



Komisja
Europejska

SPRAWOZDANIE JRC "NAUKA DLA POLITYKI"

Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla obróbki powierzchniowej z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i produktów z drewna produktami chemicznymi

Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych 2010/75/UE (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)

Georgios Chronopoulos, Gizem-Ece Cakmak, Paul Tempany, Gabriele Klein, Thomas Brinkmann, Benoit Zerger, Serge Roudier

2020



Wspólne
Centrum
Badawcze (JRC)

Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i wyrobów drewnianych środkami chemicznymi

Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych 2010/75/UE (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)

Autorzy:

Georgios CHRONOPOULOS
Gizem-Ece CAKMAK
Paul TEMPANY
Gabriele KLEIN
Thomas BRINKMANN
Benoit ZERGER
Serge ROUDIER

2020

EUR 30475 EN

Niniejsza publikacja jest sprawozdaniem „Nauka dla polityki” sporządzonym przez Wspólne Centrum Badawcze (JRC), służbę Komisji Europejskiej odpowiedzialną za naukę i wiedzę. Jej celem jest zapewnienie opartego na dowodach naukowych wsparcia dla procesu kształtowania polityki europejskiej. Wyrażony dorobek naukowy nie oznacza stanowiska politycznego Komisji Europejskiej. Ani Komisja Europejska, ani żadna osoba działająca w imieniu Komisji nie ponosi odpowiedzialności za sposób wykorzystania niniejszej publikacji. Celem uzyskania informacji na temat metodologii i jakości danych wykorzystanych w niniejszej publikacji, których źródłem nie jest Eurostat ani inne służby Komisji, użytkownicy powinni skontaktować się ze źródłem, do którego się odnoszą. Zastosowane oznaczenia oraz sposób przedstawienia materiałów na mapach nie oznaczają wyrażenia jakiegokolwiek opinii przez Unię Europejską na temat statusu prawnego jakiegokolwiek kraju, terytorium, miasta lub obszaru lub jego władz, ani na temat wytyczenia jego granic.

Informacje kontaktowe

Nazwa: European IPPC Bureau, JRC Directorate B - Growth and Innovation, European Commission
Adres: Edificio Expo c/ Inca Garcilaso 3, E-41902 Seville, Spain
E-mail: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu
Tel.: + 34 95 4488 284

JRC Science Hub

<https://ec.europa.eu/jrc>

JRC122816

EUR 30475 EN

PDF ISBN 978-92-76-26824-6 ISSN 1831-9424 doi:10.2760/857

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2020
© Unia Europejska, 2018



Polityka Komisji Europejskiej w zakresie ponownego wykorzystywania dokumentów została wdrożona decyzją Komisji 2011/833/UE z dnia 12 grudnia 2011 r. w sprawie ponownego wykorzystywania dokumentów Komisji (OJ L 330 z 14.12.2011, s. 39). O ile nie wskazano inaczej, ponowne wykorzystywanie niniejszego dokumentu, na podstawie licencji Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), jest dozwolone. Oznacza to, że wykorzystanie takie jest dozwolone pod warunkiem podania odpowiednich informacji oraz zaznaczenia wszelkich zmian. W przypadku jakiegokolwiek wykorzystania lub powielania zdjęć lub innych materiałów, które nie są własnością UE, należy zwrócić się o zgodę bezpośrednio do właścicieli praw autorskich.

Cała zawartość © Unia Europejska, 2020, z wyjątkiem zdjęć z okładki w kolejności zgodnej z ruchem wskazówek zegara, począwszy od lewej: 1. Druk © Pixabay; 2. Metal dla zrównoważonych opakowań © Crown Holdings, Inc; 3. Varberg Timber AB, Szwecja © Lars Nyborg, Koppers Europe; 4. Linia powlekania metodą ciągłą © ArcelorMittal (Gent); 5. Zautomatyzowane powlekanie samochodów farbami na bazie wody © PSA Automobiles SA. Ilustracja 2.8: © Volkswagen AG, 2015; Daimler AG, 2014, Ilustracja 2.11: © Renault S.A, Ilustracja 2.13: © MAN Truck&Bus, Ilustracja 2.14: © Daimler AG, Ilustracja 2.16: © MAN truck & buses.

Tytuł raportu: Georgios Chronopoulos, Gizem-Ece Cakmak, Paul Tempany, Gabriele Klein, Thomas Brinkmann, Benoit Zenger, Serge Roudier, Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i wyrobów drewnianych środkami chemicznymi, EUR 30475 EN, Urząd Publikacji Unii Europejskiej, Luksemburg, 2020, ISBN 978-92-76-26824-6, doi:10.2760/857, JRC122816.

Streszczenie

Dokument referencyjny (BREF) dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i wyrobów drewnianych środkami chemicznymi, jest częścią serii dokumentów przedstawiających wyniki wymiany informacji pomiędzy państwami członkowskimi UE, zainteresowanymi branżami, organizacjami pozarządowymi działającymi na rzecz ochrony środowiska oraz Komisją celem opracowania, przeglądu i - w razie potrzeby - aktualizacji dokumentów referencyjnych BAT zgodnie z wymogami art. 13 ust. 1 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (zwanej dalej Dyrektywą). Niniejszy dokument został opublikowany przez Komisję Europejską zgodnie z art. 13 ust. 6 Dyrektywy.

Dokument BREF dotyczący obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i wyrobów drewnianych środkami chemicznymi obejmuje obróbkę powierzchniową substancji, przedmiotów lub produktów z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, a także impregnację drewna i produktów drewnianych przy użyciu środków chemicznych, jak to określono w Sekcjach 6.7 i 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE.

Ważnymi kwestiami przy wdrażaniu Dyrektywy 2010/75/UE w sektorach obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych (STS) oraz konserwacji drewna środkami chemicznymi (WPC) są emisje do powietrza i wody oraz zużycie energii i wody. Rozdział 1 zawiera ogólne informacje dotyczące sektorów STS oraz głównych kwestii środowiskowych związanych z ich stosowaniem. W rozdziałach od 2 do 14 podano stosowane procesy, obecne poziomy emisji oraz zużycia, oraz techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla sektorów STS, które są objęte tymi rozdziałami. Rozdział 15 podaje ogólne informacje, stosowane procesy, obecne poziomy emisji i zużycia, techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla sektora konserwacji drewna. Rozdział 16 zawiera krótkie opisy dodatkowych sektorów STS, dla których nie przeprowadzono gromadzenia danych z pomocą kwestionariuszy. Ogólne techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT (tj. te techniki, które są powszechnie stosowane w sektorze STS) przedstawiono w rozdziale 17. W rozdziale 18 zaprezentowano konkluzje dotyczące BAT, zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 12 Dyrektywy, zarówno ogólne jak i dotyczące poszczególnych sektorów. W rozdziale 19 przedstawiono nowe techniki dla sektorów STS i WPC. Uwagi końcowe i zalecenia dotyczące przyszłych prac zamieszczono w rozdziale 20.

Podziękowania

Raport ten został opracowany przez Europejskie Centrum Zintegrowanego Zapobiegania i Kontroli Zanieczyszczeń (EIPPCB) przy Wspólnym Centrum Badawczym Komisji Europejskiej - Dyrekcja B „Wzrost i Innowacje”, pod nadzorem Serge'a Roudier (dyrektora EIPPCB) i Luisa Delgado Sancho (kierownika działu ds. gospodarki o obiegu zamkniętym i wiodącej pozycji w przemyśle).

Autorami niniejszego BREF są Georgios Chronopoulos, Gizem-Ece Cakmak, Paul Tempany, Gabriele Klein, Thomas Brinkmann, Benoit Zerger oraz Serge Roudier.

Sprawozdanie zostało sporządzone w ramach wdrażania Dyrektywy w sprawie emisji przemysłowych (2010/75/UE) i jest wynikiem wymiany informacji przewidzianej w art. 13 Dyrektywy.

Głównymi dostawcami informacji byli:

- spośród państw członkowskich UE: Austria, Belgia, Czechy, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Niemcy, Polska, Portugalia, Rumunia, Słowacja, Szwecja, Włochy oraz Wielka Brytania (do 31/01/2020);
- spośród organizacji przemysłowych: ACEA (*European Automobile Manufacturers' Association* - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów), AFERA (*European Adhesive Tape Association* - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Taśm Samoprzylepnych), ASD (*AeroSpace and Defence Industries Association of Europe* - Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Lotniczego i Obronnego), Konfederacja Europejskiego Biznesu BUSINESS EUROPE, CEFIC (*European Chemical Industry Council* - Europejska Rada Przemysłu Chemicznego), CEPE (*European Council of the Paint, Printing Ink and Artists' Colours Industry* - Europejska Rada Producentów i Importerów Lakierów, Farb Drukarskich i Artystycznych), ECCA (*European Coil Coating Association* - Europejskie Stowarzyszenie Operatorów Kablowych), ERA (*European Rotogravure Association* - Europejskie Stowarzyszenie Wkłędodruku), ESVOC (*European Solvents Downstream Users Group* - Europejska Platforma Przemysłu Rozpuszczalników), EURATEX (*European Apparel and Textile Confederation* - Europejska Organizacja ds. Odzieży i WYROBÓW TEKSTYLNICH), EUROFER (*European Steel Association* - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Stali), EUROMETAUX (*European Nonferrous Metals Association* - Europejska Federacja Producentów i Przetwórców Metali Nieżelaznych), EWPM (*European Wood Preservative Manufacturers Group* - Europejska Grupa Producentów Środków do Konserwacji Drewna), EWWG (*Europacable Winding Wire Group* - Europejska Grupa Producentów Przewodów Nawijanych), FEDUSTRIA (*Belgian Federation of the textile, wood and furniture industries* - Belgijska Federacja Przemysłu Tekstylnego, Drzewnego i Meblarskiego), FPE (*Flexible Packaging Europe* - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Opakowań Elastycznych), INTERGRAF (*European Federation for Print and Digital Communication* - Europejska Federacja Druku i Komunikacji Cyfrowej), MPE (*Metal Packaging Europe* - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Opakowań Metalowych), ORGALIM (*Europe's Technology Industries* - Stowarzyszenie Firm z Branży Mechanicznej, Elektrycznej i Elektronicznej), SEA SMRC (*Ships & Maritime Equipment Association* - Stowarzyszenie Armatorów Statków i Producentów Wyposażenia Morskiego), WEI (*European Institute for Wood Preservation* - Europejski Instytut Konserwacji Drewna) oraz WPA (*Wood Protection Association* - Stowarzyszenie Producentów Środków Ochrony Drewna);

- spośród pozarządowych organizacji ekologicznych: EEB (*European Environmental Bureau* - Europejskie Biuro Ochrony Środowiska).

Frederik Neuwahl oraz Michele Canova z EIPPCB wnieśli znaczący wkład w wewnętrzne dyskusje i sesje Grupy Zadaniowej prowadzone celem opracowania niniejszego dokumentu.

Dokument został zredagowany przez Annę Atkinson oraz sformatowany przez Ricka Nowfera.

Niniejszy dokument jest jednym z serii przewidywanych do opracowania sprawozdań wymienionych poniżej (w momencie jego tworzenia jeszcze nie wszystkie zostały przygotowane):

Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BREF)	Kod
Przemysł ceramiczny	CER
Oczyszczanie gazów odlotowych w sektorze chemicznym	WGC
Emisje pochodzące z magazynowania	EFS
Efektywność energetyczna	ENE
Przemysł przetwórstwa metali żelaznych	FMP
Przemysł spożywczy, mleczarski i produkcji napojów	FDM
Przemysłowe systemy chłodzenia	ICS
Intensywny chów lub hodowla drobiu lub świń	IRPP
Produkcja żelaza i stali	IS
Duże obiekty energetycznego spalania	LCP
Wielkotonażowa produkcja związków nieorganicznych	LVIC
Wielkotonażowa produkcja związków nieorganicznych - amoniak, kwasy i nawozy	LVIC-AAF
Wielkotonażowa produkcja związków nieorganicznych - przemysł substancji stałych i innych	LVIC-S
Wielkotonażowa produkcja związków organicznych	LVOC
Zarządzanie osadami i odpadami w działalności górniczej	MTWR
Przemysł szklarski	GLS
Produkcja związków organicznych głęboko przetworzonych	OFC
Przemysł metali nieżelaznych	NFM
Produkcja cementu, wapna i tlenku magnezu	CLM
Przemysł chloro-alkaliczny	CAK
Produkcja polimerów	POL
Przemysł celulozowo-papierniczy	PP
Produkcja związków nieorganicznych specjalnego przeznaczenia	SIC
Produkcja płyt drewnopochodnych	WBP
Rafinacja ropy naftowej i gazu ziemnego	REF
Rzeźnie i zwierzęce produkty uboczne	SA
Kuźnie i odlewnie	SF
Obróbka powierzchniowa metali i tworzyw sztucznych	STM
<i>Obróbka powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacja drewna i wyrobów drewnianych środkami chemicznymi</i>	<i>STS</i>
Garbowanie skór i skórek	TAN
Przemysł tekstylny	TXT
Spalanie odpadów	WI
Przetwarzanie odpadów	WT
Dokument referencyjny (REF)	
Aspekty ekonomiczne i skutki przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy komponentami środowiska	ECM
Monitorowanie emisji do powietrza i wody z instalacji IED	ROM

Wersje elektroniczne projektów oraz dokumentów końcowych są dostępne publicznie i można je pobrać ze strony <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>.

PRZEDMOWA

1. Status dokumentu

O ile nie określono inaczej, nawiązanie do słowa „Dyrektywa” w niniejszym dokumencie odnosi się do Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (wersja przekształcona).

Pierwotny dokument referencyjny (BREF) dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych został przyjęty przez Komisję Europejską w 2007 r. Niniejszy raport jest wynikiem przeglądu dokumentu BREF, który rozpoczął się w czerwcu 2015 roku.

Dokument referencyjny BAT dotyczący obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i wyrobów drewnianych środkami chemicznymi, stanowi część serii prezentującej wyniki wymiany informacji pomiędzy państwami członkowskimi UE, zainteresowanymi branżami, organizacjami pozarządowymi promującymi ochronę środowiska oraz Komisją celem sporządzenia, przeglądu, a w razie potrzeby aktualizacji dokumentów referencyjnych BAT, zgodnie z wymogami art. 13 ust. 1 Dyrektywy. Dokument ten został opublikowany przez Komisję Europejską zgodnie z art. 13 ust. 6 Dyrektywy.

Jak określono w art. 13 ust. 5 Dyrektywy, decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2020/2009/UE w sprawie konkluzji dotyczących BAT zawartych w rozdziale 18 została przyjęta w dniu 22 czerwca 2020 r. i opublikowana w dniu 9 grudnia 2020 r.¹

2. Uczestnicy wymiany informacji

Zgodnie z wymogami art. 13 ust. 3 Dyrektywy, Komisja ustanowiła forum celem wspierania wymiany informacji, w skład którego wchodzi przedstawiciele państw członkowskich, zainteresowanych branż oraz organizacji pozarządowych promujących ochronę środowiska (Decyzja Komisji z dnia 16 maja 2011 r. ustanawiająca forum wymiany informacji na podstawie art. 13 Dyrektywy 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (2011/C 146/03, OJ C 146, 17.05.2011, s. 3).

Członkowie Forum wyznaczyli ekspertów technicznych tworzących techniczną grupę roboczą (TWG), która stanowiła główne źródło informacji przy opracowywaniu niniejszego dokumentu. Pracami TWG kierowało Europejskie Biuro IPPC (Wspólnego Centrum Badawczego Komisji).

3. Struktura oraz zawartość dokumentu

Rozdział 1 zawiera ogólne informacje dotyczące sektora obróbki powierzchniowej z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych (STS) oraz ogólnych zagadnień dotyczących ochrony środowiska w tym sektorze.

Rozdziały od 2 do 16 zawierają wymienione poniżej informacje dotyczące poszczególnych sektorów (tj. powlekania pojazdów, powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych, powlekania statków i jachtów, powlekania samolotów, przemysłu zajmującego się powlekaniami metodą ciągłą, produkcji taśm klejących, powlekania tekstyliów, folii i papieru, produkcji drutu nawojowego, powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych, gorącego offsetu rolowego, fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej, rotograwiury publikacyjnej, powlekania powierzchni drewnianych, konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami

¹ OJ L 414, 9.12.2020, s. 19.

chemicznymi, produkcji lusterek i materiałów ściernych), z zastosowaniem następującej konstrukcji podania informacji (X oznacza numer rozdziału):

- Sekcja X.1 zawiera ogólne informacje dotyczące sektora.
- Sekcja X.2 zawiera informacje na temat stosowanych procesów i technik.
- Sekcja X.3 zawiera dane i informacje dotyczące efektywności środowiskowej instalacji w ramach sektora, działających w momencie sporządzania niniejszego dokumentu, w zakresie bieżących emisji, zużycia i charakteru surowców oraz wykorzystania energii.
- Sekcja X.4 zawiera bardziej szczegółowy opis technik zapobiegania lub, jeżeli nie jest to możliwe, ograniczania wpływu na środowisko wywieranego przez działające instalacje w danym sektorze, które uwzględniono przy ustalaniu BAT. Informacje te obejmują, w stosownych przypadkach, poziomy efektywności środowiskowej (np. poziomy emisji i zużycia).

Rozdział 17 zawiera informacje na temat powszechnie stosowanych procesów przemysłowych, systemów ograniczania emisji oraz ogólnych technik, które są wykorzystywane w większości sektorów działalności STS. Opisano w nim bardziej szczegółowo techniki zapobiegania lub, jeżeli nie jest to możliwe, ograniczania oddziaływania na środowisko instalacji sektora, które uwzględniono przy ustalaniu BAT. Informacje te obejmują, w stosownych przypadkach, poziomy efektywności środowiskowej (np. poziomy emisji i zużycia), które można osiągnąć przy zastosowaniu opisanych technik, powiązane z nimi monitorowanie oraz kosztów i kwestii dotyczących oddziaływania na środowisko związane z poszczególnymi technikami. Techniki mające znaczenie dla sektora WPC opisano w Sekcji 15.4.

Rozdział 18 zawiera konkluzje dotyczące BAT, zgodnie z definicją zawartą w art. 3 ust. 12 Dyrektywy, zarówno ogólne jak i odnoszące się do poszczególnych sektorów w odniesieniu do dwóch objętych nimi rodzajów działalności.

Rozdział 19 zawiera informacje na temat „nowych technik” związanych z działalnością sektorów STS i WPC, jak to określono w art. 3 ust. 14 Dyrektywy.

Rozdział 20 zawiera uwagi końcowe oraz zalecenia dotyczące przyszłych prac.

Rozdział 21 zawiera załączniki z cennymi informacjami, które nie zmieściły się w innych rozdziałach.

4. Źródła informacji oraz ustalenie BAT

Dokument opiera się na informacjach zebranych z wielu źródeł, w szczególności za pośrednictwem technicznej grupy roboczej (TWG), ustanowionej specjalnie celem wymiany informacji na mocy art. 13 Dyrektywy. Informacje zostały zebrane i ocenione przez Europejskie Biuro ds. Zintegrowanego Zapobiegania Zanieczyszczeniom i ich Kontroli IPPC (wchodzącego w skład Wspólnego Centrum Badawczego Komisji), które kierowało pracami nad określeniem najlepszych dostępnych technik (BAT), kierując się zasadami wiedzy technicznej, przejrzystości i neutralności. Praca technicznej grupy roboczej oraz wszystkich innych osób, które wniosły swój wkład, została doceniona z wdzięcznością.

Konkluzje dotyczące BAT zostały ustalone w drodze iteracyjnego procesu obejmującego następujące etapy:

- określenie kluczowych kwestii środowiskowych dla działań sektorów STS i WPC,
- zbadanie technik najbardziej odpowiednich do rozwiązania kluczowych kwestii,
- określenie najlepszych poziomów efektywności środowiskowej na podstawie danych dostępnych w Unii Europejskiej i na całym świecie,

- ocena warunków, w jakich osiągnięto zadane poziomy efektywności środowiskowej, takich jak koszty, oddziaływanie na procesy i środowisko oraz główne siły napędowe zaangażowane we wdrażanie technik,
- wybór najlepszych dostępnych technik (BAT), powiązanych z nimi poziomów emisji (oraz innych poziomów efektywności środowiskowej) a także związane z tym monitorowanie parametrów tego sektora zgodnie z art. 3 ust. 10 Dyrektywy i Załącznikiem III do niej.

Ekspertyza europejskiego biura IPPC oraz technicznej grupy roboczej odegrała kluczową rolę w każdym z tych etapów oraz w sposobie przedstawienia informacji.

Tam, gdzie to możliwe, podano dane ekonomiczne wraz z opisami technik przedstawionych w sekcjach *Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT*. Dane te dają przybliżony obraz wielkości kosztów oraz korzyści. Jednakże rzeczywiste koszty i korzyści wynikające z zastosowania danej techniki mogą w dużym stopniu zależeć od indywidualnej sytuacji danej instalacji, której nie można w pełni ocenić w niniejszym dokumencie. Wobec braku danych dotyczących kosztów wnioski dotyczące ekonomicznej żywotności technik wyciągnięto na podstawie obserwacji działających zakładów.

5. **Przegląd dokumentów referencyjnych dotyczących najlepszych dostępnych technik BAT (BREF)**

BAT to koncepcja dynamiczna, dlatego przegląd dokumentów BREF jest procesem ciągłym. Na przykład, mogą pojawić się nowe środki i techniki, nauka i technologie stale się rozwijają, a nowe lub powstające procesy są z powodzeniem wprowadzane do przemysłu. Celem odzwierciedlenia takich zmian i ich konsekwencji dla BAT, niniejszy dokument będzie okresowo poddawany przeglądowi a w razie potrzeby odpowiednio aktualizowany.

6. **Dane kontaktowe**

Wszelkie uwagi i sugestie należy kierować do Europejskiego Biura IPPC Wspólnego Centrum Badawczego pod adresem:

European Commission
JRC Directorate B - Growth and Innovation
European IPPC Bureau
Edificio Expo
c/ Inca Garcilaso, 3
E-41092 Seville, Spain
Telefon: +34 95 4488 284
E-mail: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu
Internet: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

**Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik
(BAT) dla obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników
organicznych, w tym konserwacji drewna i wyrobów drewnianych
środkami chemicznym**

PRZEDMOWA.....	I
ZAKRES	XXXVII
1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE OBRÓBKĘ POWIERZCHNI Z WYKORZYSTANIEM ROZPUSZCZALNIKÓW ORGANICZNYCH	1
1.1. ROZPUSZCZALNIKI ORGANICZNE ORAZ OBRÓBKA POWIERZCHNI.....	1
1.2. OGÓLNE ZAGADNIENIA ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE Z INSTALACJAMI DO OBRÓBKĘ POWIERZCHNIOWEJ WYKORZYSTUJĄCYMI ROZPUSZCZALNIKI ORGANICZNE	3
1.2.1. Wiadomości ogólne.....	3
1.2.2. Rozpuszczalniki.....	4
1.2.3. Pył.....	5
1.2.4. NO _x oraz CO.....	6
1.2.5. Metale.....	6
1.2.6. Inne zanieczyszczenia	7
1.2.7. Energia	7
1.2.8. Zużycie surowców.....	8
1.2.9. Zużycie wody	8
1.2.10. Odpady stałe i ciekłe	8
1.2.11. Emisja odorów.....	8
2. POWLEKANIE POJAZDÓW.....	9
2.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA POJAZDÓW	9
2.1.1. Wiadomości ogólne.....	9
2.1.2. Liczba, wielkość oraz rozmieszczenie instalacji	9
2.1.3. Rozmieszczenie geograficzne	10
2.1.4. Znaczenie gospodarcze.....	10
2.1.5. Kluczowe kwestie środowiskowe.....	13
2.2. STOSOWANE W POWLEKANIU POJAZDÓW PROCESY I TECHNIKI.....	17
2.2.1. Wiadomości ogólne.....	17
2.2.2. Przegląd inwestycji, projektowania i eksploatacji lakierni	17
2.2.3. Powlekanie samochodów osobowych	18
2.2.4. Malowanie vanów	31
2.2.5. Malowanie samochodów ciężarowych (podwozi samochodów ciężarowych)	33
2.2.6. Malowanie kabin samochodów ciężarowych.....	35
2.2.7. Powlekanie autobusów	37

2.3.	OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU POJAZDÓW	40
2.3.1.	Zużycie.....	41
2.3.2.	Emisje.....	47
2.4.	TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA SAMOCHODÓW	79
2.4.1.	Bilans masy rozpuszczalnika dla lakierni pojazdów silnikowych	81
2.4.2.	Wybór systemu powlekania (typ/rodzaj lakierni, „rodzina lakierni”)	81
2.4.3.	Techniki oparte na materiałach	86
2.4.4.	Techniki i sprzęt do nakładania farb oraz innych materiałów powlekających.....	94
2.4.5.	Minimalizacja zużycia surowców	99
2.4.6.	Techniki suszenia.....	101
2.4.7.	Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych.....	101
2.4.8.	Gospodarka wodna i przetwarzanie ścieków	110
3.	POWLEKANIE INNYCH POWIERZCHNI METALOWYCH I Z TWORZYW SZTUCZNYCH	111
3.1.	OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA INNYCH POWIERZCHNI METALOWYCH I Z TWORZYW SZTUCZNYCH	111
3.1.1.	Powlekanie innych powierzchni metalowych.....	112
3.1.2.	Ogólne informacje dotyczące powlekania maszyn rolniczych i budowlanych.....	113
3.1.3.	Ogólne informacje dotyczące powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych	113
3.1.4.	Ogólne informacje dotyczące powlekania pociągów.....	114
3.2.	STOSOWANE PROCESY I TECHNIKI.....	115
3.2.1.	Stosowane w powlekanii innych powierzchni metalowych procesy i techniki.....	115
3.2.2.	Stosowane w powlekanii sprzętu rolniczego i budowlanego procesy oraz techniki	115
3.2.3.	Stosowane w powlekanii powierzchni z tworzyw sztucznych procesy i techniki	116
3.2.4.	Stosowane w powlekanii pociągów procesy i techniki	121
3.3.	OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU POWIERZCHNI Z TWORZYW SZTUCZNYCH I INNYCH METALI.....	125
3.3.1.	Zużycie.....	125
3.3.2.	Emisje.....	130
3.4.	TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT	139
3.4.1.	Minimalizacja zużycia surowców	139
3.4.2.	Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie).....	140
3.4.3.	Techniki oraz sprzęt do nakładania farb/powłok	142
3.4.4.	Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	142
3.4.5.	Gospodarka wodna.....	144
4.	POWLEKANIE STATKÓW I JACHTÓW.....	145
4.1.	OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA STATKÓW I JACHTÓW	145
4.2.	STOSOWANE W POWLEKANIU STATKÓW I JACHTÓW PROCESY ORAZ TECHNIKI	146

4.2.1. Nowe konstrukcje.....	146
4.2.2. Naprawa i konserwacja statków	147
4.2.3. Malowanie statków.....	147
4.2.4. Naprawa powłok oraz konserwacja jachtów	149
4.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU STATKÓW ORAZ JACHTÓW	151
4.3.1. Bilanse masy.....	151
4.3.2. Zużycie	151
4.3.3. Emisje.....	152
4.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA STATKÓW I JACHTÓW	158
4.4.1. Systemy zarządzania - dyscyplina na doku	158
4.4.2. Techniki ograniczania emisji pyłu.....	159
4.4.3. Przygotowanie powierzchni	162
4.4.4. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie)	169
4.4.5. Dodatkowa ochrona antykorozyjna - ochrona katodowa	171
4.4.6. Techniki oraz sprzęt do nakładania powłok	172
4.4.7. Alternatywy dla farb przeciwporostowych opartych na biocydach	173
4.4.8. Przetwarzanie gazów odlotowych	175
4.4.9. Zarządzanie odpadami i ściekami	176
5. POWLEKANIE SAMOLOTÓW	179
5.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA SAMOLOTÓW.....	179
5.2. STOSOWANE W POWLEKANIU SAMOLOTÓW PROCESY I TECHNIKI	180
5.2.1. Budowa.....	180
5.2.2. Konserwacja	183
5.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU SAMOLOTÓW	186
5.3.1. Budowa.....	186
5.3.2. Emisje z procesów budowy.....	188
5.3.3. Konserwacja	194
5.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA SAMOLOTÓW	196
5.4.1. Techniki oparte na materiałach	196
5.4.2. Techniki i sprzęt do nakładania farby	198
5.4.3. Oczyszczanie gazów odlotowych pochodzących z powlekania powierzchni zewnętrznych samolotu	204
6. PRZEMYSŁ POWLEKANIA METODĄ CIĄGLĄ.....	206
6.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA METODĄ CIĄGLĄ.....	206
6.1.1. Wielkość branży powlekania metodą ciągłą	206
6.2. STOSOWANE W POWLEKANIU METODĄ CIĄGLĄ PROCESY I TECHNIKI	208
6.2.1. Opis procesów w typowej linii do powlekania metodą ciągłą	209

6.2.2. Rodzaje powłok.....	212
6.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU METODĄ CIĄGLĄ.....	215
6.3.1. Zużycie.....	215
6.3.2. Emisje.....	220
6.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA METODĄ CIĄGLĄ.....	236
6.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika (SMB) dla zakładu powlekania metodą ciągłą	236
6.4.2. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie).....	236
6.4.3. Techniki oraz sprzęt do nakładania powłok.....	242
6.4.4. Suszenie	248
6.4.5. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	251
6.4.6. Przetwarzanie ścieków	256
7. PRODUKCJA TAŚM KLEJĄCYCH.....	260
7.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE PRODUKCJI TAŚM KLEJĄCYCH	260
7.1.1. Zastosowania klejów wrażliwych na nacisk	260
7.2. STOSOWANE W PRODUKCJI TAŚM KLEJĄCYCH PROCESY I TECHNIKI	262
7.2.1. Produkcja taśm klejących.....	262
7.2.2. Materiały stosowane przy produkcji taśm klejących	262
7.2.3. Proces produkcji taśm klejących.....	264
7.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY PRODUKCJI TAŚM KLEJĄCYCH.....	268
7.3.1. Zużycie.....	268
7.3.2. Emisje.....	271
7.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA WYTWARZANIA TAŚMY KLEJĄCEJ	275
7.4.1. Techniki oparte na materiałach	275
7.4.2. Suszenie/utwardzanie.....	278
7.4.3. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	279
8. POWLEKANIE TEKSTYLIÓW, FOLII I PAPIERU.....	281
8.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA TEKSTYLIÓW, FOLII I PAPIERU	281
8.2. STOSOWANE PROCESY I TECHNIKI.....	282
8.2.1. Powlekanie poliuretanem (PU)	282
8.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU PU I PVC	285
8.3.1. Zużycie.....	285
8.3.2. Emisje.....	287
8.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA TEKSTYLIÓW, FOLII I PAPIERU	297
8.4.1. Techniki oparte na materiałach	297
8.4.2. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	298
9. PRODUKCJA DRUTU NAWOJOWEGO	299

9.1.	OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEMYSŁU DRUTU NAWOJOWEGO	299
9.1.1.	Charakterystyka produktu oraz zastosowania końcowe	300
9.2.	STOSOWANE W PRODUKCJI DRUTU NAWOJOWEGO PROCESY I TECHNIKI.....	302
9.2.1.	Typowy proces produkcji drutów emaliowanych	302
9.3.	OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI W PRODUKCJI DRUTU NAWOJOWEGO.....	306
9.3.1.	Zużycie	306
9.3.2.	Emisje.....	309
9.4.	TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA PRODUKCJI DRUTU NAWOJOWEGO	315
9.4.1.	Ogólne techniki stosowane w produkcji drutu nawojowego.....	315
9.4.2.	Techniki oparte na materiałach	316
9.4.3.	Przetwarzanie gazów odlotowych.....	319
10.	POWLEKANIE ORAZ DRUKOWANIE NA OPAKOWANIACH METALOWYCH.....	321
10.1.	OGÓLNE INFORMACJE NA TEMAT POWLEKANIA ORAZ DRUKOWANIA NA OPAKOWANIACH METALOWYCH	321
10.2.	STOSOWANE W POWLEKANIU I DRUKOWANIU NA OPAKOWANIACH METALOWYCH PROCESY I TECHNIKI.....	323
10.2.1.	Produkcja puszek dwuczęściowych (puszki produkowane metodą DWI (<i>draw and wall ironed</i>)	323
10.2.2.	Wytłaczanie udarowe aluminium celem produkcji pojemników na aerozole oraz tub łączonych (<i>collapsible tubes</i>)	326
10.2.3.	Beczki do zastosowań przemysłowych	328
10.2.4.	Powlekanie i drukowanie na arkuszach płaskich	330
10.2.5.	Produkcja puszek 3-częściowych	331
10.2.6.	2-częściowe puszki przeciągane stalowe i aluminiowe.....	333
10.2.7.	Produkcja końcówek, zwieńczeń oraz zamknięć	333
10.3.	OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU I DRUKOWANIU NA OPAKOWANIACH METALOWYCH	336
10.3.1.	Zużycie	336
10.3.2.	Emisje.....	339
10.4.	TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA I DRUKOWANIA OPAKOWAŃ METALOWYCH	349
10.4.1.	Techniki oparte na materiałach	349
10.4.2.	Nakładanie powłok oraz tuszy.....	352
10.4.3.	Drukowanie	357
10.4.4.	Utwardzanie.....	359
10.4.5.	Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	360
10.4.6.	Przetwarzanie ścieków	360

11. GORĄCY OFFSET ROLOWY	362
11.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE GORĄCEGO OFFSETU ROLOWEGO (<i>HEATSET WEB OFFSET PRINTING</i>).....	362
11.2. STOSOWANE W GORĄCYM OFFSECIE ROLOWYM PROCESY I TECHNIKI	363
11.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI W PROCESIE GORĄCEGO OFFSETU ROLOWEGO	366
11.3.1. Zużycie.....	373
11.3.2. Emisje.....	376
11.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA GORĄCEGO OFFSETU ROLOWEGO	387
11.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego	387
11.4.2. Techniki oparte na materiałach	388
11.4.3. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	393
11.4.4. Czyszczenie.....	397
12. FLEKSOGRAFIA I ROTOGRAWIURA NIEPUBLIKACYJNA	400
12.1. OGÓLNE INFORMACJE NA TEMAT FLEKSOGRAFII I ROTOGRAWIURY NIEPUBLIKACYJNEJ	400
12.2. STOSOWANE WE FLEKSOGRAFII I ROTOGRAWIURZE NIEPUBLIKACYJNEJ PROCESY I TECHNIKI	402
12.2.1. Fleksografia.....	402
12.2.2. Rotograwiura.....	403
12.2.3. Laminowanie i lakierowanie na opakowaniach elastycznych (giętkich)	405
12.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI WE FLEKSOGRAFII I ROTOGRAWIURZE NIEPUBLIKACYJNEJ.....	406
12.3.1. Zużycie.....	406
12.3.2. Emisje.....	414
12.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA FLEKSOGRAFII I ROTOGRAWIURY NIEPUBLIKACYJNEJ.....	433
12.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej....	433
12.4.2. Techniki oparte na materiałach	433
12.4.3. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.....	442
12.4.4. Techniki czyszczenia	444
13. ROTOGRAWIURA PUBLIKACYJNA.....	446
13.1. OGÓLNE INFORMACJE NA TEMAT DRUKOWANIA METODĄ ROTOGRAWIURY PUBLIKACYJNEJ	446
13.2. STOSOWANE W ROTOGRAWIURZE PUBLIKACYJNEJ PROCESY I TECHNIKI	448
13.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI W ROTOGRAWIURZE PUBLIKACYJNEJ	453
13.3.1. Bilanse masy	453
13.3.2. Zużycie.....	457
13.3.3. Emisje.....	460

13.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA ROTOGRAWIURY PUBLIKACYJNEJ	468
13.4.1. Techniki oparte na materiałach	468
13.4.2. Techniki odprowadzania i przetwarzania gazów odlotowych.....	469
13.4.3. Techniki czyszczenia.....	472
14. POWLEKANIE POWIERZCHNI DREWNIANYCH.....	474
14.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE POWLEKANIA POWIERZCHNI DREWNIANYCH.....	474
14.2. STOSOWANE W POWLEKANIU POWIERZCHNI DREWNIANYCH PROCESY I TECHNIKI.....	476
14.2.1. Obróbka wstępna powierzchni drewnianych.....	477
14.2.2. Nakładanie powłoki bazowej	479
14.2.3. Nakładanie warstwy nawierzchniowej	479
14.2.4. Nakładanie farby	483
14.2.5. Odparowanie oraz suszenie/utwardzanie.....	484
14.2.6. Przykłady niektórych procesów powlekania	484
14.2.7. Końcowe uszlachetnianie za pomocą stałych substancji powlekających.....	486
14.3. OBECNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI PRZY POWLEKANIU POWIERZCHNI DREWNIANYCH .	488
14.3.1. Zużycie	488
14.3.2. Emisje.....	490
14.4. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA POWLEKANIA POWIERZCHNI DREWNIANYCH	493
14.4.1. Minimalizacja zużycia surowców	493
14.4.2. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie)	494
14.4.3. Techniki nakładania farby oraz wykorzystywany sprzęt.....	496
14.4.4. Kabiny lakiernicze (natryskowe).....	499
14.4.5. Suszenie/utwardzanie	499
14.4.6. Przetwarzanie gazu odlotowego	501
14.4.7. Przetwarzanie ścieków	502
14.4.8. Przetwarzanie odpadów.....	502
15. KONSERWACJA DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI.....	504
15.1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE KONSERWACJI DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI	504
15.2. STOSOWANE W KONSERWACJI DREWNA I WYROBÓW Z DREWNA ŚRODKAMI CHEMICZNYMI PROCESY I TECHNIKI.....	511
15.2.1. Przegląd.....	511
15.2.2. Dostawa, magazynowanie i postępowanie z surowcami.....	513
15.2.3. Przygotowanie/kondycjonowanie/sezonowanie drewna	513
15.2.4. Procesy nakładania środków konserwujących	514

15.2.5.	Kondycjonowanie po konserwacji oraz tymczasowe magazynowanie.....	523
15.2.6.	Impregnowanie środkami hydrofobizującymi	524
15.2.7.	Czyszczenie sprzętu konserwującego	524
15.2.8.	Inne działania na terenie zakładu	525
15.2.9.	Gospodarowanie odpadami	525
15.2.10.	Gospodarowanie wodą/ściekami.....	526
15.3.	BIEŻĄCE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJE PRZY KONSERWACJI DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI.....	531
15.3.1.	Ogólny przegląd parametrów wejściowych i wyjściowych instalacji WPC	531
15.3.2.	Wsady i zużycie	532
15.3.3.	Produkty wyjściowe oraz emisje.....	539
15.4.	TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT DLA BRANŻY KONSERWACJI DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI	552
15.4.1.	Systemy zarządzania środowiskowego (EMS)	552
15.4.2.	Zastępowanie substancji szkodliwych/niebezpiecznych.....	555
15.4.3.	Ochrona gleby, wody i wód gruntowych oraz gospodarka materiałowa	560
15.4.4.	Dostawa, przechowywanie oraz postępowanie z chemikaliami stosowanymi w konserwacji	576
15.4.5.	Przygotowanie/sezonowanie drewna	582
15.4.6.	Proces aplikacji środków konserwujących / Procesy bezciśnieniowe	589
15.4.7.	Proces nakładania środków konserwujących / Procesy ciśnieniowe	592
15.4.8.	Kondycjonowanie po konserwacji oraz tymczasowe magazynowanie.....	595
15.4.9.	Minimalizacja ilości odpadów, gospodarowanie oraz ich przetwarzanie na terenie zakładu	600
15.4.10.	Gospodarowanie wodą/ściekami.....	603
15.4.11.	Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	609
15.4.12.	Monitorowanie	611
15.4.13.	Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	617
15.4.14.	Hałas.....	627
16.	SEKTORY DODATKOWE	629
16.1.	PRODUKCJA LUSTER	629
16.1.1.	Ogólne informacje na temat produkcji luster	629
16.1.2.	Stosowane w produkcji luster procesy i techniki	629
16.1.3.	Obecne poziomy zużycia i emisji przy produkcji luster	631
16.1.4.	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla produkcji luster.....	633
16.2.	PRODUKCJA MATERIAŁÓW ŚCIERNYCH.....	635
16.2.1.	Ogólne informacje na temat przemysłu materiałów ściernych	635
16.2.2.	Procesy i techniki stosowane w produkcji materiałów ściernych nasypowych	641

16.2.3.	Obecne poziomy zużycia i emisji w produkcji materiałów ściernych nasypowych	646
16.2.4.	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla produkcji materiałów ściernych nasypowych.....	650
17.	TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT STOSOWANYCH W WIĘCEJ NIŻ JEDNYM SEKTORZE STS.....	653
17.1.	TECHNIKI ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKIEM.....	654
17.1.1.	System zarządzania środowiskowego (EMS).....	654
17.1.2.	Ogólne efekty działalności środowiskowej.....	658
17.1.3.	Analiza porównawcza zużycia i emisji oraz wynikające z niej działania.....	659
17.2.	MAGAZYNOWANIE I OBSŁUGA SUROWCÓW.....	661
17.2.1.	Przygotowanie i wdrażanie planu zapobiegania oraz kontroli wycieków i rozlewów	661
17.2.2.	Techniki magazynowania.....	663
17.2.3.	Techniki pompowania i transportu cieczy.....	665
17.2.4.	Minimalizacja zużycia surowców.....	668
17.2.5.	Automatyzacja urządzeń.....	673
17.2.6.	Emisje podczas innych niż normalne warunków eksploatacji (OTNOC).....	676
17.3.	MONITOROWANIE.....	679
17.3.1.	Bilans masy rozpuszczalnika.....	679
17.3.2.	Wdrożenie systemu śledzenia rozpuszczalników.....	684
17.3.3.	Pełna identyfikacja i kwantyfikacja ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu.....	685
17.3.4.	Monitorowanie zmian, które mogą wpływać na niepewność danych dotyczących bilansu masy rozpuszczalnika.....	687
17.3.5.	Monitorowanie emisji w gazach odlotowych.....	687
17.3.6.	Monitorowanie emisji do wody.....	688
17.4.	ZUŻYCIE WODY I WYTWARZANIE ŚCIEKÓW.....	690
17.4.1.	Plan gospodarowania wodą i kontrole jakości wody.....	690
17.4.2.	Optymalizacja zużycia i odprowadzania wody.....	690
17.4.3.	Płukanie odwróconą kaskadą.....	692
17.4.4.	Ponowne wykorzystanie i/lub recykling wody.....	692
17.5.	ZARZĄDZANIE ENERGIĄ I EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA.....	695
17.5.1.	Plan efektywności energetycznej.....	695
17.5.2.	Rejestr bilansu energetycznego.....	696
17.5.3.	Izolacja termiczna zbiorników i kadzi zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze oraz systemów spalania i wytwarzania pary.....	697
17.5.4.	Odzysk ciepła poprzez kogenerację - CHP (skojarzoną gospodarkę energetyczną) lub trójgenerację - CCHP (skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu)	697

17.5.5.	Odzysk ciepła z gorących strumieni gazowych	698
17.5.6.	Utrzymywanie temperatury utleniacza podczas okresów wyłączenia	698
17.5.7.	Regulacja przepływu powietrza procesowego i gazów odlotowych.....	698
17.5.8.	Recykulacja gazów odlotowych kabiny lakierniczej	698
17.5.9.	Zoptymalizowana cyrkulacja ciepłego powietrza w wielkogabarytowej kabynie utwardzającej przy użyciu turbulizatora	699
17.5.10.	Prawidłowe wymiarowanie systemu odprowadzania gazów odlotowych oraz systemu ograniczania emisji	699
17.5.11.	Optymalizacja procesów odprowadzania i oczyszczania gazów odlotowych	699
17.6.	GOSPODAROWANIE SUROWCAMI (W TYM ICH ZASTĘPOWANIE)	701
17.6.1.	Stosowanie surowców o niskim oddziaływaniu na środowisko	701
17.6.2.	Optymalizacja stosowania w procesie rozpuszczalników organicznych	706
17.7.	PROCESY I URZĄDZENIA DO POWLEKANIA.....	709
17.7.1.	Obróbka wstępna przed malowaniem (inna niż czyszczenie).....	709
17.7.2.	Techniki oparte na materiałach	710
17.7.3.	Procesy i urządzenia do nakładania farb.....	722
17.8.	TECHNIKI SUSZENIA I/LUB UTWARDZANIA	739
17.8.1.	Suszenie/utwardzanie konwekcyjne w gazie obojętnym	739
17.8.2.	Suszenie/utwardzanie indukcyjne	740
17.8.3.	Suszenie/utwardzanie mikrofalami oraz wysokimi częstotliwościami (HF)	741
17.8.4.	Kombinowane suszenie/utwardzanie przez konwekcję i promieniowanie IR	742
17.8.5.	Utwardzanie radiacyjne.....	742
17.8.6.	Suszenie/utwardzanie konwekcyjne z odzyskiem ciepła	749
17.9.	TECHNIKI OCZYSZCZANIA	752
17.9.1.	Minimalizacja stosowania środków czyszczących na bazie rozpuszczalników....	752
17.9.2.	Ochrona obszarów i urządzeń do natryskiwania.....	755
17.9.3.	Usuwanie ciał stałych przed całkowitym oczyszczeniem.....	756
17.9.4.	Czyszczenie ręczne nasączonymi ściereczkami.....	758
17.9.5.	Stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności.....	758
17.9.6.	Czyszczenie środkami na bazie wody	762
17.9.7.	Zamknięte (hermetyczne) maszyny czyszczące.....	763
17.9.8.	Oczyszczanie z odzyskiem rozpuszczalnika	765
17.9.9.	Czyszczenie za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody	766
17.9.10.	Czyszczenie ultradźwiękami	767
17.9.11.	Czyszczenie suchym lodem (CO ₂)	768
17.9.12.	Czyszczenie strumieniem tworzyw sztucznych	772
17.10.	ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE GAZÓW ODLOTOWYCH	774
17.10.1.	Wybór, projektowanie i optymalizacja systemu	774

17.10.2.	Zatrzymywanie i gromadzenie gazów odlotowych	783
17.10.3.	Utrzymywanie stałego stężenia LZO przed oczyszczaniem	789
17.10.4.	Ograniczanie emisji pyłów	800
17.10.5.	Techniki utleniania	809
17.10.6.	Techniki wychwytywania rozpuszczalników w gazach odlotowych	824
17.10.7.	Oczyszczanie biologiczne (przetwarzanie) gazów odlotowych	837
17.10.8.	Techniki ograniczania emisji NO _x	841
17.11.	TECHNIKI UZDATNIANIA ŚCIEKÓW	843
17.11.1.	Techniki wstępne, podstawowe i ogólne	843
17.11.2.	Fizyczno-chemiczne techniki przetwarzania	843
17.11.3.	Oczyszczanie (przetwarzanie) biologiczne	845
17.11.4.	Techniki usuwania ciał stałych	845
17.12.	TECHNIKI GOSPODAROWANIA ODPADAMI	847
17.12.1.	Plan gospodarowania odpadami	847
17.12.2.	Monitorowanie ilości odpadów	847
17.12.3.	Odzysk/recykling rozpuszczalników	848
17.12.4.	Techniki specyficzne dla poszczególnych strumieni odpadów	854
17.13.	EMISJE ODORÓW	858
17.13.1.	Plan zarządzania odorami	858
18.	KONKLUZJE DOTYCZĄCE NAJLEPSZYCH DOSTĘPNYCH TECHNIK (BAT) DLA OBRÓBKII POWIERZCHNI Z WYKORZYSTANIEM ROZPUSZCZALNIKÓW ORGANICZNYCH, W TYM KONSERWACJI DREWNA I WYROBÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI	859
	ZAKRES	859
	DEFINICJE	861
	SKRÓTY	864
	UWAGI OGÓLNE	865
18.1.	KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT DLA OBRÓBKII POWIERZCHNI PRZY UŻYCIU ROZPUSZCZALNIKÓW ORGANICZNYCH	868
18.1.1.	Ogólne konkluzje dotyczące BAT	868
18.1.2.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania pojazdów	895
18.1.3.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	896
18.1.4.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania statków i jachtów	897
18.1.5.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania samolotów	899
18.1.6.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania metodą ciągłą	899
18.1.7.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora produkcji taśm samoprzylepnych	900

18.1.8.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania tekstyliów, folii i papieru	901
18.1.9.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania drutu nawojowego.....	901
18.1.10.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.....	902
18.1.11.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora gorącego offsetu rolowego.....	903
18.1.12.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	905
18.1.13.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora rotograviury publikacyjnej	905
18.1.14.	Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania powierzchni drewnianych	906
18.2.	KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT DLA SEKTORA KONSERWACJI DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI.....	908
18.2.1.	Systemy zarządzania środowiskiem.....	908
18.2.2.	Zastępowanie substancji szkodliwych/niebezpiecznych.....	908
18.2.3.	Efektywność wykorzystania zasobów.....	909
18.2.4.	Dostawa, magazynowanie i postępowanie z chemikaliami stosowanymi w konserwacji	909
18.2.5.	Przygotowanie/sezonowanie drewna	910
18.2.6.	Proces nakładania środka konserwującego	911
18.2.7.	Sezonowanie po konserwacji oraz tymczasowe magazynowanie.....	912
18.2.8.	Gospodarowanie odpadami	913
18.2.9.	Monitorowanie	913
18.2.10.	Emisje do gleby i wód gruntowych.....	914
18.2.11.	Emisje do wody oraz gospodarowanie ściekami.....	916
18.2.12.	Emisje do powietrza.....	917
18.2.13.	Hałas.....	919
19.	NOWE TECHNIKI OBRÓBKI POWIERZCHNI Z UŻYCIEM ROZPUSZCZALNIKÓW ORAZ KONSERWACJI DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI.....	920
19.1.	PRODUKCJA DRUTU NAWOJOWEGO.....	921
19.1.1.	Emalie na bazie wody	921
19.1.2.	Emalie utwardzane promieniowaniem UV	921
19.1.3.	Emalie topliwe (<i>hot-melt</i>)	922
19.1.4.	Woskowanie cienkich drutów	923
19.2.	POWLEKANIE POJAZDÓW (SAMOCHODY OSOBOWE ORAZ LEKKIE SAMOCHODY DOSTAWCZE - VANY).....	924
19.2.1.	Jedno- i dwuskładnikowe powłoki bezbarwne na bazie wody lub o ultrawysokiej zawartości cząstek stałych.....	924
19.2.2.	Rozwój technologii powlekania proszkowego.....	924
19.2.3.	Zwiększone wykorzystanie materiałów wstępnie powleczonych	925

19.2.4.	Systemy farb poliuretanowych (PU)	925
19.2.5.	Nakładanie farby wolne od mgły lakierniczej.....	925
19.2.6.	Utwardzanie od wewnątrz na zewnątrz (inside-out)	926
19.3.	POWLEKANIE STATKÓW I JACHTÓW	927
19.3.1.	Zastąpienie farb przeciwporostowych opartych na biocydach (substytucja)	927
19.3.2.	Usuwanie powłok z kadłuba statku poprzez nagrzewanie indukcyjne laserem	928
19.4.	PRZEMYSŁ POWLEKANIA METODĄ CIĄGLĄ	929
19.4.1.	Procesy utwardzane promieniowaniem UV/EB	929
19.5.	POWLEKANIE POWIERZCHNI DREWNIANYCH	930
19.5.1.	Powlekanie proszkowe	930
19.5.2.	Wybielanie nadtlenkiem i podczerwienią	930
19.5.3.	Nietermiczne plazmowe oczyszczanie gazów odlotowych.....	930
19.6.	KONSERWACJA DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI.....	932
19.6.1.	Chemiczna modyfikacja drewna (CWM).....	932
19.6.2.	Termiczna modyfikacja drewna (TWM).....	933
19.6.3.	Proces z zastosowaniem dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym.....	936
19.7.	OCZYSZCZANIE GAZU ODLOTOWEGO	939
19.7.1.	Elektrycznie ogrzewane węglowe rurki adsorpcyjne	939
19.8.	OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW	939
19.8.1.	Kabina lakiernicza z separacją na mokro i wykorzystaniem cząsteczek SiO ₂	939
20.	UWAGI KOŃCOWE ORAZ REKOMENDACJE DOTYCZĄCE PRZYSZŁYCH PRAC	940
21.	ZAŁĄCZNIKI.....	945
21.1.	GROMADZENIE DANYCH I PREZENTACJA DANYCH.....	945
21.1.1.	Rozmieszczenie zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych STS/WPC w podziale na sektory/branże oraz państwa prowadzenia działalności.....	945
21.1.2.	Wykaz zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych sektora STS.....	947
21.1.3.	Lista zakładów biorących udział w zbieraniu danych dotyczących WPC	955
21.1.4.	Prezentacja danych dla emisji w gazach odlotowych.....	956
21.2.	INFORMACJE NA TEMAT ZGŁOSZONEGO STOSOWANIA BAT W RÓŻNYCH SEKTORACH STS	957
21.3.	MODELE SZACOWANIA SKUTKÓW ŚRODOWISKOWYCH I EKONOMICZNYCH (KOSZTY I KORZYŚCI)	966
21.3.1.	Sprawozdania TFTEI, narzędzie ERICCa_VOC oraz podstawowe dokumenty EGTEI	966
21.3.2.	Regionalny model kalkulacji kosztów środowiskowych (MKM, MilieuKostenModel)	969
21.4.	POMIAR EMISJI NIEZORGANIZOWANYCH - METODA BEZPOŚREDNIA.....	974
21.4.1.	Zastosowanie w sektorze drukowania.....	980

21.5. BILANS MASY ROZPUSZCZALNIKA (SMB)	983
21.5.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla lakierni samochodowych.....	983
21.5.2. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora powlekania metodą ciągłą	1005
21.5.3. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego	1018
21.5.4. Bilans masy rozpuszczalnika dla fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej..	1030
21.5.5. Typowe przypadki dla bilansów masy	1032
21.6. SKUTECZNOŚĆ OGRANICZANIA EMISJI PRZEZ TECHNIKI OCZYSZCZANIA GAZÓW ODLOTOWYCH	1037
21.6.1. Skuteczność redukcji emisji zastosowanych technik podana w zbiorze danych STS (2016)	1048
21.7. DODATKOWE INFORMACJE NA TEMAT DRUKOWANIA	1052
21.7.1. Przemysł poligraficzny w Unii Europejskiej	1052
21.7.2. Procesy drukowania	1053
21.7.3. Materiały drukowane	1055
SŁOWNIK TERMINÓW.....	1059
I. KRAJOWE KODY ISO	1060
II. JEDNOSTKI MONETARNE.....	1061
III. PREFIKSY, SEPARATOR NUMERYCZNE ORAZ ADNOTACJE.....	1062
IV. JEDNOSTKI POMIAROWE.....	1063
V. PIERWIASTKI CHEMICZNE	1064
VI. FORMUŁY CHEMICZNE POWSZECHNIE STOSOWANE W NINIEJSZYM DOKUMENCIE 	1065
VII. AKRONIMY	1066
VIII. DEFINICJE	1073
BIBLIOGRAFIA	1081

Wykaz ilustracji

Ilustracja 1-1 Końcowe zastosowanie rozpuszczalników w państwach członkowskich UE.....	1
Ilustracja 1-2 Emisja niemetanowych lotnych rozpuszczalników organicznych z działalności przemysłowej za rok 2016.	5
Ilustracja 2-1 Dane gospodarcze dotyczące europejskiego przemysłu motoryzacyjnego.	11
Ilustracja 2-2 Bilans handlowy przemysłu motoryzacyjnego UE.	11
Ilustracja 2-3 Wydatki przemysłu UE na badania i rozwój, 2016.	12
Ilustracja 2-4 Zużycie wody przez przemysł motoryzacyjny w UE.	13
Ilustracja 2-5 Zużycie energii przez przemysł motoryzacyjny w UE.	14
Ilustracja 2-6 Emisje LZO przemysłu motoryzacyjnego w UE.	15
Ilustracja 2-7 Wytwarzanie odpadów w procesie produkcji samochodów osobowych (z wyłączeniem złomu oraz odpadów pochodzących ze złomowania/rozbiórki).	16
Ilustracja 2-8 Przykłady nadwozi samochodów osobowych obrazujące ich rozpiętość, od bardzo dużych do bardzo małych.	18
Ilustracja 2-9 Kolejność warstw oraz typowe grubości poszczególnych powłok w samochodach osobowych.	19
Ilustracja 2-10 Standardowy przebieg procesu dla powlekania samochodów osobowych (PC).	22
Ilustracja 2-11 Przykłady pojazdów definiowanych jako vany.	32
Ilustracja 2-12 Typowa konstrukcja samochodu ciężarowego (oddzielne przedziały dla kierowcy i ładunku).	33
Ilustracja 2-13 Malowanie samochodów ciężarowych.	35
Ilustracja 2-14 Malowanie kabin samochodów ciężarowych.	37
Ilustracja 2-15 Różne koncepcje projektowe dla dużych (A: sekwencyjna linia lakiernicza) i średnich lub małych (B: boksy lakiernicze) zdolności produkcyjnych.	38
Ilustracja 2-16 Operacje powlekania autobusów: elektroforetyczne (po lewej) i nawierzchniowe (po prawej).	38
Ilustracja 2-17 Jednostkowe zużycie energii (MWh/pojazd) dla zakładów produkujących samochody osobowe (lakiernie PC).	43
Ilustracja 2-18 Jednostkowe zużycie energii (MWh/pojazd) w zakładach powlekania wanów, samochodów ciężarowych i kabin samochodów ciężarowych.	44
Ilustracja 2-19 Jednostkowe zużycie wody (m ³ /pojazd) w lakierniach samochodowych (dane z 2015 r.).	46
Ilustracja 2-20 Emisje całkowite LZO (g/m ²) z powlekania samochodów osobowych w latach 2013-2015.	49
Ilustracja 2-21 Procentowa zmienność emisji całkowitych LZO (g/m ²) oraz wielkości całkowitej powierzchni powlekanej elektroforetycznie w latach 2013-2015.	50
Ilustracja 2-22 Emisje całkowite LZO (g/m ²) z powlekania wanów, samochodów ciężarowych i kabin samochodów ciężarowych w latach 2013-2015.	52
Ilustracja 2-23 Emisje pyłów w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015 (1/2).	54
Ilustracja 2-24 Emisje pyłów w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015 (2/2).	55

Ilustracja 2-25 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji pyłu (monitorowanie okresowe).....	56
Ilustracja 2-26 Emisje TVOC w gazach odlotowych - Wartości średnie w latach 2013-2015 (1/2).	57
Ilustracja 2-27 Emisje TVOC w gazach odlotowych - Wartości średnie w latach 2013-2015 (2/2).	58
Ilustracja 2-28 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	60
Ilustracja 2-29 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	61
Ilustracja 2-30 Typowa konfiguracja techniczna przetwarzania ścieków w dużych lakierniach.	62
Ilustracja 2-31 Wartości stężenia TSS dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	65
Ilustracja 2-32 Wartości stężenia ChZT dla bezpośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów.	66
Ilustracja 2-33 Wartości stężenia niklu (Ni) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	67
Ilustracja 2-34 Wartości stężenia Zn dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów lakierowania pojazdów (dane za rok 2015).	68
Ilustracja 2-35 Wartości stężenia AOX dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	72
Ilustracja 2-36 Wartości stężenia fluorków dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	73
Ilustracja 2-37 Wartości stężenia fosforu ogólnego (TP) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	73
Ilustracja 2-38 Wartości stężenia kadmu (Cd) w bezpośrednich i pośrednich zrzutach ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	74
Ilustracja 2-39 Całkowite wartości wytworzonych odpadów (kg/pojazd) w lakierniach samochodowych w latach 2013-2015.	75
Ilustracja 2-40 Zautomatyzowane nakładanie farby za pomocą maszyn do malowania.	95
Ilustracja 2-41 a) zautomatyzowane nakładanie farb za pomocą robotów i b) zautomatyzowane nakładanie uszczelniaczy za pomocą robotów.	97
Ilustracja 2-42 Schemat poszczególnych części systemu zaopatrzenia w farbę z przewodami pierścieniowymi.	100
Ilustracja 2-43 Konstrukcja i przepływ powietrza w kabinie lakierniczej.	104
Ilustracja 2-44 Różne warianty przebiegu powietrza oraz odzyskiwania energii.	105
Ilustracja 2-45 System elektrofiltrów z płukaniem.	109
Ilustracja 2-46 Szczegółowy opis filtrów elektrostatycznych oraz zastosowanie środka separującego... ..	110
Ilustracja 3-1 Proces powlekania zderzaków na bazie wody.	118
Ilustracja 3-2 Przebieg procesu powlekania nadkoli za pomocą konwencjonalnego systemu powlekania.	120
Ilustracja 3-3 Emisje całkowite lotnych związków organicznych wyrażone w kg LZO na kg wsadu masy stałej za lata 2013-2015.	130
Ilustracja 3-4 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	132
Ilustracja 3-5 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015.	133

Ilustracja 3-6 Emisje pyłów w gazach odlotowych (dane za rok 2015).....	134
Ilustracja 3-7 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	135
Ilustracja 3-8 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	135
Ilustracja 4-1 Emisja całkowita LZO wyrażona w g LZO na m ² powierzchni powlekanej, dla dwóch zakładów, w latach 2013-2015.	153
Ilustracja 4-2 Zgłoszone stosowane techniki minimalizacji emisji LZO.	154
Ilustracja 4-3 Obudowa wokół głowicy bagnetu w niektórych bardziej zaawansowanych modelach robotów.....	165
Ilustracja 5-1 Konwencjonalny system malowania.....	181
Ilustracja 5-2 Schemat powlekania farbami o wysokiej zawartości cząstek stałych.	183
Ilustracja 5-3 Procentowy rozkład zużycia rozpuszczalników w podziale na procesy dla jednej instalacji (produkcja komponentów).....	187
Ilustracja 5-4 Emisja całkowita LZO wyrażona w kg LZO na kg wsadu masy stałej.....	189
Ilustracja 5-5 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	190
Ilustracja 5-6 Emisje TVOC w gazach odlotowych – wartości średnie w latach 2013 – 2015.....	191
Ilustracja 5-7 Emisje pyłów w gazach odlotowych – wartości średnie w latach 2013 – 2015.....	193
Ilustracja 5-8 Jednostka bramowa (suwnica) z wszystkimi osiami i głowicą drukującą.....	200
Ilustracja 5-9 Zasada działania suwnicy o osiach x, y, z.....	200
Ilustracja 5-10 Łańcuch procesów obejmujący druk bezpośredni.....	201
Ilustracja 5-11 Porównanie systemu BCCC (powłoka bazowa - BC / powłoka bezbarwna - CC) z drukiem bezpośrednim w BCCC.	201
Ilustracja 5-12 Aktualny obszar zastosowań technicznych.....	203
Ilustracja 5-13 Urządzenie do druku bezpośredniego.	204
Ilustracja 6-1 Typowy układ linii do powlekania metodą ciągłą.....	209
Ilustracja 6-2 Typowe warstwy powlekanego wyrobu stalowego.....	213
Ilustracja 6-3 Jednostkowe zużycie wody wyrażone w ltr na m ² produktu powleczanego metodą ciągłą (dane za rok 2015).	219
Ilustracja 6-4 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w kWh na m ² powleczanego produktu w latach 2013-2015.	220
Ilustracja 6-5 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	222
Ilustracja 6-6 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) w latach 2013-2015.....	224
Ilustracja 6-7 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie ciągłe) w latach 2013-2015.	225
Ilustracja 6-8 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	227
Ilustracja 6-9 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	228
Ilustracja 6-10 Wartości stężenia TSS dla bezpośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	230
Ilustracja 6-11 Wartości stężenia ChZT dla bezpośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	231

Ilustracja 6-12 Wartości stężenia Zn dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	231
Ilustracja 6-13 Wartości stężenia Ni dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	232
Ilustracja 6-14 Wartości stężenia Cr(VI) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	232
Ilustracja 6-15 Wartości stężenia Cr dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	233
Ilustracja 6-16 Wartości stężenia fluorków dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	234
Ilustracja 6-17 Wartości stężenia AOX dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).	234
Ilustracja 6-18 Schemat powlekarki do farb stosującej wałki: a) powlekarka dwuwałkowa, b) powlekarka dwuwałkowa do przodu, c) powlekarka z wałkiem podającym, d) powlekarka z wałkiem dozującym.	245
Ilustracja 6-19 Schemat pieca katalitycznego (konwekcyjnego) i flotacyjnego.	250
Ilustracja 7-1 Schematyczny układ linii produkcyjnej do wytwarzania taśmy klejącej.	264
Ilustracja 7-2 Różne typy urządzeń do nakładania kleju.	265
Ilustracja 7-3 Jednostka laminująca.	265
Ilustracja 7-4 Przepływ rozpuszczalnika (dane z 2004 r.).	268
Ilustracja 7-5 Zużycie energii (dane z 2004 r.).	269
Ilustracja 7-6 Wytwarzanie odpadów (dane z 2004 r.).	270
Ilustracja 7-7 Emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	271
Ilustracja 7-8 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	272
Ilustracja 7-9 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	273
Ilustracja 7-10 Wsad rozpuszczalnika oraz główne wartości wyjściowe LZO dla powlekania taśmy klejącej.	274
Ilustracja 8-1 Średnie wartości całkowitego zużycia materiałów (w tym kleju do powlekania i środków czyszczących) oraz rozpuszczalników (na 1 000 m ² powlekaną powierzchnię) w latach 2013-2015.	286
Ilustracja 8-2 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w kWh na m ² powleczonych powierzchni, w latach 2013-2015.	287
Ilustracja 8-3 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	288
Ilustracja 8-4 Emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013 - 2015.	289
Ilustracja 8-5 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013 – 2015.	290
Ilustracja 8-6 Emisje DMF w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	292
Ilustracja 8-7 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015 (monitorowanie okresowe).	295
Ilustracja 8-8 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015 (monitorowanie okresowe).	296
Ilustracja 9-1 Typowy proces produkcyjny oraz schemat przepływu dla produkcji drutu nawojowego.	303

Ilustracja 9-2 Emisje całkowite LZO wyrażone w g LZO na kg powleczzonego drutu w latach 2013-2015.	309
Ilustracja 9-3 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	310
Ilustracja 9-4 Jednostkowe wartości wytwarzania odpadów (g odpadów farby/lakieru i osadów farby/lakieru na kg wsadu rozpuszczalnika) - wartości średnie w latach 2013-2015.	314
Ilustracja 10-1 Proces produkcji puszek do napojów.	323
Ilustracja 10-2 Proces produkcji puszek na żywność.	324
Ilustracja 10-3 Proces produkcji tub wytłaczanych z aluminium.	327
Ilustracja 10-4 Proces produkcji beczek.	329
Ilustracja 10-5 Proces produkcji blach metalowych.	330
Ilustracja 10-6 Proces produkcji puszek 3-częściowych.	332
Ilustracja 10-7 Sekwencja produkcyjna 2-częściowych puszek przeciąganych.	333
Ilustracja 10-8 Proces produkcji końcówek, zwieńczeń oraz zamknięć.	334
Ilustracja 10-9 Jednostkowe zużycie lakieru przez urządzenia do produkcji opakowań metalowych (g lakieru na m ² produktu). Wartości średnie w latach 2013-2015.	336
Ilustracja 10-10 Zużycie rozpuszczalników organicznych w instalacjach do produkcji opakowań metalowych (g wsadu rozpuszczalnika na m ² produktu). Wartości średnie w latach 2013-2015.	337
Tabela 10-2 Dane dotyczące zużycia lakieru i rozpuszczalników organicznych w zakładach produkujących 2-częściowe puszkę oraz wieczka do puszek.	337
Ilustracja 10-11 Wartości jednostkowego zużycia energii wyrażone w kWh na m ² powleczonej powierzchni w latach 2013-2015.	338
Ilustracja 10-12 Emisje całkowite LZO wyrażone w g LZO na m ² powierzchni powleczonej/zadrukowanej w latach 2013-2015.	340
Ilustracja 10-13 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	341
Ilustracja 10-14 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	343
Ilustracja 10-15 Emisje pyłów w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015.	344
Ilustracja 10-16 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	345
Ilustracja 10-17 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	346
Ilustracja 11-1 Bilans LZO w instalacji wirtualnej.	369
Ilustracja 11-2 Jednostkowe zużycie LZO oraz poziomy emisji w wirtualnym procesie „heatset”.	371
Ilustracja 11-3 Jednostkowe wsady substancji oraz odpady na wyjściu w wirtualnym procesie „heatset”.	372
Ilustracja 11-4 Główne parametry wejściowe i wyjściowe procesu gorącego offsetu rolowego.	373
Ilustracja 11-5 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w Wh na m ² zadrukowanej powierzchni papieru (dane za 2015 r.).	374
Ilustracja 11-6 Emisje całkowite LZO wyrażone w kg LZO na kg wsadu tuszu w latach 2013-2015.	376
Ilustracja 11-7 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	378
Ilustracja 11-8 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	380

Ilustracja 11-9 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	382
Ilustracja 11-10 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	383
Ilustracja 11-11 Płyta do konwencjonalnego offsetu mokrego oraz płyta do offsetu bezwodnego.	392
Ilustracja 11-12 Zintegrowane oczyszczanie gazów odlotowych w suszarce prasy poligraficznej gorącego offsetu rolowego.....	396
Ilustracja 12-1 Ośmiokolorowa prasa fleksograficzna z centralnym cylindrem dociskowym (prasa satelitarna).	403
Ilustracja 12-2 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w Wh/m ² zadrukowanej powierzchni w latach 2013-2015.....	413
Ilustracja 12-3 Emisje całkowite LZO wyrażone jako kg LZO na kg wsadu masy stałej w latach 2013-2015.	418
Ilustracja 12-4 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika, w latach 2013-2015.	423
Ilustracja 12-5 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) w latach 2013-2015 (1/2).	425
Ilustracja 12-6 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) w latach 2013-2015 (2/2).	426
Ilustracja 12-7 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie ciągle) w latach 2013-2015.	427
Ilustracja 12-8 Emisje NO _x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	428
Ilustracja 12-9 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	429
Ilustracja 13-1 Kolorowa prasa do rotograviury publikacyjnej pracująca w systemie 4 + 4.....	450
Ilustracja 13-2 Bilans LZO dla wirtualnej drukarni stosującej rotograviurę publikacyjną.	454
Ilustracja 13-3 Główne wsady rozpuszczalnika i emisje LZO dla drukarni stosującej rotograviurę publikacyjną.	457
Ilustracja 13-4 Schemat zużycia wody w instalacji do rotograviury publikacyjnej.	460
Ilustracja 13-5 Emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	461
Ilustracja 13-6 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.	463
Ilustracja 13-7 Emisje TVOC w gazach odlotowych z instalacji odzysku toluenu w latach 2013- 2015.	464
Ilustracja 13-8 Schemat powstawania ścieków w zakładzie rotograviury publikacyjnej.....	466
Ilustracja 14-1 Typowe etapy procesu oraz główne źródła LZO na wejściu i wyjściu dla powlekania powierzchni drewnianych.....	477
Ilustracja 14-2 Schemat poboru i dystrybucji energii.	490
Ilustracja 15-1 Produkcja europejskiego przemysłu impregnacji drewna sklasyfikowana według rodzajów produktów.	506
Ilustracja 15-2 Produkcja europejskiego przemysłu ochrony drewna skategoryzowana według rodzaju środka konserwującego.	506
Ilustracja 15-3 Przegląd etapów procesu konserwacji drewna.....	513
Ilustracja 15-4 Schemat przebiegu procesu krótkiego zanurzenia (krótkotrwałego zanurzenia / czasowego zatapiania).	516

Ilustracja 15-5 Przykład krótkiego zanurzenia (krótkotrwałego zanurzenia / czasowego zatapiania) - zbiornik umożliwiający jednoczesną obróbkę kilku zestawów, zamocowanych na stojakach obok zbiornika zanurzeniowego.	516
Ilustracja 15-6 Schemat przebiegu procesu natryskiwania / tunelu natryskowego.	518
Ilustracja 15-7 Drewno w zamkniętym tunelu natryskowym.....	518
Ilustracja 15-8 Schemat impregnacji nieckowej.	519
Ilustracja 15-9 Przykład instalacji ciśnieniowej na bazie wody z otwartym zbiornikiem mieszania/magazynowania.	521
Ilustracja 15-10 Przykładowy schemat instalacji do konserwacji ciśnieniowej drewna z zastosowaniem środków impregnujących na bazie wody.....	521
Ilustracja 15-11 Typowe dane wejściowe i wyjściowe dla zakładów konserwacji drewna.	531
Ilustracja 15-12 Schemat blokowy typowej instalacji do impregnacji drewna pokazujący zużycie oraz emisje.....	540
Ilustracja 15-13 Typowe wsady LZO oraz emisje LZO na wyjściu w procesach impregnacji drewna środkami konserwującymi na bazie rozpuszczalników.	544
Ilustracja 15-15 Zgłoszone przez zakłady stosujące kreozot emisje WWA, naftalenu i benzo[a]pirenu w gazach odlotowych.	547
Ilustracja 15-16 Zgłoszone przez zakłady stosujące kreozot emisje benzenu w gazach odlotowych.	548
Ilustracja 15-17 Zgłoszone przez zakłady stosujące kreozot emisje NO _x i CO w gazach odlotowych. ..	549
Ilustracja 15-18 Ciągłe doskonalenie według modelu EMS.	552
Ilustracja 15-19 Redukcja poziomu napełnienia (przykład instalacji DE-3).....	558
Ilustracja 15-20 Schemat przedstawiający różne opcje środków zapobiegających niekontrolowanym rozlewom (obwałowanie, obszary ociekowe, zadaszenie).....	562
Ilustracja 15-21 Przykład zabezpieczenia procesu konserwacji.....	562
Ilustracja 15-22 Przykład zabezpieczenia procesu konserwacji.....	563
Ilustracja 15-23 Przykład tacy ociekowej pod drzwiami autoklawu.....	565
Ilustracja 15-24 Przykład tacy ociekowej wbudowanej w system rozładunku instalacji impregnującej (poniżej systemu wyciągania drewna).	565
Ilustracja 15-25 Schemat instalacji do ciśnieniowej konserwacji kreozotem, zakład DE-1.....	577
Ilustracja 15-26 Podstawowa metoda elektrycznego oporowego pomiaru wilgotności drewna.	583
Ilustracja 15-27 Ręczny pomiar wilgotności drewna.	584
Ilustracja 15-28 Przykład ociekacza z kapiącym roztworem impregnującym spływającym z powrotem do zbiornika do konserwacji.....	591
Ilustracja 15-29 Przykład zadaszenia w rejonie niecek (Zakład DE-4).....	596
Ilustracja 15-30 Schemat zakładu DE-1.....	610
Tabela 15-22 Informacje na temat monitorowania ścieków i spływów powierzchniowych.....	612
Tabela 15-23 Informacje na temat monitorowania zanieczyszczenia gleby.	613
Ilustracja 15-31 Schemat układu ograniczania emisji (płuczka) zainstalowanego w zakładzie konserwacji drewna kreozotem metodą kąpieli gorąco-zimnej.	618
Ilustracja 16-1 Schemat przepływu w produkcji luster.	630
Tabela 16-1 Wartości emisji do powietrza z trzech różnych linii produkcji luster.	632

Ilustracja 16-2 Przegląd różnych typów materiałów ściernych nasypowych.....	636
Ilustracja 16-3 Schematyczny przebieg procesu technologicznego dla materiałów ściernych nasypowych.	643
Ilustracja 17-1 Ciągłe doskonalenie według modelu EMS.	654
Ilustracja 17-2 Zestaw do usuwania wycieków w strefie tranzytowej pomiędzy magazynem a obszarem produkcji.	662
Ilustracja 17-3 Osłona do przenoszenia i magazynowania beczek w obszarach produkcyjnych.	668
Ilustracja 17-4 Automatyczny system mieszania w zakładzie fleksograficznym.	670
Ilustracja 17-5 Podawanie farby do głowicy powlekającej przy powlekanii metodą ciągłą.	673
Ilustracja 17-6 Wszystkie strumienie wejściowe i wyjściowe rozpuszczalnika (przy użyciu definicji z IED).	681
Ilustracja 17-7 Uproszczony schemat procesu recyklingu wody z kabiny lakierniczej z koagulacją osadu farby.	693
Ilustracja 17-8 Rakiel (<i>doctor blade</i>).	725
Ilustracja 17-9 Proces elektroforezy.	728
Ilustracja 17-10 (a) produkcja azotu przy użyciu membrany polimerowej i (b) porównanie stożków rozpylających.	731
Ilustracja 17-11 Robot, aplikator masy uszczelniającej chroniony osłoną z tkaniny.	756
Ilustracja 17-12 Zamknięta automatyczna maszyna czyszcząca.	764
Ilustracja 17-13 Wyrzut ciekłego CO ₂	769
Ilustracja 17-14 (a) Robot aplikujący, (b) Zbiornik wysokociśnieniowy CO ₂ , (c) Zbiornik niskociśnieniowy CO ₂	770
Ilustracja 17-15 Przegląd zakresów zastosowania dostępnych technologii ograniczających emisję LZO.	776
Ilustracja 17-16 Przykład zużycia gazu poniżej punktu autotermicznego dla zakładu stosującego fleksografię i rotograwiurę niepublikacyjną, dla trzech scenariuszy natężenia przepływu.	777
Tabela 17-6 Porównanie krańcowych kosztów społecznych zmian klimatu z krańcowymi kosztami szkód spowodowanych emisją LZO.	778
Ilustracja 17-17 Schematyczny wykres osiągalnych poziomów emisji TVOC, NO _x i CO dla typowego rekuperacyjnego dopalacza termicznego.	779
Ilustracja 17-18 Zgłoszone poziomy emisji TVOC, NO _x i CO z zakładów wszystkich sektorów STS, w których stosuje się przetwarzanie termiczne.	782
Ilustracja 17-19 Schemat układu oczyszczania gazów odlotowych wspomaganego buforem z sitem molekularnym.	795
Ilustracja 17-20 Krzywa obciążenia LZO maszyny myjącej przed i po zastosowaniu buforu z sitem molekularnym.	796
Ilustracja 17-21 Granulowane naturalne sito molekularne (zeolit).	797
Ilustracja 17-22 Komora plenum.	799
Ilustracja 17-23 Schemat oczyszczania ścieków zastosowany w kabinie lakierniczej z separacją na mokro.	801
Ilustracja 17-24 a) Szafka filtracyjna z 6 kartonowymi filtrami (źródło Dürr) i b) filtr E-Cube (źródło Eisenman).	807

Ilustracja 17-25 Schemat systemu przetwarzania/oczyszczania absorpcyjnego gazów odlotowych.	833
Ilustracja 17-26 Przepływ krzyżowy w jednostce absorpcyjnej (<i>cross-counter flow</i>).	833
Ilustracja 17-27 Rurki Kedera w jednostce absorpcyjnej.	834
Ilustracja 17-28 Kaskada filtracyjna jednostek absorpcyjnych.	834
Ilustracja 17-29 Schemat blokowy jednostki desorpcyjnej.	835
Ilustracja 17-31 Reaktor do biologicznego oczyszczania gazów odlotowych.	838
Ilustracja 17-32 Materiał biofiltra.	839
Ilustracja 19-1 Porównanie jednostkowego zużycia energii dla drewna impregnowanego i modyfikowanego termicznie.	935
Ilustracja 21-1 Liczba zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych STS/WPC w poszczególnych krajach.	946
Ilustracja 21-2 Liczba zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych STS/WPC w podziale na sektory/branże.	946
Ilustracja 21-3 Przepływy masy rozpuszczalników w lakierni.	984
Ilustracja 21-4 Przepływy masy rozpuszczalników w linii produkcyjnej lakierni (przykład).	985
Ilustracja 21-5 Punkty pomiarowe służące do określenia skuteczności redukcji w jednostkach oczyszczania gazów odlotowych z użyciem pieca suszącego.	999
Ilustracja 21-6 Przykłady elementów pojazdu w systemie CAD.	1003
Ilustracja 21-7 Przykład typowego SMB dla linii powlekania metodą ciągłą.	1009
Ilustracja 21-8 Przykład arkusza danych technicznych dla sektora powlekania metodą ciągłą.	1011
Ilustracja 21-9 Przykład wymagań dotyczących danych potrzebnych do obliczenia emisji niezorganizowanych dla sektora powlekania metodą ciągłą.	1014
Ilustracja 21-10 Brak redukcji „końca rury” i wewnętrznego odzyskiwania.	1033
Ilustracja 21-11 Brak redukcji „końca rury”, ale z wewnętrznym odzyskiwaniem i powtórny wykorzystaniem rozpuszczalników.	1034
Ilustracja 21-12 Wychwytywanie i powtórne wykorzystanie rozpuszczalnika (wewnętrzne i zewnętrzne).	1035
Ilustracja 21-13 Destrukcyjna redukcja „końca rury”.	1036
Ilustracja 21-14 Udział punktów emisji zgłaszających zastosowanie techniki ograniczania emisji LZO, według sektorów, w całkowitej liczbie punktów emisji.	1048
Ilustracja 21-15 Zastosowanie techniki ograniczania emisji jako procent całkowitej liczby punktów emisji.	1049
Ilustracja 21-16 Rozkład stosowanych technik w sektorze STS wyrażony jako procent całkowitej liczby punktów emisji (w sektorze), w których zastosowano technikę ograniczania.	1050
Ilustracja 21-17 Przegląd głównych procesów drukowania.	1054

Wykaz tabel

Tabela 2-1 Rodzaje pojazdów.....	9
Tabela 2-2 a) Zakłady produkcji pojazdów silnikowych w UE (dane z 2015 r.), b) Lakiernie pojazdów silnikowych powyżej progu wydajności określonego w punkcie 6.7 Załącznika I do Dyrektywy IED.	10
Tabela 2-3 Produkcja pojazdów silnikowych w UE w 2014 r. (pojazdy/rok)	10
Tabela 2-4 Zanieczyszczenia do powietrza inne niż LZO pochodzące z lakierni samochodów osobowych, porównane z danymi EMEP dla UE-28.	15
Tabela 2-5 Charakterystyka typowych powłok natryskowych stosowanych do powlekania samochodów osobowych.....	29
Tabela 2-6 Różnice techniczne pomiędzy rodzinami lakierni SB oraz WB.	30
Tabela 2-7 Szacunkowy odsetek różnych rodzin lakierni w UE.....	30
Tabela 2-8 Koncepcje powlekania dla vanów.	32
Tabela 2-9 Koncepcje powlekania dla samochodów ciężarowych (ciężarówek).	34
Tabela 2-10 Koncepcje powlekania kabin samochodów ciężarowych.	36
Tabela 2-11 Koncepcje powlekania autobusów.....	38
Tabela 2-12 Zawartość rozpuszczalnika i cząstek stałych w materiałach powłokowych.	40
Tabela 2-13 Typowe zużycie energii w lakierniach samochodowych.....	42
Tabela 2-14 Jednostkowe zużycie energii w zakładach nakładania powłok na samochody osobowe (lakiernie PC).	43
Tabela 2-15 Jednostkowe zużycie energii przez lakiernie vanów, samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów.....	45
Tabela 2-16 Jednostkowe zużycie wody w lakierniach samochodowych.....	46
Tabela 2-17 Emisje całkowite LZO dla różnych typów lakierni.	47
Tabela 2-18 Dane dotyczące emisji całkowitych LZO z lakierni samochodowych.....	52
Tabela 2-19 Dane statystyczne dotyczące emisji pyłów w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	56
Tabela 2-20 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji TVOC w gazach odlotowych (dane za rok 2015).....	59
Tabela 2-21 Kluczowe zagadnienia środowiskowe dla ścieków pochodzących z powlekania samochodów osobowych, vanów, ciężarówek i kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów.	64
Tabela 2-22 Objaśnienie skrótów stosowanych do danych dotyczących emisji do wody.	64
Tabela 2-23 Wartości stężenia Cr(VI) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	70
Tabela 2-24 Wartości całkowitego stężenia Cr dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).	71
Tabela 2-25 Dane dotyczące całkowitego wytwarzania odpadów w lakierniach samochodowych.....	75
Tabela 2-26 Zawartość rozpuszczalników w głównych rodzajach odpadów pochodzących z lakierni samochodowych.	76
Tabela 2-27 Udział odpadów zawierających rozpuszczalniki w masowym przepływie rozpuszczalników (parametr O6 bilansu masy rozpuszczalników).....	77
Tabela 2-28 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	79

Tabela 2-29 Redukcja emisji LZO - środki pierwotne (studia przypadków)	80
Tabela 2-30 Szacowana redukcja emisji LZO i obliczona emisja całkowita (g/m ²) dla zastosowań środków wtórnych (studia przypadków)	80
Tabela 2-31 Wymagania dotyczące klimatyzacji w przelotowych kabinach lakierniczych.....	106
Tabela 3-1 Szacunkowa całkowita liczba instalacji w UE oraz ilość zakładów, które przekazały dane dotyczące powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.....	111
Tabela 3-2 Udziały rozpuszczalników w różnych systemach powlekania stosowanych do malowania zderzaków.....	119
Tabela 3-3 Porównanie proporcji rozpuszczalnika w systemach powłokowych stosowanych do powlekania nadkoli.....	120
Tabela 3-4 Konstrukcja warstw dla pojazdów szynowych zgodnie z przepisami Deutsche Bahn AG....	122
Tabela 3-5 Zużycie materiału na powleczony wagon.	125
Tabela 3-6 Zużycie LZO przy powlekanii zderzaków (dane z 2000 r.)	126
Tabela 3-7 Struktura zużycia konwencjonalnych materiałów LZO.....	127
Tabela 3-8 Struktura zużycia materiałów o niskiej zawartości LZO celem uzyskania niskiej emisji LZO.	128
Tabela 3-9 Główne cechy charakterystyczne etapów procesu dla zakładu powlekania ACE.....	129
Tabela 3-10 Informacje o materiałach i technikach powlekania stosowanych w instalacjach do powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych i innych metali.	131
Tabela 3-11 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	133
Tabela 3-12 Dane dotyczące wytwarzania odpadów.	137
Tabela 3-13 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	139
Tabela 4-1 Emisje całkowite lotnych związków organicznych wyrażone w kg LZO na kg wsadu masy stałej w latach 2013-2015.	154
Tabela 4-2 Dane dotyczące ścieków stoczniowych.	156
Tabela 4-3 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	158
Tabela 5-1 Ogólne informacje dotyczące powlekania samolotów Airbus A320 (SA) oraz Airbus A330 (LA).....	186
Tabela 5-2 Parametry statystyczne dla emisji pyłu w gazach odlotowych w 2015 r.	192
Tabela 5-3 Dane dotyczące wytwarzania odpadów z procesów powlekania samolotów.....	194
Tabela 5-4 Zużycie materiałów na jeden samolot Boeing 747-400 w Lufthansa Technik.	195
Tabela 5-5 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	196
Tabela 6-1 Liczba i zdolności produkcyjne (wydajność) europejskich linii powlekania ciągłego.	206
Tabela 6-2 Statystyki powlekania metodą ciągłą za rok 2016.	207
Tabela 6-3 Typowe parametry pracy linii do organicznego powlekania metodą ciągłą.	209
Tabela 6-4 Rodzaje powłok organicznych stosowanych w przemyśle powlekania metodą ciągłą.	214
Tabela 6-5 Zużycie farb w europejskim przemyśle powlekania metodą ciągłą (dane z 2016 r.).....	215
Tabela 6-6 Materiały wejściowe w procesie powlekania metodą ciągłą, ich zastosowanie i typowe przeznaczenie po wykorzystaniu.	215
Tabela 6-7 Rozpuszczalniki najczęściej stosowane w powlekanii organicznym.	217

Tabela 6-8 Typowe zużycie farby przy powlekanii metodą ciągłą.....	217
Tabela 6-9 Chemikalia nie zawierające substancji organicznych - nie zmieszane z rozpuszczalnikami.....	217
Tabela 6-10 Typowe emisje do powietrza z procesów powlekania metodą ciągłą.....	221
Tabela 6-11 Emisja całkowita LZO dla kilku systemów powlekania.....	222
Tabela 6-12 Główne rodzaje odpadów powstających w przemyśle powlekania metodą ciągłą.....	235
Tabela 6-13 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	236
Tabela 7-1 Zastosowania klejów na bazie rozpuszczalników wrażliwych na nacisk w taśmach klejących.....	261
Tabela 7-2 Kleje wrażliwe na nacisk stosowane w produkcji taśm klejących.....	262
Tabela 7-3 Porównanie poziomów odniesienia dla rozpuszczalników, zużytej energii oraz wytworzonych odpadów.....	270
Tabela 7-4 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	275
Tabela 8-1 Wykaz zakładów, które przekazały dane dotyczące powlekania tekstyliów, folii i papieru.....	285
Tabela 8-2 Objasnienie skrótów stosowanych do określenia procesu.....	289
Tabela 8-3 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	291
Tabela 8-4 Wartości emisji DMF oraz informacje uzupełniające dotyczące monitorowania emisji DMF.....	292
Tabela 8-5 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	297
Tabela 9-1 Dane liczbowe dotyczące europejskiej produkcji drutów emaliowanych i skorelowane z nią zużycie rozpuszczalników organicznych w latach 1970-2010.....	299
Tabela 9-2 Grupowanie drutu nawojowego okrągłego ze względu na średnice.....	300
Tabela 9-3 Główne produkty z drutu nawojowego oraz stosowane systemy powlekania.....	307
Tabela 9-4 Zgłoszone poziomy zużycia NMP.....	308
Tabela 9-5 Druty nawojowe: dalsze przykłady emisji NO _x	311
Tabela 9-6 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	315
Tabela 10-1 Przegląd procesów produkcyjnych stosowanych do powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.....	322
Tabela 10-2 Dane dotyczące zużycia lakieru i rozpuszczalników organicznych w zakładach produkujących 2-częściowe puszki oraz wieczka do puszek.....	337
Tabela 10-3 Dane dotyczące zużycia lakieru i rozpuszczalników organicznych w zakładach powlekających i drukujących na arkuszach blachy.....	337
Tabela 10-4 Skróty stosowane w niniejszym rozdziale.....	339
Tabela 10-5 Parametry statystyczne emisji całkowitej LZO wyrażonej w g LZO na m ² powierzchni powlekanej/zadrukowanej w latach 2013-2015.....	340
Tabela 10-6 Całkowite wartości emisji LZO (g LZO na m ² powierzchni pokrytej powłoką) zgłoszone przez branżę.....	340
Tabela 10-7 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	342
Tabela 10-8 Zgłoszone wartości wytwarzanych odpadów głównych i ich strumieni dla instalacji powlekania 2-częściowych puszek.....	347
Tabela 10-9 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	349

Tabela 11-1 Dane operacyjne wirtualnej instalacji do gorącego offsetu rolowego.....	366
Tabela 11-2 Warunki produkcji wirtualnej instalacji do gorącego offsetu rolowego.	367
Tabela 11-3 Wejście i wyjście wirtualnej instalacji do gorącego offsetu rolowego.	367
Tabela 11-4 Projekty oszczędzania energii wdrożone przez instalację gorącego offsetu rolowego.	375
Tabela 11-5 Emisje całkowite LZO oraz informacje uzupełniające dla zakładów stosujących gorący offset rolowy.....	376
Tabela 11-6 Emisje niezorganizowane LZO oraz informacje uzupełniające dla drukarni stosujących gorący offset rolowy.....	378
Tabela 11-7 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.....	381
Tabela 11-8 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	387
Tabela 12-1 Główne cechy techniczne pras rotograviurowych do opakowań.	404
Tabela 12-2 Typowe rozpuszczalniki stosowane w procesach fleksografii na opakowaniach i rotograviurze niepublikacyjnej na bazie rozpuszczalników.....	406
Tabela 12-3 Typowe rozpuszczalniki stosowane w procesach fleksografii na opakowaniach i rotograviurze niepublikacyjnej na bazie rozpuszczalników.....	407
Tabela 12-4 Stosowanie LZO w procesach fleksografii na opakowaniach i w rotograviurze niepublikacyjnej.	407
Tabela 12-5 Standardowa receptura tuszy na bazie rozpuszczalnika stosowanych w druku fleksograficznym.	408
Tabela 12-6 Typowy tusz do druku fleksograficznego na papierze, tak jak go kupiono.	409
Tabela 12-7 Typowy bezrozpuszczalnikowy tusz do druku fleksograficznego na papierze, tak jak go kupiono.....	409
Tabela 12-8 Typowa receptura tuszu do rotograviury, tak jak go kupiono.	409
Tabela 12-9 Podstawowa receptura tuszy na bazie wody używanych w rotograviurze.	410
Tabela 12-10 Typowa receptura tuszu na bazie wody do rotograviury na powlekanym papierze, tak jak go kupiono.	410
Tabela 12-11 Typowa receptura tuszu na bazie wody do druku fleksograficznego na papierze i tekturze, tak jak go kupiono.	411
Tabela 12-12 Typowa receptura lakieru na bazie wody służącego do zabezpieczania nadruków naniesionych na kartony w procesie rotograviury.	411
Tabela 12-13 Średnie ilości zużywanego tuszu.	412
Tabela 12-14 Redukcja emisji niezorganizowanych pochodzących z fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.	415
Tabela 12-15 Główne informacje dotyczące produkcji oraz zasad funkcjonowania instalacji przekazujących dane odnośnie do emisji LZO.....	419
Tabela 12-16 Objasnienie skrótów stosowanych w Tabeli 12.15.	420
Tabela 12-17 Parametry statystyczne zgłoszonych wartości emisji całkowitych LZO wyrażone w kg LZO na kg wsadu masy stałej w latach 2013-2015.....	420
Tabela 12-18 Parametry statystyczne zgłoszonych wartości emisji całkowitych LZO wyrażonych w kg LZO na kg wsadu masy stałej w odniesieniu do zastosowanej techniki redukcji emisji w latach 2013-2015.....	421

Tabela 12-19 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	424
Tabela 12-20 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla ciągłego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.	427
Tabela 12-21 Charakterystyka ścieków z procesów z użyciem tuszy na bazie wody.....	431
Tabela 12-22 Dane dotyczące emisji do wody z instalacji fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.	432
Tabela 12-23 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	433
Tabela 13-1 Charakterystyka techniczna pras drukarskich do rotograviury publikacyjnej.....	448
Tabela 13-2 Bilans masy w drukarni rotograviury publikacyjnej stosującej dobrą praktykę.	453
Tabela 13-3 LZO w drukowaniu metodą rotograviury publikacyjnej.....	455
Tabela 13-4 Jednostkowy wsad toluenu w dwóch zakładach we Flandrii, Belgia.....	455
Tabela 13-5 Jednostkowe dane dla wsadu toluenu.	455
Tabela 13-6 Bilanse toluenu w dwóch zakładach drukarskich stosujących rotograviurę.	456
Tabela 13-7 Średnia receptura zakupionego tuszu do rotograviury publikacyjnej.	458
Tabela 13-8 Dane dotyczące zużycia tuszu oraz wsadu rozpuszczalnika w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną.....	458
Tabela 13-9 Skrótory stosowane w niniejszej sekcji.....	461
Tabela 13-10 Zgłoszone wartości emisji całkowitych LZO oraz ogólne informacje dotyczące zakładów rotograviury publikacyjnej.	462
Tabela 13-11 Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO oraz ogólne informacje dotyczące zakładów rotograviury publikacyjnej.	463
Tabela 13-12 Główne rodzaje odpadów powstających w branży drukarskiej stosującej rotograviurę publikacyjną.	465
Tabela 13-13 Emisje metali w ściekach z dwóch zakładów drukujących metodą rotograviury publikacyjnej (dane za rok 2015).....	467
Tabela 13-14 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	468
Tabela 14-1 Produkcja wyrobów meblarskich w UE-28 w 2012 r.	474
Tabela 14-2 Branża meblarska w UE-28.	475
Tabela 14-3 Skład różnych rodzajów bejcy do drewna.	478
Tabela 14-4 Przegląd właściwości bejcy i farb do drewna.	481
Tabela 14-5 Osiągalne współczynniki skuteczności zastosowania.....	483
Tabela 14-6 Ilości materiałów do malowania wykorzystywanych przez różne techniki nakładania.	488
Tabela 14-7 Stosowane farby oraz ilości rozpuszczalników organicznych: przykłady różnych zastosowań w przemyśle drzewnym i meblarskim.	488
Tabela 14-8 Jednostkowe emisje LZO dla różnych systemów malowania, niektóre z nich z podstawowymi metodami ograniczenia emisji.	491
Tabela 14-9 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.	493
Tabela 15-1 Wyniki ankiety dotyczącej liczby i wielkości zakładów do konserwacji/impregnacji drewna.	504
Tabela 15-2 Oszacowanie liczby oraz wielkości instalacji do konserwacji drewna w UE na podstawie danych jednego dostawcy kreozotu.....	505

Tabela 15-3 Istniejące instalacje do impregnacji drewna objęte art. 2 ust. 2 Dyrektywy SED, lata 2003-2004.....	505
Tabela 15-4 Liczba zakładów WPC (ogółem) oraz zakładów WPC o zdolności produkcyjnej > 75 m ³ według rodzaju środka konserwującego, zgłoszonych przez państwa członkowskie UE (stan na 5/2017).....	508
Tabela 15-5 Procesy nakładania środków konserwujących stosowane w konserwacji drewna.	514
Tabela 15-6 Przykłady możliwości zagospodarowania odpadów powstających w zakładach WPC.	525
Tabela 15-7 Zbieranie nieskażonej deszczówki / spływu powierzchniowego.	527
Tabela 15-8 Zbieranie potencjalnie zanieczyszczonej deszczówki / spływu powierzchniowego.	528
Tabela 15-9 Przegląd rodzajów impregnatów do drewna oraz stosowanych procesów konserwacji.	532
Tabela 15-10 Niepełny przegląd składników poszczególnych rodzajów produktów biobójczych stosowanych w zakładach WPC, biorących udział w gromadzeniu danych w roku 2017 (WPC 2017).....	533
Tabela 15-11 Zgłoszone jednostkowe zużycie biocydów do celów impregnacji na bazie wody (okres sprawozdawczy 2014-2016).....	535
Tabela 15-12 Przykładowe dane dotyczące zakładów konserwujących kreozotem.....	536
Tabela 15-13 Zgłoszone jednostkowe zużycie kreozotu dla ciśnieniowej obróbki kreozotem (okres sprawozdawczy 2014-2016).....	537
Tabela 15-14 Raportowane jednostkowe zużycie wody w procesach konserwacji na bazie wody w latach 2014- 2016.....	537
Tabela 15-15 Jednostkowe zużycie energii na potrzeby konserwacji drewna (lata 2014-2016).....	539
Tabela 15-16 Emisje do wody z zakładów WPC.	541
Tabela 15-17 Standardowe współczynniki emisji (EF), efektywność ograniczania emisji oraz koszty każdej kombinacji stosowanej do konserwacji drewna.....	542
Tabela 15-18 Konserwacja drewna: pierwotne środki ograniczające emisje.	543
Tabela 15-19 Konserwacja drewna: wtórne środki ograniczające emisje.....	543
Tabela 15-20 Jednostkowe wartości wytwarzanych odpadów w oparciu o zgłoszone rodzaje i ilości odpadów dla branży konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi.	550
Tabela 15-21 Emisje do wody zgłoszone za rok 2016 przez mieszaną instalację WPC (konserwacja na bazie wody i kreozotu).....	607
Tabela 15-22 Informacje na temat monitorowania ścieków i spływów powierzchniowych.....	612
Tabela 15-23 Informacje na temat monitorowania zanieczyszczenia gleby.	613
Tabela 15-24 Informacje na temat monitorowania wód gruntowych.....	614
Tabela 15-25 Informacje na temat stosowanego monitorowania emisji w gazach odlotowych.....	616
Tabela 15-26 Podane wartości emisji po utlenianiu termicznym w instalacji do impregnacji kreozotem (olejem ze smoły węglowej); zakład DE-1.....	620
Tabela 15-27 Zgłoszone poziomy emisji dla instalacji do ciśnieniowej konserwacji kreozotem wyposażonej w utleniacze termiczne.	621
Tabela 15-28 Raportowane poziomy emisji dla instalacji ciśnieniowej konserwacji kreozotem przy zastosowaniu spalania w kotle na biomasę z oczyszczonych odpadów drzewnych.	623
Tabela 15-29 Raportowane poziomy emisji dla instalacji do ciśnieniowej konserwacji kreozotem wyposażonej w adsorpcję.	624

Tabela 15-30 Zgłoszone poziomy emisji dla instalacji do konserwacji kreozotem z obróbką w kąpeli gorąco-zimnej wyposażonej w płuczkę.....	625
Tabela 16-1 Wartości emisji do powietrza z trzech różnych linii produkcji lustek.....	632
Tabela 16-2 Wielkość emisji w wodzie po oczyszczeniu.....	633
Tabela 16-3 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	633
Tabela 16-4 Podłoża stosowane w materiałach ściernych nasypowych.....	637
Tabela 16-5 Stosowanie rozpuszczalników przypisane do różnych produktów.....	640
Tabela 16-6 Elementy instalacji oraz ich przeznaczenie.....	645
Tabela 16-7 Bilans masy produkcji materiałów ściernych w Zakładzie 1.....	647
Tabela 16-8 Bilans masy instalacji impregnującej do produkcji materiałów ściernych w Zakładzie 2... 647	647
Tabela 16-9 Bilans masy produkcji materiałów ściernych w Zakładzie 3.....	648
Tabela 16-10 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.....	650
Tabela 17-1 Podział informacji dla każdej techniki opisanej w rozdziale 17 oraz we wszystkich Sekcjach 4 każdego z rozdziałów od 2 do 16.....	653
Tabela 17-2 Przykład wprowadzenia robota do natryskowego powlekania wnętrza karoserii na linii do malowania samochodów.....	674
Tabela 17-3 Przykład wprowadzenia robota do natryskowego powlekania farbami metalicznymi zewnętrznej strony karoserii pojazdu.....	675
Tabela 17-4 Przykłady substytutów dla substancji na bazie rozpuszczalników stosowanych w sektorze STS.....	701
Tabela 17-5 Przykłady możliwości zastosowania technik i opcji czyszczenia.....	754
Tabela 17-6 Porównanie krańcowych kosztów społecznych zmian klimatu z krańcowymi kosztami szkód spowodowanych emisją LZO.....	778
Tabela 17-7 Maksymalne dopuszczalne poziomy LEL w suszarkach dla fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.....	791
Tabela 17-8 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów utleniania termicznego.....	812
Tabela 17-9 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów rekuperacyjnego utleniania termicznego.....	813
Tabela 17-10 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów regeneracyjnego dopalacza termicznego (trzy- lub pięćzłożowego).....	817
Tabela 17-11 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów regeneracyjnego dopalacza termicznego.....	820
Tabela 17-12 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów utleniania katalitycznego.....	822
Tabela 18-1 Poziom emisji powiązany z BAT (BAT-AEL) dla emisji NOX w gazach odlotowych oraz orientacyjny poziom emisji CO w gazach odlotowych po oczyszczeniu termicznym tych gazów.....	887
Tabela 18-2 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji pyłów w gazach odlotowych... 888	888
Tabela 18-3 Poziomy efektywności środowiskowej powiązane z BAT (BAT-AEPL) dla określonego zużycia energii.....	890
Tabela 18-4 Poziomy efektywności środowiskowej powiązane z BAT (BAT-AEPL) dla jednostkowego zużycia wody.....	891

Tabela 18-5 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla bezpośrednich zrzutów do odbiornika wodnego.	893
Tabela 18-6 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla pośrednich zrzutów do odbiornika wodnego.	894
Tabela 18-7 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania pojazdów.	896
Tabela 18-8 Orientacyjne wartości dla poszczególnych strumieni odpadów wysyłanych poza teren instalacji powlekania pojazdów.	896
Tabela 18-9 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitej LZO z procesu powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.	897
Tabela 18-10 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesu powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.	897
Tabela 18-11 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesu powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.	897
Tabela 18-12 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania statków i jachtów.	899
Tabela 18-13 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania samolotów.	899
Tabela 18-14 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesu powlekania metodą ciągłą.	900
Tabela 18-15 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesu powlekania metodą ciągłą.	900
Tabela 18-16 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu produkcji taśm samoprzylepnych.	900
Tabela 18-17 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesu produkcji taśm samoprzylepnych.	900
Tabela 18-18 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów powlekania tekstyliów, folii i papieru.	901
Tabela 18-19 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania tekstyliów, folii i papieru.	901
Tabela 18-20 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania drutu nawojowego.	902
Tabela 18-21 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania drutu nawojowego.	902
Tabela 18-22 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.	902
Tabela 18-23 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.	903
Tabela 18-24 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.	903
Tabela 18-25 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesów gorącego offsetu rolowego.	904
Tabela 18-26 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów gorącego offsetu rolowego.	904

Tabela 18-27 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów gorącego offsetu rolowego.....	904
Tabela 18-28 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesów fleksografii i rotograwiury publikacyjnej.....	905
Tabela 18-29 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej.....	905
Tabela 18-30 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej.....	905
Tabela 18-31 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów rotograwiury publikacyjnej.....	906
Tabela 18-32 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów rotograwiury publikacyjnej.....	906
Tabela 18-33 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesów powlekania powierzchni drewnianych.....	906
Tabela 18-34 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów powlekania powierzchni drewnianych.....	906
Tabela 18-35 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów powlekania powierzchni drewnianych.....	907
Tabela 18-36 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji TVOC i WWA w gazach odlotowych z procesów konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozotu lub środków chemicznych na bazie rozpuszczalników.....	918
Tabela 18-37 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji NO _x i CO w gazach odlotowych z procesów konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozotu lub środków chemicznych na bazie rozpuszczalników.....	919
Tabela 20-1 Główne etapy procesu przeglądu dokumentu STS BREF.....	940
Tabela 20-2 Wyrażone zdania odrębne.....	941
Tabela 21-1 Informacje na temat zgłoszonego stosowania BAT w różnych sektorach STS.....	958
Tabela 21-2 Tabela streszczeń EGTEI, sprawozdań TFTEI i dokumentów informacyjnych EGTEI związanych z niniejszym STS BREF.....	967
Tabela 21-3 Średnie koszty oraz potencjał redukcji LZO dla wszystkich środków analizowanych przez model.....	970
Tabela 21-4 Możliwe i efektywne kosztowo środki redukcji emisji LZO dla poszczególnych gałęzi przemysłu.....	971
Tabela 21-5 Emisja związana ze źródłami, zakładu przerabiającego 1000 ton rozpuszczalników.....	976
Tabela 21-6 Przykład możliwego wyniku obliczeń nieścisłości.....	977
Tabela 21-7 Przykład przedstawiający wzrost dokładności.....	978
Tabela 21-8 Przykład przedstawiający efekty zwiększonej dokładności.....	979
Tabela 21-9 Znaczenie różnych przepływów masy.....	985
Tabela 21-10 Typowa różnorodność materiałów powłokowych w lakierni samochodów osobowych.....	988
Tabela 21-11 Typowa zawartość substancji stałych i rozpuszczalników w materiałach powłokowych.....	990
Tabela 21-12 Współczynniki przeliczeniowe i współczynniki odpowiedzi dla powszechnie stosowanych rozpuszczalników i farb.....	993
Tabela 21-13 Deklarowana skuteczność redukcji emisji przez systemy oczyszczania gazów odlotowych stosowane w lakierniach samochodowych.....	998

Tabela 21-14 Odpady zawierające rozpuszczalniki	1000
Tabela 21-15 Przykład obliczania powierzchni elementów pojazdu w systemie CAD.	1003
Tabela 21-16 Przepływy masowe dla bilansu masy rozpuszczalnika i ich znaczenie dla sektora powlekania metodą ciągłą.....	1006
Tabela 21-17 Główne źródła niepewności przy obliczaniu V_{paint}	1010
Tabela 21-18 Główne źródła niepewności przy obliczaniu I1 dla bilansu masy rozpuszczalnika.....	1012
Tabela 21-19 Lista kontrolna BAT pomocna w ograniczeniu i ilościowym określeniu I1 w obliczeniach SMB.....	1016
Tabela 21-20 Lista kontrolna BAT pomocna w ograniczeniu i ilościowym określeniu O1, O5 i O6 w obliczeniach SMB.	1017
Tabela 21-21 Przepływy masowe dla bilansu masy rozpuszczalnika i ich znaczenie dla sektora gorącego offsetu rolowego.	1023
Tabela 21-22 Wyznaczenie wartości I1 zgodnie z rocznym zużyciem rozpuszczalnika i zawartością LZO w materiałach wsadowych.....	1024
Tabela 21-23 Wartości orientacyjne dla bilansu masy rozpuszczalnika.	1027
Tabela 21-24 Przykładowy bilans masy rozpuszczalnika dla instalacji do druku w systemie gorącego offsetu rolowego.....	1028
Tabela 21-25 Techniki oczyszczania (przetwarzania) gazów odlotowych.	1037
Tabela 21-26 Grupy chemiczne popularnych rozpuszczalników oraz ich zawartość węgla.....	1044
Tabela 21-27 Skuteczność usuwania w technikach utleniania.	1045
Tabela 21-28 Skuteczność usuwania rozpuszczalników przy użyciu węgla aktywnego.	1046
Tabela 21-29 1051	
Tabela 21-30 Obroty przemysłu poligraficznego, liczba przedsiębiorstw oraz liczba zatrudnionych w krajach europejskich.....	1052
Tabela 21-31 Ewolucja obrotów branży poligraficznej, liczby firm i liczby zatrudnionych, 2000-2014.	1053

ZAKRES

Niniejszy dokument referencyjny BREF dotyczący BAT obejmuje następujące rodzaje działalności wymienione w Załączniku I do Dyrektywy 2010/75/UE:

- 6.7: Powierzchniowa obróbka substancji, przedmiotów lub produktów z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w szczególności nanoszenie, drukowanie, powlekanie, odtłuszczanie, impregnacja, sortowanie, malowanie, czyszczenie lub impregnowanie, o wydajności zużycia rozpuszczalników organicznych większej niż 150 kg na godzinę lub większej niż 200 ton rocznie.
- 6.10. Konserwacja drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi o wydajności przekraczającej 75 m³ na dobę, inna niż przeznaczona wyłącznie do ochrony przed sinizną.
- 6.11. Niezależnie prowadzone przetwarzanie (oczyszczanie) ścieków nieobjęte Dyrektywą 91/271/EWG, pod warunkiem że główny ładunek zanieczyszczeń pochodzi z rodzajów działalności określonych w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE.

Konkluzje dotyczące BAT obejmują również wspólne przetwarzanie ścieków różnego pochodzenia, pod warunkiem że główny ładunek zanieczyszczeń pochodzi z rodzajów działalności wymienionych w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE oraz że oczyszczanie ścieków nie jest objęte Dyrektywą 91/271/EWG.

W przypadku działalności STS niniejszy BREF nie odnosi się do następujących kwestii:

- Impregnacji wyrobów włókienniczych za pomocą środków innych niż tworzących trwałą powłokę na bazie rozpuszczalnika. Może to być objęte dokumentem BREF dla przemysłu tekstylnego (TXT).
- Drukowania; sortowania według wielkości oraz impregnacji wyrobów włókienniczych. Może to być objęte dokumentem BREF dla przemysłu tekstylnego (TXT).
- Laminowania płyt drewnopochodnych.
- Konwersji gumy.
- Produkcji mieszanek powlekających, lakierów, farb, tuszu, półprzewodników, klejów lub wyrobów farmaceutycznych.
- Obiektów energetycznego spalania znajdujących się na terenie instalacji, o ile wytworzone gorące gazy nie są wykorzystywane do bezpośredniego ogrzewania kontaktowego, suszenia lub jakiegokolwiek innego przetwarzania przedmiotów lub materiałów. Może to być objęte dokumentem BREF dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP) lub Dyrektywą 2015/2193/UE.

Sekcje niniejszego dokumentu odnoszące się do działań WPC obejmują następujące procesy i czynności (jeżeli co najmniej jeden z odpowiednich progów podanych w punktach 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy IED został przekroczony):

- konserwacja drewna i produktów drewnianych przy użyciu środków konserwujących na bazie wody, środków konserwujących na bazie rozpuszczalnika oraz kreozytu,
- obróbka celem długotrwałej ochrony drewna i produktów drewnianych przed sinizną (np. przy produkcji ram okiennych),
- konserwacja drewna i produktów drewnianych przy użyciu procesu z nadkrytycznym CO₂.

W przypadku działalności WPC niniejszy BREF nie odnosi się do następujących kwestii:

- Modyfikacji chemicznej oraz hydrofobizacji (np. przy użyciu żywic) drewna i produktów drewnianych.²
- Obróbki drewna i produktów drewnianych przy użyciu substancji przeciwbakteryjnych, ponieważ nie dostarczono informacji, a żaden z zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych, nie stosuje powiązanej z działalnością WPC obróbki przy użyciu substancji przeciwbakteryjnych.
- Obróbki amoniakiem drewna i produktów drewnianych.
- Obiektów energetycznego spalania znajdujących się na terenie instalacji, ponieważ tylko jeden zakład zgłosił bezpośrednie suszenie, ale nie dostarczył danych. Może to być objęte dokumentem BREF dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP) lub Dyrektywą 2015/2193/UE.

Inne dokumenty referencyjne, które mogą być istotne dla działań objętych niniejszym BREF to:

- Ekonomia oraz wzajemne powiązania pomiędzy różnymi komponentami środowiska (ECM),
- Emisje z magazynowania (EFS),
- Efektywność energetyczna (ENE),
- Przetwarzanie odpadów (WT),
- Duże obiekty energetycznego spalania (LCP),
- Obróbka powierzchniowa metali i tworzyw sztucznych (STM),
- Monitorowanie emisji do powietrza i wody z instalacji IED (ROM).

Zakres niniejszego BREF nie obejmuje kwestii, które dotyczą:

- transportu surowców lub gotowych produktów poza terenem zakładu,
- zapewnienia jakości wytwarzanych produktów,
- marketingu oraz dystrybucji produktów.

Zakres niniejszego BREF nie obejmuje kwestii, które dotyczą wyłącznie bezpieczeństwa w miejscu pracy lub bezpieczeństwa produktów, ponieważ kwestie te nie są objęte Dyrektywą. Są one omawiane tylko wtedy, gdy mają wpływ na kwestie wchodzące w zakres Dyrektywy.

² Chociaż modyfikację chemiczną oraz hydrofobizację (np. przy użyciu żywic) drewna uznaje się za „ochronę drewna środkami chemicznymi”, techniczna grupa robocza postanowiła podczas posiedzenia inauguracyjnego nie uwzględniać tych działań w niniejszym dokumencie BREF, ponieważ liczbę zakładów w UE uznano za zbyt małą, by uzasadnić ich włączenie jako sektora, a ponadto uznano, że moce produkcyjne tych instalacji są niskie.

1. OGÓLNE INFORMACJE DOTYCZĄCE OBRÓBK POWIERZCHNI Z WYKORZYSTANIEM ROZPUSZCZALNIKÓW ORGANICZNYCH

[78. TWG 2005]

Jeżeli w niniejszym dokumencie jest mowa o rozpuszczalnikach, oznacza to rozpuszczalniki organiczne (chyba że podano dodatkowe objaśnienia, takie jak np. „na bazie wody”)

1.1. Rozpuszczalniki organiczne oraz obróbka powierzchni

Rozpuszczalniki organiczne pochodzą w dużej mierze z przemysłu naftowego i są wytwarzane przez uznanych producentów (choć istnieją alternatywy, takie jak estry olejów roślinnych). Łącznie 5.1 mln ton rozpuszczalników jest sprzedawanych i wykorzystywanych w Europie w skali roku [263. ESIG 2019], a zdecydowanie największe zapotrzebowanie na rozpuszczalniki (około 46% dla tlenowych i węglowodorowych) ma miejsce w przemyśle farb i powłok (zob. Ilustracja 1.1).



Ilustracja 1-1 Końcowe zastosowanie rozpuszczalników w państwach członkowskich UE.

Rozpuszczalniki organiczne są zwykle sklasyfikowane w kategoriach. Najważniejsze z nich to:

- rozpuszczalniki zawierające tlen: obejmują estry, ketony, alkohole i etery glikolowe (a także ich octanowe pochodne);
- rozpuszczalniki węglowodorowe: aromatyczne (np. toluen, ksylen), alifatyczne oraz parafinowe;

- rozpuszczalniki chlorowane (nieujęte w podanych w tym dokumencie statystykach).

W rodzinie rozpuszczalników obserwuje się tendencję do odchodzenia od rozpuszczalników aromatycznych i benzyn lakowych oraz do stosowania w miarę możliwości produktów mniej lotnych (mniej palnych, o mniejszym potencjale narażenia, uwalniających mniej LZO).

Europejski przemysł produkcji rozpuszczalników osiąga roczny obrót w wysokości 4 mld EUR, przy czym około 28 mln EUR jest kierowane na projekty badawczo-rozwojowe. Całkowita liczba pracowników bezpośrednio zaangażowanych w produkcję rozpuszczalników w Europie szacowana jest na 7 500 osób [263. ESIG 2019].

Stosowanie rozpuszczalników wiąże się z około 10 milionami miejsc pracy w ponad 500 000 przedsiębiorstwach w UE-25 (dane z 2005 r.), z których większość to małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) reprezentujące globalny obrót w wysokości około 200 mld EUR [78. TWG 2005].

W omawianym sektorze IED, wymienione gałęzie przemysłu wykorzystują rozpuszczalniki w szerokim zakresie. Rozpuszczalniki są używane do czyszczenia powierzchni, które mają zostać poddane obróbce, do urządzeń procesowych, jak również jako nośnik substancji obrabiającej (takiej jak tusz, farba, środek konserwujący, izolacja, klej). Przemysł wykorzystuje substancje obrabiające do:

- komunikacji (drukowanie);
- dekoracji;
- zapobiegania korozji i/lub niszczeniu całego produktu lub jego powierzchni;
- konserwacji i transportu produktów (np. puszki do żywności i napojów, opakowania do żywności, puszki do aerozoli, przybory toaletowe, beczki);
- nanoszenia warstwy specjalnego przeznaczenia (np. izolacji elektrycznej, warstwy ścierniej, warstwy przyczepnej).

1.2. Ogólne zagadnienia środowiskowe związane z instalacjami do obróbki powierzchniowej wykorzystującymi rozpuszczalniki organiczne

1.2.1. Wiadomości ogólne

Przemysł STS ma do odegrania ważną rolę w przedłużaniu żywotności podłoży, takich jak karoserie samochodowe, statki, samoloty czy materiały budowlane, jak również w zapewnianiu środków do konserwacji oraz transportu żywności czy innych produktów w odpowiednich opakowaniach. Główne kwestie środowiskowe dotyczą emisji rozpuszczalników do powietrza, wody i gleby, emisji cząstek stałych, zużycia energii, minimalizacji odpadów i zarządzania nimi oraz stanu miejsca prowadzenia działalności po jej zaprzestaniu.

Ze względu na łatwopalny charakter rozpuszczalników, ich potencjalny wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo pracowników oraz najczęściej nieprzyjemny zapach, przez wiele lat były one kontrolowane i usuwane z procesów. Przemysł może również odprowadzać cząstki stałe, zwłaszcza z natryskiwania czy piaskowania. Do odprowadzania i, w stosownych przypadkach, oczyszczania pomieszczeń z rozpuszczalników i cząstek stałych wykorzystuje się wentylatory oraz inne urządzenia, które mogą być źródłem hałasu. Wiele instalacji wykorzystuje urządzenia produkcyjne, które z natury są hałaśliwe. Rozpuszczalniki mogą być stosowane nie tylko do czyszczenia podłoży, ale również sprzętu, co powoduje powstawanie odpadów zawierających rozpuszczalniki, mogących wymagać specjalnego gospodarowania celem ich odzysku czy też usunięcia. Omawiany sektor zużywa znaczne ilości energii zarówno w procesach produkcyjnych, jak i w procesie odprowadzania i oczyszczania

gazów odlotowych „końca rury”. Kluczowe znaczenie mają następujące kwestie:

- minimalizacja zużycia surowców i energii;
- minimalizacja emisji poprzez projektowanie, zarządzanie i konserwację procesu oraz oczyszczanie gazów odlotowych;
- zapewnienie bezpieczeństwa chemicznego oraz zapobieganie wypadkom powodującym zanieczyszczenie środowiska.

Środki mające na celu osiągnięcie lepszych wyników w zakresie ochrony środowiska są często złożone i muszą być oceniane pod względem ich potencjalnego wpływu na zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy, jakości produktu, wieku i rodzaju instalacji, a także korzyści dla środowiska jako całości. Najlepsze dostępne techniki zostaną rozważone pod kątem powyższych kryteriów i dlatego obejmują zmiany w obrębie jednostek procesowych, jak również techniki ograniczania emisji na „końcu rury”.

Wyrafinowane techniki kontroli procesu i przetwarzania odgrywają ważną rolę w osiągnięciu lepszych wyników w zakresie ochrony środowiska. Jednakże kompetentna obsługa, regularna konserwacja oraz chęć doskonalenia są równie istotne jak wybór technologii, szczególnie w ograniczaniu niezorganizowanych i nieprzetworzonych emisji LZO. Dlatego też do ważnych kwestii należy zaliczyć dobre zarządzanie i praktyki pracy, odpowiedni projekt procesu, właściwy wybór miejsca działalności, edukację pracowników w zakresie ochrony środowiska i wydajności procesu, bezpieczeństwo w miejscu pracy, zapobieganie wypadkom, a także monitorowanie procesu i wydajności środowiskowej.

1.2.2. Rozpuszczalniki

Poniższe definicje podano w dyrektywie IED oraz uwzględniono w kontekście niniejszego BREF:

- A. „Rozpuszczalnik organiczny” oznacza każdy lotny związek organiczny, który jest stosowany:
- (a) oddzielnie lub w połączeniu z innymi odczynnikami, bez przemiany chemicznej, w celu rozpuszczania surowców, produktów lub odpadów;
 - (b) jako środek czyszczący w celu rozpuszczenia zanieczyszczeń;
 - (c) jako czynnik rozcieńczający;
 - (d) jako środek rozpraszający;
 - (e) jako regulator lepkości;
 - (f) jako regulator napięcia powierzchniowego;
 - (g) jako plastyfikator;
 - (h) jako środek konserwujący.
- B. „Lotny związek organiczny” oznacza każdy związek organiczny oraz frakcję kreozotu, które w temperaturze 293.15 K mają ciśnienie pary 0.01 kPa lub więcej, lub mają odpowiadającą tej wartości lotność w szczególnych warunkach użytkowania.

W innych aktach prawnych lub rejestrach podawane są odmienne definicje, jak to pokazują poniższe przykłady:

W Dyrektywie 2004/42/WE³ (Dyrektywa w sprawie farb) „lotny związek organiczny (LZO)” oznacza jakikolwiek związek organiczny o początkowej temperaturze wrzenia mniejszej lub równej 250 °C mierzonej pod standardowym ciśnieniem 101.3 kPa.

W E-PRTR⁴, rozważane są emisje NMLZO (niemetanowych lotnych związków organicznych). NMLZO są zdefiniowane w dyrektywie (UE) 2016/2284⁵ jako wszystkie związki organiczne inne niż metan, które są zdolne do wytwarzania utleniaczy fotochemicznych w reakcjach z tlenkami azotu w obecności światła słonecznego.

Ze względu na swoje właściwości i ilości, rozpuszczalniki są kluczowymi materiałami stanowiącymi przedmiot zainteresowania:

- LZO reagują z NO_x w obecności światła słonecznego tworząc ozon w troposferze. Zwykle odnosi się to do NMLZO.
- Rozpuszczalniki chlorowcoorganiczne są toksyczne i mają wpływ na zmniejszenie ilości ozonu w dolnej stratosferze.
- Niektóre rozpuszczalniki są toksyczne dla organizmów wodnych.

³ Dyrektywa 2004/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 kwietnia 2004 r. w sprawie ograniczeń emisji lotnych związków organicznych w wyniku stosowania rozpuszczalników organicznych w niektórych farbach i lakierach oraz produktach do odnawiania pojazdów, a także zmieniająca dyrektywę 1999/13/WE.

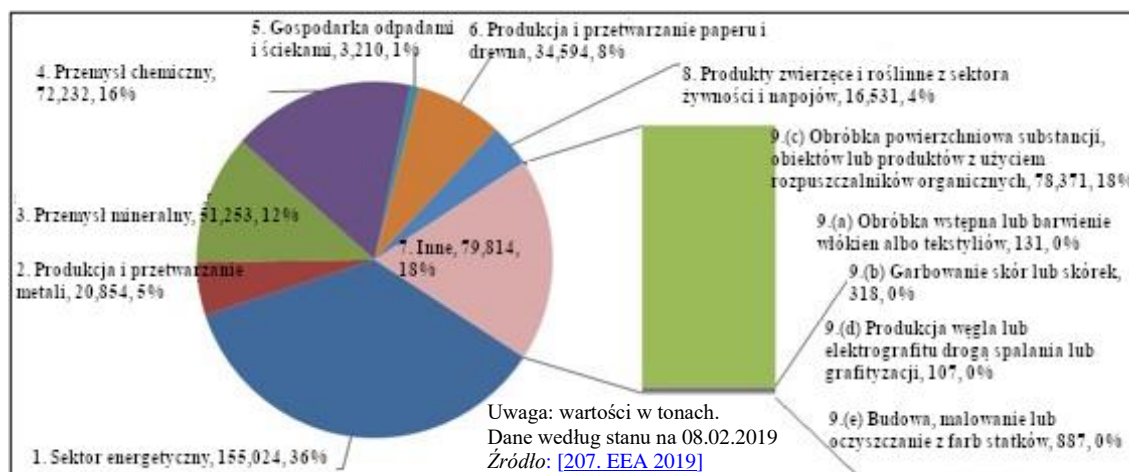
⁴ Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (europejski PRTR) (www.prtr.eea.europa.eu).

⁵ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylecia dyrektywy 2001/81/WE.

- Niektóre rozpuszczalniki nie ulegają łatwo biodegradacji, więc mogą zanieczyszczać glebę. Tradycyjne rozpuszczalniki nie są PBT (trwałe, wykazujące zdolność do bioakumulacji i toksyczne), i żadne z nich nie są vPvB (bardzo trwałe i wykazujące bardzo dużą zdolność do bioakumulacji). Rozpuszczalniki mogą jednak łatwo przedostawać się z gleby do wód gruntowych, gdzie mechanizmy ich usuwania lub rozkładu są ograniczone lub ich nie ma. Istnieją liczne doniesienia o zanieczyszczeniu rozpuszczalnikami warstw wodonośnych wykorzystywanych jako woda pitna (choć niekoniecznie pochodzące z omawianych tutaj gałęzi przemysłu).

Obróbka powierzchniowa z wykorzystaniem rozpuszczalników była drugim co do wielkości źródłem emisji LZO przemysłu UE-28 w 2016 r., zgodnie z E-PRTR, zob. ilustracja 1.2 [207. EEA 2019].

E-PRTR zawiera dane pochodzące z zakładów o emisjach NMLZO powyżej 100 ton rocznie. Jednak istnieje ryzyko, że pewna liczba instalacji IED (o wydajności zużycia rozpuszczalnika przekraczającej 200 ton rocznie lub 150 kg na godzinę) nie została zgłoszona. Nie jest więc idealnym rozwiązaniem jakkolwiek pasuje stosunkowo dobrze do niektórych sektorów STS, np. do grupy instalacji powlekających pojazdy objętych dyrektywą IED (zużycie rozpuszczalnika > 200 ton rocznie). Dlatego można uznać, że dane E-PRTR dają przybliżone oszacowanie wpływu na środowisko działalności STS regulowanej Dyrektywą IED.



Ilustracja 1-2 Emisja niemetanowych lotnych rozpuszczalników organicznych z działalności przemysłowej za rok 2016.

1.2.2.1. Rozpuszczalniki CMR

Dyrektywa IED, w możliwie najkrótszym czasie, wymaga zastąpienia substancji lub mieszanin, które ze względu na zawartość LZO są sklasyfikowane jako CMR, substancjami mniej szkodliwymi. Większość takich rozpuszczalników, w szczególności chlorowcoorganicznych, znalazła już w zastosowaniach przemysłowych swoje substytuty.

DMF (dimetyloformamid) jest stosowany do powlekania tekstyliów poliuretanem (PU) oraz w mieszaninach rozpuszczalników przy powlekanii polichlorkiem winylu (PVC), co omówiono w rozdziale 8.

1.2.3. Pył

Pył powstaje w wyniku niektórych procesów (np. szlifowania drewna czy innych podłoży) oraz jako cząsteczki ciekłej farby w procesie powlekania natryskowego (tzw. *overspray*, na potrzeby niniejszego dokumentu nazywany mgłą lakierniczą).

1.2.4. NO_x oraz CO

Emisje NO_x i CO powstają w wyniku termicznego oczyszczania gazów odlotowych, a czasami także w suszarniach. Nie można ich łatwo zredukować, a w zakładach STS ich powstawanie jest kontrolowane poprzez prawidłowe zaprojektowanie systemów oczyszczania gazów odlotowych, w tym palników o niskiej emisji NO_x oraz optymalizację warunków pracy. Podczas dostosowywania systemów oczyszczania gazów odlotowych należy znaleźć równowagę pomiędzy efektywnością redukcji LZO, zużyciem energii i związanym z procesem powstawaniem wtórnych zanieczyszczeń NO_x i CO, zwłaszcza, że istnieje odwrotna zależność temperatura - stężenia NO_x i CO [[169. VDI 2013](#)].

1.2.5. Metale

Metale toksyczne, takie jak kadm, ołów, chrom i nikiel są często wymieniane jako występujące w środkach obróbki wstępnej oraz pigmentach do farb i atramentów na bazie wody. Są one jednak od dawna kontrolowane przez prawodawstwo, takie jak rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (REACH⁶) [[47. UE 2006](#)], dyrektywa w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji [[52. COM 2000](#)] oraz dyrektywa w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym [[53. COM 2003](#)] itp. Kadm i ołów nie są stosowane w masowej obróbce powierzchni przy użyciu rozpuszczalników organicznych i nie są wykorzystywane w procesach drukowania omówionych szczegółowo w niniejszym dokumencie.

Cynk i nikiel (z manganem i żelazem) są stosowane w koncentratkach do fosforowania w powlekanii pojazdów i innych powierzchni metalowych, w celu poprawy odporności na korozję oraz przyczepności farby.

W ramach powłok konwersyjnych na bazie wody, na cynku lub stopie cynku, na fosforowanych powierzchniach, przed malowaniem, powszechnym było stosowanie chromu sześciowartościowego (Cr(VI)). Zostało to omówione w STM BREF [[23. COM 2006](#)], wraz z jego eliminacją z użycia. W związku z dyrektywą w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji⁷ zaprzestano stosowania Cr(VI) w powlekanii pojazdów.

Substancje zawierające Cr(VI) używane w powłokach konwersyjnych miały wyznaczony termin zakończenia stosowania, na mocy rozporządzenia REACH [[47. UE 2006](#)], na dzień 21 września 2017 r., a ponieważ są one nadal wymienione w Załączniku XIV, ich użycie będzie wymagało każdorazowo specjalnego zezwolenia.

Dla różnych substancji zawierających Cr(VI), potencjalnie używanych w pigmentach farb, z których niektóre tylko w niewielkim stopniu są rozpuszczalne w wodzie, rozporządzenie REACH wyznaczyło datę zaprzestania stosowania na 22 stycznia 2019 r. Do października 2017 r. około 10 producentów złożyło wnioski dotyczące substancji o numerze CAS 7789-06-2 (chromian strontu) celem ich stosowania w powłokach lotniczych oraz jeden wniosek dotyczący substancji

⁶ Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniającego dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylającego rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 396 z 30.12.2006, s. 1-850.

⁷ Dyrektywa Komisji (UE) 2017/2096 z dnia 15 listopada 2017 r. zmieniająca załącznik II do dyrektywy 2000/53/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji.

o numerze CAS 11103-86-9 (*potassium hydroxyoctaoxidizincatedichromate*) do nieokreślonego zastosowania w farbach podkładowych, uszczelniaczach i powłokach.

Do 12.10.2017 wydano tylko 4 zezwolenia na 9 różnych zastosowań kwasu chromowego (Cr(VI)) do obróbki powierzchni. Łącznie 21 wniosków wciąż czekało na zatwierdzenie. Do października 2017 r. udzielono zezwolenia na tzw. jasne chromowanie galwaniczne, obróbkę wstępną przy galwanizacji, chromowanie twarde (chromowanie techniczne) oraz na utlenianie i hartowanie stali nierdzewnej. Ponadto udzielono zezwolenia na obróbkę wstępną metali w celu powlekania przedmiotów używanych w trudnych warunkach (w lotnictwie, przemyśle motoryzacyjnym, elektrowniach).

Do października 2017 r. nie było zezwolenia na pasywację standardowych elementów metalowych przed ich powlekaniami. Dla tego zastosowania dostępnych jest kilka alternatywnych rozwiązań z różną chemią (w tym chemikalia takie jak cyrkon, tytan, fluorek, kwas siarkowy, kwas fosforowy, kwas azotowy, silany). Takie nowe procesy mogą skutkować innym składem ścieków, gdzie mogą być wymagane nowe procesy oczyszczania oraz metody oszczędzania wody.

Informacje na temat statusu zezwoleń, na które złożono wnioski lub które zostały przyznane, można znaleźć na stronie internetowej Europejskiej Agencji Chemikaliów (www.echa.europa.eu) oraz na stronie Komisji Europejskiej poświęconej systemowi REACH (www.ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm).

Tlenek dibutylocyny (dibutyloksotyna) jest stosowany jako katalizator w systemach powlekania elektroforetycznego pojazdów oraz innych powierzchni metalowych.

Niewielkie ilości miedzi stosowane są w niebieskich pigmentach ftalocyjaninowych do farb drukarskich, ale nie są one na bazie wody. Miedź w tych pigmentach jest jednak bardzo silnie związana i nie można jej znaleźć w ściekach.

1.2.6. Inne zanieczyszczenia

Biocydy stosowane są celem zapewnienia długiego czasu użytkowania wodnych roztworów odtłuszczających oraz usuwających niepożądane substancje powstałe w procesie elektroforezy a także w mokrych płuczkach mgły lakierniczej celem wyłapania nadmiaru rozpylonej farby.

W procesie malowania statków usuwanie starych oraz nakładanie nowych powłok przeciwporostowych może powodować powstawanie zanieczyszczeń, takich jak TBTO (tlenek tributyllocyny) i inne biocydy. Nowe rodzaje powłok przeciwporostowych są kontrolowane przez IMO (zob. rozdział 4).

Amoniak stosowany jest jako stabilizator w niektórych roztworach na bazie wody.

1.2.7. Energia

Wszystkie omawiane sektory są znaczącymi konsumentami energii w ramach całej swojej działalności w tym: procesach obróbki powierzchni, działaniach towarzyszących oraz w urządzeniach do ograniczania zanieczyszczeń. Znaczne ilości energii wykorzystuje się do usuwania powietrza zanieczyszczonego rozpuszczalnikami, a gaz ziemny może być wykorzystywany jako paliwo pomocnicze do termicznego niszczenia niskich stężeń LZO. Należy dokładnie przemyśleć równowagę pomiędzy zużyciem energii a ograniczeniem emisji LZO oraz, jeśli to możliwe, odzyskiem energii. W wielu przypadkach zintegrowane rozwiązania, takie jak lepsza kontrola emisji niezorganizowanych oraz prawidłowe zaplanowanie konserwacji, mogą znacznie ograniczyć emisje LZO, i to w sposób bardziej energooszczędny, niż rozwiązania oparte wyłącznie na oczyszczaniu gazów odlotowych.

1.2.8. Zużycie surowców

Celem ogólnego zmniejszenia zużycia surowców można stosować techniki wysokowydajne. Emisja rozpuszczalników może być znacznie zmniejszona dzięki wysokowydajnym technikom nakładania oraz materiałom powlekającym o wysokim stosunku substancji stałych do rozpuszczalników.

1.2.9. Zużycie wody

Woda używana jest do chłodzenia oraz innych procesów, w szczególności do obróbki wstępnej i powłok na bazie wody. Minimalizacja zużycia wody jest ważna i dlatego została omówiona w niniejszym dokumencie oraz w STM BREF.

1.2.10. Odpady stałe i ciekłe

W przypadku stosowania rozpuszczalników, powstające odpady mogą często zostać sklasyfikowane jako niebezpieczne. Dlatego omówiono również gospodarkę odpadami i monitoring, a także techniki minimalizacji powstawania odpadów.

1.2.11. Emisja odorów

Wiele procesów wykorzystujących rozpuszczalniki ma wpływ na powstawanie odorów oraz ich dokuczliwość.

2. POWLEKANIE POJAZDÓW

2.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania pojazdów

[142. ACEA 2016] [146. ACEA 2018] [170. OICA 2017] [200. ACEA 2016]

2.1.1. Wiadomości ogólne

W niniejszej sekcji (2.1) przedstawiono ogólne informacje na temat powlekania na dużą skalę typów pojazdów z Tabeli 2.1, zgodnie z klasyfikacją przemysłu motoryzacyjnego [146. ACEA 2018]. Nie uwzględniono w tabeli jak również w rozdziale 2 powlekania motocykli, przyczep, sprzętu rolniczego i budowlanego (zostało to uwzględnione w rozdziale 3, o ile przekroczone są progi IED).

Tabela 2-1 Rodzaje pojazdów

Oznaczenie	Rodzaj pojazdu	Kategoria pojazdu ⁽¹⁾	Terminy używane w niniejszym rozdziale
PC	Samochód osobowy (liczba miejsc ≤ 9)	M1	PC, auta
LCV ⁽²⁾	Lekkie pojazdy dostawcze do 3.5 t, zwane również „vanami”. Więcej szczegółów na temat definicji vanów znajduje się w sekcji 2.2.4.	N1	Vany
MHCV (lub CV)	Średnie i ciężkie pojazdy dostawcze powyżej 3.5 t, zwane również „ciężarówkami”.	N2 oraz N3	CV: ciężarówki CAB: kabiny ciężarówek
BC	Autobusy i autokary (liczba miejsc > 9)	M2 oraz M3	Autobusy
<p>⁽¹⁾ Zgodnie z definicją zawartą w dyrektywie 2007/46/WE ustanawiającą ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części i oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do tych pojazdów.</p> <p>⁽²⁾ Niektóre lekkie pojazdy dostawcze (N1) bazują na samochodach i wykorzystują podobne procesy powlekania jak M1 i mogą być produkowane razem z nadwoziami M1 w tym samym zakładzie.</p>			

2.1.2. Liczba, wielkość oraz rozmieszczenie instalacji

W Europie istnieje 221 zakładów montujących pojazdy silnikowe (nie licząc innych zakładów zajmujących się także produkcją silników lub komponentów, takich jak skrzynie biegów, przekładnie), z których około 103⁸ jest objętych pkt 6.7 Załącznika I do Dyrektywy IED (zob. Tabela 2.2). W niektórych dużych zakładach produkujących pojazdy, oprócz powlekania pojazdów, podejmowane są inne czynności lakiernicze, takie jak malowanie silników, zderzaków lub obręczy kół. Czynności te omówiono w rozdziale 3, powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.

⁸ Dane na podstawie informacji o początkowym stanowisku ACEA (2015 r.) oraz informacji zaktualizowanych (2018 r.).

Tabela 2-2 a) Zakłady produkcji pojazdów silnikowych w UE (dane z 2015 r.), b) Lakiernie pojazdów silnikowych powyżej progu wydajności określonego w punkcie 6.7 Załącznika I do Dyrektywy IED.

Państwo	a) Zakłady produkcji pojazdów silnikowych w UE					b) Lakiernie pojazdów silnikowych powyżej progu wydajności określonego w punkcie 6.7 Załącznika I do Dyrektywy IED					
	PC	LCV	MHCV	BC	Razem	PC	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy	Razem
Niemcy	24	5	4	2	41	21	2	3	2	2	24
Francja	12	7	7	3	33	9	3	-	1	-	12
Wielka Brytania	19	1	2	4	33	8	1	1	-	-	19
Włochy	10	5	3	1	23	4	2	-	1	-	7
Hiszpania	9	5	2	1	14	9	1	1	3	1	15
Szwecja	3	-	2	2	9	1	-	-	2	-	3
Belgia	3	-	4	2	8	2	-	-	1	-	3
Czechy	4	-	1	2	8	4	-	-	-	1	5
Inne państwa członkowskie	20	4	11	9	52	12	1	2	2		17
Unia Europejska	104	27	36	26	221	70	10	7	12	4	103

Źródło: a) [171. ACEA 2016], b) [212. TWG 2018] zaktualizowane dane z ACEA.

2.1.3. Rozmieszczenie geograficzne

Wytwarzanie pojazdów silnikowych w europejskich państwach członkowskich (UE) koncentruje się w pięciu krajach, których łączny udział w całkowitej produkcji wynosi 75 %.

Tabela 2-3 Produkcja pojazdów silnikowych w UE w 2014 r. (pojazdy/rok)

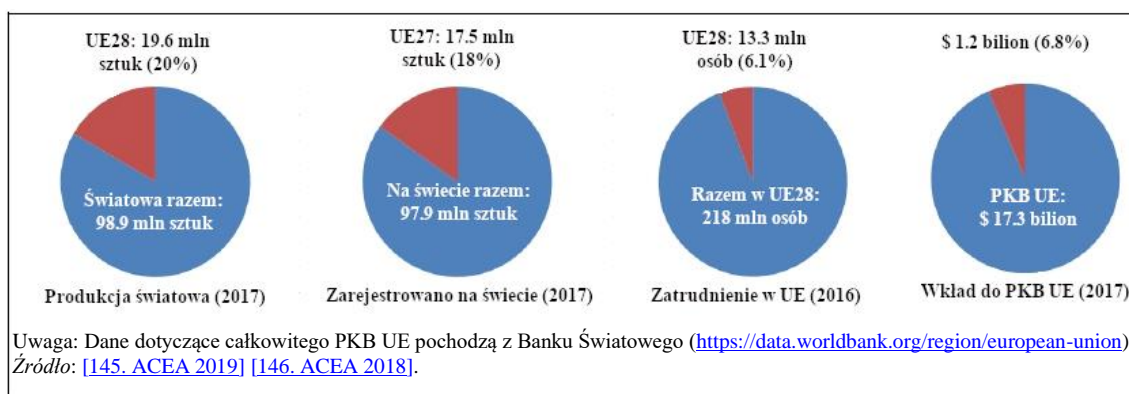
Państwo	PC	LCV	MHCV	BC	Razem	Udział w rynku
Niemcy	5 604 026	174 966	121 755	6 801	5 907 548	34 %
Hiszpania	1 898 342	477 097	27 539	1 095	2 404 073	14 %
Francja	1 499 464	274 915	43 396	3 689	1 821 464	11 %
Wielka Brytania	1 528 148	55 294	12 610	2 827	1 598 879	9 %
Czechy	1 128 473	0	821	3 893	1 133 187	7 %
Inne państwa członkowskie	3 721 088	424 922	126 170	17 499	4 289 679	25 %

Uwaga: Dane dotyczące pojazdów użytkowych zostały oszacowane celem uzupełnienia niedostatku informacji w statystykach OICA.
Źródło: [170. OICA 2017].

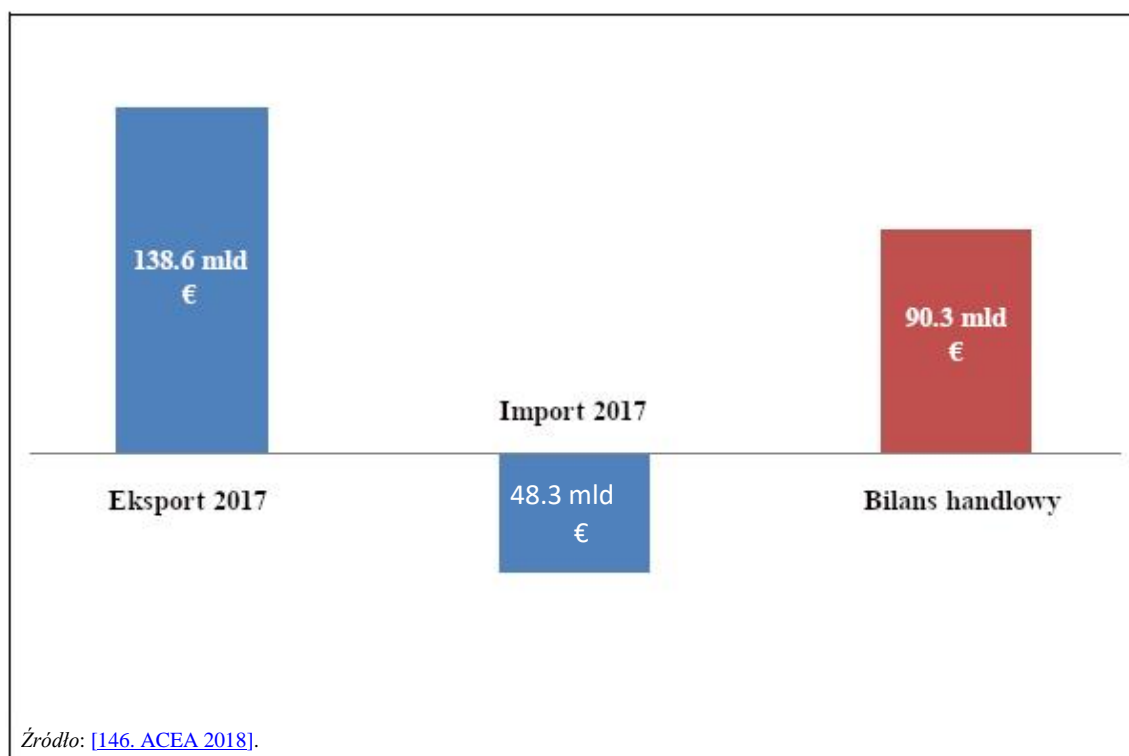
2.1.4. Znaczenie gospodarcze

Przemysł samochodowy jest jednym z głównych sektorów przemysłu wytwórczego w Europie i ma znaczenie międzynarodowe. Wnosi znaczący wkład do gospodarki UE pod względem PKB i bilansu handlowego, zatrudnienia, badań i rozwoju przemysłu oraz inwestycji kapitałowych.

PKB i bilans handlowy



Ilustracja 2-1 Dane gospodarcze dotyczące europejskiego przemysłu motoryzacyjnego.



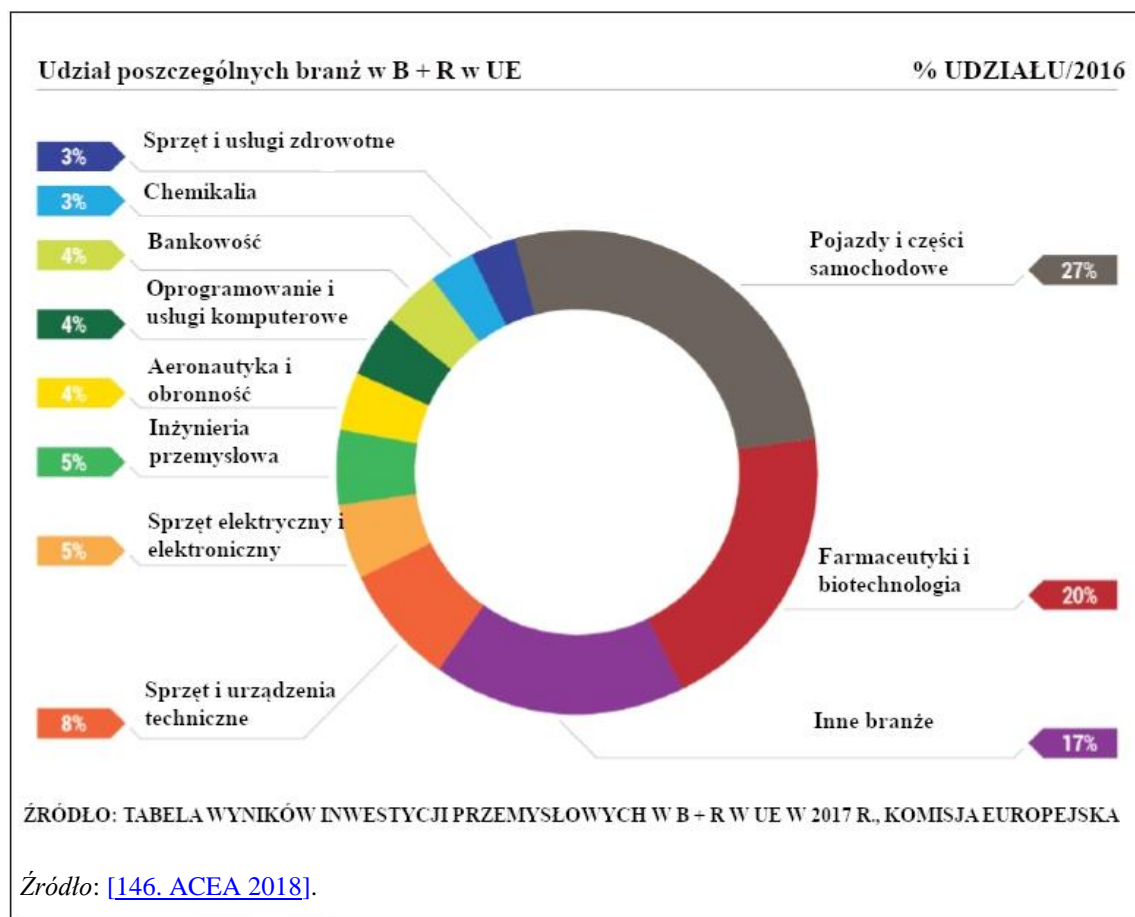
Ilustracja 2-2 Bilans handlowy przemysłu motoryzacyjnego UE.

Zatrudnienie

Prawie 11% zatrudnionych w przemyśle wytwórczym UE przypada na sektor motoryzacyjny: 2.5 mln zatrudnionych w produkcji bezpośredniej i 10.9 mln zatrudnionych w zakładach pośrednio związanych z branżą [146. ACEA 2018].

Inwestycje w badania i rozwój

UE jest największym na świecie inwestorem w badania i rozwój (B+R) w sektorze motoryzacyjnym, a sektor ten jest największym prywatnym inwestorem w badania i rozwój w UE, z 53.8 mld EUR zainwestowanymi w 2016 roku (zob. Ilustracja 2.3) [146. ACEA 2018].



Ilustracja 2-3 Wydatki przemysłu UE na badania i rozwój, 2016.

Ekonomika inwestycji

Koszty inwestycji w nową lakiernię samochodów osobowych wynoszą od 150 mln do 500 mln euro. Cykle inwestycyjne są zatem kluczowym czynnikiem dla producentów pojazdów. Optymalny czas na inwestycje w ochronę środowiska to taki, w którym odnowienie urządzeń ma miejsce w ramach normalnego cyklu inwestycyjnego. Generalnie, nie jest możliwe dokonywanie większych inwestycji w istniejące instalacje, z wyjątkiem sytuacji, gdy pojawiają się możliwości znacznych modyfikacji urządzeń lakierni. Okazje takie pojawiają się zwykle po upływie normalnego okresu eksploatacji lakierni (od 20 do 40 lat) lub w przypadku gwałtownej zmiany wielkości produkcji, co często wiąże się z wprowadzeniem na rynek nowego produktu. Możliwości inwestycyjne dla nowych i istniejących instalacji są ograniczone, ponieważ nakłady kapitałowe na budynek i wymagane wyposażenie są bardzo wysokie, a ROI (zwrot z inwestycji) jest niski, co powoduje długi okres zwrotu z kapitału. Inwestycje amortyzują się zazwyczaj w ciągu 20 lat.

Nakłady na konkretny projekt zależą w znacznym stopniu od specyficznych wymagań lokalizacyjnych (zagospodarowanie terenu, ograniczenia przestrzenne, stopień degradacji), zdolności produkcyjnych, dostępności mediów oraz sytuacji rynkowej. Zasadniczo, ze względu na koszty rozbiórki i integracji z istniejącą infrastrukturą, wymiana kabin lakierniczych / wyposażenia technicznego lub rozbudowa istniejących linii o dodatkowe urządzenia (takie jak systemy oczyszczania gazów odlotowych) jest o 20 do 40% droższa w porównaniu z projektami związanymi z zagospodarowaniem terenu.

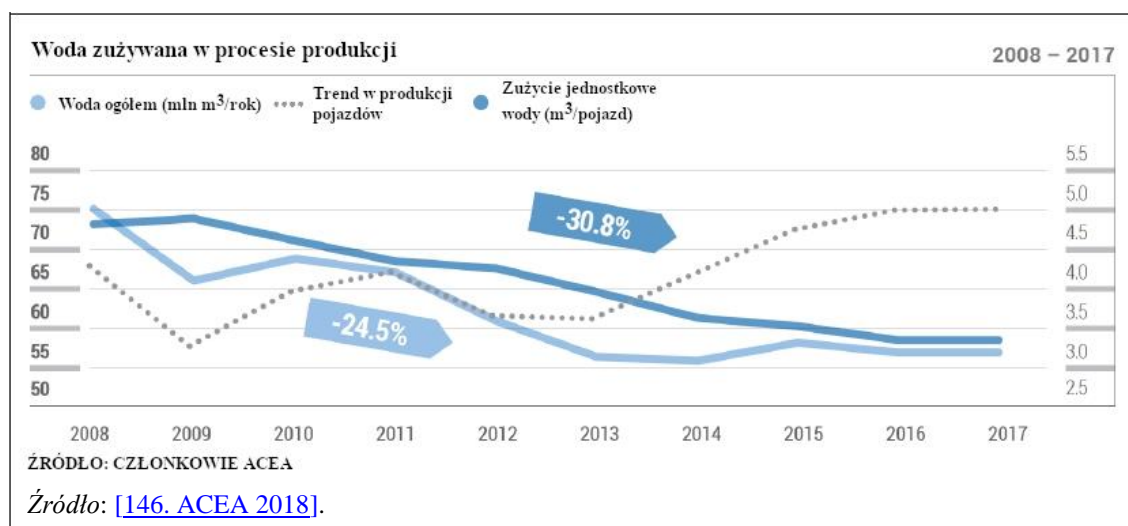
W istniejących zakładach budowa nowej lakierni prowadzi często do znacznych przestojów w produkcji, ponieważ bardzo specyficzne wymagania budowlane dla nowej lakierni (np.

wentylacja budynku, solidne fundamenty, wolna przestrzeń pod więźbą) muszą zostać spełnione przed faktyczną instalacją urządzeń.

2.1.5. Kluczowe kwestie środowiskowe

2.1.5.1. Zużycie wody

Długoterminowe strategie ograniczania zużycia wody (w tym minimalizacja i recykling) zmniejszyły całkowite⁹ średnie zużycie wody na samochód o 30,8 % w latach 2008-2017. Obejmuje to zastosowanie strategii recyrkulacji.



Ilustracja 2-4 Zużycie wody przez przemysł motoryzacyjny w UE.

Przed powlekaniami karoserii i elementy karoserii w stanie surowym¹⁰ są czyszczone za pomocą wodno-alkalicznych roztworów detergentów. Następnie przeprowadzana jest obróbka wstępna z użyciem wodnych roztworów fosforanów cynku, manganu i niklu, aby zapewnić zarówno niezawodne zabezpieczenie przed korozją podpowierzchniową, jak i dobrą przyczepność powłoki.

W niektórych przypadkach ładunki cynku i niklu, a także fosforanów i fluorków pochodzących z tych samych procesów przekraczają progi sprawozdawcze E-PRTR¹¹. Może to wynikać ze stosunkowo dużych objętości przepływu (rzędu 200 000 m³ rocznie) pomnożonych przez niskie wartości stężenia (zwykle znacznie poniżej ELV).

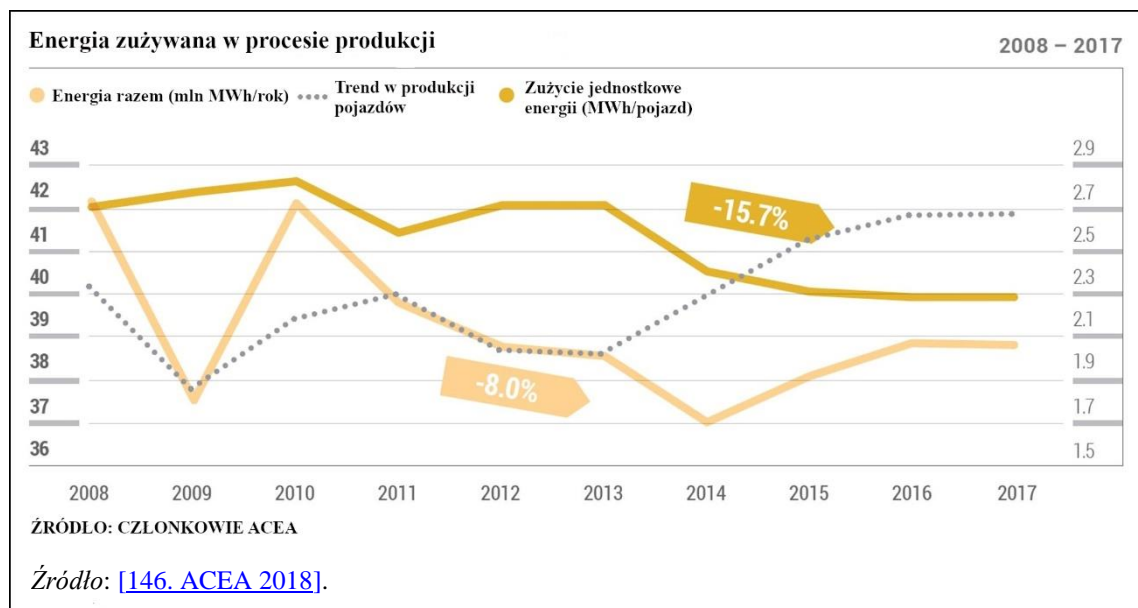
2.1.5.2. Zużycie energii

Złożoność konstrukcji samochodów znacznie wzrosła, co miało wpływ na zapotrzebowanie na energię. Mimo to w ciągu ostatniej dekady przemysł zmniejszył zużycie energii na produkcję jednego samochodu o 15,7 %. Z tego na lakiernie przypada około 30 % (na podstawie danych z 2012 r.). Wahania w zużyciu energii można wyjaśnić niższą wielkością produkcji, zwłaszcza w czasie kryzysu gospodarczego, a także zmiennymi warunkami pogodowymi w niektórych latach (zob. Ilustracja 2.5).

⁹ Zużycie wody dotyczy całkowitego zużycia produkcyjnego, włączając w to produkcję karoserii samochodowych, jak również czynności związane z ich obróbką wstępna w lakierniach.

¹⁰ Tzw. „stan surowy” odnosi się do karoserii z gołego metalu (przed powlekaniami).

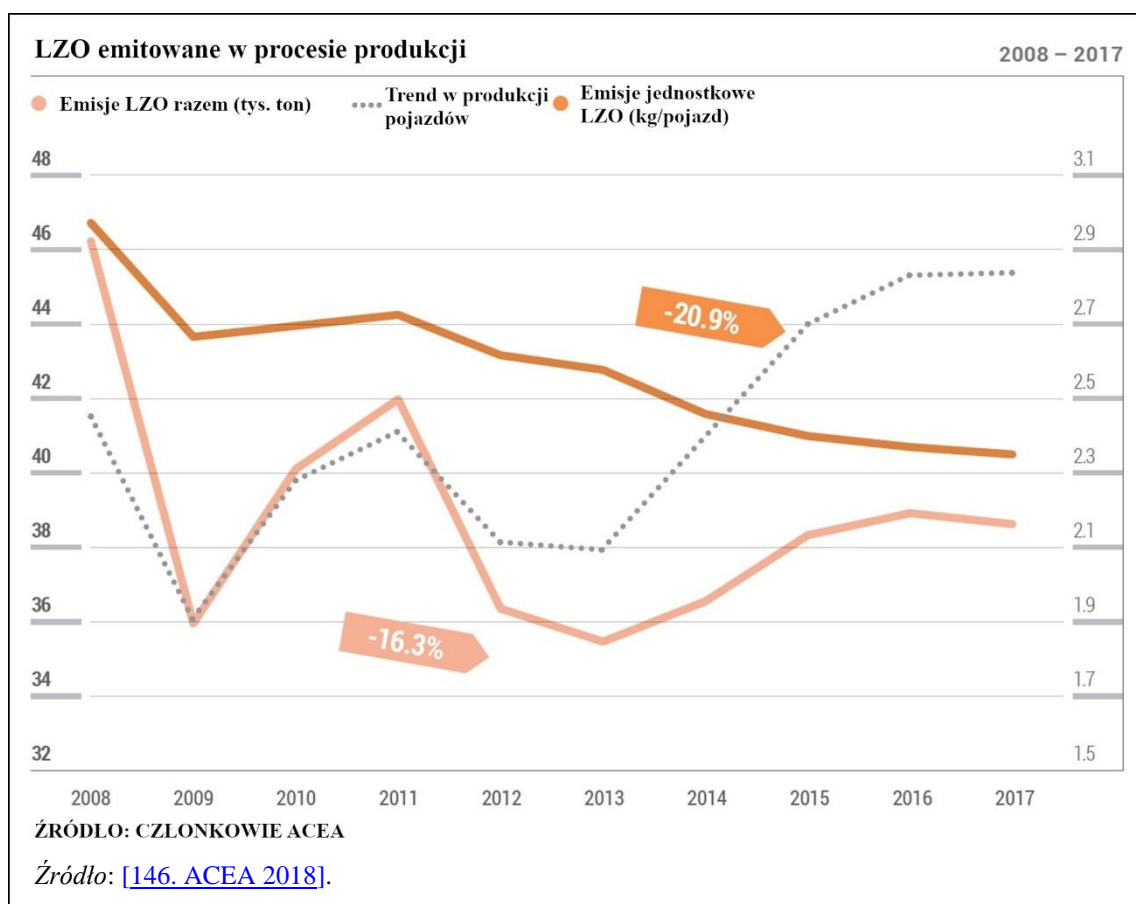
¹¹ Progi dla uwolnień do wód lub transferów do oczyszczalni ścieków w rozporządzeniu (WE) nr 166/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń i zmieniające dyrektywę Rady 91/689/EWG i 96/61/WE.



Ilustracja 2-5 Zużycie energii przez przemysł motoryzacyjny w UE.

2.1.5.3. Emisje LZO do powietrza

Najważniejszą kwestią środowiskową związaną z powlekaniami nowych pojazdów jest emisja rozpuszczalników zawierających LZO, głównie z zakładów lakierniczych. Na Ilustracji 2.6 przedstawiono zmiany emisji LZO w przeliczeniu na wyprodukowany samochód oraz całkowitą łączną emisję wszystkich producentów samochodów. Dzięki nowym technologiom, takim jak zastąpienie farb na bazie rozpuszczalników ich bezrozpuszczalnikowymi lub wodnymi odpowiednikami, lub wprowadzeniem bardziej wydajnych technologii opartych na rozpuszczalnikach, a także dzięki instalacji dodatkowych jednostek oczyszczania gazów odlotowych, producenci zmniejszyli jednostkowe emisje o 21 % na samochód w ciągu ostatnich 10 lat. Prawdopodobnie wpływ na to miało wdrożenie dyrektywy w sprawie emisji rozpuszczalników (SED) w 1999 r., wymiana informacji na potrzeby STS BREF (2004-2006) oraz zamknięcie starszych i mniej wydajnych zakładów w czasie kryzysu gospodarczego w 2008 r.



Ilustracja 2-6 Emisje LZO przemysłu motoryzacyjnego w UE.

2.1.5.4. Inne emisje do powietrza

Strumienie gazów odlotowych są oczyszczane z mgły lakierniczej, podczas gdy NO_x i CO są emitowane jako produkty termicznego przetwarzania gazów odlotowych (zob. Tabela 2.4).

Tabela 2-4 Zanieczyszczenia do powietrza inne niż LZO pochodzące z lakierni samochodów osobowych, porównane z danymi EMEP dla UE-28.

Zanieczyszczenie	Emisje jednostkowe z lakierni samochodów osobowych [kg/pojazd]	Emisje całkowite ze wszystkich lakierni [Mg/rok]	Dane EMEP dla UE-28 [Gg/rok]	Udział lakierni [%]
PM (pył)*	0.03	440#	1 934	0.025
NO _x jako NO ₂	0.11	1 610	8 459	0.019
CO	0.10	1 460	22 046	0.007

* Emisje z lakierni są mierzone i raportowane jako TPM (pył zawieszony ogółem); dane EMEP są danymi liczbowymi dla PM₁₀. Z pomiarów wielkości cząstek tzw. mgły lakierniczej wiadomo, że pył z lakierni to prawie w 100 % PM₁₀.

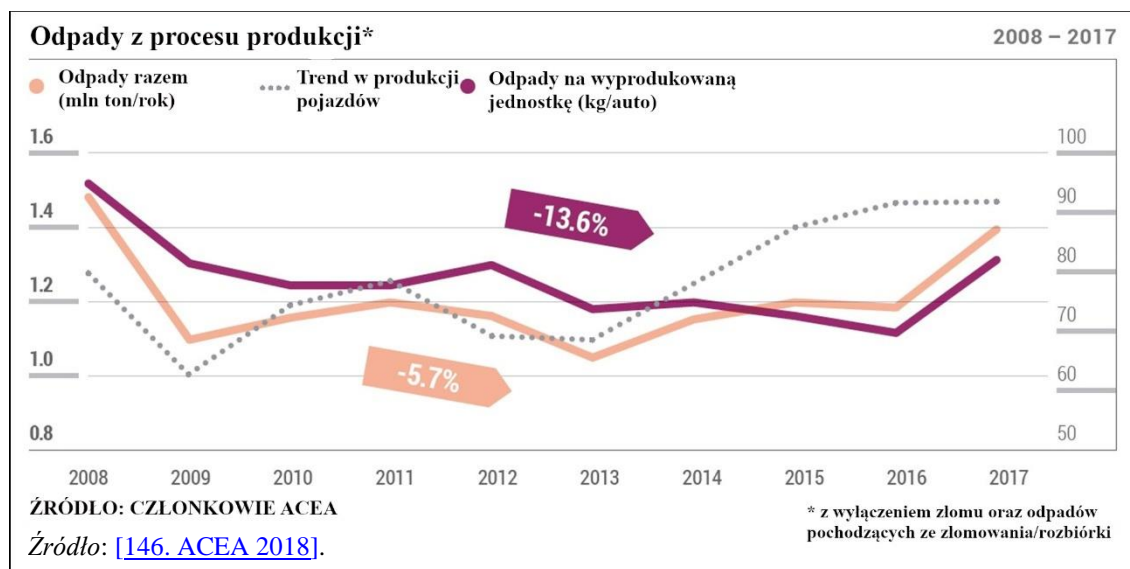
Alternatywnie, obliczenia oparte na szacunkach dotyczących malowanej powierzchni, grubości warstwy, wydajności transferu i zakładanej wydajności systemu oczyszczania gazów odlotowych na poziomie 90% dają roczną emisję cząstek farby w wysokości 1 300 mg/rok. Nawet przy tych wartościach, udział emisji z lakierni w danych EMEP dla UE-28 jest znacznie poniżej 0.1 %.

Źródło: [142. ACEA 2016] s.109.

2.1.5.5. Generowanie odpadów

Ilustracja 2.7 przedstawia tendencję w zakresie generowania odpadów dla całego procesu produkcji samochodów (uwaga: szczegółowe dane dotyczące generowania odpadów z działalności związanej z nakładaniem powłok lakierniczych przedstawiono w sekcji 2.3.2.6). Ilość odpadów generowanych w procesie produkcji jednego pojazdu osobowego spadła o 13,6% w ciągu 10 lat. Wahania ilości odpadów, zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i w przeliczeniu na jednostkę, można wyjaśnić wystąpieniem pojedynczych zdarzeń, takich jak spadek całkowitej produkcji w okresie kryzysu gospodarczego.

Należy zauważyć, że dane przedstawione na poniższej ilustracji odnoszą się do wytwarzania odpadów w całym procesie produkcji samochodów, a nie tylko w lakierni.



Ilustracja 2-7 Wytwarzanie odpadów w procesie produkcji samochodów osobowych (z wyłączeniem złomu oraz odpadów pochodzących ze złomowania/rozbiórki).

2.2. Stosowane w powlekanii pojazdów procesy i techniki

[142. ACEA 2016] [169. VDI 2013] [201. ACEA 2016]

2.2.1. Wiadomości ogólne

Niniejsza sekcja krótko opisuje aktualnie stosowany proces produkcyjny i bezpośrednio związane z nim działania dotyczące seryjnego powlekania samochodów osobowych, vanów, ciężarówek (podwozi samochodów ciężarowych), kabin samochodów ciężarowych i autobusów. Wskazano w niej również główne zintegrowane techniki stosowane celem zapobiegania i ograniczania emisji.

Zamieszczone informacje dotyczą przede wszystkim samochodów osobowych, ponieważ ich powlekanie obejmuje pełen zakres stosowanych procesów i technik. Procesy powlekania vanów, ciężarówek i kabin samochodów ciężarowych wykazują wiele podobieństw do powlekania samochodów osobowych i mogą mieć podobny wpływ na środowisko, ale wykazują również pewne różnice, np. zespoły samochodów ciężarowych (kabiny i podwozia) są powlekane oddzielnie. Mogą wystąpić znaczne odchylenia od seryjnego malowania aut osobowych ze względu na zastosowanie różnych materiałów powłokowych, procesów, technik nakładania i konstrukcji warstw. Mimo że optyczna jakość powierzchni jest tak samo ważna jak w przypadku samochodów osobowych, ochrona przed korozją jest w przypadku samochodów dostawczych i ciężarowych ważniejsza niż w innych sektorach. Różnice wynikają z różnych konstrukcji i wielkości karoserii, niższych wielkości produkcji, różnych zastosowań końcowych, a tym samym różnych kryteriów jakościowych i innych wymagań klienta. Różnice te zostały wyjaśnione w odrębnych rozdziałach dla samochodów dostawczych (rozdział 2.2.4), ciężarowych (rozdział 2.2.5), kabin samochodów ciężarowych (rozdział 2.2.6) oraz autobusów (rozdział 2.2.7).

2.2.2. Przegląd inwestycji, projektowania i eksploatacji lakierni

Każdy producent ma swoje własne, specyficzne dla firmy lub marki priorytety i cele związane z różnymi wymaganiami jakościowymi i oczekiwaniami klientów w zakresie samochodów osobowych, dostawczych, ciężarowych i autobusów. Istnieją także inne wymagania, które należy spełnić, takie jak oczekiwania udziałowców i wymogi prawne, w tym dotyczące ochrony środowiska.

Wszystkie te czynniki wpływają na „filozofię przedsiębiorstwa” w zakresie projektowania i eksploatacji lakierni, dlatego zarówno techniczny układ instalacji, jak i wybrane systemy ochrony antykorozyjnej i malowania różnią się między sobą. Terminy inwestycji, koszty i różnice pomiędzy istniejącymi i nowymi obiektami omówiono w sekcji 2.1.4. Wybór systemów malarskich i rodzaju lakierni ma zasadnicze znaczenie dla redukcji emisji LZO i zużycia energii oraz stanowi zobowiązanie na 20 do 40 lat. Można wprawdzie przeprowadzić pewne modernizacje i unowocześnienia technologii, ale mają one na emisje i zużycie bardziej ograniczony wpływ.

Lakiernie samochodowe można postrzegać jako należące do jednej z trzech „rodzin” (zob. sekcja 2.2.3.8). Decyzja o zainwestowaniu w daną rodzinę jest nieodwracalna do czasu przebudowy lakierni. Należy zauważyć, że nie wszystkie techniki można łączyć i nie wszystkie są wymienne, ponieważ wybór kompatybilnych technik jest ograniczony w ramach danej rodziny.

Producenci pojazdów posiadający instalacje są z reguły dużymi firmami oraz (w przeważającej mierze) przedsiębiorstwami wielonarodowymi lub częścią grup wielonarodowych. Przedsiębiorstwa takie mają dobrze rozwinięte systemy zarządzania pozwalające na

zrównoważenie i zintegrowanie przedstawionych powyżej konkurujących ze sobą celów. Do tych, które mogą mieć najbardziej znaczący wpływ na zużycie i emisje z produkcji, należą:

- kapitał i planowanie biznesowe;
- zarządzanie operacyjne, w tym systemy jakości i konserwacja;
- systemy zarządzania środowiskowego.

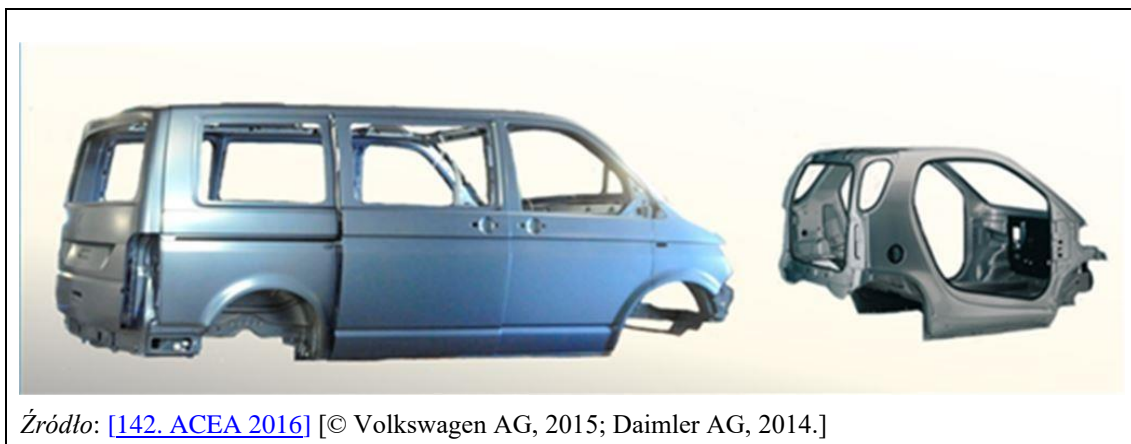
W lakierniach samochodów osobowych etapy procesu przebiegają w sekwencyjnych liniach, a każdy podproces jest realizowany w oddzielnej sekcji linii. Standardowa wydajność linii wynosi od 30 do 60 sztuk na godzinę. Liczba zmian pracowniczych w ciągu doby jest z reguły zmienna (jedna, dwie lub trzy zmiany na dobę) w celu dostosowania wydajności lakierni do zapotrzebowania klientów, a nie celem zmiany prędkości pracy linii. Jeśli wymagana jest większa wydajność, równoległe pracują dodatkowe linie.

Lakiernie to duże i złożone instalacje. Wraz ze stanowiskami roboczymi do przygotowywania karoserii, sekcjami kontroli, magazynami karoserii i materiałów, urządzeniami wentylacyjnymi, płuczkami (skruberami) do usuwania mgły lakierniczej, systemami ograniczania emisji LZO oraz pomieszczeniami dla personelu i do konserwacji, instalacja z jedną linią powlekającą o wydajności 30 sztuk na godzinę rozciąga się na kilku piętrach o łącznej powierzchni 70 000 - 100 000 m². Łączna długość linii różnych segmentów produkcyjnych wynosi około 1.5 km. Szacunkowe koszty inwestycji w nową lakiernię o takiej wielkości wynoszą 150 - 250 mln EUR (dane z 2018 r.). Czas obróbki jednej karoserii w lakierni to średnio 6 - 11 godzin.

Serce lakierni, kabiny lakiernicze, to bardzo duże jednostki o co najmniej trzech kondygnacjach i długości 60 - 90 m na poszczególny podproces. Aby wybudować taką kabinę lakierniczą wymagana jest wolna przestrzeń budynku pod więźbą wynosząca co najmniej 14 m, tak aby pomieścić kluczowe elementy kabiny (płuczka mgły lakierniczej, strefa aplikacji z obszarem serwisowym i technicznym oraz przestrzeń nad podwieszonym sufitem).

2.2.3. Powlekanie samochodów osobowych

W niniejszym rozdziale omówiono powlekanie na dużą skalę nowych samochodów osobowych (kategoria M1, zob. sekcja 2.1.1). Niektóre pojazdy N1 (vany), które są produkowane w tym samym zakładzie, mogą być oparte na samochodach osobowych i wykorzystywać podobne techniki produkcji.



Ilustracja 2-8 Przykłady nadwozi samochodów osobowych obrazujące ich rozpiętość, od bardzo dużych do bardzo małych.

2.2.3.1. Surowce, obsługa, magazynowanie oraz mieszalnia farb

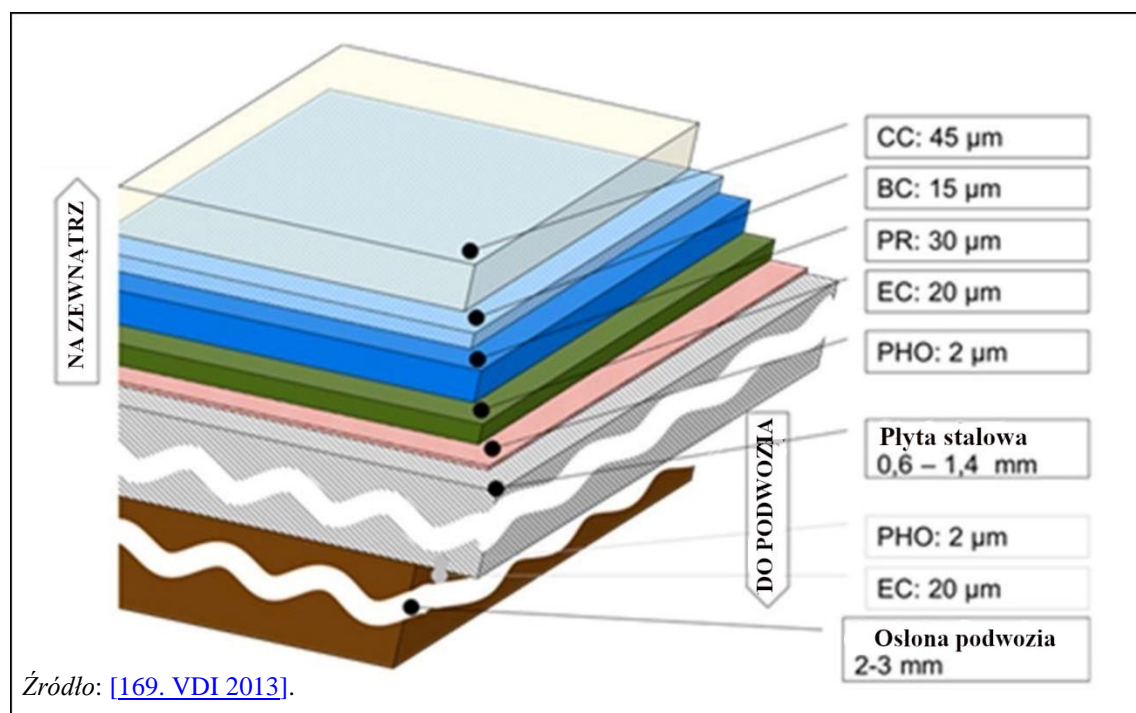
Głównymi surowcami produkcyjnymi (oprócz karoserii pojazdów) są farby i inne materiały powłokowe, rozpuszczalniki do regulacji lepkości i oczyszczania oraz inne materiały czyszczące. Rozładunek materiałów odbywa się w specjalnie zaprojektowanych strefach logistycznych z podłogą odporną na chemikalia i/lub wyposażeniem technicznym do zatrzymywania wyciekających cieczy. Pomieszczenia magazynowe i przygotowania farb są wentylowane, często klimatyzowane i wyposażone tak, aby zapobiec skażeniu gleby i wód gruntowych przez rozlane substancje. Wycieki będą wykrywane przez techniczne systemy monitoringu oraz ręczne procedury kontrolne. W podobny sposób przechowywane i obsługiwane będą również materiały odpadowe.

2.2.3.2. Standardowy proces powlekania

Powlekane karoserie samochodowe, a tym samym farby, muszą spełniać następujące wymagania:

- Długotrwała ochrona przed korozją, czynnikami atmosferycznymi, chemicznymi (np. odchody ptasie, kwaśne deszcze), odpryskami, słońcem, ścieraniem w myjniach samochodowych. Gwarancja na powleczone karoserie została wydłużona z 10 do 15 lat.
- Idealne właściwości optyczne powleczonych powierzchni: połysk, głębia koloru, brak zmętnień, bezbłędnosc nałożenia, a więc jednorodność i spójność kolorystyczna oraz tworzenie efektów (takich jak wykończenia metaliczne, perliskość, wielobarwne panele itp.) Takie wymagania jakościowe mogą zwiększyć liczbę warstw farby oraz, potencjalnie, emisję LZO z zakładu.

Tak wysokie wymagania można osiągnąć tylko dzięki czterem, a może nawet pięciu warstwom powłoki, które muszą się wzajemnie uzupełniać (zob. Ilustracja 2.9). Są one nakładane w kilku następujących po sobie etapach.



Ilustracja 2-9 Kolejność warstw oraz typowe grubości poszczególnych powłok w samochodach osobowych.

Typowy przebieg procesu przedstawiono na Ilustracji 2.10 i opisano w poniższych sekcjach. Skróty odnoszą się do etapów przedstawionych na Ilustracji 2.10.

2.2.3.2.1. Obróbka wstępna wodna i powlekanie elektroforetyczne

Następujące działania związane z obróbką wstępną i powlekaniami elektroforetycznym (*electrocoating*) oparte są na wodzie i działają w połączeniu z technikami, które mają na celu przedłużenie żywotności kąpielii do obróbki lub płukania, zminimalizowanie zużycia wody, optymalizację zużycia materiałów i ograniczenie zrzutów do wody. W wielu przypadkach oczyszczanie ścieków odbywa się w oddzielnej oczyszczalni, gdzie ścieki z innych działalności produkcyjnych są oczyszczane razem ze ściekami z lakierni. Ogólne informacje dotyczące wstępnej obróbki wodą i związanych z tym technik, wraz z odpowiednimi procesami oczyszczania ścieków, można znaleźć w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

Karoserie przechodzą przez etapy obróbki wstępnej i powlekania elektroforetycznego przy użyciu systemów przenośników. Dzięki przenośnikom wahadłowym lub rotacyjnym, karoserie mogą być obracane i odwracane do góry nogami w zbiornikach obróbki i płukania, aby zapewnić obsługę wszystkich możliwych powierzchni.

Obróbka wstępna (PT)

Obejmuje czyszczenie i odtłuszczenie oraz fosforanowanie lub inne systemy powłok konwersyjnych.

Oczyszczanie i odtłuszczenie (CLE)

Z taśm spawalni metalowa karoseria w stanie surowym trafia do segmentu obróbki wstępnej (PTCLE) lakierni, gdzie na stanowiskach czyszczenia natryskowego i zanurzeniowego usuwany jest pył spawalniczy, brud, olej, smar i resztki kleju powstałe podczas tłoczenia, spawania, klejenia czy szlifowania. Środki czyszczące to wodno-alkaliczne roztwory detergentów, które stosowane są w podwyższonych temperaturach (40-60 °C), w kaskadowych kąpielach płuczających. Obecnie powszechnie stosowane są systemy demulgujące. Systemy te zostały opisane w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

Fosforanowanie / powlekanie fosforanami (PHO)

Aby poprawić odporność na korozję oraz zwiększyć przyczepność kolejnej powłoki organicznej, standardowo przeprowadza się proces fosforanowania i pasywacji. Roztwór procesowy, o wartości pH pomiędzy 2,8 a 3,8, zawiera fosforany niklu, manganu i cynku w temperaturze pomiędzy 35 °C a 55 °C. Pasywacja jest zwykle przeprowadzana przy użyciu soli cyrkonu¹². Na ogół następuje dwu- lub trzystopniowe płukanie kaskadowe, przy czym ostatni etap odbywa się przy użyciu wody dejonizowanej. Jako alternatywę dla fosforanowania, w ciągu ostatnich 10 lat opracowano beznikłowe metody obróbki na bazie cyrkonu lub silanu, które można stosować w temperaturze pokojowej. Jednak parametry tego typu obróbki wstępnej wymagają większej kontroli, a dodatkowe koszty nie są rekompensowane przez oszczędność energii wynikającą z obniżenia temperatury procesu. Większość producentów samochodów osobowych nie dopuściła jeszcze tych systemów do obróbki wstępnej wielometalowych karoserii samochodów osobowych.

Powlekanie elektroforetyczne (*e-coating*, *electrocoating*, EC)

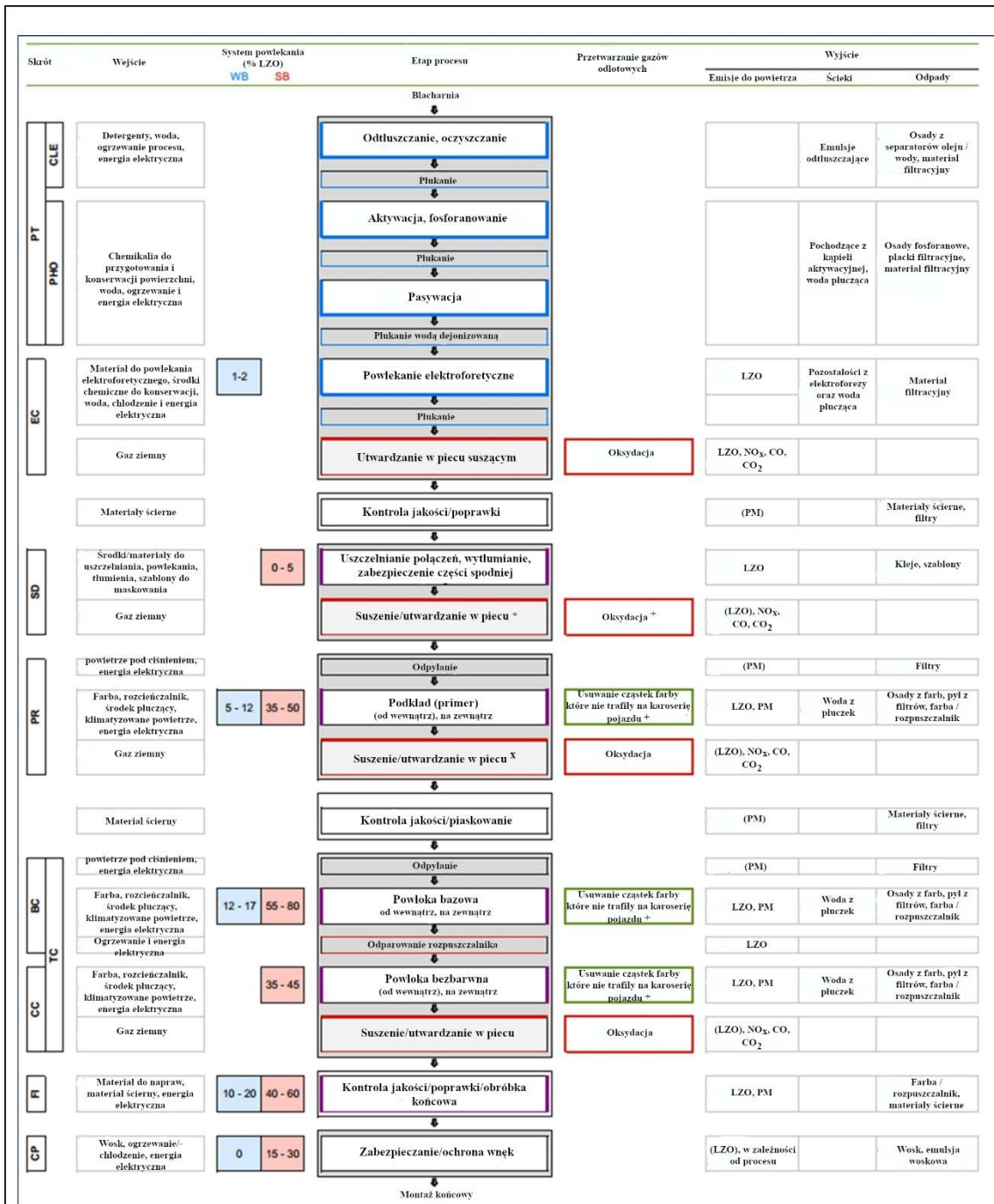
Powlekanie elektroforetyczne (EC - skrót od elektrodopozycja katodowa, powlekanie elektroforetyczne lub katodowe powlekanie zanurzeniowe) jest procesem zanurzeniowym, w którym wstępnie obrobiona karoseria jest przeciągana przez wodną kąpiel powlekającą. Powłoka zapewnia ochronę przed korozją i jest elektrycznie osadzana równomierną warstwą jako podłoże dla kolejnych aplikacji natryskowych. Karoseria samochodu działa jako katoda (naładowana

¹² Celem zapewnienia zgodności z dyrektywą 2000/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji („Dyrektywa ELV”) nie stosuje się już pasywacji chromem VI.

ujemnie), a anody są umieszczone na dnie i ścianach bocznych zbiornika. Przy wysokim natężeniu prądu do wanny EC doprowadzone zostaje 5-10 kWh energii na jedną karoserię pojazdu i konieczne jest chłodzenie, aby utrzymać temperaturę wanny poniżej 30°C. Nadmiar powłoki jest spłukiwany z karoserii. Cząstki powłoki, które nie zostały osadzone elektrycznie, są usuwane w ostatnim etapie poprzez tzw. płukanie odwróconą kaskadą (*reverse cascade rinsing*) z ultrafiltracją i wodą dejonizowaną (DI). Powłoka elektroforetyczna (e-powłoka, z ang. *e-coat*) jest następnie utwardzana w piecu suszącym. Zasadniczo zbiornik powlekający elektroforetycznie ma oddzielny system odprowadzania powietrza, a w niektórych instalacjach gazy odlotowe z kabiny tego procesu odprowadzane są do pieca suszącego powłokę elektroforetyczną, celem zmniejszenia zawartości LZO (zob. sekcja 2.2.3.5).

Uszczelnianie, tłumienie hałasu i osłona podwozia (SD)

Po wyschnięciu e-powłoki karoserie trafiają do stacji kontroli jakości i napraw, a następnie są przekazywane do miejsc pracy, gdzie nakładane są uszczelniacze, ochrona podwozia oraz materiały tłumiące hałas. Są to substancje o konsystencji pasty i nakładane są ręcznie lub za pomocą robotów metodą natrysku *airless* lub wytłaczania. Materiały tłumiące hałas są również dostępne jako prefabrykaty, które są mieszane z materiałami topliwymi. Powłoki te są często żelowane w oddzielnym piecu, zanim karoserie trafią do jednostki malowania natryskowego.



Uwagi:

Uwzględniono główne oddziaływania na środowisko (zużycie, emisje) poszczególnych podprocesów.

* Opcjonalnie.

x Nie występuje w lakierniach o procesach zintegrowanych.

+ W wyjątkowych przypadkach z dodatkową oksydacją LZO. W niektórych zastosowaniach zamiast płuczek Venturiego używa się techniki filtrów suchych.

PT: obróbka wstępna, CLE: oczyszczanie i odfuszczenie, PHO: fosforanowanie, EC: powlekanie elektroforetyczne, SD:

uszczelnianie i tłumienie, PR: powłoka podkładowa (primer), TC: powłoka nawierzchniowa, BC: powłoka bazowa, CC:

powłoka bezbarwna, FI: obróbka końcowa (poprawki), CP: zabezpieczanie/ochrona wnek.

Źródło: [201. ACEA 2016].

Ilustracja 2-10 Standardowy przebieg procesu dla powlekania samochodów osobowych (PC).

2.2.3.2.2. Kabiny lakiernicze

Po uszczelnieniu i wytlumieniu karoserie trafiają do kabin lakierniczych, gdzie nakładane są powłoki podkładowe i nawierzchniowe (powłoka bazowa i powłoka bezbarwna).

W celu usunięcia pyłu i pozostałości po wcześniejszych operacjach obróbki i przygotowania karoserii, przechodzą one przez stacje przedmuchiwania zjonizowanym powietrzem i/lub są szczotkowane za pomocą piór obrotowych lub szczotek ssących obsługiwanych przez roboty, a następnie są przenoszone przez śluzy powietrzne do kabiny lakierniczej.

Farba i rozpuszczalniki są zazwyczaj przechowywane w oddzielnym pomieszczeniu i pompowane do kabin lakierniczych przewodami rurowymi. Mgła lakiernicza (czyli cząstki farby, które nie trafiły na karoserię pojazdu) jest przenoszona wraz z powietrzem z kabiny do filtrów cząstek stałych lub płuczek, które są umieszczone pod kratownicą podłogową kabiny.

Powlekanie natryskowe potrzebuje zamkniętych kabin i wymaga kontrolowanej atmosfery (tj. określonej wilgotności, temperatury i przepływu laminarnego). W porównaniu z farbami rozpuszczalnikowymi, warunki wymagane do powlekania farbami wodnymi są bardziej restrykcyjne, co może powodować wyższe zużycie energii na chłodzenie lub osuszanie w regionach o ekstremalnych warunkach klimatycznych. Aby zapewnić stabilne i powtarzalne warunki aplikacji w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni karoserii oraz aby przenieść cząsteczki mgły lakierniczej do systemów separacji cząstek pod kabiną lakierniczą, konieczny jest stały przepływ laminarny powietrza z prędkością 0.15 - 0.4 m/s. Ponadto wskaźnik wymiany powietrza musi być wystarczająco wysoki, aby utrzymać stężenie lotnych związków organicznych (LZO) bezpiecznie poniżej dolnej granicy wybuchowości (DGW), a w przypadku aplikacji ręcznej poniżej dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego (OELV). Recyrkulacja powietrza w kabinie może nie być dozwolona podczas ręcznego malowania natryskowego ze względów zdrowotnych oraz bezpieczeństwa.

2.2.3.2.3. Nakładanie farb i powłok

Automatyzacja

Automatyzacja z reguły znacznie poprawia wydajność nakładania (aplikacji), zużywając mniej farby lub uszczelniacza, a tym samym redukując zużycie i emisję LZO. Pierwotnie wszystkie operacje powlekające były wykonywane ręcznie przy użyciu pistoletów natryskowych z rozpylaniem pneumatycznym. Obecnie w europejskich lakierniach samochodów osobowych odbywa się to tylko w szczególnych przypadkach. W latach 1980-2000 malowanie powierzchni zewnętrznych zostało zautomatyzowane za pomocą maszyn malarskich w formie suwnic, podczas gdy malowanie powierzchni wewnętrznych oraz dodatkowe malowanie powierzchni zewnętrznych nadal odbywało się ręcznie (zob. sekcja 2.4.4.1). W latach 2000-2005 roboty zastąpiły maszyny malarskie i wyeliminowały ręczne malowanie powierzchni zewnętrznych (zob. sekcja 2.4.4.2). Około 2010 r. wprowadzono roboty celem zastąpienia ręcznego malowania powierzchni wewnętrznych i proces ten jest kontynuowany.

Techniki rozpylania oraz transfer farby

Istnieją różne techniki rozpylania stosowane do rozpraszania farby i jej nanoszenia na powierzchnię karoserii. Optymalizacja nanoszenia farby zmniejsza zużycie farby i rozpuszczalnika, a tym samym redukuje emisję LZO.

- Natryskiwanie *airless*, gdzie sprężona farba jest pompowana przez dyszę natryskową. Nie jest to metoda szeroko stosowana w seryjnym powlekanii samochodów osobowych. Jednak aplikacja *airless* jest standardem w powlekanii podwozi (PVC).

- Natryskiwanie powietrzne lub rozpylanie pneumatyczne, w którym mieszanina farby i sprężonego powietrza (czasami w podwyższonej temperaturze lub z azotem zamiast powietrza) jest włączana przez dyszę malarską i rozpręża się do drobnocząsteczkowej postaci aerozolu farby (rozpylanie pneumatyczne). W przemyśle motoryzacyjnym koncepcja ta jest szeroko stosowana przy zmniejszonym ciśnieniu powietrza jako tzw. rozpylanie HVLP (wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe).
- Mogą być również stosowane tzw. pistolety pneumo-elektrostatyczne, w których rozpylana pneumatycznie farba jest naładowana elektrycznie i przyciągana do uziemionej karoserii.
- W większości lakierni samochodowych stosuje się szybkoobrotowe rozpylacze dzwonowe (*high-speed rotary bell atomizers*) z ładowaniem elektrostatycznym.

W przypadku zastosowania natrysku elektrostatycznego z ładowaniem wewnętrznym, systemy zasilania farbami na bazie wody wymagają specjalnych elektrycznych (galwanicznych) układów odsprężających (np. systemy kasetowe). Alternatywnie do farb na bazie wody można stosować elektrostatyczne dzwony natryskowe z ładowaniem zewnętrznym.

Aerozol farby/lakieru przenoszony jest na powlekaną powierzchnię poprzez własny pęd cząstek, w ukierunkowanym przepływie powietrza, wzdłuż gradientu pola elektrycznego lub przez kombinację tych sił. Poprzez zmianę parametrów roboczych, takich jak natężenie przepływu farby, obroty dzwonu, napięcie, kierunek przepływu powietrza, kształt strumienia farby może być dostosowany do powierzchni nadwozia i wykorzystany do optymalizacji wydajności nanoszenia. W przypadku powlekania wewnętrznych części karoserii ładunek elektrostatyczny może zostać zredukowany lub wyłączony.

Zmiana koloru oraz czyszczenie

Zmniejszenie ilości odpadów z farb i emisji rozpuszczalników podczas czyszczenia osiąga się poprzez optymalizację dostarczania i zmianę koloru farby oraz stosowanych metod czyszczenia.

W niektórych istniejących lakierniach karoserie samochodowe sortuje się w dużych magazynach według koloru, aby dostarczyć do kabiny nakładania powłoki bazowej jak największe partie karoserii mających mieć ten sam kolor (zob. sekcja 17.6.2.1). Jednak wprowadzenie niskostratnych technik zmiany koloru (zob. sekcja 17.2.4) zmniejszyło znaczenie tej techniki jako sposobu na zmniejszenie zużycia materiału i emisji rozpuszczalników.

W lakierniach samochodowych o dużej wydajności farba jest zazwyczaj przechowywana w centrum zaopatrzenia w farbę i pompowana do kabin lakierniczych za pomocą stalowych przewodów rurowych, gdzie każda linia przeznaczona jest dla jednego rodzaju i koloru farby. Kolory o niskim zużyciu są bardzo często dostarczane z małych systemów dystrybucji farby znajdujących się w pobliżu kabiny. Dla powłoki bazowej i podkładowej (jeśli w lakierni używany jest więcej niż jeden kolor podkładu) linie te podłączone są do urządzeń zmieniających kolor przy każdej pojedynczej jednostce aplikacyjnej (robota z jednym rozpylaczem lub maszyny powlekającej z kilkoma rozpylaczami). Zmieniacze kolorów albo są umieszczone na bocznych ścianach kabiny lakierniczej, albo mogą być zintegrowane z końcowym ramieniem robota. Alternatywnie, oddzielne kartridże z farbą (0.5-1.0 l) napełniane są w stacji ładowania i, na żądanie, automatycznie podłączane do robota aplikacyjnego. Stosowane są również inne systemy.

Przewody doprowadzające farbę są tylko od czasu do czasu opróżniane i czyszczone rozpuszczalnikiem. Usunięta farba oraz środki czyszczące są zbierane i utylizowane jako odpady. Procesy czyszczenia i zmiany koloru w urządzeniach do zmiany koloru i głowicach natryskowych są coraz częstsze i mają coraz większe znaczenie dla środowiska. Zmiana koloru obejmuje (a) usunięcie starego koloru, (b) czyszczenie systemu doprowadzającego i (c) napełnienie nowym kolorem. Do czyszczenia mogą być używane rozpuszczalniki organiczne lub środki czyszczące niezawierające rozpuszczalników i/lub powietrze pod ciśnieniem. Pistolety natryskowe, dysze i

stożki dzwonów do farb czyszczone są na żądanie. Zużyte rozpuszczalniki są wychwytywane, i wraz z pozostałościami farby z operacji zmiany koloru i czyszczenia najczęściej zbierane i usuwane jako odpady.

Aby ograniczyć straty farby, w ciągu ostatnich 20 lat opracowano kilka różnych technik opróżniania (pigowania) i czyszczenia. Służą one do czyszczenia i ponownego napełniania linii doprowadzających farbę lub przewodów zasilających rozpylacze, po zmianie koloru.

2.2.3.3. Powłoki

Powłoka elektroforetyczna (e-powłoka, z ang. *e-coat*)

Powłoka organiczna oparta na żywicach epoksydowych modyfikowanych aminami, które poprzez neutralizację kwasami organicznymi stają się rozpuszczalne w wodzie. Stężenie użytkowe wynosi 16-20 % substancji stałych i 1-2 % rozpuszczalników organicznych.

Uszczelnianie i tłumienie (SD)

Powłoki wysokowiskozowe chroniące przed uderzeniami kamieni (z reguły plastizole PVC) oraz uszczelniacze połączeń nanoszone są ręcznie lub przy pomocy robotów za pomocą kilku technik wytłaczania i natrysku *airless*. W większości przypadków w tej fazie nakłada się również materiał wytłumiający w postaci indywidualnie dopasowanych podkładek lub pasty do wytłaczania. Materiały te mają bardzo niską zawartość LZO (2-5%); niemniej jednak miejsca pracy, w których stosuje się dużo plastizolu, znajdują się w kabinach o zwiększonej wentylacji. Wyposażenie karoserii w powłoki dźwiękochłonne poprawia właściwości akustyczne we wnętrzu pojazdu. Wymagania dotyczące większej wydajności (i lepszego uszczelnienia) stale rosną. To z kolei może powodować wzrost emisji LZO.

Żelowanie rozpoczyna się w dedykowanym piecu do uszczelniania i jest ostatecznie zakończone w następnym piecu (do suszenia powłoki podkładowej lub nawierzchniowej).

W niektórych zakładach materiały do ochrony podwozia i zabezpieczenia przed odpryskami stosuje się w części zakładu produkcyjnego zajmującej się montażem końcowym pojazdu.

Powlekanie (malowanie) natryskowe

Farby do malowania natryskowego są mieszaninami żywic organicznych z dodatkami, organicznych lub nieorganicznych pigmentów barwiących (z wyjątkiem powłoki bezbarwnej) i rozpuszczalników, i są zaprojektowane jako systemy jednoskładnikowe (1K) lub dwuskładnikowe (2K).

Powlekanie natryskowe odbywa się w trzech następujących po sobie etapach: gruntowanie, powłoka bazowa i lakier bezbarwny. Dla każdego procesu powlekania zużycie materiału zależy od ilości substancji stałych, które mają być przeniesione na powierzchnię podłoża. Dlatego zużycie rozpuszczalnika zależy od masy użytego materiału stałego i stosunku rozpuszczalnika do materiału stałego danego materiału powlekającego. Ani sama zawartość rozpuszczalnika w materiale powlekającym, ani zawartość materiału stałego nie jest wystarczającym wskaźnikiem znaczenia dla środowiska w odniesieniu do zużycia rozpuszczalnika (oraz emisji).

Powłoka podkładowa (grunt, primer, PR)

Podkład zapewnia ochronę przed odłamkami kamieni, zapobiega rozkładowi e-powłoki spowodowanemu promieniowaniem UV oraz wypełnia drobne nierówności lub walcowaną teksturę podłoża. Warstwy gruntujące oparte są na żywicach poliestrowych, melaminowych i/lub poliuretanowych. Podkłady są zazwyczaj nakładane w dwóch (maksymalnie czterech) różnych odcieniach dopasowanych do danego koloru powłoki bazowej. Kolorowe podkłady o maksymalnie czterech różnych odcieniach są standardem i pomagają zredukować grubość

powłoki bazowej. Systemy podkładowe są albo na bazie rozpuszczalnika, albo na bazie wody. Podkłady proszkowe były stosowane w niektórych instalacjach w Europie do roku 2015, kiedy to zamknięto ostatnią linię do ich produkcji. Warstwa podkładu jest utwardzana po uprzednim suszeniu w piecu. Zanim korpusy trafią na linię do powlekania nawierzchniowego, przeprowadzana jest kontrola jakości poprzednich etapów powlekania oraz ręczne usuwanie wad powierzchniowych poprzez szlifowanie, a czasami ponowne powlekanie.

Powłoka nawierzchniowa (TC)

Składa się zazwyczaj z dwóch warstw: powłoki bazowej (BC) i powłoki bezbarwnej (CC). Niektóre samochody osobowe oraz wiele pojazdów użytkowych jest powlekanych bez powłoki bezbarwnej i w tych przypadkach powłoka bazowa jest ostatnią warstwą nakładaną na karoserię [265. TWG 2019].

Powłoka bazowa (BC)

Warstwa ta decyduje o kolorze i efekcie końcowym (metaliczny, perłowy) powłoki. W przypadku samochodów osobowych z reguły pięć różnych odcieni pokrywa ponad 90 % wielkości produkcji, a portfolio kolorów producenta dla danego modelu samochodu rzadko przekracza 40 różnych kolorów. Systemami wiążącymi są żywice poliestrowe i melaminowe. W powłokach wodorozcieńczalnych stosuje się również akrylany i poliuretany. Pigmenty mogą być organiczne lub nieorganiczne (tlenki tytanu lub żelaza, krzemiany, płatki aluminium) i są wolne od metali ciężkich, takich jak ołów, kadm i chrom. Pigmenty organiczne mogą zawierać niewielkie ilości miedzi lub niklu związanych w kompleksy lub związki chlorowcopochodne. W przemyśle motoryzacyjnym na całym świecie istnieją zarówno systemy na bazie rozpuszczalników, jak i na bazie wody.

Mokra farba jest suszona (ale nie utwardzana) w strefie odparowywania, a następnie przenoszona do strefy powłoki bezbarwnej. Niektóre kolory (specjalne kolory flotowe lub odcienie bieli) są nanoszone bez dodatkowej powłoki bezbarwnej jako jednowarstwowe powłoki wierzchnie (monopowłoki) na bazie rozpuszczalnika.

Termin „efekt kolorystyczny” (*effect colour*) jest stosowany jako pojęcie zbiorcze dla systemów powlekania bazowego z kilkoma specjalnymi efektami polichromatycznymi, takimi jak efekt metaliczny, perłowy lub efekt przerzucania kolorów. Systemy te nakłada się metodą mokre na mokre (*wet on wet*) w dwóch lub trzech etapach i zawsze łączy się je z warstwą powłoki bezbarwnej.

Powłoki z efektem kolorystycznym i powłoki metaliczne nakładane są w dwóch etapach: pierwszy przez wysokoobrotowe dzwony elektrostatyczne, drugi przez wysokoobrotowe dzwony elektrostatyczne, pneumatycznie lub elektropneumatycznie. W porównaniu z jednoetapową aplikacją za pomocą rozpylaczy pneumatycznych o niższej wydajności przenoszenia, zużywa się mniej materiału a emisja rozpuszczalników jest ograniczona. Jednak dodatkowe nakładanie warstw lub stosowanie wielu schematów kolorów na pojazd może potencjalnie zwiększyć emisję.

Powłoka bezbarwna (CC)

Ostatnią nakładaną warstwą jest powłoka bezbarwna, która zapewnia wysoki połysk i głębię koloru, optymalny wygląd oraz odporność chemiczną i na zarysowania. Skład chemiczny opiera się na kombinacji żywic akrylowych i poliestrowych. Stosowane są powłoki bezbarwne jednoskładnikowe (1K) na bazie rozpuszczalnika lub dwuskładnikowe (2K) na bazie rozpuszczalnika. Systemy 2K wykorzystują utwardzacze izocyjanianowe, które są dodawane w mieszalniku jak najbliższej systemu natryskowego.

Po nałożeniu powłoki bezbarwnej następuje strefa odparowania, a następnie piec do suszenia/utwardzania powłoki nawierzchniowej (znany również jako piec do powłoki bezbarwnej).

Wodorozcieńczalne powłoki bezbarwne (systemy 2K lub 1K), jak również proszkowe powłoki bezbarwne lub zawiesiny proszkowe nie są już stosowane w lakierniach samochodów osobowych i dostawczych. W lakierniach samochodów osobowych i vanów system powłok bezbarwnych 1K na bazie wody był stosowany w jednym zakładzie do 2010 r., kiedy to został zastąpiony systemem powłok bezbarwnych 2K na bazie rozpuszczalnika. Proszkowe powłoki bezbarwne i zawiesiny proszkowe zastąpiono w latach 2010-2013 systemami 2K o wysokiej zawartości cząstek stałych i na bazie rozpuszczalnika. Powodem tych decyzji były rosnące wymagania jakościowe klientów które nie mogły już być spełnione przy pomocy istniejących systemów malowania, a pomyślny dalszy rozwój tych technik był zdaniem zainteresowanych stron mało prawdopodobny i ekonomicznie nieuzasadniony. W nielicznych przypadkach powłoki proszkowe są nadal stosowane w lakierniach pojazdów użytkowych.

Ostatni etap malowania można przeprowadzić poprzez nałożenie farby zaciemniającej wokół nadkoli lub w komorze silnika pojazdu.

Obróbka końcowa (poprawki) (FI)

Kontrola jakości i naprawa powierzchni lakieru w zakładzie (jeśli jest to konieczne) są przeprowadzane w specjalnych strefach kontroli i kabinach naprawczych znajdujących się w tzw. strefie wykończeniowej. Materiały używane do tego typu napraw to albo systemy napraw powłok lakierniczych (stosowane w naprawach detalicznych), albo te same lub podobne farby/lakiery, co w linii głównej. Karoserie z większymi defektami są szlifowane i po zamaskowaniu dobrych części, cała karoseria jest ponownie wprowadzana na linię powłoki nawierzchniowej (tzw. drugi przebieg).

Zabezpieczanie/ochrona wnętrza (CP)

Dodatkową ochronę antykorozyjną wewnętrznych powierzchni wnętrza (które istnieją ze względów konstrukcyjnych) zapewnia powłoka woskowa. Powłoka ta może zostać wykonana dwoma technikami:

- natryskiem, przy użyciu roztworów woskowych (na bazie rozpuszczalników), emulsji woskowych (na bazie wody) lub 100 % wosku (płynne prepolimery, które żelują w kontakcie z powietrzem);
- zalaniem pustych przestrzeni czystym (100 %) podgrzanym woskiem.

2.2.3.4. Separacja mgły lakierniczej

Pomimo ulepszeń w automatyzacji i technikach transferu farby, niektóre cząsteczki farby nie trafiają na karoserię pojazdu i są usuwane wraz z odprowadzonym powietrzem. Aby zminimalizować zanieczyszczenie powietrza, stosuje się różne techniki.

W istniejących instalacjach standardem są płuczki Venturiego z przepływem krzyżowym. W tych systemach, energiczne mieszanie powietrza w kabinie z kroplami wody ma miejsce w dyszy Venturiego, a cząsteczki farby są przenoszone do wody w płuczce. Cząsteczki farby są oddzielane i zagospodarowywane jako odpad, a woda jest poddawana recyklingowi.

W nowych instalacjach oraz w przypadku całkowitej przebudowy linii malowania w istniejących lakierniach stosuje się zazwyczaj alternatywne techniki wychwytywania:

- oczyszczanie na sucho (*dry scrubbing*) z użyciem wapienia: farba przylega do proszku wapiennego, a następnie jest oddzielana przy użyciu filtra cząstek stałych;

- oczyszczanie elektrostatyczne (filtr elektryczny wyflukujący - *rinsed electric filter*);
- filtry labiryntowe (pudełka z kartonu);
- w małych kabinach lakierniczych (do napraw punktowych i poprawek lakierniczych) stosuje się filtry labiryntowe (kartonowe pojemniki lub systemy filtrów suchych z tworzywa sztucznego (filtry typu wychwyt farbę - *paint-stop*)).

2.2.3.5. Suszenie

Po nałożeniu farby/powłoki, mokra warstwa farby jest suszona w piecach. Jest to kombinacja:

- suszenia fizycznego, gdzie mokra powłoka została się z powodu odparowania wody i/lub rozpuszczalników organicznych;
- chemicznego sieciowania (*cross-linking*)/retikulacji (pieczenia/utwardzania) poprzez polimeryzację, polikondensację, poliaddycję lub suszenie oksydacyjne.

Procesy te rozpoczynają się w temperaturze pokojowej bezpośrednio po zmieszaniu składników lub po nałożeniu, przy czym wstępnie określona temperatura utwardzania musi zostać osiągnięta i utrzymana przez wystarczająco długi czas, aby uzyskać całkowite utwardzenie powłoki.

Piece są długimi tunelami z izolacją termiczną (o długości od 60 m do ponad 180 m). Po opuszczeniu służy powietrznej karoserie przechodzą przez strefę chłodzenia z powietrzem zewnętrznym. Generalnie stosowane są suszarki konwekcyjne, czasami w połączeniu ze źródłami promieniowania podczerwonego. Suszarnie są ogrzewane gazem ziemnym, a w wielu przypadkach ciepło jest odzyskiwane z dopalaczy rekuperacyjnych pracujących jednocześnie jako utleniacze lotnych związków organicznych zawartych w powietrzu odprowadzanym z suszarni.

2.2.3.6. Usuwanie LZO z gazów odlotowych

Usuwanie LZO z gazów odlotowych pochłania w procesie ich odprowadzania i oczyszczania duże ilości energii. Zazwyczaj procesy te stosuje się do oczyszczania powietrza odprowadzanego z suszarni, ponieważ:

- większość energii spalania można wykorzystać do ogrzewania pieców do utwardzania (w zależności od wybranej kombinacji systemu suszarnia-utleniacz);
- występują wysokie stężenia gazu surowego (200-500 mg C_{tot}/Nm^3) w połączeniu z niskimi ilościami gazu odlotowego (5 000-15 000 Nm^3/h);
- zapobiega to wydzielaniu się nieprzyjemnie pachnących składników (produkty rozkładu powstające podczas utwardzania farby).

Powietrze w suszarni jest recykulowane (wewnętrzna akumulacja rozpuszczalników), zanim zostanie ostatecznie odprowadzone jako gaz odlotowy. Zazwyczaj stosowane są rekuperacyjne lub regeneracyjne dopalacze termiczne, bardzo często dołączone do poszczególnych suszarni jako jednostki grzewcze pieca. W niektórych przypadkach, jeśli obciążenie rozpuszczalnikami jest niskie i ponowne wykorzystanie energii z oczyszczania gazów odlotowych nie jest możliwe, piece suszące pracują bez oczyszczania gazów odlotowych.

2.2.3.7. Gospodarowanie odpadami

Środki gospodarowania odpadami specyficzne dla danego zakładu mają na celu zmniejszenie ilości odpadów oraz osiągnięcie wysokiego wskaźnika recyklingu lub odzysku. Oznacza to zmniejszenie ilości odpadów wytwarzanych podczas powlekania, recykling tam, gdzie jest to

możliwe, rozdzielanie różnych rodzajów odpadów, a czasami obejmuje procesy przetwarzania odpadów, takie jak odwadnianie (osady z farb, osady z fosforanów) lub sprasowanie (folie, odpady opakowaniowe).

2.2.3.8. Rodziny lakierni

W zależności od rodzaju zastosowanego rozpuszczalnika możemy wyróżnić systemy farb na bazie rozpuszczalnika (organicznego)(SB), na bazie wody (WB) lub proszkowe (bez rozpuszczalnika)(PO). Termin „na bazie wody lub wodorozcieńczalna” oznacza, że w materiale gotowym do użycia część (niekoniecznie 100 %) rozpuszczalników organicznych zastępuje się wodą. Istotne dane dla najczęściej stosowanych powłok przedstawiono w Tabeli 2.5.

Tabela 2-5 Charakterystyka typowych powłok natryskowych stosowanych do powlekania samochodów osobowych.

Powłoka	Zawartość LZO (%)	Zawartość cząstek stałych (%)	Stosunek LZO/cząstki stałe	Zużycie materiału (kg/jednostkę)	Grubość powłoki po wysuszeniu (μm)
Podkład SB	35-50	50-65	0.5-1.0	1.1-2.8	20-40
Podkład WB	5-12	45-55	0.1-0.26	1.2-2.4	20-40
Powłoka bazowa SB o średniej zawartości cząstek stałych (MS) *	78-82				
Powłoka bazowa SB o wysokiej zawartości cząstek stałych (MS) *	(60)	18-22			
Powłoka nawierzchniowa SB o bardzo wysokiej zawartości cząstek stałych (UHS-TC)	(40)	3.6-4.5	1.4-3.5	10-15	
Powłoka bazowa WB *	(25)				
Powłoka nawierzchniowa WB (MHTC)	55-65				
Powłoka bezbarwna SB 1K	(50)	35-45			
Powłoka bezbarwna SB 2K o wysokiej zawartości cząstek stałych (HS)	(50)	1.3-1.8	1.5-2.2	12-20	
* Dane w nawiasach dotyczą kolorów o małej nieprzezroczystości. Źródło: [142. ACEA 2016]					

Historycznie, systemy farb były oparte na rozpuszczalnikach, z zawartością rozpuszczalnika do 85 % i z określoną emisją LZO wynoszącą około 300 g/m². W latach 70-tych XX wieku opracowano powłoki na bazie wody celem ograniczenia emisji rozpuszczalników i uniknięcia konieczności stosowania drogich i energochłonnych systemów oczyszczania gazów odlotowych. Przez kilkadziesiąt lat w UE wodorozcieńczalne powłoki bezbarwne były stosowane w lakierniach samochodowych, przy czym niektórzy producenci stosowali powłoki proszkowe jako podkłady oraz powłoki bezbarwne, jednak materiały te nie mogły sprostać stale rosnącym wymaganiom jakościowym i ich stosowanie w lakierniach samochodów osobowych i dostawczych zostało ostatecznie wstrzymane w 2015 r. (zob. sekcja 2.2.3.3).

Z biegiem czasu powstały dwie podstawowe koncepcje systemów powlekania: powłoki na bazie rozpuszczalników (SB) i powłoki na bazie wody (WB). Wybór systemu powlekania pociąga za sobą zasadnicze i najczęściej nieodwracalne różnice w konstrukcji lakierni, mimo że na pierwszy rzut oka procesy cząstkowe w obu rodzinach są identyczne. Ze względu na te różnice w konstrukcji przejście z powlekania na bazie rozpuszczalników na powlekanie na bazie wody nie jest możliwe bez radykalnej modyfikacji lakierni. Każda kombinacja systemu malowania, związanej z nim konstrukcji lakierni i techniki nanoszenia farby nazywana jest „rodziną lakierni” (*paint shop family*), a każda pojedyncza lakiernia należy albo do rodziny lakierni WB albo SB.

Tabela 2-6 Różnice techniczne pomiędzy rodzinami lakierni SB oraz WB.

System powlekania natryskowego	Na bazie rozpuszczalnika	Na bazie wody (baz powłoki bezbarwnej)
Suszarka pośrednia pomiędzy powłoką podstawową a powłoką bezbarwną.	Krótką strefa suszenia (nie we wszystkich przypadkach).	Konieczna suszarnia pośrednia (z T = 50-80 °C, t = 510 minut) oraz śluzy powietrzne wlotowe/wylotowe, typowa długość: 35-55 m (+ 75 % całkowitej długości linii powlekania nawierzchniowego TC).
Krzywa nagrzewania pieca do suszenia podkładu.	Nie jest konieczne utrzymywanie temperatury poniżej 100 °C.	5-10 minutowe utrzymanie temperatury, konieczne do odparowania wody przed przekroczeniem temperatury punktu wrzenia.
Materiał konstrukcyjny kabin lakierniczych.	Standardowa galwanizowana stal.	Stal nierdzewna dla wszystkich części mających kontakt z farbą.
Stosowanie naładowanych elektrycznie dzwonów.	Automatyczna aplikacja bez żadnych ograniczeń.	Aplikacja automatyczna. Konieczny jest elektrycznie oddzielony system zasilania farbą, który jest nieco mniej wydajny.
Zakres stosowania	Większy niż dla farb na bazie wody.	Ograniczenia w zakresie dopuszczalnej wilgotności powietrza. W zależności od lokalnych warunków klimatycznych konieczne jest dodatkowe wyposażenie w urządzenia klimatyzacyjne.

² Źródło: [142. ACEA 2016]

W istniejących zakładach przejście z jednej rodziny na drugą (SB na WB) jest możliwe tylko wtedy, gdy istnieje wystarczająco dużo miejsca na równoległą budowę drugiej lakierni (lub linii lakierniczej) bez przerywania produkcji w istniejącej oraz gdy nowa lakiernia może być połączona z magazynem karoserii i montażownią. Ze względu na te ograniczenia, taka transformacja jest bardzo kosztowna i rzadko się ją stosuje. Tam, gdzie takie zmiany są wprowadzane, są one najczęściej ograniczone do jednego podprocesu. Taki typ lakierni nazywany jest wówczas lakiernią SB-MIX. Rzeczywistą sytuację w UE przedstawiono w Tabeli 2.7.

Tabela 2-7 Szacunkowy odsetek różnych rodzin lakierni w UE.

Rodzina lakierni	Proces cząstkowy (podproces)			Instalacje	Proces	Instalacje
	PR *	BC *	CC			
WB	WB	WB	SB	57 %	Standardowy	42 %
					Zintegrowany	15 %
SB-MIX	WB SB	SB WB	SB	28.5 %	Standardowy	27 %
					Zintegrowany	1.5 %
SB	SB	SB	SB	14.5 %	Standardowy	13 %
					Zintegrowany	1.5 %
Standardowy (wszystkie rodziny)						82 %
Zintegrowany (wszystkie rodziny)						18 %

* W odniesieniu do różnych wersji procesów zintegrowanych stosuje się różne nazwy i skróty (zob. sekcja 2.2.3.9). Uwaga: Proces trójmokry (z ang. *wet-in-wet-in-wet* lub *three-wet*) objęty jest terminem „proces zintegrowany”.

PR: powłoka podkładowa; BC: powłoka podstawowa; CC: powłoka bezbarwna; WB: na bazie wody; SB: na bazie rozpuszczalnika; SB-MIX: połączenie powłok na bazie rozpuszczalnika z powłokami na bazie wody.

Źródło: [201. ACEA 2016], na podstawie próby 67 (z ogólnej liczby 74) lakierni samochodów osobowych.

2.2.3.9. Najnowsze koncepcje lakierni

W ciągu ostatnich 10 do 15 lat rozwinęły się nowe koncepcje lakierni, co doprowadziło do znacznych oszczędności energii:

- Eliminacja pieca do suszenia powłoki podkładowej poprzez zastosowanie albo:
 - tzw. procesu mokre na mokre na mokre (proces trójmokry, z ang. *wet-in-wet-in-wet* lub *three-wet*), czyli naniesienie podkładu, powłoki bazowej i powłoki bezbarwnej bez pośredniego suszenia/utwardzania; albo

- procesu zintegrowanego (IP), łączącego funkcje podkładu i powłoki bazowej w jeden nowy typ powłoki bazowej nakładanej w dwóch etapach.

Obie koncepcje powlekania stosuje się z lakierami na bazie rozpuszczalnika lub wody, przy czym powłoka bezbarwna jest zawsze lakierem na bazie rozpuszczalnika.

- Recyrkulacja powietrza w kabine lakierniczej, zazwyczaj w połączeniu z separacją na sucho mgły lakierniczej.

Ze względu na liczne ograniczenia techniczne koncepcje te nie są z reguły możliwe do zastosowania, przy rozsądnych kosztach, w istniejących instalacjach, ale oferują dodatkowe możliwości przy projektowaniu nowych lakierni lub w przypadku całkowitej przebudowy istniejących. Obecnie 18 % wszystkich lakierni samochodów osobowych w UE wykorzystuje już proces „trójmokry” lub proces zintegrowany, a wielu producentów uważa go za przyszły standard dla nowych projektów realizowanych od podstaw. Separacja na sucho mgły lakierniczej jest zainstalowana w 18 % wszystkich lakierni w UE w co najmniej jednej z kilku kabin lakierniczych [201. ACEA 2016].

Techniki te nie mają znaczącego wpływu na emisję całkowite LZO; główne korzyści dla środowiska to oszczędność wody (do nawilżania powietrza) i energii (brak pieca do suszenia powłoki podkładowej, znacznie mniej powietrza w kabine do kondycjonowania i przemieszczania). Oszczędza się również miejsce na podłodze (brak pieca do suszenia powłoki podkładowej, brak miejsc pracy pomiędzy podkładem (PR) a powłoką bazową (BC)).

2.2.3.10. Produkty specjalne w lakierniach samochodów osobowych

Operatorzy lakierni stoją w obliczu rosnącego popytu na samochody dwukolorowe. Po całkowitym pokryciu karoserii jednym kolorem, część powierzchni jest maskowana a karoseria jest ponownie wprowadzana na linię powłoki bazowej celem nałożenia drugiego koloru. Powoduje to dodatkowe zużycie rozpuszczalnika, emisję LZO, wytwarzanie odpadów i zużycie energii (zob. również sekcje 2.3.1 i 2.3.2).

W niektórych instalacjach vany kategorii N1 malowane są razem z samochodami osobowymi. W przeciwieństwie do samochodów osobowych, w których większość wewnętrznej powierzchni karoserii w stanie surowym (BIW) jest ostatecznie pokryta elementami plastikowymi, tkaniną lub wykładziną, vany zazwyczaj nie mają okien lub mają tylko małe okna w przedziale ładunkowym i duże widoczne powierzchnie wewnętrzne, które muszą być pokryte tymi samymi warstwami i być tej samej jakości co powierzchnie zewnętrzne. Prowadzi to do wyższych emisji w porównaniu z powlekaniami samochodów osobowych.

Zazwyczaj części nakładane (np. zderzaki), które są mocowane do karoserii samochodu na linii montażu końcowego, malowane są w oddzielnych lakierniach. Jednak w niektórych przypadkach te części jak i części zamienne dla serwisu posprzedażnego są montowane na płozach do karoserii lub na oddzielnych płozach i są lakierowane razem z karoseriami w tej samej lakierni.

2.2.4. Malowanie vanów

Na Ilustracji 2.11 przedstawiono dużą różnorodność pojazdów typu „van”. Klasycznie tego rodzaju pojazdy to duża ilość kombinacji karoserii/projektów, która obejmuje głównie kategorię N1 zgodnie z Dyrektywą 2007/46/WE¹³, ale także pochodne warianty do przewozu osób (M1) oraz, w zależności od wielkości, produkty należące do kategorii N2 i M2 (minibusy). W

¹³ Dyrektywa w sprawie homologacji: Dyrektywa 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 września 2007 r. ustanawiająca ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części i oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do tych pojazdów.

przypadku mniejszych vanów zasada ich konstrukcji wywodzi się zasadniczo z samochodów osobowych (*integral monocoque/unibody*), chociaż niektórzy producenci produkują vany na podwoziu opartym na konstrukcji samochodów ciężarowych.

Generalnie, układ i technologie nakładania farby w lakierniach vanów są bardzo podobne do tych stosowanych w lakierniach samochodów osobowych, zwłaszcza że vany produkowane są i sprzedawane w dużych ilościach i przeważnie są wytwarzane w lakierniach o dużej wydajności, liniowej strukturze, krótkich cyklach produkcyjnych i wysokiej automatyzacji.



Ilustracja 2-11 Przykłady pojazdów definiowanych jako vany.

Następujące aspekty mogą mieć wpływ na emisję LZO i powinny być brane pod uwagę:

- Powlekanie dużych powierzchni wewnętrznych, co prowadzi do większego zużycia farby na jeden pojazd i wyższej jednostkowej emisji LZO w g/m^2 w porównaniu z samochodami osobowymi.
- W wielu przypadkach roboty i elektrostatycznie wspomagane dzwony nie mogą być stosowane w powlekanii wnętrza. Często, ze względu na wydłużony czas cyklu, wymagana jest dodatkowa kabina lakiernicza do powlekania wnętrza.
- Wysoki udział jednowarstwowych powłok nawierzchniowych, które są dostępne tylko jako systemy na bazie rozpuszczalnika.
- Klienci zamawiają znacznie większą gamę kolorów. Obejmuje to również specjalne kolory flotowe zalecane przez klientów.
- Systemy podawania farby muszą być w stanie dostarczyć wiele kolorów w każdym cyklu produkcyjnym.
- Zwiększone czyszczenie.
- Specyficzne wymagania w zakresie ochrony antykorozyjnej (wosk, grubość warstwy itp.), wynikające z różnych poziomów gwarancji ochrony antykorozyjnej, prowadzą do większej różnorodności koncepcji powłok w lakierniach samochodów dostawczych w porównaniu z lakierniami samochodów osobowych.
- Większe instalacje ze względu na wielkość pojazdów.

Stosowane koncepcje powlekania zestawiono w Tabeli 2.8.

Tabela 2-8 Koncepcje powlekania dla vanów.

Warstwa	EC	PR	BC	CC	TC	Uwagi
Opcje	WB	WB	WB	SB		
warstw	WB	WB	(WB)	(SB)	WB	BC/CC tylko dla kolorów metalicznych/specjalnych

	WB	WB	(SB)	(SB)	SB	BC/CC tylko dla kolorów metalicznych/specjalnych
	WB	SB	(SB)	(SB)	SB	BC/CC tylko dla kolorów metalicznych/specjalnych
	WB	NA	SB	SB	NA	
	WB	NA	NA	NA	SB	

Uwagi:
 NA: nie dotyczy.
 EC: powłoka elektroforetyczna; PR: powłoka podkładowa; BC: powłoka bazowa; CC: powłoka bezbarwna; TC: powłoka nawierzchniowa; WB: na bazie wody; SB: na bazie rozpuszczalnika.
 Nawiasy oznaczają warstwę opcjonalną, zobacz komentarze.
 Źródło: [142. ACEA 2016], dane z Volkswagen AG, Daimler AG, Fiat Chrysler Automobiles N V, Renault, PSA, Iveco, Dürr Systems GmbH, Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co KG.

2.2.5. Malowanie samochodów ciężarowych (podwozi samochodów ciężarowych)

Ciężarówki produkowane są z trzech części (zob. Ilustracja 2.12):

- podwozie;
- kabina kierowcy;
- przedział ładunkowy / wyposażenie niestandardowe.

Producent samochodów ciężarowych produkuje i powleka oddzielnie podwozia i kabiny, a następnie montuje kabinę, silnik i skrzynię biegów na podwoziu wraz z towarzyszącym wyposażeniem. Produkcja skrzyni ładunkowej samochodu ciężarowego (skrzynia ładunkowa, wywrotka, cysterna itp.) oraz przyczep i naczep prowadzona jest przez wyspecjalizowanych producentów, oddzielnie od zakładu montującego samochody ciężarowe¹⁴.



Ilustracja 2-12 Typowa konstrukcja samochodu ciężarowego (oddzielne przedziały dla kierowcy i ładunku).

Następujące wymagania jakościowe są ważne w przypadku samochodów ciężarowych:

¹⁴ Malowanie skrzyni ładunkowej nie jest objęte działaniem 3 (a) iii Załącznika VII Dyrektywy IED (powlekanie wanów i ciężarówek). Powlekanie tych części lub produktów (gdzie zużycie rozpuszczalnika przekracza wartości progowe określone w Załączniku I do Dyrektywy IED) jest uwzględnione w rozdziale 3 „Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych”.

- Długotrwała ochrona przed korozją, czynnikami atmosferycznymi, chemicznymi (np. ptasie odchody, kwaśne deszcze), ochrona przed uderzeniami kamieni, słońcem, ścieraniem w myjniach samochodowych itp.
- Idealne właściwości optyczne powierzchni: połysk, głębia koloru, brak zmętnienia, bezbłędnosc, dzięki czemu uzyskuje się jednorodność i spójność kolorystyki oraz tworzenie efektów (np. metalicznych).

Tak wysokie wymagania mogą być osiągnięte tylko przez co najmniej trzy, często cztery, a może nawet pięć warstw lakieru zaprojektowanych tak, aby wzajemnie się uzupełniały. Nakłada się je na elementy karoserii tłoczone i montowane ze stali poddanej obróbce wstępnej w celu zwiększenia długotrwałej odporności na korozję [201. ACEA 2016].

W Europie dominuje następująca konstrukcja warstw powłoki:

- obróbka wstępna stosowana na tworzywach sztucznych i częściach karoserii wykonanych z metali (np. stal jest wstępnie fosforanowana w celu zwiększenia długotrwałej odporności na korozję);
- katodowa elektroforetyczna powłoka gruntująca;
- ochrona podwozia/uszczelnienie spawów/złączeń;
- powłoka podkładowa (*primer*);
- powłoka nawierzchniowa (może składać się z powłoki bazowej i powłoki bezbarwnej);
- naprawa ubytków oraz, w razie potrzeby, ochrona na czas transportu.

Rama samochodu ciężarowego (podwozie) jest nitowana z szyn i poprzeczek, wstępnie powlekana powłoką elektroforetyczną, podkładową, a czasami również nawierzchniową. Po montażu układu napędowego i innych części na ramie, końcowa operacja lakierowania podwozia ciężarówki polega na pokryciu pozostałych niepowleczonych części podwozia, naprawy zarysowań lub nadania produktowi koloru zgodnie z wymaganiami klienta. Jeżeli powlekanie pojedynczych komponentów lub części przykręcanych jest wykonywane w tej samej instalacji (co ma miejsce w niektórych dużych zakładach produkujących samochody ciężarowe), operacje powlekania są włączone jako operacje powlekania samochodów ciężarowych do limitu bilansu masy rozpuszczalnika dla danej instalacji. Stosowane koncepcje powlekania podano w Tabeli 2.9.

Następujące dodatkowe czynniki mają wpływ na emisję LZO:

- Liczba kolorów innych niż czarny lub ciemnoszary jest mniejsza niż w przypadku samochodów osobowych, ale stale rośnie, ponieważ coraz więcej klientów chce, aby podwozie i kabina ciężarówki były w identycznych lub pasujących kolorach.
- Ze względu na złożoną geometrię i wiele różnych typów podwozi produkowanych przez jednego producenta, automatyzacja nie jest zazwyczaj stosowana w lakierniach samochodów ciężarowych.

Tabela 2-9 Koncepcje powlekania dla samochodów ciężarowych (ciężarówek).

Warstwa	EC	PR	BC	CC	TC	Uwagi
Opcje warstw	*	NA	NA	NA	SB	Lakier końcowy służy tylko do dopasowania koloru i naprawy.
	*	NA	NA	NA	WB	
	*	SB	NA	NA	WB	
	WB	NA	NA	NA	SB	

Uwagi:

NA: nie dotyczy.

EC: powłoka elektroforetyczna; PR: powłoka podkładowa; BC: powłoka bazowa; CC: powłoka bezbarwna; TC: powłoka nawierzchniowa; WB: na bazie wody; SB: na bazie rozpuszczalnika.

Nawiasy oznaczają warstwę opcjonalną, zobacz komentarze.

Źródło: [142. ACEA 2016], dane z Volkswagen AG, Daimler AG, Fiat Chrysler Automobiles N V, Renault, PSA, Iveco, Dürr Systems GmbH, Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co KG.

Malowanie może być ręczne lub zautomatyzowane. Zalety stosowania robotów to redukcja mgły lakierniczej oraz zużycia materiału dzięki wyższej wydajności transferu oraz jednolitej, powtarzalnej powłoce. Ponadto, technologia ta ma zalety ergonomiczne.

W celu wysuszenia powlekane podwozia są najpierw transportowane do strefy odparowania o maksymalnej temperaturze 40 °C i niskiej prędkości powietrza. Następnie farba jest suszona w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza w temperaturze 85-100 °C. Warstwa nawierzchniowa może być farbą na bazie rozpuszczalnika 2K o wysokiej zawartości cząstek stałych i niskiej zawartości LZO. Po wysuszeniu podwozia są schładzane do temperatury otoczenia a maskowanie jest usuwane. Osie są malowane powłoką nawierzchniową w ramach malowania podwozia i dlatego są poddawane podobnemu procesowi.



Źródło: [201. ACEA 2016].

Ilustracja 2-13 Malowanie samochodów ciężarowych.

2.2.6. Malowanie kabin samochodów ciężarowych

Kabiny kierowców ciężarówek są powlekane oddzielnie, a następnie montowane do podwozia. Zasadniczo konstrukcja lakierni oraz technologie nakładania farby są bardzo podobne do tych stosowanych w lakierniach samochodów osobowych. Należy jednak wziąć pod uwagę następujące specyficzne cechy:

- Istnieje wiele kolorów, które bardzo często są dostępne tylko jako powłoki nawierzchniowe na bazie rozpuszczalnika. Bardzo często klienci zalecają specjalne kolory flotowe, a dla danego modelu kabiny może istnieć do 300 kolorów.
- Do 50 % powierzchni kabiny pokrywają elementy z tworzyw sztucznych (głównie elementy z polietylenu/etylenu-propylenu-dienu (PE/EPDM) formowane wtryskowo), dlatego preferowane są systemy farb, które działają na obu powierzchniach.
- Różnorodność koncepcji powłok w instalacjach lakierniczych do kabin samochodów ciężarowych jest większa niż w lakierniach samochodów osobowych.

Wyzwania te prowadzą do wysokiego udziału powłok bazowych i nawierzchniowych na bazie rozpuszczalników. W przypadku nowoczesnych farb na bazie rozpuszczalników o bardzo wysokiej lub ultrawysokiej zawartości cząstek stałych (SB-VHS/UHS) można osiągnąć taki sam lub nawet niższy stosunek LZO do zawartości cząstek stałych jak w przypadku farb na bazie

wody. Stosunek LZO do zawartości cząstek stałych, a nie tylko zawartość LZO, powinien być uznawany za najlepszy wskaźnik przy porównywaniu systemów lakierniczych. Stosunki LZO do zawartości cząstek stałych spotykane w malowaniu ciężarówek CV są następujące:

- 0.25-0.33 SB-VHS/UHS;
- 0.60-1.00 WB BC;
- 0.36-0.49 WB TC (średnia/wysoka zawartość cząstek stałych).

Zob. również Tabela 2.5.

Ponieważ zakres aplikacji dla systemów na bazie rozpuszczalnika jest znacznie szerszy niż dla farb na bazie wody, a strefy odparowania i piece suszące są mniejsze i zużywają mniej energii, lakiernie te mają lepsze osiągi pod względem zużycia energii w porównaniu z tymi, które stosują farby na bazie wody, zwłaszcza w regionach o długich okresach wysokich temperatur i dużej wilgotności.

Istnieje wiele różnych koncepcji powlekania, które wpisują się w ogólną strategię logistyki montażu i produkcji danego producenta (zob. Tabela 2.10). Systemy lakiernicze, które mają temperatury utwardzania od 80 °C do 90 °C i mogą być stosowane zarówno do powierzchni metalowych jak i z tworzyw sztucznych (tak więc malowanie elementów z tworzyw sztucznych może być zintegrowane z lakiernią kabinową) są już często stosowane do malowania kabin w instalacjach poza UE i z pewnością będą w przyszłości wprowadzane do większej liczby lakierni w UE.

Tabela 2-10 Koncepcje powlekania kabin samochodów ciężarowych.

Warstwa	EC	PR	BC	CC	TC	Uwagi
Opcje warstw	NA	PO	WB	SB 2K	(WB)	TC dla powłok niemetalicznych w ramach tej samej linii
	NA	NA	SB	SB		Kabina + elementy z tworzywa sztucznego, proces w 80 °C
	WB	WB	NA	NA	WB	
	WB	WB	WB	SB	(WB)	TC dla powłok niemetalicznych w ramach tej samej linii
	WB	WB	WB	SB		
	WB	WB	NA	NA	SB	
	WB	SB	WB	SB	(WB)	TC dla powłok niemetalicznych w ramach tej samej linii
	WB	WB	SB	SB	NA	
	WB	NA	NA	NA	SB	
	WB	SB	SB	SB	NA	
WB	NA	SB	SB	NA		

Uwagi:
 NA: nie dotyczy, PO – powlekanie proszkowe.
 EC: powłoka elektroforetyczna; PR: powłoka podkładowa; BC: powłoka bazowa; CC: powłoka bezbarwna; TC: powłoka nawierzchniowa; WB: na bazie wody; SB: na bazie rozpuszczalnika.
 Nawiasy oznaczają warstwę opcjonalną, zobacz komentarze.
 Źródło: [142. ACEA 2016], dane z Dürr, Scania, Iveco, Daimler, MAN Trucks&Buses, Volvo Group, Nissan.

Większość lakierni posiada automatyczne systemy aplikacji (roboty) i systemy dostarczania farby, które są przystosowane do dostarczania małych ilości farby (zużycie 100 - 200 kg/dobę) oraz pozwalają na szybką zmianę wielu różnych kolorów, w niektórych przypadkach ponad 300 dla danego modelu kabiny.



Źródło: [201.ACEA 2016].

Ilustracja 2-14 Malowanie kabin samochodów ciężarowych.

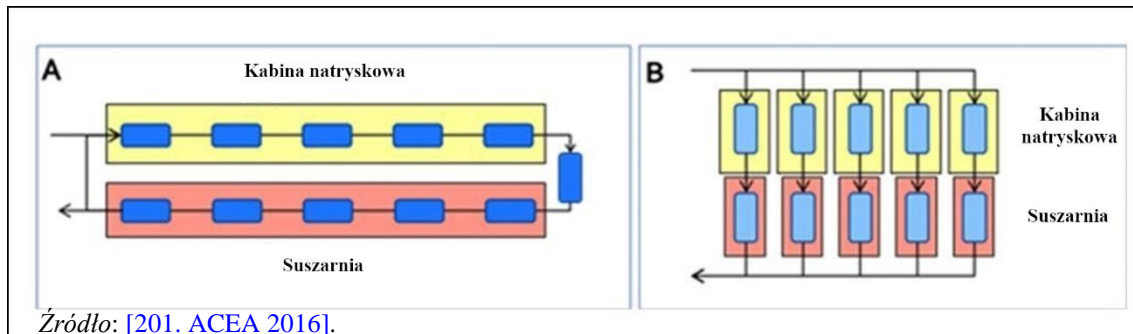
2.2.7. Powlekanie autobusów

W zasadzie opisy procesów i technik z sekcji 2.2.3 są ważne również dla powlekania autobusów. Poniżej przedstawiono główne różnice.

W porównaniu z samochodami osobowymi, wielkość produkcji autobusów jest znacznie niższa. W związku z tym lakiernie są zazwyczaj projektowane dla niższych wydajności (< 20 sztuk na dobę). Można wyróżnić dwa założenia projektowe i eksploatacyjne:

- Zamiast oddzielnych kabin lakierniczych dla każdej warstwy powłoki stosuje się jedną wielofunkcyjną linię lakierniczą, a karoserie są wielokrotnie przemieszczane przez tę samą linię, aż do nałożenia wszystkich niezbędnych warstw.
- Malowanie odbywa się w boksach lakierniczych zamiast w sekwencyjnych liniach lakierniczych (zob. Ilustracja 2.15, ogólny opis tej koncepcji został niedawno opublikowany¹⁵).

¹⁵ Svejda, P. Koncepcja boksów lakierniczych lub linii lakierniczej. Systemy modułowe zwiększają elastyczność oraz obniżają koszty (*Paint box concept or painting line. Modular systems increase flexibility and cut costs*). Int. Surf. Techn. 2011, 4 (2), 26-29; DOI 10.1365/s35724-011-0034-2.



Ilustracja 2-15 Różne koncepcje projektowe dla dużych (A: sekwencyjna linia lakiernicza) i średnich lub małych (B: boksy lakiernicze) zdolności produkcyjnych.

Ważną cechą w powlekaniu autobusów jest zapotrzebowanie klientów na kolory charakterystyczne dla danej marki, dlatego lakiernie muszą obsługiwać ponad 400 różnych odcieni, a bardzo często zamawiane są wielokolorowe autobusy czy autokary.

Nie wszystkie karoserie autobusów są powlekane elektroforetycznie. Powierzchnie wewnętrzne autobusów miejskich są zazwyczaj powlekane, podczas gdy autokary, zwłaszcza w sektorze luksusowym, są prawie całkowicie pokryte wewnętrznymi elementami z tworzyw sztucznych i nie wymagają powłoki nawierzchniowej. Dlatego też malowane powierzchnie i emisja LZO w g/m^2 są bardzo różne w obu grupach. W przypadku autobusów turystycznych stosuje się różne wykładziny podłogowe; materiały te są mocowane za pomocą dwustronnych folii samoprzylepnych lub klejone za pomocą klejów dyspersyjnych, które w niektórych przypadkach są na bazie rozpuszczalników. Ochrona podwozia jest bardzo często nakładana jako powłoka po ostatecznym montażu autobusu.

Materiał powłokowy jest наносzony za pomocą pistoletów natryskowych HVLP, konwencjonalnych *airmix* lub *airless*. Nadmiar mgły lakierniczej jest oddzielany za pomocą płuczek gazowych mokrych lub filtrów suchych.

W celu wysuszenia powlekane podwozia są najpierw transportowane do strefy odparowywania o maksymalnej temperaturze $40\text{ }^\circ\text{C}$ i niskiej prędkości przepływu powietrza. Następnie farba jest suszona w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza przy temperaturze $85\text{-}90\text{ }^\circ\text{C}$. Po wysuszeniu podwozia są schładzane do temperatury otoczenia.



Ilustracja 2-16 Operacje powlekania autobusów: elektroforetyczne (po lewej) i nawierzchniowe (po prawej).

Tabela 2-11 Koncepcje powlekania autobusów.

Warstwa	EC	PR	BC	CC	TC	UC	Uwagi
Opcje warstw	WB	NA	NA	NA	NA	NA	Po powlekanii elektroforetycznym przekazanie do innego zakładu lakierniczego
	WB	*	*	*	SB	NA	Wykończenie po montażu autobusu

	*	SB	WB	SB	(SB)	NA	Powłoka nawierzchniowa tylko dla lakierów niemetalicznych
	WB	WB	SB	SB	NA	NA	
	-	SB	WB	SB	(SB)	SB	Powłoka nawierzchniowa tylko dla lakierów niemetalicznych
	SB	WB	NA	NA	SB	NA	Grunt epoksydowy jako substytut powłoki elektroforetycznej
	SB	SB	NA	NA	SB	NA	
	WB	SB	SB	SB	NA	SB	
	*	SB	SB	SB	(SB)	SB	Powłoka nawierzchniowa tylko dla lakierów niemetalicznych
Uwagi: * Wykonane w oddzielnej lakierni, NA: nie dotyczy. UC: Powłoka podwozia dla ochrony przed odpryskami kamieni; Źródło: [201. ACEA 2016], dane z Iveco S.p.A., MAN Truck & buses, Daimler AG, Scania AB.							

Oczyszczanie gazów odlotowych stosuje się celem zmniejszenia emisji LZO z gazów pochodzących z pieców suszących (piec EC, piec TC) w dużych instalacjach. W przypadku mniejszych instalacji nie stosuje się żadnych technik ograniczania emisji.

2.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii pojazdów

[155. TWG 2016] [142. ACEA 2016] [147. TFTEI 2016] [145. ACEA 2019] [146. ACEA 2018]

W gromadzeniu danych uczestniczyła znaczna liczba instalacji do nakładania powłok na samochody osobowe (PC). Liczba instalacji do powlekania vanów (VAN), samochodów ciężarowych (CV) i kabin samochodów ciężarowych (CAB) była znacznie niższa, łącznie siedem, i była tylko jedna instalacja do powlekania autobusów [155. TWG 2016]. Dodatkowe dane dotyczące drugiej instalacji do powlekania autobusów zostały dostarczone w połowie 2018 roku [223. Hiszpania 2018]. Dane dotyczące zużycia i emisji zostały uzupełnione z wykorzystaniem innych źródeł [142. ACEA 2016], [147. TFTEI 2016].

Wartości nominalne dla grubości warstwy, zawartości cząstek stałych oraz LZO, zużycia materiału i udziału w emisji przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2-12 Zawartość rozpuszczalnika i cząstek stałych w materiałach powłokowych.

Materiał powlekający	Grubość powłoki po wysuszeniu (μm)	Zawartość cząstek stałych (¹) (% m)	Zawartość LZO (¹) gotowe do użycia (% m)	Zużycie materiału (²) (kg/karoserię)	Udział w emisji (³) (g/m^2)
Katodowa farba zanurzeniowa, materiał uzupełniający	NI	38 - 42	2 - 4	6.0 - 7.0	NI
Katodowa farba zanurzeniowa, zbiornik zanurzeniowy	18 - 22 na zewnątrz > 10 od wewnątrz	16 - 20	1 - 2	NI	0.6 - 1.0
Podkład/grunt na bazie rozpuszczalnika	20 - 40	50 - 65	35 - 50	1.4 - 2.8	4.0 - 8.0
Podkład/grunt na bazie wody	20 - 40	45 - 55	5 - 12	1.2 - 2.4	0.5 - 1.5
Podkład/grunt na bazie proszku	60 - 90	100	0	2.0 - 2.5	0
Powłoka bazowa na bazie rozpuszczalnika (⁴)	10 - 15 (25)	18 - 22 (40)	78 - 82 (60)	2.5 - 3.5	20 - 30
Powłoka bazowa na bazie rozpuszczalnika (⁴) (wysoka zawartość cząstek stałych)	12 - 20 (25)	35 - 45 (50)	55 - 65 (50)	1.5 - 2.2	10 - 15
Powłoka bazowa na bazie wody (⁴)	10 - 15 (25)	16 - 22 (40)	12 - 17	2.5 - 3.5	3.0 - 6.5
Proces zintegrowany (cała powłoka bez powłoki bezbarwnej)	15 - 30 (35)	16 - 30 (40)	10 - 18	3.0 - 5.0	3.0 - 7.5
Powłoka bezbarwna na bazie rozpuszczalnika	30 - 55	47 - 54	46 - 53	2.1 - 3.0	7.0 - 12.0
Powłoka bezbarwna (wysoka zawartość cząstek stałych, 1K)	30 - 55	55 - 60	40 - 45	1.8 - 2.4	6.0 - 10.0
Powłoka bezbarwna (wysoka zawartość cząstek stałych, 2K)	30 - 55	55 - 65	35 - 45	1.6 - 2.4	5.0 - 9.0
Powłoka bezbarwna na bazie wody (2K)	30 - 45	45 - 50	8 - 15	2.2 - 2.8	1.5 - 4.0
Zawiesina proszkowa	30 - 40	37 - 40	< 1	2.3 - 2.8	0.5 - 1.0
Powłoka bezbarwna na bazie proszku	60 - 80	100	0	1.4 - 1.8	0
Powłoka nawierzchniowa na bazie rozpuszczalnika (1K)	35 - 50	45 - 60	40 - 55	2.8 - 4.0	9.0 - 18.0
Powłoka nawierzchniowa na bazie rozpuszczalnika (2K)	35 - 50	55 - 70	30 - 45	2.4 - 3.5	7.0 - 14.0
Powłoka nawierzchniowa na bazie wody (1K)	35 - 50	45 - 55	5 - 13	3.1 - 4.5	1.5 - 4.5
Powłoka nawierzchniowa na bazie wody (2K)	35 - 50	45 - 50	12 - 18	3.4 - 5.0	3.5 - 7.0
Uszczelnianie części spodniej	200 - 1 000	95 - 98	2 - 5	1 - 5	0.2 - 3.0
Uszczelnianie spawów	\varnothing : (2 - 10) mm	95 - 98	2 - 5	3 - 9	0.7 - 4.0

Natryskiwany materiał tłumiący	1 500 - 5 000	79 - 99	0 - 3	2 - 8	0 - 2
Materiał do zabezpieczania wnętrza, wolny od LZO	NI	Zmienna	0	1 - 2	0
Materiał do zabezpieczania wnętrza, zawierający LZO	NI	70 - 85	15 - 30	1 - 2	2.0 - 5.0
Środek płuczący do podkładu/gruntu na bazie rozpuszczalnika	NI	0	100	Na jeden rozpylacz: <i>zmiana koloru:</i> 15 ml farby 200 ml środka płuczącego ⁽⁵⁾ <i>krótkie płukanie:</i> BC: po (1 - 5) karoserii CC: po (5 - 10) karoserii (20 - 30) ml rozpuszczalnika	W zależności od procesu i sposobu działania instalacji lakierniczej
Środek płuczący do podkładu/gruntu na bazie wody	NI	0	10 - 15		
Środek płuczący do BC na bazie rozpuszczalnika	NI	0	100		
Środek płuczący do BC na bazie wody	NI	0	10 - 15		
Środek płuczący na bazie środków powierzchniowo czynnych	NI	0	0		
Środek płuczący dla CC	NI	0	100		
Czyszczenie instalacji, rozcieńczalnik, komora mieszania, laboratorium	NI	0	0 - 100		
<p>(1) W stanie gotowości do użycia.</p> <p>(2) Ilość natryskiwanego lakieru na jedną karoserię; całkowite zużycie może być wyższe ze względu na straty związane ze zmianą koloru i drugim przejściem.</p> <p>(3) Zgodnie z 31. BimSchV (Federalne Rozporządzenie w sprawie Kontroli Immisji), wartości orientacyjne dla normalnych warunków zastosowania i konfiguracji instalacji (bez przetwarzania gazów odprowadzanych z kabiny).</p> <p>(4) Wartości w nawiasach mają zastosowanie do odcieni kolorów o małej intensywności, takich jak biały lub beżowy (kolor niemieckiej taksówki).</p> <p>(5) W tak zwanej procedurze miękkiego oczyszczania (<i>soft purge procedure</i>), nowy kolor podkładu/gruntu jest podawany jeszcze w trakcie malowania tyłu poprzedniego pojazdu. Eliminuje to konieczność płukania przy zmianie koloru.</p> <p>Uwaga: Ogólne wartości referencyjne dla średniej wielkości samochodów osobowych. Ze względów jakościowych w poszczególnych przypadkach mogą obowiązywać inne warunki, w zależności od typu pojazdu. W szczególności inne wymagania obowiązują zazwyczaj dla lakierowania na zewnątrz i od wewnątrz.</p> <p>Źródło: [169. VDI 2013]</p>					

2.3.1. Zużycie

2.3.1.1. Zużycie energii

Zużycie energii w procesie powlekania stanowi około 40-50 % całkowitego zużycia energii w produkcji samochodów (w miejscu montażu pojazdów) i ten energochłonny etap jest potencjalnie najbardziej znaczący dla środowiska pod względem zużycia rozpuszczalników i emisji. Główna część zużywanej energii jest dostarczana przez gaz ziemny i wykorzystywana do ogrzewania suszarek oraz termicznej redukcji gazów odlotowych zawierających rozpuszczalniki.

Dane dotyczące zużycia energii w lakierniach nie obejmują energii potrzebnej do obsługi budynku. Jednakże, w zależności od warunków lokalnych i możliwości technicznych, ewentualne ogrzewanie/chłodzenie budynku może prowadzić do zmniejszenia zużycia energii w lakierni. Dlatego też dane liczbowe z różnych lokalizacji mogą wykazywać bardzo szeroki zakres wahań.

W Tabeli 2.13 przedstawiono analizę zużycia energii w poszczególnych segmentach lakierni w podziale na etapy procesu (scenariusz projektowy dla lakierni o wydajności 30 pojazdów/godzinę oraz powłoki na bazie wody dla podkładu/gruntu i farby bazowej) [169. VDI 2013].

Tabela 2-13 Typowe zużycie energii w lakierniach samochodowych.

Parametr	Jednostka	Instalacja referencyjna	Wariant A (bez podkładu /gruntu)	Wariant B (mokre na mokre)	Wariant C (obiekt referencyjny z płuczką suchą)	Wariant D (bez podkładu z płuczką suchą)	Wariant E (mokre na mokre z płuczką suchą)
Czyszczenie i obróbka wstępna (instalacja) - PT							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	22	22	22	22	22	22
Gaz ziemny	kWh/pojazd	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	26/0	26/0	26/0	26/0	26/0	26/0
Powlekanie przez zanurzenie (farba i suszarka) - CDC							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	46	46	46	46	46	46
Gaz ziemny	kWh/pojazd	80	80	80	80	80	80
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	0/17	0/17	0/17	0/17	0/17	0/17
Uszczelnianie, wytłumianie, maskowanie (miejsca pracy i suszarki) - US/WS							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	30	30	30	30	30	30
Gaz ziemny	kWh/pojazd	55	55	55	55	55	55
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Podkład (kabina lakiernicza i suszarka)							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	36	NA	21	36	NA	21
Gaz ziemny	kWh/pojazd	65	NA	11	65	NA	11
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	60/1	NA	60/1	1/11	NA	1/11
Powłoka bazowa (kabina lakiernicza i suszarka) - BC							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	30	30	24	30	30	24
Gaz ziemny	kWh/pojazd	27	27	10	27	27	10
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	60/1	60/1	60/1	1/12	1/12	1/12
Powłoka bezbarwna (kabina lakiernicza i suszarka TC) - CC							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	35	35	35	35	35	35
Gaz ziemny	kWh/pojazd	63	63	63	63	63	63
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	75/1	75/1	75/1	1/9	1/9	1/9
Zabezpieczanie wnek (zakład + podgrzewanie/suszarka) - CP							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	8	8	8	8	8	8
Gaz ziemny	kWh/pojazd	15	15	15	15	15	15
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
Miejsca pracy (wszystkie inne, w tym przeróbki/poprawki, z wyłączeniem uszczelniania)							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	28	23	19	28	23	19
Gaz ziemny	kWh/pojazd	41	35	30	41	35	30
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	3/2	2/2	2/1	3/2	2/2	2/1
Razem							
Energia elektryczna	kWh/pojazd	235	194	205	235	194	205
Gaz ziemny	kWh/pojazd	346	275	264	346	275	264
Woda (gorąca/zimna)	kWh/pojazd	250	188	248	87	74	85
Zużycie całkowite	kWh/pojazd	831	657	717	668	543	554

Źródło: [169. VDI 2013]

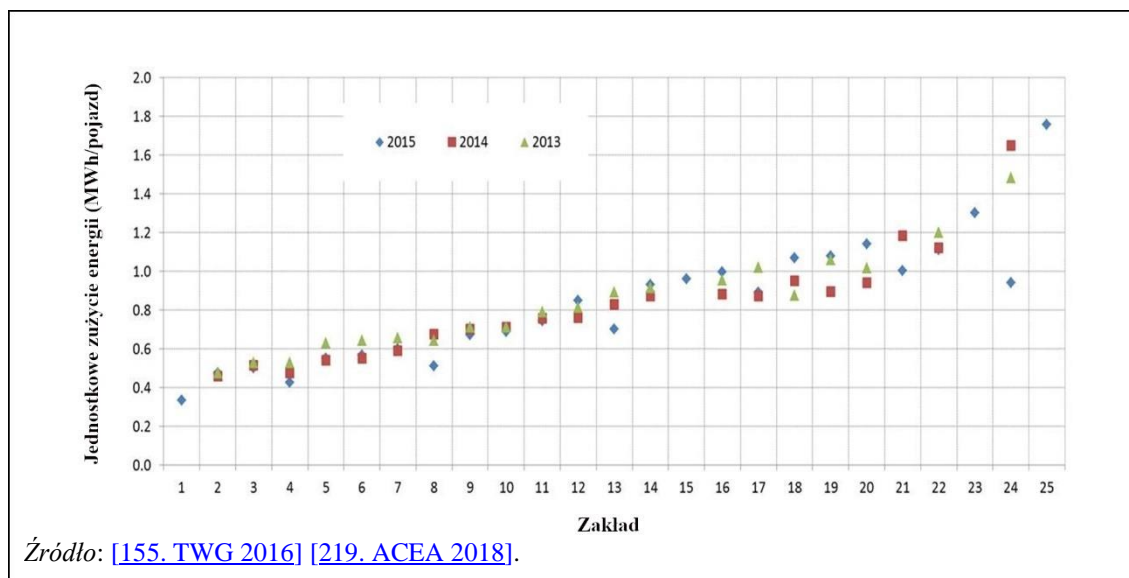
Trudno jest określić ilościowo wpływ warunków klimatycznych na całkowite zużycie energii w lakierni. Wynika to głównie z braku systemów pomiaru energii, które obejmowałyby konkretne aspekty funkcjonowania lakierni i wszystkie potencjalne formy energii wejściowej (energia elektryczna, gaz). Sporadycznie podawane dane wskazują, że od 1 % do 16 % całkowitego zużycia energii jest związane z lokalnymi warunkami klimatycznymi (np. na potrzeby ogrzewania/chłodzenia lub osuszania powietrza procesowego).

Zużycie energii może być mierzone za pomocą liczników mediów podłączonych do głównego systemu gromadzenia danych. W przypadku braku specjalnych pomiarów, zużycie energii w

lakierni może być obliczone przy użyciu szerszych danych dotyczących zużycia energii oraz odpowiednich współczynników korekcyjnych (zob. również [109. COM 2009]).

2.3.1.1.1. Powlekanie samochodów osobowych

Na Ilustracji 2.17. przedstawiono dane dotyczące jednostkowego zużycia energii przez zakłady produkujące samochody osobowe (lakiernie PC), wyrażone w MWh/pojazd.



Ilustracja 2-17 Jednostkowe zużycie energii (MWh/pojazd) dla zakładów produkujących samochody osobowe (lakiernie PC).

W poniższej tabeli podsumowano zgłoszone dane dotyczące jednostkowego zużycia energii przez zakłady zajmujące się powlekaniami samochodów osobowych.

Tabela 2-14 Jednostkowe zużycie energii w zakładach nakładania powłok na samochody osobowe (lakiernie PC).

Rodzaj produktu	Dane zgłoszone ⁽¹⁾ 2013-2015				Raport branży ⁽²⁾ 2012			
	Liczba zakładów	Średnie (MWh /pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (MWh /pojazd)	Min./Max. (MWh /pojazd)	Liczba zakładów	Średnie (MWh /pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (MWh /pojazd)	Min./Max. (MWh /pojazd)
PC	25	0.85	0.61-1.01	0.33/1.76	68	0.87	0.64-1.04	0.32/3.53

Źródło: ⁽¹⁾ [155. TWG 2016] [219. ACEA 2018], ⁽²⁾ [142. ACEA 2016]

W przypadku lakierni samochodów osobowych większość zgłoszonych wartości jednostkowego zużycia energii wynosi poniżej 1 MWh/pojazd, przy czym średnia wartość wynosi 0.85 MWh/pojazd.

Nie obserwuje się znaczących rocznych odchyień w zakresie określonego zużycia energii, z wyjątkiem jednego zakładu, który odnotował znaczny wzrost (ponad trzykrotny) przepustowości, co jest związane ze wzrostem wykorzystania zainstalowanych mocy produkcyjnych lakierni oraz bardziej efektywnym wykorzystaniem - pod względem zużycia energii - dostępnej infrastruktury.

Raport branżowy podsumowujący dane z 68 lakierni wskazuje na średnie jednostkowe zużycie energii na poziomie 0.87 MWh/pojazd [142. ACEA 2016]. Główne czynniki determinujące zużycie energii przez lakiernię samochodów osobowych to:

Wewnętrzne (techniczne):

- Farba/lakier (WB, SB) oraz koncepcja (klasyczna, trójmokra, IP).

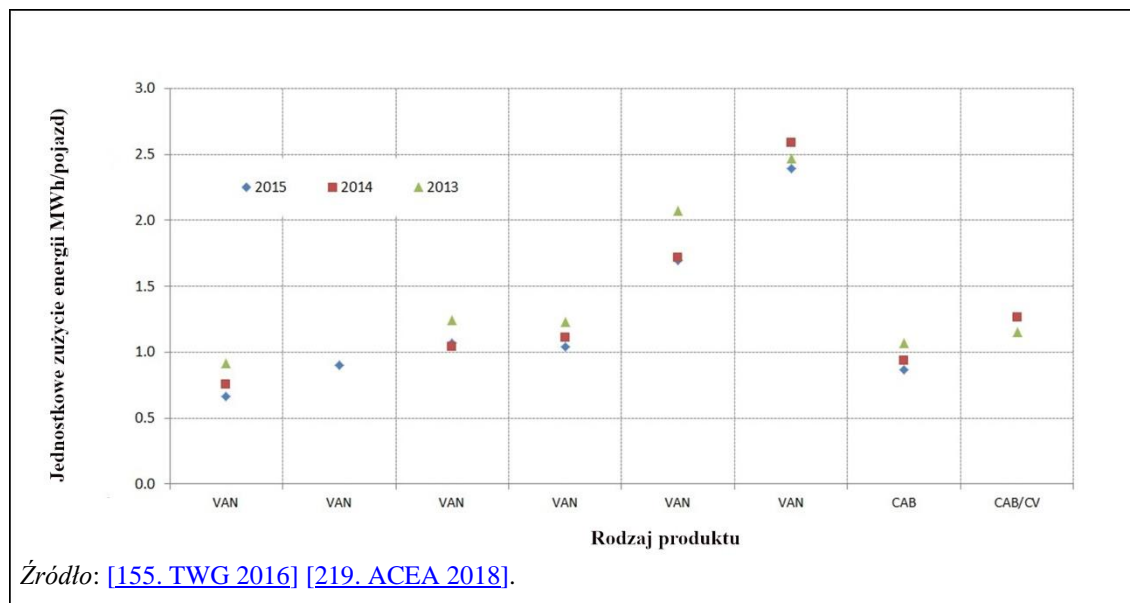
- Suszarki: Piec do PVC (tak/nie), piec do powłoki podkładowej (tak/nie).
- Oczyszczanie gazów odlotowych z pieca suszącego (tak/nie); jeśli tak, czy występuje ponowne wykorzystanie energii do ogrzewania procesu?
- Recykling gazów odlotowych z kabiny lakierniczej (akumulacja wewnętrzna) (tak/nie - gdzie?).
- Przetwarzanie gazów odlotowych z kabiny lakierniczej (tak/nie).

Zewnętrzne (w tym warunki klimatyczne):

- Liczba stopniodni grzania (HDD)¹⁶.
- Liczba dni z chłodzeniem kabiny lakierniczej.
- Względna wilgotność powietrza atmosferycznego.
- Dostępność taniej energii chłodzącej, np. wody powierzchniowej.
- Dostępność nadwyżek ciepła z pobliskich dużych obiektów energetycznego spalania (zastępuje moce chłodni kominowych) [komentarz ACEA #119 w [212. TWG 2018]].

2.3.1.1.2. Powlekanie vanów, ciężarówek, kabin samochodów ciężarowych i autobusów

Ilustracja 2.18 przedstawia zgłoszone dane dotyczące jednostkowego zużycia energii w zakładach zajmujących się powlekaniami vanów, ciężarówek i kabin samochodów ciężarowych (lakiernie Van, CV i CAB), wyrażone w MWh/pojazd.



Ilustracja 2-18 Jednostkowe zużycie energii (MWh/pojazd) w zakładach powlekania vanów, samochodów ciężarowych i kabin samochodów ciężarowych.

Poniższa tabela podsumowuje zgłoszone dane dotyczące określonego zużycia energii w podziale na rodzaje produktów.

¹⁶ Tzw. Stopniodni grzania (HDD - Heating Degree Days) oraz stopniodni chłodzenia (CDD - Cooling Degree Days) są przybliżonymi wskaźnikami zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania lub schłodzenia, odpowiednio, domu lub przedsiębiorstwa. Obie zmienne pochodzą z pomiarów temperatury powietrza zewnętrznego. Więcej informacji można znaleźć na stronie: www.eea.europa.eu/data-andmaps/indicators/heating-degree-days-2.

Tabela 2-15 Jednostkowe zużycie energii przez lakiernie vanów, samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów.

Rodzaj produktu	Dane zgłoszone ⁽¹⁾ 2013-2015				Raport branży ⁽²⁾ 2012			
	Liczba zakładów	Średnie (MWh /pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (MWh /pojazd)	Min./Max. (MWh /pojazd)	Liczba zakładów	Średnie (MWh /pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (MWh /pojazd)	Min./Max. (MWh /pojazd)
Van	6	1.37	0.95 -1.65	0.78/2.48	9	1.70	1.12-3.00	0.85/3.49
Kabina/ CV	2	1.08	NA	0.96/1.21	Kabina: 8	1.33	0.88-1.88	0.56/6.23
					CV: 4	0.31	NA	0.27/0.44
Autobus	2	NA	NA	4.6/14.1*	8	14.9	3.0-21.8	1.7/37.1

* Wartość 14.1 obejmuje działania STS i nie-STS.
 Uwaga:
 NA: Nie dotyczy/niedostępne.
 Źródło: ⁽¹⁾ [155. TWG 2016] [219. ACEA 2018] [223. Hiszpania 2018] ⁽²⁾ [142. ACEA 2016]

Wśród zgłoszonych technik oszczędzania energii, najczęściej stosowanymi są:

- izolacja termiczna zbiorników i kadzi zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze;
- odzysk ciepła z oczyszczania gazów odlotowych;
- regulacja przepływu w zależności od potrzeb; zmniejszona wentylacja przy pracy jałowej lub konserwacji;
- odprowadzanie powietrza z odzyskiem energii z pieców suszących;
- odprowadzanie powietrza z odzyskiem energii ze strefy chłodzenia;
- centralne oczyszczanie gazów odlotowych za pomocą napędów o zmiennej częstotliwości;
- powietrze pod ciśnieniem: wydajność/wartość ciśnienia;
- recyrkulacja powietrza z kabiny natryskowej.

2.3.1.2. Zużycie wody

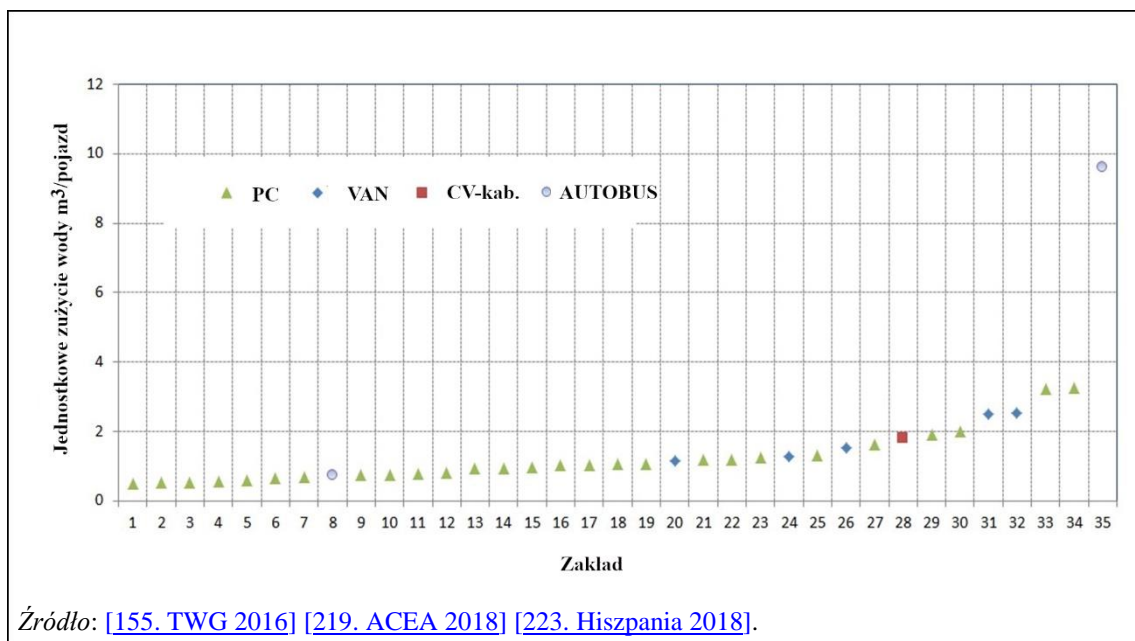
Zużycie wody w lakierniach samochodowych związane jest głównie z:

- dostarczaniem wody płuczącej w procesach czyszczenia i obróbki wstępnej;
- uzupełnianiem zbiorników do odtłuszczenia i obróbki wstępnej oraz systemów płuczek gazowych mokrych;
- straty na skutek parowania z systemów płuczek gazowych mokrych oraz nawilżania powietrza.

Konserwacja wanien w celu zmniejszenia zużycia wody i odzyskania chemikaliów do obróbki jest ważną częścią zarządzania lakiernią. Zbiorniki płuczące są zazwyczaj eksploatowane jako kadzie kaskadowe [142. ACEA 2016].

Na Ilustracji 2.19 oraz w Tabeli 2.16 przedstawiono dane dotyczące jednostkowego zużycia wody (wyrażonego w m³/pojazd) zgłoszonego przez różne instalacje. Większość zgłoszonych wartości jednostkowego zużycia wody wynosi poniżej 1.3 m³/pojazd.

Raport branży wskazuje na jednostkowe zużycie wody pomiędzy 0.9 m³/pojazd a 1.8 m³/pojazd, przy czym wartości zużycia poniżej 0.4 m³/pojazd zgłaszane są z lakierni do specjalnych konstrukcji karoserii (małe pojazdy) lub z instalacji z suchą separacją cząstek [142. ACEA 2016].



Ilustracja 2-19 Jednostkowe zużycie wody (m³/pojazd) w lakierniach samochodowych (dane z 2015 r.).

W poniższej tabeli podsumowano zgłoszone dane dotyczące jednostkowego zużycia wody w lakierniach samochodowych w podziale na rodzaje pojazdów.

Tabela 2-16 Jednostkowe zużycie wody w lakierniach samochodowych.

Rodzaj produktu	Dane zgłoszone (¹) 2015				Raport branży (²) 2012			
	Liczba zakładów	Średnie (m ³ /pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (m ³ /pojazd)	Min./Max. (m ³ /pojazd)	Liczba zakładów	Średnie (m ³ /pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (m ³ /pojazd)	Min./Max. (m ³ /pojazd)
PC	27	1.15	0.71-1.22	0.49/3.26	47	1.18	0.90-1.82	0.22/3.47
Van	5	1.80	NA	1.15/2.54	3	2.05	NA	0.96/3.26
Kabina/ CV	1	1.81	NA	NA	Kabina:7	2.63	0.66-2.78	0.15/7.61
					CV: 5	4.21	0.15-0.56	0.1/6.98
Autobus	2	5.18	NA	0.73/9.63	5	14.6	4.1-29.9	10.6/54.6

Uwaga:
NA: Nie dotyczy/niedostępne.
Źródło: (¹) [155. TWG 2016] [219. ACEA 2018] [223. Hiszpania 2018] (²) [142. ACEA 2016]

Główne techniki minimalizacji zużycia wody to:

- ponowne wykorzystanie i/lub recykling wody;
- kontrolowanie zużycia wody;
- płukanie odwróconą kaskadą;
- odmulanie wanny;
- wymiana jonowa;
- filtracja membranowa;
- skimmer olejowy;
- filtr cząstek stałych;
- separator magnetyczny;
- wirówki dekantacyjne dla ścieków z lakierni zawierających mgłą lakierniczą;
- neutralizacja.

2.3.2. Emisje

2.3.2.1. Emisje całkowite LZO

W przypadku powlekania pojazdów LZO stanowią najbardziej znaczące źródło emisji. Działalność ta emituje LZO pochodzące głównie z kabin lakierniczych, pieców suszących i oczyszczania sprzętu do nakładania powłok.

Zazwyczaj nakładanie i suszenie podkładu oraz powłoki nawierzchniowej/powłoki bezbarwnej odpowiada za około 80 % emisji LZO pochodzących z sektora produkcji samochodów zajmującego się malowaniem. Procedury ponownego nakładania (rektyfikacji) powłoki nawierzchniowej oraz czyszczenia, a także dodatkowe źródła (np. powlekanie małych części, nakładanie ochrony na podwozie) odpowiadają za pozostałe 20 %. Około 70-90 % emisji całkowitych LZO powstających podczas procedury nakładania i suszenia pochodzi z kabiny lakierniczej, a pozostałe 10-30 % z suszarki. Podane wartości procentowe zależą zasadniczo od rodzaju zastosowanego rozpuszczalnika, farb oraz współczynnika efektywności danej techniki aplikacji. Gazy odprowadzane z suszarni, zawierające LZO, są zazwyczaj kierowane do systemu termicznego oczyszczania gazów odlotowych.

Emisje LZO w sektorze powlekania pojazdów wyrażane są jako emisje jednostkowe w gramach LZO/m² powlekaną powierzchnią. Powierzchnię powlekaną oblicza się zgodnie z częścią 3.2 załącznika VII do Dyrektywy IED (zob. również Załącznik 21.5.1.5.6.).

2.3.2.1.1. Powlekanie samochodów osobowych

Na Ilustracji 2.20 przedstawiono zgłoszone emisje całkowite z 28 lakierni w Europie, zajmujących się nakładaniem powłok na samochody osobowe (PC) i lekkie pojazdy użytkowe (LCV). Zgodnie z rodzajem lakieru/farby stosowanego do różnych warstw powłoki (podkład, powłoka bazowa, powłoka bezbarwna), lakiernie klasyfikuje się jako SB (rozpuszczalnikowe: stosowanie farby na bazie rozpuszczalnika do wszystkich warstw), SB-MIX (stosowanie powłoki na bazie wody do podkładu lub powłoki bazowej oraz na bazie rozpuszczalnika do pozostałych warstw) oraz WB (wodne: stosowanie powłoki na bazie wody do wszystkich warstw z wyjątkiem powłoki bezbarwnej). Inna opcja, system zintegrowany, istnieje, ale nie została zidentyfikowana w sprawozdaniach z 28 lakierni. Według ACEA, emisje LZO z systemów zintegrowanych są podobne do emisji z innych dobrze działających systemów, a systemy te są wdrażane z innych powodów (zob. sekcja 2.2 oraz [\[142. ACEA 2016\]](#)).

Raport branży analizujący dane z 74 lakierni samochodów osobowych wskazuje na średnią wartość 25.1 g/m² i średnią 50 % w przedziale od 16 g/m² do 33 g/m² [\[142. ACEA 2016\]](#).

Z raportu TFTEI¹⁷ analizującego dane z 60 referencyjnych lakierni w Europie wynikają wartości emisji, które przedstawiono w Tabeli 2.17 w odniesieniu do typu lakierni [\[147. TFTEI 2016\]](#).

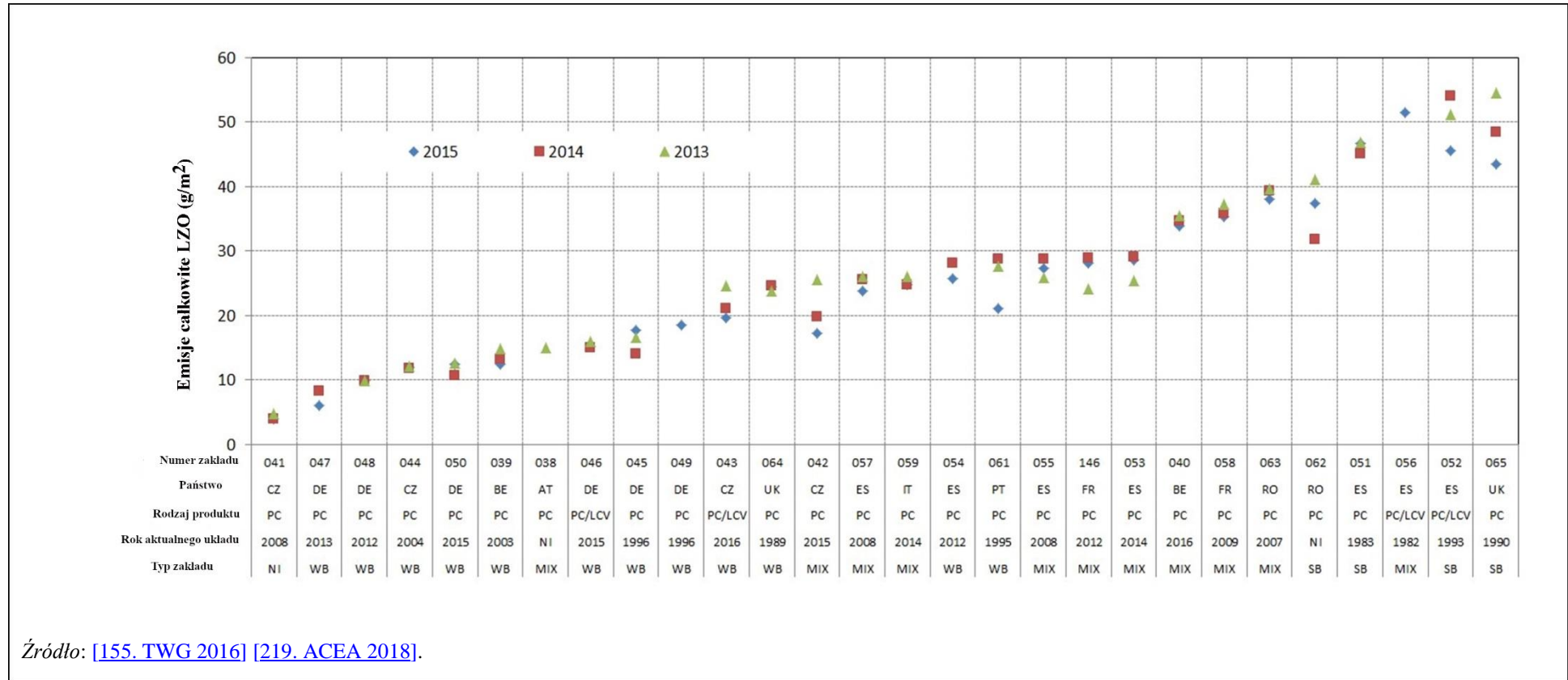
Tabela 2-17 Emisje całkowite LZO dla różnych typów lakierni.

Typ lakierni Emisja LZO (g/m ²)	SB	SB-MIX	WB	System zintegrowany
Średnia	37.8	28.7	18.6	20.5
Min.-Max.	16.8-50.3	12.5-48.2	6.0-30.5	8.9-32.1

Źródło: [\[147. TFTEI 2016\]](#)

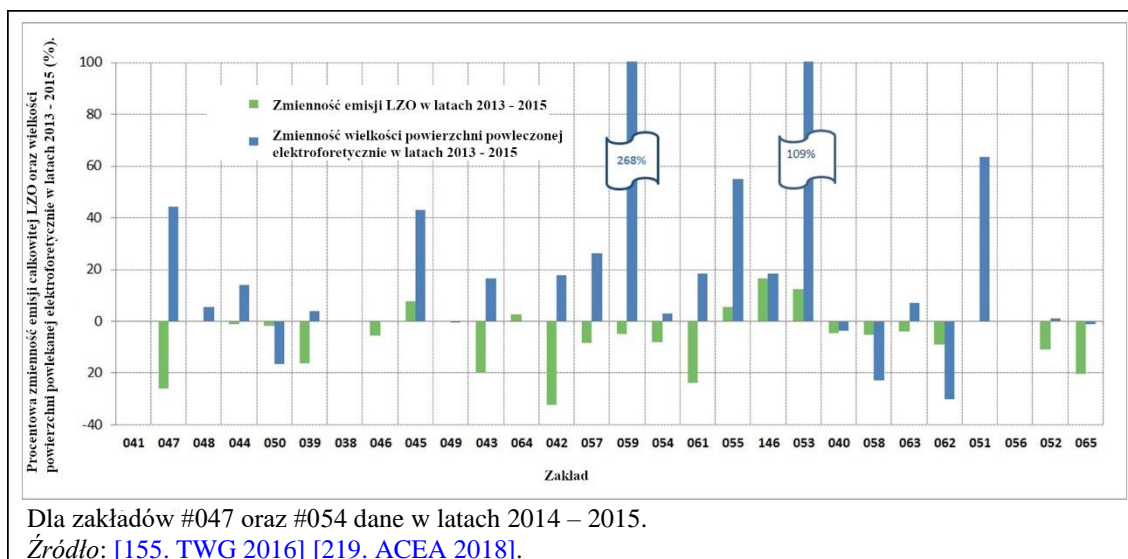
¹⁷ TFTEI: Grupa zadaniowa ds. zagadnień techniczno-gospodarczych Konwencji EKG ONZ w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości (LRTAP).

Dane z badania branży pokazują, że ogólna wydajność europejskich lakierni uległa w długim okresie (2002-2012) poprawie (zob. Ilustracja 2.6) [[142. ACEA 2016](#)].



Ilustracja 2-20 Emisje całkowite LZO (g/m²) z powlekania samochodów osobowych w latach 2013-2015.

W okresie odniesienia (2013-2015), w przypadku większości instalacji, które przekazały dane, obserwuje się spadek całkowitych wartości emisji LZO. W większości przypadków jest to połączone ze wzrostem wykorzystania mocy zainstalowanej zakładu (lakierni) (zob. ilustracja 2.21 poniżej).



Ilustracja 2-21 Procentowa zmienność emisji całkowitych LZO (g/m^2) oraz wielkości całkowitej powierzchni powlekanej elektroforetycznie w latach 2013-2015.

Na przykład, dane z dwóch instalacji pokazują:

- zmniejszenie o prawie 24 % emisji całkowitych LZO, co można skorelować ze zmniejszeniem o 10 % całkowitego emitowanego ładunku LZO oraz zwiększeniem o 18 % powierzchni powlekanej w latach 2013-2015 (źródło: Zakład #061 w [155. TWG 2016]);
- zmniejszenie o 26 % emisji całkowitych LZO w połączeniu ze wzrostem o około 6 % całkowitego emitowanego ładunku LZO oraz wzrostem o 40 % powierzchni powlekanej w latach 2014-2015 (źródło: Zakład #047 w [155. TWG 2016]).

Oprócz poważnych zmian w projekcie i technologii lakierni, które są związane głównie z cyklem inwestycyjnym instalacji, szereg innych technik może przyczynić się do znacznego ograniczenia emisji. Jako przykład można podać informacje z jednej instalacji, z których wynika, że wdrożenie następujących - głównie zarządczych a nie dużych inwestycyjnych - technik przyniosło w efekcie redukcję emisji jednostkowych o 34 % w okresie dziewięciu lat (z $53.76 \text{ g}/\text{m}^2$ w 2007 r. do $35.41 \text{ g}/\text{m}^2$ w 2016 r.) (źródło: Zakład #058 w [155. TWG 2016]):

- wdrożenie ręcznych niskociśnieniowych urządzeń do natryskiwania farby;
- zmniejszenie liczby kolorów farb;
- tylko jedna powłoka zamiast trzech rodzajów powłok;
- wzrost liczby samochodów w partii samochodów tego samego koloru;
- prace nad wydajnością transferu poprzez optymalizację odległości nakładania (powłoka bazowa i bezbarwna);
- stosowanie produktów o niskiej zawartości rozpuszczalników do czyszczenia robotów do malowania, chronionych obudową;
- poprawa odsetka samochodów dobrze polakierowanych za pierwszym razem (zwiększenie wskaźnika „poprawnie za pierwszym razem”) oraz wdrożenie techniki poprawek na miejscu.

Możliwy wpływ specjalnych wykończeniowych powłok lakierniczych na emisję LZO.

Istnieją różne specjalne wykończenia lakiernicze stosowane w przemyśle samochodowym, które mają bezpośredni wpływ na emisję LZO. Obejmują one, choć nie tylko, następujące elementy:

Wykończenia o wysokim połysku - mogą to być procesy cztero- lub trójwarstwowe, w zależności od możliwości stworzenia danego koloru i dużej zmiany koloru w danej technologii. Na proces ten składają się:

- powłoka bazowa - powłoka tworząca efekt - powłoka bezbarwna - utwardzanie; albo
- powłoka bazowa - powłoka bezbarwna - utwardzanie - powłoka tworząca efekt - powłoka bezbarwna - utwardzanie.

Oba procesy wymagają dłuższego czasu malowania niż w przypadku powłok standardowych, a w przypadku czterech powłok pojazd musi być dwukrotnie poddany procesowi malowania. Ma to wpływ na emisję, zdolność produkcyjną oraz wskaźniki złomowania - ze względu na zwiększone ogólne nagromadzenie powłok i mniejsze możliwości ich naprawy.

Obecne wskaźniki stosowania specjalnych wykończeniowych powłok lakierniczych są dość niskie (~ 5 %), ale nawet przy takim wskaźniku ich wpływ na emisję LZO szacuje się na ~ 1 g/m². Jeżeli popyt na tego rodzaju wykończenia wzrośnie, będzie to miało poważny wpływ na emisję LZO.

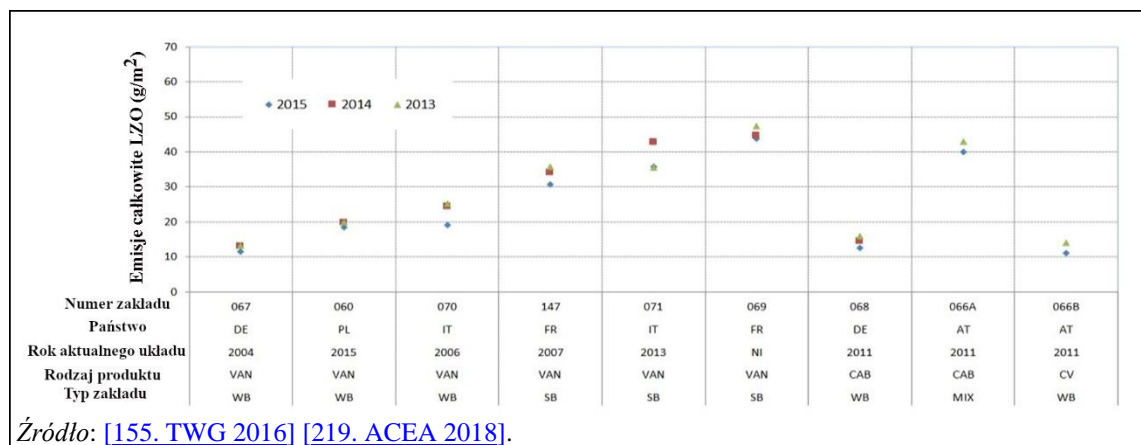
Pojazdy dwubarwne - różnią się procesem, liczbą drugich kolorów oraz wielkością powierzchni drugiego koloru. Może to być zarówno dach w innym kolorze, jak i cała górna część pojazdu w drugim kolorze, czasami łącznie z maską, bagażnikiem lub klapą bagażnika. Wydaje się, że jest to najnowszy trend wśród klientów, a wskaźniki zastosowania mogą wynosić 30 % lub więcej wielkości produkcji. Na podstawie średniej wielkości powierzchni pojazdu (~ 100 m² powierzchni powłoki elektroforetycznej) i 30 % wskaźnika absorpcji, wpływ na emisję LZO wyniósłby od 1 g/m² do 5 g/m² w zależności od zakresu drugiego koloru. Jeżeli popyt wzrósłby jeszcze bardziej (przy wyższym wskaźniku absorpcji), emisja LZO też by wzrosła.

Barwione powłoki bezbarwne - istnieją pewne kolory, które uzyskuje się poprzez zastosowanie barwionej powłoki bezbarwnej. Czasami w zakładzie można zastosować dwa lub trzy dodatkowe powłoki bezbarwne. Konwencjonalna lakiernia z pojedynczą powłoką bezbarwną często nie będzie czyścić lub opróżniać automatyki. Dodanie barwionej powłoki bezbarwnej wymaga od automatyki nie tylko opróżniania przy zmianie koloru, ale również częstszego czyszczenia.

Inne wykończenia specjalne są możliwe i były stosowane w przeszłości, np. matowa powłoka bezbarwna, matowa czerń, płynne srebro. Wszystkie one mają wpływ na emisję LZO, ale do tej pory były stosowane tylko w dość ograniczonej liczbie pojazdów [komentarz ACEA zakładu #223 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

2.3.2.1.2. Powlekanie vanów, ciężarówek, kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów

Na ilustracji 2.22 przedstawiono dane sprawozdawcze z dziewięciu lakierni zajmujących się powlekaniami vanów, samochodów ciężarowych i kabin samochodów ciężarowych.



Ilustracja 2-22 Emisje całkowite LZO (g/m^2) z powlekania wanów, samochodów ciężarowych i kabin samochodów ciężarowych w latach 2013-2015.

Istnieją dane zgłoszone tylko dla dwóch instalacji do powlekania kabin samochodów ciężarowych, w obu przypadkach poniżej $45 \text{ g}/\text{m}^2$ ($14.32 \text{ g}/\text{m}^2$ i $41.5 \text{ g}/\text{m}^2$ jako średnie dla okresu 2013-2015) [155. TWG 2016].

Raport branży z analizą danych z 11 lakierni kabin samochodów ciężarowych wskazuje na średnią wartość $21.2 \text{ g}/\text{m}^2$, przy czym środkowe 50 % waha się od $14.1 \text{ g}/\text{m}^2$ do $51.3 \text{ g}/\text{m}^2$ [142. ACEA 2016].

Zgłoszone dane z siedmiu lakierni dotyczące powlekania nowych wanów i ciężarówek wykazują średnią wartość $26.3 \text{ g}/\text{m}^2$ z wartościami wahającymi się od $12.5 \text{ g}/\text{m}^2$ do $45.3 \text{ g}/\text{m}^2$ (wszystkie wartości są średnimi z okresu 2013-2015) [155. TWG 2016].

W sprawozdaniu branży przeanalizowano dane z 10 zakładów lakierniczych w zakresie powlekania wanów i 6 zakładów lakierniczych w zakresie powlekania samochodów ciężarowych i wyprowadzono średnie wartości wynoszące odpowiednio $33 \text{ g}/\text{m}^2$ i $50 \text{ g}/\text{m}^2$ dla tych dwóch rodzajów produktów [142. ACEA 2016].

Podstawowe dane statystyczne wyprowadzone ze zgłoszonych danych przedstawiono w Tabeli 2.18.

Tabela 2-18 Dane dotyczące emisji całkowitych LZO z lakierni samochodowych.

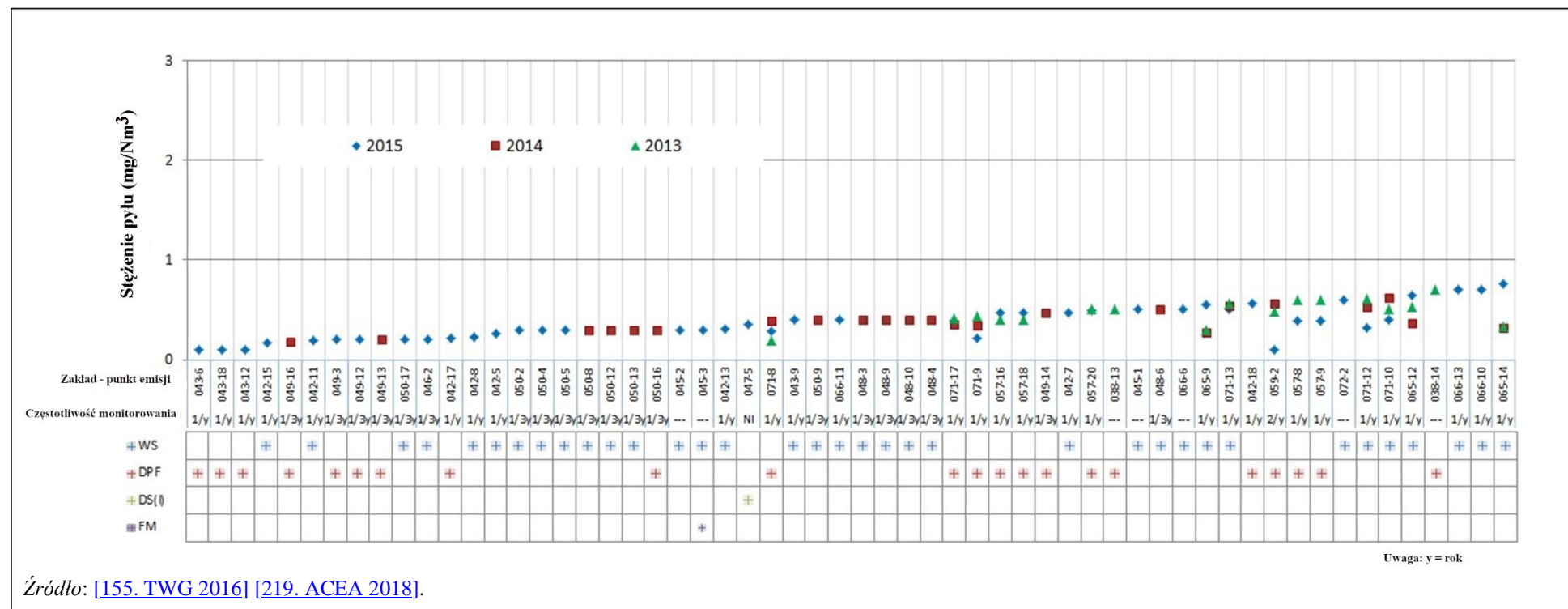
Rodzaj produktu	Dane zgłoszone ⁽¹⁾ 2015				Raport branży ⁽²⁾ 2012			
	Liczba zakładów	Średnie (g/m^2)	Środkowe 50 % (middle fifty) (g/m^2)	Min./Max. (g/m^2)	Liczba zakładów	Średnie (g/m^2)	Środkowe 50 % (middle fifty) (g/m^2)	Min./Max. (g/m^2)
PC	28	25.7	15.3-35.0	4.2/51.4	74	25.1	15.9-32.9	4.7/55.3
Van	6	28.6	20.3-36.9	12.6/45.3	10	33	24-47	16/61
CV	1	12.5	NA	NA	6	50.5	22.2-56.9	17/68.1
Kabina	2	27.9	NA	14.3/41.5	11	21.2	14.1-51.3	8.3/70.6
Autobus	2	138.7	NA	95.3/182	10	64.6	36.9-118	4.4/183

Uwaga:
 NA: Nie dotyczy/niedostępne.
 Źródło: ⁽¹⁾ [155. TWG 2016] [219. ACEA 2018] [223. Hiszpania 2018]
 Źródło: ⁽²⁾ [142. ACEA 2016]

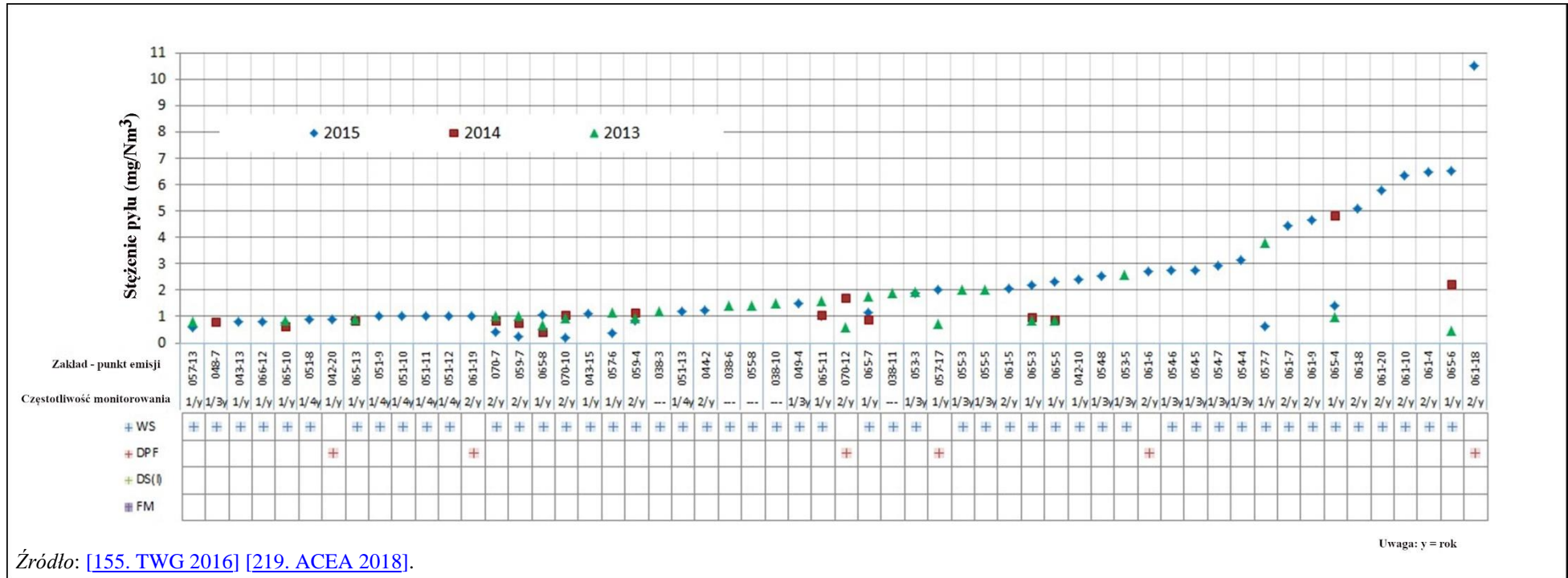
2.3.2.2. Emisje pyłów w gazach odlotowych

Poza emisją LZO, emisje pyłów wynikające z tworzenia się mgły lakierniczej są również uważane za kluczowy problem środowiskowy w tym sektorze. Wszystkie lakiernie wyposażone są w płuczki Venturiego lub płuczki suche celem ograniczenia emisji pyłów powstających w wyniku tworzenia się mgły lakierniczej.

Ilustracje 2.23 i 2.24 przedstawiają zgłoszone wartości emisji pyłu z lakierni samochodowych stosujących mokre lub suche techniki ograniczania zapylenia. Zgłoszone wartości stężeń są na ogół niskie.



Ilustracja 2-23 Emisje pyłów w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015 (1/2).



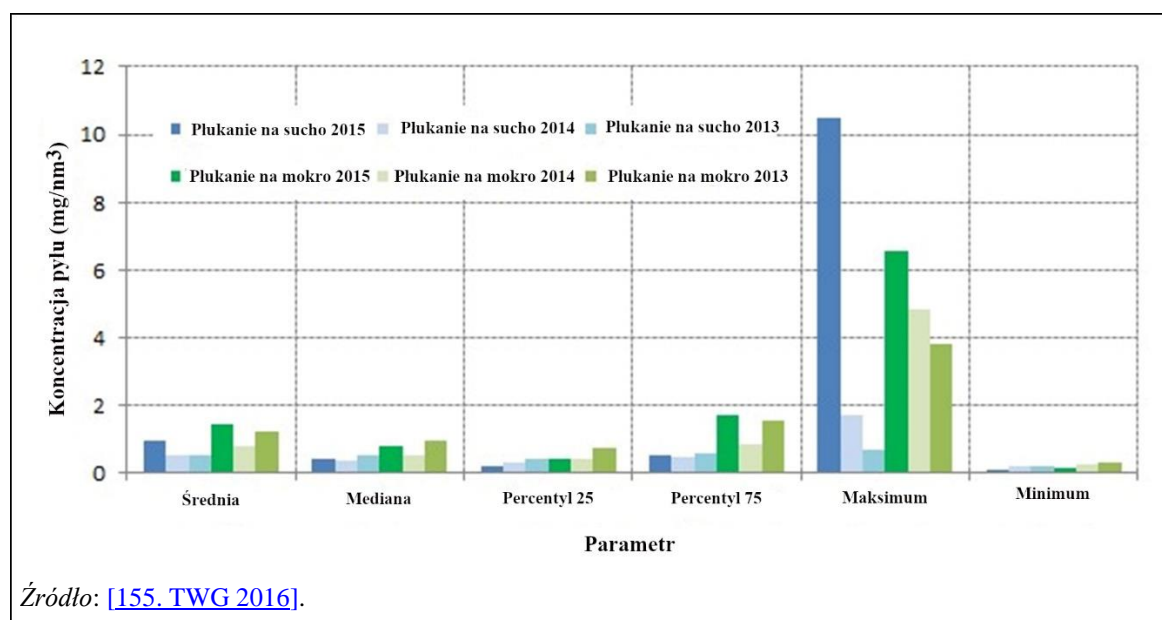
Ilustracja 2-24 Emisje pyłów w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015 (2/2).

Analizę statystyczną przedstawionych danych o emisji całkowitej pyłu oraz w podziale na zastosowane techniki jej ograniczania przedstawiono w Tabeli 2.19 oraz na Ilustracji 2.25.

Tabela 2-19 Dane statystyczne dotyczące emisji pyłów w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Parametr	Wszystkie dane			Płukanie na sucho			Płukanie na mokro		
	2015	2014	2013	2015	2014	2013	2015	2014	2013
Liczba pomiarów	90	38	44	23	9	13	67	29	31
Średnia	1.3	0.7	1.0	1.0	0.5	0.5	1.4	0.8	1.2
Mediana	0.6	0.5	0.8	0.4	0.4	0.5	0.8	0.5	1.0
Percentyl 25	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.7
Percentyl 75	1.2	0.8	1.3	0.5	0.5	0.6	1.7	0.9	1.5
Maksimum	10.5	4.8	3.8	10.5	1.7	0.7	6.5	4.8	3.8
Minimum	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3

Źródło: [155. TWG 2016]

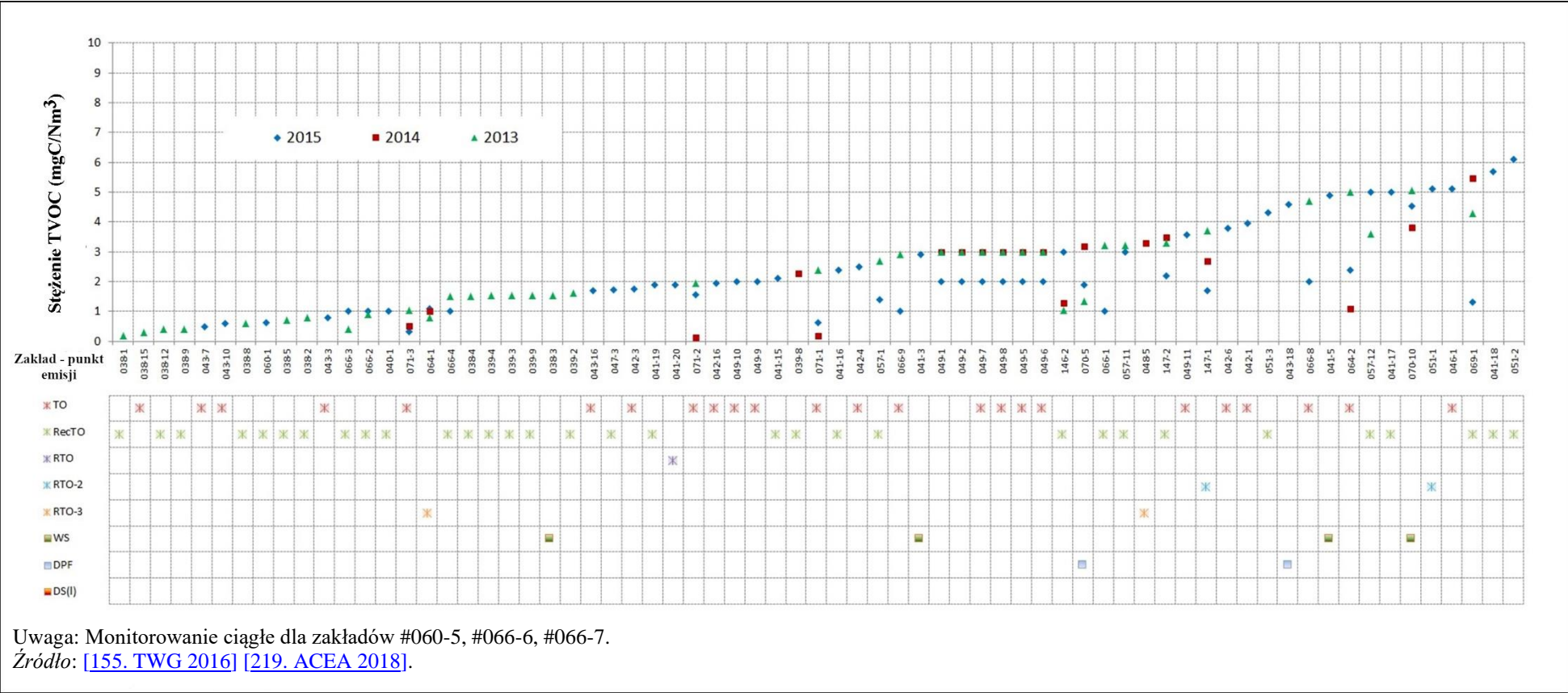


Ilustracja 2-25 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji pyłu (monitorowanie okresowe).

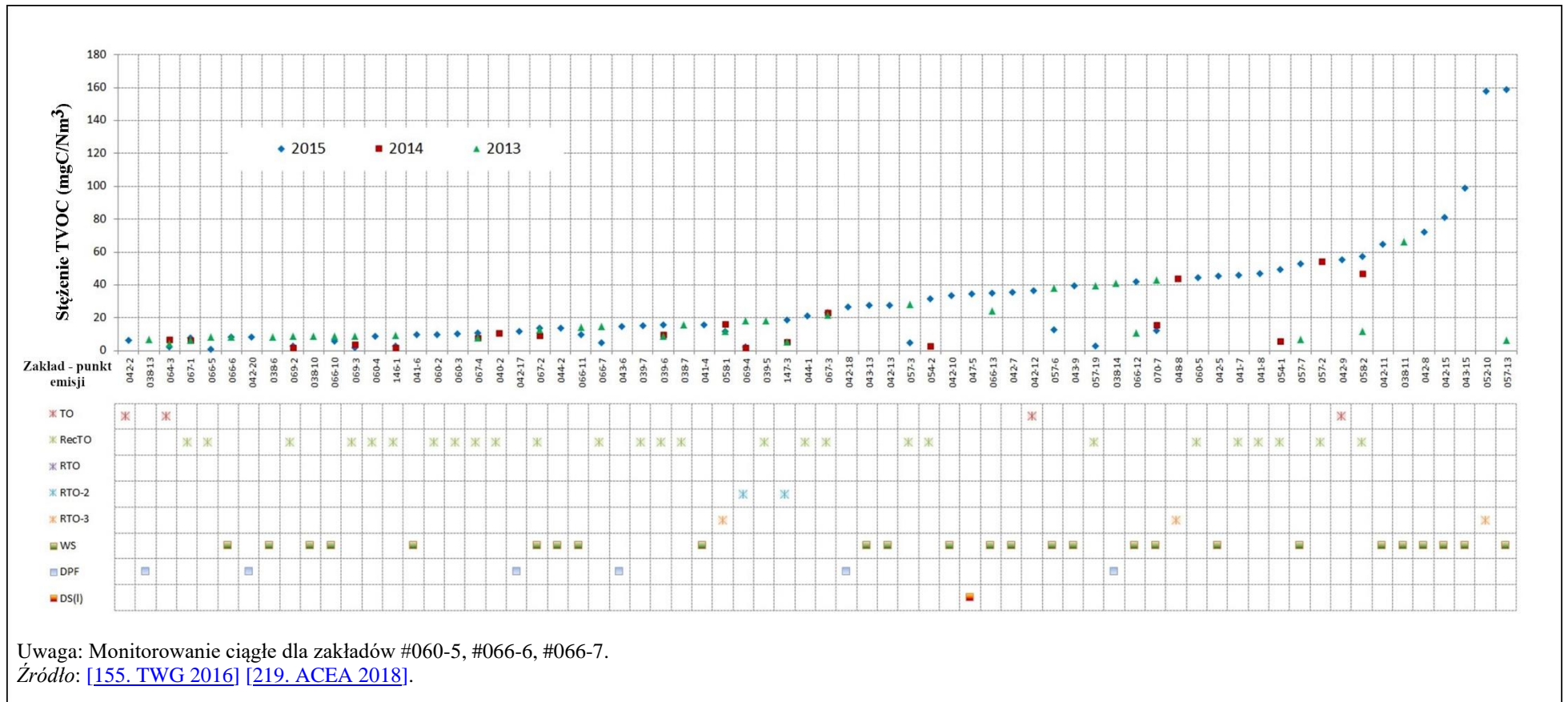
Uzyskane wartości stężenia pyłu w gazach odlotowych są na ogół bardzo niskie, a jedynie kilka wartości jest podwyższonych. Nie ma znaczącej różnicy w podawanych wartościach w zależności od zastosowanej techniki ograniczania zapylenia.

2.3.2.3. Emisje TVOC w gazach odlotowych

Emisje TVOC w gazach odlotowych występują w przypadku znacznej liczby punktów emisji związanych z wyciągami z kabin lakierniczych lub suszarek. W przypadku wyciągów z kabin lakierniczych stosuje się techniki wychwytywania mgły lakierniczej, natomiast w przypadku wyciągów z suszarni stosuje się na ogół techniki przetwarzania termicznego (zob. także sekcje 2.2.3.4, 2.2.3.5 i 2.2.3.6). Na Ilustracjach 2.26 i 2.27 przedstawiono zgłoszone poziomy emisji TVOC w gazach odlotowych.



Ilustracja 2-26 Emisje TVOC w gazach odlotowych - Wartości średnie w latach 2013-2015 (1/2).



Ilustracja 2-27 Emisje TVOC w gazach odlotowych - Wartości średnie w latach 2013-2015 (2/2).

Większość zgłoszonych wartości wynosi poniżej 40 mg C/Nm³ (85 % wszystkich wartości), natomiast 75 % zgłoszonych wartości jest niższych niż 20 mg C/Nm³. Wyższe poziomy emisji są związane głównie z emisjami z kabin lakierniczych, w których stosuje się techniki wychwytywania cząstek mgły lakierniczej.

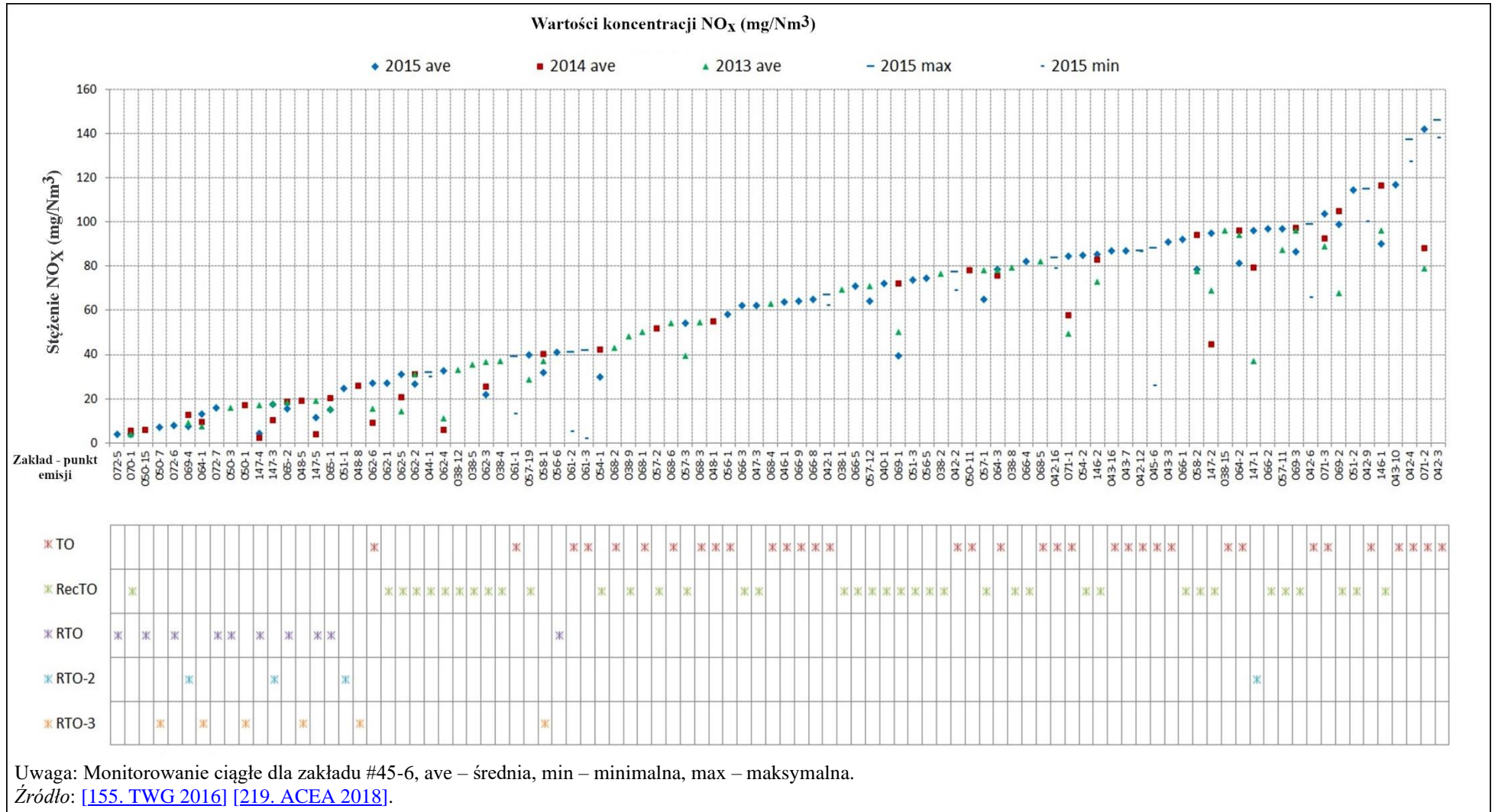
Podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych za rok 2015 przedstawiono w Tabeli 2.20.

Tabela 2-20 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji TVOC w gazach odlotowych (dane za rok 2015).

Parametr	Wszystkie dane	Zastosowana technika ograniczania							
		TO	CO	RecTO	RTO-3	RTO-2	DPF	WS	
Liczba pomiarów	111	27	2	42	4	4	7	25	
Średnia	Mg C/Nm ³	16.3	5	2	10	43	7	15	37
Mediana		4.9	2	NA	4	7	NA	12	28
Percentyl 25		2	2	NA	2	2	NA	6	10
Percentyl 75		15.55	3	NA	11	48	NA	21	46
Maksimum		159	55	2	57	158	19	35	159
Minimum		0.32	0.32	2	1	1	2	2	3
Uwagi: NA: Nie dotyczy/niedostępne. TO: Utleniacz termiczny może być rekuperacyjny (RecTO) lub regeneracyjny (RTO-2/-3). Źródło: [155. TWG 2016] [219. ACEA 2018]									

2.3.2.4. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) powstają w wyniku termicznego utleniania gazów odlotowych. Zgłoszone wartości przedstawiono na Ilustracjach 2.28 i 2.29.



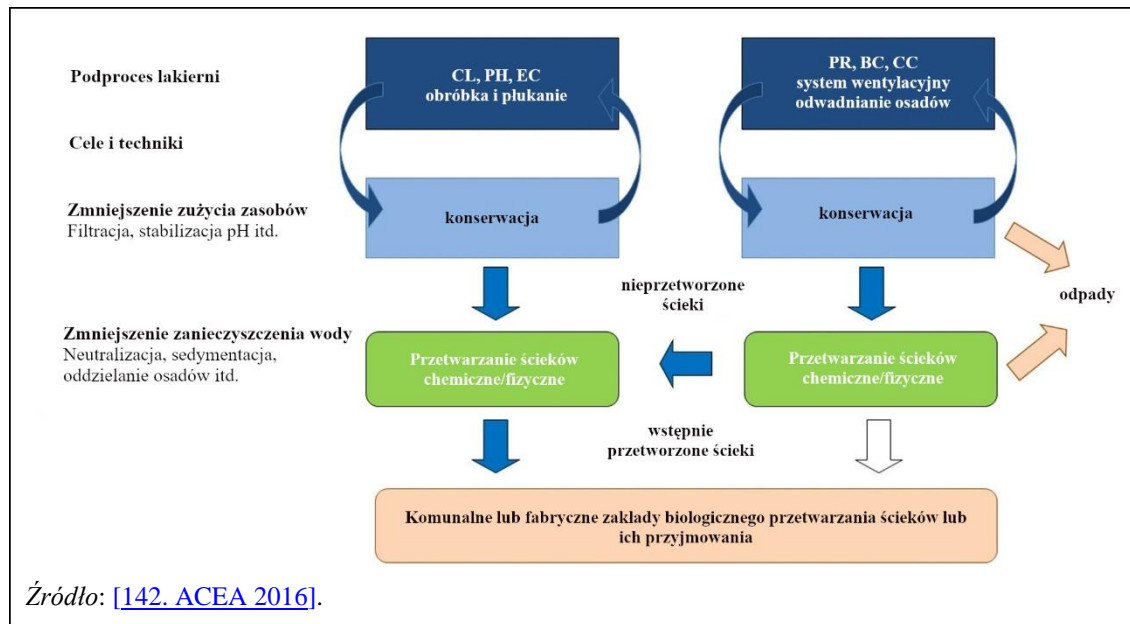
Ilustracja 2-28 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

2.3.2.5. Emisje do wody

W lakierni powstają dwa rodzaje ścieków:

- ścieki z ładunkiem nieorganicznym (sole, metale ciężkie) z fosforanowania,
- ścieki zawierające głównie ładunki organiczne (oleje, detergenty, farby) z systemów czyszczenia, powlekania elektroforetycznego i płuczek gazowych mokrych.

Typowa konfiguracja oczyszczania ścieków w dużych lakierniach samochodowych została przedstawiona na Ilustracji 2.30.



Ilustracja 2-30 Typowa konfiguracja techniczna przetwarzania ścieków w dużych lakierniach.

Ścieki z przetwarzania wstępnego i gruntowania (powlekania podkładem) zanurzeniowego

Większość ścieków pochodzi z obróbki wstępnej karoserii drogą odtłuszczenia, fosforanowania, pasywacji oraz z następującego po nich procesu gruntowania powłoką elektroforetyczną. Ścieki pochodzą głównie z płukania karoserii pomiędzy poszczególnymi etapami obróbki, co powoduje usunięcie materiałów z poprzedniego procesu. Komponenty obróbki wstępnej (odtłuszczenie), powłoki konwersyjne i pasywacja, jak również gospodarka wodna i techniki oszczędzania wody, które mają zastosowanie do wszystkich, zostały szczegółowo opisane w STM BREF [23. COM 2006]. Obejmują one wieloetapowe płukanie oraz techniki minimalizacji zużycia wody czy też odzysku wody i surowców, które mają zastosowanie również w przypadku powlekania elektroforetycznego.

Powlekanie elektroforetyczne może być prowadzone z wielokrotnym (kaskadowym) płukaniem, z oddzielaniem i odzyskiwaniem cząstek stałych farby oraz cieczą (ultrafiltratem) zawracaną do płukania. Chociaż płukanie, w przypadku cząstek stałych farby, odbywa się zwykle w obiegu zamkniętym, część wody płuczającej może być tracona (zawierając resztki farby, rozpuszczalników na bazie wody, itp.) i istnieje potrzeba okresowego czyszczenia. Farba elektroimersyjna nie zawiera ołowiu. Inne substancje w ściekach z odtłuszczenia i obróbki wstępnej to detergenty, oleje, żelazo, mangan, fosforany niklu i cynku, fluorki i borany. Cr(VI) nie jest już stosowany jako materiał pasywacyjny ze względu na Dyrektywę ELV ściśle ograniczającą stosowanie

Cr(VI) w pojazdach (istnieją wyjątki dla ciężkich pojazdów dostawczych). Kadm występuje we wszystkich związkach cynku jako zanieczyszczenie w ilości 10 mg/kg¹⁸.

Ścieki z procesów powlekania

Ścieki powstają również w procesie płukania na mokro mgły lakierniczej jako:

- mieszanina farby, wody i pozostałości środka koagulującego;
- mieszanina farby, wody i rozpuszczalnika powstała podczas czyszczenia zespołów nebulizatora oraz przewodów doprowadzających farbę;
- mieszanina farby i wody powstająca podczas czyszczenia kabin lakierniczych.

Podczas natryskiwania farby w kabinach lakierniczych mogą być generowane również inne ścieki poprzez płukanie na mokro mgły lakierniczej. Jest to wymagane celem zminimalizowania emisji farby w postaci pyłu (cząstek stałych). Woda do tych płuczek jest recyrkulowana w obiegu zamkniętym, a osad z farby jest oddzielany i musi być usuwany okresowo podczas konserwacji oraz w sposób ciągły poprzez odmulanie przepływu obejściowego celem zwiększenia żywotności kąpieli. Te same metody są stosowane zarówno do oddzielania farb na bazie rozpuszczalnika, jak i na bazie wody.

Rozpuszczalniki organiczne zawarte w farbach na bazie rozpuszczalników są w większości bardzo lotne i słabo rozpuszczalne w wodzie. Farby na bazie wody mają znacznie mniejszy udział rozpuszczalnika, który jest prawie całkowicie rozpuszczalny w wodzie. Jeśli rozpuszczalniki te mają bardzo niską prężność par, mogą gromadzić się w wodzie. Rozpuszczalniki do farb na bazie wody gromadzą się w wodzie krążącej w kabynie lakierniczej tylko do stanu równowagi (zwykle stężenie wynosi ok. 0.5 %). Woda do płukania kabiny lakierniczej znajduje się w obiegu zamkniętym i jest okresowo wymieniana, dwa razy w roku lub rzadziej. Ponadto ścieki powstają podczas czyszczenia wymienników ciepła powietrza odprowadzanego z kabiny lakierniczej i wirników ciepła, jak również podczas nawilżania powietrza wejściowego dostarczanego do kabiny lakierniczej, chociaż stanowią one bardzo małe ilości [38. TWG 2004] [212. TWG 2018].

Ścieki z odtłuszczenia i obróbki wstępnej są zazwyczaj przetwarzane w oczyszczalni ścieków (najczęściej, choć nie zawsze na terenie lakierni) opisanej szczegółowo w STM BREF [23. COM 2006]. Oczyszczalnia ścieków może również przetwarzać ścieki pochodzące z innych działań prowadzonych na terenie zakładu. Oczyszczone ścieki mogą być następnie odprowadzane bezpośrednio do wód powierzchniowych, do oczyszczalni ścieków komunalnych lub przekazywane do innej oczyszczalni ścieków przemysłowych (na terenie zakładu lub poza nim).

Miejsca zrzutu i przeprowadzane zabiegi zależą od instalacji.

W badaniu Komisji Europejskiej¹⁹ określono główne parametry oraz inne substancje będące przedmiotem zainteresowania, które mogą być uwalniane w ściekach (w tym te wymienione powyżej) i które w związku z tym należy uwzględnić przy gromadzeniu danych. Zostały one przedstawione w Tabeli 2.21.

¹⁸ Na przykład, Kodeks Apteczny (*Farmakopea*) USA i Wielkiej Brytanii: 10 ppm to maksymalna dopuszczalna wartość w farmaceutycznym tlenku cynku. Zob. również STM BREF dla galwanizacji cynku.

¹⁹ Dokument roboczy Komisji Europejskiej - EIPPCB 09/06/2016: Ocena danych przedłożonych przez Techniczną Grupę Roboczą (TWG) dotyczących metali i innych emisji do wody w celu ich uznania za Kluczowe Zagadnienia Środowiskowe dla instalacji prowadzących działalność w ramach IED Załącznik I 6.7.

Tabela 2-21 Kluczowe zagadnienia środowiskowe dla ścieków pochodzących z powlekania samochodów osobowych, vanów, ciężarówek i kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów.

Główne parametry	Parametry wchodzące w zakres zainteresowań
TSS, OWO/ChZT, Ni, Zn, Cd, fenol, AOX, fluorki, fosforany Również do samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych i autobusów: Pb, Cr(VI) (w ramach REACH dozwolone jest graniczne stosowanie).	DEHP, NP/NPE, NMP

Dane dotyczące emisji ścieków z powlekania pojazdów otrzymano z 25 instalacji. Główne stosowane techniki są zgodne z opisanymi w STM BREF:

- **w ramach procesu:**
 - substytucja;
 - płukanie odwróconą kaskadą.
- **Techniki przetwarzania ścieków:**
 - koagulacja i flokulacja;
 - neutralizacja;
 - sedymentacja (osiadanie);
 - filtracja (przy użyciu filtrów piaskowych);
 - strącanie;
 - flotacja;
 - destylacja próżniowa;
 - usuwanie LZO;
 - separacja fizyczna;
 - oczyszczanie biologiczne;
 - redukcja chemiczna;
 - wymiana jonowa.

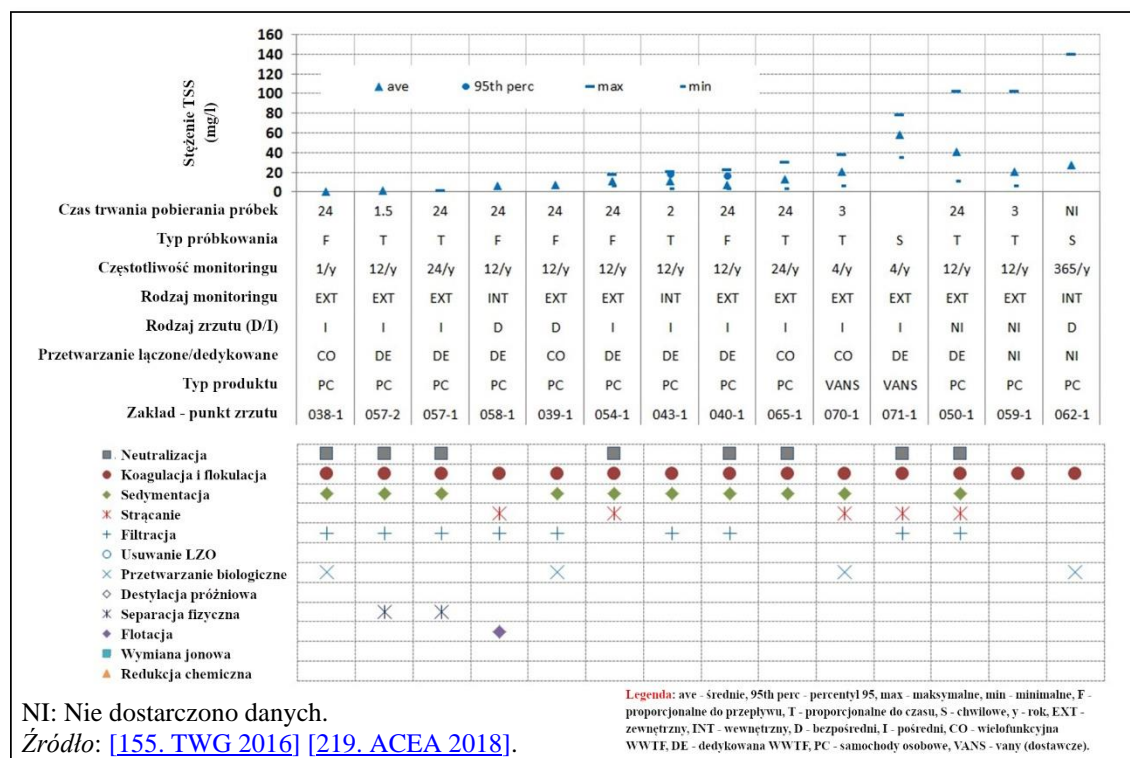
Podane wartości stężenia dla każdego zanieczyszczenia przedstawiono w kolejnych sekcjach. Wyjaśnienie skrótów stosowanych dla danych dotyczących emisji do wody znajduje się w Tabeli 2.22.

Tabela 2-22 Objaśnienie skrótów stosowanych do danych dotyczących emisji do wody.

Rodzaj zrzutu		Rodzaj monitorowania	
D	Bezpośredni	INT	Wewnętrzny
I	Pośredni	EXT	Zewnętrzny
R	Ponowne wykorzystanie	SM	Samokontrola
Typ próbkowania (pobierania próbek)		Przetwarzanie łączone lub dedykowane	
T	Proporcjonalnie do czasu	CO	Wielofunkcyjna instalacja oczyszczania ścieków (WWTF - <i>waste water treatment facility</i>)
F	Proporcjonalnie do przepływu	DE	Dedykowana instalacja oczyszczania ścieków (WWTF) tylko dla ścieków związanych z STS
S	Chwilowe		

2.3.2.5.1. Zawiesina ogólna (TSS)

Dane dotyczące stężenia zawiesiny ogólnej zgłoszono dla 13 zakładów i 14 punktów zrzutu. Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.31.

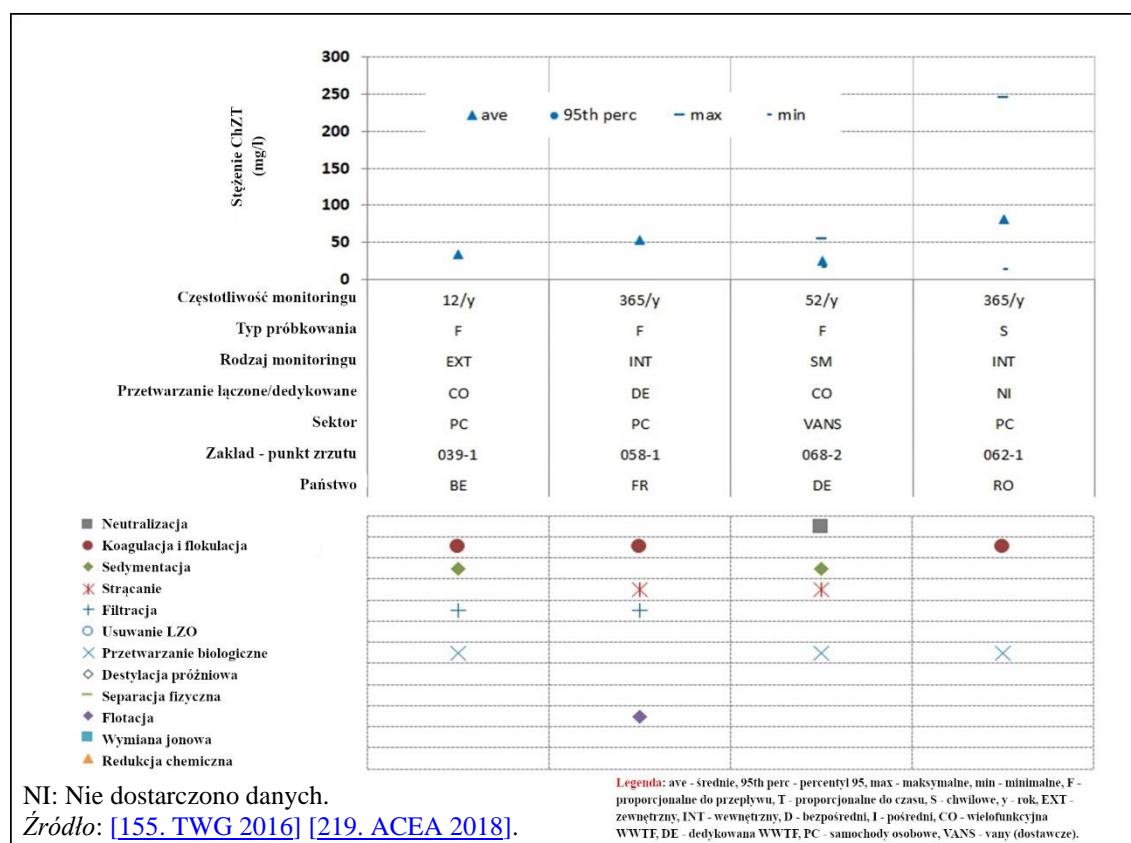


Ilustracja 2-31 Wartości stężenia TSS dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

Tylko trzy wartości odnoszą się do bezpośrednich zrzutów do odbiornika, przy czym dwie z nich są niższe niż 6 mg/l.

2.3.2.5.2. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) i ogólny węgiel organiczny (OWO)

Zgłoszone wartości stężenia ChZT dla zrzutów bezpośrednich przedstawiono na Ilustracji 2.32. Ogółem w odniesieniu do wartości stężenia ChZT zgłoszono dane z 24 punktów zrzutu odpowiadających zarówno zrzutom bezpośrednim, jak i pośrednim, a w odniesieniu do wartości OWO zgłoszono dane z 3 zakładów (4 punkty zrzutu). Niewielka liczba zgłoszonych wartości OWO nie pozwoliła na zbadanie ewentualnej korelacji pomiędzy wartościami OWO i ChZT.



Ilustracja 2-32 Wartości stężenia ChZT dla bezpośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów.

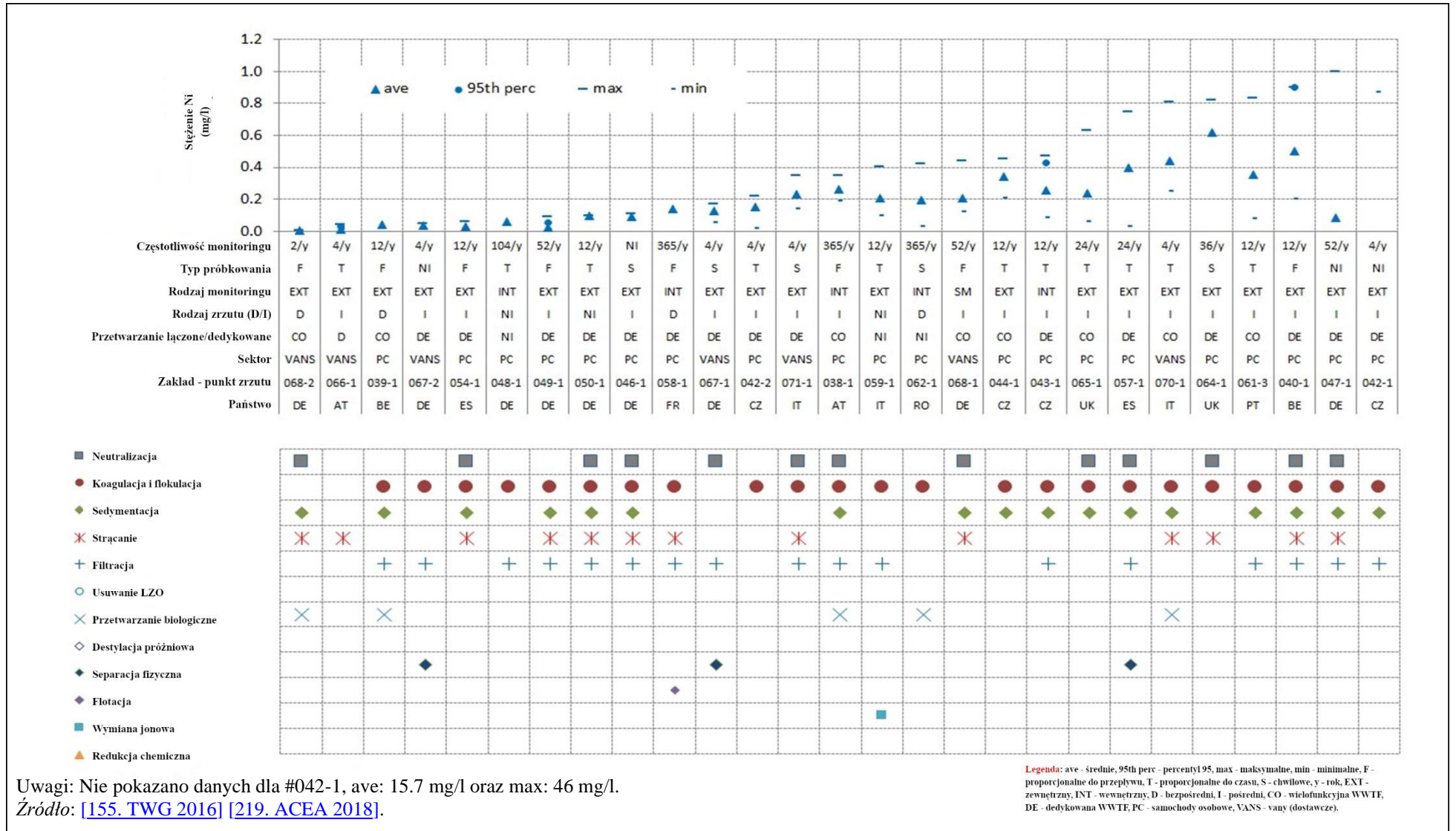
2.3.2.5.3. Nikiel (Ni)

Dane dotyczące emisji niklu zgłoszono łącznie dla 27 punktów zrzutu. Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.33.

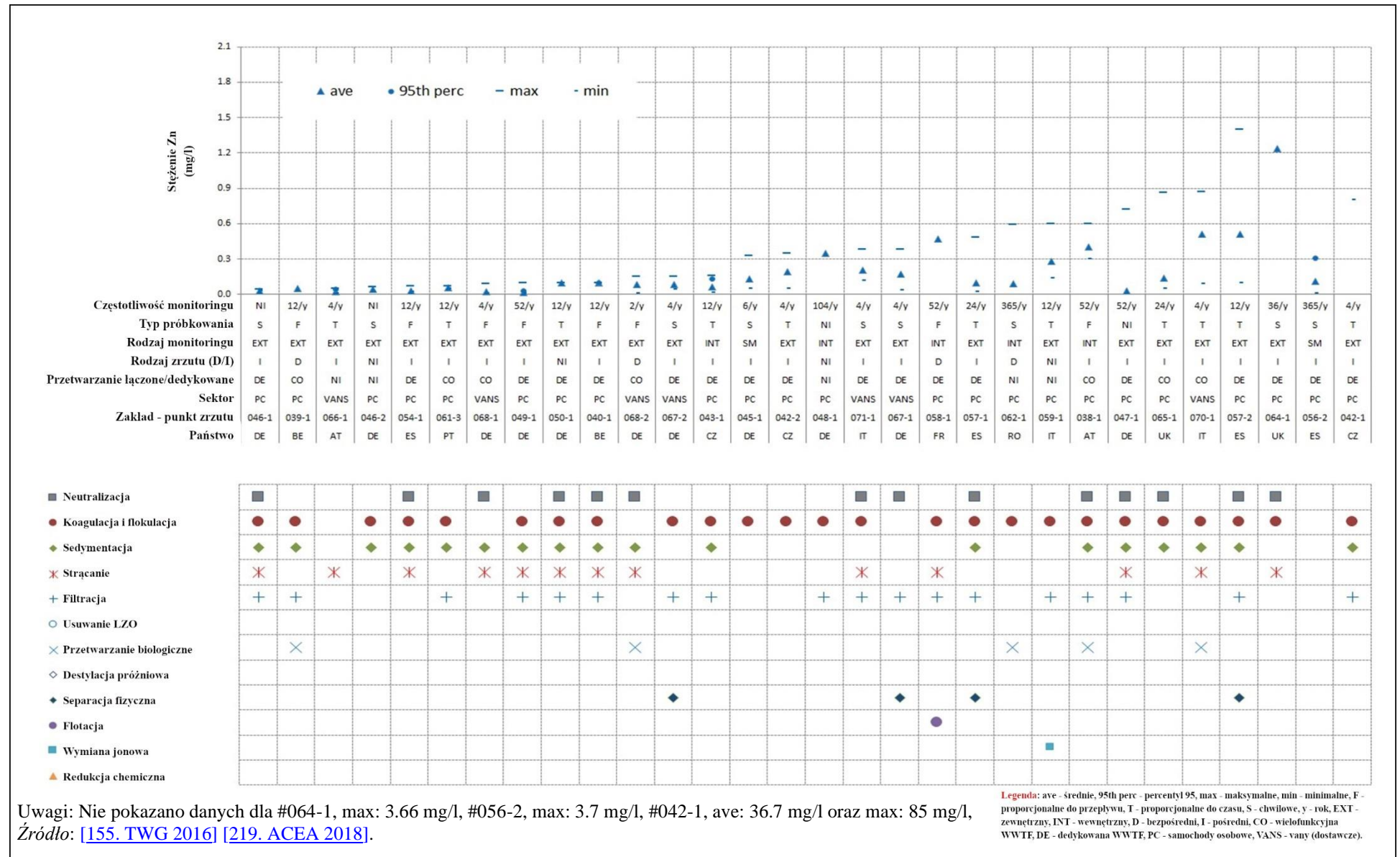
Informacje na temat rodzaju blachy, która została użyta, nie były dostępne w zebranych danych. W przypadku stosowania blach o wyższej zawartości niklu, emisje do ścieków mogą być większe, a koszt oczyszczania ścieków wyższy [komentarz Czech #14 w [212. TWG 2018]]. Spośród 27 zgłoszonych wartości maksymalnych, 15 jest niższych niż 0.4 mg/l.

2.3.2.5.4. Cynk (Zn)

Dane dotyczące wartości stężenia cynku w ściekach otrzymano dla 25 zakładów (w sumie 30 punktów zrzutu). Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.34. W zebranych danych nie były dostępne informacje o rodzaju stosowanej blachy. W przypadku stosowania blach o wyższej zawartości cynku, emisje do ścieków mogą być większe, a koszt oczyszczania ścieków wyższy [komentarz Czech #15 w [212. TWG 2018]]. Osiągalne poziomy stężenia dla większości zgłoszonych punktów emisji (23 z 30) są poniżej 0.6 mg/l (zob. Ilustracja 2.34).



Ilustracja 2-33 Wartości stężenia niklu (Ni) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).



Ilustracja 2-34 Wartości stężenia Zn dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów lakierowania pojazdów (dane za rok 2015).

2.3.2.5.5. Chrom sześciowartościowy (Cr(VI)) i chrom całkowity (Cr_{total})

W kilku lokalizacjach odnotowano niskie wartości dla Cr(VI) (zob. Tabela 2.23) i Cr_{total} (zob. Tabela 2.24). Informacje od przemysłu potwierdziły, że:

- chrom sześciowartościowy w produkcji pojazdów został zasadniczo wycofany do 2003 r., zgodnie z wymogami Dyrektywy w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji²⁰;
- tam, gdzie dokonano pomiarów, opierano się na nieaktualnych wymaganiach dotyczących pozwoleń;
- niektóre wartości były błędami transkrypcyjnymi, pominięto w nich symbole „mniej niż” (<);
- większość wartości była niższa niż zgłoszona wartość LoD (która może pokrywać się z dopuszczalną wartością zezwolenia).

Nieliczne wartości śladowe można przypisać jednemu lub kilku z poniższych czynników:

- Próbki pobrano ze strumieni ścieków wielofunkcyjnych, w tym ścieków domowych, oraz z innych nieznanymi źródeł.
- Śladowe ilości Cr mogą być spowodowane trawieniem powierzchni ze stali nierdzewnej (np. rury, zbiorniki do przetwarzania, karoserie samochodowe, erozja elektrod ze stali nierdzewnej w zbiornikach do powlekania elektroforetycznego). Nie zostały one jednak szczegółowo zbadane.

²⁰ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/53/WE z dnia 18 września 2000 r. w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji.

Tabela 2-23 Wartości stężenia Cr(VI) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

Państwo	Zakład – punkt zrzutu	Typ zakładu	Przetwarzanie łączone (CO) / dedykowane (DE)	Rodzaj zrzutu (D/I)	Rodzaj monitorowania (EXT/INT)	Częstotliwość monitorowania	Typ próbkowania	Czas pobierania próbek	Liczba próbek	Średnie (mg/l)	Maksymalne (mg/l)	Minimalne (mg/l)	Dozwolone ELV (mg/l)
DE	050-1	PC	DE	NI	EXT	12/rok	T	24	12	0.01	0.01	0.01	0.1
DE	047-1	PC	DE	I	EXT	52/rok	NI	NI	46	0.0101	0.01	NI	0.1
AT	066-2	VANS	DE	I	EXT	1/rok	T	24	5	0.02	0.02	0.02	0.05
DE	067-1	VANS	DE	I	EXT	4/rok	S	0.16	4	0.02	0.02	0.02	0.1
PT	061-3	PC	CO	I	EXT	12/rok	T	24	12	0.018	0.062	0.01	0.2
IT	071-1	VANS	DE	I	EXT	4/rok	S	NI	4	0.1	0.1	0.1	brak
IT	059-1	PC	NI	NI	EXT	12/rok	T	3	12	0.1	0.1	0.1	0.2
IT	070-1	VANS	CO	I	EXT	4/rok	T	3	3	0.1	0.1	0.1	0.2

Uwagi:

NI: Nie dostarczono danych, PC – samochody osobowe, VANS – vany (dostawcze), I – zrzut pośredni, EXT – zewnętrzny, T – proporcjonalne do czasu, S – chwilowe.

Źródło: [\[155. TWG 2016\]](#) [\[219. ACEA 2018\]](#)

Tabela 2-24 Wartości całkowitego stężenia Cr dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

Państwo	Zakład – punkt zrzutu	Typ zakładu	Przetwarzanie łączone (CO) / dedykowane (DE)	Rodzaj zrzutu (D/I)	Rodzaj monitorowania (EXT/INT)	Częstotliwość monitorowania	Typ próbkowania	Czas pobierania próbek	Liczba próbek	Średnie (mg/l)	Maksymalne (mg/l)	Minimalne (mg/l)	Dozwolone ELV (mg/l)
DE	068-2	VANS	CO	D	EXT	2/rok	F	2	2	0.005	0.005	0.005	0.05
DE	067-2	VANS	DE	I	EXT	4/ rok	NI	0.16	4	0.004	0.006	0.003	0.5
DE	067-1	VANS	DE	I	EXT	4/ rok	S	0.16	4	0.005	0.006	0.003	0.5
ES	057-1	PC	DE	I	EXT	24/ rok	T	24	24	0.005	0.02	0.005	NO
DE	068-1	VANS	CO	I	EXT	4/ rok	F	2	5	0.01	0.02	0.005	0.5
PT	061-3	PC	CO	I	EXT	12/ rok	T	24	12	0.04	0.05	0.005	2
DE	048-1	PC	NI	NI	INT	104/ rok	T	2	104	0.05	NI	NI	0.5
AT	066-2	VANS	DE	I	EXT	1/ rok	T	24	5	0.05	0.05	0.05	0.5
UK	064-1	PC	DE	I	EXT	36/ rok	S	24	36	0.023	0.055	NI	10
DE	050-1	PC	DE	NI	EXT	12/ rok	T	24	12	0.1	0.1	0.1	0.5
IT	071-1	VANS	DE	I	EXT	4/ rok	S	NI	4	0.2	0.2	0.2	NO
IT	059-1	PC	NI	NI	EXT	12/ rok	T	3	12	0.2	0.2	0.2	4
IT	070-1	VANS	CO	I	EXT	4/ rok	T	3	3	0.2	0.2	0.2	4
DE	047-1	PC	DE	I	EXT	52/ rok	NI	NI	46	0.0148	0.24	NI	0.5
RO	062-1	PC	NI	D	INT	365/ rok	S	1.15	232	0.043	0.28	0.0054	NI
ES	057-2	PC	DE	I	EXT	12/ rok	T	1.5	12	< 17.44	< 50	< 0.1	NI

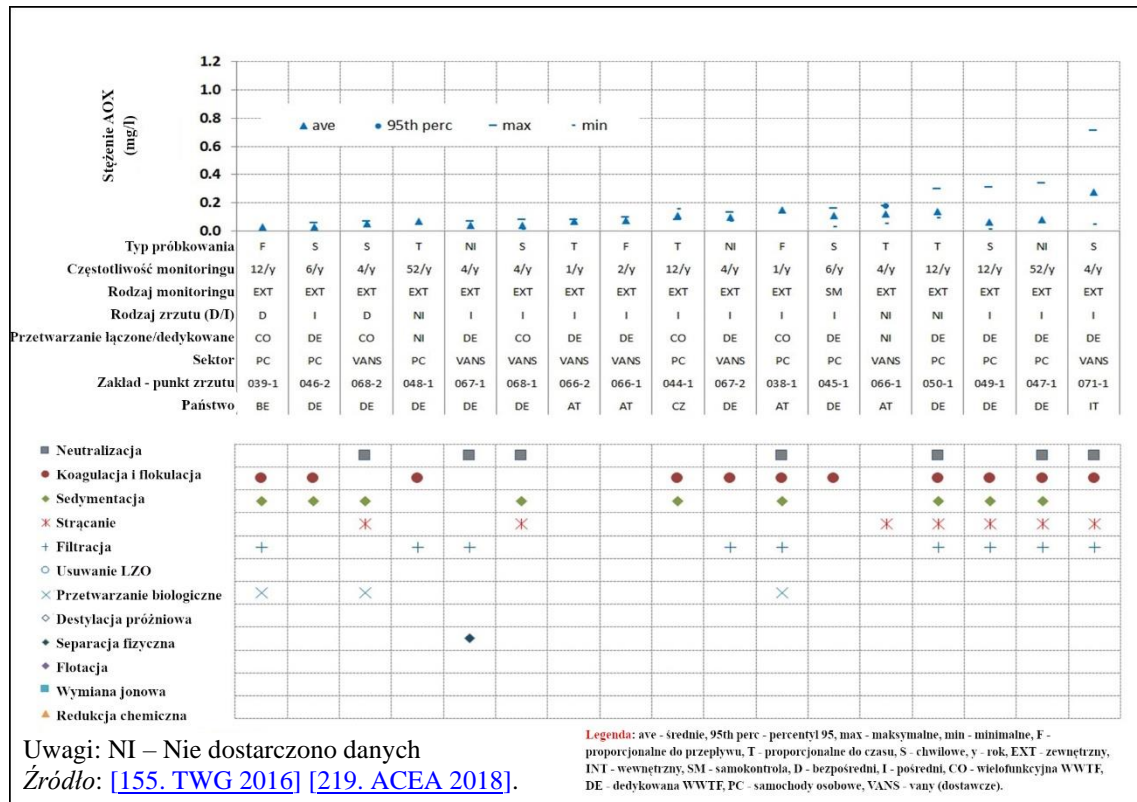
Uwagi:

NI: Nie dostarczono danych, PC – samochody osobowe, VANS – vany (dostawcze), D – zrzut bezpośredni, I – zrzut pośredni, EXT – zewnętrzny, INT – wewnętrzny, T – proporcjonalne do czasu, F – proporcjonalne do przepływu, S – chwilowe.

Źródło: [\[155. TWG 2016\]](#) [\[219. ACEA 2018\]](#)

2.3.2.5.6. Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX)

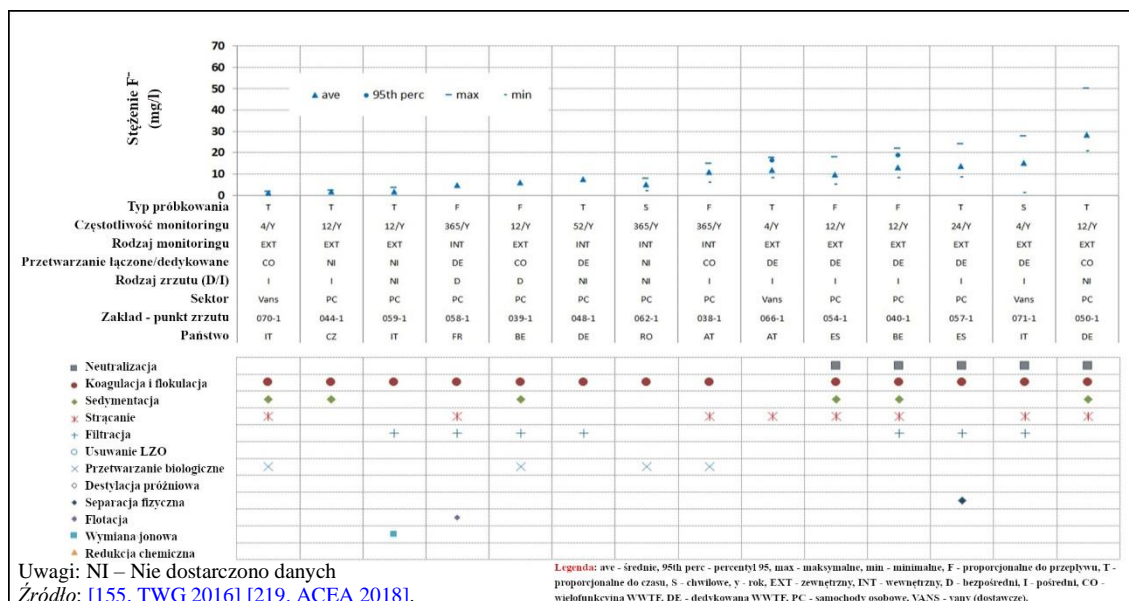
Dane dotyczące wartości stężenia AOX w ściekach otrzymano dla 16 zakładów (w sumie 18 punktów zrzutu). Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.35.



Ilustracja 2-35 Wartości stężenia AOX dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

2.3.2.5.7. Fluorki (F⁻)

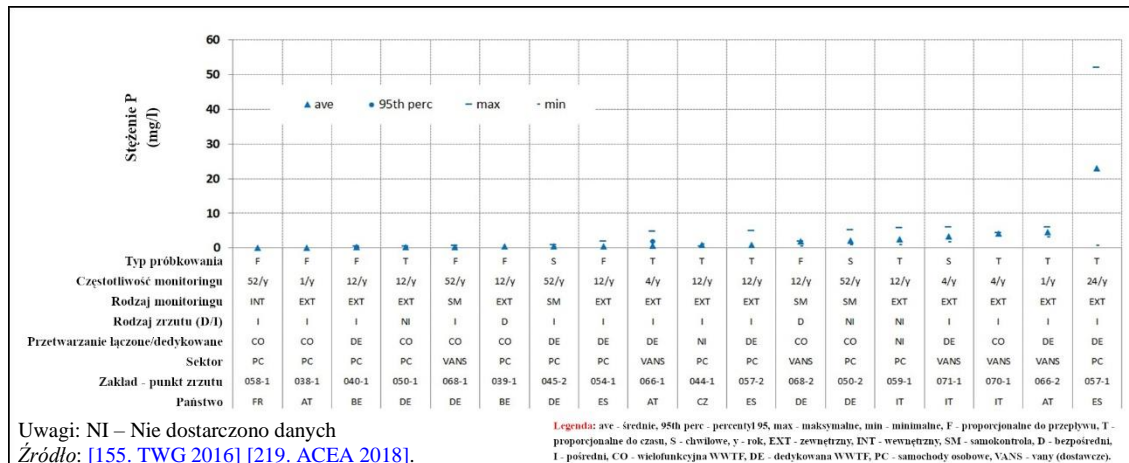
Dane dotyczące wartości stężenia fluorków w ściekach otrzymano dla 14 zakładów. Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.36. Wszystkie zgłoszone wartości, z wyjątkiem jednej, są niższe niż 16 mg/l. Nie zidentyfikowano żadnych specjalnych technik „końca rury” służących usuwaniu fluorków.



Ilustracja 2-36 Wartości stężenia fluorków dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

2.3.2.5.8. Fosfor ogólny (całkowity, TP)

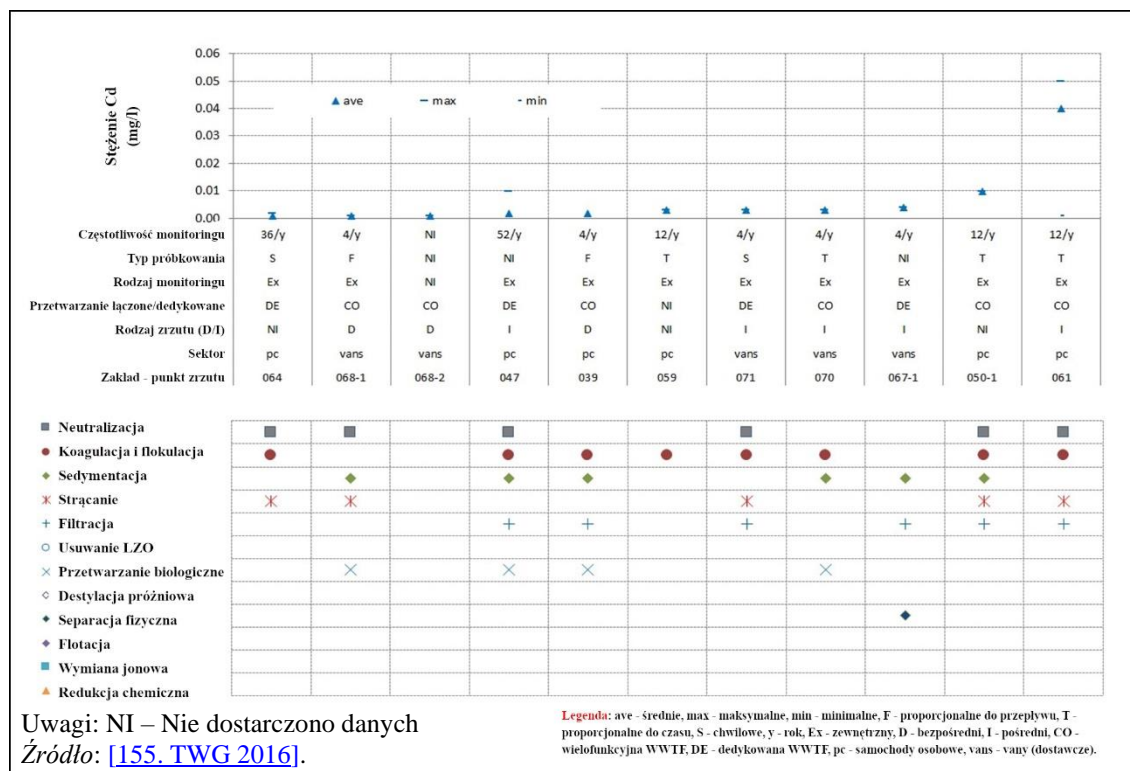
Dane dotyczące wartości stężenia fosforu ogólnego w ściekach otrzymano dla 14 zakładów (w sumie 18 punktów zrzutu). Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.37. Dla wszystkich punktów zrzutu, z wyjątkiem jednego, zgłoszone wartości maksymalne wynoszą poniżej 6 mg/l.



Ilustracja 2-37 Wartości stężenia fosforu ogólnego (TP) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

2.3.2.5.9. Kadm (Cd)

Dane dotyczące wartości stężenia kadmu w ściekach otrzymano dla 11 punktów zrzutu. Rozkład zgłoszonych wartości stężenia przedstawiono na Ilustracji 2.38.



Ilustracja 2-38 Wartości stężenia kadmu (Cd) w bezpośrednich i pośrednich zrzutach ścieków z zakładów powlekania pojazdów (dane za rok 2015).

Prawie wszystkie zgłoszone wartości są poniżej 0.004 mg/l; tylko dwa zakłady zgłosiły wyższe wartości, jeden z wartością stężenia kadmu wynoszącą 0.01 mg/l, a drugi 0.05 mg/l.

Zgodnie z wymogami Dyrektywy 2000/53/WE kadm w powlekanii pojazdów został wycofany do 2003 r. Kadm jest substancją o niskim poziomie zanieczyszczenia w związkach cynku.

2.3.2.5.10. Indeks fenolowy

Tylko osiem zakładów podało wartości stężenia emisji dla indeksu fenolowego, przy czym wszystkie wartości, z wyjątkiem dwóch, były niższe niż 0.05 mg/l (jedna 0.25 mg/l, a druga rzędu 3.4 mg/l).

2.3.2.6. Wytwarzanie odpadów

[155. TWG 2016] [142. ACEA 2016] [144. ACEA 2017] [219. ACEA 2018]

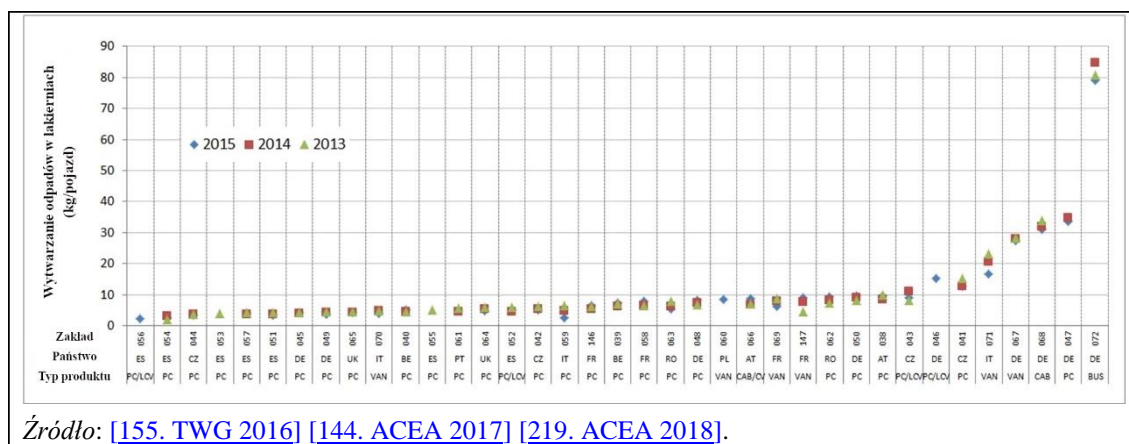
W lakierniach samochodowych wytwarzana jest mieszanina odpadów niebezpiecznych oraz innych niż niebezpieczne. Orientacyjny wykaz głównych rodzajów zgłaszanych odpadów z lakierni przedstawia się następująco:

- odpady farb;
- plastizole, uszczelniacze, kleje;
- zużyte rozpuszczalniki;
- osady z farb;
- wapień (z cząsteczkami mgły lakierniczej);
- filtry (z cząsteczkami mgły lakierniczej);

- inne (LZO);
- osady fosforanowe;
- osady niezawierające LZO z oczyszczalni ścieków w lakierni.

Dalsze wyjaśnienia dotyczące rodzajów odpadów i zawartości w nich rozpuszczalników znajdują się w poniższej sekcji.

Ilustracja 2.39 przedstawia dane sprawozdawcze dotyczące wytwarzania odpadów, specyficznych dla warsztatów lakierniczych (wyrażone w kg/pojazd), dla różnych typów lakierni samochodowych.



Źródło: [155. TWG 2016] [144. ACEA 2017] [219. ACEA 2018].

Ilustracja 2-39 Całkowite wartości wytworzonych odpadów (kg/pojazd) w lakierniach samochodowych w latach 2013-2015.

W poniższej tabeli zestawiono zgłoszone dane dotyczące ilości odpadów wytwarzanych w lakierniach samochodowych w podziale na typy pojazdów.

Tabela 2-25 Dane dotyczące całkowitego wytwarzania odpadów w lakierniach samochodowych.

Rodzaj produktu	Dane zgłoszone ⁽¹⁾ 2015			Raport branży ⁽²⁾ 2012		
	Liczba zakładów	Średnie (kg/pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (kg /pojazd)	Liczba zakładów	Średnie (kg/pojazd)	Środkowe 50 % (middle fifty) (kg /pojazd)
PC	26	7.3	4.0-8.9	59	4.59	3.16-5.91
VAN	6	12.1	6.9-14.9	8	13.4	7.9-14.0
CV/ kabina CV	2	19.9	NA	Kabina: 5	7.4	1.6-11.1
				CV: 4	7.47	NA
AUTOBUS	1	79.0	NA	6	179	70-155
Uwagi: NA: Nie dotyczy/dane niedostępne. ⁽¹⁾ Źródło: [155. TWG 2016] [144. ACEA 2017] [219. ACEA 2018] ⁽²⁾ Źródło: [142. ACEA 2016]						

Główne proponowane techniki zmniejszania ilości odpadów przekazywanych do unieszkodliwiania dotyczą: odzyskiwania zużytych rozpuszczalników (jedna z instalacji zgłosiła roczny odzysk 37 000 kg rozpuszczalników); zmniejszania zawartości wody w odpadach, np. poprzez zastosowanie prasy filtracyjnej do oczyszczania osadów ściekowych; zmniejszania ilości wytwarzanych osadów i odpadów poprzez ograniczenie liczby cykli czyszczenia w związku ze zmianą koloru.

2.3.2.6.1. Zawartość rozpuszczalników w odpadach

[\[144. ACEA 2017\]](#)

Przedstawione dane dotyczące zawartości rozpuszczalników w różnych odpadach zostały przeanalizowane pod kątem uzyskania kluczowych parametrów dla poszczególnych rodzajów odpadów.

Główne ustalenia przedstawiono w Tabeli 2.26.

Tabela 2-26 Zawartość rozpuszczalników w głównych rodzajach odpadów pochodzących z lakierni samochodowych.

Rodzaj	Liczba próbek		Średnie	Odchylenie standardowe	Min.	Max.	Mediana	> 25 %	< 75 %
	Wszystkie	Z zawartością rozpuszczalnika w %	%	% średniej	%	%	%	%	%
Odpady farb	28	18	34.4	66	0.4	70.0	27.5	12.0	50.0
Plastizole, uszczelniacze, kleje	16	8	3.0	88	0.0	9.0	2.2	1.2	4.1
Zużyte rozpuszczalniki	59	49	61.7	47	0.9	100.0	65.9	47.3	91.7
Zużyte rozpuszczalniki H	NA	28	93.7	8	75.0	100.0	91.9	88.3	99.8
Zużyte rozpuszczalniki M	NA	5	52.8	7	48.3	57.7	52.6	50.4	54.9
Zużyte rozpuszczalniki L	NA	16	9.6	78	0.0	24.0	9.9	3.3	16.8
Osady farby	43	26	4.7	172	0.0	40.0	2.0	0.6	3.8
Wapień	2	1	0.2		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Inne (LZO)	26	9	10.2	128	0.0	30.0	1.5	0.5	24.8
Osady fosforanowe	23	2	0.1	NA	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
Inne (nie -LZO)	59	1	0.0	NA	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Niespecyficzne dla lakierów	21	2	0.2	NA	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2

Uwaga:
NA: Nie dotyczy/dane niedostępne.

Odpady farb rozumiane są jako przeterminowane materiały malarskie lub farby, które mają być usunięte z innych powodów. Ich skład przypomina skład nowego materiału, jednakże na terenie zakładu mogą być dodawane niewielkie ilości rozpuszczalników w celu regulacji lepkości. W niektórych zakładach przeterminowane farby mogą być zwracane do dostawcy zamiast trafiać do instalacji utylizacji.

Plastizole, podobnie jak materiały do uszczelniania szwów, kleje lub powłoki podwozia, są zwykle nakładane po powlekanii elektroforetycznym i przed malowaniem natryskowym. Pod względem chemicznym są to materiały wielkocząsteczkowe (PVC, PU, żywice gumowe lub epoksydowe itp.) z różnymi ilościami plastyfikatorów, czasami o lotności zbliżonej do LZO.

Odpady plastizolu to przeterminowane materiały w pojemnikach, folie plastikowe z resztkami materiałów lub korki z przyklejonymi masami uszczelniającymi lub powłokami podwozia.

Zużyte rozpuszczalniki to zazwyczaj rozcieńczalniki lub organiczne środki czyszczące zmieszane z farbami w różnych proporcjach. Są one wytwarzane i zbierane przy wymianie farby lub w procesie czyszczenia dzwonów.

Z dostępnych danych wynika, że można wyróżnić trzy podtypy zużytych rozpuszczalników o różnej ich zawartości:

- „H” - wysokie stężenie rozpuszczalnika: mediana 92 %, środkowe 50 %: 88 do > 99 %;
- „M” - średnie stężenie rozpuszczalnika: mediana 53 %, średnie 50 %: 50 do 55 %;
- „L” - niskie stężenie rozpuszczalnika: mediana 10 %, średnie 50 %: 3 do 17 %.

Rozpuszczalniki typu 'H' są stosowane w przypadku powłok bezbarwnych lub farb na bazie rozpuszczalników. Rozpuszczalniki typu 'L' są zazwyczaj mieszaninami wodnymi glikolu butylowego z powłokami podkładowymi lub bazowymi na bazie wody. Jeśli oba rodzaje rozpuszczalników są zbierane w tym samym zbiorniku, powstają rozpuszczalniki typu „M”.

Mgła lakiernicza (szlam lakierniczy) jest wprowadzana do systemów oczyszczania gazów odlotowych celem zmniejszenia stężenia cząstek (farby) w odprowadzanym powietrzu. Do niedawna we wszystkich dużych lakierniach samochodowych stosowane były płuczki Venturiego lub równoważne systemy płuczek gazowych mokrych. W nowych lakierniach instaluje się suche filtry cząstek stałych, a cząstki farby są wychwytywane albo w sproszkowanym wapieniu, albo w kartonowych pojemnikach filtracyjnych.

Wytrącone cząstki farby są usuwane ze zbiornika wodnego w systemach płuczek gazowych mokrych w procesie koagulacji i sedymentacji. Pierwotny osad farby jest odwadniany przy użyciu różnych technik, które pozwalają uzyskać odpady o konsystencji pasty (> 80 % wody) lub stałej (< 40 % wody).

Podaje się, że zawartość rozpuszczalników wynosi od 1 % do 4 %, ale w niektórych przypadkach mierzone lub obliczane są wyższe stężenia. W jednej z instalacji (zakład #066) odnotowano osady farby o stężeniu rozpuszczalnika wynoszącym 40 %, które najprawdopodobniej są odpadami farby lub mieszaniną farb rozpuszczalnikowych pochodzącą z operacji wymiany farby.

Inne odpady zawierające rozpuszczalniki

Do tej grupy należą wszystkie inne odpady zawierające rozpuszczalniki. Dla niektórych z tych odpadów dostępne są dane dotyczące zawartości rozpuszczalników, ale w większości z nich są one niższe niż 5 %, natomiast w pozostałościach woskowych z konserwacji wnęk na bazie rozpuszczalników zawartość rozpuszczalników wynosi od 20 do 30 %.

2.3.2.6.2. Masowe przepływy rozpuszczalników w odpadach (parametr O6 bilansu masy rozpuszczalników)

[144. ACEA 2017]

Na podstawie dostarczonych danych, gdy podana jest zarówno ilość odpadów, jak i zawartość w nich rozpuszczalnika oraz znana jest całkowita powierzchnia karoserii wszystkich polakierowanych pojazdów, oblicza się jednostkowy przepływ masowy odpadów w g/m². Wyniki tego obliczenia przedstawiono w Tabeli 2.27.

Tabela 2-27 Udział odpadów zawierających rozpuszczalniki w masowym przepływie rozpuszczalników (parametr O6 bilansu masy rozpuszczalników)

Typ odpadów	Liczba zakładów	Średni	Min.	Max.	Mediana	> 25 %	< 75 %
Inne (LZO)	6	0.18	0.00	0.68	0.0	0.0	0.3
Osady farby	23	0.91	0.00	8.68	0.3	0.1	0.6
Plastizole, uszczelniacze, kleje	8	0.13	0.00	0.33	0.1	0.0	0.3
Odpady farb	11	0.70	0.00	4.31	0.3	0.2	0.6
Zużyte rozpuszczalniki	24	8.87	0.10	26.74	5.7	2.8	11.6

Powyższe dane wskazują na znaczny udział zużytych rozpuszczalników w parametrze O6 (rozpuszczalniki w odpadach), przy masowym przepływie w większości przypadków 3 - 15 g/m². W przypadku niemal wszystkich zgłoszonych zakładów zużyte rozpuszczalniki stanowią ponad 80 % całej ich zawartości w odpadach.

2.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania samochodów

W rozdziale 17 omówiono techniki ogólne (tj. takie, które są powszechnie stosowane), które mogą być również stosowane w przemyśle motoryzacyjnym. W Tabeli 2.28 przedstawiono ogólne techniki istotne przy powlekanii pojazdów, które zostały opisane w Rozdziale 17. Zasady stosowania tych technik nie zostały powtórzone w niniejszej sekcji, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w tabeli 17.1.

Arkusze streszczenia TFTEI dla powlekania samochodów osobowych [147. TFTEI 2016] dostarcza ważnych danych na temat kosztów i korzyści na poziomie europejskim pierwotnych i wtórnych technik redukcji emisji LZO. Jednak podejście TFTEI z konieczności musi ograniczać swoją złożoność i podawane są tylko kluczowe techniki bez uwzględnienia pozostałych czynników BAT, takich jak kompatybilność, oddziaływanie na procesy i środowisko czy właściwości techniczne poszczególnych instalacji i produktów [84. EGTEI 2005] [147. TFTEI 2016]. Jako przykład, modernizacja lakierni na terenach przemysłowych z płukania gazowego na mokro na płukanie suche - jeśli jest technicznie osiągalna - kosztowałaby około 10-20 mln EUR/linię [komentarz ACEA #194 w [212. TWG 2018]].

Tabela 2-28 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki zarządzania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

O ile nie podano inaczej, dane liczbowe (np. g LZO/m², koszty, emisje, zużycie energii) podane w niniejszym rozdziale dotyczą pojazdów osobowych.

W badaniu mającym na celu ustalenie kosztów i korzyści różnych podejść do ograniczania emisji LZO przy powlekanii samochodów osobowych uwzględniono cztery rodziny lakierni, które obejmowały 70 z 74 istniejących lakierni samochodowych o dużej skali produkcji: SB, SB-MIX, WB oraz zintegrowanych (w lakierniach SB-MIX występują dwie opcje, zob. sekcja 2.4.2.1) [147. TFTEI 2016].

Emisje rozpuszczalników mogą być zredukowane poprzez zastosowanie środków procesowych (pierwotnych) i środków na „końcu rury” (wtórnych).

Możliwe środki pierwotne to [147. TFTEI 2016]:

- lepsze zarządzanie rozpuszczalnikami (np. zbieranie);
- optymalizacja cykli oczyszczania;

- poprawa wydajności transferu i technologii nakładania.

Różne pojedyncze techniki mogą być stosowane na kilku lub wszystkich etapach procesu powlekania, ale zazwyczaj stosuje się kombinację technik.

Ocenę redukcji emisji możliwych do zastosowania środków pierwotnych przedstawiono w Tabeli 2.29 (z zakresem w nawiasach kwadratowych).

Tabela 2-29 Redukcja emisji LZO - środki pierwotne (studia przypadków).

Środki pierwotne	Redukcja emisji LZO (g/m ²)	Liczba obiektów zbierania danych
Zbieranie rozpuszczalników	2.4 [0.5-4.5]	5
Optymalizacja cykli oczyszczania	0.6 [0.05-1.8]	6
100 % automatyzacja nakładania powłoki gruntowej, bazowej, bezbarwnej	1.2 [1.1-1.2]	2
Optymalizacja technologii zmiany koloru (powłoka bazowa)	0.5 [0.07-1.1]	4
Innowacyjne technologie aplikacji (np. dzwon-dzwon, ang. <i>bell-bell</i>)	0.8 [0.6-1]	2
100 % automatyzacja powlekania wnętrza, z rotacyjną atomizacją dzwonową i niskostratnymi zmieniającymi kolorów (powłoka bazowa, powłoka bezbarwna)	2.6 [0.8-6]	2
Zastąpienie nakładania pistoletami pneumatycznymi przez aplikację robotami z użyciem dzwonów elektrostatycznych (powłoka bazowa)	0.23	1
Źródło: [147. TFTEI 2016]		

Należy zauważyć, że z dwóch powodów może nie być możliwe określenie maksymalnie osiągalnej redukcji emisji LZO drogą zsumowania wszystkich możliwych różnych środków pierwotnych:

- Efekt redukcji emisji specyficzny dla każdego pojedynczego środka jest inny dla każdego etapu procesu i systemu farb.
- Nie wszystkie środki pierwotne można łączyć; niektóre środki wzajemnie się wykluczają.

Środki wtórne uwzględnione w [147. TFTEI 2016] dla lakierni samochodowych to:

- utlenianie termiczne LZO w gazach odlotowych z pieców i/lub kabin lakierniczych bez wstępnego stężania LZO;
- wstępne stężanie LZO za pomocą techniki adsorpcyjnej, a następnie utlenianie termiczne.

Szacowaną potencjalną redukcję emisji, jak również obliczoną całkowitą emisję LZO w wyniku zastosowania środków wtórnych przedstawiono w Tabeli 2.30 (z zakresem w nawiasach kwadratowych).

Tabela 2-30 Szacowana redukcja emisji LZO i obliczona emisja całkowita (g/m²) dla zastosowań środków wtórnych (studia przypadków).

Instalacje referencyjne	1 SB	2 SB-MIX	3 WB	4 Proces zintegrowany
Emisje LZO (g/m ²) bez procesów przetwarzania powietrza (I1-O6-O8)	59.3 [42.9-95.2]	38.7 [35.0-44.0]	32.5 [25.0-42.3]	23.5 [17.9-31.9]

Potencjalna redukcja emisji LZO po wdrożeniu procesu przetwarzania powietrza w piecach/suszarniach (g/m ²) O5 przetwarzanie powietrza w piecach/suszarniach	11.2 [9.0-16.6]	5.8 [1.5-8.0]	9.7 [6.1-15.3]	7.1 [4.1-12.5]
Emisja LZO przy przetwarzaniu powietrza (piece/suszarki) (g/m ²) (I1-O5-O6-O8)	55.3 [38.0-78.6]	32.9 [27.0-36.0]	22.8 [18.9-28.5]	16.4 [13.0-25.3]
Potencjalna redukcja emisji LZO po wdrożeniu procesów przetwarzania powietrza w piecach/suszarniach i kabinach lakierniczych (g/m ²) O5 procesy przetwarzania powietrza w piecach/suszarniach i kabinach lakierniczych	14.6 [10.0-19.2]	14.0	11.6	1.5
Emisja LZO przy przetwarzaniu powietrza (piece/suszarki + kabiny lakiernicze) (g/m ²) (I1-O5-O6-O8)	30.3 [23.7-37.0]	17.0 [12.5-23.5]	8.8 [6.0-11.8]	19.3 [12.4-26.1]
Źródło: [147. TFTEI 2016]				

2.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla lakierni pojazdów silnikowych

[143. ACEA 2017]

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.3.1.

Bilanse masy rozpuszczalników (SMB) są narzędziem służącym do obliczania emisji całkowitej rozpuszczalników organicznych z instalacji przemysłowych. Wyniki wyrażane są - ogólnie - jako emisje całkowite x kg rozpuszczalników organicznych z całej instalacji (E) oraz - w przypadku powlekania nowych pojazdów silnikowych - jako względne emisje całkowite (Er) w g na m² powierzchni produktów, które są malowane w tej instalacji. Okres sprawozdawczy oraz okres uśredniania, dla wykazania zgodności z dopuszczalnymi wielkościami emisji (ELV), wynosi 12 miesięcy. SMB mogą być obliczane w krótszych odstępach czasu, np. jako wewnętrzne narzędzie zarządzania służące do identyfikacji odchyień w procesie, mogących prowadzić do naruszenia ELV.

Szczegółowy opis znajduje się w Załączniku 21.5.1.

2.4.2. Wybór systemu powlekania (typ/rodzaj lakierni, „rodzina lakierni”)

[143. ACEA 2017] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Podstawy rozróżniania poszczególnych rodzajów rodzin lakierni wyjaśniono w sekcjach 2.2.3.8 i 2.2.3.9.

Różnice techniczne między lakierniami SB i WB przedstawiono w sekcji 2.2.3.8, co pokazuje, że przejście z lakierni SB na WB jest znacznie bardziej złożone i kosztowne niż zwykła wymiana urządzeń.

Klasyczny system lakierni SB o wysokiej zawartości rozpuszczalnika może być uważany za przypadek „konwencjonalny”, ponieważ jest mało prawdopodobne, aby nowo budowana lub istniejąca i modernizowana lakiernia była wyposażona w system SB o wysokiej zawartości rozpuszczalnika. Lakiernie SB należy rozpatrywać wyłącznie w połączeniu z systemami farb/powłok o wysokiej zawartości cząstek stałych SB (zob. sekcja 2.4.3.3). Zgłoszone dane i informacje z lakierni SB do powlekania pojazdów osobowych wykazują średnią wartość 45.5 g

LZO/m² przy całkowitym zakresie emisji od 36.8 g - 50.2 g LZO/m²; wszystkie wartości są średnimi z trzyletniego okresu odniesienia (2013-2015) [[155. TWG 2016](#)].

2.4.2.1. Mieszany system powlekania rozpuszczalnik-woda (SB-MIX)

Opis

System powlekania, w którym jedna warstwa powłoki (grunt lub warstwa bazowa) jest na bazie wody.

Szczegóły techniczne

Jeżeli wprowadza się ten system powlekania, to najczęściej ogranicza się on tylko do jednego podprocesu na bazie wody (gruntowanie lub powłoka bazowa). Tego typu lakiernia nazywana jest wówczas lakiernią SB-MIX.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Średnia wartość 29.9 g LZO/m² została zgłoszona z lakierni SB-MIX dla powlekania pojazdów osobowych. Raportowany zakres wynosi 15-39 g LZO/m²; wszystkie wartości są średnimi z trzyletniego okresu referencyjnego (2013-2015) [[155. TWG 2016](#)].

Emisje rozpuszczalników mogą być zredukowane poprzez zastosowanie środków wewnątrzprocesowych (pierwotnych) i „końca rury” (wtórnych).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji. Przejście z technologii na bazie rozpuszczalnika na technologię na bazie wody nie jest możliwe w przypadku istniejących linii lakierniczych, chyba że zostanie wybudowana nowa lakiernia lub modernizacji ulegnie linia lakiernicza dla jednej warstwy powlekającej. W przypadku istniejącego zakładu musiałoby być wystarczająco dużo miejsca, aby równolegle wybudować drugą lakiernię (lub linię lakierniczą) bez przerywania pracy istniejącej.

Przykładowe zakłady

Ponad 25 % wszystkich lakierni w UE to lakiernie typu WB (zob. Tabela 2.7, sekcja 2.2.3.8).

Literatura źródłowa

[[147. TFTEI 2016](#)] [[155. TWG 2016](#)] [[201. ACEA 2016](#)]

2.4.2.2. System powlekania na bazie wody (WB)

Opis

System powlekania, w którym warstwa podkładowa oraz bazowa są na bazie wody.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia rozpuszczalników oraz emisji z procesu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Średnia wartość 16.9 g LZO/m² została zgłoszona dla 12 lakierni WB zajmujących się powlekaniami karoserii pojazdów osobowych. Raportowany zakres wynosi 7.1-25.8 g LZO/m²; wszystkie wartości są średnimi z trzyletniego okresu odniesienia (2013-2015), jednak przyczyna najniższej wartości nie jest jasna [[155. TWG 2016](#)].

Emisje rozpuszczalników mogą być zredukowane poprzez zastosowanie środków wewnątrzprocesowych (pierwotnych) i „końca rury” (wtórnych).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Niektóre parametry techniczne (dopuszczalne warunki nakładania farby, dłuższe piece suszące, zob. sekcja 2.2) sugerują, że stosowanie powłok na bazie wody powoduje wyższe zużycie energii. W miejscach o wysokiej wilgotności i wysokich wartościach stopniowni chłodzenia (CDD), bardziej rygorystyczne warunki w kabinach lakierniczych dla farb WB mogą prowadzić do wyższego zapotrzebowania na energię w porównaniu z lakierniami SB. Dostępne dane z lakierni działających w UE nie wykazują jednak znaczących różnic pomiędzy lakierniami typu SB i WB.

Dłuższe kabiny lakiernicze wymagają więcej miejsca, co skutkuje większymi ilościami powietrza, które trzeba klimatyzować.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji. Przejście z technologii na bazie rozpuszczalnika na technologię na bazie wody nie jest możliwe w przypadku istniejących linii lakierniczych, chyba że zostanie wybudowana nowa lakiernia lub zmodernizowana linia lakiernicza dla jednej warstwy powlekającej. W przypadku istniejącego zakładu musiałoby być wystarczająco dużo miejsca, aby równolegle wybudować drugą lakiernię (lub linię lakierniczą) bez przerywania pracy istniejącej.

Ekonomika

Zmiana powłoki gruntującej i bazowej z rozpuszczalnikowej (SB) na wodorocieńczalną (WB) (dane z jednego zakładu) pociąga za sobą następujące koszty:

- koszt inwestycji: 128 mln EUR;
- roczny koszt eksploatacji: 11.5 mln EUR/rok;
- koszt jednostkowy: 0.593 EUR/rok/m²; lub
57.9 EUR/rok/karoserię,

przy założeniu średniej 97 m²/karoserię i produkcji 200 000 samochodów/rok [\[210. TFTEI 2017\]](#).

Przykładowe zakłady

Ponad 50 % wszystkich lakierni w UE to lakiernie typu WB (zob. Tabela 2.7, sekcja 2.2.3.8).

Literatura źródłowa

[\[147. TFTEI 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[201. ACEA 2016\]](#) [\[210. TFTEI 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

2.4.2.3. Zintegrowany system powlekania w lakierni (IP)

Opis

Jest to system powlekania, który łączy w sobie funkcje powłoki gruntującej i bazowej oraz nakłada je metodą natryskową w dwóch etapach.

Szczegóły techniczne

Czasami tego rodzaju koncepcje powlekania nazywane są „procesem kompaktowym”, ponieważ nie jest wymagana suszarka do powłoki gruntującej.

W niektórych instalacjach stosuje się jako pierwszą tzw. warstwę funkcjonalnej powłoki bazowej. Funkcjonalna powłoka bazowa łączy w sobie właściwości funkcyjne powłoki gruntującej, ale posiada również właściwości estetyczne powłoki bazowej, która zostanie nałożona na nią.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia rozpuszczalników oraz emisji z procesu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Bez dodatkowych środków redukcji emisji LZO, wartość LZO wynosi 20.5 g/m². Podany zakres wynosi 8.9-32.1 g LZO/m² (zob. również Tabela 2.17), jednak przyczyna najniższej wartości nie jest jasna [147. TFTEI 2016].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji. Ze względu na liczne ograniczenia techniczne, omówione tutaj procesy zintegrowane są trudne do zainstalowania w istniejących instalacjach.

Ekonomika

Koszty przestawienia nowej lakierni (SB) na proces zintegrowany (dane z dwóch zakładów), tj. zmiany powłoki bazowej z rozpuszczalnikowej na wodną oraz rezygnacji z gruntowania, wynoszą:

- koszt inwestycji: 52.7 mln EUR;
- roczny koszt eksploatacji: 4.7 mln EUR/rok;
- koszt jednostkowy: 0.244 EUR/rok/m²; lub
23.7 EUR/rok/karoserię.

przy założeniu średniej 97 m²/karoserię i produkcji 200 000 samochodów/rok [210. TFTEI 2017].

Siła napędowa wdrażania

Oszczędność energii i miejsca.

Przykładowe zakłady

Około 17 lakierni w UE (2014).

Lakiernie stosujące powłoki na bazie rozpuszczalnika o wysokiej zawartości cząstek stałych (typu *high-solids*): CNHI (pojazdy użytkowe i vany); Daimler: Abrantes/Tramagal (kabiny ciężarówek); PSA Hordain (samochody osobowe/LCV).

Na bazie wody: BMW: Dingolfing, Cowley/Oxford; Daimler: Rastatt, Kecskemet, Hambach; FCA: Atessa; PSA: Trnava, Sochaux; VW: Bratislava(H2a), Pamplona.

Literatura źródłowa

[147. TFTEI 2016] [210. TFTEI 2017] [265. TWG 2019]

2.4.2.4. Powlekanie w procesie trójmokrym (z ang. *wet-in-wet-in-wet* lub *three-wet*)

Opis

Powlekanie w procesie trójmokrym zastępuje konwencjonalny proces trójwarstwowy (grunt, powłoka bazowa, powłoka bezbarwna) procesem dwuwarstwowym (grunt, powłoka nawierzchniowa), w którym materiały są nakładane metodą mokre na mokre na poprzednią warstwę, z jednym końcowym wygrzewaniem/utwardzaniem na końcu.

Szczegóły techniczne

W konwencjonalnym dwuwarstwowym powlekanii nawierzchniowym nakłada się warstwę podkładu, a następnie wypala w piecu, po czym nakłada się barwną powłokę podstawową, którą następnie pokrywa się powłoką bezbarwną i ponownie wygrzewa.

Procesy trójmokre mogą być stosowane z powłokami na bazie rozpuszczalnika lub wody. Niektóre instalacje stosują również konwencjonalną pierwszą warstwę podkładową.

Korzyści dla środowiska

- Mniejsze zużycie energii w porównaniu do procesów z piecem do wygrzewania powłoki podkładowej (gruntowej).
- Mniejszy obszar zajmowany przez fabrykę (mniejsza lakiernia).

Korzyści dla środowiska różnią się w zależności od procesu i materiałów użytych przed jakąkolwiek przebudową.

Piec do podkładu nie jest już dłużej potrzebny. Jednak w procesie „mokre na mokre” każdy uszczelniacz karoserii, materiał NVH (hałas, wibracje, szorstkość) lub materiał zapobiegający powstawaniu odprysków powinien być w pełni utwardzony przed wprowadzeniem do procesu aplikacji „mokre na mokre”. Dlatego też, podczas niektórych przeróbek na system „mokre na mokre”, gdzie używany jest tylko piec do żelowania uszczelniaczy, wymagany jest również piec do wygrzewania uszczelniaczy, aby w pełni utwardzić te materiały przed zastosowaniem procesu „mokre na mokre”.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Procesy powlekania trójmokrego na bazie rozpuszczalników wymagają mniej miejsca niż procesy na bazie wody, ponieważ nie jest konieczne wymuszone odparowywanie. W porównaniu z konwencjonalną lakiernią na bazie wody, całkowita długość kabiny w instalacji trójmokrej na bazie rozpuszczalnika może być zredukowana o 30-40 %.

Ze względu na mniejszą powierzchnię instalacji, mniejsza ilość powietrza musi być przemieszczana i klimatyzowana, co skutkuje zmniejszonym zużyciem energii. Dalsze oszczędności energii w zakresie klimatyzacji można osiągnąć w procesach trójmokrych na bazie rozpuszczalników, ponieważ nie jest potrzebna strefa wymuszonego odparowania wody a także tolerowany jest szerszy zakres warunków klimatycznych wymaganych do poprawnej pracy systemu. Mniej surowe wymagania dotyczące temperatury i wilgotności w procesach trójmokrych na bazie rozpuszczalników są szczególnie ważne w krajach o ekstremalnie niskich lub wysokich temperaturach otoczenia.

Wyższe stężenie LZO w powietrzu odprowadzanym z pieca i z kabiny w systemach na bazie rozpuszczalników ma korzystny wpływ na zużycie energii przez system redukcji emisji. Wyższe stężenie LZO wspomaga spalanie w utleniaczu i w zależności od stężenia może podtrzymywać spalanie („spaliny na paliwo”). Ciepło jest zazwyczaj odzyskiwane i wykorzystywane do ogrzewania suszarek.

Zwiększona prędkość pracy linii skutkuje skróceniem czasu produkcji o 20 % na jeden pojazd.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji. Istniejące zakłady motoryzacyjne mają wiele ograniczeń przestrzennych. Technologia trójmokra na bazie rozpuszczalnika zajmuje niewiele miejsca i dlatego można ją wprowadzić w istniejących zakładach łatwiej niż inne

modyfikacje lub tak drastyczne zmiany jak zmiana rodzaju materiału. W działającym zakładzie modyfikacje mogą być dokonywane tylko podczas krótkich, 2-3 tygodniowych okresów przestoju w lecie lub w zimie. Ogranicza to zakres możliwych zmian.

Ekonomika

Proces trójmokry na bazie rozpuszczalnika ma potencjał doposażania istniejących instalacji, chociaż w przypadku niektórych zakładów korzyści wynikające ze zmniejszonej powierzchni instalacji nie przewyższają kosztów przebudowy. W odniesieniu do przykładowego zakładu całkowita inwestycja w nową linię lakierni z procesem trójmokrym została oszacowana na ponad 85 mln EUR [256. COM 2018].

Siła napędowa wdrażania

Zob. wyniki w zakresie ochrony środowiska przedstawione powyżej.

Przykładowe zakłady

Powłoki o dużej zawartości cząstek stałych na bazie rozpuszczalników: Ford, Craiova.

Na bazie wody: Nissan, Sunderland (nowa linia); Renault, Valladolid.

Literatura źródłowa

[183. ACEA 2017] [256. COM 2018] [265. TWG 2019]

2.4.3. Techniki oparte na materiałach

2.4.3.1. Systemy malowania na bazie wody

Opis

Farby na bazie wody charakteryzują się niską zawartością LZO. Stosowane są jako farby elektroforetyczne, podkładowe i bazowe.

Szczegóły techniczne

W przypadku lakierni samochodowych, farby na bazie wody są stosowane jako powłoka elektroforetyczna, podkład i warstwa bazowa.

W powlekanii elektroforetycznym do nakładania farb wodorozcieńczalnych lub wodorozpuszczalnych stosuje się materiały o zawartości rozpuszczalnika 2-4 %. Materiały do powlekania elektroforetycznego są dostarczane w systemie zamkniętym i nakładane techniką zanurzeniową.

Konwencjonalne systemy na bazie wody zawierają następujące zawartości rozpuszczalników: 5-12 % w warstwie podkładowej i 12-17 % w warstwie bazowej. Materiały podkładowe i bazowe są dostarczane w systemie zamkniętym i nakładane techniką natryskową.

Farby na bazie wody zawierają wodę, jako główny rozpuszczalnik, oraz organiczne współrozpuszczalniki. Stosowanymi systemami wiążącymi są poliuretany, poliestry, akrylany i żywice melaminowe. Współrozpuszczalniki organiczne są niezbędne do osiągnięcia takich cech jak optymalne właściwości rozpraszania, zdolność do rozpuszczania oraz przyczepność do różnych podłoży, a także wystarczający zakres warunków stosowania.

Korzyści dla środowiska

Główną zaletą farb na bazie wody jest zmniejszenie emisji LZO.

Typowe wskaźniki emisji LZO dla faz wodorozcieńczalnych w lakierni obejmują 0.6-1 g/m² dla lakieru elektroforetycznego, 0.5-2 g/m² dla podkładu i 3-7 g/m² dla powłoki bazowej, przy braku kontroli emisji.

Czyszczenie urządzeń natryskowych i innych narzędzi można przeprowadzać za pomocą mieszanin woda/rozpuszczalnik o udziale rozpuszczalnika wynoszącym około 5-20 %. W niektórych przypadkach materiał czyszczący może być bezrozpuszczalnikowy.

Kolejną zaletą jest brak zagrożeń związanych z temperaturą zapłonu takiej farby, co minimalizuje ryzyko spalania i wybuchu²¹.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Średnie zużycie energii w lakierniach stosujących techniki na bazie wody, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, wynosi 0.96 MWh/pojazd (średnia z dziewięciu lakierni w latach 2013-2015 z 50 % przedziałem średnim: 0.7-1 MWh/pojazd). Dane dotyczące poszczególnych procesów znajdują się w sekcji 2.3.1.1. Wpływ na działalność obejmuje wielkość produkcji, lokalne warunki klimatyczne, stosowane techniki ograniczania emisji, wymogi dotyczące ilości powietrza, długość kabin oraz kryteria eksploatacyjne kabin, takie jak temperatura czy techniki nakładania farby.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W porównaniu z rozpuszczalnikami organicznymi, woda ma wyższą energię parowania. Dlatego można oczekiwać, że zapotrzebowanie na energię do suszenia farb na bazie wody będzie wyższe, jeśli ma zostać osiągnięta taka sama szybkość suszenia jak w przypadku farb na bazie rozpuszczalników. Jednak w porównaniu z rozpylaniem, aklimatyzacją kabin lakierniczych, ogrzewaniem podłoża, stratami w piecu itp. zapotrzebowanie na energię do odparowania lotnych związków w wielu procesach przemysłowych wynosi zaledwie 1-2 %. Woda, zamiast rozpuszczalników organicznych, ma niewielki wpływ na całkowitą energię procesu. Dodatkowe zapotrzebowanie na energię jest znaczące tylko w przypadku suszenia w warunkach otoczenia.

Zużycie energii w kabinie jest wyższe ze względu na wspomagane odparowanie oraz zwiększoną przestrzeń i związaną z nią objętość powietrza, którą trzeba obsłużyć. Ponadto, bardziej rygorystyczne warunki w kabinie w odniesieniu do kontroli wilgotności i temperatury mogą spowodować dodatkowe zapotrzebowanie na energię w zależności od lokalnych warunków klimatycznych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Materiały na bazie wody mogą być stosowane jako powłoka elektroforetyczna, podkładowa i bazowa oraz w niektórych operacjach naprawczych. Mogą być stosowane na metalach i tworzywach sztucznych i mają szerokie zastosowanie. Ze względu na ciągły rozwój tych materiałów, zakres ich zastosowania stale się zwiększa.

Powłoki bezbarwne na bazie wody nie są stosowane do samochodów ze względu na ich zły wygląd i jakość.

Ze względu na znaczne różnice w konstrukcji lakierni, przejście z powłok lakierniczych na bazie rozpuszczalnika na powłoki na bazie wody nie jest możliwe bez radykalnej modyfikacji lakierni. W istniejących zakładach przejście z systemu na bazie rozpuszczalnika na system na bazie wody

²¹ Pidioll, U.; Podatność na zapalenie rozpylonych chmur rozpuszczalników organicznych, mieszanin/roztworów wodnych, oraz farb na bazie wody przez iskry elektryczne, łuki elektryczne czy otwarte płomienie; IEEE – Zastosowania Przemysłowe (tom: 44, zagadnienie: 1, 2008, str. 15-19) DOI: 10.1109/TIA.2007.912764 (*Ignitability of Spray Clouds of Organic Solvents, Solvent/Water Mixtures, and Water-Based Paints by Electric Sparks, Arcs, and Open Flames; IEEE Transactions on Industry Applications*).

jest możliwe tylko wtedy, gdy jest miejsce na równoległą budowę drugiej lakierni (lub linii lakierniczej) bez przerywania produkcji w istniejącej oraz gdy nowa lakiernia może być połączona z magazynem karoserii oraz warsztatem montażowym. Ze względu na te ograniczenia, taka transformacja jest bardzo kosztowna i rzadko się ją przeprowadza.

Istnieją trudności w modernizacji na system na bazie wody w konwencjonalnych lakierniach działających na bazie rozpuszczalników, ze względu na koszty i ograniczenia fizyczne, np. wspomagane strefy odparowywania lub rury ze stali nierdzewnej (zob. Ekonomia poniżej). Kabinę na bazie wody muszą pracować pod ściślejszą kontrolą temperatury i wilgotności. Ponieważ woda musi zostać całkowicie odparowana zanim temperatura podłoża osiągnie 100 °C, krzywa nagrzewania jest bardziej płaska dla farb na bazie wody w porównaniu z farbami na bazie rozpuszczalnika. Dlatego piec suszarki musi być dłuższy lub prędkość pracy linii lakierniczej jest mniejsza.

Ekonomia

Koszty zmiany istniejących zautomatyzowanych linii lakierniczych mogą być w niektórych przypadkach bardzo wysokie. Potrzeba rozbudowanych pieców z międzywarstwowymi (międzypowłokowymi) strefami odparowywania w celu spełnienia dodatkowych wymagań w zakresie utwardzania oznacza, że lakiernie zaprojektowane i zainstalowane dla systemów na bazie rozpuszczalnika mogą nie mieć wystarczająco dużo miejsca na instalację systemu na bazie wody. Innym wymogiem jest to, że rury i systemy doprowadzające farbę są wykonane ze stali nierdzewnej. Modernizacja jest zazwyczaj wykonywana pod koniec technicznego okresu użytkowania istniejącej instalacji. Dodatkowe koszty związane z wymaganiami eksploatacyjnymi, materiałami i instalacją urządzeń powodują, że systemy na bazie wody są często ograniczone do nowych lakierni lub tych, które są już wyposażone w niezbędne urządzenia.

Ze względu na zwiększenie ilości zastosowań, farby na bazie wody stały się tańsze niż farby na bazie rozpuszczalnika.

Sila napędowa wdrażania

Możliwa redukcja oczyszczania gazów odlotowych.

Przykładowe zakłady

Ponad 50 % wszystkich lakierni w UE to lakiernie typu WB (zob. Tabela 2.7, sekcja 2.2.3.8).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[183. ACEA 2017\]](#) [\[201. ACEA 2016\]](#)

2.4.3.2. Powlekanie proszkowe - utwardzane konwencjonalnie

Opis

Bezrozsuszczeniowe powłoki składające się z proszku o wielkości cząstek w zakresie 25-60 µm. Powłoki proszkowe utwardzane są w konwencjonalnych (konwekcyjnych) piecach wysokotemperaturowych.

Szczegóły techniczne

Powłoki proszkowe są systemami bezrozsuszczeniowymi, które wymagają elektrostatycznych procedur nakładania i dlatego nadają się przede wszystkim do malowania powierzchni metalowych. Lakiery proszkowe są zazwyczaj oparte na żywicach akrylowych z kwasem lub bezwodnikiem. Mogą być stosowane jako podkład (grunt) lub jako powłoka bezbarwna. Nakładanie powłok proszkowych odbywa się w specjalnie skonstruowanej kabinie natryskowej

z wentylacją zstępującą i wyciągową i może polegać na natryskiwaniu automatycznym wspomaganym elektrostatycznie lub na natryskiwaniu manualnym. Zob. również sekcję 17.7.2.6.

Korzyści dla środowiska

- Praktycznie brak emisji rozpuszczalników.
- Niskie wytwarzanie odpadów.
- Zastosowanie natrysku wspomaganego elektrostatycznie zmniejsza potrzebę wychwytywania przez wodę cząsteczek mgły lakierniczej.
- Uproszczone czyszczenie narzędzi i kabin lakierniczych (czyszczenie próżniowe, sprężone powietrze).
- Wysoka wydajność nakładania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technologia powlekania proszkowego charakteryzuje się zerową emisją LZO i nie wymaga użycia wody do usuwania pyłu. Zastosowanie proszku z odzysku umożliwia ponowne wykorzystanie materiału, aż do 97 %.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Straty w wytwarzanej energii z powodu utleniania rozpuszczalnika. Wymagane są wysokie temperatury utwardzania.
- Istnieją możliwe zagrożenia zdrowotne wynikające ze stosowania niektórych substancji mutagennych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W 2007 r. w Europie działał tylko jeden zakład. Na ogół kolor i wykończenie uzyskane tą techniką nie spełniają standardów jakości większości europejskich producentów.

Technika malowania proszkowego pozwala na zredukowanie ilości powietrza do oczyszczenia z kabiny lakierniczej w porównaniu z konwencjonalnymi instalacjami. Wystąpiły problemy z żółtawym zabarwieniem nałożonej warstwy powłoki bezbarwnej w produkcie końcowym. Główny problem polega na tym, że kontrola grubości powłoki jest trudna: powstaje warstwa o większej grubości niż jest to konieczne (ok. 65 μm), co powoduje większe zużycie farby; jednak obecnie coraz częściej osiągalne są również cieńsze warstwy (ok. 55 μm).

Doświadczenia z zakładu PSA Mulhouse pokazują, że po wielu latach testów poziom jakości nie osiągnął standardów oczekiwanych przez europejskich klientów. Cena proszków z powodu braku popytu też nie spada (tylko kilka linii produkcyjnych w Europie). Rentowność instalacji pozostaje poniżej konwencjonalnego poziomu innych linii produkcyjnych do malowania.

Stwierdzono również, że linie produkcyjne bez etapu powlekania farbą podkładową (proces zintegrowany) dają lepsze wyniki niż linia produkcyjna na bazie proszku, zarówno pod względem ekonomicznym, jak i jakościowym. Ogólna emisja LZO dla obu technologii mieści się w podobnym zakresie.

Ekonomika

Przy przejściu z istniejącej technologii na bazie rozpuszczalników na technologię proszkową pojawiają się wysokie koszty kapitałowe, ponieważ technologia proszkowa jest zupełnie inną technologią i wymaga całkowitej przebudowy instalacji, sprzętu oraz materiałów. Można jednak zaobserwować redukcję kosztów operacyjnych; obecne szacunki opisują redukcję kosztów energii o co najmniej 12 % w stosunku do systemów na bazie wody lub rozpuszczalników.

Siła napędowa wdrażania

- Redukcja kosztów dzięki zmniejszeniu ilości LZO i ścieków do przetworzenia.
- Redukcja kosztów przetwarzania odpadów.

Przykładowe zakłady

Technika ta nie jest obecnie stosowana w europejskich zakładach do powlekania samochodów osobowych lub vanów. Jest ona stosowana w niektórych instalacjach do powlekania samochodów ciężarowych oraz kabin samochodów ciężarowych. W przeszłości była stosowana w BMW AG w Dingolfing w Niemczech oraz w zakładzie PSA w Miluzie, ale obecnie nie jest już wykorzystywana (zob. również sekcja 17.7.2.6) [komentarz ACEA #215 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

2.4.3.3. Farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.1. Technika ta odnosi się do farby na bazie rozpuszczalnika o wysokiej zawartości cząstek stałych, stosowanej jako powłoka bazowa i nawierzchniowa.

Szczegóły techniczne

W przypadku nowoczesnych farb na bazie rozpuszczalników o bardzo wysokiej zawartości cząstek stałych można osiągnąć taki sam stosunek LZO do masy stałej, jak w przypadku farb na bazie wody. Farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych mają zazwyczaj dwukrotnie większą zawartość cząstek stałych niż farby na bazie rozpuszczalników o średniej zawartości cząstek stałych (MS) lub standardowe farby na bazie wody (WB) (powłoka bazowa HS: 35-45 % cząstek stałych, MS SB lub standardowa WB: 18-22 % cząstek stałych) [\[219. ACEA 2018\]](#). Substancje stałe w farbie tworzą ostateczną warstwę farby, stąd jeden litr farby o wysokiej zawartości cząstek stałych może zastąpić dwa litry farby standardowej. Farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych zawierają zazwyczaj 20-35 % mniej LZO niż konwencjonalne farby na bazie rozpuszczalników (HS 55-65 % LZO vs MS 78-82 % LZO), co oznacza, że z każdego litra zużytej farby uwalnia się mniej LZO niż w przypadku farb o średniej zawartości cząstek stałych.

Więcej informacji na temat różnych rodzajów powłok o zwiększonej zawartości cząstek stałych, np. powłok o średniej zawartości cząstek stałych (MS), powłok o wysokiej zawartości cząstek stałych (HS), powłok o bardzo wysokiej zawartości cząstek stałych (UHS) oraz ich zastosowania w powlekanii pojazdów, można znaleźć w sekcji 2.2.3.8 oraz w Tabeli 2.5.

Korzyści dla środowiska

- Zastosowanie farb o wysokiej zawartości cząstek stałych zmniejsza zużycie rozpuszczalników w porównaniu z konwencjonalnymi farbami na bazie rozpuszczalników, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej grubości powłoki.
- Redukcja zużycia i emisji rozpuszczalników.
- Mniejsze zużycie energii w porównaniu z farbami na bazie wody.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dzięki zastosowaniu farb na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych można uzyskać taki sam efekt powlekania jak w przypadku konwencjonalnych farb na bazie rozpuszczalników, ale przy mniejszej objętości zużytej farby, a tym samym mniejszym

uwalnianiu LZO. Farby na bazie wody zazwyczaj mają również niższe stężenie cząstek stałych, więc różnica w emisji ładunku LZO jest mniejsza niż różnica w stężeniu LZO między dwoma rodzajami farb, gdyż więcej farby WB musi być stosowane do uzyskania tej samej powłoki.

W przeciwieństwie do farb WB nie jest wymagane wyposażenie ze stali nierdzewnej w urządzeniach dostarczających i aplikujących farbę.

W porównaniu z systemami na bazie wody systemy powłok na bazie rozpuszczalników osiągają wysoką jakość w szerszym zakresie warunków klimatycznych. Dlatego też potrzeba mniej energii do ogrzewania lub chłodzenia powietrza w kabine czy też regulacji jego wilgotności. Jest to szczególnie ważne w krajach o ekstremalnie wysokich lub niskich temperaturach.

Materiały na bazie rozpuszczalników nie wymagają wymuszonego odparowania przed piecem. Dzięki temu oszczędza się miejsce, a tym samym ilość powietrza potrzebnego do klimatyzacji oraz energię potrzebną do wymuszonego odparowania. W lakierni na bazie rozpuszczalnika czas odparowania potrzebny pomiędzy nałożeniem powłoki bazowej a bezbarwnej wynosi tylko 90 sekund. W lakierni na bazie wody odparowanie trwa 10 minut, a pojazd musi być podgrzany z temperatury otoczenia do ok. 60-80 °C, a następnie ponownie schłodzony do temperatury otoczenia. W strefie lakierowania w lakierni WB trzeba przetłoczyć o 36 % więcej powietrza. W związku z tym bezpośrednie zapotrzebowanie na energię dla każdej karoserii pojazdu w przypadku systemów na bazie rozpuszczalników jest niższe.

Wyższe stężenie LZO w powietrzu odprowadzanym z pieca i z kabiny w systemach na bazie rozpuszczalników ma korzystny wpływ na zużycie energii przez system ograniczania emisji. LZO wspomagają spalanie w utleniaczu, a w zależności od stężenia mogą podtrzymywać spalanie (tzw. „spaliny na paliwo”). Ciepło jest zazwyczaj odzyskiwane i wykorzystywane do ogrzewania suszarek.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Farby na bazie rozpuszczalników częściej wymagają systemu oczyszczania gazów odlotowych w porównaniu z farbami na bazie wody. Jednak farby na bazie wody nadal zawierają rozpuszczalniki LZO, a powłoka bezbarwna jest zwykle na bazie rozpuszczalnika, więc systemy na bazie wody będą również wymagać energochłonnego ograniczania emisji.

Redukcja LZO odbywa się zazwyczaj za pomocą utleniaczy, które generują wtórne emisje tlenku węgla oraz tlenków azotu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Farby na bazie rozpuszczalników mogą być stosowane we wszystkich fazach operacji malowania (podkład, powłoka bazowa, powłoka bezbarwna oraz poprawki) i mogą być stosowane na metalach i tworzywach sztucznych. Mogą być wykorzystywane w nowych i istniejących lakierniach, gdzie przestrzeń jest ograniczona i gdzie zmiany materiałów lakierniczych mogą być technicznie niemożliwe.

Ekonomika

Przejęcie na farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych można osiągnąć bez utraty produkcji w istniejących zakładach, ponieważ zazwyczaj można je zmieścić na tej samej powierzchni zakładu. Koszty inwestycyjne dla instalacji na bazie rozpuszczalników są znacznie niższe w porównaniu z systemami na bazie wody. Powierzchnia zakładu jest mniejsza, klimatyzacja może być dostosowana do szerszego zakresu warunków klimatycznych, można stosować stal miękką, a przepustowość pojazdów jest wysoka.

Farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych są tańsze niż farby na bazie wody w przeliczeniu na jedną cząstkę stałą; jest to jednak silnie uzależnione od warunków rynkowych.

Technologia oparta na rozpuszczalnikach może być stosowana globalnie ze względu na jej niezawodność, co jest ważnym czynnikiem dla firm międzynarodowych. Wspólność procesów i materiałów jest ważnym elementem umożliwiającym osiągnięcie korzyści skali oraz skrócenie czasu testowania rozwoju produktu.

Siła napędowa wdrażania

Producenci samochodów w UE działają w zakładach, które powstały niekiedy nawet 100 lat temu. Wewnątrz i na zewnątrz lakierni występują liczne ograniczenia przestrzenne. Około 35 % wszystkich lakierni samochodów osobowych i 65 % lakierni pojazdów użytkowych (vanów, ciężarówek, kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów) w UE stosuje obecnie powłoki podkładowe i/lub bazowe na bazie rozpuszczalnika. Farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych mogą być stosowane w działających zakładach, w których modyfikacje można wprowadzać jedynie podczas krótkiego, 2-3-tygodniowego okresu przestoju w lecie lub w zimie.

Przykładowe zakłady

Ford, Europa, zob. sekcja 2.2.

Literatura źródłowa

[\[142. ACEA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[219. ACEA 2018\]](#)

2.4.3.4. Zabezpieczanie wnęk za pomocą płynnego wosku

Opis

Dodatkową ochronę antykorozyjną wewnętrznych powierzchni wnęk uzyskuje się za pomocą cienkich warstw gorącego lub zimnego wosku nakładanych w procesie zalewania.

Szczegóły techniczne

Gorący wosk

Składa się on z parafiny w postaci stałej, która zmienia postać na ciekłą w wyniku podgrzania do temperatury 120 °C. Typowy skład chemiczny to 80 % parafiny, 0 % dodatków, 13 % oleju mineralnego (o wysokiej temperaturze wrzenia). Wosk w postaci stałej jest podgrzewany i przechowywany w zbiorniku magazynowym w temperaturze 120 °C.

Karoseria umieszczana jest na ramie zalewowej, wyposażonej w szereg rurek łączących, po jednej dla każdej wnęki. Rurki są ciasno dociskane do otworów w karoserii i odmierzona ilość gorącego wosku jest pompowana do wnęk aż do ich całkowitego zalania. Po zakończeniu zalewania nadmiar wosku spływa na tacę zbierającą i jest ponownie wprowadzany do procesu. Karoseria jest wstępnie podgrzewana do temperatury 50-80 °C, aby uniknąć gwałtownego schłodzenia i zestalenia wosku, co mogłoby doprowadzić do powstania niepotrzebnie grubych jego warstw.

Zimny wosk

Skład: Nie dostarczono danych.

Nanoszenie odbywa się w temperaturze pokojowej, a zestalenie ciekłej warstwy uzyskuje się przez utlenianie powietrzem atmosferycznym.

Korzyści dla środowiska

- Zapobieganie emisjom LZO.
- Oszczędność energii (zimny wosk).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Zużycie materiału (kg/jednostkę): nie dostarczono danych.
- Zużycie energii na ogrzewanie (wosk i karoseria) (kg/jednostkę): nie dostarczono danych.
- Niekorzystne skutki spowodowane aerozolami wosku (zamknięte kabiny, konieczna wentylacja).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zapotrzebowanie na energię do roztopienia wosku i wstępnego podgrzania karoserii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

- Stosowane tylko w zakładach samochodowych o dużej produkcji, ponieważ budowa ram do zalewania (nakładania) woskiem jest bardzo kosztowna.
- Karoserie muszą być przystosowane do zalewania natryskowego.
- Nie stosuje się przy powlekanii samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów.

Siła napędowa wdrażania

Poprawa jakości w porównaniu z ręcznym nanoszeniem (natryskiwaniem) wosku.

Przykładowe zakłady

Gorący wosk: Zakłady Volkswagen, Audi, Seat, Skoda oraz Porsche w Europie.

Literatura źródłowa

Komentarz ACEA #388 w [\[212. TWG 2018\]](#).

2.4.3.5. Zabezpieczanie wnętrza za pomocą emulsji woskowej na bazie wody

Opis

Dodatkową ochronę antykorozyjną wewnętrznych powierzchni wnętrza uzyskuje się stosując bezrozpuszczalnikowe preparaty woskowe inne niż gorący wosk.

Szczegóły techniczne

Materiały:

- Wosk na bazie wody o niskim stopniu zaawansowania technologicznego.
- Wosk na bazie wody o wysokim stopniu zaawansowania technologicznego.

Metoda nanoszenia

Dla każdego zagłębienia znajduje się co najmniej jeden otwór aplikacyjny do wprowadzania materiału woskowego za pomocą dysz (40-50 takich otworów na karoserię). Materiał jest nanoszony za pomocą dysz natryskowych, które są dostosowane do każdego zagłębienia, aby uzyskać pełną warstwę rozpylonego materiału bez zacieków. Nanoszenie może odbywać się ręcznie lub automatycznie (zob. sekcja 2.4.4.3).

W celu usunięcia wody lub sieciowania (*cross-linking*) składników wosku, karoserie są umieszczane w piecach.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia i emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Zużycie materiału (kg/jednostkę): nie dostarczono danych.

- Zużycie energii na ogrzewanie (i/lub inne procesy, takie jak wentylacja) w MWh/jednostkę: nie dostarczono danych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wyższe zużycie energii w porównaniu z woskiem do wnek na bazie rozpuszczalnika.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

- Elastyczność; może być stosowany nawet na liniach produkcyjnych obsługujących wiele modeli oraz w małych lakierniach.
- Nie stosuje się przy powlekanii samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych oraz autobusów.

Siła napędowa wdrażania

Poprawa jakości.

Literatura źródłowa

Komentarz ACEA #388 w [\[212. TWG 2018\]](#).

2.4.4. Techniki i sprzęt do nakładania farb oraz innych materiałów powlekających

Następujące techniki i urządzenia do nakładania farby stosowane są komercyjnie:

- powlekanie elektroforetyczne, zob. sekcja 17.7.3.6 oraz sekcja 2.2.3.2.1;
- rozpylanie (nanoszenie) wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe (HVLV), zob. sekcja 17.7.3.10;
- elektrostatycznie wspomagane dyski i dzwony o wysokiej prędkości obrotowej, zob. sekcja 17.7.3.11;
- elektrostatycznie wspomagane sprężonym powietrzem nakładanie (natryskiwanie) *airless* oraz *air-assisted*, zob. sekcja 17.7.3.12;
- zautomatyzowane nanoszenie wosku na wneki metodą natryskową, zob. sekcja 2.4.4.3.

2.4.4.1. Zautomatyzowane nanoszenie powłok metodą natryskową za pomocą maszyn do malowania

Opis

Kilka głowic rozpylających (atomizerów) jest zamontowanych na konstrukcji belki, która jest zamontowana poprzecznie (po lewej i prawej stronie) i/lub nad podłogą. Głowice rozpylające mogą być w ograniczonym zakresie przesuwane wzdłuż belek.

Szczegóły techniczne

Maszyny do lakierowania to maszyny boczne oraz sufitowe (maszyny sufitowe są w formie maszyn bramowych). Posiadają jedno lub więcej dowolnie programowalnych ramion z urządzeniami aplikacyjnymi, które mogą być przesuwane poprzecznie do kierunku transportu i podążać za karoserią.

Zazwyczaj jako rozpylacze stosowane są rozpylacze pneumatyczne lub szybkoobrotowe dzwony z ładunkiem elektrostatycznym.

Podczas malowania karoseria przechodzi powoli przez opisaną tutaj konstrukcję bramową i jest kolejno malowana od przodu do tyłu. Alternatywnie, może być również stosowany system trzybramowy, przy czym suwnice przesuwają się wzdłuż nieruchomej karoserii.



Ilustracja 2-40 Zautomatyzowane nakładanie farby za pomocą maszyn do malowania.

Korzyści dla środowiska

W porównaniu z manualnym nanoszeniem farby, główne zalety to:

- powtarzalny proces malowania;
- brak restrykcji odnośnie do maksymalnych stężeń LZO w miejscu pracy.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wady w porównaniu do nanoszenia farby przez robota lub nanoszenia ręcznego to:

- malowany może być tylko zewnętrzny kontur karoserii;
- do aplikacji farby wymagana jest grupa 9-12 pojedynczych rozpylaczy, co zwiększa zużycie farby i rozpuszczalnika do płukania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowane w istniejących zakładach do powlekania samochodów osobowych, vanów i kabin samochodów ciężarowych. Maszyny lakiernicze nie mogą być stosowane do powlekania wnętrza.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja kosztów robocizny oraz wyższa jakość.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana zwłaszcza w starych, istniejących zakładach europejskich.

Literatura źródłowa

[169. VDI 2013] [212. TWG 2018]

2.4.4.2. Zautomatyzowane nakładanie powłok z zastosowaniem robotów

Opis

W przypadku aplikacji natryskowej pojedynczy rozpylacz jest przymocowany do wieloosiowego robota. Roboty używane są również do nakładania uszczelniaczy.

Szczegóły techniczne

Zwykle jako rozpylacze stosowane są rozpylacze pneumatyczne lub dzwony szybkoobrotowe z ładunkiem elektrostatycznym. Do każdej sekwencji roboczej wykorzystywane są trzy lub cztery roboty, które pracują jednocześnie.

W nowoczesnych robotach urządzenie do zmiany koloru lub płukania jest zintegrowane z jedną z osi robota. Alternatywnie, odpowiednia farba może być również przygotowywana w zależności od potrzeb w stacjach napełniania kartridży znajdujących się blisko robota. Aby zmienić kolor, robot podejżdża do takiej stacji i zastępuje pusty kartridż pełnym.

Korzyści dla środowiska

Zautomatyzowana praca robotów zapewnia nakładanie warstwy farby o optymalnej grubości oraz redukuje wielkość tzw. mgły lakierniczej, dzięki czemu żadne poprawki nie są konieczne.

W porównaniu z natryskiem maszynowym (zob. sekcja 2.4.4.1), główne zalety to:

- możliwość malowania wnętrz karoserii;
- rozpylacze mogą być prowadzone bardzo precyzyjnie wzdłuż karoserii, dzięki czemu uzyskuje się wysoką wydajność aplikacji;
- do malowania potrzebna jest mniejsza ilość rozpylaczy (zmniejszenie ilości farby oraz rozpuszczalnika potrzebnego do płukania przy zmianie koloru lub czyszczeniu).

Gdy roboty są używane do nakładania materiałów uszczelniających i tłumiących, tolerancja wymaganej grubości powłoki może być zmniejszona, co skutkuje oszczędnością materiału o około 5-10 % w porównaniu do nakładania ręcznego. Dodatkowo, niezawodność procesu jest zazwyczaj wyższa, co znacznie zmniejsza liczbę koniecznych poprawek [169. VDI 2013].

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zastosowanie robotów jest niezbędne w przypadku użycia rozpylaczy o wysokiej wydajności transferu, takich jak dzwony obrotowe z ładowaniem elektrostatycznym.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w nowych i istniejących zakładach do powlekania samochodów osobowych, vanów i kabin samochodów ciężarowych.

Ekonomika

- Wyższe koszty inwestycyjne w porównaniu z maszynami do powlekania.
- Nieopłacalna przy małych partiach lub bardzo silnie zróżnicowanej geometrii.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja kosztów robocizny oraz wyższa jakość.

Przykładowe zakłady

Zrobotyzowane systemy natryskowe są uznawane za standard w systemach malowania samochodów osobowych, vanów oraz kabin samochodów ciężarowych. Znajdują również zastosowanie przy powlekanii innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.



a) Źródło: [\[169. VDI 2013\]](#).



b) Źródło: Renault Douai, FR [\[169. VDI 2013\]](#) [\[181. COM 2017\]](#).

Ilustracja 2-41 a) zautomatyzowane nakładanie farb za pomocą robotów i b) zautomatyzowane nakładanie uszczelniaczy za pomocą robotów.

Literatura źródłowa

[169. VDI 2013] [212. TWG 2018]

2.4.4.3. Zautomatyzowane nanoszenie wosku na wnęki metodą natryskową

Opis

Wosk antykorozyjny nakładany jest na wewnętrzne powierzchnie wnęk karoserii samochodowych za pomocą zautomatyzowanych procesów natryskowych z kontrolą zużycia wosku.

Szczegóły techniczne

Płynny materiał jest nakładany (natrysk *airless* przy ciśnieniu 100-130 barów lub *airmix* przy niższym ciśnieniu) na otwory wnęki karoserii. W każdym zagłębieniu znajduje się co najmniej jeden otwór aplikacyjny do wprowadzenia dysz (typowo 40-50 takich otworów w karoserii). Uchwyty dysz oraz rozmieszczenie różnych dysz w głowicy dysz dostosowane są do każdego zagłębienia celem uzyskania kompletnej i równomiernej warstwy rozpylonego wosku bez cieni. Powtarzalne dozowanie uzyskuje się poprzez wstępne programowanie nanoszonej objętości (tzw. „*time spray*”).

Można stosować dwa rodzaje zautomatyzowanych systemów aplikacyjnych [169. VDI 2013]:

- Dysze zamontowane na nośniku wielodyszowym. Nośnik jest wprowadzany do otworów a natryskiwanie odbywa się jednocześnie. Dzięki tej metodzie można osiągnąć wysoką wydajność produkcji, pod warunkiem, że wszystkie otwory mogą być osiągnięte jednocześnie za pomocą jednego lub kilku nośników dysz.
- Kilka pneumatycznych wysuwanych dysz jest umieszczonych w głowicy z wymiennymi dyszami. Robot pobiera wymaganą głowicę dysz, przykłada ją do odpowiedniego miejsca i wymienia, jeśli dane miejsce nakładania wosku wymaga innego typu dyszy. Potrzeba co najmniej jednego robota na każdą stronę karoserii.

Natryskiwanie odbywa się w temperaturze pokojowej. W zależności od rodzaju zastosowanego materiału, tworzenie i suszenie powłoki wspomagane jest przez ogrzewanie karoserii w suszarkach konwekcyjnych lub suszarkach na podczerwień.

W nowym procesie materiał jest nebulizowany w bardzo drobnych cząstkach ($< 15 \mu\text{m}$), z umiarkowaną prędkością, które wypełniają objętość wnęki poprzez turbulentną i rozproszoną propagację.

Korzyści dla środowiska

Mniejsze zużycie materiału i wytwarzanie odpadów w porównaniu z nakładaniem manualnym.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Może być stosowany z wieloma rodzajami materiałów.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie w lakierniach samochodów osobowych. W zależności od typu karoserii zastosowanie robotów zapewnia większą elastyczność przy obróbce wielu modeli pojazdów, podczas gdy nośniki dysz mają przewagę, jeśli wymagana jest wysoka wydajność produkcji.

Siła napędowa wdrażania

Jakość produktu.

Literatura źródłowa

[169. VDI 2013] [komentarz ACEA #390 w [212. TWG 2018]].

2.4.5. Minimalizacja zużycia surowców

Powszechnie stosowane są następujące techniki:

- malowanie dużych partii/grupowanie kolorów, zob. sekcja 17.6.2.1;
- systemy czyszczenia rurociągów, zob. sekcja 17.2.4.2;
- wymienniki farb o niskiej stratności, zob. sekcja 2.4.5.1;
- nakładanie powłok i szczeliw przy użyciu robotów, zob. sekcje 2.2, 2.4.4.2 i 17.2.5,

oraz inne metody zarządzania i redukcji zużycia rozpuszczalników.

2.4.5.1. Systemy wymiany i oczyszczania z farb o niskiej stratności

Opis

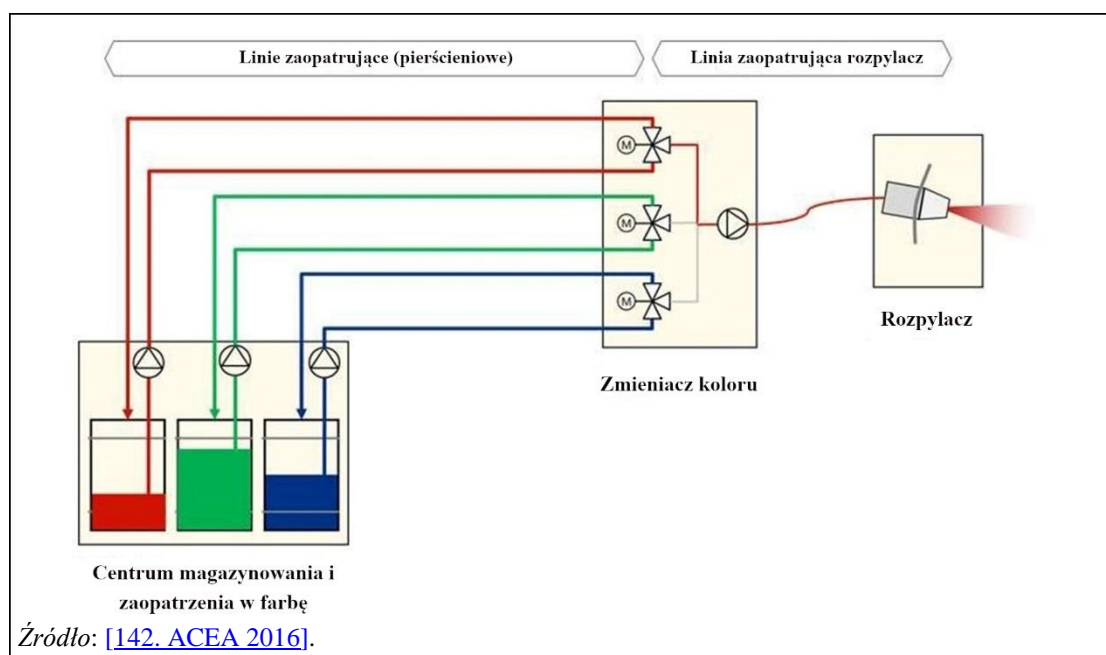
Farba jest pompowana z centrum zaopatrzenia do kabin lakierniczych za pomocą stalowych linii pierścieniowych, gdzie każda linia jest przypisana do jednego rodzaju farby.

Szczegóły techniczne

Powłoki kolorowe (głównie bazowe) wymagają zmiany koloru. Nakładanie danego koloru dotyczy często mniej niż dwóch samochodów naraz. Nawet gdy stosuje się najlepsze techniki odzysku, oczyszczanie/płukanie dzwonów i pistoletów znacząco przyczynia się do emisji, gdy używane są farby na bazie rozpuszczalnika. W przypadku powłok na bazie wody płynny oczyszczający składają się zazwyczaj w 90 % z wody [38. TWG 2004].

Zastosowanie systemów kartridżowych z farbą znacznie zmniejsza wymagania dotyczące oczyszczania, a tym samym może obniżyć emisje oraz ilość odpadów.

W lakierniach samochodowych o dużym przerobie farba jest zazwyczaj przechowywana w centrum zaopatrzenia i pompowana do kabin lakierniczych stalowymi przewodami pierścieniowymi, gdzie każdy przewód jest przypisany do jednego rodzaju farby (zob. Ilustracja 2.42). Kolory o niskim użyciu są bardzo często dostarczane z małych, lokalnych systemów dystrybucji farby znajdujących się w pobliżu kabin. Dla powłok bazowej i podkładowej (jeśli w malarni używa się więcej niż jednego koloru podkładu), takie linie zaopatrujące są podłączone do urządzeń zmieniających kolor przy każdej pojedynczej jednostce aplikacyjnej (robot z jednym rozpylaczem lub maszyna do malowania z kilkoma rozpylaczami). Zmieniacz kolorów przełącza pomiędzy doprowadzonymi przewodami farby i wybrany kolor spływa do pistoletu natryskowego lub dzwonu. Alternatywnie, oddzielne kartridże z farbą (0.5-1.0 l) napełniane są farbą w stacji zaopatrującej i automatycznie montowane, na żądanie, w robocie aplikacyjnym. Ta metoda może być również stosowana w przypadku nanoszenia ręcznego. Używanych jest także kilka innych systemów.



Ilustracja 2-42 Schemat poszczególnych części systemu zaopatrzenia w farbę z przewodami pierścieniowymi.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zużycia rozpuszczalników, wymagań dotyczących oczyszczania oraz emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W przypadku stosowania natrysku elektrostatycznego z ładowaniem wewnętrznym, systemy zasilania farbą z farbami na bazie wody wymagają specjalnych układów odprowadzania potencjałów elektrycznych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Oszczędność w zużyciu surowców oraz zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana.

Literatura źródłowa

[142. ACEA 2016] [komentarz ACEA #507 w [212. TWG 2018]].

2.4.5.2. Odzysk zużytych rozpuszczalników

Opis

Zob. sekcja 17.12.3. Powszechnie stosowane są nowoczesne urządzenia do dostarczania farb, w tym do odzysku rozpuszczalników czyszczących. Odzysk odbywa się poprzez odprowadzenie rurociągiem środków czyszczących z urządzeń do nakładania farby do zbiorników magazynowych.

Korzyści dla środowiska

Zazwyczaj 80-90% rozpuszczalników czyszczących i płuczących można odzyskać do ponownego użycia w zakładzie lub poza nim.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W procesie czyszczenia w środku czyszczącym znajdują się również pozostałości farby, które mogą powodować zatykanie rur i zbiorników z powodu twardnienia samej farby. Dlatego może być konieczne ciągłe mycie, co powoduje wzrost zużycia środków czyszczących.

Ekonomika

Instalacja typowego systemu odzysku rozpuszczalników kosztuje 0.4 mln EUR na kabinę lakierniczą (dane z 2006 r.), ale koszty zależą również od tego, co wchodzi w skład systemu.

Potencjalne oszczędności zostaną osiągnięte dzięki zmniejszonemu zużyciu rozpuszczalników oraz zredukowanej ilości odpadów niebezpiecznych. W dużych zakładach oszczędności przewyższają w przybliżeniu wartość inwestycji.

Przykładowe zakłady

Ford, Europa.

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[26. CITEPA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[142. ACEA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

2.4.6. Techniki suszenia

Powszechnie stosowane są następujące techniki:

- suszenie za pomocą powietrza cyrkulacyjnego z lub bez osuszonego powietrza (o zredukowanej wilgotności);
- utwardzanie promieniami podczerwonymi, zob. sekcja 17.8.5.1.

2.4.7. Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych

Powszechnie stosowane są następujące techniki:

- kabina lakiernicza z separacją na mokro (kurtyna wodna), zob. sekcja 17.10.4.1;
- absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy (płukanie na mokro), zob. sekcje 17.10.4.2 i 17.10.6.3;
- separacja mgły lakierniczej na sucho za pomocą materiałowej powłoki wstępnej, zob. sekcja 17.10.4.3;
- separacja mgły lakierniczej na sucho za pomocą filtrów, zob. sekcja 17.10.4.4;
- filtr elektrostatyczny, zob. sekcja 17.10.4.5;
- techniki utrzymywania stężenia LZO przed przetwarzaniem, zob. sekcja 17.10.3;
- adsorpcja: adsorpcja w złożu stałym, adsorpcja w złożu fluidalnym i adsorpcja w rotorze, zob. sekcja 17.10.6.2;
- utlenianie: utlenianie rekuperacyjne, katalityczne i regeneracyjne, zob. sekcja 17.10.5.

2.4.7.1. Recykulacja powietrza w kabinie połączona z oddzieleniem mgły lakierniczej

W lakierniach, w których nakłada się powłoki na samochody osobowe, vany i kabiny samochodów ciężarowych, powietrze w kabinie jest recyrkulowane po intensywnym oddzieleniu mgły lakierniczej, z suchą separacją mgły lakierniczej w przypadku nowych lub całkowicie odnowionych lakierni lub rzadziej z płukaniem na mokro w przypadku istniejących zakładów. Zob. również sekcja 17.10.3.2.

2.4.7.2. Zamknięte strefy aplikacji

Opis

Powłoki z rozpuszczalnikami nakładane są w zamkniętych strefach aplikacji z dedykowanymi systemami wentylacji i odbioru zużytego powietrza.

Szczegóły techniczne

Tunelowa kabina lakiernicza składa się z następujących sekcji:

- komora rozprężna;
- kabina lakiernicza do poziomu kratownicy;
- system klimatyzacji.

System oddzielania mgły lakierniczej znajduje się pod kratownicą kabiny.

W ruchomej komorze rozprężnej klimatyzowane powietrze z systemów HVAC rozprowadzane jest równomiernie w całej strefie. Struktura systemu jest następująca:

- kanał dystrybucji powietrza;
- filtr komory rozprężnej.

Z kanału rozprowadzającego powietrze, nawiewane powietrze przechodzi przez perforowane płyty do przestrzeni filtracyjnej, która jest oddzielona od strefy kabinowej pokrywą filtra. Filtry sufitowe znajdujące się w pokrywie filtra służą przede wszystkim do równomiernego rozdziału powietrza w tej strefie. Dodatkowo, przed wejściem do kabiny powietrze jest jeszcze raz „dokładnie filtrowane” przez maty filtracyjne, aby zapobiec przedostawaniu się cząsteczek kurzu i włókien do kabiny lakierniczej.

Kabina lakiernicza

Kabina lakiernicza składa się z samonośnych elementów ramowych z belkami. Wewnętrzne ściany boczne są wyposażone w okna umożliwiające obserwację pracy systemu z tzw. obszarów kontrolnych i są równe, aby uniknąć osadzania się farby na podestach i w martwych strefach. Dostęp z obszarów kontrolnych rozmieszczonych na dłuższym boku możliwy jest przez drzwi z blokadami bezpieczeństwa. Do obszarów kontrolnych można wejść tylko przez śluzy powietrzne.

Karoserie są montowane na płozach transportowych i automatycznie przenoszone do poszczególnych stanowisk lakierniczych. Przed wejściem do strefy lakierowania są one odpylane różnymi technikami. W jednej kabinie lakierniczej obrabianych jest jednocześnie od 10 do 20 pojazdów.

Po zakończeniu procesu powlekania karoserie trafiają do suszarni.

System wentylacji

Dostosowanie powietrza do wymaganych parametrów (klimatyzowanie) uzyskuje się za pomocą wentylatorów z nagrzewnicami (ogrzewanie bezpośrednie lub pośrednie), chłodnicami, nawilżaczami, filtrami oraz wentylatorami. Powietrze dostarczane jest do kabiny poprzez komorę rozprężną znajdującą się nad całą powierzchnią kabiny. Powietrze jest odprowadzane z kabiny za pomocą wentylatorów. Kabiny są eksploatowane przy niewielkim podciśnieniu, aby zapobiec

wyciekom rozpuszczalników. Usuwanie mgły lakierniczej może być przeprowadzane za pomocą różnych systemów. Podczas czyszczenia na mokro wilgotność wzrasta do ponad 90 %. Dlatego zastosowanie powietrza obiegowego jest możliwe tylko przy wysokich nakładach energetycznych na osuszanie.

W przypadku suchego osadzania dyspersji lakierniczej przydatna jest recyrkulacja powietrza, ponieważ parametry powietrza, w szczególności wilgotność, nie ulegają znacznym zmianom.

Odzysk ciepła jest możliwy i efektywny w przypadku mycia na mokro poprzez zastosowanie regeneratorów ciepła (*heat wheels*). W przypadku osadzania na sucho z obiegiem powietrza, rozpuszczalniki są skoncentrowane. Są one często odzyskiwane w systemie termicznego oczyszczania gazów odlotowych z odzyskiem ciepła.

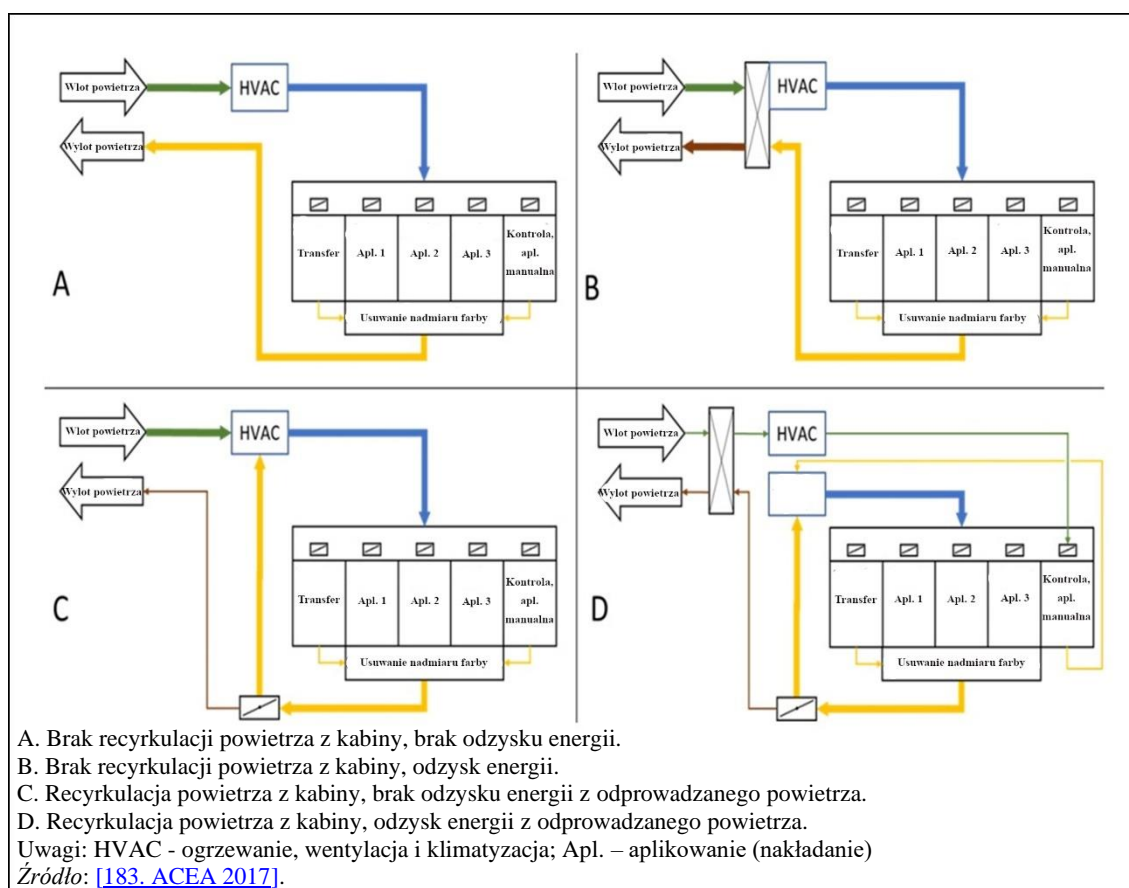
Różne warianty kierowania strumieniem powietrza oraz odzysku energii pokazano na Ilustracjach 2.43 i 2.44.



1. Wymiennik ciepła powietrza wlotowego/wylotowego.
2. Klimatyzowanie powietrza wlotowego.
3. Komora rozprężna oraz rozdział powietrza wlotowego.
4. Strefa aplikacji z robotami i systemem transportu karoserii.
5. Pomieszczenie kontrolne.
6. Separacja mgły lakierniczej (przykład: płuczka ze zwężką krzyżową).
7. Zbiornik systemu obiegu wody płuczącej.
8. Wentylator wyciągowy.

Źródło: [183. ACEA 2017].

Ilustracja 2-43 Konstrukcja i przepływ powietrza w kabine lakierniczej.



Ilustracja 2-44 Różne warianty przebiegu powietrza oraz odzyskiwania energii.

Boksy lakiernicze

W przeciwieństwie do dużych kabin przelotowych z jednoczesnym powlekanem wielu karoserii na różnych stanowiskach lakierniczych, w boksie lakierniczym powlekana jest pojedyncza karoseria. Ten typ stosowany jest do:

- produkcji samochodów osobowych na małą skalę;
- malowania podwozi samochodów ciężarowych;
- malowania autobusów;
- lakierniczych operacji naprawczych.

Wszystkie niezbędne czynności związane z powlekanem pojazdu wykonywane są kolejno na tym samym stanowisku pracy. Mgła lakiernicza jest zbierana w filtrach przeciwpyłowych. Do suszenia stosuje się promienniki podczerwieni, gorące powietrze obiegowe wprowadzane do kabiny lakierniczej lub przenosi się karoserię do sąsiadującego z nią pieca do suszenia pojedynczych karoserii²².

Zbiorniki zanurzeniowe

Strefy obróbki wstępnej i powlekania elektroforetycznego są również zamknięte (hermetyczne). Utrzymywane jest w nich niewielkie podciśnienie (1 mbar), aby uniknąć emisji nieorganizowanych do pobliskich miejsc pracy.

²² Dürr-Krouzilek, Ralf (2011): Efektywność wykorzystania zasobów na wysokim poziomie. Linia do czyszczenia i lakierowania pojazdów użytkowych (*Ressourcen-Effizienz auf hohem Niveau. Reinigungs- und Lackierlinie für Nutzfahrzeuge*); w: JOT 51 (3), s. 42-45. DOI: 10.1365/s35144-011-0042-5.

Korzyści dla środowiska

- Eliminacja emisji niezorganizowanych.
- Redukcja zużycia i emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wymagania, które należy spełnić przy klimatyzacji kabin lakierniczych, przedstawiono w Tabeli 2.31.

Tabela 2-31 Wymagania dotyczące klimatyzacji w przelotowych kabinach lakierniczych.

	Wilgotność względna (%)	Temperatura (°C)	Prędkość strumienia powietrza (m/s)
Farby na bazie rozpuszczalnika	40-85	20-30	0.3-0.5
Farby na bazie wody	60-70	20-26	0.3-0.5
Jednowarstwowa farba nawierzchniowa na bazie wody	55-75	20-26	0.3-0.5

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wysokie zapotrzebowanie na energię do klimatyzacji:

- W przypadku płukania na mokro z reguły konieczna jest 100-procentowa frakcja świeżego powietrza, ponieważ bardzo wilgotne odprowadzane powietrze może być ponownie wykorzystane do osuszania tylko przy wysokim zużyciu energii.
- W przypadku osadzania na sucho możliwy jest przepływ powietrza obiegowego wynoszący do 90 %. Jednakże wskaźnik recyrkulacji jest ograniczony zapotrzebowaniem na świeże powietrze w strefie kontrolnej, ręcznymi stanowiskami pracy lub koniecznością nieprzekraczania 25 % dolnej granicy wybuchowości. Zazwyczaj obserwuje się 75-80 % recyrkulacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Przelotowe (*pass-through*) kabiny lakiernicze są powszechnie stosowane w lakierniach do seryjnego powlekania samochodów osobowych, vanów i ciężarówek. Hermetyczne kabiny są standardem przy powlekanii elektroforetycznym i obróbce wstępnej.

Sila napędowa wdrażania

- Jakość produktu.
- BHP.

Przykładowe zakłady

- Tunelowe kabiny lakiernicze i zamknięte (hermetyczne) stanowiska do obróbki wstępnej i powlekania elektroforetycznego znajdują się we wszystkich lakierniach samochodowych o dużej wydajności.
- Pojedyncze kabiny (boksy lakiernicze) są standardem w przypadku produkcji niskonakładowej (np. lakiernie samochodów sportowych, ciężarowych i autobusów).

Literatura źródłowa

[169. VDI 2013] [183. ACEA 2017]

2.4.7.3. Elektrofiltr płuczący (separator mgły lakierniczej)

Opis

System oddzielania cząsteczek mgły lakierniczej od powietrza procesowego za pomocą filtrów elektrostatycznych (opis ogólny - zob. sekcja 17.10.4.5).

Szczegóły techniczne

Elektrofiltr z płukaniem jest systemem separacji mgły lakierniczej umieszczonym poniżej poziomu kraty kabiny lakierniczej. Wprowadzone powietrze będzie oczyszczane w filtrach elektrostatycznych.

Odprowadzane powietrze, z cząstkami mgły lakierniczej, przepływa przez strefę wlotową do modułu separacji. W trakcie przepływu powietrza przez moduł, cząsteczki mgły lakierniczej są usuwane. Ponieważ system osiąga bardzo wysoki stopień separacji, kabina lakiernicza może pracować z powietrzem recyrkulowanym. Duża część oczyszczonego powietrza jest zasysana przez wentylator recyrkulacyjny i zwracana do kabiny. W zależności od zawartości rozpuszczalników w odprowadzonym powietrzu, część z niego jest usuwana z obiegu i zastępowana powietrzem świeżym. Moduły separacyjne składają się z naprzemiennego układu elementów aktywnych i pasywnych. W elementach aktywnych, pod wysokim napięciem tworzy się chmura koronowa (*corona cloud*), która ładuje wszystkie cząsteczki farby. Cząsteczki te są następnie przyciągane przez pasywną, uziomioną płytę separującą. Jest ona pokryta cienką warstwą środka separującego przez zainstalowany nad nią system powlekania. Cząsteczki farby zostają przyciągnięte do płyty separującej i wychwycone przez środek separujący. Środek separujący zawierający cząsteczki mgły lakierniczej spływa następnie do zbiornika odbiorczego znajdującego się pod systemem elektrofiltrów. Stamtąd przez zbiornik systemowy jest zwracany do systemu powlekania. Część środka separującego jest oczyszczana z cząstek mgły lakierniczej przez system odprowadzania i recyrkulacji.

Korzyści dla środowiska

W systemie elektrofiltrów cząsteczki farby są oddzielane w > 99 %, a zawartość pozostających cząsteczek wynosi 0.3-0.8 mg/m³.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Środek separujący krąży w instalacji. Tylko niewielki strumień środka separującego jest usuwany i utylizowany wraz z mgłą lakierniczą.

Strefy obsługi i konserwacji filtra elektrostatycznego są odseparowane. Kontakt pomiędzy filtrem elektrostatycznym a generatorami jest automatycznie aktywowany, gdy moduł jest wkładany lub wyjmowany. Obsługa odbywa się w obszarze roboczym.

Filtry elektrostatyczne oraz systemy dostarczania środka separującego będą pracowały w dużej mierze w trybie automatycznym. Działanie systemu będzie monitorowane przez programowalny sterownik logiczny (PLC).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

System elektrofiltrów z płukaniem jest odpowiedni dla instalacji każdej wielkości.

Siła napędowa wdrażania

Zawartość cząstek stałych w odprowadzanym powietrzu jest na tyle niska, że powietrze może być recyrkulowane. Zmniejsza to koszty i zużycie energii potrzebnej do klimatyzowania powietrza w kabinie.

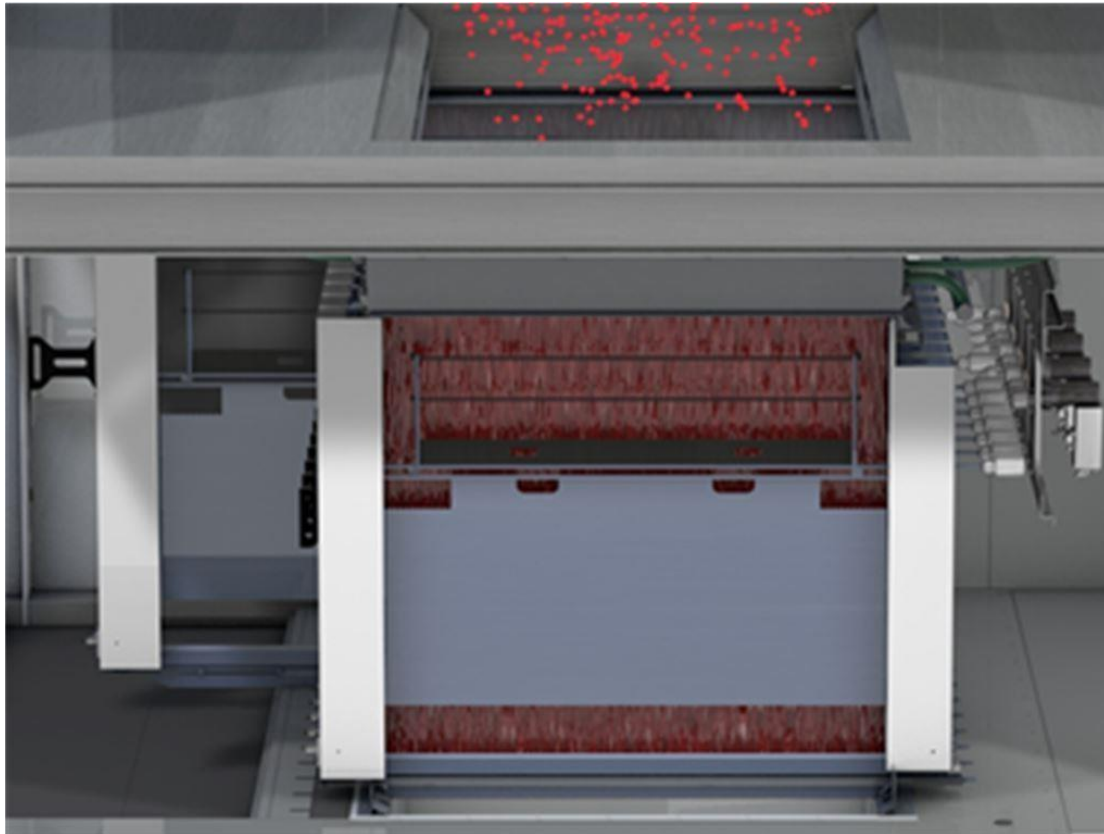
Przykładowe zakłady

Szereg lakierni w Europie, USA i Chinach.



Źródło: [183. ACEA 2017].

Ilustracja 2-45 System elektrofiltrów z płukaniem.



Filtry elektrostatyczne (srebrna płytką z przodu).
Środek separujący (czerwony obszar za srebrną płytą).
Źródło: [183. ACEA 2017].

Ilustracja 2-46 Szczegółowy opis filtrów elektrostatycznych oraz zastosowanie środka separującego.

Literatura źródłowa

[183. ACEA 2017]

2.4.8. Gospodarka wodna i przetwarzanie ścieków

Powszechnie stosowane techniki opisano w sekcjach 17.11 i 17.4.

3. POWLEKANIE INNYCH POWIERZCHNI METALOWYCH I Z TWORZYW SZTUCZNYCH

3.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych

[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

W tym rozdziale omówiono procesy związane z powlekaniami innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych. Obejmują one metalowe i plastikowe komponenty jak również same produkty następujących rodzajów: metalowe wyroby gotowe, części formowane z tworzyw sztucznych, mały i duży sprzęt rolniczy i budowlany, maszyny i urządzenia komercyjne i przemysłowe, wewnętrzne lub zewnętrzne części samochodowe (takie jak zderzaki, nadkola, kierownice, pokrycia dachowe kabin samochodów ciężarowych / elementy aerodynamiczne i inne części z tworzyw sztucznych), akcesoria do pojazdów silnikowych, pociągi, rowery i sprzęt sportowy, zabawki itp.

Dane oraz dodatkowe informacje przekazała niewielka liczba instalacji [155. TWG 2016]. Zgodnie z danymi przekazanymi w ramach zaproszenia do składania wstępnych stanowisk, całkowita liczba instalacji w państwach członkowskich UE jest znacznie wyższa [161. TWG 2015]. Liczbę instalacji, które wzięły udział w gromadzeniu danych oraz całkowitą zgłoszoną liczbę zakładów przedstawiono w Tabeli 3.1.

Tabela 3-1 Szacunkowa całkowita liczba instalacji w UE oraz ilość zakładów, które przekazały dane dotyczące powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.

Działalność	Zgłoszona liczba instalacji w momencie składania stanowisk wstępnych (2015 r.) ⁽¹⁾	Liczba instalacji, które dostarczyły dane ⁽²⁾
Powlekanie detali z tworzyw sztucznych	36	7
Powlekanie powierzchni metalowych nieopisanych w innych sekcjach	32	4
Powlekanie pociągów	2	0
Powlekanie sprzętu rolniczego i budowlanego	4	1

Źródło: ⁽¹⁾ [161. TWG 2015], ⁽²⁾ [155. TWG 2016]

Powlekanie powierzchni z tworzyw sztucznych i metali służy celom dekoracyjnym, ochronnym oraz funkcjonalnym. Powłoka chroni części metalowe przed korozją poprzez zapewnienie odporności na wilgoć, ciepło oraz inne czynniki. Części z tworzyw sztucznych mogą być powlekane celem nadania koloru, tekstury lub ochrony, poprawiając wygląd i trwałość, a także dla tłumienia sygnałów zakłóceń elektromagnetycznych / zakłóceń częstotliwości radiowej oraz ukrywania linii formy i wad powierzchni podłoża.

W odniesieniu do malowania komponentów pojazdów, części zintegrowane z karoserią pojazdu mają takie same wymagania jakościowe jak sama karoseria, a zatem wymagają wielu powłok. Zmieniająca się moda w projektowaniu kolorów (np. stosowanie kolorów specjalistycznych lub kontrastowych) może zwiększyć emisję rozpuszczalnika na jednostkę ze względu na dodatkowe wymagania dotyczące powlekania lub dodatkowe czyszczenie między kolorami.

Procesy powlekania wyrobów metalowych i części z tworzyw sztucznych można podzielić na trzy główne etapy: (1) przygotowanie powierzchni, (2) operacje nakładania powłok oraz (3) czynności czyszczenia. We wszystkich trzech rodzajach operacji wykorzystuje się związki zawierające LZO (tj. powłoki, rozpuszczalniki/rozcieńczalniki i/lub materiały czyszczące).

Poniżej krótko opisano wszystkie trzy główne etapy procesu [160. USEPA 2008].

Przygotowanie powierzchni

Przygotowanie powierzchni jest wykonywane z dwóch głównych powodów: aby skorygować wszelkie wady elementu przed nałożeniem powłoki oraz aby przygotować element do przyjęcia powłoki. Wymagania dotyczące przygotowania powierzchni elementu lub rodzaje stosowanych procesów przygotowania powierzchni mogą się znacznie różnić w zależności od rodzaju podłoża metalowego lub z tworzyw sztucznych.

Zanim produkt metalowy zostanie pokryty powłoką, jego powierzchnia musi być dokładnie oczyszczona. Operacja oczyszczania składa się z następujących podstawowych faz: oczyszczanie alkaliczne lub kwasowe, płukanie wodą, obróbka fosforanowa (zazwyczaj fosforan żelaza), płukanie wodą oraz obróbka wstępna i/lub płukanie wodą. Ostatni etap może obejmować suszenie elementu w piecu. Najczęściej chemikalia stosowane w procesie czyszczenia zawierają jedynie niewielką ilość LZO, a zatem powodują znikome emisje.

Nakładanie (aplikacja) powłoki

Powlekanie powierzchni odbywa się poprzez naniesienie powłoki na powierzchnię metalu lub tworzywa sztucznego, a następnie jej wysuszenie i/lub utwardzenie. Sama powłoka może mieć postać cieczy lub proszku. Do nakładania powłok ciekłych stosuje się kilka różnych rodzajów technologii aplikacji, a wybór technologii może mieć znaczący wpływ na ilość zużywanego materiału powlekającego i wynikającą z tego emisję lotnych związków organicznych (LZO). Najpopularniejsze rodzaje aplikatorów powłok ciekłych obejmują natryskiwanie powietrzne, natryskiwanie elektrostatyczne, rozpylanie wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe (HVLP), powlekanie zanurzeniowe, powlekanie przepływowe, powlekanie rolowe, powlekanie elektroforetyczne i powlekanie autodepozycyjne. Powłoki proszkowe mogą być nakładane metodą natrysku elektrostatycznego lub przez zanurzenie.

Czynności czyszczenia

W instalacjach do powlekania powierzchni metalowych lub z tworzyw sztucznych wykonuje się również czynności czyszczące inne niż przygotowanie powierzchni. Materiały czyszczące są używane do usuwania pozostałości materiału powlekającego lub zanieczyszczeń z urządzeń do powlekania (np. pistoletów natryskowych, linii przesyłowych), zbiorników czy wnętrza kabin lakierniczych. Te materiały czyszczące są zazwyczaj mieszaninami rozpuszczalników zawierających LZO, ale dostępne są również techniki i materiały czyszczące o niskiej zawartości rozpuszczalników lub nie zawierające rozpuszczalników.

3.1.1. Powlekanie innych powierzchni metalowych

Szeroka gama powierzchni metalowych jest powlekana celem zapobiegania korozji i/lub dekoracji. Mogą to być produkty gotowe (np. maszyny czyszczące) lub podzespoły, które są częścią innych produktów, jak np. silniki do pojazdów. Nie są one rozpatrywane indywidualnie, ale podano przykładowe dane. Niektóre przykłady to:

- meble z metalu, np.:
 - meble i wyposażenie do użytku komercyjnego, szpitali itp.,
- urządzenia gospodarstwa domowego, np.:

- sprzęt AGD: lodówki, pralki itp.,
- maszyny, komponenty, obudowy:
 - np. przełączniki wysokiego napięcia;
- podzespoły samochodowe, np.:
 - silniki;
 - kompletne zestawy wycieraczek szyby przedniej,
 - radiatory (chłodnice, kaloryfery),
 - tarcze hamulcowe,
 - felgi/obręcze aluminiowe;
- elementy budowlane np.:
 - panele fasadowe/elewacyjne,
 - ramy drzwi i okien,
 - panele grzewcze, radiatory,
- komponenty do wentylatorów np.:
 - obudowy wentylatorów,
 - piasty, głowice i śmigła (pióra) wentylatorów.

3.1.2. Ogólne informacje dotyczące powlekania maszyn rolniczych i budowlanych

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[41. ISACOAT 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

Maszyny produkowane w tej branży to pojazdy (np. ciągniki, maszyny do robót ziemnych) lub urządzenia wykorzystywane do określonych celów, które mogą, ale nie muszą być mobilne (np. sita lub przesiewacze). Aby pokryć cały zakres działalności, stosuje się termin „sprzęt rolniczy i budowlany”. Większość przedsiębiorstw produkuje maszyny przez cały rok, ale sprzedaje je głównie wiosną. Ze względu na duże sezonowe wahania sprzedaży w branży, maszyny są umieszczane na zewnątrz i narażone na działanie promieniowania UV, deszczu, atmosfery morskiej, czasami prawie przez rok pomiędzy wyprodukowaniem a sprzedażą, więc połysk i zachowanie koloru, przyczepność oraz ochrona przed korozją są kwestiami kluczowymi. Głównym zadaniem jest jednak zapobieganie korozji. Podczas użytkowania powłoka musi wytrzymać duże obciążenia mechaniczne i chemiczne. Korozja chemiczna powstaje w wyniku działania agresywnych cieczy pochodzących z przetwarzanych materiałów (np. ziemniaki, obornik) oraz wilgoci. Powłoka nie jest z reguły tak trwała jak pojazd a jej właściwości optyczne są z reguły mniej istotne niż w przypadku samochodów.

Duże przedsiębiorstwa to zazwyczaj te, które produkują samojeżdżące maszyny. Ze względu na stosunkowo wysokie wymagania technologiczne i optyczne, procesy obróbki wstępnej oraz powlekania są skomplikowane. Zużycie farby wynosi ponad 50 ton rocznie, co wiąże się ze zużyciem rozpuszczalnika od 5 do 50 ton w tym samym czasie.

3.1.3. Ogólne informacje dotyczące powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[119. May i in. 2006\]](#)

Szeroka gama nowoczesnych produktów zawiera części z tworzyw sztucznych, chociaż wiele z nich jest używanych z odpowiednim wykończeniem uzyskanym w procesie formowania i nie wymaga powlekania. Generalnie, około 75 % farb dostarczanych do tej branży stosuje się do części pojazdów wykonanych z tworzyw sztucznych. Dotyczy to przede wszystkim zderzaków, nadkoli i kierownic. Pozostałe 25 % farb służy do powlekania systemów wizyjnych i dźwiękowych oraz obudów komputerów.

Części z tworzyw sztucznych powlekane dla przemysłu samochodowego obejmują elementy, które są pokrywane przez producenta pojazdu (w linii produkcyjnej pojazdu lub na oddzielnych liniach powlekania), jak również elementy, które są powlekane przez dostawców komponentów. Części z tworzyw sztucznych zintegrowane z karoserią samochodu często muszą uzyskać pasujący kolor. Obecnie w sektorze motoryzacyjnym coraz częściej obserwuje się wzornictwo kolorystyczne, w tym dekorację wnętrza, np. dopasowanie kolorystyczne kierownicy do deski rozdzielczej lub wnętrza pojazdu. W wielu przypadkach karoserie i komponenty mogą być powlekane w różnych instalacjach przy użyciu różnych urządzeń nakładających i/lub materiałów powlekających, a dobre dopasowanie kolorów ma duże znaczenie.

W związku z rosnącym w ostatnich latach wykorzystaniem w branży dostawców części samochodowych tworzyw sztucznych nadających się do recyklingu, znacznie wzrosło zastosowanie poliolefin. Materiały te są niepolarne i wymagają przygotowania powierzchni celem zagwarantowania niezbędnej przyczepności dla powłoki.

Tworzywa sztuczne posiadają zazwyczaj pewne podstawowe właściwości, które wpływają na sposób przygotowania powierzchni, rodzaj powłoki, która może być zastosowana oraz proces jej nałożenia. Niektóre podstawowe właściwości tworzyw sztucznych to:

- odporność na stres mechaniczny lub termiczny;
- odporność na działanie chemikaliów;
- brak przewodnictwa elektrycznego;
- możliwość zwilżenia i przylegania w porównaniu z powierzchniami metalowymi;
- możliwość wycieku lub migracji składników tworzywa.

Systemy powłokowe muszą być starannie dobrane pod względem zawartego w nich rozpuszczalnika, ponieważ niektóre agresywne rozpuszczalniki mogą powodować pęcznienie i kruchość, mogą tworzyć pęknięcia w tworzywie sztucznym lub zmniejszać siłę przyklejania się systemu powłokowego. Ponadto, powłoka musi być bardziej elastyczna niż podłoże, aby była odporna na odkształcenia.

3.1.4. Ogólne informacje dotyczące powlekania pociągów

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

Oprócz wysokich walorów optycznych farby, w przypadku pojazdów szynowych wymagana jest również dobra ochrona antykorozyjna. Zastosowany system powlekający musi być odporny na wpływy klimatyczne, agresywne środki czyszczące (stosowane do usuwania graffiti), oraz ścieranie.

3.2. Stosowane procesy i techniki

3.2.1. Stosowane w powlekanii innych powierzchni metalowych procesy i techniki

[155. TWG 2016]

Można zastosować dowolną z technik opisanych w rozdziale 17.

Stosowane techniki powlekania zgłoszone do zbioru danych to:

- natrysk w hermetycznie zamkniętej kabine lakierniczej;
- natrysk w hermetycznie zamkniętych kabinach lakierniczych w warunkach czystego pomieszczenia;
- natrysk *airless*.

Zastosowane systemy dostarczania farby są podobne do tych stosowanych w powlekanii pojazdów, np. pojemnik z farbą bezpośrednio połączony z robotem/stanowiskiem pracy, bez techniki opróżniania rur (pigowania - *pigging*) lub płukania.

3.2.2. Stosowane w powlekanii sprzętu rolniczego i budowlanego procesy oraz techniki

[5. DFIU i in. 2002] [41. ISACOAT 2004] [78. TWG 2005]

Wspólnymi problemami dla wszystkich typów powlekania maszyn rolniczych oraz innych są:

- złożone i duże obiekty trójwymiarowe;
- stosunkowo grube blachy, które są obrabiane przez cięcie laserowe, spawanie, itp.;
- potrzeba wstępnego przygotowania z powodu konieczności obróbki szorstkich krawędzi, usunięcia pozostałości rdzy i oleju z powierzchni metalowych;
- istnienie wielu rodzajów stosowanych podłoży (stal, odlew metalowy, drewno, tworzywa termoplastyczne, duroplasty, tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem, części wstępnie zamontowane);
- możliwość stosowania aplikacji pneumatycznej, *airmix* i *airless*, aplikacji wspomaganej elektrostatycznie, zanurzania i/lub powlekania elektroforetycznego;
- ograniczone warunki wygrzewania z powodu wagi przedmiotu lub wstępnie zamontowanych elementów termoczułych;
- jeden główny, jednolity kolor warstwy nawierzchniowej (typowy dla marki) oraz kilka kolorów dodatkowych (wzornictwo);
- system jedno- lub dwuwarstwowy (podkład plus warstwa nawierzchniowa na widocznych powierzchniach zewnętrznych, lub jednowarstwowa powłoka nawierzchniowa);
- wysoka jakość wykończenia pod względem ochrony antykorozyjnej (np. na krawędziach), zachowania połysku i koloru, odporności chemicznej, przyczepności itp.

Typowy proces w Europie Środkowej dla dużych maszyn samojezdnych (kombajnów zbożowych, siewników/zbieraczy ziemniaków) obejmuje powlekanie elektroforetyczne (anodowy powłoka jednowarstwowa lub podkład katodowy) oraz nakładanie farby nawierzchniowej na podkład (dwuskładnikowa farba na bazie rozpuszczalnika o wysokiej zawartości cząstek stałych, natryskiwana na część powierzchni, lub farba nawierzchniowa na

bazie wody, nakładana poprzez zanurzenie). Jednak tradycyjne technologie są nadal szeroko rozpowszechnione, szczególnie w przypadku mniejszych maszyn.

Podkłady i jednowarstwowe powłoki nawierzchniowe muszą dotrzeć do wszystkich części maszyn. Ze względu na złożoną strukturę powlekanych obiektów, zanurzanie elementów przed montażem jest preferowaną opcją procesu i może być zautomatyzowane. Jeśli instalacje nie są dostępne, ponieważ niska wydajność nie uzasadnia inwestycji, możliwe jest zastosowanie aplikacji natryskowej przy pewnych wadach dotyczących kwestii jakości. Aby dotrzeć do wewnętrznych powierzchni maszyn, preferowana jest aplikacja *airmix*. Dla powierzchni zewnętrznych, elektrostatyczne wspomaganie aplikacji jest wykonalne i szeroko stosowane.

Technologie tradycyjne

Podkład: na bazie poliwinyllobutyralu (PVB) lub alkidowego utwardzania kwasem (kwas fosforowy) w przypadku operacji natryskowych; lub przez zanurzenie z użyciem materiałów na bazie rozpuszczalników (rozpuszczalniki organiczne lub chlorowane węglowodory, żywice alkidowe).

Jednowarstwowa powłoka nawierzchniowa: powszechnie stosowane jest zanurzanie przy użyciu materiałów na bazie rozpuszczalników; powłoki alkidowe zawierają rozpuszczalniki organiczne; chlorowane węglowodory też nadal są stosowane.

Powłoki nawierzchniowe: tradycyjnie poliestrowe/alkidowe na bazie rozpuszczalnika.

Technologie nowe

Podkład: dwuskładnikowy epoksydowy, na bazie rozpuszczalnika lub wody, natryskiwany; lub powłoki na bazie wody do powlekania konwencjonalnego i elektroforezy; żywice, głównie polibutadienowe (powłoka anodowa) lub epoksydowe.

Jednowarstwowa powłoka nawierzchniowa: dostępne są powłoki na bazie wody do powlekania konwencjonalnego i elektroforetycznego; żywice to głównie żywice akrylowe ze względu na wymagania dotyczące odporności na promieniowanie UV.

Powłoki nawierzchniowe: akrylowo/poliestrowe utwardzane izocyjanianem (o średniej lub wysokiej zawartości cząstek stałych, lub na bazie wody), lub jednoskładnikowe akrylowe (na bazie wody, o wysokiej temperaturze wypalania), natryskiwane; lub powłoki poliestrowe albo akrylowe (na bazie wody) do konwencjonalnego zanurzania. Z powodzeniem stosuje się również powlekanie proszkowe.

Zazwyczaj używa się tylko jednego koloru podkładu i maksymalnie czterech kolorów dla ciekłych powłok nawierzchniowych. Tak więc w przypadku epoksydowego podkładu i utwardzanych izocyjanianem powłok nawierzchniowych technicznie i ekonomicznie uzasadnione są mieszalniki dwuskładnikowe.

3.2.3. Stosowane w powlekanii powierzchni z tworzyw sztucznych procesy i techniki

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [119. May i in. 2006]

W przypadku seryjnego powlekania elementów z tworzyw sztucznych należy zwrócić uwagę na trzy kwestie:

- przygotowanie powierzchni;
- struktura powłoki;
- stosowany system powlekania oraz technika nakładania.

Przygotowanie powierzchni

Wstępną obróbkę można stosować celem przygotowania powierzchni do powlekania, np. poprzez zwiększenie przyczepności powierzchni (zwłaszcza w przypadku systemów powlekania na bazie wody), aktywowanie powierzchni, zwiększenie przewodności elektrycznej powierzchni (np. w przypadku stosowania urządzeń do nakładania powłok wspomaganych elektrostatycznie) lub zmniejszenie wad powierzchni, np. powstałych wskutek wycieku substancji. Typowe procesy obróbki wstępnej obejmują obróbkę w kąpielach chemicznych, obróbkę płomieniową, procesy plazmowe, technikę koronową oraz fluorowanie umożliwiające powlekanie jednowarstwowe a także dłuższe przechowywanie elementów przed dostarczeniem ich do kolejnego procesu powlekania.

Struktura powłoki

W zależności od konkretnych wymagań, mogą być konieczne dwie, trzy lub cztery warstwy farby. Aby uzyskać taki sam efekt jak w przypadku karoserii, do pokrycia zderzaków oraz innych części potrzeba kilku warstw farby. Zapewnia to jakość zgodną z wymaganiami karoserii oraz trwałość części. W zależności od kompozytu może być również nałożona warstwa gruntująca. Na szczególnie trudnych powierzchniach, takich jak polipropylen, może być konieczne dodatkowe gruntowanie. W przypadku miękkiego PVC lub miękkiej pianki PUR konieczna jest izolująca lub inhibicyjna powłoka gruntująca, aby uniknąć migracji środka zmiękczającego. W celu wygładzenia chropowatości powierzchni stosuje się elastyczne wypełnienie. Powłoka nawierzchniowa może być jedno- lub dwuwarstwowa oraz również elastyczna.

Stosowany system powlekania oraz technika nakładania

Wybór systemu powlekania i techniki nakładania zależy od potrzeb produktu końcowego. W Niemczech stosuje się przede wszystkim rozpuszczalnikowe systemy jedno- i dwuskładnikowe na bazie PUR oraz farby jednoskładnikowe na bazie akrylo-melaminy, chociaż stosowane są również systemy na bazie wody, systemy sieciujące (*cross-linking*) UV oraz powlekanie proszkowe.

W przypadku farb ciekłych stosuje się zwykle wysokociśnieniowe rozpylanie pneumatyczne. W zależności od geometrii detalu wydajność aplikacji wynosi od 20 % do 40 %. W niektórych zastosowaniach powszechna jest również metoda wysokoobjętościowego niskociśnieniowego nakładania farby (HVLP), przy czym możliwe do osiągnięcia współczynniki wydajności aplikacji wahają się od 25 % do 50 %. Coraz częściej stosuje się roboty, ponieważ umożliwiają one uzyskanie bardziej jednorodnej grubości warstwy w porównaniu z malowaniem ręcznym. Malowanie ręczne może być jednak nadal stosowane w przypadku, gdy powlekanie wielu różnych lub złożonych części wymaga częstych zmian i adaptacji. Będzie to skutkowało potencjalnie wyższą emisją rozpuszczalników poprzez większą ilość mgły lakierniczej.

Dostępne są również techniki elektrostatyczne, ale dotychczas były one stosowane tylko w przypadku wielowarstwowych konstrukcji nośnych. W tym przypadku za pomocą konwencjonalnych pistoletów natryskowych nakłada się najpierw elektrycznie przewodzącą warstwę gruntową, po której często nakłada się powłokę bazową, również za pomocą konwencjonalnych pistoletów. Nanoszenie warstwy powłoki bezbarwnej może być następnie wykonywane elektrostatycznie (np. za pomocą szybkoobrotowych dzwonów). Dzięki zastosowaniu technik elektrostatycznych można znacznie zwiększyć współczynniki efektywności aplikacji, np. przy zastosowaniu dzwonów szybkoobrotowych można uzyskać współczynniki skuteczności aplikacji do 85 %. W niektórych przypadkach można uzyskać maksymalny poziom skuteczności nanoszenia wynoszący jedynie 50-65 % (jak w przypadku części niektórych złożonych procesów w przemyśle motoryzacyjnym, np. niska przewodność podłoża w przypadku elementów z tworzyw sztucznych). Technika powlekania elektrostatycznego nie może być jednak

stosowana do powlekania jednowarstwowego, gdyż wymaga elektrycznie przewodzącej powłoki wstępnej.

Zasadniczo suszenie i utwardzanie prowadzone są w maksymalnej temperaturze 80 °C, ze względu na wrażliwość podłoża na ciepło. Jednakże w niektórych przypadkach strefy nagrzewania mogą osiągać temperaturę do 135 °C, a strefy podtrzymywania do 110 °C. W przypadku niektórych tworzyw sztucznych utwardzanie promieniami UV i elektronowymi może powodować żółknięcie jasnych barwników.

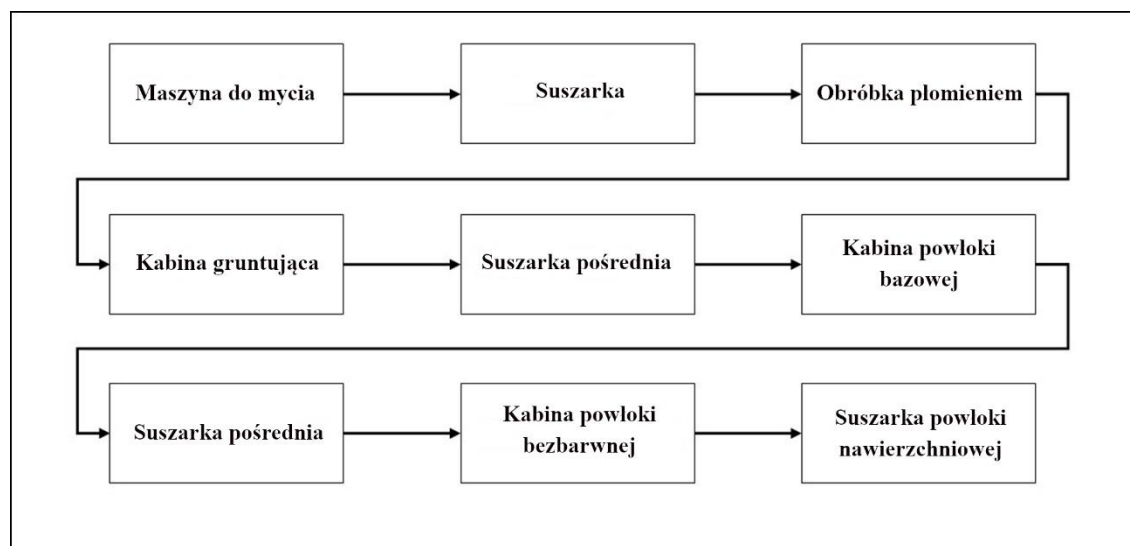
Stosowane są następujące kabiny i techniki lakiernicze:

- prosta kabina lakiernicza;
- kabina lakiernicza i suszarka;
- kabina lakiernicza z separacją na mokro;
- kabina lakiernicza z separacją na sucho;
- kabiny lakiernicze z techniką nakładania emulsji wodnej;
- kabiny lakiernicze typu *paint-in-paint*.
- systemy kombinowane (separacja na mokro i na sucho).

3.2.3.1. Powlekanie zderzaków

Przykład uproszczonego procesu nakładania wodorozcieńczalnej powłoki zderzakowej przedstawiono na Ilustracji 3.1.

Powlekane przedmioty składają się z formowanych mas poliuretanowych oraz termoplastycznych tworzyw sztucznych.



Ilustracja 3-1 Proces powlekania zderzaków na bazie wody.

Przygotowanie powierzchni

Do przygotowania powierzchni mogą być stosowane różne techniki. Często czyszczenie strumieniem wody jest przeprowadzane w sposób zautomatyzowany, przy czym elementy stopniowo przechodzą przez różne strefy, np.:

- strefę wstępnego odtuszczania za pomocą wodno-alkalicznego środka czyszczącego;
- strefę płukania wodą;

- strefę drugiego odtłuszczenia za pomocą wodno-alkalicznego środka czyszczącego;
- strefę płukania wodą;
- strefę końcowego płukania wodą dejonizowaną/demineralizowaną.

W przypadku zderzaków polipropylenowych można uniknąć czyszczenia wodą i chemikaliami poprzez ręczne wycieranie zderzaka szmatkami nasączonymi rozpuszczalnikiem. W jednej z przykładowych instalacji, zderzaki są czyszczone ręcznie mieszaniną wody i izopropanolu (udział izopropanolu wynosi 5 wt-%), a następnie suszone w suszarkach konwekcyjnych.

W celu zmniejszenia zużycia wody stosuje się zazwyczaj płukanie kaskadowe. Woda spływająca z części może być użyta do zastąpienia strat związanych z odparowaniem na etapie odtłuszczenia. Również woda dejonizowana może być poddana recyklingowi. Po procesie czyszczenia części przechodzą przez jednostkę nadmuchiwanie, suszenia i chłodzenia. W przypadku zastosowania suszarki kondensacyjnej nie jest konieczne stosowanie jednostki chłodzącej.

Po wysuszeniu powierzchni elementów są często poddawane obróbce płomieniowej lub jonizacji plazmowej. Elementy poliuretanowe nie wymagają dalszego przygotowania.

Nakładanie powłoki

Zasadniczo zderzaki pokrywane są trójwarstwową powłoką składającą się z powłoki podkładowej, powłoki bazowej i powłoki bezbarwnej. Farba jest nakładana przez roboty lub ręcznie za pomocą natrysku wspomaganego elektrostatycznie lub za pomocą pistoletów HVLP. Najpierw na części z tworzywa sztucznego nakłada się podkład. Podkład może być zarówno na bazie rozpuszczalnika (np. dwuskładnikowa powłoka gruntująca na bazie rozpuszczalnika), jak i na bazie wody. Przed nałożeniem kolejnych warstw konieczne może być wysuszenie podkładu (np. strumieniem powietrza obiegowego o temperaturze 80°C). Nakładanie powłoki bazowej przeprowadza się tą samą techniką co powłoki podkładowej. W przypadku gdy w warstwie bazowej stosuje się farbę o średniej zawartości cząstek stałych, udział rozpuszczalnika może wynosić do 70 %. Powłoki bazowe mogą być jedno- lub wieloskładnikowe i mogą być na bazie wody lub rozpuszczalnika. Po nałożeniu farby nakładana jest i odparowywana konwencjonalna dwuskładnikowa powłoka bezbarwna na bazie rozpuszczalnika. Dodatkowo można również stosować nakładanie mokro na mokro (*wet-on-wet*), co eliminuje konieczność stosowania pośrednich stref suszenia.

Po odparowaniu warstwy farby są suszone w suszarce. Obciążone rozpuszczalnikami powietrze odprowadzane z obszarów odparowywania i suszarki jest wychwytywane i przekazywane do jednostki przetwarzania termicznego. Osiągnięty współczynnik sprawności może wynosić 95-99 % (w zależności od obciążenia jednostki spalania). Na przykład stężenie 277 mg C/m³ w nieprzetworzonych gazach odlotowych jest zredukowane do 25 mg C/m³ w oczyszczonym gazie. Oczyszczanie z nadmiaru pyłu odbywa się poprzez osadzanie na mokro. Tabela 3.2 poniżej przedstawia udział rozpuszczalników w różnych systemach powlekania.

Tabela 3-2 Udziały rozpuszczalników w różnych systemach powlekania stosowanych do malowania zderzaków.

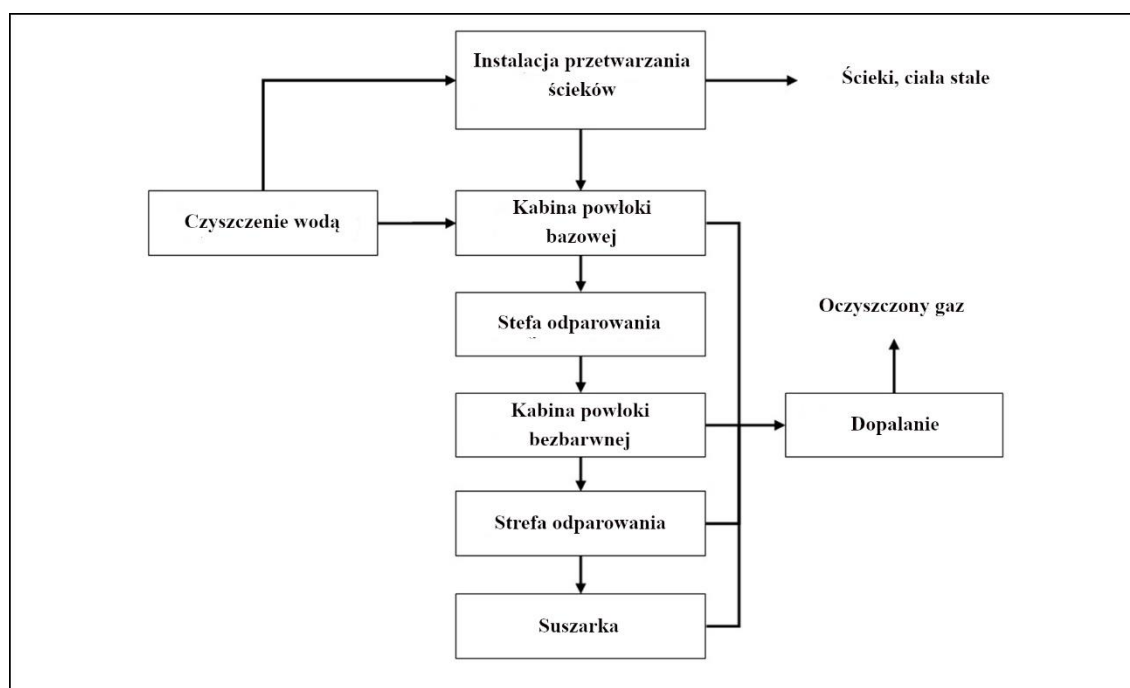
Struktura i systemy powlekania	Udział rozpuszczalnika (wt-%)
Powłoka podkładowa	
• na bazie rozpuszczalnika	40-55
• na bazie wody	15

Powłoka bazowa	
• na bazie rozpuszczalnika	50
• na bazie wody	15
Powłoka bezbarwna	
• na bazie rozpuszczalnika	50
• na bazie wody	30

3.2.3.2. Powlekanie nadkoli (osłon kół)

System powlekania nadkoli składa się z dwóch warstw. Najpierw nakładana jest konwencjonalna lub wodorozcieńczalna metaliczna powłoka bazowa, a następnie konwencjonalna dwuskładnikowa powłoka bezbarwna na bazie rozpuszczalników lub powłoka bezbarwna UV. Wymagania stawiane powłoce obejmują odporność na zarysowania, odporność na działanie wody i odpryski kamieni, jak również wysoką jakość powierzchni. Powłoka jest наносzona w sposób zautomatyzowany.

Procedurę powlekania nadkoli z wykorzystaniem farb na bazie rozpuszczalnika przedstawiono na Ilustracji 3.2 poniżej.



Ilustracja 3-2 Przebieg procesu powlekania nadkoli za pomocą konwencjonalnego systemu powlekania.

W Tabeli 3.3 poniżej porównano kilka różnych stosowanych systemów.

Tabela 3-3 Porównanie proporcji rozpuszczalnika w systemach powłokowych stosowanych do powlekania nadkoli.

Struktura i systemy powlekania	Udział rozpuszczalnika (wt-%)
Powłoka bazowa	
• Na bazie rozpuszczalnika	75
• wodorozcieńczalna	10
Powłoka bezbarwna	

• na bazie rozpuszczalnika	50
• utwardzana promieniami UV	10
• wodorozcieńczalna	16

3.2.3.3. Powlekanie kierownicy

W przypadku kierownic powłoka musi gwarantować takie właściwości jak odporność na promieniowanie słoneczne, środki czyszczące lub pot z rąk. Obecnie kierownice są zazwyczaj powlekane techniką *in-mould*. W tej technice na rozgrzaną formę nakłada się środek oddzielający, a na środek oddzielający natryskuje się powłokę. W taki sposób udział mgły lakierniczej, a tym samym straty materiału, są porównywalnie niskie i wynoszą ok. 20 %. Po krótkim czasie odparowania do środka tak stworzonej formy wlewane są zmieszane składniki PUR. Podczas procesu spieniania w zamkniętej formie materiał tworzy silne połączenie z powłoką. Zastosowana powłoka musi być kompatybilna ze środkiem oddzielającym i z zastosowanym systemem poliuretanowym. Dotychczas stosowano jedno- i dwuskładnikowe systemy powłok na bazie rozpuszczalników.

3.2.3.4. Powlekanie reflektorów

Reflektory wymagają wyjątkowo gładkiej i jednorodnej powierzchni. Struktura powłoki jest typu jednowarstwowego.

3.2.3.5. Powlekanie w produkcji telewizorów, systemów dźwiękowych i obudów komputerów

Obecnie w branży audiowizualnej panuje trend na bardziej kolorowe produkty, a nawet możliwa jest realizacja indywidualnych życzeń klientów w zakresie kolorystyki. Wymagania jakościowe dotyczące powlekania obudów obejmują odporność na działanie alkoholi, tłuszczu itp., odporność na zadrapania i ścieranie oraz dobre właściwości optyczne powierzchni. Najnowocześniejszym rozwiązaniem jest seryjne stosowanie powłok na bazie wody, chociaż nadal szeroko stosowane są systemy powłok na bazie rozpuszczalników. W przypadku powlekania obudów telewizorów można osiągnąć wydajność 45 %, przy czym powlekanie odbywa się w sposób zautomatyzowany.

3.2.4. Stosowane w powlekanii pociągów procesy i techniki

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

Wybór systemu powlekania, materiałów, koloru i grubości warstwy określany jest przez klienta. Ze względu na duże przepływy objętościowe i nieciągłość operacje, oczyszczanie gazów odlotowych nie jest stosowane w małych instalacjach. Jednak w niektórych dużych instalacjach oczyszczanie gazów odlotowych pochodzących z suszarek jest powszechną praktyką.

Procesy powlekania pojazdów szynowych można podzielić na procesy powlekania nowych pojazdów oraz konserwację. Systemy powlekania są identyczne dla obu procesów. Obydwie czynności odbywają się najczęściej w miejscu produkcji pojazdów szynowych. Charakterystyka czynności związanych z konserwacją i ich wpływ na środowisko została przedstawiona w poniższych punktach i dotyczy również nowych konstrukcji:

- Naprawa powłoki lakierniczej w dziale wykończeniowym lub podczas czynności konserwacyjnych: Powłoka lakiernicza jest częściowo szlifowana i odnawiana.

- Kompletna powłoka lakiernicza starych pojazdów szynowych: W zależności od stanu lakieru, lakier jest szlifowany do warstwy podłoża lub całkowicie usuwany przez piaskowanie.
- Usuwanie farby i nowa powłoka lakiernicza: Po przebudowie pojazdów szynowych usuwana jest stara farba poprzez piaskowanie lub szlifowanie aż do warstwy podkładowej. Następnie nakładana jest nowa powłoka. Z reguły usuwanie farby odbywa się ręcznie poprzez piaskowanie. Do usuwania farby z aluminium i stali nierdzewnej (np. nadbudówka) stosuje się piaskowanie korundem. W przypadku zwykłej stali jako środek piaskujący stosowana jest sama stal. Po piaskowaniu pył jest usuwany z powierzchni przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem. Zazwyczaj wszystkie materiały do piaskowania poddawane są recyklingowi.

Proces budowy i malowania nowych pojazdów szynowych został w kolejnych punktach opisany bardziej szczegółowo. Ponieważ procesy malowania stosowane przy budowie i konserwacji są identyczne, odnosi się to również do procesów konserwacji.

Tabela 3.4 przedstawia systemy powłok stosowane na pudła pojazdów szynowych zgodnie z przepisami Deutsche Bahn AG jako przykład możliwej konstrukcji warstw.

Tabela 3-4 Konstrukcja warstw dla pojazdów szynowych zgodnie z przepisami Deutsche Bahn AG.

Obszar	Konstrukcja warstw	Materiał ⁽¹⁾	Grubość warstwy po wysuszeniu (µm)
Kompletne nadwozie pojazdu szynowego	Obróbka wstępna	Piaskowanie	-
Powierzchnie zewnętrzne: Przednia i boczna ściana wraz z obudową drzwi i okien, dach, a także powierzchnie czołowe wykonane z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym	Powłoka gruntująca	EP, WB	60
	Szpachla	SB	60
	Podkład	Podkład PUR lub EP, WB	60
		Podkład PUR, SB (alternatywnie)	40
	Powłoka nawierzchniowa	PUR, SB	40
		PUR, WB	20-30
		Powłoka bazowa, WB	40
PUR, SB oraz farba odporna na graffiti, SB		40	
Dach	Powłoka podkładowa	EP, WB	80
	Powłoka nawierzchniowa	EP, WB, grubowarstwowa	140
		EP, SB, grubowarstwowa (alternatywnie)	140
Rama nośna, podłoga, podwozie	Powłoka podkładowa	EP, WB	60
	Powłoka nawierzchniowa	EP, WB, gruba warstwa EP, SB, grubowarstwowa lub jednoskładnikowa ochrona podwozia (alternatywnie)	140 140-200
Rama wózka	Powłoka podkładowa	EP, WB	60
		EP, SB (alternatywnie)	60
	Powłoka nawierzchniowa	EP, WB, grubowarstwowa	140
		EP, SB, grubowarstwowa (alternatywnie)	140
	Części składowe według standardu DIN	Wosk antykorozyjny	NI
Powierzchnie wewnętrzne:	Powłoka podkładowa	EP, WB	NI
Podłoga, dach, boki I część frontowa	Powłoka nawierzchniowa	EP, WB, grubowarstwowa	NI
		EP, SB, grubowarstwowa (alternatywnie)	NI
	Uszczelniacz	Środek uszczelniający	NI
	Izolacja akustyczna	Żywice syntetyczne, WB	NI

(¹) SB: na bazie rozpuszczalnika; WB: na bazie wody; EP: epoksydowe; PUR: poliuretanowe.

Źródło: [5. DFIU i in. 2002]

Obróbka wstępna nadwozia wagonów

Opcjonalnie, po montażu, przeprowadza się odtłuszczenie za pomocą wodno-alkalicznych środków czyszczących (szczególnie w przypadku aluminium). Następnie powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne są czyszczone przez piaskowanie. Środek do piaskowania jest częściowo poddawany recyklingowi.

Nakładanie warstwy gruntującej (na powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne)

Na cały wagon nakładana jest warstwa gruntowa. Nanoszenie farby odbywa się ręcznie za pomocą natrysku *airless*. Oprócz konwencjonalnych farb dostępne są również farby na bazie wody, dwuskładnikowe, bezchromianowe, na bazie żywic epoksydowych. Zawartość rozpuszczalników w tych materiałach waha się od 3 % do 5 %. Na dach nakładana jest warstwa o grubości ok. 60-100 µm, a na ściany boczne o grubości ok. 200 µm. Części składowe, takie jak półki na bagaż, powlekane są farbami na bazie rozpuszczalnika lub powłokami proszkowymi.

Wypełnianie (szpachlowanie)

Po wyschnięciu warstwy gruntowej, ręcznie nakłada się szpachłówkę. Zawartość rozpuszczalnika w materiale wynosi ok. 16 % (z czego 8 % jest reaktywne i nie ma znaczenia dla emisji). Po utwardzeniu materiału następuje szlifowanie ścian bocznych. Pył szlifierski usuwa się przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem oraz za pomocą środków czyszczących. Zwykle materiał szpachlowy jest nakładany tylko na szwy spawalnicze (minimalizacja zużycia materiału szpachlowego).

Nanoszenie powłoki podkładowej (z reguły tylko na powierzchnie zewnętrzne)

Podkład jest nakładany na ściany boczne metodą natryskową *airmix*. Jako podkładu używa się dwuskładnikowego, utwardzanego aminami, wodorozcieńczalnego materiału epoksydowego (zawierającego 3 % rozpuszczalników organicznych) lub poliuretanu na bazie rozpuszczalnika (zawierającego 35 % rozpuszczalników organicznych). Grubość warstwy wynosi około 60 µm. Czas suszenia to około 2 - 3 godziny. W przypadku użycia suszarki (80 °C) suszenie trwa około 45 minut. Temperatura podłoża nie może przekraczać 45 °C dla gotowych wagonów ze względu na wyposażenie elektroniczne.

Nanoszenie powłoki nawierzchniowej (z reguły tylko na powierzchnie zewnętrzne)

W zależności od rodzaju pociągu nakłada się kilka warstw powłoki nawierzchniowej. Dla miejskich pojazdów szynowych Deutsche Bahn AG stosuje sześć różnych kolorów. Z tego trzy są stosowane do malowania ścian bocznych, jeden do dachu, jeden do podwozia i jeden do ram wózków. Lakier nakładany jest metodą natryskową *airmix*. Pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw farby następuje odparowanie (1 godzina). Po nałożeniu ostatniej warstwy farba jest suszona w temperaturze 50-60 °C. Po 2 godzinach gotowe powierzchnie są maskowane i nakładana jest kolejna warstwa farby. Grubość warstwy farby nakładanej na ściany boczne wynosi 40 µm a całkowita grubość powłoki, w zależności od ilości warstw, może sięgać 120 µm. Na dach nakłada się warstwę grubości około 120 µm.

Przeważnie stosowane są powłoki nawierzchniowe oraz bezbarwne na bazie rozpuszczalników. Od systemów powłokowych wymaga się dobrych właściwości użytkowych. Jest to szczególnie ważne w przypadku szybkich pociągów (300 km/h), oraz przy regularnym czyszczeniu i usuwaniu graffiti. Chociaż materiały na bazie wody są już dostępne, nadal preferowane są powłoki na bazie rozpuszczalników, z powodów wymienionych wcześniej, i czasami są one nawet zalecane przez specyfikacje dostarczane przez klienta.

Ochrona podwozia

Podwozie jest pokrywane wodorocieńczalnym środkiem ochrony podwozia metodą natrysku *airless*. Nakładana jest warstwa o minimalnej grubości 120-200 μm .

3.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii powierzchni z tworzyw sztucznych i innych metali

Zgłoszone dane odnoszą się do zakładów zajmujących się powlekanii powierzchni z innych metali i tworzyw sztucznych oraz sprzętu rolniczego i budowlanego (ACE). Nie otrzymano danych z zakładów powlekania pociągów.

3.3.1. Zużycie

3.3.1.1. Zużycie materiału

3.3.1.1.1. Powlekanie pociągów

[5. DFIU i in. 2002]

W tabeli 3.5 podano zużycie materiałów dla poszczególnych warstw farby. Całkowita ilość rozpuszczalników (pochodzących z samych rozpuszczalników, środków czyszczących i farb) w kontrolowanej instalacji (Deutsche Bahn) wyniosła w 1999 r. 187.6 ton. Danych dla poszczególnych warstw farby nie udało się ustalić.

Tabela 3-5 Zużycie materiału na powleczony wagon.

Farba/warstwa	Zużycie (kg)
Powłoka gruntowa	200
Podkład	35-40
Powłoka nawierzchniowa:	
Dach	35
Okna	35
Plecionki, taśmy i listwy ozdobne	5
Ściana boczna pod oknami	15
Ochrona podwozia	150-200
<i>Źródło: [5. DFIU i in. 2002]</i>	

Bilans masy

Nie dostarczono danych.

3.3.1.1.2. Powlekanie powierzchni z tworzyw sztucznych

[155. TWG 2016]

Zużycie surowców w tym sektorze zależy od:

- rodzaju stosowanych procesów,
- specyficznego dla danego produktu podłoża oraz geometrii,
- wielkości produkcji.

Zgłoszone dane z instalacji do powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych wskazują na zużycie rozpuszczalnika w zakresie 0.15-1.02 kg na m² powleczonej powierzchni. Duże wahania w tym zakresie związane są z różnicami w rodzajach produktów oraz ich geometrii.

Tylko trzy instalacje podały szczegółowe informacje na temat etapów procesu oraz wykorzystania materiałów do różnych warstw powłoki.

Z tych instalacji dwie wykorzystują materiał na bazie rozpuszczalnika (SB) do trzech warstw powłoki (podkład, powłoka bazowa, powłoka bezbarwna), podczas gdy trzecia wykorzystuje zarówno powłoki SB, jak i powłoki na bazie wody (WB), przy czym WB dla powłoki bazowej, i SB dla powłoki bezbarwnej.

Powlekanie zderzaków

Dla jednego przykładowego obiektu w Niemczech (Volkswagen, Wolfsburg), w 2002 r. [119. May i in. 2006]:

- pomalowano około 1 mln zderzaków;
- powierzchnia pojedynczego zderzaka (tylko strona zewnętrzna) 0.9 – 1.5 m²;
- podłoże: polipropylen z modyfikacją EPDM;
- trójwarstwowy system powlekania z podkładem, powłoką bazową i bezbarwną;
- rozpylanie pneumatyczne materiałów powłokowych przez pistolety natryskowe zamontowane na robotach;
- piec suszący po nałożeniu podkładu i powłoki bezbarwnej, proces mokro na mokro dla powłoki bazowej oraz bezbarwnej.

Dane dotyczące zużycia rozpuszczalników podane w Tabeli 3.6 odnoszą się do mieszanego systemu powlekania z podkładem na bazie rozpuszczalnika, powłoką bazową na bazie wody i powłoką bezbarwną na bazie rozpuszczalnika. Zużycie rozpuszczalnika może wzrosnąć o 20 % w przypadku zastosowania farb o średniej zawartości cząstek stałych. W przypadku zastosowania systemu na bazie tylko rozpuszczalnika, zużycie rozpuszczalnika wyniosłoby 550 t/rok. Zużycie masy stałej farby (sucha farba) wyniosłoby 207 t/rok. Emisje LZO według EVABAT wynoszą 51.75 - 72.45 t/rok. Emisje oszacowano na 0.25- 0.35 kg LZO/kg masy stałej farby (dane z 2002 r.).

Tabela 3-6 Zużycie LZO przy powlekanii zderzaków (dane z 2000 r.)

System powlekania	Zużycie rozpuszczalnika ⁽¹⁾ (t/rok)
Powłoka gruntująca (na bazie rozpuszczalnika)	125
Powłoka bazowa (na bazie wody)	31
Powłoka bezbarwna (na bazie rozpuszczalnika)	84
Łączna zawartość rozpuszczalnika w farbach	240
Rozpuszczalnik do rozcieńczania powłoki gruntowej	61
Rozpuszczalnik do rozcieńczania powłoki bazowej	9
Rozpuszczalnik do rozcieńczania powłoki bezbarwnej	41
Łączne zużycie rozpuszczalnika do rozcieńczania	111
Łączne zużycie rozpuszczalnika	351
⁽¹⁾ Stwierdzono, że ilość zużywanego rozpuszczalnika może wzrosnąć o 20 % w przypadku stosowania farb o średniej zawartości cząstek stałych. Gdyby zastosowano system na bazie tylko rozpuszczalnika, zużycie rozpuszczalnika wyniosłoby 550 t/rok. Źródło: [38. TWG 2004]	

Powlekanie dachów kabin samochodów ciężarowych oraz innych części z tworzyw sztucznych stosowane w pojazdach użytkowych

Jeden z warsztatów powlekających w Niemczech podaje następujące dane [119. May i in. 2006]:

- powlekanie około 30 000 dachów kabin ciężarówek i kompletnych zestawów części z tworzyw sztucznych rocznie;

- powlekana powierzchnia (tylko od strony zewnętrznej) 6 - 11 m² na jeden dach;
- podłoże głównie wzmocnione włóknem poliestrowym SMC (*sheet moulding compound*);

Kombinacja stosowanych technik to:

- najczęściej dwuwarstwowe systemy powłokowe z podkładem i jednobarwną powłoką nawierzchniową;
- rozpylanie materiałów powłokowych przez szybkoobrotowe dzwony zamontowane na robotach, wspomagane powietrzem kształtującym, ale bez ładowania elektrostatycznego;
- piec suszący po nałożeniu powłoki nawierzchniowej, proces mokro na mokro dla gruntu na bazie rozpuszczalnika i powłoki nawierzchniowej.

W przypadku konwencjonalnego systemu o średniej zawartości cząstek stałych zużycie rozpuszczalnika wynosiło ok. 400 t/rok, a zużycie masy stałej farby (sucha farba) wynosiło (w 2005 r.) 253 t/rok.

Ze względu na specyficzne wymagania technologiczne (np. pokrycie wad podłoża, wymagania klienta, proces „mokro na mokro”), lakiernicy przedmiotów z tworzyw sztucznych nadal preferują stosowanie materiałów powłokowych na bazie rozpuszczalników. W przypadku samochodów ciężarowych i pojazdów użytkowych ponad 95 % przedmiotów jest pokrywanych jednowarstwowymi powłokami nawierzchniowymi zamiast powłoką bazową/bezbarwną. Paleta kolorów wynosi zazwyczaj ponad 600, co wynika z konieczności dopasowania do schematów kolorystycznych floty. Prowadzi to do bardzo dużej liczby zmian koloru, w tym do oczyszczania 5-7 m węży zasilających roboty. W konsekwencji zużywane są (i odzyskiwane) duże ilości płynów płuczących.

Tabela 3-7 Struktura zużycia konwencjonalnych materiałów LZO.

Farba	Zużycie (kg/rok)	LZO (%)	LZO (kg/rok)	Substancje nietłotne (%)	Substancje nietłotne (kg/rok)
Szpachlówka	1 000	8.5	85	91.5	915
Podkład szlifierski	3 900	29.5	1 150	70.5	2 750
Podkład gruntujący	88 000	32.4	28 512	67.6	59 488
Powłoka nawierzchniowa	133 000	42.2	56 126	57.8	76 874
Dodatki elastyczne	4 100	22.3	914	77.7	3 186
Powłoka bazowa	5 050	77.3	3 904	22.7	1 146
Powłoka bezbarwna	10 400	54.0	5 616	46.0	4 784
Utwardzacz	66 300	54.5	36 134	45.5	30 166
Rozcieńczalnik	28 600	100	28 600	0	0
Produkty specjalne	275	46.3	127	53.7	148
Rozpuszczalnik płuczący	137 000	100	137 000	0	0
Powłoka nawierzchniowa strukturalna	22 000	42.0	9 240	58.0	12 760
Proszek	2 000	0	0	100	2 000
Razem	501 625		307 408		194 217

Źródło: [119. May i in. 2006]

Wariantem umożliwiającym osiągnięcie niskich emisji LZO byłoby użycie materiału powłokowego o wysokiej lub bardzo wysokiej zawartości cząstek stałych a także odpowiedniej ilości płynu płuczającego (zob. Tabela 3.8). Dałoby to wartość emisji 0.29 kg LZO/kg suchej farby.

Do materiałów niskoemisyjnych należą:

- podkłady gruntujące o bardzo wysokiej zawartości cząstek stałych, nakładane metodą mokro na mokro;

- powłoki nawierzchniowe o wysokiej zawartości cząstek stałych;
- płyn do przepłukiwania o niskiej zawartości LZO (70 % materiałów organicznych niesklasyfikowanych jako LZO);
- dodatkowe produkty niskoemisyjne (zob. Tabela 3.8).

Tabela 3-8 Struktura zużycia materiałów o niskiej zawartości LZO celem uzyskania niskiej emisji LZO.

Material powlekający	Zużycie (kg)	Zawartość rozpuszczalnika (%)	Zawartość rozpuszczalnika (kg)	Zawartość cząstek stałych (%)	Zawartość cząstek stałych (kg)
Szpachlówka	600	8.5	51	91.5	549
Podkład mokro na mokro	98 985	15	15 343	84.5	83 642
Podkład szlifierski	4 260	29.5	1 257	70.5	3 003
Podkład gruntujący	140	56.7	79	43.3	61
Powłoka nawierzchniowa	150 955	28.4	42 871	71.6	108 084
Utwardzacz	49 507	25	12 376	75	37 130
Dodatki	624	22.3	139	77.7	485
Powłoka bezbarwna	11 027	37	4 080	63	6 947
Powłoka bazowa	5 226	9.5	496	23.7	1 239
Rozcieńczalnik	27 618	100	27 618	0	0
Powłoka strukturalna	17 022	8	27 618	54	9 192
Utwardzacz	2 635	5	133	95	2 505
Produkty specjalne	255	46.3	118	53.7	137
Rozpuszczalnik płuczący	106 311	30	31 893	0	0
Razem	475 165		137 815		252 974
Odzysk	197 185	33	65 071		
Emisje LZO razem			72 744		

Źródło: [119. May i in. 2006]

3.3.1.1.3. Powlekanie innych powierzchni metalowych (OMS)

[155. TWG 2016]

Zgłoszone dane z instalacji do powlekania innych powierzchni metalowych (OMS) wskazują na zakres jednostkowego zużycia rozpuszczalnika w zakresie 0.01 - 0.5 kg/m² powlekanej powierzchni.

3.3.1.1.4. Powlekanie sprzętu rolniczego i budowlanego (ACE)

[155. TWG 2016]

Dostarczono dane tylko dla jednej instalacji. Główne cechy charakterystyczne etapów procesu przedstawiono w Tabeli 3.9.

Tabela 3-9 Główne cechy charakterystyczne etapów procesu dla zakładu powlekania ACE.

Etap	Obróbka wstępna	Warstwa 1	Warstwa 2	Warstwa 3	Zabezpieczenie wnek
Proces	Oczyszczanie, odtłuszczenie	Powłoka podkładowa	Połysek	Środek smarny i inhibitor rdzy	Zabezpieczenie wnek
Materiał (zawartość LZO)	Wodna emulsja detergentowa	SB (305 g/l)	SB (425 g/l)	NI	Powłoka woskowa z rozpuszczalnikami.
Metoda nakładania	Myjka wysokociśnieniowa, automatyczna	Natryskiwanie w zamkniętych kabinach w warunkach pomieszczenia czystego	Natryskiwanie w zamkniętych kabinach w warunkach pomieszczenia czystego	NI	NI
Dostarczanie farby	NA	Przewody cyrkulacyjne zasilane z centralnej komory mieszania, bez konieczności stosowania techniki opróżniania rur (pigowanie - <i>pigging</i>) lub płukania	Przewody cyrkulacyjne zasilane z centralnej komory mieszania, bez konieczności stosowania techniki opróżniania rur (pigowanie - <i>pigging</i>) lub płukania	NI	NI
Zmiana koloru, system przepłukiwania	NA	Malowanie partiami/grupowanie kolorów	NI	NI	NI
Rodzaj suszenia	Suszenie konwencjonalne	Suszenie konwencjonalne	NI	NI	NI
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych. NA: Nie dotyczy. Źródło: Zakład #073 w [155. TWG 2016]					

3.3.1.2. Zużycie energii

Z przedstawionych danych wynika, że wartości jednostkowego zużycia energii wahają się w granicach 7 - 35 kWh/m² powlekaney powierzchni podłoża. Jednostkowe zużycie energii zależy od rodzaju procesu, podłoża oraz specyficznych aspektów procesu. Biorąc pod uwagę znaczący udział energii zużywanej podczas przetwarzania termicznego gazów odlotowych w stosunku do całkowitego zużycia energii, warto zauważyć, że energooszczędne techniki mają znaczący pozytywny wpływ na zużycie energii. Jako przykład, w jednej instalacji referencyjnej, zastąpienie utleniania termicznego regeneracyjnym dopalaczem termicznym (RTO) spowodowało zmniejszenie całkowitego zużycia energii o 66 % (Zakład # 080 w [155. TWG 2016]).

3.3.1.3. Zużycie wody

[155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości z instalacji do powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych wskazują, że jednostkowe zużycie wody waha się w granicach 5 - 30 ltr/m² powlekaney powierzchni.

3.3.2. Emisje

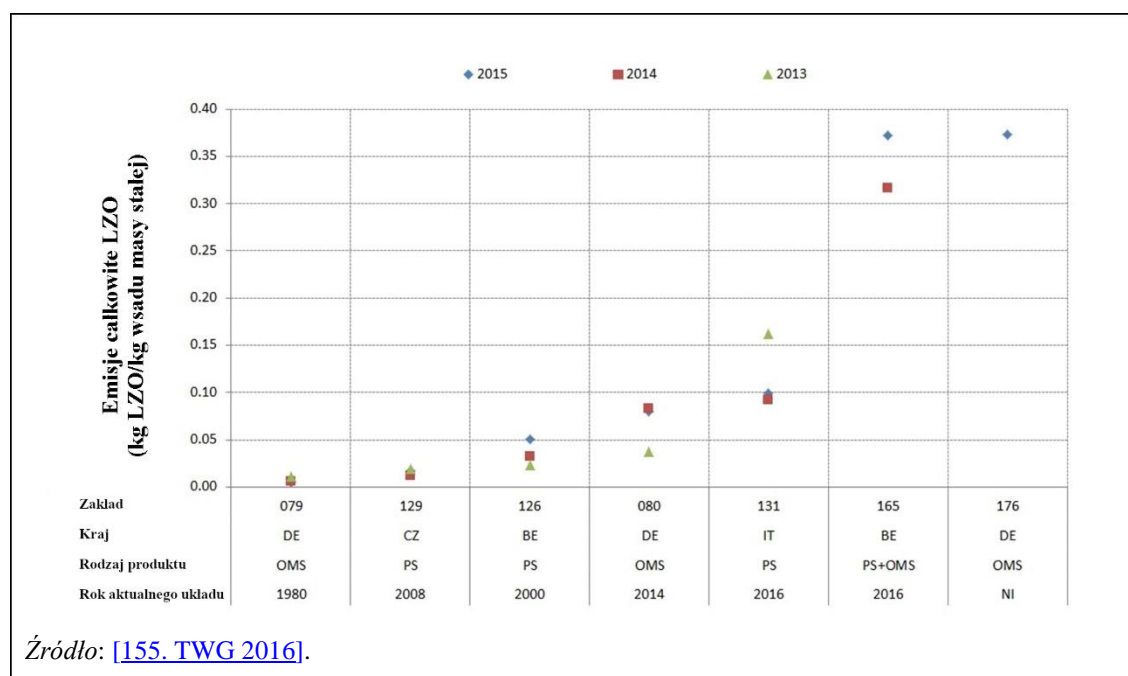
[155. TWG 2016]

3.3.2.1. Całkowite oraz niezorganizowane emisje LZO

Ta grupa branżowa obejmuje szeroki zakres działalności, przy znaczących różnicach dotyczących:

- rodzaju stosowanych procesów;
- stosowanych technik końca rury;
- produktów;
- wielkości produkcji.

Zgłoszone wartości emisji LZO, wyrażone jako kg LZO wyemitowanych na kg wsadu masy stałej (kg LZO/kg ciała stałego), przedstawiono na Ilustracji 3.3.



Źródło: [155. TWG 2016].

Ilustracja 3-3 Emisje całkowite lotnych związków organicznych wyrażone w kg LZO na kg wsadu masy stałej za lata 2013-2015.

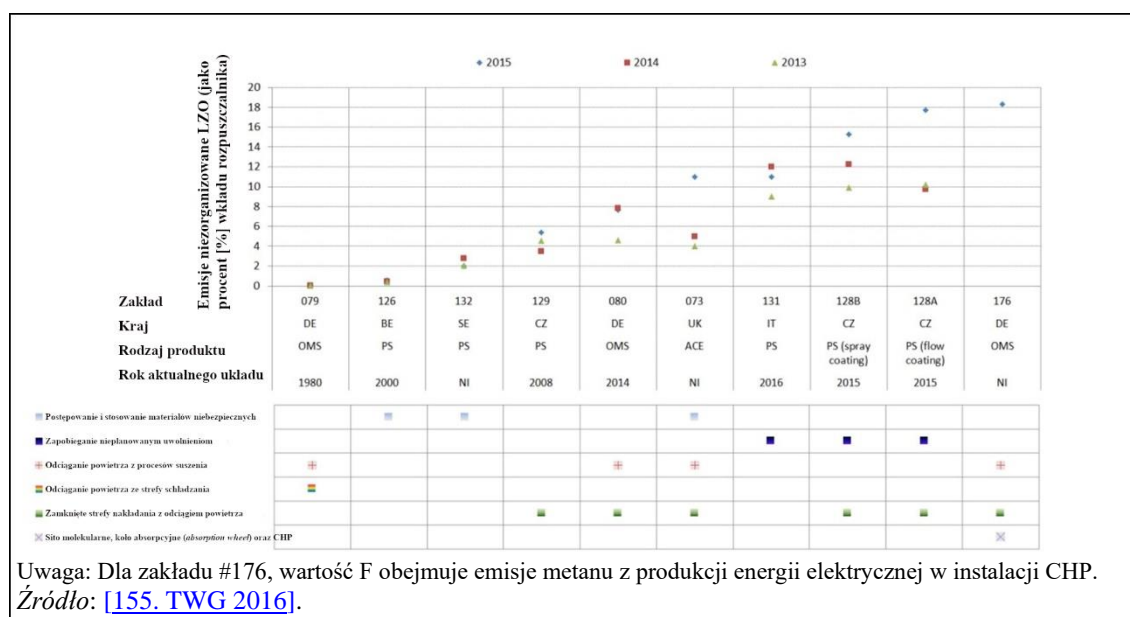
Informacje uzupełniające związane z materiałami i procesami zastosowanymi w przedstawionych powyżej instalacjach podano w Tabeli 3.10.

Tabela 3-10 Informacje o materiałach i technikach powlekania stosowanych w instalacjach do powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych i innych metali.

Zakład	Materiały powlekające (zawartość LZO)	Rozcieńczalnik/materiały czyszczące (zawartość LZO)	Nakładanie oraz hermetyzacja urządzeń	Zmiana koloru
079	SB (33-73 %)	SB (100 %)	Nakładanie natryskowe w zamkniętej kabine lakierniczej	Malowanie partii/ grupowanie kolorów
126	Podkład: SB (80 %) P. bazowa: SB (75 %) P. bezbarwna: SB (55 %)	Podkład: SF P. bazowa: SF P. bezbarwna: SF	Podkład: HRB P. bazowa: HRB P. bezbarwna: HRB	Zmieniacze kolorów pierwszej generacji - duże straty farby
132	Podkład: SB (80 %) P. bazowa: SB (75 %) P. bezbarwna: SB (55 %)	Podkład: SF P. bazowa: SF P. bezbarwna: SF	Podkład: HRB P. bazowa: HRB P. bezbarwna: HRB	Zmieniacze kolorów pierwszej generacji - duże straty farby
129	Podkład: SB-WB P. bazowa: WB P. bezbarwna: SB	NI	NI	NI
165*	Podkład: SB (40 %) P. bazowa: SB (40 %) P. bezbarwna: SB (60 %)	Podkład: SB (90%) P. bazowa: SB (90%) P. bezbarwna: SB (90%)	Zamknięte kabiny z dedykowaną wentylacją	NI
080	SB (72 %)	Nie wymaga rozcieńczalnika	Nakładanie <i>airless</i> , pojemnik z farbą bezpośrednio połączony z robotem, zamknięta kabina	NI
176**	SB	NI	Rozpylanie pneumatyczne, zamknięte kabiny z wyciągiem	NI

* Jedna suszarka (zamiast trzech) niepodłączona do systemu redukcji emisji. Zakład stosuje Program Redukcji (RS).
 ** Raportowane emisje obejmują emisje metanu z jednostek kogeneracyjnych (CHP).
 Uwagi:
 NB:
 SB: na bazie rozpuszczalnika; SF: bez rozpuszczalnika; WB: na bazie wody; HRB: dzwony szybkoobrotowe.
 NI: Nie dostarczono danych.
 Źródło: [155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO jako procent wsadu rozpuszczalnika przedstawiono na Ilustracji 3.4.



Ilustracja 3-4 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Porównanie zgłoszonych wartości dla całkowitych i niezorganizowanych emisji LZO wyrażonych jako procent wsadu rozpuszczalnika wykazuje dominującą rolę emisji niezorganizowanych w ogólnym wzorcu emisji, z udziałem, który w większości przypadków jest rzędu 90-99 %. Podkreśla to konieczność kontrolowania emisji niezorganizowanych.

Jako główne źródła emisji niezorganizowanych zidentyfikowano następujące elementy:

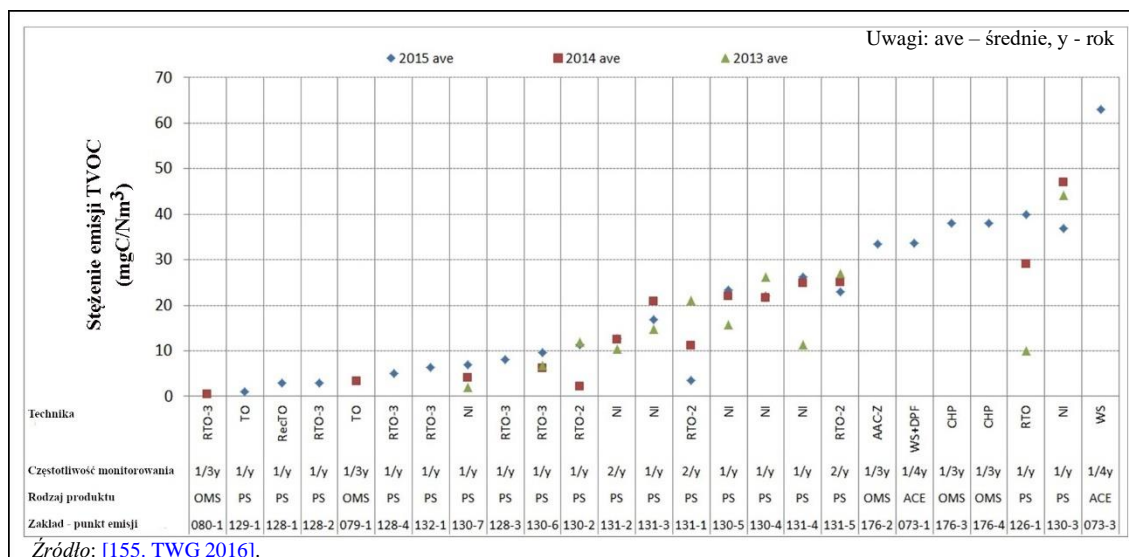
- magazyn farby;
- przygotowanie farby - obszar mieszania (obszar, w którym odbywa się mieszanie różnych farb oraz dodawanie dodatków i rozcieńczalników), w tym pobieranie próbek farby, które zwykle odbywa się przy braku podciśnienia;
- procesy powlekania;
- procesy suszenia.

Zidentyfikowano następujące główne techniki minimalizacji emisji niezorganizowanych:

- Bezpieczne magazynowanie i postępowanie z substancjami niebezpiecznymi oraz środki zapobiegające nieplanowanemu uwolnieniu.
- Zamknięte (hermetyczne) strefy nakładania powłoki z odprowadzaniem powietrza.
- Termiczne oczyszczanie usuwanego powietrza.
- Odprowadzanie powietrza z procesów suszenia. Aby uniknąć emisji niezorganizowanych, piece suszące są eksploatowane przy ciśnieniu poniżej atmosferycznego. Odprowadzane powietrze jest oczyszczane.

3.3.2.2. Emisje TVOC w gazach odlotowych

Zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji LZO w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 3.5.



Ilustracja 3-5 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015.

Podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji TVOC w gazach odlotowych z instalacji do powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych, innych powierzchni metalowych oraz ACE przedstawiono w Tabeli 3.11.

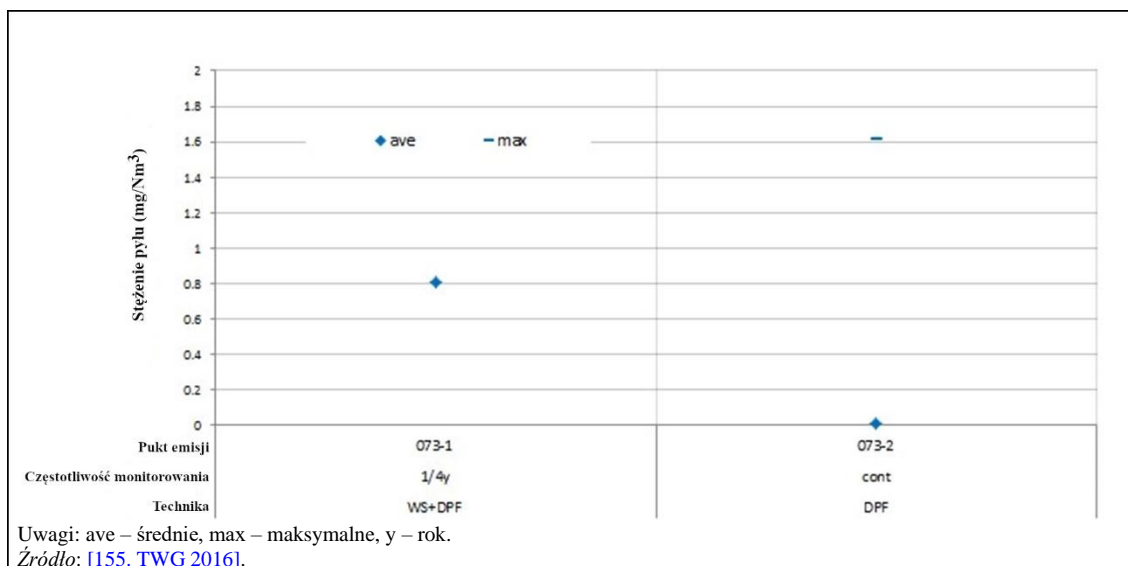
Tabela 3-11 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Stosowana technika	2015				2014				2013			
	Ilość pomiarów	Średnie	Max	Min	Ilość pomiarów	Średnie	Max	Min	Ilość pomiarów	Średnie	Max	Min
AAC-Z	1	34	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TO	1	1	NA	NA	1	3.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RecTO	1	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO-2	1	11.3	NA	NA	1	2.2	NA	NA	1	12	NA	NA
RTO-3	5	6.4	9.6	3	2	3.3	6.2	0.4	1	6.8	NA	NA
RTO	3	22.1	40	3.5	3	21.7	29	11.1	3	19.3	27	10
CHP	2	38	38	38	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
WS	1	63	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
WS+DPF	1	34	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Uwagi:
NA: Nie dotyczy/dane niedostępne.
Źródło: [155. TWG 2016]

3.3.2.3. Emisje pyłów w gazach odlotowych

Dane dotyczące emisji pyłów związanych z technikami ich ograniczania zgłoszono tylko w przypadku jednej instalacji (dwa punkty monitorowania). Zgłoszone wartości dotyczące monitorowania emisji pyłu w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 3.6.



Ilustracja 3-6 Emisje pyłów w gazach odlotowych (dane za rok 2015).

W przypadku większości zgłaszających dane instalacji ograniczanie pyłów nie jest ich najważniejszym priorytetem. Niemniej jednak zastosowanie technik ograniczania ilości pyłu (np. suchy filtr cząstek stałych, płuczka gazowa mokra) skutkuje niskimi wartościami jego emisji.

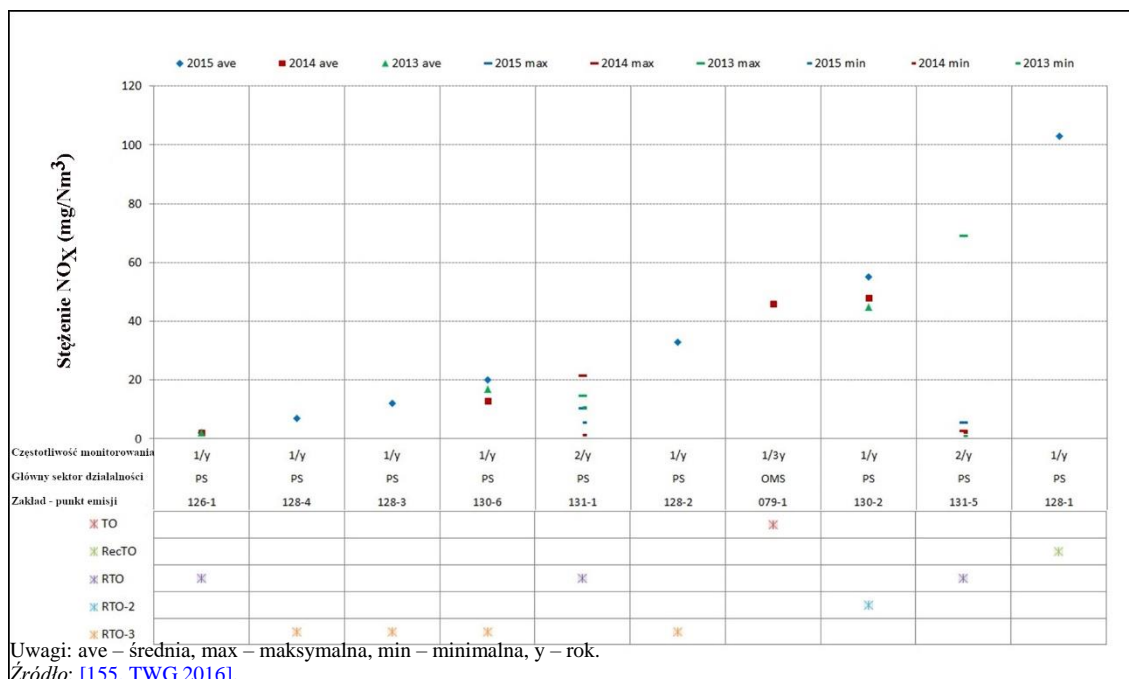
3.3.2.4. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) powstają w wyniku termicznego utleniania gazów odlotowych. Zgłoszone wartości przedstawiono na poniższych ilustracjach.

Tlenki azotu

Zgłoszono dane dla 10 punktów monitorowania (z pięciu zakładów) w odniesieniu do emisji NO_x w gazach odlotowych, przy czym w większości przypadków częstotliwość monitorowania była roczna. Wszystkie zgłoszone wartości są niższe niż 105 mg/Nm³.

Podane wartości dla okresowego monitorowania emisji NO_x w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 3.7.

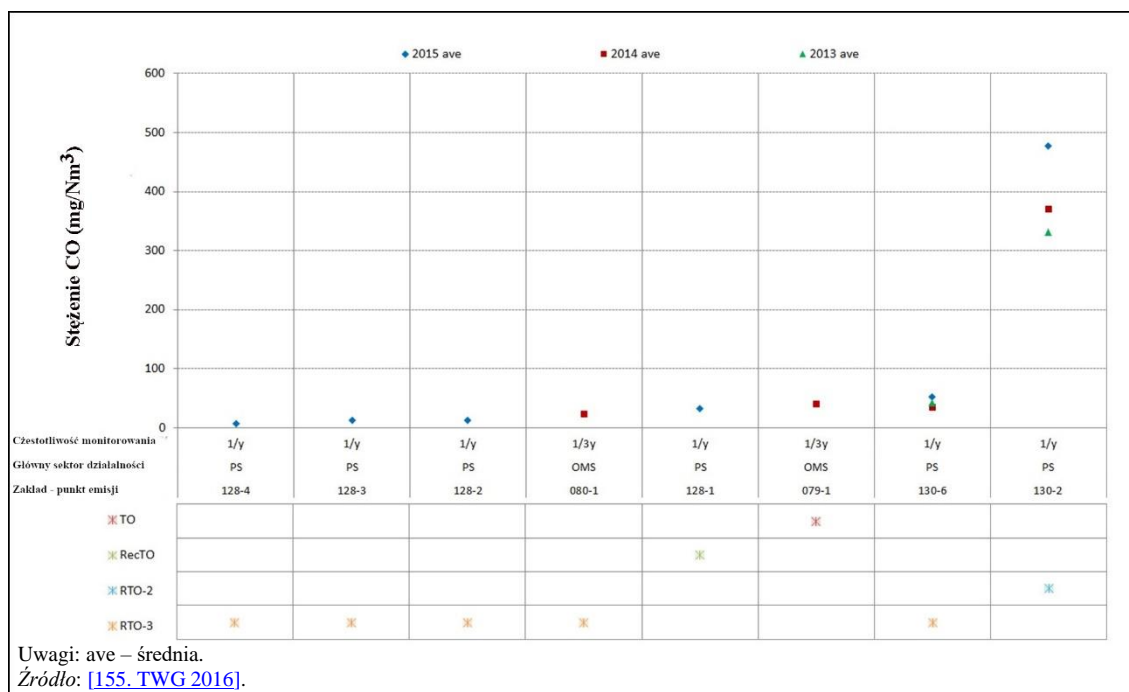


Ilustracja 3-7 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Tlenek węgla

Zgłoszono dane dla ośmiu punktów monitorowania (z czterech zakładów) dotyczące emisji CO w gazach odlotowych. Częstotliwość monitorowania waha się od jednego razu na rok do jednego razu na trzy lata. Wartości dla wszystkich punktów emisji z wyjątkiem jednego są niższe niż 45 mg/Nm³.

Zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji CO w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 3.8.



Ilustracja 3-8 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

3.3.2.5. Emisje do powietrza z powlekania pociągów

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

Osadza się tylko pył z mgły lakierniczej i obróbki strumieniowo-ściernej. Osiągane są wartości emisji poniżej 3 mg/m³. LZO z procesów powlekania są emitowane do powietrza jako emisje zorganizowane lub niezorganizowane. W niektórych instalacjach do oczyszczania gazów odlotowych z suszarek stosowane już są urządzenia termicznego utleniania. Osiągane są wartości emisji poniżej 50 mg/m³.

Ponieważ kabiny lakiernicze są bardzo duże, a ilość odprowadzanego powietrza wynosi około 200 000 m³/h, preferowane są systemy filtracji suchej.

W przypadku standardowego systemu malowania na bazie rozpuszczalnika bez oczyszczania gazów odlotowych, emitowane jest około 326 g LZO/m². Z całkowitej ilości rozpuszczalników wprowadzonych do kontrolowanego zakładu (Deutsche Bahn) wynoszącej 187.6 ton, 134.08 ton zostało wyemitowanych, a 53.52 ton usuniętych jako odpady (jednostka spalania termicznego nie jest zainstalowana).

Poprzez zastosowanie poniższych środków osiągnięto wartości emisji < 110 g LZO/m²:

- Techniki specyficzne dla danego materiału:
 - Nakładanie powłok gruntujących, podkładowych i nawierzchniowych na bazie wody.
 - Tylko w przypadku lakierów dwuwarstwowych, nakładanie konwencjonalnej powłoki bezbarwnej.
 - Podkłady na bazie wody oraz ochrona podwozia w połączeniu z materiałami grubowarstwowymi.
 - Podkłady i wypełniacze na bazie wody.
 - Minimalne stosowanie dyspersyjnych wypełniaczy szpachlowych oraz stosowanie wypełniaczy o niskiej zawartości styrenu.
 - Proces obróbki materiałów wstępnie powleczonych (*coil-coated*) dla nowych konstrukcji pojazdów szynowych. Technika ta minimalizuje emisje z instalacji do powlekania pociągów, ale występują one w zakładzie wstępnego powlekania.
- Techniki specyficzne dla danego procesu:
 - Zmniejszenie malowanych powierzchni, np. poprzez zastosowanie folii samoprzylepnych do wzorów dekoracyjnych lub jako ochrona przed graffiti.
 - Wydajne urządzenia do aplikacji: HVLP, natrysk *airless* oraz *airless* ze wspomaganie powietrznym.
 - Recykling środków czyszczących poprzez destylację zawierających rozpuszczalniki odpadów i osadów z farb.
 - Zastosowanie automatycznego podawania koagulantu do strącania na mokro celem zwiększenia czasu użytkowania wody.

3.3.2.6. Emisje do wody z powlekania pociągów

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

Ścieki powstają w wyniku strącania na mokro nadmiaru farby oraz czyszczenia urządzeń aplikacyjnych. Bardziej szczegółowych danych nie udało się ustalić.

3.3.2.7. Emisje do wody z powlekania ACE

[5. DFIU i in. 2002] [78. TWG 2005] [41. ISACOAT 2004]

W zbiornikach płuczających służących do wstępnego przetwarzania elementów powstają ścieki. W jednej instalacji powstaje około 18-20 m³ ścieków na dobę. Ilość ta może być zmniejszona o połowę dzięki zastosowaniu techniki kaskadowej. Dzięki zastosowaniu urządzenia do ultrafiltracji, instalacja do powlekania zanurzeniowego nie generuje ścieków.

3.3.2.8. Wytwarzanie odpadów

[155. TWG 2016]

W poniższej tabeli podsumowano zgłoszone dane dotyczące głównych rodzajów odpadów wytwarzanych podczas powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych, innych powierzchni metalowych (OMS) oraz sprzętu rolniczego i budowlanego (ACE).

Tabela 3-12 Dane dotyczące wytwarzania odpadów.

Rodzaj odpadów	Źródło	Ilość (t/rok)	Zawartość rozpuszczalnika (%)	Przeznaczenie
Osad z farby	Procesy produkcyjne	50-400	0-2	Dostarczane poza teren zakładu
Osad fosforanowy	Procesy produkcyjne	NI	NI	Dostarczane poza teren zakładu
Odpady z pozostałości z powlekania	Procesy produkcyjne	3-4	2	Dostarczane poza teren zakładu
Ścieki	Wstępne przetwarzanie ścieków	50-80	1-2	Dostarczane poza teren zakładu
Odpady farb i lakierów	Procesy produkcyjne	80-120	2	Dostarczane lub sprzedawane poza teren zakładu
Odpady rozpuszczalników	Procesy oczyszczania	50-170	5-95	Dostarczane poza teren zakładu
Osad zawierający pył	Ograniczanie emisji do powietrza	35-80	1	Dostarczane poza teren zakładu
Opakowania po użytych farbach	Procesy produkcyjne	100-160	1	Dostarczane poza teren zakładu
Inne zanieczyszczone opakowania	Procesy produkcyjne	5-6	1	Dostarczane poza teren zakładu
Zanieczyszczone absorbenty (pochłaniacze)	Procesy oczyszczania	1.5-3	2	Dostarczane poza teren zakładu
Odpady stałe z destylarni	Destylacja	1.5	38-75	Dostarczane poza teren zakładu
Odpady ciekłe z destylarni	Destylacja	< 1	75	Dostarczane poza teren zakładu
Filtry farby	Procesy produkcyjne	1-2	15	Dostarczane poza teren zakładu
Pozostałości farby	Procesy produkcyjne	60-80	40-50	Dostarczane poza teren zakładu
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych. Źródło: [155. TWG 2016]				

Główne zidentyfikowane techniki minimalizacji wytwarzania odpadów to:

- stosowanie pojemników wielokrotnego użytku;
- destylacja zużytych rozpuszczalników;
- prasa filtracyjna do oczyszczania osadów ściekowych i redukcji objętości ścieków;
- mniej zmian koloru w procesie, co skutkuje mniejszym zużyciem rozpuszczalników i materiałów czyszczących.

3.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do seryjnego malowania powierzchni z tworzyw sztucznych i metali. W Tabeli 3.13 przedstawiono ogólne techniki istotne dla seryjnego malowania powierzchni z tworzyw sztucznych i metali, które zostały opisane w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Dokument informacyjny EGTEI dotyczący przemysłowego zastosowania farb (zob. Załącznik 21.3.1) zawiera pewne dane na temat kosztów i korzyści na poziomie europejskim niektórych technik ograniczania emisji LZO. Podejście EGTEI musi jednak z konieczności ograniczać swoją złożoność i podawane są jedynie kluczowe techniki bez uwzględnienia innych czynników BAT, takich jak oddziaływanie na procesy i środowisko, lub właściwości techniczne poszczególnych instalacji lub produktów [92. EGTEI 2005].

Tabela 3-13 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

3.4.1. Minimalizacja zużycia surowców

Opis

Niektóre techniki mające na celu zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów oraz zmniejszenie ilości odpadów powstających w procesie malowania to:

- optymalizacja procesu malowania (zob. sekcje 17.7.3 i 17.6.2), w tym automatyzacja (zob. sekcja 17.2.5);
- odwadnianie osadów z farby (zob. sekcja 17.12.4.1);
- recykling osadów z farb lub emulsji wodnej.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie ilości odpadów (np. mgły lakierniczej) powstających w procesie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Techniki te są powszechnie stosowane w powlekanii zderzaków.

Przykładowe zakłady

Volkswagen, Wolfsburg, Niemcy.

Literatura źródłowa

[56. ACEA 2005]

3.4.1.1. Malowanie partii/grupowanie kolorów

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.6.2.1. Technika ta jest powszechnie stosowana przy powlekanii zderzaków.

Tworzenie tzw. bloków barwnych (grupowanie większych partii o takim samym kolorze) może zmniejszyć zużycie materiału powłokowego i rozpuszczalników do płukania. Ponadto rozpuszczalnik do płukania może zostać wychwycony i ponownie wykorzystany. W ten sposób można zaoszczędzić ok. 66 ton rozpuszczalnika do płukania rocznie, przy udziale odzysku wynoszącym 90 %. [5. DFIU i in. 2002]

3.4.2. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie)

3.4.2.1. Farby na bazie wody

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2. Systemy powlekania na bazie wody mogą być stosowane jako powłoki podkładowe/gruntujące, bazowe i czasami bezbarwne. Powszechnie stosuje się następujące systemy farb na bazie wody:

- jednoskładnikowa dyspersja akrylanowa: 5 wt-% rozpuszczalnika organicznego;
- dwuskładnikowy system PUR: 10-15 wt-% rozpuszczalnika organicznego;
- dwuskładnikowa żywica epoksydowa: 5 wt-% rozpuszczalnika organicznego.

Korzyści dla środowiska

Dzięki zastosowaniu powłok podkładowych na bazie wody można zredukować ilość stosowanych rozpuszczalników nawet o 48 %, a tym samym odpowiednio zmniejszyć emisję rozpuszczalników, również w przypadku powlekania zderzaków.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W branży dostawców części samochodowych farby na bazie wody są już stosowane jako wypełniacze i powłoki bazowe np. na zderzakach i nadkolach. Farby na bazie wody mogą prowadzić do mechanicznych ograniczeń fizycznych właściwości tworzywa sztucznego. W malowaniu obudów telewizorów, systemów dźwiękowych i komputerów powszechnie stosuje się seryjne stosowanie powłok na bazie wody.

Przykładowe zakłady

Zakłady #129 i #131 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [119. May i in. 2006] [155. TWG 2016]

3.4.2.2. Farby o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.1.

3.4.2.3. Powlekanie proszkowe - suszenie konwencjonalne

Opis

Zob. sekcja 17.7.2.6. Powłoki proszkowe z konwencjonalnym suszeniem konwekcyjnym nie mają szerokiego zastosowania ze względu na brak przewodnictwa elektrycznego oraz wrażliwość tworzyw sztucznych na temperaturę. Stosuje się je tylko w małych partiach przy powlekanii małych części, takich jak części kompozytowe z metalu i tworzyw sztucznych do chłodnic samochodowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Rozwój w zakresie termicznego utwardzania niskotemperaturowych powłok proszkowych wygląda obiecująco.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002]

3.4.2.4. Farby utwardzane radiacyjnie

Opis

Zob. sekcja 17.7.2.3. Powłoki utwardzane promieniami UV są nakładane na powłoki bezbarwne, np. na kołpaki kół, i zawierają 10 wt-% rozpuszczalnika organicznego. Postępującą techniką jest zautomatyzowane nakładanie powłok utwardzanych promieniami UV podczas powlekania reflektorów; system powlekania zawiera około 5-10 wt-% rozpuszczalnika organicznego. Innym przemysłowym zastosowaniem proszku utwardzanego promieniami UV jest powlekanie płytek podłogowych z PVC.

Korzyści dla środowiska

Wodorozcieńczalne i bezrozpuszczalnikowe farby utwardzane radiacyjnie nie generują emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Farby utwardzane promieniami UV mogą być nakładane kilkoma różnymi technikami, takimi jak malowanie pędzlem, wałkiem, wylewanie, natryskiwanie i powlekanie próżniowe.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Farby te mogą być stosowane do wszystkich warstw lakierniczych.

Przykładowe zakłady

Zakład #128A w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [155. TWG 2016]

3.4.2.5. Powlekanie jednowarstwowe po fluoryzacji

Opis

W przypadku wstępnej obróbki powierzchni z tworzywa sztucznego za pomocą preparatu fluorowego, warstwa wypełniająca nie jest częściowo konieczna, ponieważ technika ta już tworzy jednorodną powierzchnię, niezależnie od geometrii detalu.

Kolejną zaletą fluoryzacji jest to, że fluorowane elementy mogą być przechowywane przez długi czas, zanim zostaną przekazane do kolejnego procesu malowania.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji LZO i materiałów powlekających.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002]

3.4.3. Techniki oraz sprzęt do nakładania farb/powłok

- Techniki obróbki wstępnej (przed powlekaniami) omówiono w sekcji 17.7.1.
- Techniki nakładania farb/powłok omówiono w sekcji 17.7.3.
- Powlekanie elektroforetyczne dla podłoży metalowych omówiono w sekcji 17.7.3.6.
- Techniki minimalizacji zużycia surowców omówiono w sekcji 17.2.4.
- Automatyzację urządzeń omówiono w sekcji 17.2.5.

3.4.4. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

Techniki odprowadzania gazów odlotowych oraz minimalizacji emisji niezorganizowanych omówiono w sekcji 17.10.2.

Ogólny opis zewnętrznego stężenia rozpuszczalników w gazach odlotowych (jako etapu wstępnego oczyszczania) podano w sekcji 17.10.3.3. Zidentyfikowane stosowane techniki to technika buforowania za pomocą sita molekularnego w celu wyeliminowania szczytowych wartości LZO (zob. sekcja 17.10.3.3.1) oraz adsorpcja z użyciem węgla aktywnego lub zeolitów (zob. sekcja 17.10.3.3). Zob. również sekcja 3.4.4.1.

Informacje dotyczące wewnętrznego stężenia rozpuszczalników w gazach odlotowych podano w sekcji 17.10.3.2. Zob. również sekcja 3.4.4.1.

Powszechnie stosowane są następujące techniki oczyszczania gazów odlotowych:

- utlenianie: utlenianie rekuperacyjne i regeneracyjne, zob. sekcje 17.10.5.3 i 17.10.5.4
- przesyłanie gazów odlotowych do obiektów energetycznego spalania (w tym zakładów CHP), zob. sekcja 17.10.5.1;
- adsorpcja z użyciem węgla aktywnego lub zeolitów, zob. sekcja 17.10.6.2;
- absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy (płukanie na mokro), zob. sekcje 17.10.4.2 i 17.10.6.3;
- płukanie/szorowanie na sucho, zob. sekcja 17.10.4.4.

3.4.4.1. Stężenie i recykulacja gazów odlotowych z kabin lakierniczych

Szczegóły techniczne

Niektórzy producenci detali z tworzyw sztucznych preferują dalsze stosowanie materiałów powłokowych na bazie rozpuszczalników. Wynika to ze specyficznych wymagań technicznych (np. właściwości podłoża z tworzyw sztucznych, specyfikacji klienta, elastyczności zastosowania, możliwości stosowania procesów mokro na mokro).

Aby pomóc w osiągnięciu niskich emisji rozpuszczalników, przemysł powlekania tworzyw sztucznych koncentruje strumienie gazów odlotowych na zewnątrz za pomocą adsorberów obrotowych (zob. sekcja 17.10.3.3). Stosuje się również recyrkulację wewnętrzną (zob. sekcja 17.10.3.2) w kabinach lakierniczych z automatycznym nakładaniem farby.

Powietrze odprowadzane z kabiny lakierniczej (zwykle 40 000-80 000 m³/h) jest recykulowane po intensywnej filtracji (zwykle płuczka Venturiego na mokro plus dodatkowy etap filtrowania), celem uniknięcia optycznych wad powierzchni przedmiotów obrabianych, dzięki czemu uzyskuje się stężenie cząstek poniżej 0.1 mg/m³. Dzięki ponownemu podgrzaniu spalin po płuczce gazowej mokrej można uzyskać stabilne warunki klimatyczne (około 70 % wilgotności względnej). Poprzez osiągnięcie 90-95 % recyrkulacji powietrza, dopuszczalne stężenie rozpuszczalnika w kabinach natryskowych jest mnożone przez 10 lub 20 (zazwyczaj z 250 mg/m³ na 2.5 g/m³). Stężenie rozpuszczalnika musi być kontrolowane ze względów bezpieczeństwa (aby pozostać wystarczająco poniżej dolnej granicy wybuchowości) oraz ze względów technicznych (wpływ na odparowanie rozpuszczalników z obrabianych przedmiotów). Od 5 % do 10 % objętości powietrza jest kierowane do oczyszczania. Niska objętość powietrza i wysokie stężenie rozpuszczalnika są dobrymi warunkami wstępnymi dla utleniania termicznego.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji LZO oraz zmniejszenie zużycia energii do termicznego przetwarzania gazów odlotowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Recyrkulacja strumieni powietrza o podwyższonym stężeniu rozpuszczalnika jest odpowiednie tylko w instalacjach, które umożliwiają efektywne zamknięcie kabin lakierniczych (małe otwory wlotowe i wylotowe), i w których nakładanie odbywa się za pomocą urządzeń automatycznych oraz w przypadku elementów bez wewnętrznych przestrzeni.

Ekonomika

Zredukowane koszty przetwarzania termicznego, ze względu na mniejsze objętości i wyższe stężenie LZO, które może osiągnąć warunki autotermiczne.

Siła napędowa wdrażania

Zob. wyżej: Ekonomia.

Przykładowe zakłady

Volkswagen, Wolfsburg, Niemcy.

Zakład #176 w [\[155. TWG 2016\]](#), gdzie sito molekularne jest używane do wygładzania szczytów przed kołem adsorpcyjnym, które następnie zwiększa stężenie LZO do późniejszego oczyszczania w zakładach CHP.

Literatura źródłowa

[\[119. May i in. 2006\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

3.4.5. Gospodarka wodna

Opis

Zob. sekcja 17.4. Jedną z technik do rozważenia jest minimalizacja zrzutu z zbiorników kabin lakierniczych celem zmniejszenia zużycia wody i odprowadzanych ścieków poprzez zminimalizowanie gromadzenia się osadów farby. Optymalizacja wydajności transferu farby zmniejsza również potrzebę wymiany wody.

Literatura źródłowa

[\[56. ACEA 2005\]](#)

4. POWLEKANIE STATKÓW I JACHTÓW

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [202. SEA SMRC 2017]

4.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania statków i jachtów

Statki budowane są w dużej mierze ze stali okrętowej, a jachty ze stali okrętowej i aluminium oraz FRP (tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem). Materiały te korodują lub niszczeją, jeśli nie są chronione i dlatego muszą być zabezpieczane za pomocą systemów ochrony antykorozyjnej. Wymagane koszty w przypadku budowy statków wynoszą ok. 3-7 % całkowitych kosztów budowy. Ochrona antykorozyjna zwiększa bezpieczeństwo statku podczas rejsu, utrzymuje jego wartość finansową oraz obniża koszty konserwacji. Różne części statku, np. kadłub (nad i pod wodą), pokłady zewnętrzne, ładownie i zbiorniki, są narażone na korozję w odmiennym stopniu, dlatego stosuje się wiele systemów ochrony antykorozyjnej. Ważne jest również zapobieganie osadzaniu się zanieczyszczeń poprzez stosowanie środków przeciwpiorostowych. Odporność na działania mechaniczne na powierzchniach i pokładach oraz jakość wizualna w różnych obszarach są również kluczowymi czynnikami w specyfikacji stosowanych powłok.

Wymagania dotyczące powlekania statków i jachtów są różne. W przypadku powłok dla statków handlowych kluczowymi zagadnieniami są przyczepność, ochrona przed korozją i zapobieganie osadzaniu się zanieczyszczeń (np. muszle, porosty itp. na podwodnej części kadłuba). W przypadku powlekania jachtów decydującą rolę odgrywa również wygląd zewnętrzny, dlatego też powlekanie statków handlowych i jachtów zostało opisane oddzielnie. Ze względu na różne procesy konstrukcyjne, powlekania i obróbki wstępnej, powlekanie nowych statków oraz naprawy i konserwacje są również rozpatrywane oddzielnie. Nie otrzymano żadnych informacji na temat powlekania okrętów wojennych.

W 2015 r. europejskie stocznie, zbudowały, serwisowały i naprawiły statki o wartości ponad 33 mld EUR. Producenci wyposażenia morskiego, którzy są w dużym stopniu uzależnieni od budowy, konserwacji i naprawy statków w Europie, przyczyniają się do kolejnych 47 mld EUR obrotu. W 2015 r. europejska działalność w zakresie naprawy statków osiągnęła łączny obrót w wysokości 3 mld EUR. Wszystko to razem przekłada się na bezpośrednie zatrudnienie około 450 000 osób w ponad 22 000 przedsiębiorstwach.

Unijny przemysł rekreacyjnych jednostek pływających obejmuje 32 000 bezpośrednio zaangażowanych przedsiębiorstw, 280 000 bezpośrednio zatrudnionych pracowników oraz ponad 20 mld EUR rocznego obrotu produkcyjnego. Spośród 32 000 przedsiębiorstw około 90 % stanowią MŚP (małe i średnie przedsiębiorstwa). Liczba ta obejmuje przedsiębiorstwa naprawy i konserwacji super jachtów, producentów silników okrętowych, producentów i wykonawców powłok okrętowych i jachtowych, firmy zajmujące się zaawansowaną technologią elektroniczną oraz wytwórców wyposażenia. Nie obejmuje ona jednak sektora budowy nowych super jachtów, który w 2016 r. miał portfel zamówień obejmujący 424 jednostki o średniej długości każdego super jachtu - 48 metrów.

4.2. Stosowane w powlekanii statków i jachtów procesy oraz techniki

Systemy powłokowe składają się z jednej lub więcej warstw powłok na bazie rozpuszczalnika, o niskiej zawartości rozpuszczalnika lub bezrozpuszczalnikowych. Podstawowe środki wiążące to głównie żywice epoksydowe (najczęściej dwuskładnikowe), poliuretanowe, akrylany, polisiloksany i alkidy. Całkowita grubość warstwy wynosi 100 μm lub więcej dla obszarów wewnętrznych statku i do 1 000 μm dla obszarów zewnętrznych. Grubszą warstwę specjalnych powłok wierzchnich nakłada się zwykle na rampy i obszary robocze, a wypełniacze mogą być nakładane przy grubości około 2 500 μm . Materiały powłokowe nakładane są z reguły metodą natrysku *airless* (bezpowietrznego), która umożliwia aplikację substancji o niskiej zawartości rozpuszczalników i bezrozpuszczalnikowych. Nakładanie konwencjonalnym natryskiem, wałkami i pędzlami jest szeroko stosowane przy powlekanii jachtów, a wałki są używane do powlekania statków pasażerskich przed ich oddaniem. Nie są one szeroko stosowane w innych częściach przemysłu (z wyjątkiem małych obszarów działalności). Wałki i pędzle są używane do napraw, konserwacji i tzw. *strip coating*'u.

W przypadku nowych konstrukcji, napraw oraz konserwacji statków i jachtów, zarówno przygotowanie powierzchni, jak i powłoki są określane przez specyfikacje armatora. Specyfikacje te uwzględniają odpowiednią ochronę antykorozyjną i fizyczną, wygląd i ochronę przeciwporostową, a także wymagania gwarancyjne. W stoczniach remontowych i konserwacyjnych klient kupuje powłoki bezpośrednio do zastosowania w stoczni.

4.2.1. Nowe konstrukcje

Powlekanie statków jest wykonywane głównie przez wykonawców specjalizujących się w ochronie antykorozyjnej dla przemysłu stoczniowego. W nowoczesnym budownictwie okrętowym blacha jest produkowana w sekcjach lub blokach. Są to duże podzespoły, które następnie są łączone na doku lub pochylni (wcześniej statki były budowane na doku od stępki w górę). Następnie, po wstępnej obróbce powierzchni, są one powlekane systemem powłok zgodnie ze specyfikacją. Wielokrotne powlekanie sekcji odbywa się na wolnym powietrzu, w dużych halach stoczniowych (zazwyczaj w zadaszonym suchym doku lub na zadaszonej pochylni) lub w specjalnie wyposażonych warsztatach obróbki strumieniowo-ściernej i powlekania. Obszary do spawania wolne od powłoki są wykańczane na gotowym kadłubie, na składzie, lub na doku. W mniejszych stoczniach kadłub jest całkowicie pokrywany powłoką po zmontowaniu go na składzie lub na doku.

Ochrona przed korozją rozpoczyna się od wstępnej obróbki powierzchni zgodnie ze standardowymi specyfikacjami dotyczącymi etapów przygotowania. Wszystkie stalowe płyty i kształtowniki użyte do budowy statku są całkowicie oczyszczane ze zgorzeliny walcowniczej, rdzy oraz innych zanieczyszczeń poprzez piaskowanie w zautomatyzowanych instalacjach. Nadaje to powierzchni stalowej określoną chropowatość, która zapewnia dobre przyleganie powłoki. Następnie natryskiwana jest warstwa podkładowa (na bazie rozpuszczalnika lub wody), która chroni stal do czasu nałożenia kolejnych powłok, a także umożliwia spawanie. Blachy i kształtowniki stalowe są często poddawane obróbce podkładem przez ich dostawcę. Obróbkę powierzchni zmontowanych sekcji płyt stalowych lub całego kadłuba przeprowadza się poprzez wtórne przygotowanie powierzchni, które może polegać na częściowym oczyszczeniu piaskowaniem lub skalowaniem pod wysokim ciśnieniem, przy użyciu suchego lub mokrego środka, narzędzia elektrycznego (obrotowej szczotki drucianej lub tarczy) lub szlifierki kątowej. W ten sposób usuwa się korozję na spawach oraz wszelkie zanieczyszczenia, a także zwiększa chropowatość powierzchni. Ponieważ nie wszystkie zanieczyszczenia, takie jak smar, olej lub sól,

mogą być usunięte przez odrdzewianie, należy rozważyć inne metody czyszczenia, takie jak czyszczenie rozpuszczalnikiem lub środkiem czyszczącym w celu usunięcia oleju i smaru lub słodką wodą w celu usunięcia soli. W kilku stoczniach sekcje poddawane są obróbce w specjalnych zakładach obróbki strumieniowo-ściernej oraz powlekania.

W zamkniętych obszarach stosuje się systemy wentylacyjne, które mogą obejmować ograniczanie pyłów oraz LZO. Śrut z piaskowania może być zbierany i przetwarzany celem ponownego użycia i/lub recyklingu.

Malowanie jachtów jest wykonywane albo przez wyspecjalizowany zespół stoczniowy, albo przez wyspecjalizowanych podwykonawców, którzy potrafią osiągnąć jakość wykończenia wymaganą dla jachtów. Coraz częściej do malowania jachtów zarówno stalowych jak i aluminiowych stosuje się podkłady na bazie wody. Proces aplikacyjny (nakładania) dla super jachtów jest zgodny z normami ISO.

4.2.2. Naprawa i konserwacja statków

Naprawy i konserwacje (w tym nakładanie powłok) kadłuba przeprowadza się podczas suchego dokowania na dokach stałych (betonowych) lub pływających (stalowych). W zależności od stanu powierzchni, uszkodzone obszary są miejscowo czyszczone, przygotowywane i ponownie powlekane lub, w rzadkich przypadkach, powłoka jest całkowicie usuwana z kadłuba celem ponownego powleczenia. Oczyszczanie powierzchni może odbywać się za pomocą suchego lub mokrego piaskowania lub za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody słodkiej. Ponad 50 % powierzchni do oczyszczenia to „miejsca (*spots*)”; pozostałe to większe powierzchnie, ale prawie nigdy nie jest to całkowite usunięcie powłoki z kadłuba.

Co 2 do 5 lat powłoka przeciwporostowa na kadłubie statku jest odnawiana na suchym doku, w zależności od rodzaju powłoki i czasu eksploatacji statku. Cały kadłub jest pokrywany farbą przeciwporostową (*antifouling paint*) na bazie rozpuszczalnika, nakładaną metodą natrysku *airless*. Mgła lakiernicza jest częściowo emitowana do środowiska, w zależności od obowiązujących środków kontroli takiej emisji.

Warstwy powłok są określane przez armatorów i towarzystwa klasyfikacyjne. Duże stocznie remontowe mogą obrabiać jednocześnie cztery lub więcej statków, stosując powłoki pochodzące od różnych dostawców. Nakładanie powłok stanowi do 15 % obrotów stoczni remontowych i konserwacyjnych. Równolegle, w trakcie nakładania powłok na statek, stocznia wykonuje szereg innych, dodatkowych prac. Prace te przyczyniają się do zwiększenia zysku ponad ten wynikający z tytułu nakładania powłok, i często mogą być wykonywane tylko na stoczni, w czasie gdy statek jest malowany. W ten sposób nakładanie powłok pośrednio przyczynia się do znacznie większych obrotów (zysków) niż samo tylko malowanie.

4.2.3. Malowanie statków

Przygotowanie i nakładanie powłok w przypadku nowych konstrukcji oraz podczas prac konserwacyjnych odbywa się zazwyczaj w pomieszczeniach z dostępem do powietrza zewnętrznego.

Ochrona przeciwkorozyjna kadłuba

Nakładanie powłok przeprowadza się zgodnie z planem konserwacji i dokowania statku. Systemy powłok wybierane są przez armatora (w porozumieniu z towarzystwem klasyfikacyjnym/państwem flagi) z uwzględnieniem żywotności powłoki przeciwporostowej oraz wymaganej ochrony antykorozyjnej i koloru. Obszary, które mają być powlekane, są odtłuszczane, przygotowywane a następnie nakładane są określone powłoki (zwykle epoksydowe, poliuretanowe czy akrylowe). Najczęściej odbywa się to metodą natrysku *airless*.

Powłoki spełniają wymagania wizualne, takie jak kolor i połysk, a także odporność na działanie mechaniczne i korozję. Materiały powlekające są zazwyczaj dostarczane w 20-litrowych puszkach, chociaż w przypadku zastosowań na dużą skalę można użyć 1000-litrowych pojemników wielokrotnego użytku (DPPL, z ang. *IBC*). To są jednak, w przypadku stoczni remontowych i konserwacyjnych statków o tonażu powyżej 15 000 GT, bardzo rzadkie przypadki gdyż każdy indywidualny klient kupuje własny materiał powlekający w ilości potrzebnej dla każdej warstwy. Większe pojemniki generowałyby dodatkowe koszty, a nie wykorzystane resztki materiału powlekającego wymagałyby utylizacji.

Powłoka odcinająca (kadłub)

Jako warstwę odcinającą (tzw. *tie coat*) pomiędzy powłoką antykorozyjną a ostateczną powłoką przeciwporostową (*antifouling*) nakłada się jedno- lub dwuskładnikową powłokę z żywicy winylowej lub epoksydową na bazie rozpuszczalnika. Powłoka ta również jest nakładana za pomocą techniki natrysku *airless*. Grubość warstwy wynosi ok. 75-100 µm.

Powłoka przeciwporostowa (kadłub)

[78. TWG 2005] [123. Kiil i in. 2006] [202. SEA SMRC 2017]

Powłoki przeciwporostowe nakłada się głównie na podwodne części kadłubów statków, aby zapobiec osadzaniu się i rozwojowi mikroorganizmów powodujących tzw. porastanie kadłuba (bakterii, glonów, muszli itp.). W niektórych przypadkach można to również osiągnąć poprzez nakładanie tzw. powłok *fouling-release* (czyli powłok do których organizmy morskie nie są w stanie mocno przylgnąć, i są usuwane opływającą kadłub wodą morską podczas normalnej eksploatacji statku) (zob. sekcja 4.4.7). Porastanie kadłuba powoduje zwiększenie chropowatości powierzchni, co prowadzi do większych oporów tarcia, a w konsekwencji zwiększenia zużycia paliwa w celu utrzymania tej samej prędkości statku lub zmniejszenia prędkości przy tym samym zużyciu paliwa. W ciągu 6 miesięcy na jednym m² powierzchni może osiągnąć do 150 kg organizmów. Zwiększony opór tarcia może powodować wzrost zużycia paliwa, a tym samym emisji zanieczyszczeń przez statek, nawet o 40 %. Skutkuje to albo zwiększonymi kosztami bunkrowania, albo wydatkami związanymi z utratą zarobków lub opóźnieniami. Porastanie kadłuba statku zmniejsza również jego zdolność manewrową oraz zwiększa możliwość wystąpienia przedwczesnej korozji. Ponadto, dzięki zastosowaniu powłoki przeciwporostowej, zmniejsza się również możliwość przenoszenia do innych ekosystemów organizmów powodujących porastanie kadłuba. Dlatego stosowanie powłok przeciwporostowych jest ważne z punktu widzenia ochrony środowiska, bezpieczeństwa oraz ekonomii.

Rozporządzenie (UE) nr 528/2012²³ reguluje stosowanie biocydów i produktów biobójczych, np. powłok przeciwporostowych, w Europie. Na całym świecie stosowanie powłok przeciwporostowych reguluje Międzynarodowa konwencja IMO o kontroli szkodliwych systemów przeciwporostowych stosowanych na statkach, która zakazuje stosowania szkodliwych organotyn (*organotins*) w powłokach przeciwporostowych używanych do malowania statków oraz ustanawia mechanizm zapobiegający potencjalnemu stosowaniu w przyszłości innych szkodliwych substancji w systemach przeciwporostowych. W chwili obecnej konwencja ta uznaje jedynie organotyny za substancje szkodliwe.

Powlekanie nadbudówek i wolnej burty

Systemy powłok dla nadbudówki i wolnej burty są wybierane przez klienta. Uszkodzone miejsca są odtłuszczane, przygotowywane i pokrywane określonymi powłokami (zwykle są to powłoki epoksydowe na bazie rozpuszczalników, poliuretany i akryle), najczęściej nakładane metodą

²³ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 528/2012 z dnia 22 maja 2012 r. w sprawie udostępniania na rynku i stosowania produktów biobójczych.

natrysku *airless*. W ładowniach i zbiornikach balastowych stosuje się z reguły jedno- i wielowarstwowe powłoki epoksydowe (dwuskładnikowe).

4.2.4. Naprawa powłok oraz konserwacja jachtów

Jachty to jednostki rekreacyjne o długości do 180 m, choć ostatnio pojawiają się także jednostki o długości 190 - 200 m. Jachty są już częściowo powlekane przed montażem. W zależności od życzeń klientów, stosowany jest różny system powlekania, dlatego poniżej opisano tylko jedną z możliwości.

Duże jachty są wykonywane ze stali okrętowej i aluminium, ale większość jachtów (mniejszych jednostek) jest wykonywana z FRP (tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem). Części całego jachtu lub tylko nadbudówka mogą być wykonane z aluminium lub materiałów kompozytowych. Pomiędzy nakładaniem warstw powłoki odbywa się szlifowanie. W zależności od materiału, obróbka wstępna i nakładanie podkładu różnią się. Coraz częściej do powlekania jachtów stosuje się materiały wodorozcieńczalne, a także inne, nowe sposoby nakładania powłok, takie jak np. foliowanie (nakładanie folii).

Chociaż natryskiwanie metodą *airless* jest szeroko stosowane i akceptowane, wałki i pędzle są nadal używane, w zależności od rodzaju stosowanej powłoki oraz jej wymaganej jakości.

Obróbka wstępna i nakładanie podkładu na stal okrętową

W pierwszej kolejności kadłub i nadbudówka poddawane są obróbce strumieniowo-ściernej (np. piaskowanie lub tzw. skalowanie strumieniem wody pod bardzo wysokim ciśnieniem), a następnie nakładany jest podkład wypełniający na bazie fosforanu cynku lub bezchromowy oraz bezcynkowy podkład gruntujący, aby uzyskać właściwy profil i gładkie wykończenie (np. pokrycie chropowatości spawalniczych). Oba materiały są żywicami epoksydowymi na bazie rozpuszczalnika. Grubość warstwy waha się od 40 do 60 μm .

Obróbka wstępna i nakładanie podkładu na aluminium

W celu odtłuszczenia i usunięcia warstw utlenionych, powierzchnie aluminiowe poddawane są działaniu środków czyszczących. Następnie nakładany jest dwuskładnikowy podkład epoksydowy lub jednoskładnikowy podkład PCV. Podobnie jak w przypadku powlekania statków, na warstwę podkładową natryskiwana jest powłoka antykorozyjna. Ten materiał epoksydowy na bazie rozpuszczalnika nakładany jest techniką *airless* w dwóch do czterech warstwach o grubości ok. 120 μm każda. Powłoka przeciwporostowa jest zwykle nakładana bezpośrednio na powłokę epoksydową. Jeśli stosuje się powłokę odcinającą, jest to jednoskładnikowa powłoka winylowa na bazie rozpuszczalnika, która nakładana jest metodą natrysku *airless*. Grubość warstwy wynosi około 40 μm .

Następnie nakładane są dwie warstwy materiału przeciwporostowego na bazie rozpuszczalnika za pomocą natrysku *airless* lub wałka. Grubość każdej warstwy powłoki przeciwporostowej wynosi około 100 μm . Zazwyczaj stosuje się samopolerujące powłoki przeciwporostowe na bazie miedzi. Mogą one jednak zawierać również inne biocydy.

Powlekanie nadbudówki

Podobnie jak kadłub, nadbudówka wykonana jest ze stali okrętowej lub aluminium i również jest pokrywana dwiema warstwami materiału antykorozyjnego na bazie rozpuszczalnika (jedno- lub dwuskładnikowa powłoka epoksydowa lub poliuretanowa). Nakłada się ją techniką natrysku *airless*. Grubość nakładanej warstwy wynosi ok. 120 μm .

Po wyschnięciu powłoki antykorozyjnej na aluminium i stal stoczniową nadbudówki nakłada się materiały wypełniające celem uzyskania właściwego profilu i gładkiego wykończenia (np. zakrycia chropowatości spawalniczych). Materiały nakładane są za pomocą kielni, długich desek

i szpachli lub pac. Mogą one być bezrozpuszczalnikowe lub zawierać ok. 80 g/l alkoholu benzyłowego. Pomiędzy tymi procesami odbywa się szlifowanie.

Po wypełnieniu, za pomocą techniki natrysku *airless*, nakładany jest dwuskładnikowy wypełniacz poliuretanowy lub epoksydowy na bazie rozpuszczalnika. Grubość nakładanej warstwy mieści się w przedziale 50-100 μm . Na wypełniacz nakładany jest grunt/podkład.

Jacht jest zabierany na próby morskie po wyschnięciu odpowiedniej warstwy, może to być warstwa podkładowa, ale nie musi. Po próbach jacht jest czyszczony słodką wodą i szlifowany, a następnie nakładana jest ostateczna powłoka nawierzchniowa.

Powłoka nawierzchniowa nakładana jest metodą natryskową „mokro na mokro”, przy czym nakładane są dwie lub trzy warstwy. Stosowane materiały to najczęściej dwuskładnikowe, poliuretanowe lakiery kombinowane na bazie rozpuszczalnika. Grubość całej powłoki wynosi około 100 μm .

W kilku państwach członkowskich, w których jachty są naprawiane lub konserwowane, usuwanie środków przeciwporostowych z jachtów przeprowadza się przy użyciu technik zbierania i przetwarzania usuniętych środków przeciwporostowych celem zapobieżenia zanieczyszczeniu wody.

4.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii statków oraz jachtów

[155. TWG 2016] [202. SEA SMRC 2017]

Dane z trzech instalacji (jednej z Finlandii, jednej z Portugalii i jednej z Wielkiej Brytanii) zostały przekazane celem zebrania informacji.

4.3.1. Bilanse masy

[155. TWG 2016]

Przedstawione dane dla dwóch instalacji pokazują, że średnie zużycie materiału powlekającego na m² powlekanej powierzchni waha się od 0.4 do 2 kg.

Dane dla jednej instalacji (zakład #076) dotyczące zawartości rozpuszczalników wykazują znaczne wahania ze względu na specyfikacje jakościowe kontraktu: 18 wt-% (2013), 27 wt-% (2014) i 40 wt-% (2015).

4.3.2. Zużycie

4.3.2.1. Materiały

[78. TWG 2005]

Do powlekania statków stosuje się zazwyczaj powłoki na bazie rozpuszczalników. W zależności od zastosowanego materiału zawartość rozpuszczalnika mieści się w zakresie 20-40 wt-%. Ze względu na warunki obróbki (wilgotność, temperatura, ciąg powietrza itp.) i stan powierzchni, powłoki na bazie wody mają ograniczony zakres zastosowania (tylko częściowo są stosowane do obszarów wewnętrznych i części prefabrykowanych). Zużycie materiałów będzie zależało od wielkości statku, specyfikacji, które należy spełnić itp.

Zużycie materiałów w stocznich remontowych dla statków średniej wielkości (> 15 000 GT) wynosi około 15 ton na powlekany statek handlowy (na podstawie danych z Portugalii, Grecji, Malty i Włoch). Odpowiadające temu zużycie LZO wynosi około 6 ton. Duża stocznia remontowa może remontować od 60 do 150 statków o średniej wielkości 40 000 GT (lub powyżej) rocznie.

W nowo budowanych na stocznich statkach zużycie materiału do kompletnego powleczenia jednej jednostki o pojemności 40 000 GT wynosi około 68 ton. HDW Kiel w Niemczech (*Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH*) zużywa do 59 t/rok rozpuszczalnika dla maksymalnie pięciu statków rocznie. Blohm + Voss GmbH w Hamburgu zużywa około 60 t/rok rozpuszczalników organicznych.

4.3.2.2. Woda

[155. TWG 2016]

W stocznich remontowych i konserwacyjnych zużycie wody słodkiej do czyszczenia pod wysokim ciśnieniem (od 220 do 340 barów) całego kadłuba waha się od 500 do 2 000 ton dla statków średniej wielkości (>15 000 GT).

Przedstawione dane dotyczące wykorzystania wody wskazują, że jednostkowe zużycie wody waha się od 0.1 do 1.1 m³/m² powlekanej powierzchni.

Zgłaszane techniki redukcji zużycia wody to:

- kontrola zużycia wody poprzez zastosowanie mycia wodą pod (ultra-)wysokim ciśnieniem (U)HP przed nałożeniem powłoki;
- skimmer olejowy do uzdatniania ścieków z czyszczenia, co może ułatwić ich ponowne wykorzystanie.

4.3.2.3. Energia

[\[155. TWG 2016\]](#)

Przedstawione dane dotyczące zużycia energii wskazują na zakres jednostkowego zużycia energii, który waha się pomiędzy 0.01 a 0.67 MWh/m² powlekaney powierzchni. Istnieją dwa ważne parametry, które należy wziąć pod uwagę:

- jednostkowe zużycie energii jest bezpośrednio związane ze stopniem wykorzystania zdolności produkcyjnej: im większa przepustowość, tym niższa wartość jednostkowego zużycia energii; oraz
- niepewność co do tego, czy zgłoszone dane dotyczące zużycia energii odnoszą się wyłącznie do działalności STS, czy też obejmują inne, niepowiązane rodzaje działalności (definicja granic energetycznych działalności STS, zob. sekcja 17.5.2).

4.3.3. Emisje

[\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[202. SEA SMRC 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

4.3.3.1. Emisje do powietrza

Procesy technologiczne w stoczniach są zazwyczaj prowadzone na otwartym powietrzu, na suchych dokach, w otwartych warsztatach lub na nabrzeżu. Dlatego też wszystkie emisje powstające podczas szlifowania i piaskowania (pył) lub malowania (mgła lakiernicza oraz LZO) są emitowane jako emisje niezorganizowane.

Emisje materiałów niebezpiecznych dla środowiska z procesów powlekania przy budowie nowych statków można skutecznie ograniczyć poprzez wykorzystanie zamkniętych warsztatów do operacji powlekania i obróbki strumieniowo-ściernej. Mogą one być również wykorzystywane do budowy bloków - sekcji nowego lub znacznie zmodernizowanego statku, które są prefabrykowane, a następnie przenoszone na miejsce. Warsztaty zamknięte mogą być wyposażone w wyciągi powietrza z filtrami do pyłu i/lub urządzenia do oczyszczania gazów odlotowych z LZO.

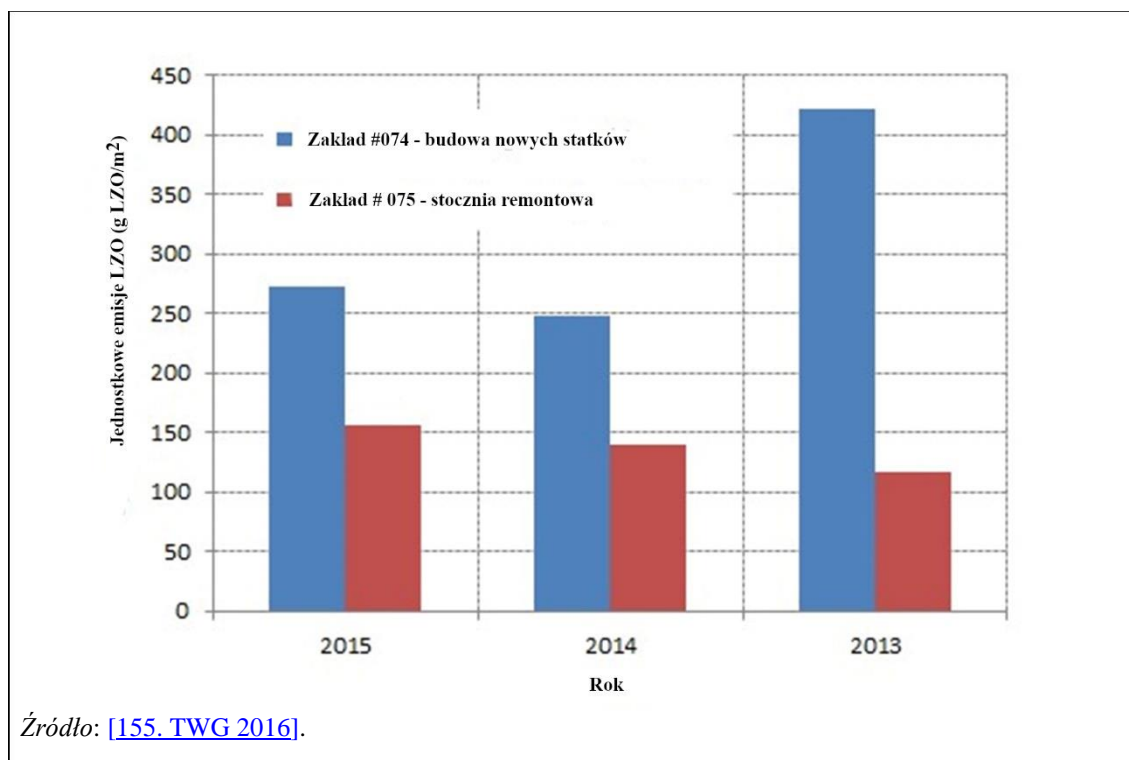
O ile jest to technicznie możliwe, do pierwszych oraz nowych powłok na statkach stosuje się systemy farb i lakierów o średniej zawartości rozpuszczalnika, od 20 % do 25 %. Generalnie utrzymuje się limit emisji całkowitej wynoszący 100 g rozpuszczalnika na metr kwadratowy powleczonyj powierzchni. Do odnawiania statków stosuje się systemy farb i lakierów, w których zawartość rozpuszczalnika wynosi średnio do 40 %. Aktualny stan technik stosowanych do redukcji emisji LZO powinien być regularnie sprawdzany, adoptowany oraz przedstawiany właściwemu organowi [Komentarz DE #272 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

W stoczniach remontowych dla statków średniej wielkości (> 15 000 GT, średnio 70 000 GT) stosowane powłoki zawierają najczęściej około 30-40 % rozpuszczalników organicznych. Na każdy m² powłoki emitowane jest około 150 g LZO, a farby przeciwporostowe stanowią największą część nakładanej powłoki.

Pełny program powlekania nowego super jachtu ma zużycie LZO dla obszaru podwodnego do 500 g LZO/m² i powyżej linii wodnej do 250 g LZO/m². Budowa nowych jachtów odbywa się

zazwyczaj w zamkniętych obiektach, ale także przy użyciu wałków i pędzli, które charakteryzują się wysoką wydajnością aplikacji bez nadmiernej mgły lakierniczej. W przypadku dużych jachtów (super i mega) z reguły będzie to zgodne ze specyfikacją klienta. Naprawa i konserwacja dużych, tzw. mega jachtów, może być wykonywana nawet w dokach, ale w przypadku większości z nich konserwacja i naprawa odbywa się w obiektach zamkniętych.

Przedstawione dane SMB dla dwóch zakładów pokazują, że emisje całkowite LZO wyrażone w stosunku do wydajności produkcji wahają się pomiędzy 117 g a 422 g LZO/m² (zob. Ilustracja 4.1).



Ilustracja 4-1 Emisja całkowita LZO wyrażona w g LZO na m² powierzchni powlekaniej, dla dwóch zakładów, w latach 2013-2015.

Ponieważ działalność prowadzona jest głównie na otwartym powietrzu, emisje niezorganizowane LZO są równe emisjom całkowitym.

Dane liczbowe dotyczące przepływu rozpuszczalnika w odpadach (parametr O6 bilansu masy rozpuszczalnika) dla dwóch instalacji wykazują zakres od 5 do 60 % wsadu rozpuszczalnika.

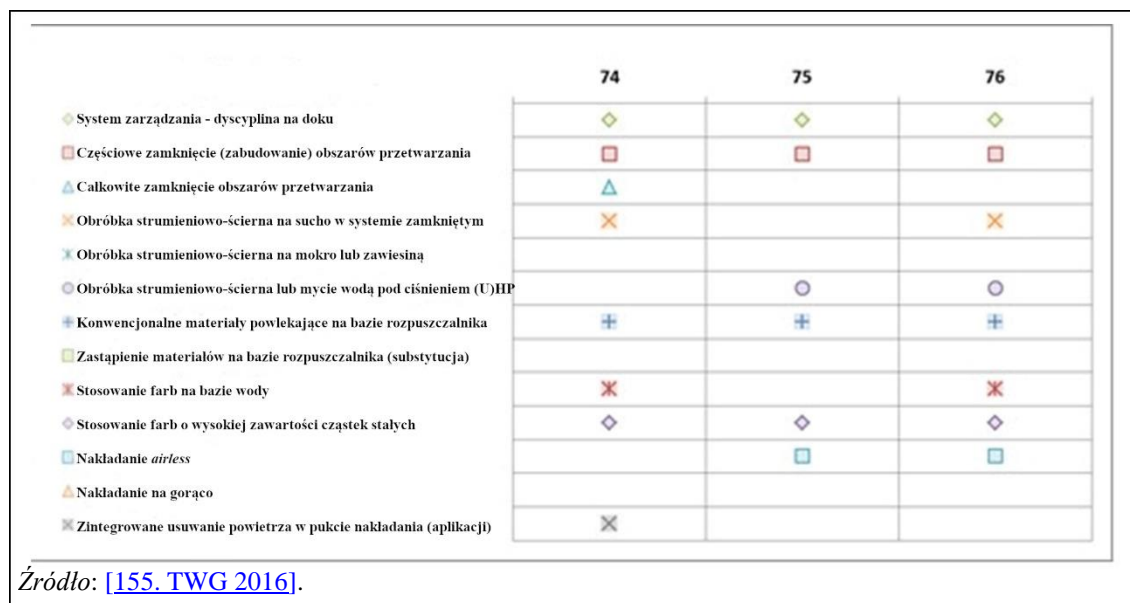
Zgłoszone dane dotyczące emisji całkowitej LZO wyrażonej jako kg LZO na kg wsadu masy stałej przedstawiono w Tabeli 4.1.

Tabela 4-1 Emisje całkowite lotnych związków organicznych wyrażone w kg LZO na kg wsadu masy stałej w latach 2013-2015.

Zakład	Rodzaj aktywności	Rok ostatniej konfiguracji	Emisja całkowita LZO (kg LZO na kg wsadu masy stałej)		
			2015	2014	2013
074	Budowa nowych statków i jachtów	2011	NI	NI	NI
075	Prace konserwacyjne/naprawcze	2001	NI	NI	NI
076	Prace konserwacyjne/naprawcze	1985	0.37	0.36	0.35
*	Prace konserwacyjne/naprawcze	NI	0.41	0.45	0.39

* Dodatkowe zanonimizowane dane przekazane przez przemysł (maj 2018 r.).NB:
NI – Nie dostarczono danych/dane niedostępne.
Źródło: [155, TWG 2016]

Techniki zastosowane, celem zminimalizowania emisji całkowitej, w zakładach z tabeli powyżej przedstawiono na Ilustracji 4.2.



Ilustracja 4-2 Zgłoszone stosowane techniki minimalizacji emisji LZO.

4.3.3.2. Emisje do wody

Podczas prac konserwacyjnych powstają odpady materiałów ściernych, resztki powłok, zużyte pojemniki i tzw. mgła lakiernicza. Mogą również występować inne pozostałości po konserwacji, takie jak pozostałości oleju (zawierające węglowodory), błoto, złomowane materiały itp. Po zakończeniu prac konserwacyjnych wszystkie odpady są zbierane, a dok jest czyszczony, aby zapobiec emisjom do wody zalewającej dok. Zebrane ścieki mogą być uzdatniane za pomocą kilku technik opisanych w sekcji 4.4.9. Uzdatniona woda jest usuwana lub ponownie wykorzystywana.

Tam, gdzie stosuje się obróbkę strumieniowo-ścierną z użyciem wody lub zawiesiny, celem uniknięcia emisji pyłu woda technologiczna jest zwykle uzdatniana (oczyszczana) w zintegrowanych urządzeniach lub w oczyszczalni ścieków. Woda ta jest zwykle ponownie wykorzystywana.

W badaniu Komisji Europejskiej²⁴ określono główne parametry i inne substancje będące przedmiotem zainteresowania, które mogą być uwalniane w ściekach i które w związku z tym należy uwzględnić przy gromadzeniu danych. Poza wymienionymi w Tabeli 4.2 poniżej, za istotne uznano związki cynoorganiczne i biocydy, ale nie zebrano żadnych danych. Otrzymano tylko dwa zestawy danych ze stoczni: jednej wyposażonej w oczyszczalnię ścieków i jednej stosującej filtrację zgrubną.

²⁴ Dokument roboczy Komisji Europejskiej - EIPPCB 09/06/2016: Ocena danych przedłożonych przez Techniczną Grupę Roboczą (TWG) dotyczących metali i innych emisji do wody w celu ich uznania za Kluczowe Zagadnienia Środowiskowe dla instalacji prowadzących działalność w ramach IED Załącznik I 6.7.

Tabela 4-2 Dane dotyczące ścieków stoczniowych.

Sposób oczyszczania ścieków	Zakład #075					Zakład #076				
	Koagulacja, flokulacja i sedymentacja (osadzanie). Oczyszczanie łączne dla wszystkich rodzajów działalności stoczni (nie tylko dla działalności STS)					Filtrowanie zgrubne <i>in situ</i> na dnie doku za pomocą bel siana i juty, zrzut bezpośredni				
Parametr	średnie	Maksymalne	Minimalne	Częstotliwość monitorowania	Rodzaj próbkowania	średnie	Maksymalne	Minimalne	Częstotliwość monitorowania	Rodzaj próbkowania
	(mg/l)					(mg/l)				
TSS	8.2	21	4.5	miesięczna	Próbka złożona proporcjonalna do czasu	15.5	34.9	1.6	miesięczna	Próbka chwilowa
ChZT	39.8	86	10	tygodniowa	Próbka złożona proporcjonalna do czasu	NI	NI	NI	NI	NI
Zn	0.08	0.14	0.05	miesięczna	Próbka złożona proporcjonalna do czasu	NI	NI	NI	NI	NI
Ni	NI	NI	NI	NI	NI	0.01	0.06	< 0.01	miesięczna	Próbka chwilowa
Cd	0.016	0.05	0.002	miesięczna	Próbka złożona proporcjonalna do czasu	< 0.01	< 0.01	< 0.01	miesięczna	Próbka chwilowa
Pb	NI	NI	NI	NI	NI	0.01	0.09	< 0.01	miesięczna	Próbka chwilowa
Cu	0.11	0.25	0.03	miesięczna	Próbka złożona proporcjonalna do czasu	0.12	1.98	< 0.01	miesięczna	Próbka chwilowa
Cr	NI	NI	NI	NI	NI	0.01	0.08	< 0.01	miesięczna	Próbka chwilowa
Sn	0.019	0.04	0.01	miesięczna	Próbka złożona proporcjonalna do czasu	NI	NI	NI	NI	NI

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.

Źródło: [155. TWG 2016]

4.3.3.3. Wytwarzanie odpadów

[155. TWG 2016] [202. SEA SMRC 2017]

Odpady z konserwacji statków obejmują:

- organiczne rozpuszczalniki czyszczące;
- osady/pozostałości z powlekania; podaje się, że odpady z powlekania stanowią od 2.5 do 8.5 % całkowitego zużycia materiałów powlekających, przy średniej zawartości w nich rozpuszczalnika wynoszącej około 30-40 %;
- zanieczyszczone pojemniki na materiały powlekające, pędzle oraz wałki;
- zużyte/zanieczyszczone materiały do obróbki strumieniowo-ścierniej (np. zużyty śrut z piaskowania);
- filtry;
- pozostałości zaolejone (zawierające węglowodory);
- muł;
- materiały złomowane.

Jeden zakład zgłosił stosowanie do materiałów powlekających pojemników wielokrotnego użytku.

Podczas powlekania statków, zwłaszcza w trakcie konserwacji, powstają duże ilości odpadów ściernych. Podobnie jak wszystkie inne odpady, odpady materiałów ściernych są usuwane w licencjonowanych instalacjach.

4.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania statków i jachtów

[155. TWG 2016] [202. SEA SMRC 2017]

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do powlekania statków i jachtów. W Tabeli 4.3 przedstawiono ogólne techniki mające zastosowanie do powlekania statków i jachtów, które opisano w rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w tabeli 17.1.

Tabela 4-3 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

4.4.1. Systemy zarządzania - dyscyplina na doku.

Opis

Jako część EMS (zob. sekcja 17.1) jest to zestaw procedur, funkcji i definicji zadań oraz metod pracy, służących zapobieganiu lub ograniczaniu emisji, takich jak emisje pyłów do powietrza, emisje do wody oraz ilość wytwarzanych odpadów.

Szczegóły techniczne

Jest to specyficzny system zarządzania określający różne podmioty odpowiedzialne za wykonywanie prac prowadzonych na suchym doku i pochylni, w tym za przygotowanie do dokowania, przestawianie (*shifting*) i wydokowanie statków. Obejmuje on również czynności związane z konserwacją, naprawą lub budową prowadzone na suchych dokach i pochylniach, takie jak obróbka powierzchni (czyszczenie, usuwanie starych powłok i powłok przeciwporostowych itp.) Kontroluje też zbieranie odpadów podczas operacji i przed zalaniem doku oraz przekazywanie odpadów licencjonowanym odbiorcom celem ich dalszego właściwego zagospodarowania i/lub usunięcia.

Dyscyplina na doku obejmuje również inne kwestie, które pomagają w ograniczaniu zanieczyszczeń, takie jak czas i miejsce wykonywania czynności potencjalnie powodujących zanieczyszczenia. Na przykład opisano, w jakich warunkach wiatrowych można wykonywać piaskowanie i malowanie natryskowe na otwartym powietrzu, wymagając, aby czynności te były wykonywane na dnie doku lub pochylni oraz aby stosowano przenośny sprzęt zabezpieczający (siatki, kurtyny wodne itp.).

Może też zawierać część lub wszystkie wymagania EMS (zob. sekcja 17.1).

Korzyści dla środowiska

Minimalizacja wpływu instalacji na środowisko.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Patrz szczegóły techniczne powyżej.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Spełnienie przepisów prawnych dotyczących zdrowia i bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska w zakresie zanieczyszczenia powietrza, zanieczyszczenia wody oraz gospodarki odpadami, w szczególności w zakresie, w jakim przepisy te mają zastosowanie do portów, przystani, wód zamkniętych itp.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w branży.

Literatura źródłowa

[\[78. TWG 2005\]](#) [\[121. Portugal 2006\]](#) [\[153. Bert de Vries VNSI 2011\]](#)

4.4.2. Techniki ograniczania emisji pyłu

4.4.2.1. Częściowe zamknięcie (częściowa hermetyzacja) obszarów obróbki

Opis

Siatki o małych oczkach i/lub kurtyny wodne stosowane są wokół miejsc, w których przeprowadza się piaskowanie i/lub powlekanie *airless*, aby zapobiec emisji pyłu. Mogą to być elementy stałe lub tymczasowe.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji cząstek unoszących się w wyniku piaskowania i powlekania natryskowego, poprzez zmniejszenie siły wiatru lub ich wychwytywanie.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Istnieją doniesienia o praktycznych trudnościach w stosowaniu siatek, a im większy statek w porównaniu z suchym dokiem, tym trudniej jest je stosować. Nie mogą być one stosowane w stocznicach remontowych dla średniej wielkości statków (> 15 000 GT) postawionych na dużych suchych dokach. Poniżej podano typowe przykłady napotkanych problemów:

- różnice w wielkości i rodzaju statków, statki mogą wystawać poza obrys doku itp.;
- zakłócenia w pracy dźwigów i innych urządzeń; oraz
- problemy z dostępem w przypadku innych czynności konserwacyjnych.

Tam, gdzie są stosowane, sieci są zwykle umieszczane na jednym lub obu końcach doku, wokół mniejszych doków lub między statkiem a dokiem.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na pompowanie wody do zraszaczy lub kurtyn oraz, ewentualnie, oczyszczanie ścieków.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania techniki może być ograniczona kształtem i wielkością obszaru, który ma zostać zamknięty. Zob. wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne powyżej. Kurtyny wodne mogą nie mieć zastosowania w zimnych strefach klimatycznych.

Sila napędowa wdrażania

Niski koszt w porównaniu z pełnym zamknięciem (hermetyzacją).

Przykładowe zakłady

Zakłady #076, #075 oraz #074 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[122. CEPE 2006\]](#) [\[151. CESA 2011\]](#)
[\[154. Nordycka Rada Ministrów \(Rada Nordycka\) 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

4.4.2.2. Całkowite zamknięcie (hermetyzacja) obszarów obróbki

Opis

Obróbka strumieniowo-ścierna (piaskowanie, śrutowanie) i/lub powlekanie *airless* przeprowadzane są w halach, zamkniętych warsztatach, miejscach osłoniętych tkaninami lub miejscach całkowicie osłoniętych siatkami celem zapobieżenia emisji pyłu. Powietrze z obszarów obróbki jest odprowadzane i może być przesyłane do przetwarzania gazów odlotowych.

Szczegóły techniczne

Obszary zamknięte są wykorzystywane do kontroli lokalnego środowiska pracy, umożliwiając kontrolę temperatury i wilgotności podczas pracy i przygotowania powierzchni, ochronę przed deszczem itp. Obszary zamknięte są zazwyczaj wyposażone w wyciąg powietrza ze względu na ochronę zdrowia pracowników, który może być stosowany w połączeniu z oczyszczaniem gazów odlotowych celem kontroli emisji materiałów szkodliwych dla środowiska. Stosowany sprzęt może mieć również funkcję ograniczania zapylenia i/lub oczyszczania gazów odlotowych z LZO.

Niektóre obszary, takie jak pochylnie, bloki okrętowe i małe doki, można tymczasowo lub półstałe obudować lub „namiotować” (np. przenośne konstrukcje lub namioty utrzymywane na miejscu przez dłuższy czas). Pomaga to w kontroli pyłu pochodzącego z piaskowania i mgły lakierniczej, jednak jeśli obszar nie jest wystarczająco zamknięty, dodanie oczyszczania gazów odlotowych celem redukcji pyłu i LZO prawdopodobnie będzie wymagało przetwarzania dużych ilości powietrza przy wysokim zużyciu energii. Jeśli osłona ma elastyczną konstrukcję lub nie jest wystarczająco zamknięta, zastosowanie wyciągu powietrza celem jego oczyszczenia z LZO może być niemożliwe.

Namioty mogą być również stosowane pomiędzy statkiem a ścianą doku, aby zapobiec przenoszeniu się pyłu oraz mgły lakierniczej i utrzymać deszcz z dala od przygotowanych i świeżo powleczonych powierzchni.

Korzyści dla środowiska

Zatrzymywanie cząstek z piaskowania i natryskiwania. Możliwe staje się usuwanie pyłu i/lub LZO z odprowadzanych strumieni powietrza poprzez oczyszczanie gazów odlotowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta zapewnia lepszą kontrolę jakości procesów i środowiska pracy. Może także zwiększyć dostępny czas pracy w ciągu dnia i/lub roku (większa niezależność od pogody).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Energia zużyta na odprowadzanie powietrza.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania techniki może być ograniczona kształtem i wielkością przestrzeni, która ma zostać zamknięta.

Zamknięte hale są coraz częściej wykorzystywane do produkcji i budowy statków.

Stałe warsztaty mogą być wykorzystywane do przygotowywania blach stalowych, sekcji i segmentów bloków w nowych konstrukcjach. W niektórych przypadkach całe doki mogą być zamknięte. Doki używane do naprawy i konserwacji statków z reguły nie są zamknięte (przynajmniej nie te używane do obsługi niektórych mega jachtów).

W przypadku jachtów, obszary przygotowania i powlekania są zazwyczaj zamknięte, w sposób stały lub półstały, zarówno w przypadku budowy nowych jednostek, jak i napraw czy konserwacji, ze względu na wymagania normy ISO 19494.

Ekonomia

Technika ta pociąga za sobą koszty kapitałowe budowy warsztatów oraz koszty kapitałowe i koszty bieżące urządzeń służących do redukcji emisji.

Siła napędowa wdrażania

Lepsza kontrola jakości procesów powlekania oraz kontrola klimatu wewnątrz zamkniętych pomieszczeń (tj. ochrona przed warunkami atmosferycznymi) umożliwiającą pracę przez cały dzień/rok. Przepisy prawne dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zapylenia.

Przykładowe zakłady

Zakład #074 w [\[155. TWG 2016\]](#), HDW Kiel, Germany.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[122. CEPE 2006\]](#) [\[154. Nordycka Rada Ministrów \(Rada Nordycka\) 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

4.4.2.3. Ograniczenia związane z niekorzystnymi warunkami pogodowymi

Opis

Tam, gdzie obszary obróbki nie są w pełni ogrodzone, nie przeprowadza się piaskowania i/lub powlekania *airless* jeśli obserwuje się lub prognozuje niekorzystne warunki pogodowe.

Szczegóły techniczne

Techniką stosowaną w stoczniach, w których nie ma możliwości pracy w warunkach pełnego zamknięcia, jest ograniczenie usuwania powłoki i powlekania *airless* w przypadku zaobserwowania lub prognozowania niekorzystnych warunków atmosferycznych. Niekorzystne warunki pogodowe to znaczna prędkość wiatru (warunek zmienny dla każdej stoczni, w zależności od dostępnych urządzeń i ich lokalizacji) oraz niekorzystny dominujący kierunek wiatru (np. w kierunku cieków wodnych, budynków mieszkalnych lub innych wrażliwych celów).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja pyłu.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomia

- Niski koszt, wymagający jedynie prostego sprzętu do monitorowania.
- Stracony czas pracy w niekorzystnych warunkach.

Siła napędowa wdrażania

Niepożądane reakcje u osób narażonych na działanie pyłu i mgły lakierniczej.

Przykładowe zakłady

Generalnie ma zastosowanie tam, gdzie nie ma pełnego zamknięcia.

Literatura źródłowa

[\[151. CESA 2011\]](#)

4.4.3. Przygotowanie powierzchni

W przypadku budowy nowych jednostek oraz nowych materiałów powierzchnia wymaga obróbki wstępnej, aby zapewnić przyczepność. W przypadku napraw i konserwacji usuwane są stare powłoki, w szczególności z powierzchni gdzie przylegają luźno oraz gdzie są zniszczone. Metoda przygotowania jest określona w uzgodnionej specyfikacji, w zależności od systemu powlekania, który ma być zastosowany oraz udzielonej gwarancji.

Niektóre techniki wykorzystują materiał ścierny do usuwania warstw powłoki, a część z nich powoduje powstawanie dużych ilości pyłu. Zużyty materiał ścierny może być odzyskany i ponownie wykorzystany lub usunięty jako odpad, w zależności od zastosowanej techniki. W przypadku wszystkich technik dobrą praktyką jest usuwanie pozostałości z suchych doków przed ich zalaniem (zob. dyscyplina na doku, sekcja 4.4.1).

4.4.3.1. Obróbka strumieniowo-ścierna na sucho w systemie zamkniętym

Opis

Obróbka strumieniowo-ścierna na sucho (piaskowanie) przy użyciu śrutu stalowego lub śrutu jest przeprowadzana w zamkniętych systemach piaskowania wyposażonych w głowicę ssącą i odśrodkowe turbiny wyrzutowe.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują niską emisję pyłu. Materiał do piaskowania może być odzyskany do ponownego użycia, dzięki czemu jest mniej odpadów. Usunięte środki przeciwpowietrzne oraz powłoki są odzyskiwane wraz z materiałem do piaskowania i oddzielane celem utylizacji.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Mechaniczne urządzenia do piaskowania są obsługiwane ręcznie lub mocowane do ramion nośników narzędzi i przesuwane wzdłuż obrabianego obszaru za pomocą zdalnego sterowania.

Typowym systemem przygotowania dla nowej jednostki może być piaskowanie stali stosowane w obiegu zamkniętym pod ciśnieniem około 5 barów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie używana. Może być stosowana do usuwania rdzy i starych warstw powłoki z pokładów i burt zewnętrznych, w tym kadłuba. Stosuje się ją również do wstępnego przygotowania powierzchni blach stalowych przed produkcją.

Siła napędowa wdrażania

- Kontrola emisji pyłów.
- Bezpieczeństwo i higiena pracy.
- Zmniejszone koszty obsługi odpadów.

Przykładowe zakłady

Zakłady #076, #074 w [\[155. TWG 2016\]](#). Technika szeroko stosowana w stoczniach i innych sektorach.

Literatura źródłowa

[\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[122. CEPE 2006\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

4.4.3.2. Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro

Opis

Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro (skalowanie) przeprowadzana jest przy użyciu wody zawierającej drobny materiał ścierny, taki jak drobny żużel (np. miedziowy) lub krzemionka.

Korzyści dla środowiska

Technika ta pozwala na uniknięcie emisji pyłu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W przypadku technik skalowania, ścieki mogą być zbierane na doku, pompowane do zbiorników i przetwarzane przed wypuszczeniem. Aby usunąć mokry materiał ścierny z powierzchni, konieczne jest dodatkowe splukanie jej świeżą wodą.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie ścieków, zwiększona ilość odpadów materiału ściernego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika może nie nadawać się do stosowania w zimnych warunkach klimatycznych i/lub w zamkniętych pomieszczeniach (zbiorniki ładunkowe, balastowe lub denne) ze względu na tworzenie się silnej mgły.

Ekonomika

Jedna ze stoczni stwierdziła, że obróbka strumieniowo-ścierna z wtryskiwaniem wody daje najlepsze rezultaty w odniesieniu do powierzchni, ale w szczególności do kosztów [\[154. Nordycka Rada Ministrów 2016\]](#).

Przykładowe zakłady

Zakład #076 w [\[155. TWG 2016\]](#) poinformował, że technika ta jest dozwolona w jego pozwoleniu, jeśli zapobiega się emisjom niezorganizowanym i że jest ona sporadycznie stosowana.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [122. CEPE 2006] [154. Nordycka Rada Ministrów 2016] [155. TWG 2016]

4.4.3.3. Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro lub mycie wodą pod (ultra-) wysokim ciśnieniem ((U)HP)

Opis

Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP jest bezpyłową metodą obróbki powierzchni przy użyciu wody pod bardzo wysokim ciśnieniem. Dostępne są również opcje z lub bez materiału ściernego.

Szczegóły techniczne

Istnieje kilka technik podzielonych na kategorie w zależności od stosowanego ciśnienia wody: czyszczenie wodą pod niskim ciśnieniem (< 340 bar), czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem (340-700 bar), wysokociśnieniowy strumień wody (> 700 bar), ultrawysokociśnieniowy strumień wody (> 2 000 bar). Poprzez zmianę ciśnienia wody można usuwać pojedyncze warstwy powłoki lub cały system powłok. Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP jest bezpyłową metodą obróbki powierzchni przy użyciu wody pod bardzo wysokim ciśnieniem i bez materiału ściernego. Istnieją również metody, które łączą użycie wody i materiału ściernego.

Jedną z zalet obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP jest to, że woda wnika głęboko w pory metalu, umożliwiając efektywne usuwanie chlorków, znacznie skuteczniejsze niż w przypadku piaskowania. Również słabo przylegająca powłoka jest skutecznie usuwana przez (U)HP, ponieważ woda przenika przez i pod powłokę, rozrywając wiązania i odrywając ją.

Korzyści dla środowiska

Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP ma kilka zalet środowiskowych. W większości przypadków nie są stosowane żadne materiały ścierne, a pył powstały z resztek farby jest wiązany w wodzie, co minimalizuje jego emisję oraz wytwarzanie odpadów. Jedynie odpady farby muszą być zbierane i bezpiecznie utylizowane. Ilość odpadów do utylizacji jest utrzymywana na niskim poziomie.

Generalnie, hałas jest porównywalny z tradycyjnymi metodami piaskowania, chociaż w zaawansowanych modelach jest on skutecznie redukowany przez podciśnienie lub zastosowanie skrzynki wokół głowicy bagnetu.



Źródło: [154. Nordycka Rada Ministrów 2016].

Ilustracja 4-3 Obudowa wokół głowicy bagnetu w niektórych bardziej zaawansowanych modelach robotów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP jest ogólnie uważana za szybszą metodę w porównaniu do tradycyjnego piaskowania. Wydajność obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP może wynosić od 20-30 m²/h do 350 m²/h w zależności od modelu. Szacunki są bardzo różne i zależą od różnych czynników specyficznych dla danej lokalizacji, dlatego mogą być uważane jedynie za orientacyjne.

W zaawansowanych modelach (U)HP praca wykonywana jest zdalnie. Dysza jest przymocowana do powierzchni roboczej za pomocą podciśnienia, które jednocześnie odsysa usunięty materiał odpadowy i ścieki. Ścieki są oczyszczane przed odprowadzeniem lub mogą być filtrowane i ponownie wykorzystane, a szlam może być gromadzony w workach.

Dysza może być ponadto zamknięta w obudowie, co dodatkowo redukuje hałas. Zastosowanie robota minimalizuje również ryzyko dla zdrowia i bezpieczeństwa związane z obróbką strumieniowo-ścierną. Jest to ważna kwestia, ponieważ warunki mogą być ekstremalne zarówno na zewnątrz jak i w zamkniętych przestrzeniach, takich zbiorniki np. balastowe. Pracownicy stoczni są wystawieni na zwiększone ryzyko narażenia na toksyczne pyły, wysoki poziom hałasu oraz szereg innych zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa. Ponadto, jeśli obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP jest wykonywana ręcznie, konieczna jest specjalna odzież ochronna ze względu na bardzo wysokie ciśnienie.

Emisje są w dużym stopniu uzależnione od konkretnego przypadku.

Jednostkowe zużycie wody jest niewielkie, zazwyczaj poniżej 0.06 m³/m² obrabianej powierzchni. W przypadku zastosowania robota, ścieki mogą być również zbierane bezpośrednio w zbiornikach. W niektórych modelach woda może być zbierana, filtrowana i ponownie wykorzystywana, co oznacza również łatwe oddzielenie odpadów w celu ich kontrolowanej utylizacji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Odpady farb, które mogą zawierać usunięte farby przeciwporostowe lub pigmenty ołowiowe bądź chromowe ze starszych powłok, wymagają zbiórki i utylizacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP może nie nadawać się do stosowania w zimnych warunkach klimatycznych lub ze względu na specyfikę powierzchni (np. nowe powierzchnie, obróbka strumieniowo-ścierna punktowa).

Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP oraz inne metody obróbki na mokro zastępują tradycyjne techniki obróbki strumieniowo-ścierniej na sucho (piaskowania), ponieważ narzędzia techniczne do obróbki (U)HP stają się coraz bardziej ekonomiczne i dostosowane do wielu potrzebnych zastosowań (np. obszary wewnątrz statków, obróbka strumieniowo-ścierna punktowa, usuwanie istniejących powłok lakierniczych na krawędziach).

Efektywność obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP różni się w poszczególnych przypadkach, jak to wykazano w kompleksowym badaniu przeprowadzonym przez fińską stocznię celem porównania metod (U)HP i tradycyjnych, które zakończyło się zastosowaniem obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP (zob. (Peled 2013) w [\[154. Nordycka Rada Ministrów 2016\]](#)).

Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP nie jest odpowiednia dla wszystkich usług oraz warunków. Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP na mokro nie ma zastosowania w zimnych warunkach klimatycznych, poniżej -5 °C. Ponadto, obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP nie tworzy tak chropowatej powierzchni jak piaskowanie, co jest konieczne dla odpowiedniej przyczepności niektórych systemów powłok. Dlatego też technologia ta nie ma zastosowania w przypadku nowych powierzchni. Możliwość zastosowania obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP wraz z konkretną powłoką musi być zweryfikowana z dostawcą farby i zazwyczaj musi być również zatwierdzona przez klienta.

Obecne dysze sprzętu do obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP nie są wystarczająco małe, aby umożliwić prawidłowe wykonanie „punktowej obróbki strumieniowo-ścierniej” i aby można je było przenosić za pomocą urządzeń ręcznych [komentarz PT #32 w [\[212. TWG 2018\]](#)]. Z kolei dostępne obecnie na rynku wersje zrobotyzowane nie są na tyle uniwersalne, aby mogły znaleźć zastosowanie w przypadku niekiedy małych statków oraz ograniczonych powierzchni, które mają być poddane tej obróbce [\[154. Nordycka Rada Ministrów 2016\]](#).

Ekonomika

Wadą obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP są wyższe koszty inwestycji i obsługi w porównaniu z metodami tradycyjnymi (koszty inwestycji i koszty obsługi są dwukrotnie lub nawet więcej razy wyższe niż w przypadku metod tradycyjnych). Jednak na koszty całkowite, czas pracy, koszty zarządzania odpadami, itp. wpływa wiele czynników zależnych od konkretnego przypadku. W szczególności, koszty zarządzania odpadami mogą być znacznie wyższe w przypadku obróbki strumieniowo-ścierniej na sucho (piaskowania) niż w przypadku obróbki strumieniowo-ścierniej (U)HP. Ilość odpadów do usunięcia w U(HP) jest bardzo niska w porównaniu z technikami konwencjonalnymi. Zużycie środków do piaskowania oraz wytwarzanie odpadów przy innych technikach obróbki strumieniowo-ścierniej jest wyższe niż w przypadku (U)HP. Koszty zarządzania odpadami mogą wahać się od dziesiątek do setek euro za tonę w zależności od tego, czy odpady mogą być odzyskane jako materiał, czy też muszą być usunięte jako odpady niebezpieczne [\[154. Nordycka Rada Ministrów 2016\]](#). W przypadku stosowania wody jako środka do obróbki strumieniowo-ścierniej należy rozważyć inne koszty: pierwotne przetwarzanie wody, która ma być używana do obróbki strumieniowo-ścierniej (wymagania dotyczące przewodności oraz zawartości chlorków), hermetyzacja i oczyszczanie ścieków w celu ponownego ich wykorzystania, koszty związane z dostawą świeżej wody i przetwarzaniem ścieków [komentarz SEA SMRC #61 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Sila napędowa wdrażania

Przepisy prawne kontrolujące emisję pyłu do środowiska oraz bezpieczeństwo i higiena pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. Zakłady #075 i #076 (opcja preferowana) w [\[155. TWG 2016\]](#). Den-Jet, Dania i Hammelmann / Hammeli Oy, Finlandia.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[122. CEPE 2006\]](#) [\[154. Nordycka Rada Ministrów 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

4.4.3.4. Usuwanie powłok za pomocą ogrzewania indukcyjnego

Opis

Głowica indukcyjna jest przesuwana nad powierzchnią, powodując miejscowe szybkie nagrzewanie stali i usunięcie starych powłok.

Szczegóły techniczne

Głowica indukcyjna jest przesuwana nad powierzchnią stali, przenosząc na nią prąd elektryczny o wysokiej częstotliwości i powodując miejscowe, kontrolowane oraz szybkie nagrzewanie stali. Efektem jest szybkie usuwanie powłok o grubości do 20-25 mm. Głowica indukcyjna jest zamontowana na elektrycznie napędzanej półautomatycznej platformie.

Korzyści dla środowiska

- Brak emisji pyłów.
- Niższe emisje hałasu.
- Niższe zużycie energii.
- Zmniejszona ilość odpadów oraz łatwiejsze zarządzanie wytworzonymi odpadami.
- Zmniejszona emisja ścieków, ponieważ odpady są łatwo zbierane bez kontaktu z wodą.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Usuwana powłoka odrywa się pasmami przy minimalnym wytwarzaniu pyłu i hałasu, co zmniejsza emisję zanieczyszczeń do środowiska oraz potrzebę stosowania sprzętu ochronnego, szczególnie w zamkniętych środowiskach, takich jak zbiorniki.

System może pracować na powierzchniach zakrzywionych i pionowych. Działa z wyższą wydajnością usuwania materiału niż obróbka strumieniowo-ścierna, przy niższych kosztach energii. Wymagane są krótsze czasy przestojów i mniej godzin pracy operatora.

Nowe powłoki mogą być często nakładane bezpośrednio na oczyszczoną powierzchnię, bez konieczności dodatkowego przygotowania. Inne prace, takie jak konserwacja i kontrola, mogą być wykonywane w tym samym czasie.

System został opracowany do czyszczenia i ponownego powlekania zbiorników, i jest m.in. stosowany w przypadku tankowców w stocznich remontowych, a także jest całkowicie kompatybilny z czyszczeniem.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

System wymaga minimalnej grubości stali 5 mm, aby zapobiec uszkodzeniu wewnętrznej powłoki z drugiej strony, lub materiałów izolacyjnych.

Może również nie mieć zastosowania w przypadku powierzchni z elementami wrażliwymi na ogrzewanie indukcyjne, takimi jak izolacja na drugiej stronie stali (łatwopalna lub wrażliwa na

ciepło), lub w pobliżu urządzeń wrażliwych na urządzenia elektryczne [komentarz SEA SMRC #64 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Siła napędowa wdrażania

- Szybkość usuwania powłoki.
- Niższe koszty/zużycie energii.
- Niższe koszty zarządzania odpadami.

Przykładowe zakłady

- Usunięcie powłoki antypoślizgowej z pokładu, USS Nimitz.
- Oresund Drydocks, Landskrona, Szwecja - (stocznie remontowe).
- Rafineria Repsol Petronor, Bilbao.

Literatura źródłowa

[\[212. TWG 2018\]](#) [\[203. Gabe i in. 2016\]](#)

4.4.3.5. System podwodnego czyszczenia kadłuba oraz śruby okrętowej

Opis

System czyszczenia podwodnego wykorzystujący ciśnienie wody i obracające się szczotki polipropylenowe.

Szczegóły techniczne

Czyszczenie i konserwacja kadłuba oraz śrub napędowych statków i okrętów odbywa się na wodzie (np. na kotwicy). System czyszczący jest w większości przypadków obsługiwany przez ciśnienie wody i obracające się szczotki polipropylenowe. Urządzenia te są w stanie usunąć zanieczyszczenia morskie i reaktywować istniejący, wcześniej naniesiony na kadłub statku system przeciwporostowy.

System składa się z maszyny do czyszczenia kadłuba z kurtynami zapobiegającymi wydostawaniu się zanieczyszczeń z systemu filtrów. Obsługiwany jest przez nurka z asystą zamontowanej kamery wideo i świateł do dokumentowania wyników. Podciśnienie pozwala na utrzymanie maszyny czyszczącej ściśle przylegającej do oczyszczanej powierzchni (ciśnienie hydrauliczne wynosi 10 bar/1 000 l na minutę w jednym zastosowaniu). Urządzenie działa na zasadzie ciśnienia wody. Zasysa ono usunięte zanieczyszczenia morskie i zużytą wodę przez układ filtrów przed wypuszczeniem ich do morza.

Do wytworzenia ciśnienia wykorzystywana jest woda morska. Maszyna jest dostarczana z węzłem do zbierania ścieków celem ich oczyszczenia.

System filtracyjny posiada wymienne filtry odpowiednie dla farb i systemu usuwania zanieczyszczeń morskich. Przed rozpoczęciem jakichkolwiek operacji przeprowadzany jest test śladu barwnika, aby upewnić się, że ciśnienie działa, a woda jest zasysana do systemu oczyszczania ścieków. Szczotkowane zanieczyszczenia zostają zatrzymane w workach filtracyjnych, podczas gdy oczyszczona woda spływa z powrotem do morza.

Po wymianie filtrów, zużyte worki filtracyjne przechowywane są w wodoszczelnych pojemnikach. Po zakończeniu czyszczenia kadłuba, worki filtracyjne są dostarczane do lokalnego zakładu utylizacji odpadów. Zakład ten otrzymuje informacje o zabrudzeniu oraz kopię świadectwa o zabezpieczeniu statku przed zabrudzeniem, co umożliwia mu utylizację worków filtracyjnych zgodnie z obowiązującymi przepisami ochrony środowiska.

Urządzenie posiada kilka rodzajów szczotek (często dwa lub trzy) przeznaczonych do danego zadania, usuwanego zanieczyszczenia oraz zastosowanego systemu powłok lakierniczych. Ciśnienie i kierunek przepływu wody mogą być zmieniane.

Korzyści dla środowiska

Technologia czyszczenia kadłubów zmniejsza potrzebę i częstotliwość czyszczenia strumieniowo-ściernego statków, oszczędzając wodę, energię oraz redukując potencjalne emisje do środowiska spowodowane tradycyjnymi metodami czyszczenia strumieniowo-ściernego.

Wszystkie maszyny do czyszczenia kadłubów są napędzane wodą i dlatego nie ma ryzyka wycieku oleju, co może się zdarzyć podczas obróbki z użyciem maszyn hydraulicznych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zob. szczegóły techniczne powyżej.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Metody te mogą być stosowane do wszystkich typów statków i obie burty statków mogą być traktowane z tego samego sprzętu. Nie dotyczy statków znajdujących się na suchym doku.

Ekonomika

Koszt operacyjny wynosi 3.5 USD/m² (dane z 2018 r.) dla lekko i średnio porośniętego kadłuba, w tym odbiór materiałów odpadowych.

Literatura źródłowa

[\[154. Nordycka Rada Ministrów 2016\]](#)

4.4.4. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie)

Z reguły to klient określa systemy powłok, które mają być zastosowane. Na specyfikację wpływają również warunki gwarancji na powłokę. Stocznie nie mają wpływu na to, jaki system powłok ma być zastosowany.

4.4.4.1. Powłoki na bazie wody

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wymagane są dłuższe czasy schnięcia, choć można je skrócić poprzez dobrą wentylację, a w niektórych przypadkach ogrzewanie. Występują problemy z nakładaniem w niskich temperaturach. Generalnie, grubość warstwy po wyschnięciu jest mniejsza.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Dodatkowe zużycie energii w przypadku zastosowania wymuszonej wentylacji lub ogrzewania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Powłoki na bazie wody są dostępne dla niektórych specyficznych zastosowań. Obecnie powłoki na bazie wody są jedyną realną alternatywą dla zmniejszenia ilości LZO w okrętowych

powłokach podkładowych. Dla obszarów wewnętrznych dostępne są również powłoki bezrozpuszczalnikowe.

Podkład uniwersalny na bazie wody jest powszechnie stosowany w fińskich stoczniach do wewnętrznych powierzchni statków. Podkład na bazie rozpuszczalnika jest używany tylko w zimie i do zastosowań zewnętrznych.

Powłoki na bazie wody nie mogą być stosowane na powierzchniach narażonych na ciężkie morskie warunki atmosferyczne, np. upał, słońce, deszcz i sól. Dostępność powłok na bazie wody do produkcji statków i jachtów:

- Okrętowe powłoki podkładowe: dostępny jest wodorozcieńczalny krzemian cynku, ale stosuje się go sporadycznie. Wodorozcieńczalne epoksydy i modyfikowane alкиды są również dostępne, ale nie są zazwyczaj stosowane.
- Zewnętrzna strona statków: dla jachtów dostępne są wodorozcieńczalne powłoki alkidowe, epoksydowe i akrylowe, które są stosowane sporadycznie. Wodorozcieńczalne powłoki akrylowo-alkidowe i wodorozcieńczalne powłoki na bazie krzemianu cynku są stosowane sporadycznie.
- Wnętrza statków: dostępne są systemy na bazie wody, jednak ich stosowanie w małych i zamkniętych pomieszczeniach powoduje trudności w suszeniu i są one używane sporadycznie. Nie są one stosowane w pomieszczeniach ładunkowych/magazynowych, ponieważ nie mają wystarczającej odporności na zużycie.
- Dla jachtów dostępne są powłoki na bazie wody; są one obecnie coraz częściej stosowane jako podkłady i podkłady wewnętrzne. Jakość wykończenia ograniczyła ich zastosowanie w przypadku powłok nawierzchniowych.

Dostępne są również środki przeciwpiorostowe na bazie wody, ale tylko w sektorze łodzi rekreacyjnych.

Ekonomika

Koszty związane z systemem powłok na bazie wody dla nowo budowanych statków są wyższe w porównaniu z systemami powłok na bazie rozpuszczalników. Podczas napraw i konserwacji statków niekompatybilność ze starymi warstwami powłok może wymagać ich całkowitego usunięcia przez piaskowanie, co pociąga za sobą znaczne koszty.

Przykładowe zakłady

Zakłady #076 i #074 w [\[155. TWG 2016\]](#). Szeroko stosowane w stoczniach fińskich. Coraz częściej stosowane podczas budowy jachtów.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[11. InfoMil 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

4.4.4.2. Powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.1. Stosowane obecnie powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych zawierają 150 g LZO/l lub więcej. Na statkach można również stosować bezrozpuszczalnikowe powłoki dwuskładnikowe. Powłoki te tworzą bardzo twardą, pozbawioną porów i bardzo gładką powierzchnię, dzięki czemu są bardzo odporne na korozję w wodzie morskiej, produkty ropopochodne i chemikalia. Są również odporne na ścieranie, jak np. pływający lód napotykaný podczas żeglugi. Zakres produktów, które mogą być stosowane jest jednak bardzo ograniczony.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji LZO.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość zastosowania w produkcji statków i jachtów jest następująca:

- Okrętowe powłoki podkładowe: powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych nie są stosowane, ponieważ grubość powłoki jest wyższa niż wymagana (wymagane tylko 20 μm).
- Zaburtowe powierzchnie statków i jachtów, część podwodna, obszary otwarte, ładownie oraz zbiorniki na wodę: powłoki epoksydowe o wysokiej zawartości cząstek stałych są powszechnie stosowane. Zawartość LZO w powłoce nakładanej na powierzchnie poniżej linii wodnej wynosi zazwyczaj 150 g/l lub więcej.
- Obszary wewnętrzne statków: dostępne są powłoki epoksydowe o wysokiej zawartości cząstek stałych.
- Jachty: mogą być stosowane powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych, chociaż generalnie nie są. Mogą być nakładane poniżej linii wodnej. Powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych są czasami nakładane również na powierzchnie wewnętrzne.

Ekonomika

Koszty związane z systemem powlekania w przypadku nowo budowanych statków są niskie. Podczas napraw i konserwacji statków niekompatybilność ze starymi warstwami powłok może wymagać ich usunięcia za pomocą obróbki strumieniowo-ściernej, co pociąga za sobą znaczne koszty.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. Zakłady #074, #075 i #076 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[11. InfoMil 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

4.4.5. Dodatkowa ochrona antykorozyjna - ochrona katodowa

Opis

Oprócz systemów powłok ochronnych, zanurzone powierzchnie statków mogą być chronione przed korozją poprzez zastosowanie ochrony katodowej (np. obcoprądowej lub anod protektorowych). Stosuje się ją również w zbiornikach balastowych statków. Ochrona katodowa jest dodatkowym mechanizmem antykorozyjnym i nie zastępuje systemów powlekania.

Korzyści dla środowiska

Technika pomaga w wydłużeniu okresu trwałości powłok, a tym samym przyczynia się do wydłużenia między stoczniowych okresów eksploatacji statku a ostatecznie zmniejsza emisje LZO.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowana na całym świecie na wszystkich rodzajach statków, zarówno do użytku profesjonalnego, jak i (rzadziej) rekreacyjnego.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[11. InfoMil 2003] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]

4.4.6. Techniki oraz sprzęt do nakładania powłok

4.4.6.1. Nakładanie na gorąco

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.13. Na statkach do nakładania bezrozpuszczalnikowych powłok dwuskładnikowych stosuje się natrysk *airless* na gorąco. Uzyskuje się warstwy o grubości 300 - 1 000 mikronów.

Korzyści dla środowiska

Emisje LZO są znacznie zredukowane i w porównaniu z konwencjonalnym natryskiwanym *airless* (zob. sekcja 17.7.3.8) można ograniczyć liczbę warstw.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Aby uzyskać właściwe proporcje mieszania, konieczne jest mieszanie na miejscu przy użyciu komputera. Czas pracy jest krótki a czas przydatności do użycia wynosi tylko 10 minut. Urządzenia stosowane do nakładania na gorąco metodą natrysku są trudne do naprawy.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Dodatkowe zużycie energii potrzebnej na podgrzanie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta może być stosowana do powlekania dużych powierzchni wewnętrznych i zewnętrznych statku.

Ekonomika

Koszty tych powłok są wyższe w porównaniu z powłokami konwencjonalnymi, jednak czas aplikacji jest krótszy, podobnie jak czas schnięcia. Koszty urządzeń do natryskiwania na gorąco są wyższe.

Literatura źródłowa

[11. InfoMil 2003] [78. TWG 2005]

4.4.6.2. Zintegrowane usuwanie powietrza w punkcie nakładania

Opis

Mobilna głowica natryskowa z wbudowanym systemem odsysania mgły lakierniczej, który wyciąga powietrze z miejsca natryskiwania. Jest to analogiczne do natryskiwania przez robota.

Korzyści dla środowiska

Ze względu na zwiększoną wydajność, zużycie materiału, emisja LZO, a także emisja mgły lakierniczej są znacznie zredukowane. Mgła lakiernicza może zostać ograniczona do 5% wsadu materiałowego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Urządzenia do nakładania powłok mogą być stosowane tylko na równych, prostych powierzchniach, a nie np. na zakrzywionych częściach dziobowych i rufowych lub na dnie statku.

Siła napędowa wdrażania

Zdrowie i bezpieczeństwo.

Przykładowe zakłady

Zakład #074 w [155. TWG 2016], Blohm + Voss GmbH, Hamburg, Niemcy. HDW Kiel, Niemcy.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016]

4.4.7. Alternatywy dla farb przeciwporostowych opartych na biocydach

Informacje na temat wpływu na środowisko stosowania powłok przeciwporostowych na bazie biocydów znajdują się w sekcji 4.2.3. Należy zwrócić uwagę, że techniki przedstawione w kolejnych podrozdziałach, stanowiące alternatywę dla stosowania powłok przeciwporostowych opartych na biocydach, odnoszą się głównie do oddziaływania statku na środowisko morskie, a nie zakład (stocznię).

4.4.7.1. Powłoki *fouling-release* na bazie silikonów

Opis

Powłoki silikonowe, jako tzw. powłoki *fouling-release*, mają niskie napięcie powierzchniowe (nie kleją się), co powoduje, że organizmy porastające nie mogą się mocno przyczepić do powierzchni takiej powłoki. Zanieczyszczenia mogą przyłgnąć do powierzchni w okresach bezczynności (np. dłuższego postoju na kotwicy w strefie tropikalnej), ale prądy wody powstające podczas żeglugi pod kadłubem, przy pewnej minimalnej prędkości, oczyszczają powierzchnię farby z porastających ją organizmów (im większa prędkość statku tym szybciej). Tego typu farby silikonowe nakładane są metodą natrysku bezpowietrznego *airless*.

Korzyści dla środowiska

Powłoki przeciwporostowe nie zawierają biocydów. Zapewniają również bardzo gładkie powierzchnie, dzięki czemu możliwe jest obniżenie oporów tarcia. Może to zmniejszyć zużycie paliwa lub zwiększyć prędkość w porównaniu z samopolerującymi się farbami zawierającymi biocydy.

Powłoki *fouling-release* nie ulegają erozji ani polerowaniu w czasie eksploatacji, dzięki czemu farba pozostaje nienaruszona przez cały okres eksploatacji.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Podczas nakładania powłok silikonowych należy zapobiegać ich rozpylaniu na powierzchnie, które mają być pokryte innymi rodzajami farb, ze względu na późniejsze problemy z przyczepnością. Nakładanie oraz naprawa farb silikonowych muszą być wykonywane ściśle według określonej procedury.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Organizmy porastające będą mogły osadzać się na farbach silikonowych podczas okresów bezczynności (postojów statku np. na kotwicy). Aby efekt uwalniania od tzw. rzęsy (porostów) zadziałał w okresie żeglugi, musi być osiągnięta określona prędkość. Obecnie technologia ta może być stosowana na statkach z krótkimi okresami bezczynności oraz minimalną prędkością 15-17 węzłów. Farby silikonowe nie są odpowiednie dla statków narażonych na wiele uszkodzeń mechanicznych. Dlatego silikonowe powłoki przeciwporostowe są nadal uważane za produkty niszowe, przeznaczone dla specjalnych typów statków.

Ekonomika

Koszty farb silikonowych są znacznie wyższe w porównaniu z farbami przeciwporostowymi zawierającymi biocydy.

Przykładowe zakłady

Technika stosowana na całym świecie.

Literatura źródłowa

[78. TWG 2005]

4.4.7.2. Twarda, gładka powłoka z możliwością częstego czyszczenia mechanicznego

Opis

Powłoki przeciwporostowe mogą być zastąpione przez zastosowanie twardych, odpornych materiałów powłokowych zmniejszających przyczepność organizmów porastających oraz przez szczotkowanie i zeszkrobwanie tych organizmów w krótkich odstępach czasu.

Alternatywą dla powłok przeciwporostowych jest szczotkowanie i skrobanie tzw. rżęsy w krótkich odstępach czasu oraz stosowanie twardych, odpornych materiałów powłokowych. Istnieje wiele urządzeń ze szczotkami obrotowymi, które mogą usuwać zanieczyszczenia podczas krótkich postojów statku lub jachtu.

Korzyści dla środowiska

W tej metodzie przeciwporostowej nie stosuje się metali ciężkich ani biocydów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wadą tej procedury są krótkie odstępy czasu między koniecznymi czyszczeniami oraz możliwe uszkodzenia systemu farb antykorozyjnych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Metoda ta może wiązać się z ryzykiem wprowadzenia do lokalnego środowiska morskiego obcych gatunków z innych części świata.

Podwodne szczotkowanie stwarza niekontrolowane ryzyko zanieczyszczenia wody podczas takich nurkowych operacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Proces ten, ze względu na wolniejsze porastanie, jest odpowiedni dla statków pływających w wodzie słonej lub słodkiej o niższej temperaturze.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [33. Watermann i in. 2003] [78. TWG 2005]

4.4.7.3. Procesy elektrochemiczne

Opis

Powłoki przeciwporostowe mogą być wymieniane poprzez przyłożenie potencjału napięcia do powierzchni statku. Powoduje to elektrolizę. Porosty są hamowane przez toksyczne związki chloru wytwarzane na powierzchni (w słonej wodzie) i/lub wartość pH na powierzchni jest zmieniana, co hamuje osadzanie się porostów. Technika ta zmniejsza również korozję.

Korzyści dla środowiska

Ten system przeciwporostowy nie zawiera biocydów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ilości uwalnianej miedzi są porównywalne z powłokami przeciwporostowymi na bazie miedzi. Metoda ta okazała się bardzo skuteczna w walce z porostami.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Elektrody mogą być wykonane z miedzi, co powoduje emisję jonów miedzi, które są toksyczne dla organizmów porastających. Powstają toksyczne związki chloru.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [33. Watermann i in. 2003] [78. TWG 2005]

4.4.8. Przetwarzanie gazów odlotowych

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.

Emisje z prac lakierniczych i obróbki strumieniowo-ściernej można skutecznie ograniczyć poprzez stosowanie warsztatów zamkniętych (zob. sekcje 4.4.2.2 i 17.10.2.1). Mogą one być wyposażone w techniki oczyszczania gazów odlotowych, jak to opisano w sekcji 17.10.

Na przykład, zawierające LZO gazy odlotowe z natryskiwania mogą być adsorbowane przez węgiel aktywny (zob. sekcja 17.10.6.2). Alternatywnie, rozpuszczalniki organiczne można poddawać przetwarzaniu w utleniaczu termicznym (zob. sekcja 17.10.5). Jeśli stężenie LZO na to pozwala, rozpuszczalnik może być regenerowany przez absorpcję lub używany utleniacz termiczny może być regeneracyjny i odzyskiwać ciepło z procesu utleniania.

Cząsteczki pyłu i mgły lakierniczej można poddawać przetwarzaniu technikami opisanymi w sekcji 17.10.4.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują znaczną redukcję emisji LZO i/lub pyłów.

W przykładowym zakładzie stosowana jest instalacja oczyszczania gazów odlotowych o wydajności 300 000 m³/h. Emisje LZO zostały zredukowane o 75 % i osiągnięto średnie stężenie czystego gazu na poziomie 23 mg/m³ (dane za rok 2005).

Wydajne systemy wentylacji i odpylania umożliwiają pięciokrotną wymianę powietrza w ciągu każdej godziny, a w oczyszczonym powietrzu można osiągnąć stężenie pyłów poniżej 5 mg/m³.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Poziom pyłów może wymagać obniżenia przed przystąpieniem do usuwania LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii do odprowadzania i przetwarzania gazów odlotowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wprowadza się podczas modernizacji stoczni.

Ekonomika

Wiąże się z wysokimi kosztami. Inwestycja w przykładową instalację wynosi około 21 milionów euro. Roczne koszty eksploatacji wynoszą ok. 1 mln euro, czyli są nieco niższe niż koszty

eksploatacji w przypadku procesu konwencjonalnego. Obejmuje to również systemy filtrów do obróbki strumieniowo-ściernej (dane z roku 2005).

Przykładowe zakłady

HDW Kiel, Niemcy.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

4.4.9. Zarządzanie odpadami i ściekami

4.4.9.1. Segregacja odpadów i strumieni ścieków

Opis

Doki i pochylnie budowane są z:

- systemem efektywnego gromadzenia i przetwarzania odpadów suchych oraz oddzielania ich od odpadów mokrych;
- systemem oddzielania ścieków od wód burzowych i spływowych.

Zob. również sekcję 17.12.1.

Korzyści dla środowiska

- Redukcja zanieczyszczenia wody.
- Ułatwienie obsługi odpadów, ich magazynowania oraz późniejszego zarządzania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Ponieważ chodzi tu o prace o charakterze konstrukcyjnym, dotyczy to wyłącznie nowych doków i pochylni lub poważnych modernizacji istniejących.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[151. CESA 2011\]](#)

4.4.9.2. Przetwarzanie ścieków

Opis

Stosowanie odpowiednich systemów oczyszczania ścieków (WWT), które są w stanie skutecznie usuwać różne zanieczyszczenia ze ścieków, np. oleje, smary, pozostałości farb potencjalnie zawierających metale ciężkie i biocydy. Zob. również sekcja 17.11.

Szczegóły techniczne

Ścieki mogą być oczyszczane przed zrzutem, albo u źródła (np. podczas wydmuchiwania szlamu), albo mogą być zbierane i wysyłane do oczyszczalni ścieków, na miejscu lub poza zakładem. Wymagany sposób oczyszczania zależy od zawartości substancji i punktu zrzutu (do wód powierzchniowych, takich jak port, lub do miejskiego kanału ściekowego). W sekcji 17.11 omówiono kilka technik oczyszczania ścieków i podano inne źródła informacji.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zanieczyszczenia wody, w szczególności w portach zamkniętych lub na obszarach ujściowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Poniżej przedstawiono przykłady oczyszczania ścieków:

- (i) W przypadku stosowania technik obróbki strumieniowo-ściernej ścieki mogą być zbierane na doku, umieszczane w zbiornikach i przekazywane do oczyszczalni ścieków (zob. sekcja 4.3.2.2).
- (ii) W jednej z instalacji przetwarzanie ścieków przeprowadza się w kilku etapach obejmujących strącanie i flokulację (np. przy użyciu chlorku żelaza (III)), a następnie separację i filtrację. Aby zmniejszyć objętość i wagę wytwarzanych odpadów, oddzielony szlam zostaje sprasowany przed usunięciem. Oczyszczone ścieki są ponownie wykorzystywane lub, w przypadku nadmiaru wody, odprowadzane jako ścieki. Dzięki temu systemowi po oczyszczeniu można osiągnąć poziom emisji substancji nadających się do filtrowania wynoszący 10 mg/l.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wszelka energia i chemikalia użyte podczas przetwarzania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Koszty uzależnione są od wielkości instalacji. W podanym powyżej przykładzie (ii) koszt kompletnego zakładu wraz z instalacją wyniósł w Niemczech około 100 000 EUR (w 2000 r.).

Koszty instalacji przetwarzania wody w stoczniach remontowych zajmujących się średnimi statkami (> 15 000 GT) podawane są jako przekraczające 2 mln EUR.

Siła napędowa wdrażania

Przestrzeganie przepisów dotyczących zanieczyszczenia wody, portów i przystani.

Przykładowe zakłady

Flender-Werfft, Lückbeck, Niemcy. Zob. również Tabela 4.2.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [78. TWG 2005]

4.4.9.3. Zarządzanie odpadami i ich minimalizacja

Opis

W ramach dyscypliny na doku (zob. sekcja 4.4.1), gospodarka odpadami poprzez:

- minimalizowanie, odzyskiwanie, ponowne wykorzystanie i recykling (zwłaszcza suchego śrutu z piaskowania);
- bezpieczne magazynowanie odpadów w wyznaczonych, oznakowanych pojemnikach, w zadanych miejscach.

Szczegóły techniczne

Zob. również sekcja 17.12.

Następujące pozostałości są zbierane, a ich utylizacja odbywa się zgodnie z odpowiednimi przepisami i procedurami (jest to szczególnie ważne przed zalaniem suchego doku):

- pozostałości farby, która została usunięta;
- resztki farby, oraz farba niezużyta (zwracana dostawcom);
- mgła lakiernicza z powlekania;
- zużyte oraz zanieczyszczonego materiały z obróbki strumieniowo-ściernej;
- materiały czyszczące;
- muł, resztki olejów oraz inne materiały, które zostały zeskrobane lub usunięte.

Niektóre materiały, takie jak zużyty śrut i złom, mogą być zbierane oddzielnie, aby ułatwić ich recykling oraz ponowne wykorzystanie.

Recykling zużytego suchego śrutu (żużel pomiedziowy) jest możliwy tylko w przypadku innych rodzajów aktywności (np. w budownictwie lub jako materiał wypełniający).

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie skażeniu środowiska wodnego.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zob. dyscyplina na suchym doku, sekcja 4.4.1.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Piaskowanie (żużel miedziany) w stocznich remontowych i konserwacyjnych wymaga uzyskania szorstkości oczyszczonej powierzchni w celu przygotowania jej do powlekania. Dlatego odzyskany śrut może nie być odpowiedni do tego celu [komentarz PT #43 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Ekonomika

- Redukcja kosztów wynikająca z ponownego wykorzystania materiałów (szczególnie odpowiednich rodzajów śrutu do obróbki strumieniowo-ściernej na sucho (piaskowania)).
- Odzysk kosztów z recyklingu złomu.

Siła napędowa wdrażania

Przestrzeganie przepisów dotyczących zapobiegania zanieczyszczeniom wody, gospodarki odpadami portowymi i pochodzącymi z basenów portowych.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko praktykowana.

Literatura źródłowa

[\[78. TWG 2005\]](#) [\[121. Portugalia 2006\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

5. POWLEKANIE SAMOLOTÓW

5.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania samolotów

[\[176. ASD 2017\]](#) [\[258. ASD 2019\]](#)

W tej części opisano malowanie samolotów lotnictwa cywilnego. Ze względu na odmienne procesy, dział ten podzielony został na budowę samolotów oraz ich konserwację.

W przypadku konserwacji, powłoka lakiernicza jest naprawiana lub nakładana całkowicie od nowa, a cała aplikacja farby jest wykonywana ręcznie. Wybór systemu powlekania zależy od wymagań producenta, przepisów międzynarodowych i potrzeb klienta.

Według danych statystycznych federacji przemysłowej, całkowity obrót aeronautyki wyniósł 162 mld EUR w 2016 r., z 72 % udziałem branży cywilnej i 28 % wojskowej. Aeronautyka obejmuje wszystkie certyfikowane obiekty latające, załogowe i bezzałogowe, w całym cyklu życia, w tym naprawy konserwacyjne, eksploatację samolotów oraz naziemne systemy zarządzania ruchem lotniczym. W 2016 r. całkowite zatrudnienie w sektorze wynosiło 543 000 pracowników, z czego 66 % jest związanych z branżą cywilną [\[258. ASD 2019\]](#).

5.2. Stosowane w powlekaniu samolotów procesy i techniki

[176. ASD 2017]

5.2.1. Budowa

Samoloty muszą być chronione przed korozją przez cały okres ich eksploatacji, który wynosi około 25 lat. Dlatego też, podobnie jak w przypadku konserwacji, podczas budowy samolotu można stosować tylko określone systemy malowania, uwzględniając przy tym wymagania klienta.

5.2.1.1. Malowanie komponentów i poszczególnych części - powlekanie strukturalne

Elementy są przeważnie malowane częściowo jeszcze przed montażem. Części samolotów powlekane są podkładem (zawierającym chromiany w przypadku części metalowych, bezchromianowym w przypadku części kompozytowych) i mogą być następnie pomalowane farbą nawierzchniową lub lakierem. Tzw. podkład reaktywny (*wash primer*) stosuje się tylko w wyjątkowych przypadkach, np. przy naprawach i uzupełnieniach. Tam, gdzie procesy produkcyjne pozwalają na wystarczającą wydajność, natryskiwanie jest czasami zautomatyzowane celem przyspieszenia suszenia komponentów albo w procesie przepływowym, albo poprzez zastosowanie kombinacji malowania i suszenia (np. za pomocą suszarek konwekcyjnych i suszarek na podczerwień). Części dostarczane przez producentów zewnętrznych są zwykle pokrywane podstawową warstwą podkładową i na życzenie powłoką nawierzchniową (w przypadku części aluminiowych podstawowa warstwa podkładowa zawiera chromiany, ale w przypadku części kompozytowych stosuje się podkład bezchromianowy).

Chromiany są stosowane od ponad 50 lat jako inhibitory korozji w ochronie powierzchni metalicznych, spełniając w sektorze lotniczym i obronnym wysokie wymagania techniczne, bezpieczeństwa i przydatności do latania. Dzięki zastosowaniu chromianów, ochrona antykorozyjna może być zapewniona na długi okres, co zapewnia wysoki poziom niezawodności antykorozyjnej w produktach o długich cyklach życia, nawet w warunkach ekstremalnych.

W niektórych bardzo szczególnych przypadkach, np. w zastosowaniach strukturalnych na niektórych materiałach (kompozyt, tytan), może być użyty podkład nieinhibowany.

Jednak pomimo intensywnych wysiłków badawczych prowadzonych przez sektor w ciągu ostatnich dziesięcioleci, obecnie nie istnieją alternatywy niezawierające chromianów, które byłyby dostępne dla niektórych konkretnych procesów w sektorze lotniczym, astronautycznym czy obronnym i które spełniałyby wymagany poziom wydajności, niezawodności oraz bezpieczeństwa. Proces w zakresie kwalifikacji i certyfikacji rozwiązań alternatywnych dla przemysłu lotniczego i obronnego został przedstawiony w sprawozdaniu EASA/ECHA²⁵, które zostało sporządzone razem z branżą.

W ramach Rozporządzenia REACH [47. EU 2006] do Europejskiej Agencji Chemikaliów (ECHA) złożone zostały wnioski o zezwolenie na dalsze stosowanie niektórych chromianów w takich zastosowaniach jak farby, podkłady, obróbka powierzchni i chrom twardy, dla których nie będą dostępne odpowiednie alternatywy do wprowadzenia przed odpowiednimi datami zakazu (2017 i 2019). Te zbiorowe wnioski zostały przygotowane w ramach konsorcjów przemysłowych

²⁵ An elaboration of key aspects of the authorisation process in the context of aviation industry, EASA-ECHA, April 2014. DOI: 10.2823/9437 (*Omówienie kluczowych aspektów procesu autoryzacji w kontekście przemysłu lotniczego, EASA-ECHA, kwiecień 2014. DOI: 10.2823/9437*).

z udziałem głównych podmiotów z sektora lotniczego, astronautycznego i obronnego oraz przemysłu chemicznego.

5.2.1.2. Malowanie powierzchni zewnętrznych

Zewnętrzne powierzchnie gotowego samolotu powlekane są ręcznie. Ponieważ ostateczne wykończenie lakierem jest nakładane po ostatecznym montażu samolotu, można stosować jedynie powłoki, które utwardzają się w temperaturze otoczenia. Obecnie stosuje się przede wszystkim farby o wysokiej zawartości cząstek stałych (o zawartości rozpuszczalnika 30 - 40 %), co jest standardem w przemyśle lotniczym. Jednakże konwencjonalne farby na bazie rozpuszczalnika (z zawartością rozpuszczalnika ok. 55-65 %) mogą być nadal stosowane przez firmy produkujące samoloty małe i/lub wojskowe.

Podobnie jak w przypadku konserwacji, powlekanie nowych samolotów odbywa się w warsztatach zamkniętych. Nałożone powłoki utwardzają się w temperaturze otoczenia. Często najpierw powlekany i całkowicie osuszany jest kadłub. Następnie kadłub pokrywany jest materiałami maskującymi, i malowane są skrzydła oraz płat ogonowy.

5.2.1.2.1. Konwencjonalny system malowania

[176. ASD 2017]

Proces malowania dzieli się na nakładanie podkładu reaktywnego, podkładu oraz nakładanie powłoki nawierzchniowej.



Ilustracja 5-1 Konwencjonalny system malowania.

Konwencjonalne farby na bazie rozpuszczalników zawierają następujące ich zawartości wagowe:

- środek zapobiegający korozji: 45-50 % zawartości rozpuszczalnika;
- strukturalny podkład reaktywny: 70-90 % rozpuszczalnika zawierającego chromian, na bazie poliwinylbutyralu, żywicy epoksydowej lub poliuretanowej;
- strukturalny podkład bazowy: 50-73 % rozpuszczalnika zawierającego 5-25 % chromianu, na bazie żywicy epoksydowej lub poliuretanowej;
- strukturalny podkład bazowy (nieinhibitowany): 71 % rozpuszczalnika, bez chromianów (wyższe zawartości LZO w rozpuszczalnikach, gdy dla roztworów bezchromianowych);
- strukturalna powłoka nawierzchniowa: 55-65 % rozpuszczalnika;

- lakier / ochrona elementów łączonych: 45-60 % rozpuszczalnika;
- zewnętrzna powłoka pośrednia: 70-80 % rozpuszczalnika.

Wybór systemu lakierniczego zależy od ustawień producenta, przepisów międzynarodowych i wymagań klienta. Oczyszczanie gazów odlotowych zawierających rozpuszczalnik nie jest powszechną praktyką.

Farby na bazie rozpuszczalników mogą być stosowane we wszystkich fazach operacji malowania (podkład reaktywny, podkład, powłoka nawierzchniowa, powłoka bezbarwna i naprawy) i mogą być stosowane na metalach i tworzywach sztucznych. Ponieważ gwarancja producenta na ochronę antykorozyjną obejmuje okres 25 lat, można stosować tylko określone systemy malowania. Jeśli istnieją alternatywne produkty o niższej zawartości LZO (o odpowiednich właściwościach i odpowiedniej kwalifikacji), to są one preferowane.

Obróbka wstępna

Przed powlekaniami powierzchni zewnętrznych usuwa się z nich zanieczyszczenia, np. naftę, oleje i smary. Kadłub, skrzydła i płat ogonowy są czyszczone środkami czyszczącymi. Powierzchnie są piaskowane/szlifowane i ponownie czyszczone.

Nakładanie podkładu reaktywnego

Po obróbce wstępnej nakłada się ręcznie podkład reaktywny za pomocą technik natrysku elektrostatycznego. Podkład reaktywny jest materiałem zawierającym rozpuszczalnik i chromian na bazie żywic poliuretanowych, epoksydowych lub poliwinylbutyralu (PVB). Zawartość rozpuszczalnika wynosi około 70-90 %. W celu zwiększenia ochrony antykorozyjnej konieczne jest zastosowanie chromianu strontu lub cynku. Grubość warstwy waha się od 8 do 10 μm . Po nałożeniu następuje odparowanie rozpuszczalników w temperaturze otoczenia.

Nakładanie podkładu

Po zastosowaniu podkładu reaktywnego nakładany jest zawierający rozpuszczalniki podkład na bazie żywicy epoksydowej lub poliuretanu. Odbywa się to ręcznie za pomocą natrysku elektrostatycznego. Zawartość rozpuszczalnika w tych materiałach waha się od 50 do 65 %. Zawartość chromianu strontu lub cynku wynosi 10-20 %. Grubość nakładanej warstwy to średnio 15-25 μm . Materiał utwardza się w temperaturze otoczenia.

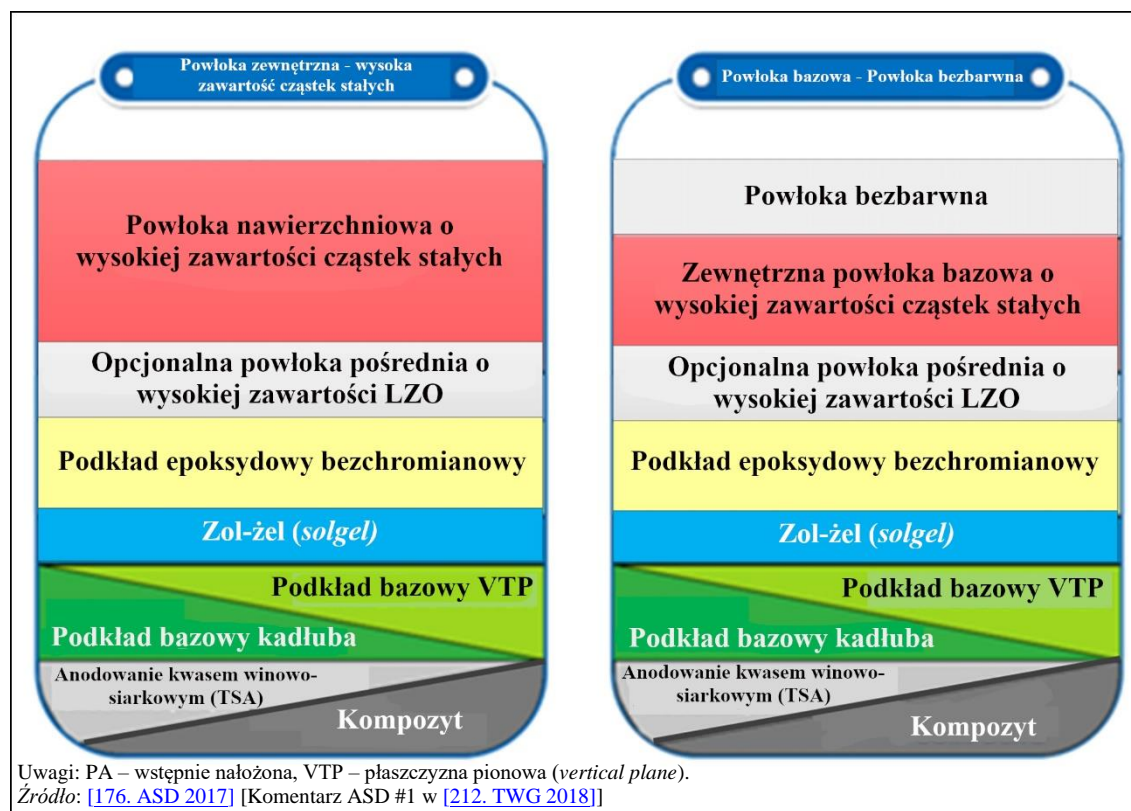
Nakładanie powłoki nawierzchniowej

Powłoka nawierzchniowa może być bardzo różna w zależności od życzeń klienta. Stosowane są wyłącznie dwuskładnikowe farby na bazie rozpuszczalników o zawartości rozpuszczalnika 55-65 %. Powłoka nawierzchniowa nakładana jest w kilku warstwach (od dwóch do czterech w zależności od koloru) metodą natrysku elektrostatycznego. W zależności od zastosowanego koloru grubość warstwy wynosi 60-100 μm . Po nałożeniu pierwszej warstwy należy zachować techniczny czas oczekiwania, po którym w ściśle określonych ramach czasowych można przystąpić do nakładania kolejnej warstwy. Czynność tę powtarza się aż do osiągnięcia wymaganej liczby warstw. Następnie warstwy powłoki nawierzchniowej są suszone. Na końcu nanosi się kolory dekoracyjne, albo poprzez kilka natrysków dla każdego koloru, albo poprzez dekoracyjne folie samoprzylepne. Na życzenie klienta na powłokę nawierzchniową może być nałożona powłoka bezbarwna.

5.2.1.2.2. Schemat malowania farbami o wysokiej zawartości cząstek stałych

Obecny standardowy system farb stosowanych na zewnętrznej stronie samolotu składa się z epoksydowego podkładu bezchromowego o wysokiej zawartości cząstek stałych oraz poliuretanowej powłoki nawierzchniowej, także o wysokiej zawartości cząstek stałych,

nakładanej na ochronę bazową poszczególnych elementów (zob. sekcja 5.4.1.1). Coraz częściej zamiast powłoki nawierzchniowej stosuje się kombinacje powłoki bazowej oraz bezbarwnej o wysokiej zawartości cząstek stałych. Nie stosuje się już podkładu reaktywnego. Klient może wybrać opcję, która polega na nałożeniu powłoki pośredniej na bazie rozpuszczalnika, rozdzielającej podkład epoksydowy bezchromowy o wysokiej zawartości cząstek stałych od powłoki nawierzchniowej (lub bazowej), aby poprawić usuwalność systemu powłok lakierniczych podczas późniejszego odnawiania.



Ilustracja 5-2 Schemat powlekania farbami o wysokiej zawartości cząstek stałych.

5.2.1.3. Tymczasowa ochrona antykorozyjna

Tak zwaną „tymczasową ochronę antykorozyjną” uzyskuje się poprzez nakładanie warstw wypierających wodę w obszarze wewnętrznym samolotu. Materiał ten pozostaje w samolocie na stałe. Główne obszary to np. drzwi, klapy, nadkola i magazyny ładunkowe oraz wszelkie miejsca, w których może wystąpić wysokie ryzyko korozji lub kondensacji. Tymczasowa ochrona antykorozyjna nie jest stosowana w obrębie zbiorników paliwa. Materiały do tymczasowej ochrony antykorozyjnej są woskopodobnymi substancjami na bazie rozpuszczalnika. Nakładanie odbywa się za pomocą pędzla lub poprzez natryskiwanie. Zawartość rozpuszczalników w produktach wynosi ok. 40-60 %.

5.2.2. Konserwacja

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]

Nakładanie farby odbywa się w zamkniętych warsztatach, w których można regulować temperaturę i wilgotność powietrza. W celu usuwania mgły lakierniczej ze strumieni odprowadzanego powietrza instalowane są odpylacze pyłu na mokro. Nałożone farby schną w temperaturze otoczenia.

5.2.2.1. Usuwanie farb

W ramach konserwacji co 6 do 8 lat usuwane są powłoka podstawowa oraz powłoki nawierzchniowe. W przypadku zmiany firmy lotniczej, usuwanie farby odbywa się wcześniej. Jest to najczęściej spotykane w przypadku firm leasingowych. Usuwanie farby (oraz nakładanie nowej) odbywa się ze względów optycznych oraz w celu zbadania struktury pod kątem zużycia i korozji. Farbę usuwa się zazwyczaj chemicznie. Skalowanie wodą, które było preferowane ze względów ekologicznych, nie jest już stosowane gdyż wywołuje nadmierne naprężenia mechaniczne. Samolot jest czyszczony za pomocą alkalicznego środka czyszczącego na bazie wody. Po wysuszeniu maskuje się okna, elementy jezdne, części z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym a także materiały kompozytowe. Usuwanie farby odbywa się poprzez czyszczenie kwasem lub piaskowanie/szlifowanie mechaniczne. W przypadku czyszczenia kwasem stosuje się alkohol benzylowy na bazie wody z kwasem mrówkowym za pomocą techniki natrysku *airless*. Szczeliwa w szwach są usuwane ręcznie. W przypadku materiałów kompozytowych i częściowo powierzchni metalowych obróbka wstępna odbywa się poprzez piaskowanie/szlifowanie.

5.2.2.2. Czyszczenie

Zmacerowane warstwy farby są usuwane wodą. Następnie przeprowadza się neutralizację wodno-alkaliczną i czyszczenie. Przed nałożeniem farby powierzchnie są czyszczone ręcznie za pomocą rozpuszczalników organicznych i szmatek czyszczących. Z reguły jako rozpuszczalnik stosuje się mieszaninę octanu butylu i alkoholu butylowego.

5.2.2.3. Obróbka wstępna

Przed nałożeniem podkładu na powierzchnie metalowe nakładany jest podkład reaktywny na bazie rozpuszczalnika. Materiał ten zawiera 76 % rozpuszczalników organicznych i ok. 14 % chromianu cynku (względem zawartości substancji stałych). Materiał ten nakładany jest metodą natrysku elektrostatycznego. Podkładu reaktywnego nie stosuje się na materiałach kompozytowych.

5.2.2.4. Podkład

Jako podkłady stosowane są dwa różne materiały:

- podkład na bazie poliuretanu lub epoksydowy o zawartości rozpuszczalników 70 % bez chromianu; oraz
- podkład z chromianem strontu (ok. 20 % zawartości substancji stałych) i ok. 67 % rozpuszczalników organicznych.

Podkłady zawierające chromian stosuje się celem zwiększenia ochrony antykorozyjnej w strefach klimatycznych o dużej wilgotności i wysokim zasoleniu atmosfery lub na życzenie klienta. Nakładanie odbywa się ręcznie poprzez natrykiwanie wspomagane elektrostatycznie.

5.2.2.5. Powłoka nawierzchniowa

Jako powłoki nawierzchniowe stosowane są konwencjonalne farby dwuskładnikowe o zawartości rozpuszczalnika ok. 61 % oraz trójskładnikowe farby o wysokiej zawartości cząstek stałych i zawartości rozpuszczalnika ok. 43 %. Obie farby nie zawierają chromianu i ołowiu. Nakładanie odbywa się ręcznie za pomocą natrysku wspomaganego elektrostatycznie.

5.2.2.6. Powłoka bezbarwna

Konwencjonalne powłoki nawierzchniowe są zazwyczaj pokryte warstwą powłoki bezbarwnej. W przypadku powłok nawierzchniowych o wysokiej zawartości cząstek stałych, dodatkowa warstwa powłoki bezbarwnej nie jest konieczna. Stosuje się ją tylko na życzenie klienta. Używana jest taka sama metoda nakładania jak w przypadku powłok nawierzchniowych.

5.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii samolotów

[5. DFIU i in. 2002] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

5.3.1. Budowa

5.3.1.1. Zużycie materiału

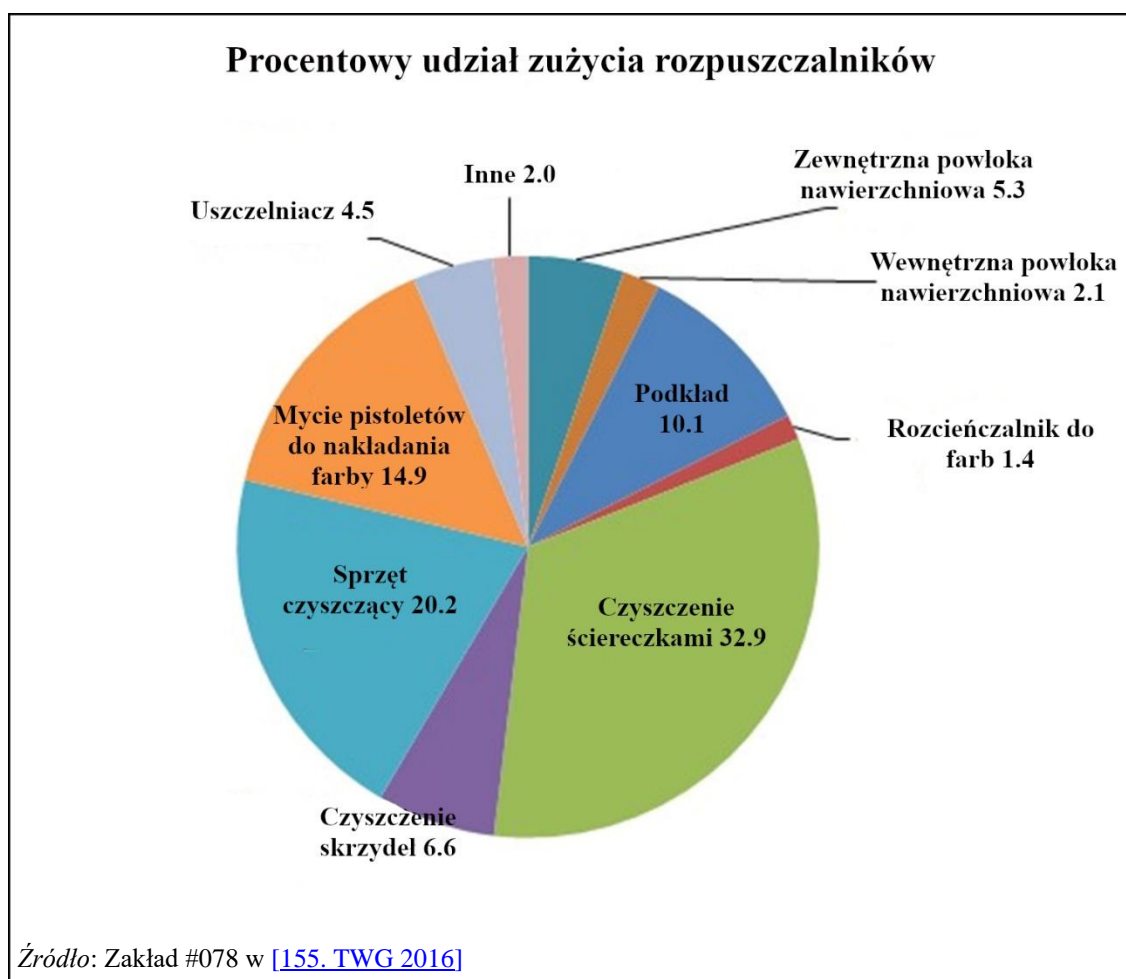
Zużycie materiałów potrzebnych do powlekania budowanego samolotu jest nieodzownie związane z całkowitą powierzchnią do pokrycia, ale zależy również od specyficznych wymagań klientów. Poza powierzchnią zewnętrzną samolotu, należy również wziąć pod uwagę powierzchnię powlekanych części składowych. Średni czas cyklu dla samolotów jednoprzeciowych (*SA - single aisle*, jedno przejście w części pasażerskiej) wynosi około 5 do 6 dni, a dla dużych i bardzo dużych samolotów (*LA - large aircraft*) od 7 do 18 dni, w zależności od złożoności powłoki. Znaczna część tego czasu jest potrzebna na maskowanie oraz wykończenie. Istotna część całkowitej ilości zużywanej farby jest potrzebna do pokrycia części składowych. Tabela 5.1 przedstawia ogólne średnie dane dla A320 (SA) oraz A330 (LA).

Tabela 5-1 Ogólne informacje dotyczące powlekania samolotów Airbus A320 (SA) oraz Airbus A330 (LA).

Kategoria	SA – A320	LA – A330
Powierzchnia do pomalowania	> 760 m ²	> 2 200 m ²
Ilość farby	~ 600 l	~ 1 500 l
Końcowa masa nałożonej farby	~ 120 kg	Pomiędzy 330 kg a 400 kg
Średnia ilość nałożonych powłok	5 (> 4 000 m ²)	5 (> 10 000 m ²)
Średni czas nakładania powłok	5 do 6 dni	Pomiędzy 7 a 18 dni
Źródło: [Komentarz ASD #4 w [212. TWG 2018]]		

W przypadku powlekania powierzchni zewnętrznych samolotu Airbus A320 całkowita powierzchnia zewnętrzna ukończonego samolotu wynosi ponad 760 m², a dla samolotu Airbus A330 jest to 2 200 m². Nałożony materiał po wyschnięciu ma całkowitą masę 330-400 kg dla Airbusa A330 [komentarz ASD #5 w [212. TWG 2018]].

Procentowy rozkład zużycia rozpuszczalnika na proces w jednej instalacji (produkcja komponentów) przedstawiono na Ilustracji 5.3. Warto zauważyć, że czynności związane z czyszczeniem stanowią około 75 % całkowitego zużycia rozpuszczalnika (czyszczenie produktów stanowi ~ 40 %, a czyszczenie wyposażenia ~ 35 %) [Zakład #078 w [155. TWG 2016]]. W przypadku całego sektora działalność związana z czyszczeniem jest mniej znacząca i stanowi około 50-60 % całkowitego zużycia rozpuszczalników [komentarz ASD #7 w [212. TWG 2018]].



Ilustracja 5-3 Procentowy rozkład zużycia rozpuszczalników w podziale na procesy dla jednej instalacji (produkcja komponentów).

5.3.1.2. Zużycie wody

Dane dotyczące zużycia wody zostały zgłoszone przez dwie instalacje: pierwsza z nich wykazała całkowite zużycie rzędu 6 600 m³/rok, przy czym głównym sektorem zużywającym wodę były płuczki gazowe mokre służące do redukcji emisji LZO [155. TWG 2016]. Druga zgłoszona wartość wynosiła 18 000 m³/rok, przy czym najbardziej znaczący sektor zużywający był związany z procesami osmozy i nawilżania. Działania STS stanowią w przybliżeniu od 3 do 6 % całkowitego zużycia wody w zakładach [komentarz ASD #9 w [212. TWG 2018]].

5.3.1.3. Zużycie energii

Większość zużycia energii wynika z wymagań dotyczących odprowadzania/cyrkulacji powietrza podczas działań STS.

Na ogół całkowite zużycie energii jest rzędu kilkudziesięciu tysięcy MWh i dokonuje się jego pomiaru.

Główne techniki zmniejszające zużycie energii oraz poprawiające efektywność energetyczną to:

- pobieranie ciepła z odprowadzanego powietrza w systemach wentylacyjnych wszystkich hangarów z szacowaną oszczędnością energii rzędu 20-30 %;
- recyrkulacja powietrza w kabinie lakierniczej podczas procesów przygotowania, odparowywania oraz utwardzania;

- optymalizacja temperatury i wilgotności powietrza procesowego z szacowaną oszczędnością energii rzędu 15 % (użycie gazu);
- optymalizacja zużycia energii na cyrkulację ciepłego powietrza używanego do utwardzania, np. poprzez zastosowanie turbulatora powietrza.

5.3.2. Emisje z procesów budowy

[155. TWG 2016]

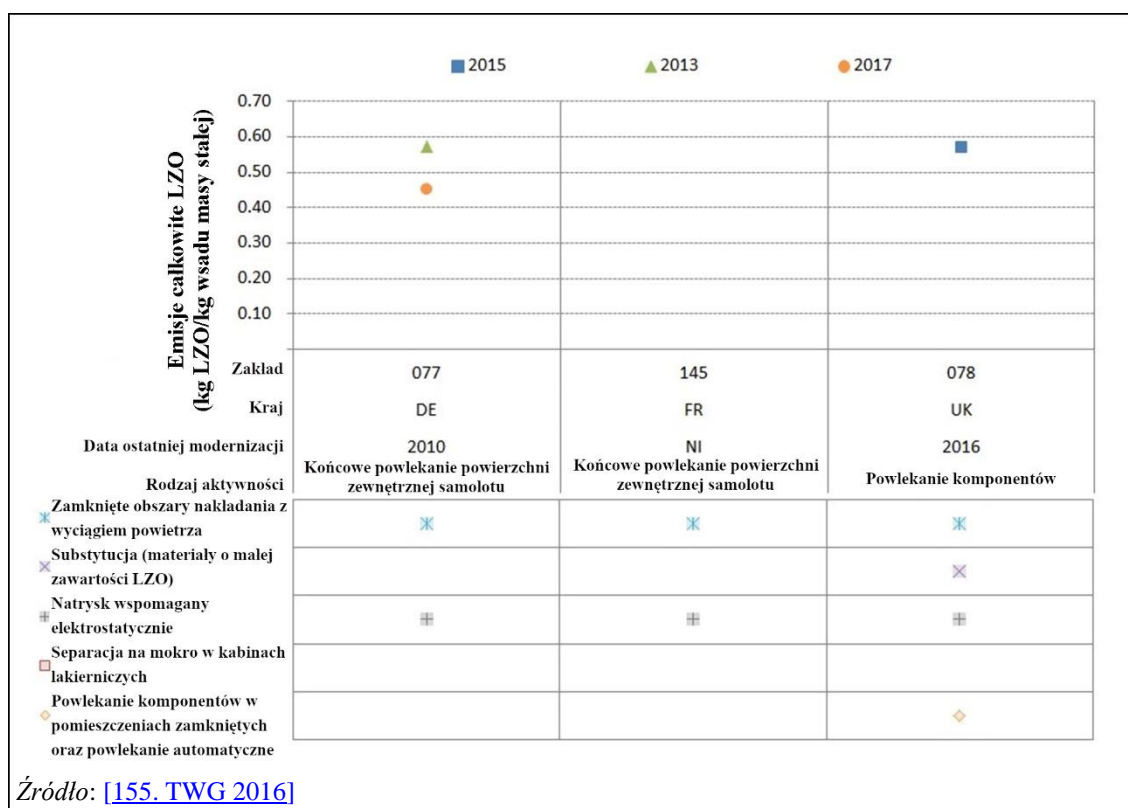
Biorąc pod uwagę działalność największego producenta samolotów w Europie, emisja całkowita LZO wynosiła około 1 000 t/rok dla zdolności produkcyjnej w 2016 r. wynoszącej około 700 samolotów. Emisje LZO wynikały głównie z czynności związanych z czyszczeniem (produktów i urządzeń) oraz malowaniem [komentarz ASD #11 w [212. TWG 2018]].

Malowanie części składowych odbywa się zazwyczaj w innych zakładach niż zakłady zajmujące się montażem końcowym czy końcowym malowaniem całego samolotu.

Dlatego też technika redukcji emisji lotnych związków organicznych polega na zmniejszeniu ilości LZO podczas wykonywania czynności czyszczenia przy użyciu wstępnie nasączonych ściereczek/szmatek lub w stosowanych powłokach, na przykład poprzez zastosowanie powłok o wysokiej zawartości cząstek stałych i/lub powłok dwuskładnikowych, jak to opisano w sekcjach 5.2 i 5.4.

5.3.2.1. Emisje całkowite LZO

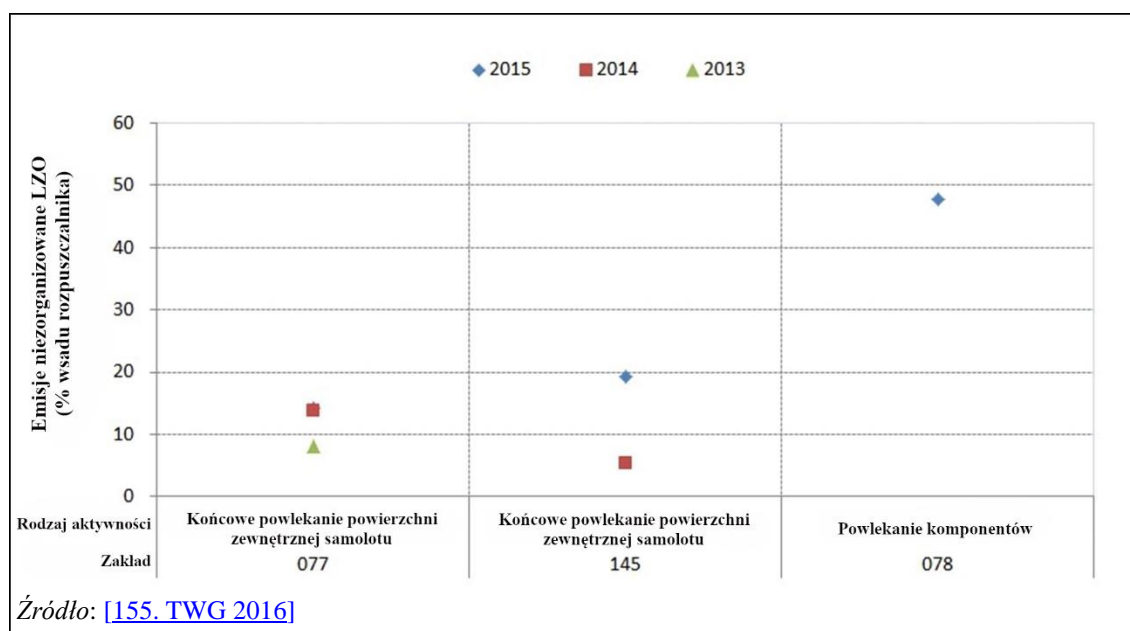
Średnio emisje całkowite LZO na kg wsadu masy stałej są rzędu 0.55 - 0.6 kg w przypadku powlekania zewnętrznych powierzchni zmontowanych samolotów, jak to przedstawiono na Ilustracji 5.4. W przypadku zakładów, w których udział czynności powlekania komponentów jest wyższy, emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika są wyższe.



Ilustracja 5-4 Emisja całkowita LZO wyrażona w kg LZO na kg wsadu masy stałej.

5.3.2.2. Emisje niezorganizowane LZO

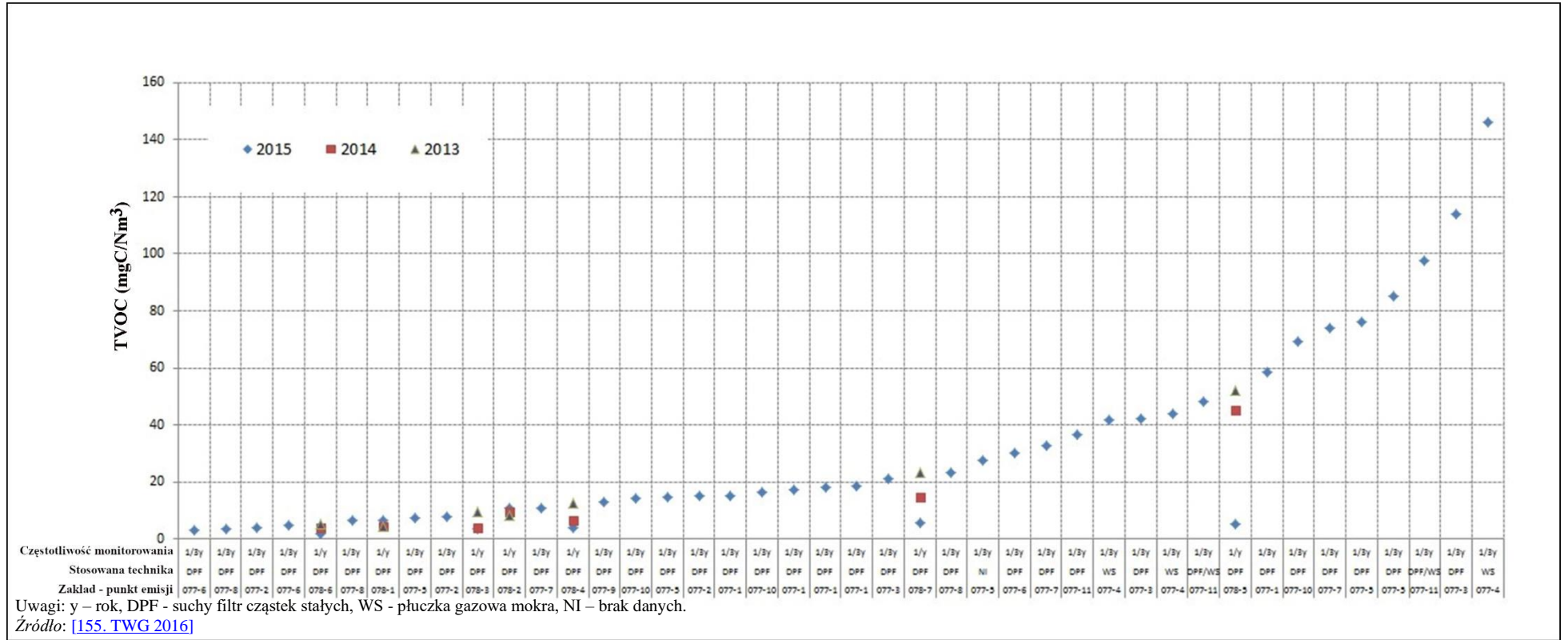
Zgłoszone dane dotyczące bilansów masy rozpuszczalnika z trzech instalacji pokazują, że emisje niezorganizowane wahają się od mniej niż 10 % do 50 % wsadu rozpuszczalnika (zob. Ilustracja 5.5). W przypadku zakładów, w których udział aktywności związanej z nakładaniem powłok jest wyższy, procent emisji niezorganizowanych może być wyższy, jak to przedstawiono na Ilustracji 5.5.



Ilustracja 5-5 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

5.3.2.3. Emisje TVOC w gazach odlotowych

Zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 5.6.



Ilustracja 5-6 Emisje TVOC w gazach odlotowych – wartości średnie w latach 2013 – 2015.

Chociaż stosowane techniki ograniczania emisji koncentrują się głównie na ograniczaniu emisji pyłu, zgłoszone wartości stężenia LZO są na ogół niskie. Należy zauważyć, że zgłoszone natężenia przepływu gazów odlotowych wahają się od 20 000 Nm³/h do 180 000 Nm³/h [155. TWG 2016]. Niemniej jednak reprezentatywny zakres natężenia przepływu dla działalności w sektorze lotniczym wynosi od 20 000 Nm³/h do 350 000 Nm³/h, przy czym niektóre malarnie mają natężenie przepływu do 550 000 m³/h [komentarz ASD #14 w [212. TWG 2018]].

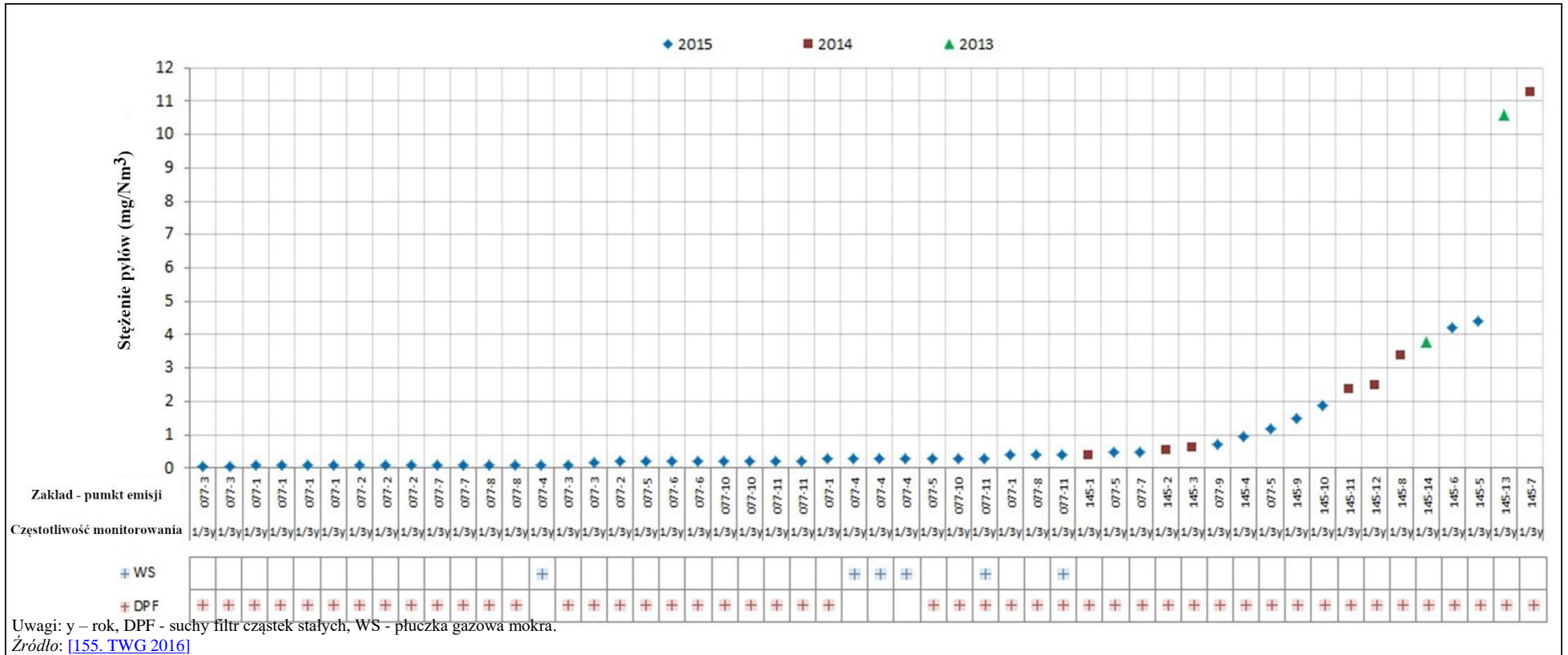
5.3.2.4. Emisje pyłów w gazach odlotowych

Dane dotyczące całkowitych emisji pyłu z instalacji referencyjnych przedstawiono na Ilustracji 5.7. Na ogół uzyskane wartości stężenia emisji pyłu są niższe niż 3 mg/Nm³. Zgłoszone wartości pyłu chromianowego są niższe niż 0.002 mg/Nm³.

Podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych wartości stężeń pyłu w 2015 r. przedstawiono w Tabeli 5.2.

Tabela 5-2 Parametry statystyczne dla emisji pyłu w gazach odlotowych w 2015 r.

Ilość punktów	Średnia (mg/Nm ³)	Mediana (mg/Nm ³)	Percentyl 25 (mg/Nm ³)	Percentyl 75 (mg/Nm ³)
42	0.53	0.20	0.10	0.40
Źródło: [155. TWG 2016]				



Ilustracja 5-7 Emisje pyłów w gazach odlotowych – wartości średnie w latach 2013 – 2015.

5.3.2.5. Emisje do wody

Wraz z szlamem po malowaniu powstają ścieki z osadzania na mokro mgły lakierniczej. Oczyszczanie ścieków jest podobne do procesów stosowanych w seryjnym malowaniu samochodów osobowych.

Dane dotyczące emisji do wody zostały przedłożone tylko dla jednego zakładu (z trzech uczestniczących w gromadzeniu danych) i tylko z jedną wartością dla chromu sześciowartościowego [155. TWG 2016].

5.3.2.6. Wytwarzanie odpadów

W poniższej tabeli zestawiono główne rodzaje odpadów wytwarzanych podczas powlekania samolotów a także ich właściwości.

Tabela 5-3 Dane dotyczące wytwarzania odpadów z procesów powlekania samolotów.

Rodzaj odpadów	Źródło	Średnia zawartość rozpuszczalnika (%)	Sposób recyklingu lub unieszkodliwiania
Resztki rozpuszczalnika	Procesy produkcyjne	100	Odprowadzane poza zakład
Szlam po malowaniu	Procesy produkcyjne	30-55	Odprowadzane poza zakład
Odpady rozpuszczalnika	Procesy czyszczenia	75-100	Odprowadzane poza zakład
Odpady powłoki bazowej	Procesy produkcyjne	30-40	Odprowadzane poza zakład
Odpady utwardzacza	Procesy produkcyjne	50	Odprowadzane poza zakład
Filtry do farb	Procesy produkcyjne	0	Odprowadzane poza zakład
Puste pojemniki po farbach	Procesy produkcyjne	NI	Odprowadzane poza zakład
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych. Źródło: [155. TWG 2016]			

Proponowane techniki minimalizacji wytwarzania odpadów to:

- stosowanie pojemników wielokrotnego użytku w celu zmniejszenia ilości złomu;
- odzyskiwanie zużytego rozpuszczalnika z oczyszczania pistoletu do malowania, które w jednym przypadku jest wykonywane przez wykonawcę zewnętrznego;
- odzyskiwanie zużytych rozpuszczalników przez destylację (w przypadku jednego zakładu szacowany początkowy stopień odzysku wynosił 60 % obj. z tendencją spadkową w czasie);
- odwadnianie osadów z oczyszczalni ścieków za pomocą wirówek i dekanterów.

5.3.3. Konserwacja

Ze względu na różne geometrie samolotów, wartości zużycia i emisji podano dla Boeinga 747-400 (zob. Tabela 5.4). Dla tego typu samolotu trzeba pomalować około 2 780 m². Dane pochodzą z Lufthansa Technik, Niemcy, z roku 2001.

Tabela 5-4 Zużycie materiałów na jeden samolot Boeing 747-400 w Lufthansa Technik.

Proces	Material	Zużycie materiału (kg)	Zawartość rozpuszczalnika (%)	Emisje LZO (kg na jeden B747)
Usuwanie farby	Chemiczny środek do usuwania farby	3 000		Brak LZO ⁽¹⁾
Obróbka wstępna	Podkład reaktywny na bazie poliwinylbutyralu zawierający chromian	240	76	182
	Podkład zawierający chromian	450	67	301
	Podkład nie zawierający chromianu	450	71	319
Czyszczenie	Octan butylu, alkohol butylowy	200	100	200
Powłoka nawierzchniowa	O dużej zawartości cząstek stałych	1 200	43	516
	Na bazie rozpuszczalnika	1 300	61	793
Powłoka bezbarwna	Na bazie rozpuszczalnika	1 200	65	780
⁽¹⁾ Brak LZO zgodnie z definicją IED. Źródło: [5. DFIU i in. 2002]				

W zależności od zastosowanego systemu malowania, emisje LZO wynoszą 1.2-2.3 t na powleczony Boeinga 747-400. Jeśli stosowane są powłoki nawierzchniowe o wysokiej zawartości cząstek stałych, emisja lotnych związków organicznych jest mniejsza o około jedną tonę w porównaniu z konwencjonalnymi powłokami nawierzchniowymi oraz dodatkową warstwą powłoki bezbarwnej. Urządzenia do oczyszczania gazów odlotowych, np. utleniacze, nie są instalowane ze względu na duże przepływy objętościowe (ok. 450 000 m³/h) i niskie stężenia LZO.

W zakładzie całkowicie lub częściowo powleka się różne typy samolotów; powlekanie 150 samolotów (A300) rocznie uznaje się za punkt odniesienia przy obliczaniu poziomu emisji LZO w ciągu jednego roku. W roku 2000 obliczono, że wyemitowano 67 t LZO. Wartość emisji wynosząca 150 kg/h jest okresowo przekraczana w przypadku niektórych procesów powlekania ze względu na jednoczesne nakładanie farby przez kilku pracowników (do 12 lakierników).

5.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania samolotów

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do powlekania samolotów. W Tabeli 5.5 przedstawiono ogólne techniki istotne dla powlekania samolotów, które opisano w Rozdziale 17. Techniki te nie zostały powtórzone w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 5-5 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

5.4.1. Techniki oparte na materiałach

5.4.1.1. Farby o wysokiej zawartości cząstek stałych

[176. ASD 2017] [212. TWG 2018]

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.1.

Farby na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych zawierają następujące ilości wagowe rozpuszczalników:

- podkład zewnętrzny (zewnętrzna powierzchnia samolotu): 20-25 % rozpuszczalnika bezchromianowego, na bazie żywicy epoksydowej;
- zewnętrzna powłoka nawierzchniowa: 30-35 % rozpuszczalnika, na bazie żywicy poliuretanowej;
- zewnętrzna powłoka bazowa: 30-35 % rozpuszczalnika, na bazie żywicy poliuretanowej;
- powłoka bezbarwna: 45-50 % rozpuszczalnika, na bazie żywicy poliuretanowej.

W przypadku powłok strukturalnych dostępne są podkłady bazowe (30-40 % zawartości rozpuszczalnika) oraz powłoki nawierzchniowe (35-45 % zawartości rozpuszczalnika) w wariantach o wysokiej zawartości cząstek stałych.

Korzyści dla środowiska

Technika ta jest stosowana w celu zminimalizowania emisji LZO, tam gdzie ma to zastosowanie, w porównaniu z konwencjonalnymi systemami farb na bazie rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Optyczne właściwości powierzchni oraz właściwości techniczne farb o wysokiej zawartości cząstek stałych są równe lub nawet lepsze niż w przypadku farb konwencjonalnych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zastosowanie materiałów bezchromianowych oznacza wyższy procentowy udział LZO. Wymagana jest modyfikacja sprzętu do malowania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowana w szczególnych przypadkach do powlekania zewnętrznych powierzchni nowych samolotów.

Ekonomika

Koszty materiałów oraz koszty usuwania farby w ramach czynności konserwacyjnych są wyższe w porównaniu z konwencjonalnymi materiałami na bazie rozpuszczalników.

Siła napędowa wdrażania

- W niektórych szczególnych przypadkach zastępuje konwencjonalne farby na bazie rozpuszczalników.
- Mniejsza ilość materiału potrzebna do uzyskania podobnej grubości powłoki.
- Mniejsze ryzyko pożaru.

Przykładowe zakłady

Zakłady #077, #078 i #145 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

5.4.1.2. Farby na bazie wody

[\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2. Farby na bazie wody są używane w zastosowaniach strukturalnych (nie są używane do zastosowań zewnętrznych), na przykład jako podkład podstawowy (inhibitowany i nieinhibitowany), powłoka nawierzchniowa i lakier/ochrona elementów złącznych.

Korzyści dla środowiska

Farby na bazie wody mają niższą zawartość LZO niż inne farby konwencjonalne.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Farby na bazie wody zawierają 250-350 g/l LZO.
- Jednolitość koloru może zostać poprawiona.

- Pomimo niewielkich modyfikacji urządzeń, takich jak pistolety natryskowe, koszty stałe mogą być niższe ze względu na zmniejszenie ilości zużywanej farby dzięki mniejszemu narastaniu warstwy.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Farby zawierające chromian są nadal stosowane do części metalowych (nie do części z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem węglowym (CFRP)).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Farby te mogą być stosowane tylko do niektórych zastosowań strukturalnych (nie do zastosowań zewnętrznych), na przykład jako podkład podstawowy (inhibitowany i nieinhibitowany), powłoka nawierzchniowa i lakier/ochrona elementów złącznych.

Ekonomia

Pomimo niewielkich modyfikacji urządzeń, takich jak pistolety natryskowe, koszty stałe mogą być niższe ze względu na zmniejszenie ilości zużywanej farby dzięki mniejszemu narastaniu warstwy.

Na ogół koszt farby jest niższy.

Siła napędowa wdrażania

- Redukcja LZO.
- Poprawa jakości: grubość warstwy farby.
- Poprawa estetyki - mniejsze zróżnicowanie kolorystyczne na podzespołach przed ostatecznym malowaniem, ponieważ farby na bazie wody oraz farby nowej generacji są produkowane według wspólnego systemu dopasowania kolorów (RAL).
- Obniżenie kosztów farb.

Przykładowe zakłady

Zakład #078 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

5.4.2. Techniki i sprzęt do nakładania farby

5.4.2.1. Natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie

[\[176. ASD 2017\]](#)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.12. Technika ta jest powszechnie stosowana w przypadku elementów w przeważającej mierze płaskich.

Przykładowe zakłady

Zakłady #077, #078 oraz #145 w [\[155. TWG 2016\]](#).

5.4.2.2. Malowanie komponentów - nakładanie powłok w pomieszczeniach zamkniętych oraz w sposób zautomatyzowany

[\[176. ASD 2017\]](#)

Opis

Części składowe (komponenty) mogą być powlekanie poprzez zastosowanie procesów malowania w zamkniętych kabinach lakierniczych (zob. sekcja 17.10.2.1).

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują redukcję emisji niezorganizowanych i hałasu. Zmniejsza się również objętość powietrza, które musi zostać odprowadzone, a tym samym zmniejsza się zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana do nanoszenia farby na małe elementy składowe (komponenty).

Siła napędowa wdrażania

Zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Zakłady #077, #078 i #145 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

5.4.2.3. Druk bezpośredni

[\[176. ASD 2017\]](#)

Opis

Druk bezpośredni to technologia umożliwiająca bezpośredni nadruk na częściach samolotu indywidualnie zaprojektowanych wzorów. System ten wykorzystuje farby na bazie rozpuszczalnika. Indywidualny kolor składa się z czterech różnych atramentów zgodnie ze spektrum kolorów CMYK (cyjan, magenta, żółty, czarny). Urządzenie drukujące porusza się po części za pomocą automatycznego systemu kartezyjskiego (roboty kartezyjskie) i jest wyposażone w dodatkową trzecią oś, aby podążać za prostymi częściami 3D, takimi jak pionowy płat ogonowy lub winglety (końcówki skrzydeł).

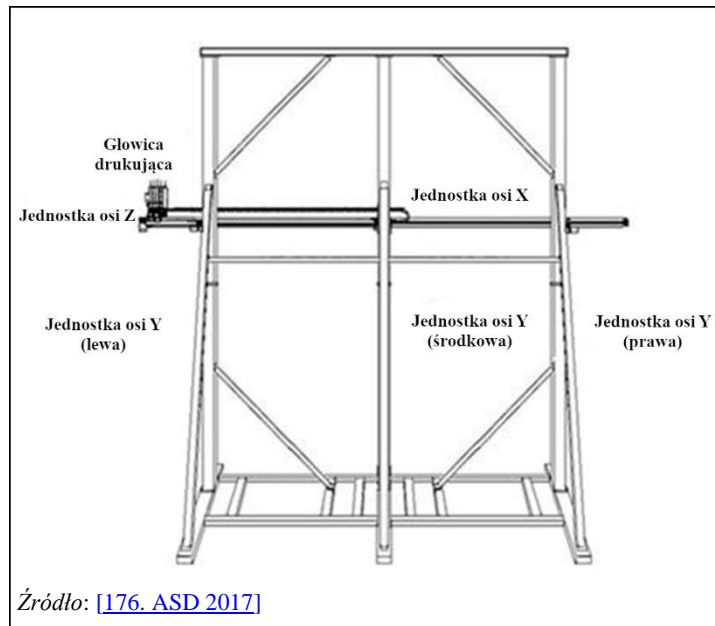
Szczegóły techniczne

Technologia druku bezpośredniego może być stosowana do nanoszenia bardzo skomplikowanych wzorów na częściach samolotu, np. na stateczniku pionowym.

Głównymi częściami systemu drukującego są: stacja robocza, sterownik, rama z osiami x, y i z, głowica drukująca wraz z zespołem pomiaru odległości oraz zbiorniki z farbą. System CYMK jest podstawowym systemem kolorystycznym maszyny. Głowice drukujące mogą być wyposażone w dodatkowe dysze, np. do podkładu lub koloru spotowego.

Moduł bramowy (suwnica)

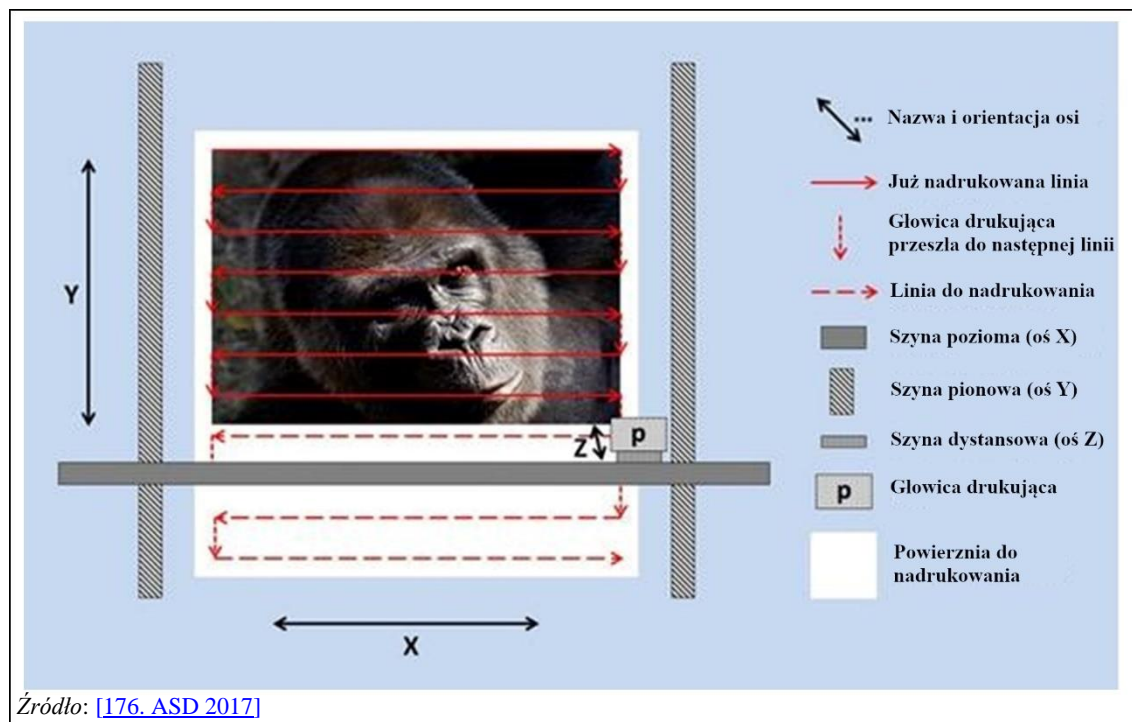
Podstawowym elementem jest kartezyjska rama bazowa (suwnica) z głowicą drukującą na ruchomych saniach. Ruchome sanie mogą się przesuwać zgodnie z osią z. Tak więc osie x- i y mogą być zbudowane na szynach, które mają bardzo wysoką stabilność. Dzięki tej stabilności osiągnięta jest niezbędna dokładność powtórzeń.



Ilustracja 5-8 Jednostka bramowa (suvnica) z wszystkimi osiami i głowicą drukującą.

Głowica drukująca

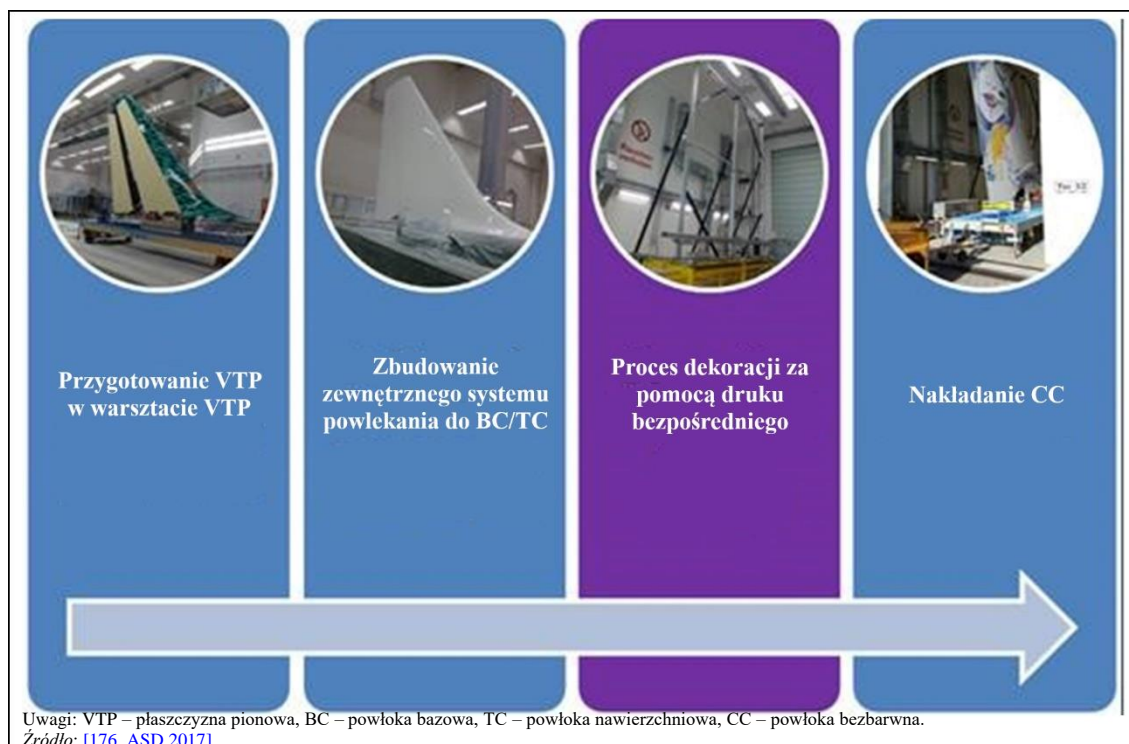
Głowica drukująca rozpoczyna proces drukowania w lewym górnym rogu i przesuwa się w linii prostej na poziomej szynie z lewej do prawej strony nad powierzchnią i nakłada warstwę za pomocą piezoelektrycznych zaworów strumieniowych. Po zakończeniu linii cała pozioma szyna z głowicą drukującą przesuwa się w dół, łącząc ze sobą linie i tworząc powierzchnie.



Ilustracja 5-9 Zasada działania suwnicy o osiach x, y, z.

Proces

Technologia druku bezpośredniego jest stosowana do nakładania warstw dekoracyjnych pomiędzy powłoką bazową lub nawierzchniową a powłoką bezbarwną (zob. Ilustracja 5.11). Proces druku bezpośredniego przebiega zgodnie z przedstawionym poniżej łańcuchem procesów.



Ilustracja 5-10 Łańcuch procesów obejmujący druk bezpośredni.



Ilustracja 5-11 Porównanie systemu BCCC (powłoka bazowa - BC / powłoka bezbarwna - CC) z drukiem bezpośrednim w BCCC.

Korzyści dla środowiska

- Zmniejszone zużycie materiału do malowania (farby) i/lub maskującego.
- Mniejsza emisja LZO w porównaniu z logotypami malowanymi.

- Zmniejszona ilość odpadów (mniejsza ilość materiału maskującego) oraz wyższa wydajność (mniejsza mgła lakiernicza) podczas aplikacji.
- Eliminacja folii samoprzylepnej do dekoracji.
- Oszczędność na wadze dzięki minimalnej grubości warstwy - oszczędność paliwa.
- Wydłużona żywotność dzięki mniejszym efektom erozji - oszczędność zasobów.
- Zmniejszone zużycie energii dzięki mniejszym wymaganiom stawianym systemowi wentylacyjnemu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przykład - projekt słonecznego serca firmy Thomas Cook Group (pierwsze zastosowanie przemysłowe):

- Zużycie tuszu: 500 ml.
- Dostawa do klienta: 05/2016 - Godziny lotów/cykle: 2 843 h / 823 - Nie zaobserwowano pęknięć / złuszczeń / delaminacji.
- Oszczędność na wadze ok. 3 kg (190 g/m²).
- Czas druku 20 h (bez pracowników) z jednostronnym urządzeniem drukującym (system 20-dyszowy).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Użycie tuszu na bazie acetonu z pigmentami żywicy winylowej (VR). Farby te mają wysoką zawartość LZO. Jednak tylko niewielkie ilości tuszu są wykorzystywane/emittowane w szerokim przedziale czasowym.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Odtwarzalność koloru (odcień koloru)

Technologia druku oparta jest na metodzie CMYK. To spektrum kolorów stanowi tylko niewielką część szerszego spektrum kolorów, np. firmy Pantone, gdzie zdefiniowana została większość kolorów niestandardowych. Z tego powodu technologia ta nie może być stosowana do drukowania wszystkich wzorów wymaganych przez klienta (wysokie ryzyko niedopasowania kolorów).

Dostępność

Nie ma pełnej dostępności do wszystkich części samolotu (nawet niektórych części płaszczyzn pionowych VTP) ze względu na to, że jednostka bramowa jest używana jako system prowadzący dla głowicy drukującej. Technologia ta jest obecnie ograniczona do części o lekkich konturach, takich jak VTP i winglety (końcówki skrzydeł).



Ilustracja 5-12 Aktualny obszar zastosowań technicznych.

Ekonomia

Dla przemysłowego urządzenia drukującego (dane z 2017 r.):

- Inwestycja: 1.4 mln EUR bez kosztów złożenia.
- Cena tuszu: 700 EUR/l.
- Oszczędności:
 - LT (czas przygotowania i demontażu): do 114 godz. dla projektów VTP o dużej złożoności;
 - RC (koszt uzyskania): np. 7 000 EUR za folię samoprzylepną ze słonecznym sercem firmy Thomas Cook Group (całkowita powierzchnia tylko 17 m²); pełna folia samoprzylepna do dekoracji VTP do 25 000 EUR (całkowita powierzchnia 43 m²).

Siła napędowa wdrażania

Tradycyjne metody stały się niewystarczające w obliczu pragnienia linii lotniczych do tworzenia artystycznych wzorów, co doprowadziło do opracowania nowej technologii automatycznego tworzenia złożonych obrazów dekoracyjnych (tzw. *livery paintings*) oraz zwiększenia elastyczności w ich nakładaniu.

Przykładowe zakłady

Pierwsze prototypowe urządzenie drukujące jest dostępne w wieloprogramowym centrum malowania Airbus Hamburg (Zakład #077 w [155. TWG 2016]). Prototyp jest w stanie drukować na powierzchni o wymiarach 7 000 mm x 7 000 mm przy maksymalnej długości osi Z wynoszącej 450 mm. Głowica drukująca wyposażona jest w 20 dysz, po 4 dla każdego koloru (cyjan, magenta, żółty, czarny plus biały podkład). Maszyna może być obsługiwana półautomatycznie przez nasadkę dyszową (płytką pomiarowa) lub przez tracker laserowy (bezdotykowo).



Ilustracja 5-13 Urządzenie do druku bezpośredniego.

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

5.4.3. Oczyszczanie gazów odlotowych pochodzących z powlekania powierzchni zewnętrznych samolotu

[\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Nakładanie farby na samoloty odbywa się w zamkniętych warsztatach (zob. sekcja 17.10.2.1) i całkowicie ręcznie za pomocą pistoletu do nakładania farby. Oczyszczanie gazów odlotowych poza wychwytywaniem nadmiernej mgły lakierniczej nie jest zwykle stosowane ze względu na znaczne natężenie przepływającego powietrza (około 450 000 m³/h), niskie stężenie LZO i nieciągłą pracę instalacji.

5.4.3.1. Myjka mokra

[\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Opis

Myjka mokra składa się z filtra suchego (struktura z włókna szklanego) oraz systemu płuczek gazowych mokrych (komory, do których wtryskiwana jest woda z koagulantem).

Szczegóły techniczne

Ogólny opis znajduje się w sekcjach 17.10.4.2 i 17.10.4.4. Podczas malowania powstaje mgła lakiernicza (30 - 50 % zużytej farby staje się mgłą lakierniczą). Strumień powietrza kieruje mgłą lakierniczą do filtra suchego (do 90 % mgły lakierniczej jest wychwytywane przez maty), a następnie do płuczek gazowych mokrych (gdzie wychwytywana jest pozostała mgła lakiernicza). Zarówno filtry suche jak i płuczki gazowe mokre mogą wychwycić mgłę lakierniczą, ale tylko płuczka gazowa mokra może wychwycić emisje LZO.

Wartości progowe systemu pomiaru węgla są wykorzystywane do uruchamiania/zatrzymywania pompy spryskiwacza. Ten sposób pracy ogranicza zużycie energii elektrycznej i ma na celu maksymalizację redukcji LZO. Zaleca się wymianę wody w płuczce w trakcie i po malowaniu.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji LZO (wychwytywanie części rozpuszczalnych LZO), redukcja emisji pyłów, redukcja chemikaliów używanych do oczyszczania ścieków oraz zużycia energii elektrycznej.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Aby uzyskać lepszą powierzchnię filtracyjną i wydajność, filtr suchy musi mieć strukturę zygzakowatą.

Efektywność techniki w zakresie wychwytywania emisji LZO może się zmieniać w zależności od:

- rodzaju operacji lakierniczych (podkład, powłoka nawierzchniowa, itp.);
- rozpuszczalności rozpuszczalnika użytego w farbie;
- prędkości strumienia powietrza: gdy natężenie przepływu powietrza odprowadzanego jest zmniejszone o połowę (300 000 m³/h).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Zużycie energii na potrzeby systemu wentylacji oraz pompowania wody do myjki mokrej.
- Wytwarzanie odpadów w wyniku stosowania suchych mat filtracyjnych.
- Ścieki pochodzące z myjki mokrej. Należy zwrócić uwagę na poziom ChZT w ściekach.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Filtry suche i płuczki gazowe mokre należy łączyć w celu uzyskania lepszej wydajności (wychwytywanie pyłu a także lotnych związków organicznych) oraz poprawy kosztów utrzymania. Gdy filtry suche i płuczki gazowe mokre są eksploatowane oddzielnie, mogą wystąpić pewne problemy techniczne (zwiększone koszty utrzymania).

Ekonomika

Koszty obiektów w zakresie inwestycji lub bieżących operacji są bardzo znaczące.

Koszty inwestycyjne:

- Filtr suchy.
- Płuczka gazowa mokra.
- Adaptacja systemu wentylacji (najbardziej kosztowny składnik inwestycji).

Koszty operacyjne:

- Konserwacja wentylacji (bardzo wysokie i istotne koszty).
- Żywotność filtra suchego - wymaga regularnej wymiany.
- Czyszczenie myjki mokrej (mniej więcej co 2 lata).
- Konserwacja oczyszczalni ścieków.
- Oczyszczanie z farby pomieszczeń wentylacyjnych i mieszalni.

Przykładowe zakłady

Zakład #077 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[176. ASD 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6. PRZEMYSŁ POWLEKANIA METODĄ CIĄGLĄ

6.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania metodą ciągłą

[22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [212. TWG 2018]

Definicja procesu powlekania metodą ciągłą (z ang. *coil coating*; stosowana jest również nazwa powlekanie zwojów chociaż niezbyt poprawnie oddaje istotę procesu) zgodnie z normą EN-10169-1:2010 jest następująca: „Jest to proces, w którym (organiczny) materiał powłokowy nakładany jest na walcowaną taśmę metalową w procesie ciągłym, który obejmuje czyszczenie, o ile jest to konieczne, chemiczną obróbkę wstępną powierzchni metalu oraz jedno- lub dwustronne, pojedyncze lub wielokrotne nakładanie (ciekłych) farb lub proszków powłokowych, które są następnie utwardzane i/lub laminowane trwałymi foliami z tworzyw sztucznych”.

Podłoże stanowi zazwyczaj stal walcowana na zimno, powlekana cynkiem lub stopem cynku (75 %) lub aluminium (25 %, wyrażone jako procent powierzchni). Spośród powłok 95 % stanowią farby, a 5 % laminaty z tworzyw sztucznych.

Proces powlekania metodą ciągłą daje możliwość uzyskania szerokiej gamy kolorów, poziomów połysku i faktur powierzchni. Powleczone metodą ciągłą materiały mogą być dostarczane w formie zwojów, arkuszy lub pociętych odcinków; mogą być następnie gięte, profilowane, głęboko tłoczone, mocowane itp. bez uszkodzenia powłoki powierzchniowej. Wszystkie etapy i parametry procesu są pod stałą kontrolą, np. proces wstępnego oczyszczania, grubość powłoki, kolor, połysk, przyczepność oraz właściwości mechaniczne powłoki.

6.1.1. Wielkość branży powlekania metodą ciągłą

Większość przedsiębiorstw zajmujących się powlekaniami metodą ciągłą w Europie należy do dużych grup przemysłu stalowego lub aluminiowego, dostarczających zazwyczaj duże ilości wstępnie powleczonego metalu. Niektóre firmy zajmujące się powlekaniami metodą ciągłą, jak np. firmy zajmujące się powlekaniami wąskich taśm oraz wyspecjalizowane centra serwisowe, dostarczają użytkownikowi mniejsze i bardziej dostosowane do jego potrzeb ilości.

Liczba linii do powlekania metodą ciągłą na całym świecie nadal rośnie, wraz z rozwojem rynku wstępnie malowanego metalu; w 2017 r. było ich około 575 w 61 różnych krajach (z wyłączeniem Ameryki Północnej i Południowej) w porównaniu z 390 w 2004 r. [Komentarz ECCA #36 w [212. TWG 2018]].

W Tabeli 6.1 podano liczbę linii produkcyjnych w poszczególnych krajach Europy oraz ich roczne zdolności produkcyjne dla wstępnie pomalowanej stali i aluminium. Nie wiadomo, czy wszystkie z nich są objęte zakresem Dyrektywy IED.

Tabela 6-1 Liczba i zdolności produkcyjne (wydajność) europejskich linii powlekania ciągłego.

Kraj	Liczba linii produkcyjnych	Wydajność	
		Stal (kt/rok)	Aluminium (kt/rok)
Austria	2	300	
Belgia	6	830	8
Czechy	2	50	*
Dania	1	20	*
Finlandia	2	310	-
Francja	15	1 649	128
Niemcy	26	1 507	420*
Grecja	4	25	30

Włochy	27	1 669	95*
Holandia	7	380	20*
Polska	4	340	-
Portugalia	4	147	-
Rumunia	2	170	-
Słowenia	1	NA	-
Słowacja	1	105	-
Hiszpania	21	585	59*
Szwecja	5	215	0.5
Wielka Brytania	7	503	*
Razem	137	8 805	166.5
* Dane dotyczące stali i aluminium nie są rozdzielone, więc w danych dotyczących stali uwzględniono całość. Źródło: [Dane ECCA, komentarz #2 w [212. TWG 2018]]			

Produkty z blachy wstępnie pomalowanej są szeroko stosowane w tak różnych branżach, jak budownictwo i konstrukcje, produkty konsumenckie, przemysł motoryzacyjny, meble, oświetlenie, opakowania konsumenckie itp. Europejski i amerykański popyt na wstępnie pomalowane blachy przedstawiono w Tabeli 6.2; rynek europejski podwoił swoją wielkość od początku lat 90 XX wieku i prognozowany jest dalszy wzrost [komentarz ECCA #38 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Tabela 6-2 Statystyki powlekania metodą ciągłą za rok 2016.

Stowarzyszenie	Stal		Aluminium	
	(kt)	(%)	(kt)	(%)
ECCA	5 205	57	386	43
NCCA	3 978	43	513	57
Razem	9 183	100	899	100
Uwagi: ECCA: Europejskie Stowarzyszenie Operatorów Kablowych. NCCA: Krajowe Stowarzyszenie Przedsiębiorstw Powlekania Metodą Ciągłą (Stany Zjednoczone). Źródło: [Dane ECCA, komentarz #3 w [212. TWG 2018]]				

6.2. Stosowane w powlekanii metodą ciągłą procesy i techniki

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[174. Finlandia 2017\]](#) [\[175. ECCA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)
[\[264. TWG 2019\]](#)

Linia do powlekania metodą ciągłą powleka obie strony metalowego podłoża farbą lub laminatem, albo jednym i drugim. Jedna strona jest pokryta farbą podkładową i nawierzchniową, która zapewnia estetyczne i funkcjonalne właściwości produktu; druga strona jest pokryta farbą podkładową i/lub spodnią. Typowymi metalowymi podłożami są:

- (a) stal ocynkowana na gorąco lub galwanizowana;
- (b) niepowleczona stal walcowana na zimno;
- (c) aluminium.

Inne metale, takie jak stal nierdzewna i stopy miedzi mogą być również powlekane do zastosowań niszowych.

Linie do powlekania metodą ciągłą w Europie to linie umiejscowione w:

- (i) Instalacjach zlokalizowanych w dużych zakładach do produkcji stali lub aluminium (zwykle określanych jako zakład zintegrowany), w których proces powlekania metodą ciągłą jest jednym z kilku procesów produkcyjnych obsługiwanych przez właściciela zakładu. W takich przypadkach systemy elektryczne, wodne i inne wymagane przez urządzenia do powlekania metodą ciągłą są zazwyczaj częścią ogólnej infrastruktury obsługującej dany zakład. Zakład zazwyczaj opracowuje plan zarządzania środowiskowego, który minimalizuje jego wpływ na środowisko poprzez podejście holistyczne w odniesieniu do wszystkich poszczególnych obiektów i procesów przebiegających na terenie zakładu. Może to mieć bezpośredni wpływ na działanie instalacji do powlekania metodą ciągłą, np. wykorzystanie gazu odpadowego w utleniaczu termicznym zamiast spalania go na pochodniach, oraz na wskaźniki środowiskowe związane z linią, np. zużycie energii.
- (ii) Zakładach, które są przeznaczone wyłącznie do prowadzenia procesu powlekania metodą ciągłą. W niektórych przypadkach więcej niż jedna linia do powlekania metodą ciągłą może być częścią tej samej instalacji. Usługi związane z urządzeniami do powlekania metodą ciągłą są wyraźnie zidentyfikowane i określone ilościowo. W takich przypadkach plan zarządzania środowiskiem dla instalacji jest silnie skoncentrowany na działaniu instalacji w zakresie powlekania metodą ciągłą.

Branża wykorzystuje szereg różnych konfiguracji produkcyjnych dla zakładów powlekania metodą ciągłą, które produkują wstępnie pomalowany metal. Są to konfiguracje:

- (a) Autonomiczna: jest to najczęściej spotykana konfiguracja i została opisana w sekcji 6.2.1.1.
- (b) Tzw. *combiline*: ostatnia innowacja w przemyśle, w której procesy cynkowania na gorąco (cynkowania ogniowego) i powlekania/utwardzania organicznego są połączone w jedną ciągłą linię produkcyjną. Mogą to być specjalnie zbudowane zakłady lub powstające poprzez doposażenie w urządzenia do powlekania/utwardzania istniejące zakłady do nakładania powłok metalicznych (zob. sekcja 6.2.1.2).
- (c) Specjalistyczna: w przypadku, gdy urządzenia do powlekania organicznego i suszenia zostały zainstalowane w zakładzie produkującym stal przeznaczoną na określone rynki, np. stal elektrotechniczną, stal opakowaniową, które zazwyczaj nie są dostarczane przez tradycyjne zakłady powlekania metodą ciągłą. W procesie powlekania na stal specjalną nakładana jest ostateczna warstwa organiczna, w przypadku której podstawowe znaczenie

mają właściwości metalurgiczne produktu (inaczej niż w przypadku typowego powlekania metodą ciągłą).

6.2.1. Opis procesów w typowej linii do powlekania metodą ciągłą

6.2.1.1. Linia autonomiczna

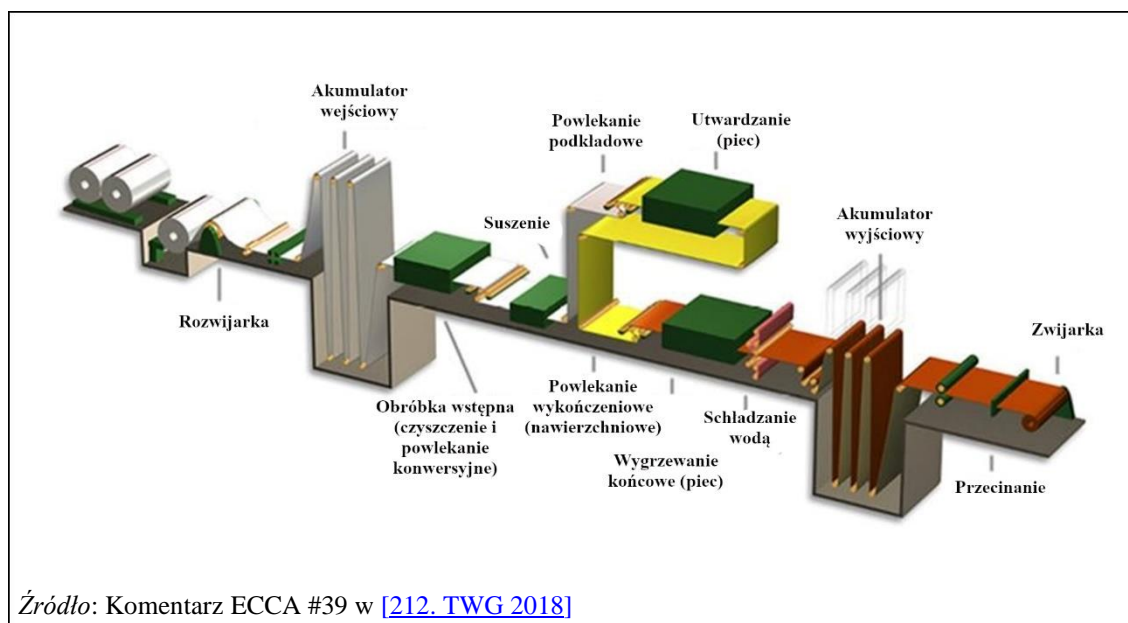
Najczęstszym przypadkiem jest linia do organicznego powlekania metodą ciągłą, składająca się z urządzenia rozwijającego (rozwijarki), wejściowego akumulatora taśmy (*strip accumulator*), czyszczenia, powlekania konwersyjnego, powlekania podkładowego, powlekania wykończeniowego, akumulatora wyjściowego i urządzenia zwijającego (zwijarki). Taka konfiguracja umożliwi ciągłą pracę linii z dużą prędkością przez 7 dni w tygodniu, 24 godziny na dobę, co zapewnia maksymalną wydajność. Wszystkie parametry procesu są kontrolowane celem zapewnienia efektywnego działania.

Tabela 6.3 przedstawia typowe parametry operacyjne linii do organicznego powlekania metodą ciągłą, a Ilustracja 6.1 podstawowy układ linii.

Tabela 6-3 Typowe parametry pracy linii do organicznego powlekania metodą ciągłą.

Parametr	Wartość
Prędkość operacyjna (m/min)	30-180
Grubość (mm)	0.1-3
Szerokość (mm)	150 - 2 700
Grubość powłoki (μm z każdej strony)	3 - 200

Źródło: [22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] uaktualnione przez ECCA komentarzem #67 w [212. TWG 2018]



Ilustracja 6-1 Typowy układ linii do powlekania metodą ciągłą.

W następnych rozdziałach bardziej szczegółowo wyjaśniono poszczególne części linii do powlekania metodą ciągłą.

6.2.1.1.1. Wejście

Taśma w zwojach jest wprowadzana na linię przez wózek zwojowy i rozwijarkę. Zwoje są sprawdzane celem zapewnienia zgodności z normami jakości, a następnie przechodzą przez

proces ścinania aby usunąć wszelkie uszkodzone materiały z krawędzi wiodącej. Pomiędzy krawędzią wiodącą nowego zwoju a końcem zwoju już przetwarzanego w linii tworzony jest szew lub zgrzew, aby umożliwić ciągły przepływ materiału przez sekcję przetwarzania. Taśma przechodzi następnie przez nacinarkę, co pozwala na śledzenie szwu na całej linii.

6.2.1.1.2. Wyrównywanie

Kolejnym procesem który można zastosować jest wyrównywanie za pomocą naciągania, aby osiągnąć odpowiednią płaskość. Jest to konieczne, aby ułatwić przejście materiału przez urządzenia do powlekania wałkami oraz piece, a także aby spełnić wymagania klienta. Zły kształt pasów może skutkować nierówną warstwą farby i zarysowaniami. Lokalizacja zespołu wyrównującego może w niektórych przypadkach znajdować się za akumulatorem wejściowym.

6.2.1.1.3. Akumulator

Za wyrównywarką, taśma trafia do tzw. akumulatora wejściowego. Akumulator ten zwykle pracuje z pełną wydajnością, ale uwalnia zmagazynowaną przez siebie taśmę w taki sposób, aby dać wystarczająco dużo czasu sekcji wejściowej na zatrzymanie się i zszycie lub zespawanie zwojów.

6.2.1.1.4. Sekcja czyszcząca

Powszechne jest posiadanie sekcji wstępnego oczyszczania przed akumulatorem wejściowym, ponieważ niektóre linie pracują z kręgami stali walcowanej na zimno (CRS), które były wcześniej naoliwione, aby zapobiec korozji. Prowadzenie naoliwionej taśmy jest bardzo trudne, więc wstępne czyszczenie taśmy przed akumulatorem umożliwia pracę z normalną prędkością. W niektórych przypadkach linie mogą mieć sekcje czyszczące przed i za akumulatorem. Jednak najbardziej powszechne podłoże (zwoje ocynkowane na gorąco (HDG)) nie wymaga czyszczenia przed akumulatorem, a w niektórych przypadkach może nie wymagać czyszczenia w ogóle, i wtedy linia nie posiada tej sekcji.

Taśma jest czyszczona chemicznie i odtłuszczana w ciepłym wodnym roztworze czyszczącym, za pomocą systemu zanurzeniowego i/lub natryskowego (natryskiwanie z obu stron). Istotne jest, aby powierzchnia taśmy była wolna od zanieczyszczeń, takich jak tłuszcz, olej lub ścierane drobiny metaliczne, tak aby mogła być w pełni pokryta powłoką konwersyjną, zapewniając w ten sposób optymalną jakość produktu końcowego. Po oczyszczeniu następuje płukanie gorącą i zimną wodą w celu usunięcia wszelkich pozostałości środków chemicznych. Aby ograniczyć przenoszenie substancji z sekcji odtłuszczania oraz zredukować do minimum ilość ścieków, zazwyczaj stosuje się wałek z rakłą (*squeegee roller*).

6.2.1.1.5. Powlekanie konwersyjne (obróbka wstępna)

Taśma jest suszona przed poddaniem jej obróbce powłoką konwersyjną. Obróbka wstępna jest konieczna, aby zapewnić prawidłowe przyleganie warstwy (warstw) farby oraz dobrą odporność na korozję produktu końcowego. Wybór środków chemicznych stosowanych w procesie obróbki wstępnej opiera się na ich zdolności do osiągnięcia tych dwóch celów.

W oparciu o przepisy REACH [\[47. EU 2006\]](#) dotyczące stosowania chemikaliów zawierających chrom sześciowartościowy (Cr(VI)) w systemach obróbki wstępnej (data wygaśnięcia: 21.09.2017), europejski przemysł powlekania metodą ciągłą opracował gamę produktów niezawierających Cr(VI), które zapewniają wymagany poziom przyczepności i odporności na korozję. Istnieją pewne linie powlekania metodą ciągłą, które nadal używają systemów z Cr(VI) na mocy zezwolenia REACH; przewiduje się jednak, że stosowanie systemów z Cr(VI) w branży

będzie nadal spadać, ponieważ znaleziono odpowiednie alternatywy dla konkretnych niszowych zastosowań produktów, które obecnie wymagają obróbki wstępnej z Cr(VI) [komentarz ECCA #7 i komentarz DK #13 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

W przypadku metali takich jak stal walcowana na zimno i gorąco oraz różne formy stali ocynkowanej, zamiast powyższego można zastosować powłokę z fosforanu żelaza lub cynku, lub obróbkę na bazie fluorku tytanu. Specjalne dodatki będą zazwyczaj również stosowane dla wspierania osadzania się powłoki na różnych metalach oraz zwiększenia wydajności procesu [komentarz ECCA #7 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Powłoka może być nakładana za pomocą chemicznego urządzenia do powlekania wałkami (tzw. „*chemcoater*”, które nie wymaga płukania²⁶) lub za pomocą natrysku czy też zanurzenia, a następnie wałków z rakłą. Niektóre powłoki wymagają końcowego płukania w celu usunięcia wszelkich pozostałości pozostawionych na taśmie, która jest suszona przed wejściem do sekcji powlekania.

6.2.1.1.6. Nakładanie powłoki (warstwy) podkładowej.

Proces malowania składa się z dwóch etapów, a mianowicie nakładania podkładu i nakładania wykończenia. W pierwszym etapie taśma przechodzi przez urządzenie do powlekania wałkami, które nakłada podkład na jedną lub obie strony taśmy. Powlekarka z wałkami może być regulowana w celu dopasowania ilości farby nakładanej na powierzchnię taśmy. Operacje nakładania farby odbywają się w zamkniętym pomieszczeniu z wymuszoną wentylacją, aby zapewnić bezpieczne warunki pracy dla personelu. Walec mierniczy dociska taśmę do walca odbierającego i pomaga kontrolować grubość mokrej warstwy farby. Zazwyczaj farba podkładowa nakładana jest techniką dwuwalcową (wałek pobierający i wałek nakładający).

Po nałożeniu podkładu, taśma przechodzi przez piec o odpowiedniej temperaturze i przy pożądanym czasie pobytu, aby zagwarantować, że wszystkie substancje lotne zostaną usunięte a farba prawidłowo utwardzona. Będzie to zależało od zastosowanego systemu malowania i powierzchni przekroju poprzecznego taśmy. Po utwardzeniu w piecu, taśma jest schładzana przez system chłodzący powietrzem i/lub wodą.

6.2.1.1.7. Nakładanie powłoki wykończeniowej (nawierzchniowej)

Po wysuszeniu, taśma przechodzi przez drugą maszynę do powlekania wałkami, która nakłada powłokę wykończeniową na jedną lub obie powierzchnie. Podobna lub inna powłoka może zostać nałożona na odwrotną stronę zwoju. Farba może być nakładana zarówno na górną, jak i dolną stronę taśmy za pomocą dwóch wałków (wałek pobierający i nakładający) lub trzech wałków (miernik, wałek pobierający i wałek nakładający) w zależności od produktu. W urządzeniu do powlekania wykończeniowego znajdują się dwie różne głowice do malowania dla górnej strony taśmy i dwie różne głowice do malowania dla strony dolnej. Dzięki temu możliwa jest szybka zmiana koloru po obu stronach taśmy. Również w tym przypadku grubość farby nakładanej na każdą stronę taśmy może być kontrolowana. Następnie powleczona taśma przechodzi przez piec o odpowiedniej temperaturze, aby zagwarantować, że wszystkie substancje lotne zostaną usunięte a farba będzie w pełni utwardzona. Po utwardzeniu w piecu, taśma jest schładzana przez system chłodzący powietrzem i/lub wodą.

Wszystkie operacje powlekania wykończeniowego są zwykle przeprowadzane w zamkniętym pomieszczeniu, które jest odpowiednio wentylowane, aby zapewnić bezpieczne warunki pracy dla personelu zgodnie z lokalnymi i europejskimi przepisami.

²⁶ Znanego również jako „*dry-in-place*” (na sucho) lub „*no-rinse*” (bez płukania).

6.2.1.1.8. Wytłaczanie i laminowanie

Walce wytłaczające służą do odciskania wzorów lub faktur na grubszych powłokach (takich jak produkty z plastizolu). Po wytłoczeniu następuje hartowanie i suszenie.

Podczas produkcji materiałów laminowanych, do taśmy przyklejana jest cienka folia polimerowa. W takim przypadku urządzenie do powlekania wykończeniowego nakłada na taśmę klej który jest następnie aktywowany w piecu przed procesem laminowania i schłodzenia wodą.

6.2.1.1.9. System chłodzenia

W celu zminimalizowania zużycia wody można zastosować wieżę wyparną lub inną wieżę chłodzącą, aby zapewnić zamknięty system schładzania taśmy, o ile jest to zgodne z wymaganiami dotyczącymi jakości produktu.

6.2.1.1.10. Wyjście

Po schłodzeniu, taśma przechodzi przez akumulator wyjściowy i gilotynę/nożyce. Akumulator pozwala linii pracować w sposób ciągły, podczas gdy sekcja wyjściowa zwalnia lub zatrzymuje się w celu ucięcia i usunięcia gotowego zwoju. Taśma jest kontrolowana i testowana, celem sprawdzenia, czy spełnia standardy jakości, a następnie zwijana na bębnie napinającym. Gotowy zwój jest usuwany i wiązany taśmą. Następnie jest znakowany i przenoszony do strefy pakowania, gdzie jest pakowany zgodnie z wymaganiami klienta.

6.2.1.2. Combiline

[\[175. ECCA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Stal ocynkowana na gorąco jest najbardziej powszechnym podłożem stosowanym w przemyśle powlekania stali metodą ciągłą. W wielu instalacjach znajdują się zarówno urządzenia do cynkowania na gorąco, jak i do powlekania zwojów, a pomysł połączenia tych dwóch procesów w tej samej linii produkcyjnej został opracowany ze względu na jego potencjał jako opłacalnego układu przemysłowego.

W ciągu ostatniej dekady, udoskonalenia techniczne zarówno w zakresie farb stosowanych do powlekania metodą ciągłą, jak i związanej z tym technologii utwardzania, umożliwiły połączenie powlekania na gorąco i powlekania organicznego w jednym ciągłej linii produkcyjnej. Zakłady stosujące technologię *combiline* produkują obecnie stal powlekaną w zwojach w Europie i innych częściach świata. Niektóre firmy zdecydowały się zainwestować w nowe zakłady zawierające oba etapy procesu; inne zdecydowały się doposازیć jednostkami do powlekania organicznego i utwardzania istniejącą galwanizernię [komentarz ECCA #40 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Sekcja malowania znajduje się zazwyczaj zaraz za walcownią wygładzającą linii do cynkowania na gorąco, w środkowej części linii (tj. pomiędzy dwoma wieżami akumulacyjnymi). Prędkość pracy linii jest taka sama dla cynkowania jak i dla malowania. Przy powlekanii taśma przechodzi przez te same etapy procesu, jak w przypadku autonomicznej linii do powlekania metodą ciągłą.

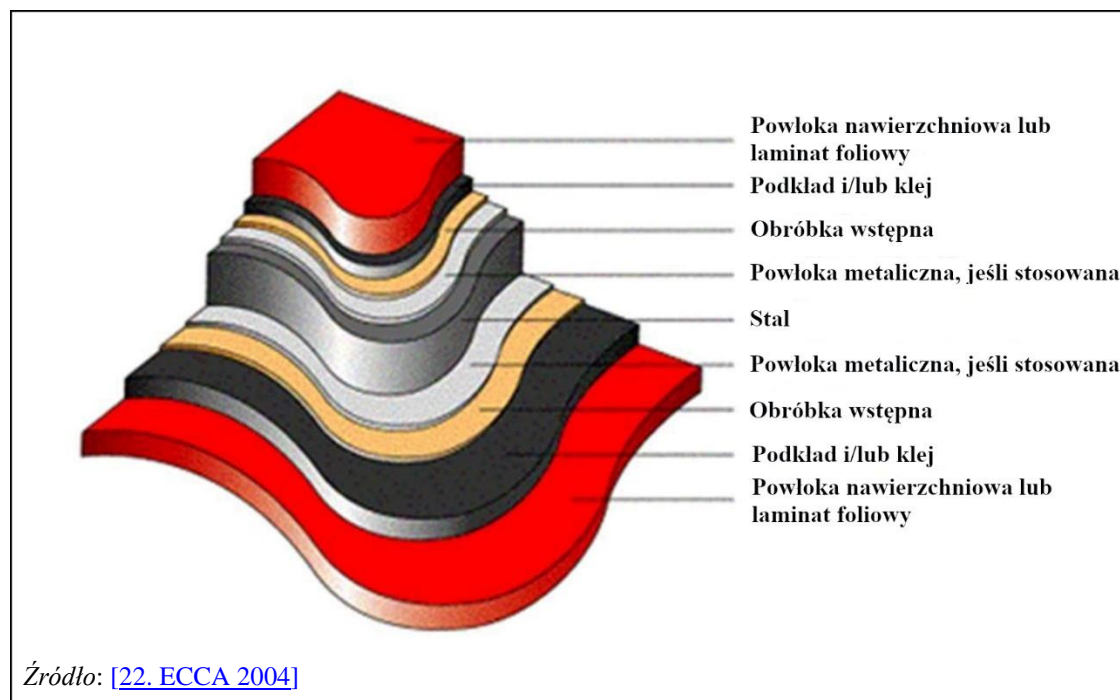
6.2.2. Rodzaje powłok

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[175. ECCA 2016\]](#)

Ponieważ linia do powlekania metodą ciągłą ma możliwość nakładania farby lub laminatu na podłoże, można wytwarzać szeroką gamę produktów. Powłoki, do których należą przede wszystkim poliestry, polifluorek winylidenu (PVF2 lub PVdF), poliuretany, plastizole, powłoki epoksydowe i epoksydowo-fenolowe, podkłady, powłoki spodnie i laminaty, są zwykle

nakładane w grubościach od kilku do 200 mikronów. Można również spotkać niektóre powłoki poliamidowe lub akrylowe. Farba zawiera zazwyczaj odpowiednie dodatki lub cząsteczki, które nadają jej również odpowiednie właściwości ogólne (połysk, właściwości mechaniczne, trwałość).

Na wstępnie obróbką taśmę metaliczną nakłada się elastyczny podkład antykorozyjny lub bazowy, aby zapewnić dobrą przyczepność i trwałość nakładanej następnie powłoki nawierzchniowej. Dla każdego produktu powłoka jest tworzona w kilku warstwach. Typowy przykład powlekanego materiału stalowego można zobaczyć na Ilustracji 6.2.



Ilustracja 6-2 Typowe warstwy powlekanego wyrobu stalowego.

W Tabeli 6.4 wymieniono niektóre typowe rodzaje powłok organicznych stosowanych w przemyśle powlekania metodą ciągłą.

Tabela 6-4 Rodzaje powłok organicznych stosowanych w przemyśle powlekania metodą ciągłą.

Powłoka	Grubość po wyschnięciu (μm)	Rodzaje żywic	Zawartość rozpuszczalnika (%)	Rodzaj rozpuszczalnika	Temp. utwardzania (°C)
Podkład konwencjonalny	4-9	Epoksyd/mocznik, epoksyd/melamina, poliester/melamina, poliuretan, akryl	50-70	Wysoko wrzące węglowodory aromatyczne; alkohole; eter/estry glikolu; wysoko wrzące estry	210-230
Podkład grubopowłokowy (<i>high build</i>)	12-25	Poliester/melamina, poliuretan	40-50	Wysoko wrzące węglowodory aromatyczne; alkohole; eter/estry glikolu; wysoko wrzące estry	210-230
Powłoki spodnie	4-15	Poliester/melamina, epoksyd/melamina, epoksyd/fenol, alkid/melamina	50-70	Wysoko wrzące węglowodory aromatyczne; alkohole; eter/estry glikolu	180-250
Powłoki nawierzchniowe					
Poliester	18-25	Nasycone poliestry utwardzane żywicami melaminowo-formaldehydowymi	35-55	Wysokowrzące (wrzące w wysokiej temperaturze) węglowodory aromatyczne; eter/estry glikolu; wysokowrzące estry/alkohole	210-250
SMP (poliester modyfikowany silikonem)	Jak wyżej	Jak wyżej, z wyjątkiem modyfikacji silikonowej w żywicy poliesterowej	45-55	Wysokowrzące węglowodory aromatyczne; eter/estry glikolu; wysokowrzące estry	210-250
Poliuretan	20-30	Nasycone poliestry utwardzane uretanem	30-50	Wysokowrzące węglowodory aromatyczne; eter/estry glikolu; wysokowrzące estry	220-250
PVDF PVF ₂	20-25	Polifluorek winylidenu + polimer akrylowy	40-65	Wysokowrzące węglowodory aromatyczne; eter/estry glikolu; wysokowrzące ketony	240-260
Plastizol PVC	100-200	Polichlorek winylu + plastyfikatory	<10	Wysokowrzące estry; wysokowrzące alifaty	190-210
Produkty na bazie wody (w tym niektóre podkłady i powłoki spodnie)	10-25	Akryl/melamina	5-15	Wysokowrzące estry; eter/estry glikolu	220-230
Nieprzywierające powłoki na naczynia do pieczenia	12-15 (2-powłoka 7+7)	Polietersulfon, PTFE	65-80	Butyrolakton; wysokowrzące węglowodory aromatyczne	350-370
Powłoki z folii laminujących	15-120	Polichlorek winylu (PVC), polifluorek winylu (PVF), politereftalan etylenu (PET), akryl, polipropylen	0	Brak w folii, ale stosowany w podkładach/klejach	Laminowanie w temp. 180-230
Powłoki proszkowe	35-100	Poliester/epoksydowy poliuretan	0		200-250
Źródło: [22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] uaktualnione w [175. ECCA 2016]					

6.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii metodą ciągłą

W ramach zbierania informacji otrzymano dane od 33 zakładów zajmujących się powlekanii metodą ciągłą, a ich analizę przedstawiono w kolejnych sekcjach [\[155. TWG 2016\]](#).

6.3.1. Zużycie

6.3.1.1. Materiały

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[175. ECCA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Tabela 6.5 zawiera zestawienie wykorzystania różnych typów powłok w roku 2016.

Tabela 6-5 Zużycie farb w europejskim przemyśle powlekania metodą ciągłą (dane z 2016 r.).

Rodzaj powłoki	Wykorzystanie względne (%)
Podkłady	21.1
Powłoki spodnie (<i>backing coat</i>)	16.5
Powłoki nawierzchniowe (wymienione poniżej)	62.4
Poliester	67
PVdF (polifluorek winylidenu)	3
Plastizol PVC	13
Systemy poliuretanowe	13
Powłoki nawierzchniowe na bazie wody	0.1
Inne	4
Razem (t/rok)	203 025
<i>Źródło:</i> Komentarz ECCA #4 w [212. TWG 2018]	

W procesach organicznego powlekania metodą ciągłą stosowane są następujące materiały:

- podłoża metaliczne (np. stal, stal ocynkowana, aluminium itp.);
- farba;
- rozpuszczalniki;
- chemikalia do czyszczenia i obróbki wstępnej;
- oleje techniczne;
- (demineralizowana) woda;
- inne: biocydy, smary, środki czyszczące.

Tabela 6.6 przedstawia wsad do procesu powlekania metodą ciągłą, jego zastosowanie i typowe przeznaczenie po wykorzystaniu.

Tabela 6-6 Materiały wejściowe w procesie powlekania metodą ciągłą, ich zastosowanie i typowe przeznaczenie po wykorzystaniu.

Substancja	Zastosowanie	Typowe przeznaczenie po wykorzystaniu
Wsad w postaci stałej		
Taśma metalowa (w zwojach)	Podłoże	Produkt lub złom

Ściereczki/szmatki czyszczące (tkaniny)	Czyszczenie	Licencjonowane usuwanie
Wsad w postaci ciekłej		
Farba	Powlekanie taśmy	Produkt / licencjonowane usuwanie / zwrócenie farby do ponownego wykorzystania przez dostawcę
Rozpuszczalnik	Środek czyszczący oraz rozcieńczalnik	Licencjonowane usuwanie
Chemikalia czyszczące	Czyszczenie taśmy	Zakład przetwarzania / licencjonowane usuwanie
Chemikalia do obróbki wstępnej	Obróbka wstępna taśmy	Produkt / zakład przetwarzania / licencjonowane usuwanie
Środek do usuwania farby	Czyszczenie głowic malujących	Licencjonowane usuwanie
Woda	Schładzanie/przetwarzanie	Strumień odpadów / ścieki
Oleje techniczne	Smarowanie	Licencjonowane usuwanie
Oleje powlekające	Środek przeciwkorozyjny	Produkt / licencjonowane usuwanie
Biocydy	Schładzanie wodą (→ dłuższe korzystanie z wody)	Strumień odpadów / ścieki
Wsad w postaci gazowej		
Para lub gorąca woda ⁽¹⁾	Suszenie taśmy / ogrzewanie roztworu	Kondensat - system odwadniania
Gaz ziemny ⁽¹⁾	Paliwo	Produkty spalania do atmosfery
Wodór	Kontrola pieca	Produkty spalania do atmosfery
Etylen w powietrzu	Kontrola pieca	Produkty spalania do atmosfery
⁽¹⁾ Opcją alternatywną jest energia elektryczna. Źródło: [22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] [175. ECCA 2016]		

Powlekanie organiczne

W sektorze powlekania metodą ciągłą dominującymi systemami stosowanymi w całej branży są powłoki na bazie rozpuszczalników (zob. Tabela 6.5). Organiczne systemy powlekania oparte są na poliestrach, poliuretanach (lub kombinacji obu), epoksydach lub epoksydo-fenolach, plastizolu PCV i polifluorku winylidenu (PVdF lub PVF2). W przypadku powierzchni specjalnych powszechnie stosuje się również powłoki z folii termoplastycznych na bazie polichlorku winylu (PVC) lub politereftalanu etylenu (PET). Mogą one również zawierać polifluorek winylu (PVF) i inne polimery. Bazą żywiczną dla podkładów może być żywica epoksydowa, poliestrowa, melaminowa, poliuretanowa lub akrylowa, w zależności od konkretnej specyfikacji. Podkład jest bardzo ważny dla odporności na korozję, ponieważ warstwa ta zawiera pigmenty antykorozyjne. Przemysł stosuje obecnie w podkładach szereg pigmentów niezawierających chromu(VI), które zapewniają wymagane parametry eksploatacyjne, szczególnie w zastosowaniach budowlanych. Zgodnie z przepisami REACH [47. UE 2006], data wygaśnięcia 22.01.2019 dla pigmentów zawierających chrom, takich jak chromian strontu, gwarantuje, że stosowanie tych związków w przemyśle będzie nadal spadać, ponieważ po tej dacie wymagane jest zezwolenie.

Najczęściej stosowane rozpuszczalniki przedstawiono w Tabeli 6.7.

Tabela 6-7 Rozpuszczalniki najczęściej stosowane w powlekanii organicznym.

Rodzaj rozpuszczalnika	Przykłady
Alkohole	Alkohol diacetonowy
Octany glikolu	Octan eteru metylowego glikolu propylenowego, octan diglikolu etylowego
Glikole	Diglikol butylowy, glikol butylowy, eter monometylowy glikolu propylenowego
Wysokowrzące estry	Estry dibazowe, mieszaniny rafinowanych estrów dimetylowych kwasów adypinowego, glutarowego i bursztynowego
Ketony	Izoforon
Węglowodory ropopochodne	Komercyjne frakcje aromatyczne, ksylen
Źródło: [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]	

Stosowane obecnie farby na bazie rozpuszczalników mają zawartość cząstek stałych (fazy stałej) w zakresie 30-70 wt-%. Grubość warstwy stosowanej w systemach na bazie akrylanu, epoksydu, poliuretanu lub poliestru waha się od mniej niż 1 μm do 50 μm ; najczęściej jednak wynosi około 25 μm .

Dla plastizoli o zawartości rozpuszczalnika 5-10 % typowa jest grubość warstwy 200 μm .

W przypadku systemów powlekania proszkowego typowa grubość warstwy wynosi 60-100 μm .

Typowe dane liczbowe dotyczące zużycia przy nakładaniu warstwy o grubości 50-60 μm w przypadku powłoki proszkowej lub ciekłej na metr kwadratowy powlekanego metodą ciągłą zwoju przedstawiono w Tabeli 6.8.

Tabela 6-8 Typowe zużycie farby przy powlekanii metodą ciągłą.

System malowania	Zużycie farby (g/m^2 zwoju)
Na bazie rozpuszczalnika (50 wt-%)	32-53
Farba proszkowa	60-80
Uwaga: Ze względu na różne systemy powłok i konstrukcje warstw, dane te stanowią jedynie przybliżenie. Źródło: [5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]	

W dużych instalacjach rozpuszczalniki są zużywane w ilościach setek kilogramów na godzinę.

Materiały eksploatacyjne nie zawierające rozpuszczalników wymienione w Tabeli 6.9 obejmują chemikalia do czyszczenia i obróbki wstępnej.

Tabela 6-9 Chemikalia nie zawierające substancji organicznych - nie zmieszane z rozpuszczalnikami.

Proces	Produkt	Metoda aplikacji	Podłoże	Główne składniki	Wielkość zużycia ($\text{kg}/1000 \text{ m}^2$)
Czyszczenie	Ciecz alkaliczna	Natrysk	Stal walcowana na zimno, stal ocynkowana	Wodorotlenek potasu, wodorotlenek sodu, fosforany, substancja kompleksująca na bazie cukru, środki powierzchniowo czynne	1.6
Czyszczenie	Ciecz alkaliczna	Natrysk	Aluminium	Wodorotlenek potasu, wodorotlenek sodu, fosforany, substancja kompleksująca na bazie cukru, środki powierzchniowo czynne	2.5

Czyszczenie	Ciecz alkaliczna	Natrysk	Aluminium	Kwas siarkowy, kwas fosforowy, kwas fluorowodorowy, środki powierzchniowo czynne	1.3
Obróbka wstępna ⁽¹⁾	Tlenek alkaliczny (etap 1)	Natrysk i zanurzanie	Stal ocynkowana	Wodorotlenek sodu, środek kompleksujący na bazie cukru, azotan żelazowy, azotan kobaltowy	4.8
Obróbka wstępna	Tlenek alkaliczny (płukanie końcowe)	Natrysk	Stal ocynkowana	Cr ³⁺ , Zn, HF	0.94
Obróbka wstępna	Fosforan cynku	Natrysk	Stal ocynkowana	Fosforan cynku	6.6
Obróbka wstępna	Nie zawiera chromu (bez płukania)	Chemcoater	Stal ocynkowana	Tytan, mangan, cyrkon, kwas fosforowy, polimer organiczny	0.4
Obróbka wstępna	Nie zawiera chromu (bez płukania)	Chemcoater	Aluminium	Tytan, mangan, cyrkon, kwas fosforowy, polimer organiczny	0.40
Obróbka wstępna	Nie zawiera chromu (płukanie)	Natrysk i zanurzanie	Aluminium	Tytan, cyrkon	2.00

(¹) Te technologie aplikacji są również odpowiednie przy stosowaniu systemów zawierających Cr(VI)-. W związku z upływem daty wygaśnięcia dla CrO₃ dnia 21.09.2017, wymagane jest zezwolenie na stosowanie takich systemów; systemy te zostały szeroko zastąpione w całej branży produktami niezawierającymi chromu(VI).
Źródło: [22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] uaktualnione przez ECCA komentarzem #11 w [212. TWG 2018]

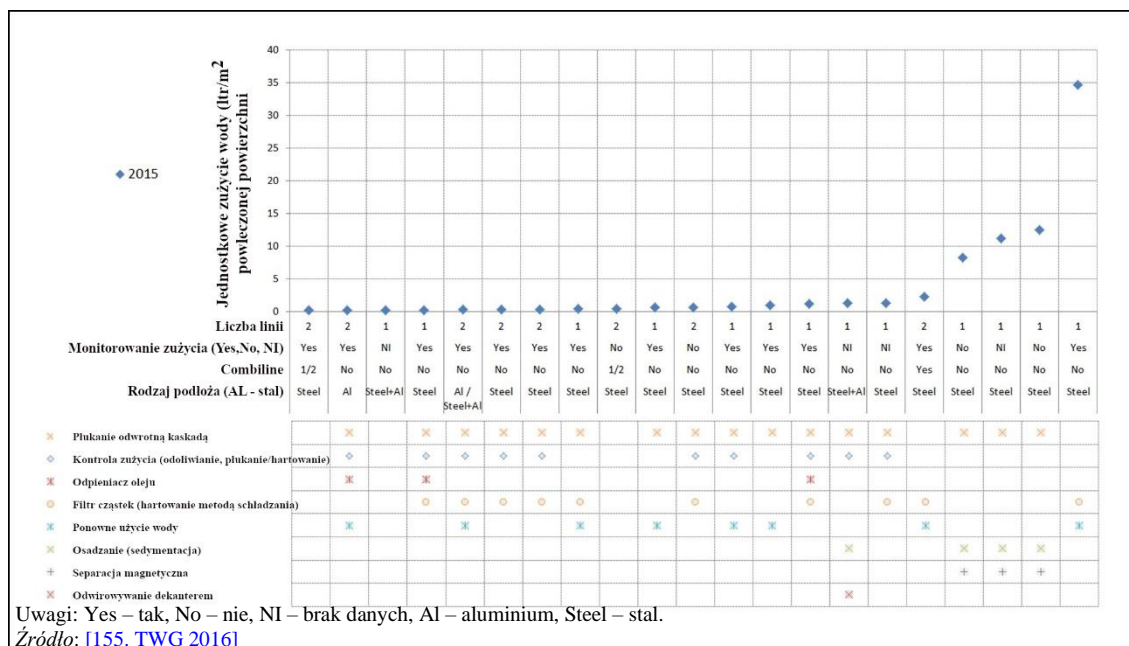
6.3.1.2. Woda

[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Woda używana jest głównie do czyszczenia i obróbki wstępnej, choć pewna jej ilość wykorzystywana jest do hartowania po powlekanii i wytlaczaniu. Techniki kontroli i redukcji zużycia wody podane zostały w STM BREF [23. COM 2006]. Kluczowe zidentyfikowane techniki to [155. TWG 2016]:

- kontrola zużycia wody we wszystkich procesach z nią związanych - głównie w procesach odtłuszczania i płukania oraz hartowania metodą chłodzenia;
- płukanie odwróconą kaskadą dla procesów odtłuszczania i płukania;
- uzdatnianie wody odzyskanej z procesów odtłuszczania i chłodzenia w celu ponownego wykorzystania, przy użyciu odpieniacza oleju, osadzania, separacji magnetycznej, filtra cząsteczkowego lub filtracji membranowej.

Zgłaszane wartości jednostkowego zużycia wody w branży przedstawiono na Ilustracji 6.3.



Ilustracja 6-3 Jednostkowe zużycie wody wyrażone w ltr na m² produktu powleconego metodą ciągłą (dane za rok 2015).

Spśród 21 wartości jednostkowego zużycia wody 16 wynosi poniżej 1.3 ltr na m² produktu powleconego metodą ciągłą. Wartości wyższe niż 1.3 ltr/m² produktu powleconego odpowiadają albo systemowi *combilline* (jeden zakład), albo przypadkom, w których jednorazowe schładzanie wodą jest uwzględnione w obliczeniach jednostkowego zużycia wody (trzy przypadki). W przypadku zakładu o najwyższym jednostkowym zużyciu wody nie udostępniono żadnych informacji na temat przyczyn tak wysokiej konsumpcji.

6.3.1.3. Energia

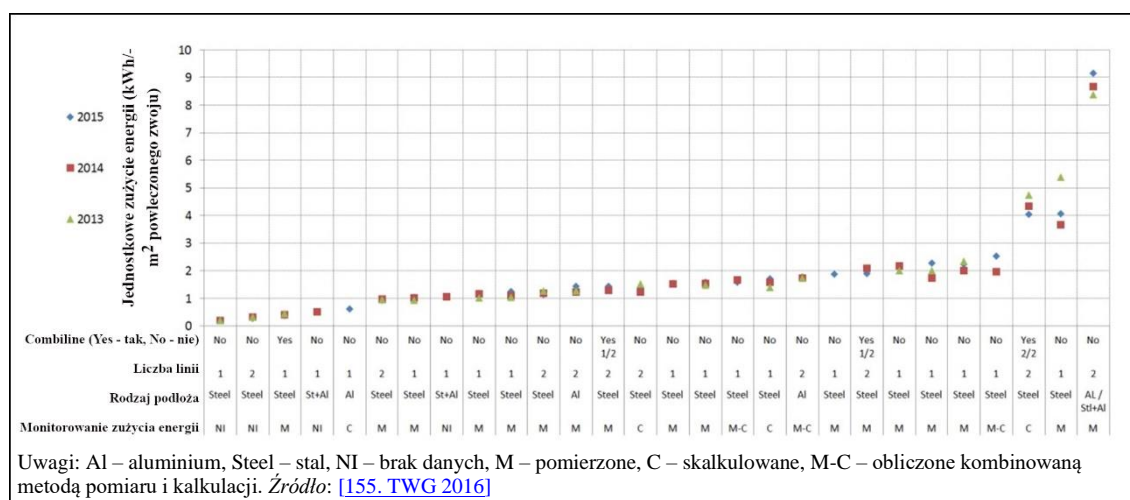
[22. ECCA 2004] [155. TWG 2016] [175. ECCA 2016] [212. TWG 2018]

Gaz ziemny jest zwykle wykorzystywany jako źródło paliwa dla pieców, gdy farba jest utwardzana konwekcyjnie. Jest on również wykorzystywany do utleniania (proces spalania). Zazwyczaj stosuje się dopalacz regeneracyjny lub rekuperacyjny. Wytworzone ciepło może być wykorzystane w procesie lub może być użyte do wytwarzania pary lub gorącej wody. Gaz ziemny może być również wykorzystywany do ogrzewania pieca systemu powlekania bez splukiwania, który suszy roztwór do obróbki wstępnej, nałożony na taśmę. Aby zapewnić kontrolę nad ustawieniami pieca, stosuje się klapy i mierniki temperatury. W zintegrowanej stalowni, system odzysku energii z linii powlekania może zostać podłączony do ogólnego systemu energetycznego zakładu.

Niektóre linie wykorzystują ogrzewanie indukcyjne lub ogrzewanie w bliskiej podczerwieni w celu utwardzenia lub wysuszenia farby; jednostki te są zwykle spotykane w liniach *combilline* lub w zakładach cynkowania na gorąco (HDG) zawierających zmodernizowaną jednostkę powlekania organicznego [komentarz ECCA #10 w [212. TWG 2018]].

Do zasilania linii wykorzystywana jest energia elektryczna pochodząca z krajowej sieci energetycznej. Energia elektryczna jest wykorzystywana głównie do operacji procesowych oraz przemieszczania zwojów przy użyciu suwnic i napędów linii, w całości zasilanych elektrycznie.

Zgłoszone wartości jednostkowego zużycia energii (całkowite zużycie energii w zakładzie powlekania metodą ciągłą wyrażone w kWh/m² powlekanego zwoju) przedstawiono na Ilustracji 6.4.



Ilustracja 6-4 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w kWh na m² powleconego produktu w latach 2013-2015.

Główne zgłaszane techniki minimalizacji zużycia energii to [155. TWG 2016]:

- izolacja termiczna zbiorników i kadzi z podgrzanyymi cieczami;
- uszczelki powietrzne w suszarkach;
- zmniejszona wentylacja przy pracy na biegu jałowym lub podczas konserwacji;
- wymiennik ciepła dla powietrza odprowadzanego w systemach wentylacyjnych;
- wyciąg powietrza i odzysk energii z procesów suszenia;
- wyciąg powietrza i odzysk energii dla strefy chłodzenia;
- odzysk ciepła z przetwarzania gazów odlotowych;
- centralne przetwarzanie gazów odlotowych za pomocą napędów o zmiennej częstotliwości.

6.3.2. Emisje

[5. DFIU i in. 2002] [22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] [155. TWG 2016] [175. ECCA 2016] [212. TWG 2018]

Rozpuszczalniki uwalniane są w postaci emisji LZO, zwłaszcza podczas etapów procesu powlekania (ok. 8 %), suszenia (ok. 90 %) i schładzania wodą i/lub powietrzem (ok. 2 %).

Generalnie, w typowej linii do powlekania metodą ciągłą występują cztery główne źródła emisji do powietrza. Są to:

- opary (mgła) z sekcji powlekania konwersyjnego, jeżeli nie stosuje się powlekania metodą „na sucho” (*dry-in-place*) lub zanurzeniową (w europejskim przemyśle powlekania metodą ciągłą nie stosuje się już natryskiwania chemikaliów z Cr(VI));
- opary farb/rozsuszczywników z urządzeń do nakładania powłok i pieców;
- substancje lotne z pomieszczeń do powlekania i mieszalni farb;
- emisje z układu chłodzenia; mogą to być emisje ze źródeł punktowych lub emisje nieorganizowane.

Typowe emisje do powietrza podano w Tabeli 6.10. Wszystkie są źródłami punktowymi.

Tabela 6-10 Typowe emisje do powietrza z procesów powlekania metodą ciągłą.

Źródło emisji	Emitowane zanieczyszczenie
Utleniacz	LZO, CO, NO _x
Piec końcowy do hartowania powietrzem	LZO
Dygestorium laboratoryjne	Niski poziom różnorodnych oparów
Wentylacja BHP w pomieszczeniach do powlekania	LZO
Wyciąg z płuczki wstępnej obróbki	Mgła z zawartością minerałów, wodorotlenek potasu, wodorotlenek sodu
Wstępnie oczyszczająca płuczka	Wodorotlenek potasu, wodorotlenek sodu
Płuczka zbiornika masowego HCl	Opary HCl
Opary ze zbiornika flokulacyjnego (flokulatora)	SO ₂
Źródło: [22. ECCA 2004], [38. TWG 2004], [78. TWG 2005], [175. ECCA 2016]	

Typowe emisje do powietrza ze źródeł punktowych wyposażonych w urządzenia służące do redukcji emisji TVOC oraz tlenki węgla i azotu.

Emisje TVOC oraz CO dla linii z redukcją mogą się różnić w zależności od wytwarzanego produktu. Te o wysokim obciążeniu rozpuszczalnikami mogą powodować wyższe wartości emisji niż te o niskim obciążeniu rozpuszczalnikami. Grubsze powłoki (np. plastizole i laminaty) mogą prowadzić do niższych emisji niż cienkie warstwy powłoki.

Poziomy emisji TVOC z punktów uwalniania bez redukcji mogą się różnić i czasami wynosić > 50 mg/m³ z powodu nieregularnych działań lokalnych w obrębie instalacji do powlekania, takich jak czyszczenie linii czy czyszczenie tac. Jednakże ich ilość w porównaniu z emisjami objętymi redukcją jest nadal bardzo niska, chociaż będą musiały być sprawdzane w poszczególnych instalacjach.

Ogólnobranżowe stężenia emisji TVOC w gazie oczyszczonym wynoszą na ogół poniżej 20 mg C/Nm³ (zob. sekcja 6.3.2.2 poniżej). Inne emisje mogą obejmować izocyjaniany z produktów poliuretanowych i fluorki z powłok zawierających fluorki, gdzie poziomy emisji są zazwyczaj < 0.1 mg/m³.

Fluorki nie są jednak emitowane z systemów farb organicznych, a w większości powłok poliuretanowych stosuje się zablokowane izocyjaniany, ponieważ eliminuje to ich emisje.

Szereg linii do powlekania metodą ciągłą zgłosiło szeroki zakres skuteczności redukcji emisji LZO występujących w procesie powlekania. Większość zakładów podała ogólną skuteczność redukcji w zakresie 97-99 %, natomiast niewielka liczba zakładów podała niższe poziomy (zob. sekcja 6.3.2.1). Ten zakres wartości może wynikać z założeń poczynionych w obliczeniach bilansu masy rozpuszczalnika (SMB), gdzie mogą występować znaczne niepewności ze względu na charakter procesu powlekania metodą ciągłą. W przypadku systemu powlekania o zawartości rozpuszczalnika 50 wt-% w połączeniu z efektywnością usuwania 99 % w utleniaczu, emitowane jest około 0.04 kg rozpuszczalników na kg zużytej masy stałej powłoki.

Tabela 6-11 Emisja całkowita LZO dla kilku systemów powlekania.

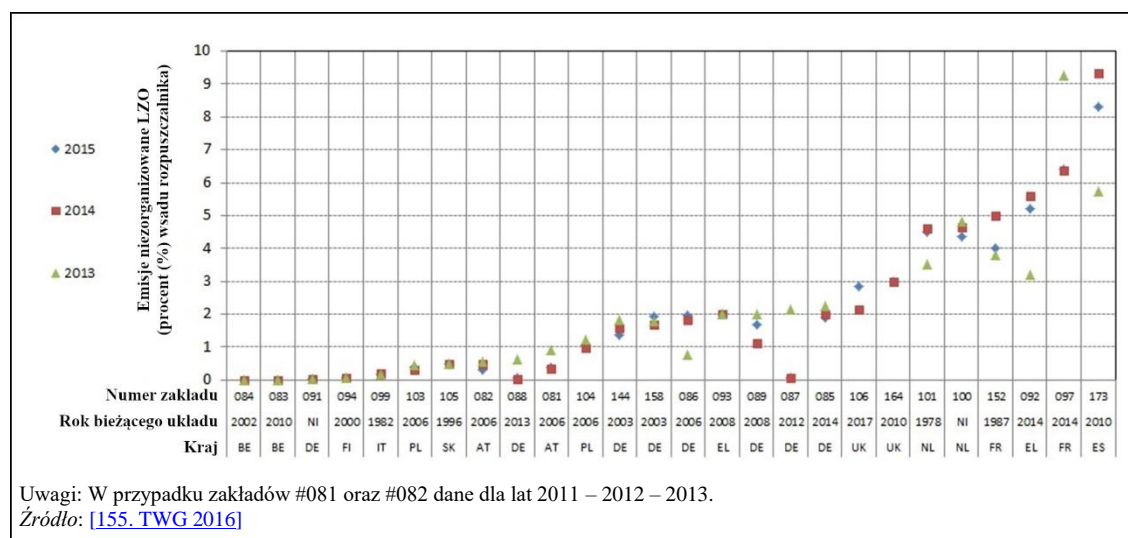
System powlekania	Emisje całkowite LZO (g/m ² powłoki)	Technika ograniczania
Na bazie rozpuszczalników	0.73-0.84	Utleniacz podłączony do pieca
Na bazie rozpuszczalników (50 wt-%)	28-29 ⁽¹⁾	Brak
Powlekanie proszkowe	0-0.8 ⁽²⁾	Brak

(1) Wartości stężenia osiągane przy braku dalszej redukcji strumienia powietrza.
(2) Emisje LZO odnoszą się raczej do reakcji utwardzania niż do rozpuszczalników.
Źródło: [5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]

6.3.2.1. Emisje niezorganizowane LZO

[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych jako procent wsadu rozpuszczalnika dla okresu odniesienia 2013-2015 przedstawiono na Ilustracji 6.5.



Ilustracja 6-5 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Główne techniki ograniczania emisji niezorganizowanych związane są z zastosowaniem [155. TWG 2016]:

- ogólnych środków zapobiegających nieplanowanym uwolnieniom;
- bezpiecznych metod magazynowania i postępowania z materiałami niebezpiecznymi;
- zamkniętych stref aplikacji z wyciągiem powietrza i późniejszym przetwarzaniem;
- wyciągów powietrza z procesów suszenia i późniejszego jego przetwarzania;
- wyciągów powietrza z procesów schładzania i późniejszego jego przetwarzania;
- powłok o niższej zawartości rozpuszczalnika lub o wysokiej zawartości cząstek stałych w miejsce powłok o wysokiej zawartości rozpuszczalnika;
- zamkniętego pomieszczenia do przygotowywania farb (tzw. kuchni malarskiej).

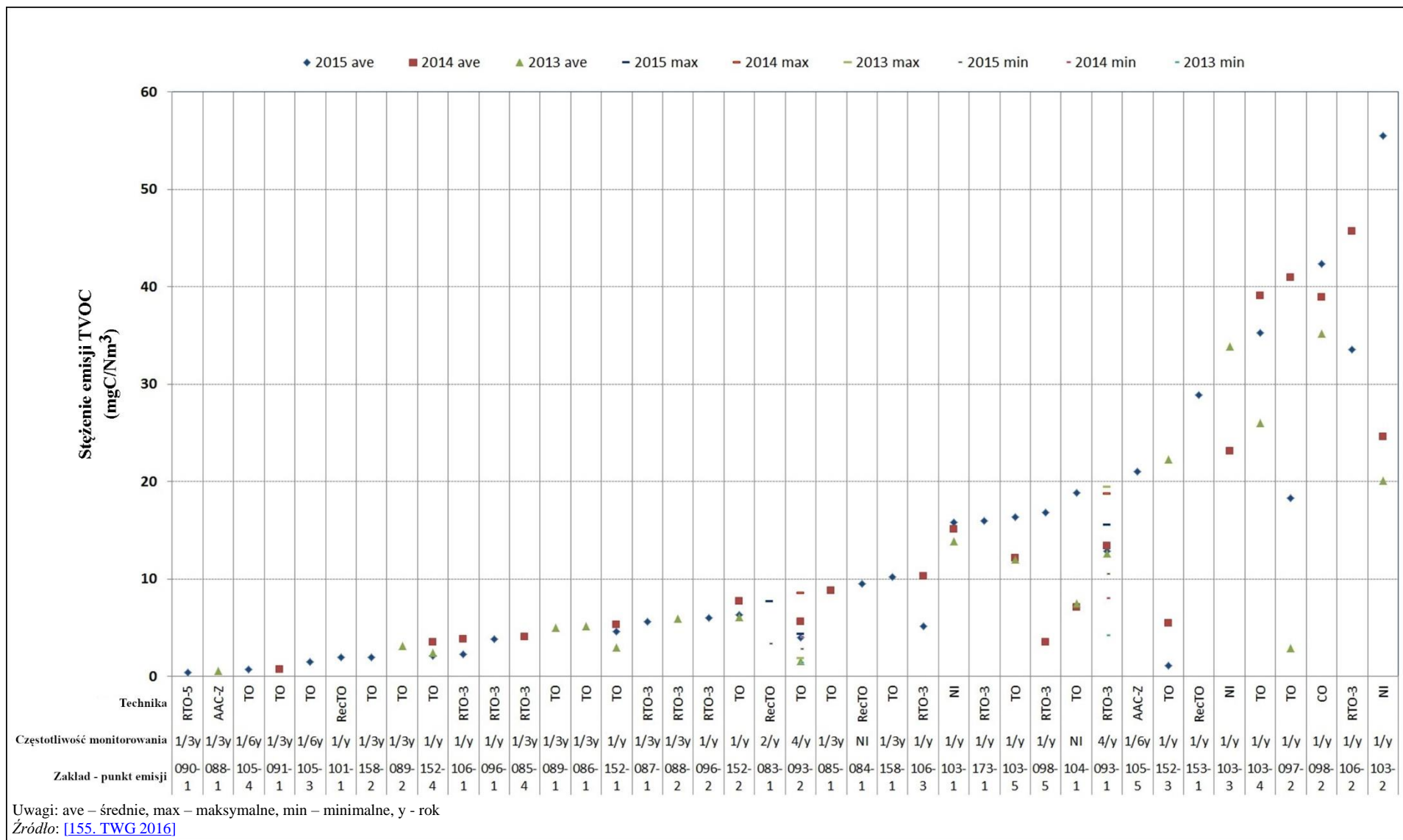
Duży potencjał ulepszeń w zakresie kontroli emisji niezorganizowanych podkreśla odnotowana redukcja rzędu 30 % zgłoszonych emisji niezorganizowanych (tj. redukcja z 10 % do 7 % jako odsetek całkowitego wsadu) w jednej z instalacji referencyjnych (zakład #097), osiągnięta dzięki

wprowadzeniu ulepszeń w pomieszczeniach, w których odbywa się malowanie, w szczególności dzięki usprawnieniu procesów wyciągowych w piecu i obszarze utleniacza oraz systemu wyciągowego znajdującego się nad urządzeniami do nakładania powłok lakierniczych a także nad mokrą taśmą przed jej wprowadzeniem do pieca. Rozwiązanie to było odpowiednie dla tej linii; inne linie, w których środowisko pracy otaczające powlekarki różni się pod względem wielkości i struktury, mogą wymagać znalezienia innych rozwiązań usprawniających.

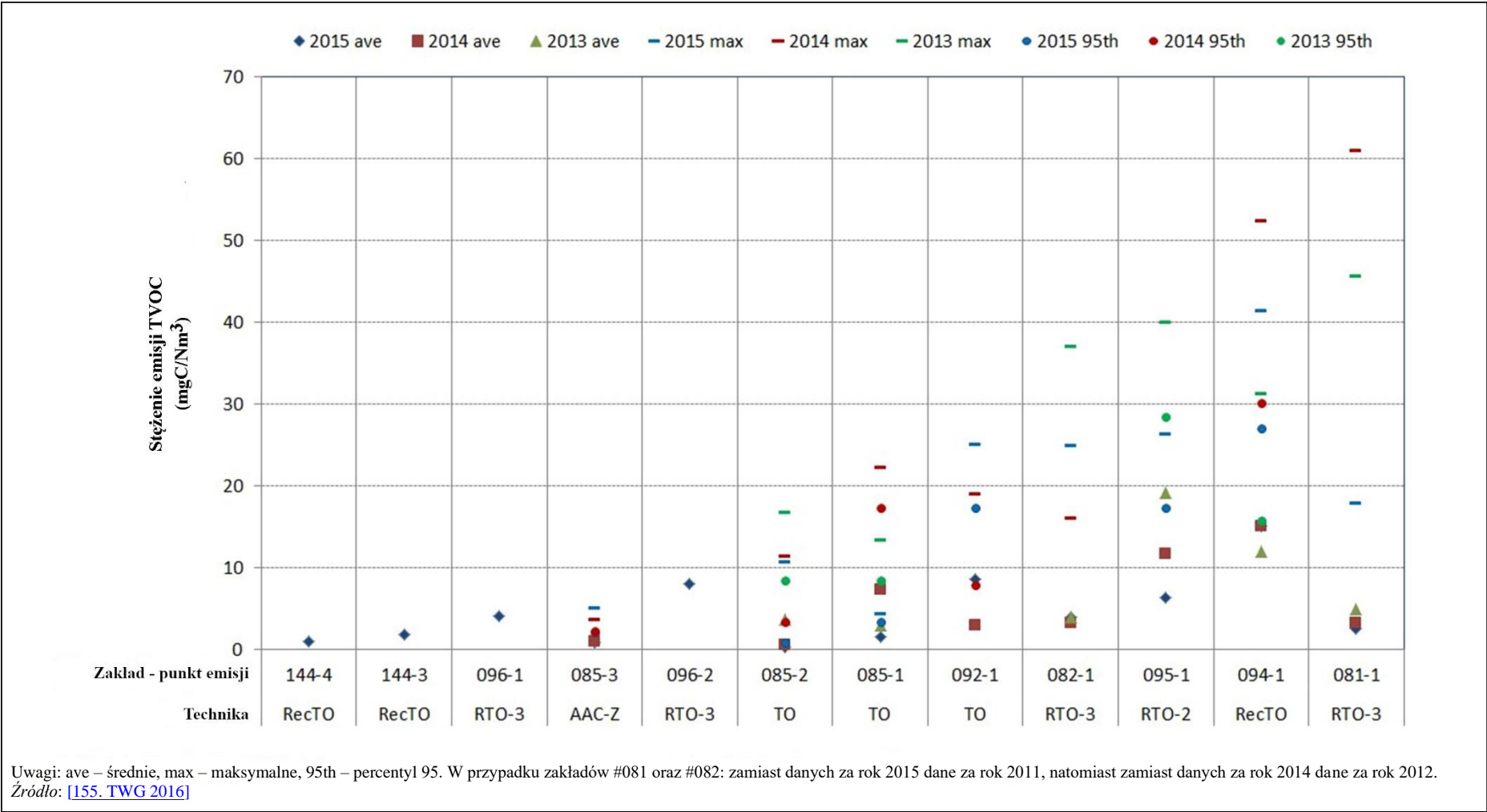
Wszystkie oceny emisji niezorganizowanych zawierają niepewności w obliczeniach bilansu masy rozpuszczalnika, które muszą być zidentyfikowane i zminimalizowane w możliwie największym stopniu przy deklarowaniu poziomów operacyjnych oraz określaniu celów poprawy dla poszczególnych zakładów powlekania metodą ciągłą (zob. sekcje 17.3.1, 17.3.2, 17.3.3 i 17.3.4).

6.3.2.2. Emisje TVOC w gazach odlotowych

Większość zgłoszonych danych dotyczących emisji TVOC odnosi się do monitorowania okresowego, którego częstotliwość waha się od czterech razy w roku do jednego razu na trzy lata (zob. Ilustracja 6.6). Monitorowanie ciągłe prowadzone jest w mniejszej liczbie przypadków (zob. Ilustracja 6.7), a w niektórych przypadkach prowadzi się zarówno monitorowanie ciągłe, jak i okresowe.



Ilustracja 6-6 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) w latach 2013-2015.



Ilustracja 6-7 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie ciągłe) w latach 2013-2015.

6.3.2.3. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

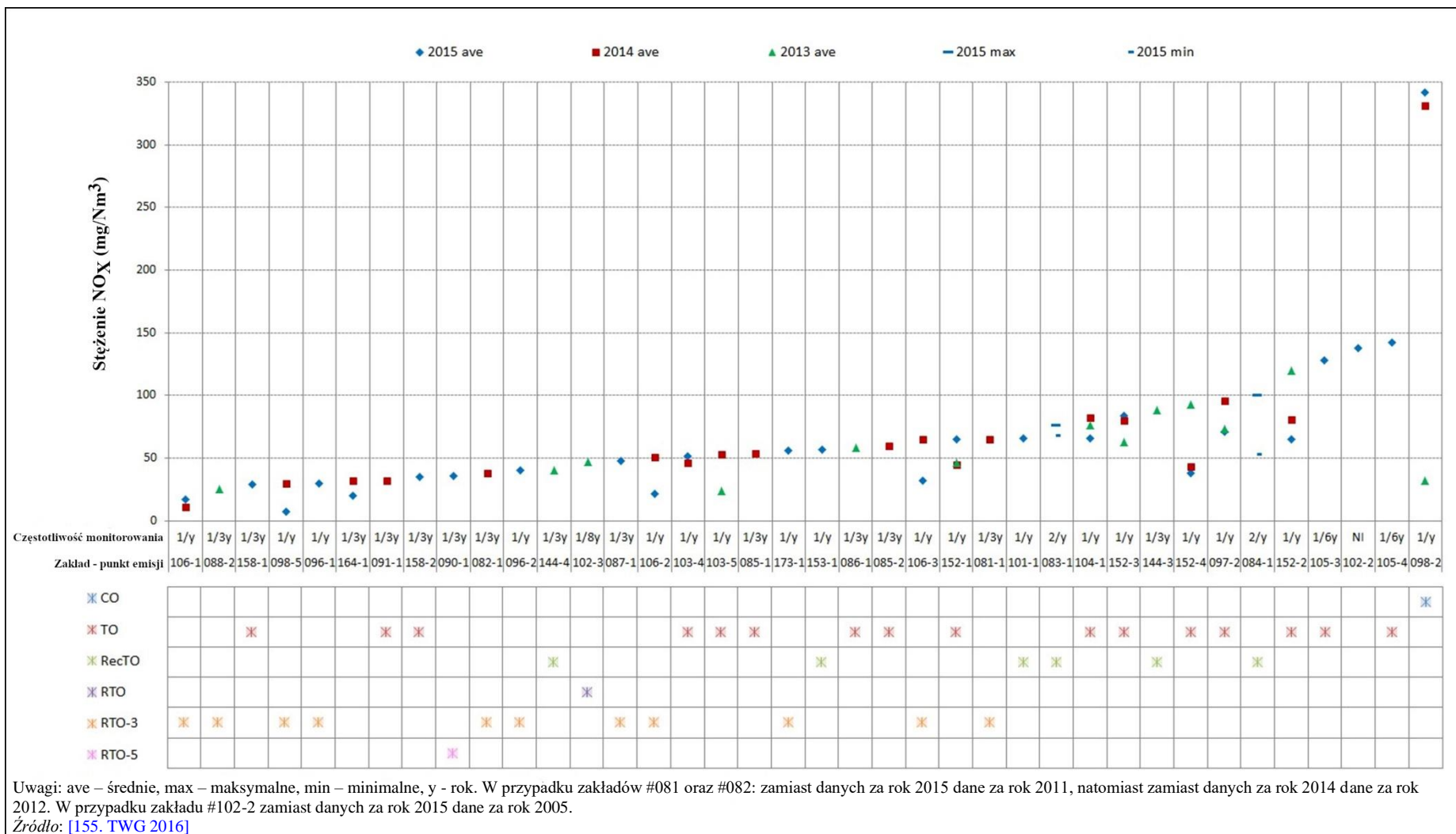
Emisje NO_x wynikają z termicznej redukcji emisji TVOC i są związane z zastosowaną techniką oraz odpowiednimi warunkami. Generalnie, emisje NO_x są mierzone okresowo, z częstotliwością od dwóch razy w roku do jednego razu na sześć lat.

Nie zgłoszono żadnych zainstalowanych technik w celu zmniejszenia emisji NO_x, ponieważ głównym celem procesu redukcji emisji jest ograniczenie emisji TVOC. Z jednym tylko wyjątkiem, wszystkie zgłoszone wartości wynoszą poniżej 150 mg/Nm³, jako średnia w okresie pobierania próbek.

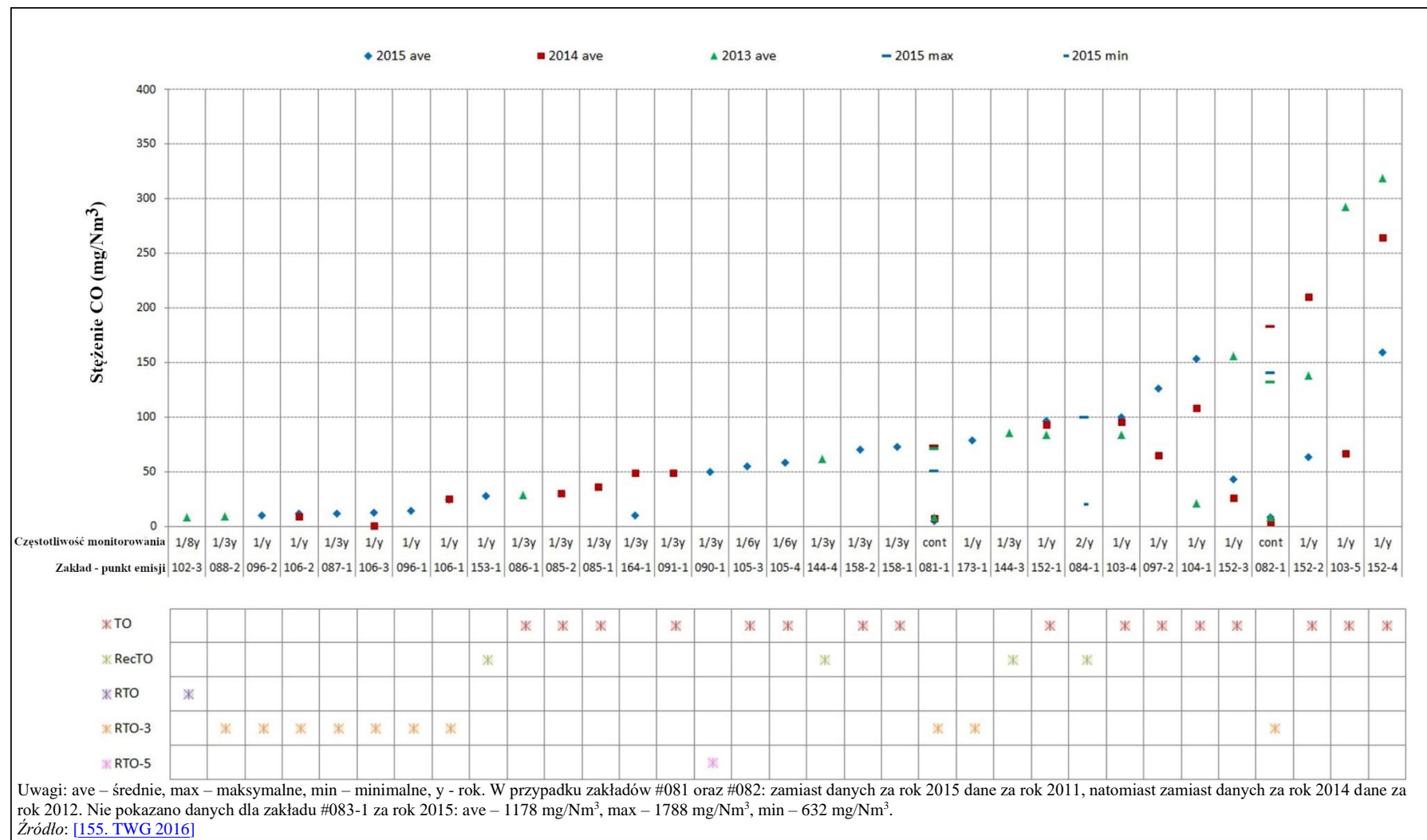
Ilustracja 6.8 przedstawia zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji NO_x w gazach odlotowych.

Emisje CO powstają w wyniku termicznej redukcji emisji LZO i są związane z zastosowaną techniką i odpowiednimi warunkami. Na ogół emisje CO mierzy się okresowo, z częstotliwością od miesięcznej do raz na 3 lata.

Ilustracja 6.9 przedstawia zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji CO w gazach odlotowych z zakładów powlekania metodą ciągłą.



Ilustracja 6-8 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.



Ilustracja 6-9 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

6.3.2.4. Emisje do wody

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[23. COM 2006\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Główne źródła ścieków z linii do powlekania metodą ciągłą pochodzą z sekcji czyszczenia wstępnego i niektórych procesów obróbki wstępnej, które wymagają późniejszego płukania, i zostały one omówione w STM BREF. Procesy obróbki wstępnej mogą być również stosowane przy użyciu „metody bez płukania” (nakładanie techniką wałka). Metoda ta nie generuje znaczących ilości ścieków. Roztwory do obróbki wstępnej i czyszczenia oraz związane z nimi wody popłuczne mogą być oczyszczane w zakładowej oczyszczalni ścieków lub wywożone poza teren zakładu w celu oczyszczenia lub usunięcia.

Istnieją pewne emisje do wody schładzającej używanej po utwardzeniu warstwy podkładowej i nawierzchniowej oraz po wytłaczaniu, ale nie są one szczególnie znaczące. Ponieważ wszystkie systemy malowania wymagają hartowania, nie ma różnic w ilości ścieków generowanych dla różnych systemów malowania, ale mogą istnieć niewielkie różnice w rzeczywistych poziomach/rodzajach zanieczyszczeń. Rodzaj emisji z sekcji czyszczenia i obróbki wstępnej dla linii powlekania stali zależy od podłoża metalicznego oraz charakteru chemicznego sekcji czyszczenia i obróbki wstępnej.

Dane dotyczące emisji do wód zostały zgłoszone przez 11 instalacji [\[155. TWG 2016\]](#). Danymi zidentyfikowanymi jako „główne parametry zainteresowania”²⁷ były: Cr_{total}, Cr(VI), nikiel, cynk i fluorki. Innymi parametrami o potencjalnym znaczeniu były DEHP i NP/NPE.

Najczęściej stosowane techniki to:

- koagulacja i flokulacja;
- neutralizacja;
- sedymentacja (osiadanie);
- strącanie;
- filtracja;
- flotacja;
- oczyszczanie biologiczne.

Dokładne źródła procesowe ścieków nie są całkowicie jasne we wszystkich przypadkach (choć zostało to sprawdzone z podanym rodzajem obróbki wstępnej). W niektórych przypadkach nie podano informacji o tym, czy przeprowadzono oczyszczanie ścieków (WWT) lub jakie techniki zastosowano. Choć wartości są niewielkie w rozbiciu na kategorie, wydaje się, że nie ma różnicy między emisjami z wydzielonego i połączonego oczyszczania ścieków lub między instalacjami zrzucającymi ścieki bezpośrednio do wód powierzchniowych a tymi, które zrzucają je pośrednio przez oczyszczalnie ścieków komunalnych.

Produkty przeznaczone na rynek europejski są w dużej mierze wolne od Cr. Cztery instalacje zgłosiły użycie Cr w obróbce wstępnej (ale nie podały, czy użyto Cr(III) czy Cr(VI)). Tylko jedna z nich zgłosiła, że w czasie zbierania danych przeprowadzała redukcję Cr(VI). Po dacie wygaśnięcia 21.09.2017, zgodnie z prawodawstwem REACH [\[47. UE 2006\]](#), w całej branży występuje silna tendencja do stosowania obróbki wstępnej bez chromianów, zaś dla systemów

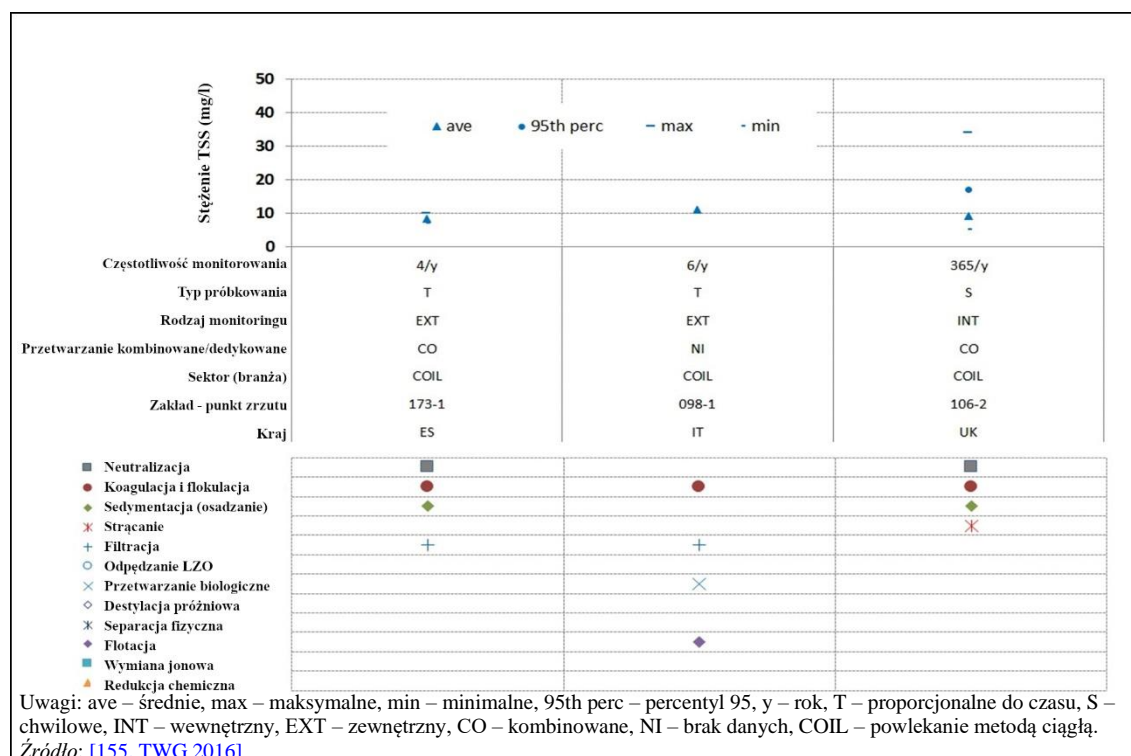
²⁷ Dokument roboczy Komisji Europejskiej - EIPPCB 09/06/2016: Ocena danych przedłożonych przez Techniczną Grupę Roboczą (TWG) dotyczących metali i innych emisji do wody w celu ich uznania za Kluczowe Zagadnienia Środowiskowe dla instalacji prowadzących działalność w ramach IED Załącznik I 6.7.

zawierających Cr(VI) wymagane jest zezwolenie. Zezwolenia te, które mogą być udzielane w przypadku, gdy substytucja w określonych sytuacjach nie jest opłacalna lub dostępna, są przedmiotem okresowego przeglądu i oczekuje się, że wykorzystanie Cr(VI) będzie nadal spadać aż do czasu, gdy przemysł będzie stosował wyłącznie bezchromianowe obróbki wstępne [komentarz ECCA #15 w [212. TWG 2018]].

Podane wartości stężenia dla każdego zanieczyszczenia przedstawiono w kolejnych sekcjach. Wyjaśnienie skrótów stosowanych dla danych dotyczących emisji do wody znajduje się w Tabeli 2.22.

6.3.2.4.1. Zawiesina ogólna (TSS)

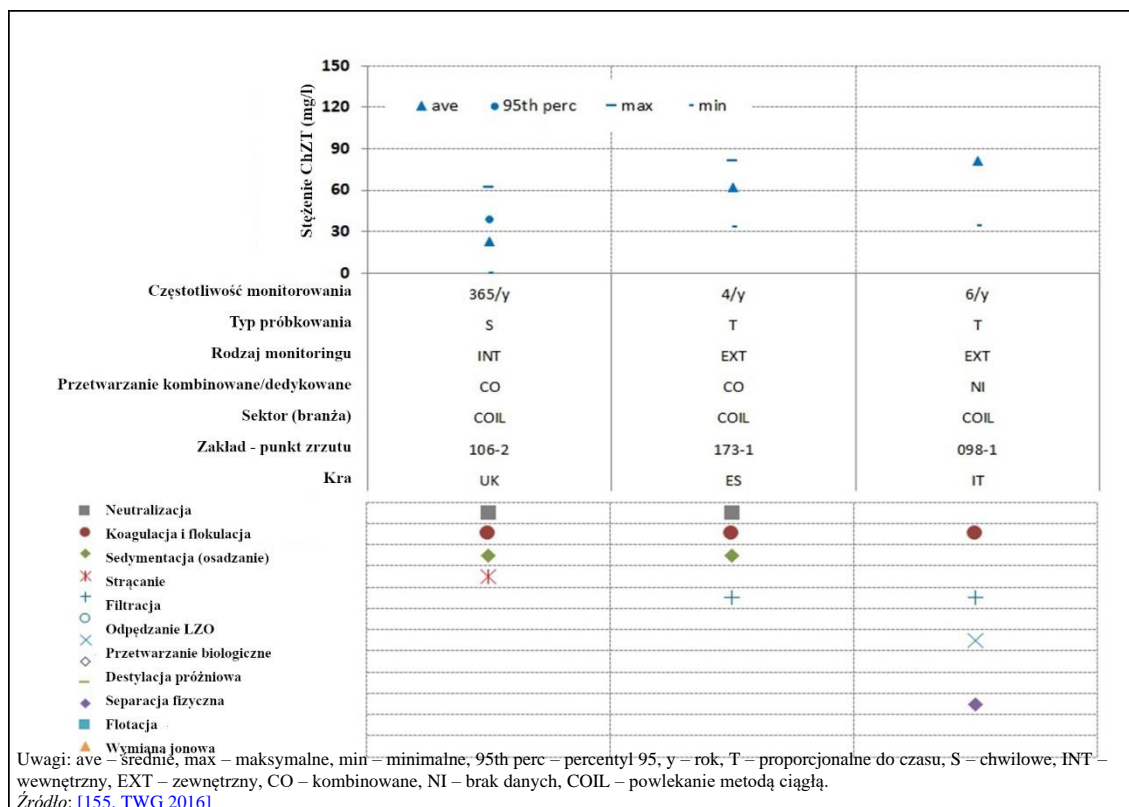
Przekazano dane dotyczące trzech punktów emisji bezpośredniego zrzutu TSS do wód przyjmujących i przedstawiono je na Ilustracji 6.10.



Ilustracja 6-10 Wartości stężenia TSS dla bezpośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.2. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)

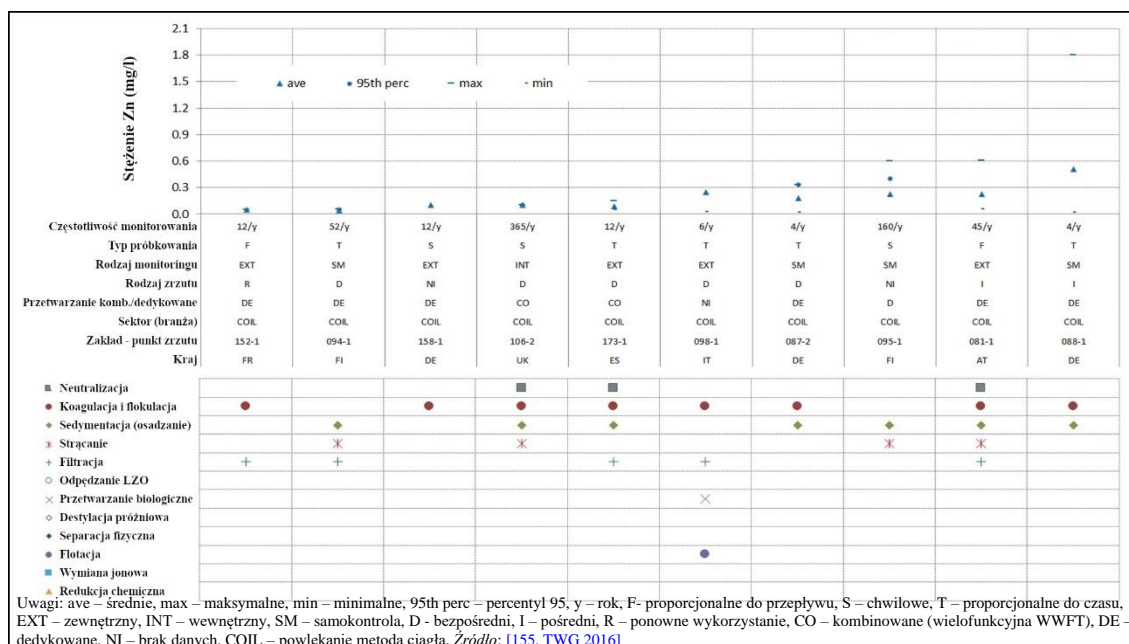
Przekazano dane dotyczące trzech punktów emisji dla bezpośredniego zrzutu ChZT do wód przyjmujących i przedstawiono je na Ilustracji 6.11.



Ilustracja 6-11 Wartości stężenia ChZT dla bezpośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.3. Cynk (Zn)

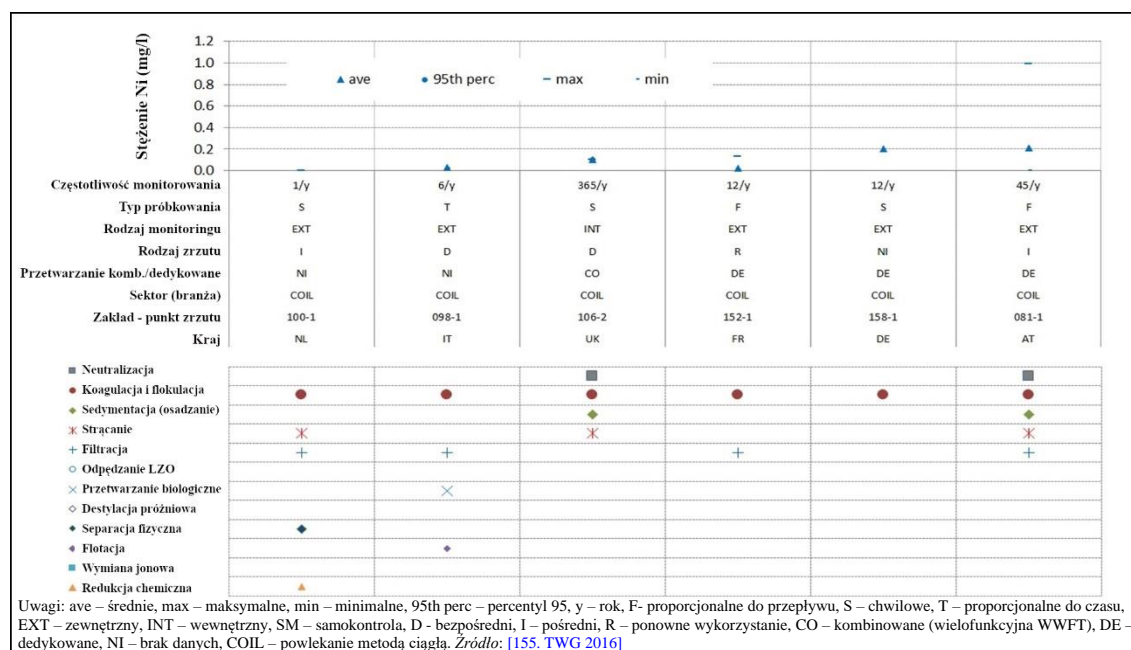
Przekazano dane dotyczące emisji cynku dla 10 zakładów. Większość zgłoszonych wartości maksymalnych (9 z 10) jest niższa niż 0.6 mg/l.



Ilustracja 6-12 Wartości stężenia Zn dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.4. Nikiel (Ni)

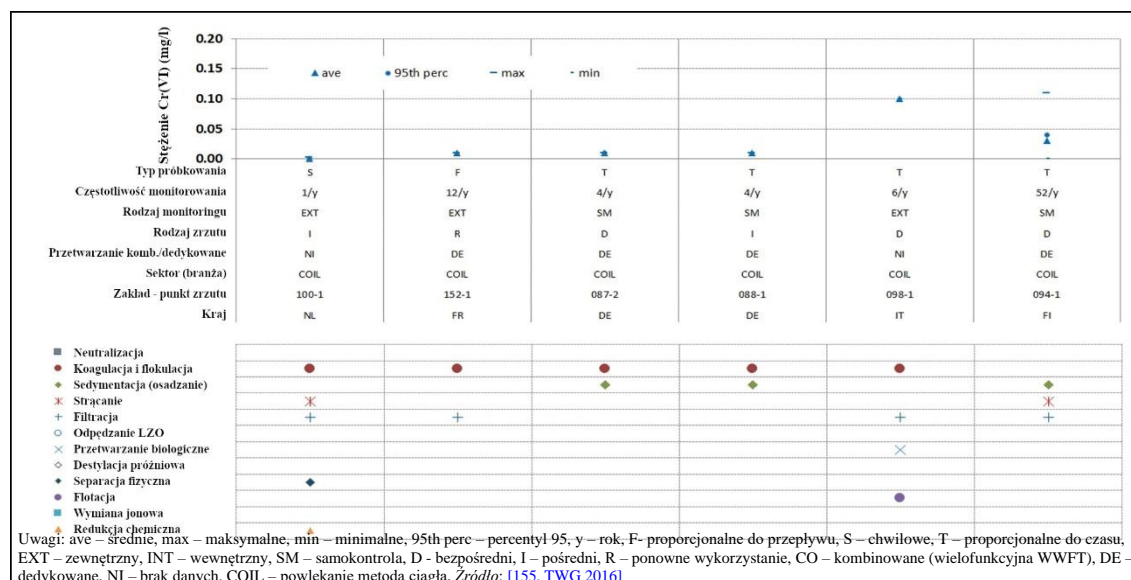
Przekazano dane dotyczące emisji niklu do wody dla sześciu zakładów. Wszystkie zgłoszone wartości, z wyjątkiem jednej, są niższe niż 0.2 mg/l.



Ilustracja 6-13 Wartości stężenia Ni dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.5. Chrom sześciowartościowy (Cr(VI))

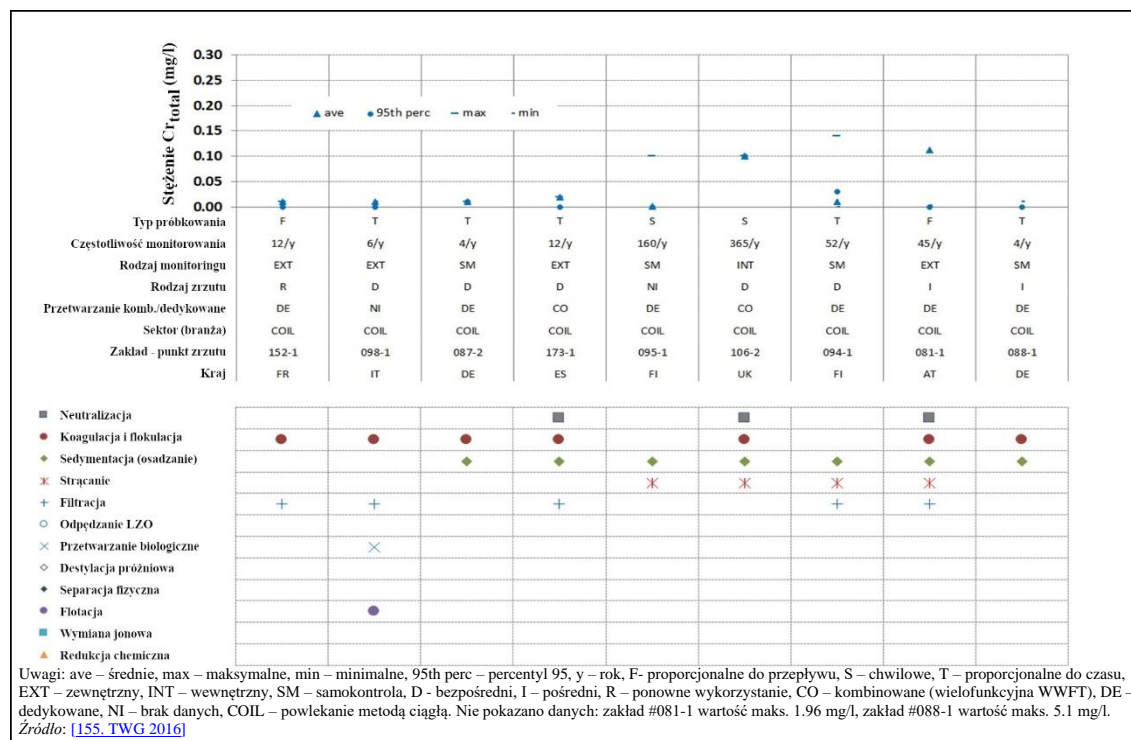
Przekazano dane dotyczące emisji chromu sześciowartościowego do ścieków dla sześciu zakładów. Wszystkie wartości są niższe niż 0.11 mg/l, a cztery z sześciu zgłoszonych wartości są niższe niż 0.044 mg/l.



Ilustracja 6-14 Wartości stężenia Cr(VI) dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.6. Chrom całkowity (Cr_{total})

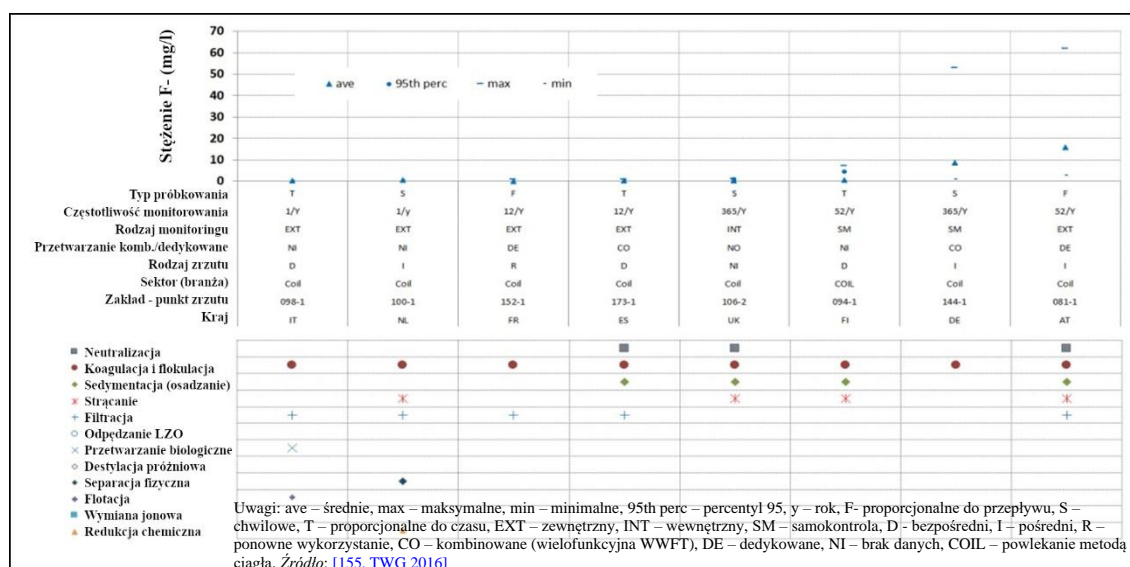
Przekazano dane dotyczące emisji chromu całkowitego do ścieków dla dziewięciu zakładów. Wszystkie zgłoszone wartości maksymalne, z wyjątkiem dwóch, są niższe niż 0.14 mg/l. Zgłoszone wartości przedstawiono na Ilustracji 6.15.



Ilustracja 6-15 Wartości stężenia Cr dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.7. Fluorki (F-)

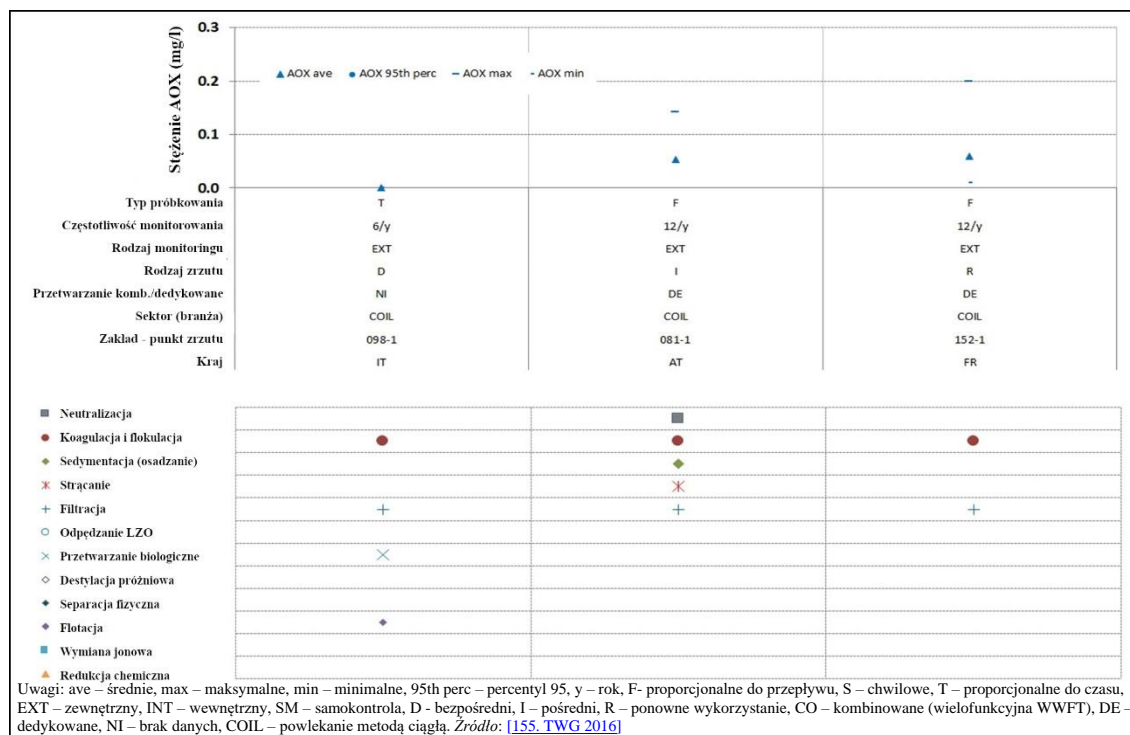
Przekazano dane dotyczące emisji fluorków do ścieków z ośmiu zakładów. Zgłoszone wartości przedstawiono na Ilustracji 6.16. Wszystkie z wyjątkiem dwóch zgłoszonych wartości maksymalnych są niższe niż 7 mg/l, a tylko dwie są rzędu 53-62 mg/l.



Ilustracja 6-16 Wartości stężenia fluorków dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.4.8. Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX)

Przekazano dane dotyczące emisji AOX do ścieków z trzech zakładów. Zgłoszone wartości przedstawiono na Ilustracji 6.17. Wszystkie zgłoszone wartości maksymalne są niższe niż 0.2 mg/l.



Ilustracja 6-17 Wartości stężenia AOX dla bezpośrednich i pośrednich zrzutów ścieków z instalacji do powlekania metodą ciągłą (dane za rok 2015).

6.3.2.5. Wytwarzanie odpadów

[155, TWG 2016]

Główne rodzaje odpadów powstających w procesie powlekania metodą ciągłą oraz drogi ich recyklingu lub unieszkodliwiania przedstawiono w Tabeli 6.12.

Tabela 6-12 Główne rodzaje odpadów powstających w przemyśle powlekania metodą ciągłą.

Rodzaj odpadów	Źródło	Ilość (w kg odpadów na tonę produktu)	Średnia zawartość rozpuszczalnika (%)	Droga recyklingu lub unieszkodliwiania
Odpady rozpuszczalnika	Procesy czyszczenia	0.6-2.9	50-100	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne
Odpady farb i lakierów zawierających rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne	Procesy produkcyjne	0.02-1.3	40-60	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne
Odpady emulsji olejowych	Wstępne przetwarzanie ścieków	0.04-0.06	NI	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne
Odpady z lakierni (materiały filtracyjne, ściereczki i czyściwa zawierające rozpuszczalniki)	Procesy produkcyjne / czyszczenia	0.3-2.4	35-50	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne
złom metalowy (pojemniki, beczki itp.) oraz pojemniki z tworzyw sztucznych	Procesy produkcyjne	0.05-2.1	0.1-3	Zwracane dostawcy
Odpady rozpuszczalników zawierające substancje chlorowcowane	Procesy produkcyjne	1.0-1.3	NI	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne
Osady z oczyszczalni ścieków	Wstępne przetwarzanie ścieków	0.3-0.8	5	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne
Odpady folii PE/PVC	Procesy produkcyjne	0.6-0.8	NI	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady inne niż niebezpieczne
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych. Źródło: [155. TWG 2016]				

Stosowane techniki minimalizacji wytwarzania odpadów

Główne zgłoszone techniki stosowane do minimalizacji ilości wytwarzanych odpadów to [155. TWG 2016]:

- stosowanie pojemników wielokrotnego użytku w celu zmniejszenia ilości złomu;
- szmatki/ściereczki czyszczące wielokrotnego użytku;
- ponowne wykorzystanie farby zwróconej z głowicy powlekającej w trakcie zmiany produktu;
- destylacja zużytych rozpuszczalników;
- wyparka próżniowa dla ścieków z odtłuszczania, płukania i odmulania; skutkuje to zwiększeniem ilości wody odzyskiwanej oraz zmniejszeniem ilości szlamu/osadu fizykochemicznego do utylizacji;
- prasy filtracyjne, wirówki i dekantery do osadów ściekowych w celu zmniejszenia fizykochemicznego szlamu/osadu przeznaczonego do utylizacji;
- system płukania w obróbce wstępnej bez wytwarzania ścieków;
- poprawa procesów postępowania z odpadami, ze szczególnym uwzględnieniem eliminacji odpadów osadowych poprzez zwiększenie częstotliwości odbioru oraz eliminację odbioru cysternami;
- ponowne wykorzystanie wody używanej do schładzania taśmy po obróbce wstępnej.

6.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania metodą ciągłą

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do powlekania metodą ciągłą. W Tabeli 6.13 przedstawiono ogólne techniki istotne dla powlekania metodą ciągłą, które opisano w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branżowych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Dokument informacyjny EGTEI dotyczący powlekania metodą ciągłą (zob. załącznik 21.3.1) zawiera pewne dane na temat kosztów i korzyści niektórych technik redukcji emisji LZO na poziomie europejskim. Podejście EGTEI musi jednak z konieczności ograniczać swoją złożoność i podano jedynie kluczowe techniki bez uwzględnienia innych czynników BAT, takich jak oddziaływanie na procesy i środowisko, lub charakterystyki techniczne poszczególnych instalacji.

Tabela 6-13 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

6.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika (SMB) dla zakładu powlekania metodą ciągłą

[\[177. ECCA 2017\]](#) [\[185. ECCA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.3.1.

Szczegółowy opis metodyki obliczania SMB zaproponowanej przez przemysł (ECCA) wraz z analizą głównych źródeł niepewności w obliczeniach emisji niezorganizowanych można znaleźć w Załączniku 21.5.2.

6.4.2. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie)

6.4.2.1. Powłoki konwersyjne

Powłoka konwersyjna to ochronna warstwa powierzchniowa na metalu, która powstaje w wyniku reakcji chemicznej pomiędzy metalem a roztworem chemicznym. Może ona również zapewnić lepszą przyczepność dla kolejnych powłok, takich jak farba.

Powłoki konwersyjne zostały szerzej omówione w dokumencie STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

Powłoki konwersyjne w powlekanii metodą ciągłą tradycyjnie stosowały płukanki Cr(VI) (chromianowe) po obróbce wstępnej. Jednak zgodnie z rozporządzeniem REACH [\[47. UE 2006\]](#), związki Cr(VI) stosowane w takich płukankach przekroczyły swoją datę ważności 21 września 2017 r. i obecnie wymagają specjalnego zezwolenia przy każdym zastosowaniu (zob. również sekcja 6.2.1.1.5).

6.4.2.2. Powłoki konwersyjne niezawierające Cr(VI)

[Komentarz ECCA #17 w [\[212. TWG 2018\]](#)]

Powłoki konwersyjne niezawierające chromu(VI) zostały opracowane z myślą o aplikacji „na sucho” podczas wstępnego etapu procesu obróbki. W wyniku szeroko zakrojonych prac badawczo-rozwojowych opracowano szereg systemów opartych na odpowiedniej kombinacji TiF₆ / ZrF₆ / fosforan / polimery dla cynkowanych podłoży stalowych oraz na TiF₆ / ZrF₆ / polimery dla podłoży aluminiowych.

6.4.2.3. Powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Farby na bazie rozpuszczalnika stosowane w procesie powlekania metodą ciągłą mają zawartość cząstek stałych wynoszącą około 40 %.

Systemy powlekania o wysokiej zawartości cząstek stałych 70-95 % mogą być również stosowane w procesach powlekania metodą ciągłą dla niektórych specyficznych zastosowań.

Szczegóły techniczne

Zob. sekcja 17.7.2.1.

Powłoka plastizolowa z PVC jest powszechnym produktem w powlekanii zwojów i zazwyczaj zawiera mniej niż 10 % rozpuszczalnika. Plastizol PVC jest zdecydowanie najczęściej stosowaną powłoką, o wysokiej zawartości cząstek stałych, w branży powlekania metodą ciągłą i stanowi 12.5 % wszystkich powłok nawierzchniowych w 2016 roku [\[265. TWG 2019\]](#).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszony ładunek rozpuszczalnika w piecach może pozwolić na zmniejszenie przepływu powietrza odprowadzanego lub zwiększenie prędkości pracy linii dla określonego stężenia rozpuszczalnika w powietrzu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Istnieje tendencja do zmniejszania zawartości rozpuszczalników w innych chemikaliach powlekających, zgodnie z właściwościami aplikacyjnymi i wymaganiami dotyczącymi wydajności produktu końcowego. Trudno jest jednak znaleźć równowagę pomiędzy właściwościami powlekającymi (tj. niską lepkością), realistycznymi warunkami procesu (tj. parametrami wałków powlekających, zwłaszcza naciskiem wałka) oraz grubością powłoki (tj. 20 µm grubości na sucho dla standardowego produktu powlekanego metodą ciągłą). Zobacz również opis techniczny powyżej.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Jeżeli grubość docelowa jest większa niż w przypadku powłoki standardowej, wyższe stężenie rozpuszczalnika jest równoważone przez większą grubość; ogólna zawartość rozpuszczalnika w powietrzu usuwanym z pieca pozostaje w przybliżeniu taka sama. Jeżeli grubość docelowa jest bliższa grubości powłoki standardowej, zmniejszenie ilości oparów rozpuszczalnika w strumieniu wylotowym może zwiększyć zapotrzebowanie na gaz/paliwo kopalne w utleniaczu i/lub zmniejszyć ilość energii odzyskanej do wstępnego podgrzania powietrza w piecu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana, gdy spełnione są kryteria wydajności i ekonomiczności. Do nakładania plastizoli PVC wymagany jest dodatkowy/odmienny sprzęt.

Ekonomika

Powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych wymagają aplikacji przy mniejszej grubości warstwy mokrej tak, aby uzyskać taką samą grubość powłoki po wyschnięciu. Powoduje to większe obciążenie wałków aplikujących i może pociągać za sobą wyższe koszty konserwacji oraz zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzenia powlekającego.

Siła napędowa wdrażania

- W przypadku plastizolu, siłą napędową jest zapotrzebowanie rynku na konkretny produkt.
- Dla innych produktów, głównym czynnikiem jest potencjalna redukcja kosztów przy niższej cenie za jeden mikron grubości warstwy, ponieważ firmy zajmujące się powlekaniami metodą ciągłą kupują farby na kilogramy.
- Zarówno firmy zajmujące się powlekaniami metodą ciągłą jak i dostawcy farb wywierają nacisk na obniżenie zawartości rozpuszczalników w farbách stosowanych do powlekania. Jest to jednak raczej ciągłe doskonalenie niż prawdziwy przełom: istnieje tylko kilka przypadków, w których udało się obniżyć zawartość rozpuszczalnika do wartości poniżej 30 % bez znaczącej zmiany właściwości/kosztów produktu końcowego.
- Wymagania w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa dotyczące poziomów LZO w miejscach pracy z farbami.

Przykładowe zakłady

Zakłady #152, #084, #086, #090, #095, #102, #106, #153 i #164 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[185. ECCA 2017\]](#)

6.4.2.4. Farby/powłoki na bazie wody

Opis

Farby na bazie wody zawierają żywice wodorozcieńczalne lub wodorozpuszczalne, zwykle na bazie poliestru, akrylu, melaminy i żywicy epoksydowych. Większość dostępnych obecnie farb wodorozcieńczalnych zawiera również do 20 % rozpuszczalników organicznych w postaci koalescentów. Zob. również sekcja 17.7.2.2.

Szczegóły techniczne

Systemy farb na bazie wody do powlekania metodą ciągłą są zazwyczaj farbami jednoskładnikowymi. Są one oparte głównie na żywicach poliestrowych, akrylowych, melaminowych i epoksydowych. Systemy malowania na bazie wody mają najczęściej zawartość

wody 10-65 wt-% i często zawierają również < 3-20% rozpuszczalników organicznych jako koalescent oraz dla poprawy właściwości warstwy mokrej.

Korzyści dla środowiska

Zob. sekcja 17.7.2.2.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zob. sekcja 17.7.2.2.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zob. sekcja 17.7.2.2.

Woda ma wyższą energię parowania niż rozpuszczalniki organiczne, dlatego też powłoki na bazie wody stosowane w powlekanii metodą ciągłą wymagają większych nakładów energii w piecach do utwardzania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Jest to niszowy system powlekania, stosowany w niewielkich rozmiarach przy powlekanii metodą ciągłą, ponieważ systemy farb na bazie wody nie nadają się do szerokiego zakresu zastosowań. Obecnie udział farb na bazie wody nie przekracza 0.2 % całkowitego zużycia farb w procesach powlekania metodą ciągłą w Europie Zachodniej. Jeśli stosuje się powłoki na bazie wody, to ich zastosowanie najczęściej ogranicza się do podkładów i powłok spodnich lub bazowych. Systemy powłok na bazie wody były stosowane na niektórych liniach do powlekania metodą ciągłą, ale nie mają one zastosowania do szerokiego zakresu specyfikacji końcowych. Mogą być stosowane na liniach dedykowanych do ograniczonego asortymentu produktów, gdzie specyficzne opracowanie receptury spełnia wymagania dotyczące parametrów końcowych powłoki.

Ekonomika

Zob. sekcja 17.7.2.2.

Siła napędowa wdrażania

Zob. sekcja 17.7.2.2.

Przykładowe zakłady

Zakłady #081, #082, #089, #090, #092, #144 i #164 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[185. ECCA 2017\]](#)

6.4.2.5. Powlekanie proszkowe

Opis

Zob. sekcja 17.7.2.6.

Szczegóły techniczne

Cząsteczki proszku są zwykle nakładane poprzez ładowanie elektrostatyczne w pistoletach natryskowych lub w komorze Wilsona (*cloud chamber*), a następnie przyciągane do uziemionej taśmy metalowej podczas jej przesuwania. Nakładanie odbywa się zazwyczaj z jednej strony taśmy, jedną warstwą o typowej grubości 50 - 60 μm .

Korzyści dla środowiska

Zob. sekcja 17.7.2.6.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Chemiczna obróbka wstępna powierzchni jest podobna jak w przypadku stosowania produktów na bazie rozpuszczalników. Suszenie lub utwardzanie odbywa się zazwyczaj poprzez kombinację krążącego gorącego powietrza i promieniowania podczerwonego lub za pomocą pieców NIR lub indukcyjnych. Osiągane są temperatury docelowe 180-250 °C. Proces utwardzania jest zazwyczaj wykonywany w ciągu 1.5-2 minut.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zob. sekcja 17.7.2.6.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Istnieje poważne ograniczenie prędkości pracy linii do nakładania proszku, topienia, stapiania, przepływu i utwardzania, gdyż większość linii do powlekania metodą ciągłą pracuje z dużo większą prędkością niż ta osiągnięta przy użyciu technologii proszkowych (typowo 150 m/min dla najnowszych linii do powlekania metodą ciągłą w porównaniu do 20 m/min dla powlekania proszkowego). Malowanie proszkowe jest zatem ograniczone do niskich prędkości linii przy niektórych specyficznych produktach, również z powodu bardzo ograniczonego zakresu jakości farb proszkowych, które mogą być nakładane i utwardzane w tak krótkim czasie.

Obecna technologia nie jest jeszcze w stanie osiągnąć jednorodności powłok proszkowych przy grubości warstwy mniejszej niż 30 mikronów. Te ograniczenia oznaczają, że przejście na powłoki proszkowe nie jest obecnie możliwe w przypadku konwencjonalnych instalacji. Technika ta jest stosowana przede wszystkim w budownictwie, np. przy produkcji płyt płaskich, ram okiennych, kabin sanitarnych oraz w przemyśle obróbki blachy (obudowy komputerów i inne). Stosowana jest również w przypadku produktów niszowych o małych nakładach. Dwustronne malowanie proszkowe na linii do powlekania metodą ciągłą jest nadal problematyczne.

Ekonomia

Koszty produkcji są wyższe w porównaniu z procesami powlekania ciekłego ze względu na poważne ograniczenia prędkości i trudności w kontrolowaniu grubości nakładanej warstwy.

Siła napędowa wdrażania

Eliminacja rozpuszczalników.

Przykładowe zakłady

W Europie istnieje bardzo niewiele instalacji do powlekania proszkowego na całej szerokości zwojów aluminiowych i stalowych.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [22. ECCA 2004] [78. TWG 2005]ODNOŚNIK_ZAKŁADKA_13079 [185. ECCA 2017]

6.4.2.6. Powłoki z folii laminowanych

Opis

Zastosowanie folii polimerowych nakładanych na zwój lub wstęgę podłoża celem nadania im właściwości estetycznych lub funkcjonalnych, co zmniejsza liczbę potrzebnych warstw powłoki.

Szczegóły techniczne

W przypadku niektórych zastosowań końcowych, w zakładach powlekania metodą ciągłą stosuje się bezrozpuszczalnikowe, stałe folie polimerowe. Folie te mogą być oparte na szeregu polimerów, w tym na:

- PVC (polichlorek winylu);
- PVF (polifluorek winylu);
- PET (politereftalan etylenu);
- akrylach;
- polipropylenie.

W niektórych przypadkach folie są kolorowe lub nieprzezroczyste i mogą być ozdobione nadrukowanymi wzorami. W innych przypadkach są to folie bezbarwne o określonych właściwościach, takich jak twardość, odporność na plamy itp. W prawie każdym przypadku folia jest nakładana na warstwę bazową z płynnej farby lub warstwę kleju. Do laminowania folii z tworzywa sztucznego na taśmie potrzebne są specjalne urządzenia.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Folie są nakładane za pomocą wałka dociskającego na wstępnie podgrzaną powłokę odpowiedniego podkładu/kleju, zazwyczaj natychmiast po opuszczeniu pieca do utwardzania.

Względna ekologiczność (w porównaniu ze standardową farbą) zależy od ostatecznego składu systemu powlekania. W przypadku zastosowania folii (zamiast zwykłej warstwy farby) przyklejonej do taśmy za pomocą wstępnie podgrzanego kleju, nie ma dowodów na lepszą ekologiczność niż w przypadku powlekania ciekłego. Jeżeli folia laminowana nakładana jest na farbę, wówczas całkowite zużycie surowców i energii może być znacznie niższe.

Ze względu na wysoką zawartość rozpuszczalników w klejach stosowanych do przyklejania folii laminowanej, redukcje emisji rozpuszczalników przy stosowaniu tych folii mogą być znacznie mniejsze niż można by się spodziewać [komentarz ECCA #19 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

W niektórych zastosowaniach zewnętrznych folie laminowane oferują lepsze parametry w zakresie odporności na warunki atmosferyczne. Zwykle jednak równoważą to dodatkowe koszty folii oraz jej skłonność do odwarstwiania się od stalowego podłoża. Podstawowym zastosowaniem produktów na bazie laminatów są zastosowania wewnętrzne, w których oferują one szeroki zakres wykończenia powierzchni, np. faktura drewna [komentarz ECCA #20 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Folie polimerowe są produkowane poza zakładem w procesie ekstruzji lub kalandrowania. Zamówiona szerokość rzadko odpowiada dokładnym wymiarom zwojów do laminowania. Nadmiar folii jest obcinany z boku i stanowi odpad technologiczny.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Generalnie stosowane dla bardzo specyficznych właściwości końcowych. Powłoki z folii laminowanej nie mogą konkurować z powłokami ciekłymi we wszystkich standardowych przypadkach.

Ekonomika

Proces wymaga specyficznego wyposażenia. Jeśli wyposażenie to nie zostało zainstalowane w momencie budowy linii produkcyjnej, jej modernizacja może być trudna i kosztowna.

Folie laminowane są droższe niż konwencjonalne powłoki ciekłe. Proces ten jest przydatny tylko wtedy, gdy wymagana jest specyficzna funkcja, która jest trudna lub niemożliwa do osiągnięcia za pomocą powłoki ciekłej.

Siła napędowa wdrażania

- Specyfikacja produktów oraz innowacje.
- Proces ten daje możliwość dostarczania niszowych produktów o określonym przeznaczeniu.

Przykładowe zakłady

Zakłady #081 & #082 (folie ochronne z polietylenu), #087, #088, #090, #094, #097, #101, #103, #105 i #152 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) ODNOŚNIK_ZAKŁADKA_13079 [\[185. ECCA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6.4.2.7. Powłoki utwardzane radiacyjnie (promieniowaniem, tzw. *radcure*)

Zob. sekcja 17.7.2.3 i sekcja 17.8.5.

6.4.3. Techniki oraz sprzęt do nakładania powłok

6.4.3.1. Nakładanie powłok konwersyjnych metodą „natrysku, ściągania i sflukiwania” (*spray, squeegee and rinse*).

Opis

Rozpylacze są używane do nanoszenia środków czyszczących, obróbki wstępnej oraz do płukania. Po natrysku stosuje się ściągaczki (aby zminimalizować wleczenie roztworu) a następnie płukanie.

Szczegóły techniczne

Aplikacja natryskowa odbywa się w zamkniętych kabinach. We wszystkich przypadkach absolutnie konieczne jest zastosowanie dodatkowego etapu płukania wodą.

Produkty do fosforanowania taśm żelaza walcowanych na zimno są stosowane razem z popłuczynami, zwykle zawierającymi związki wolne od Cr(VI). Zasadowe powłoki konwersyjne (na bazie kobaltu lub bez kobaltu) w połączeniu z popłuczynami bez Cr(VI) zapewniają doskonałą przyczepność farby oraz ochronę przed korozją na podłożach pokrytych cynkiem lub stopem cynku.

Korzyści dla środowiska

Osiągana jest wysoka trwałość.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Temperatura procesu mieści się w zakresie od temperatury pokojowej do około 70 °C. Stosowane ciśnienie natrysku wynosi 0.5 - 2 bary [\[185. ECCA 2017\]](#).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Technika ta powoduje duże zużycie chemikaliów do obróbki powierzchni. Występuje duże wleczenie chemikaliów, powodujące zanieczyszczenie wody płuczającej, konieczność późniejszego zwiększonego oczyszczania ścieków oraz dodatkowe odpady.

Do tego procesu potrzebne są duże ilości wody. Możliwe jest znaczne obniżenie tych ilości poprzez odpowiednie zaprojektowanie etapu płukania (zob. przykład płukania kaskadowego w sekcji 17.4.3), ale zużycie wody nigdy nie spadnie do zera, ponieważ wanny płuczące muszą pracować w warunkach przelewu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Jest to dobrze znana i powszechnie używana technologia, jednak wymaga wysokiego poziomu kontroli procesu chemicznego. Taki proces jest generalnie bardzo czuły na temperaturę, stężenie chemiczne, czystość powierzchni oraz czas konwersji. Dlatego też stosunkowo trudno jest tą technikę idealnie dopasować.

Konserwacja zamkniętych kabin jest łatwiejsza niż w przypadku urządzeń typu *chemcoater*.

Ekonomika

Budowa tego typu sekcji obróbki powierzchniowej wymaga dużej ilości miejsca. W większości przypadków wanny do czyszczenia i konwersji są poziome, co oznacza, że na linię do powlekania metodą ciągłą pracującą z normalną prędkością potrzeba ponad 50 m³ przestrzeni.

Możliwe jest również zastosowanie wanien pionowych, ale utrudnia to kontrolę procesu w porównaniu z systemem poziomym. Wyposażenie to jest wtedy stosunkowo tanie (w porównaniu z *chemcoater*), ale można je ustawić tylko wtedy, gdy dysponuje się odpowiednią przestrzenią.

Jeśli chodzi o koszty operacyjne, należy wziąć pod uwagę zapotrzebowanie na ścieki i jest to generalnie koszt ukryty, ponieważ większość oczyszczalni ścieków zbiera wodę z różnych procesów przemysłowych, a jej całkowity koszt jest rzadko rozbijany.

Siła napędowa wdrażania

Jest to znana i bezpieczna technologia.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana: Zakłady #081, #082, #101, #102, #103, #104, #105 i #158 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#), [\[38. TWG 2004\]](#) [\[185. ECCA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6.4.3.2. Nakładanie powłok konwersyjnych metodą „bez płukania” lub „na sucho”.

Opis

Technologia „bez płukania” (*no-rinse*) lub „na sucho” (*dry-in-place*) stosowana jest do nakładania powłok konwersyjnych, które nie wymagają dalszego płukania wodą, za pomocą wałków (tzw. *chemcoater*) lub wałków z rakłą.

Szczegóły techniczne

Technologia nanoszenia powłok konwersyjnych „bez płukania” lub „na sucho” nie wymaga dodatkowego przemywania wodą. Produkty do obróbki wstępnej są nanoszone na powierzchnię taśmy za pomocą wałków, tzw. *chemcoater* lub wałków z rakłą. Ponieważ unika się przy tym tworzenia aerozoli, w powietrzu nie są mierzone żadne substancje szkodliwe. Bez jakiegokolwiek płukania, mokra powłoka jest suszona na miejscu, przy użyciu promieniowania podczerwonego lub ciepła konwekcyjnego, a następnie bezpośrednio malowana. Ten rodzaj procesu nie ogranicza prędkości linii w sekcji obróbki wstępnej (brak czasu reakcji), nie wymaga etapów płukania po sekcji obróbki wstępnej i generuje wyjątkowo niski poziom ścieków. Kolejną zaletą w

porównaniu z konwencjonalnymi produktami procesu płukania jest jego przydatność do obróbki wstępnej wielu metali.

Korzyści dla środowiska

Zużycie wody w systemie „na sucho” jest znacznie niższe niż w przypadku systemu „natrysku, ściągania i spłukiwania”, ponieważ nie ma przelewu. Ponadto środki chemiczne zużywane są w dokładniej takiej ilości, jaka jest potrzebna, co pozwala uniknąć nadmiernego zużycia. Zużycie wody i chemikaliów w systemie „na sucho” jest zatem znacznie niższe niż w systemie natrysku, ściągania i spłukiwania.

Ze względu na małą ilość ścieków i niskie stężenie w nich zanieczyszczeń nie jest konieczna stacja uzdatniania wody.

Małe kropelki lub opary stosowanych chemikaliów są zazwyczaj szkodliwe i alternatywne metody obróbki powierzchni nie mogą być stosowane bez odprowadzania powietrza w celu usunięcia mgły i oparów z nad wianien. Odprowadzane powietrze jest albo uwalniane do atmosfery (co powoduje zanieczyszczenie powietrza), albo trafia do systemu utleniania (i wymaga dodatkowej energii do obróbki zimnego nawilżonego powietrza). W przypadku techniki „na sucho” nie ma mgieł i oparów. Oznacza to, że nie ma zanieczyszczenia powietrza ani zapotrzebowania na dodatkową energię do jego przetwarzania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Jakość wody w ostatnim płukaniu sekcji czyszczącej przed nałożeniem powłoki konwersyjnej „bez płukania” musi być starannie monitorowana poprzez pomiary przewodności.

Grubość nałożonej warstwy mokrej (przed wysuszeniem) zależy od zastosowanej techniki nakładania i stężenia użytego środka chemicznego. Suszenie odbywa się natychmiast po nałożeniu powłoki konwersyjnej za pomocą suszarek na podczerwień lub gorące powietrze i trwa krótko.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Suszarki wymagają energii elektrycznej lub gazu ziemnego. Zużycie energii jest nieco wyższe niż w przypadku alternatywnych metod obróbki powierzchni.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Technologia ta jest obecnie dobrze znana i zatwierdzona oraz szeroko wykorzystywana w całej Europie.

Ekonomika

Budowa sekcji obróbki powierzchniowej wiąże się ze znacznymi wydatkami kapitałowymi (CAPEX). Na istniejącej linii, jeśli istniejąca obróbka powierzchniowa to system „natrysku, ściągania i spłukiwania”, przestrzeń oraz stacja uzdatniania wody są już zazwyczaj dostępne, a koszt inwestycji jest wtedy mniej istotny.

W przypadku nowej linii całkowity koszt systemu „na sucho” jest równoważny kosztowi systemu z „natryskiem, ściąganiem i spłukiwaniem” ze względu na mniejsze zapotrzebowanie na miejsce oraz brak konieczności stosowania stacji uzdatniania wody.

Siła napędowa wdrażania

- Niskie zużycie chemikaliów do obróbki powierzchni oraz bardzo mała ilość odpadów.
- Mniejsze ryzyko narażenia pracowników na kontakt z chemikaliami.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w całej Europie. Zakłady #083, #084, #088, #090, #092, #093, #094, #095, #097, #144, #153, #164, #172 i #173 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

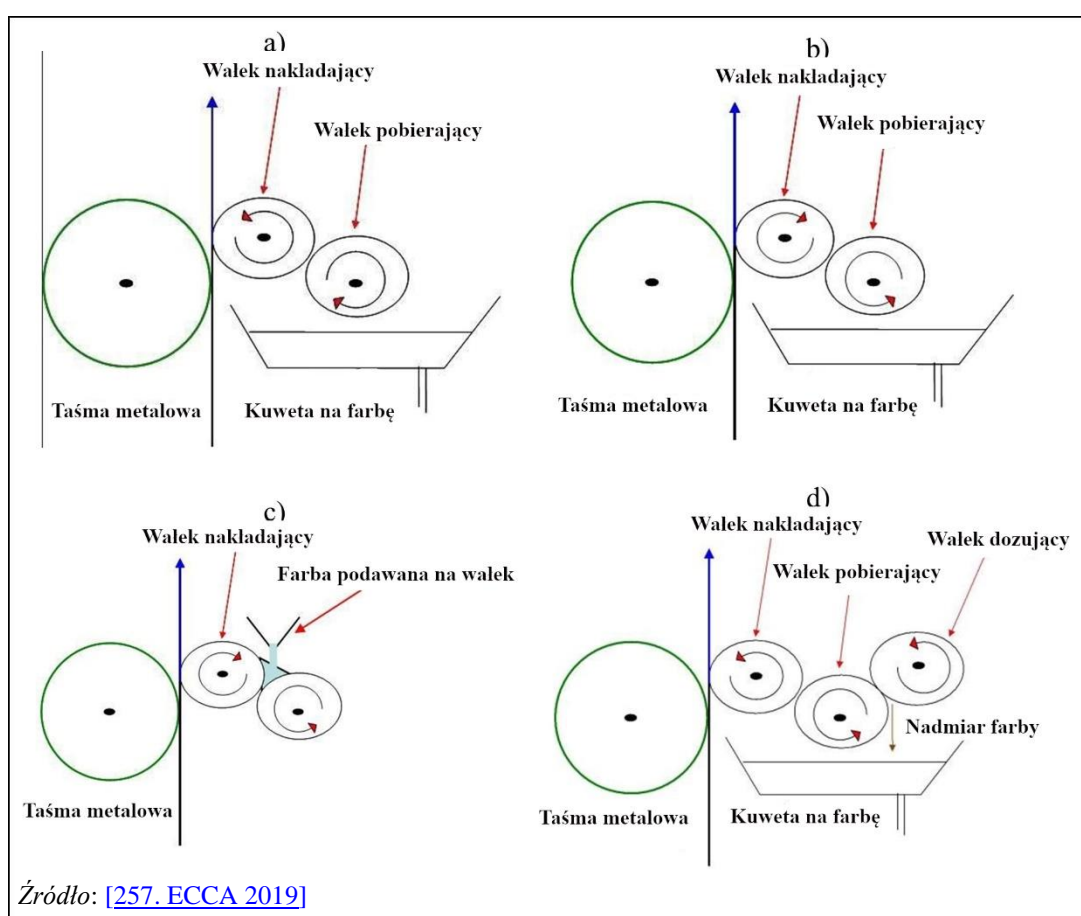
[22. ECCA 2004] [155. TWG 2016] [38. TWG 2004] [185. ECCA 2017]

6.4.3.3. Nakładanie farb wałkiem

Opis

Zob. również sekcja 17.7.3.1.

Zespół dwóch lub trzech wałków służy do pobierania, odmierzania i nakładania powłoki, z dużą prędkością, na przesuwaną się taśmę.



Ilustracja 6-18 Schemat powlekarki do farb stosującej wałki: a) powlekarka dwuwalkowa, b) powlekarka dwuwalkowa do przodu, c) powlekarka z wałkiem podającym, d) powlekarka z wałkiem dozującym.

Szczegóły techniczne

Stosowane są różne typy powlekarek, np. z przesuwaną taśmą w poziomie lub w pionie, z przeciwwalkiem lub bez (zob. ilustracja 6.18). Kierunki wałków, prędkości obrotowe, odstępy między nimi i wielkość nacisku są kontrolowane w celu ustalenia grubości warstwy oraz optymalizacji właściwości przenoszenia i przepływu powłoki mokrej.

Powlekanie wałkiem jest dojrzałą technologią, która jest stale ulepszana, głównie w celu osiągnięcia docelowej grubości w sposób szybszy, bardziej równomierny oraz dokładniejszy.

Korzyści dla środowiska

Bardzo wysoka wydajność transferu, zbliżająca się do 100 %, dzięki czemu osiągnięta jest wysoka wydajność materiałowa dla substancji stałych i rozpuszczalników w farbie oraz minimalne straty materiałowe.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Bardzo wysoka wydajność transferu dzięki:

- lepszej precyzji mechanicznej urządzeń powlekających;
- lepszemu zarządzaniu temperaturą na wałkach oraz ogólnym przepływem farby;
- lepszej automatyzacji i dostępności niektórych mierników grubości warstwy mokrej (przed wyschnięciem), które dają szybki i dokładny pomiar grubości, co z kolei pozwala na regulację w obiegu zamkniętym (lub przynajmniej szybką reakcję operatora).

Jedynie straty związane są z materiałem pozostałym w pojemnikach i rurociągach na końcu serii produkcyjnej. Jest on zwykle odprowadzany z powrotem do oryginalnego pojemnika celem wykorzystania w późniejszym czasie. Po odsączeniu, ostatnie ślady powłoki usuwane są z wałków i urządzeń (wałki, tuby z farbą) przy użyciu odpowiedniej metody.

Urządzenia do powlekania są zwykle umieszczone w obudowach, aby zminimalizować uwalnianie oparów rozpuszczalników organicznych na terenie zakładu. Obudowy urządzeń do powlekania są wentylowane na zewnątrz budynku z natężeniem przepływu zaprojektowanym tak, aby przez cały czas utrzymywać zadowalające warunki pracy dla operatorów w hali do powlekania. Oprócz pozytywnych skutków dla zdrowia i bezpieczeństwa umożliwia to również odprowadzanie powietrza zawierającego LZO ze strefy roboczej (zob. sekcja 17.10.2.1).

Większość powłok jest rozcieńczana rozpuszczalnikami organicznymi w celu uzyskania odpowiedniej lepkości oraz osiągnięcia właściwej grubości farby. Rozpuszczalniki są odparowywane w piecu i ekstrahowane do termicznego przetwarzania gazów odlotowych.

Czyszczenie wałków jest generalnie trudne do wykonania w 100% bezpieczną metodą i bez użycia znacznej ilości rozpuszczalnika. Obecnie, ręczne czyszczenie jest nadal najbardziej powszechną metodą, ale niekoniecznie najbezpieczniejszą.

Wałki aplikacyjne mają zazwyczaj grubą, elastomerową, poliuretanową powłokę, która może ulec uszkodzeniu, wymagając odnowienia na tokarce. W ostateczności powłoka ta musi zostać odtworzona przez wyspecjalizowanego wykonawcę. Wałki podbierające i dozujące są zazwyczaj stalowe i mniej podatne na uszkodzenia.

Regularna konserwacja wałków minimalizuje straty farby oraz zużycie rozpuszczalników podczas produkcji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Technika ta może wiązać się ze zwiększonym użyciem rozpuszczalnika do czyszczenia, ponieważ najbezpieczniejsze metody czyszczenia zwykle zużywają więcej rozpuszczalnika.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest stosowana w prawie wszystkich liniach do powlekania metodą ciągłą przy użyciu farb w płynie. Natomiast nie nadaje się do powlekania proszkowego. W przypadku farb o wysokiej lepkości (np. o wysokiej zawartości cząstek stałych) konieczne jest albo zastosowanie bardziej zaawansowanej technologicznie powlekarzki z wałkami do powlekania i/lub zaakceptowanie większej grubości farby.

Ekonomika

Opisana metoda powlekania jest stosunkowo droga, z wysokimi kosztami początkowymi. W zależności od tego, czy malowana jest jedna czy dwie strony, od rodzaju produktów (a następnie od konfiguracji urządzenia do powlekania wałkami) oraz od poziomu automatyzacji, CAPEX mogą się znacznie różnić. W większości przypadków, w przypadku powlekania metodą ciągłą, koszty przekraczają 1 milion euro i mogą być znacznie wyższe.

Siła napędowa wdrażania

Technika ta zapewnia bardzo wysoką wydajność transferu, a tym samym minimalne straty materiałów. W idealnym przypadku urządzenie do powlekania wałkami jest teoretycznie w stanie położyć warstwę o grubości $20 \pm 1 \mu\text{m}$ w stanie suchym; w przypadku powierzchni płaskich jest to znacznie lepszy wynik niż w przypadku innych metod powlekania. Wysokie koszty inwestycyjne są wtedy z reguły szybko równoważone przez znacznie niższe koszty eksploatacyjne.

Przykładowe zakłady

Technika uznana za standard w branży oraz szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[185. ECCA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6.4.3.4. Czyszczenie sprzętu do nakładania z odprowadzeniem powietrza i późniejszą redukcją LZO

Opis

W urządzeniach do powlekania metodą ciągłą istnieją dwie uznane metody czyszczenia elementów maszyn i urządzeń:

- całe czyszczenie odbywa się *in situ*, tj. w budynku/pomieszczeniu, w którym odbywa się powlekanie, z lokalnym odprowadzeniem powietrza do pieców lub urządzeń redukujących (zob. również sekcja 17.10.2.1);
- stosuje się czyszczenie *in situ* wyposażenia stałego, przy czym elementy ruchome, takie jak kuwety z farbą, pompy i mieszadła, przenoszone są do pomocniczego stanowiska czyszczenia (zob. sekcja 17.9.7).

Ściereczki nasączone rozpuszczalnikami (zob. sekcja 17.9.4) stosuje się podczas ręcznego czyszczenia instalacji i sprzętu. Brudne ściereczki jednorazowego użytku są przechowywane w szczelnie zamkniętych pojemnikach i usuwane, zazwyczaj przez spalanie. Brudne ściereczki wielokrotnego użytku są również przechowywane w szczelnie zamkniętych pojemnikach i najczęściej prane.

Zgłaszano również przypadki czyszczenia za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody (zob. sekcja 17.9.9).

Korzyści dla środowiska

Lokalne odprowadzanie do pieców/urządzeń redukcji zmniejsza emisje niezorganizowane LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Niektóre, ale nie wszystkie, budynki do nakładania powłok są wyposażone w lokalne wyciągi, przy czym odprowadzane powietrze jest kierowane do pieca/systemu oczyszczania gazów odlotowych, a pozostała część jest wysyłana na zewnątrz. W przypadku stosowania pomocniczej jednostki czyszczącej odprowadzane powietrze jest z reguły poddawane redukcji zanieczyszczeń.

W innych przypadkach całe powietrze z pomieszczenia, w którym odbywa się nakładanie powłok, jest odprowadzane bezpośrednio na zewnątrz, ponieważ powszechnie uważa się, że instalacja urządzeń służących do redukcji emisji nie jest praktyczną opcją, jako że objętości przepływającego powietrza, ze względu na zdrowie pracowników, są wysokie przy niskich stężeniach emisji. W porównaniu z emisjami z suszarki/pieców, emisje z pomieszczeń, w których odbywa się nakładanie powłok uważa się za nieistotne.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Praktyczna możliwość doposażenia pomieszczeń do nakładania powłok w lokalne wyciągi będzie zależała od wieku, konstrukcji i wydajności kombinowanych urządzeń do utwardzania (suszenia) oraz usuwania substancji szkodliwych.

Ekonomia

Koszty będą zależeć od istniejącej instalacji wyciągowej oraz od wydajności techniki oczyszczania gazów odlotowych. Modernizacja może być zatem bardzo kosztowna.

Przykładowe zakłady

Czyszczenie automatyczne (maszynowe): Zakłady #097, #098, #099 i #153 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#), [\[38. TWG 2004\]](#)

6.4.4. Suszenie

6.4.4.1. Suszenie lub utwardzanie konwekcyjne połączone z odzyskiem ciepła z gazów odlotowych

Opis

Opalane gazem piece z wymuszonym obiegiem powietrza są powszechnie stosowane w przemyśle powlekania metodą ciągłą do utwardzania różnych warstw podkładu i powłoki nawierzchniowej, nakładanych na taśmę metaliczną. Piece te pracują przy temperaturze powietrza około 350 °C (taśma z reguły musi osiągnąć temperaturę w zakresie 200-280 °C, w zależności od specyfikacji dostawcy farby). Gazy odlotowe są odprowadzane i kierowane do instalacji oczyszczania gazów. Wymienniki ciepła wykorzystujące energię zawartą w gazach odlotowych podgrzewają powietrze do maksymalnej temperatury około 550 °C, zanim zostanie ono ponownie wtłoczone do pieca. Urządzenia te zawierają zazwyczaj od trzech do sześciu niezależnych stref i mogą mieć długość w linii do 50 metrów. Ich stabilny profil operacyjny i niezawodność oznacza, że są w stanie zapewnić wysokiej jakości, utwardzone powłoki w szerokim zakresie tekstur i kolorów wymaganych przez rynek powlekania metodą ciągłą. Zob. również sekcja 17.8.6.

Szczegóły techniczne

W suszarce lub piecu krąży gorące powietrze, które transportuje ciepło do taśmy poprzez konwekcję. Gorące powietrze jest w bezpośrednim kontakcie z powierzchnią suszonej taśmy. Czas suszenia zależy od podłoża, rodzaju powłoki oraz jej grubości.

Do suszenia powłok na bazie wody lub wstępnego etapu suszenia kombinacji warstw procesu „mokre na mokre” stosuje się osuszone powietrze; w tych przypadkach suszarki konwekcyjne pracują z dodatkowym stopniem osuszania. Dzięki absorpcji wody czasy suszenia mogą zostać znacznie skrócone. Suszarki są budowane jako suszarki płaskie, dyszowe, z podajnikami, lub wieżowe. Zapotrzebowanie na energię zależy w dużej mierze od strat cieplnych suszarki.

Zazwyczaj podczas procesu suszenia w wyniku odparowania i utwardzania uwalniane są substancje palne.

Norma europejska EN 1539²⁸ definiuje dozwolone zakresy robocze w odniesieniu do dopuszczalnej temperatury suszenia i maksymalnej dopuszczalnego stężenia uwolnionych substancji palnych wewnątrz suszarki.

Korzyści dla środowiska

Ogólny wpływ techniki utwardzania na ekologiczność zależy nie tylko od samych pieców, ale także od otaczających je urządzeń do przetwarzania i cyrkulacji powietrza. Większość farb do powlekania zwojów jest na bazie rozpuszczalnika, dlatego konieczne jest rozcieńczenie stężenia LZO w piecach poniżej poziomu LEL przy znacznym dopływie powietrza. Powietrze zawierające LZO musi być następnie utlenione w wysokiej temperaturze. Bilans energetyczny sekcji utwardzania jest więc wynikiem wydajności utleniacza oraz ponownego wykorzystania energii w nim uwolnionej.

Optymalna konfiguracja i zużycie energii będzie zależało od rodzaju produktów obsługiwanych przez linię produkcyjną, sposobu jej zaprogramowania oraz możliwości ponownego wykorzystania gorącego powietrza.

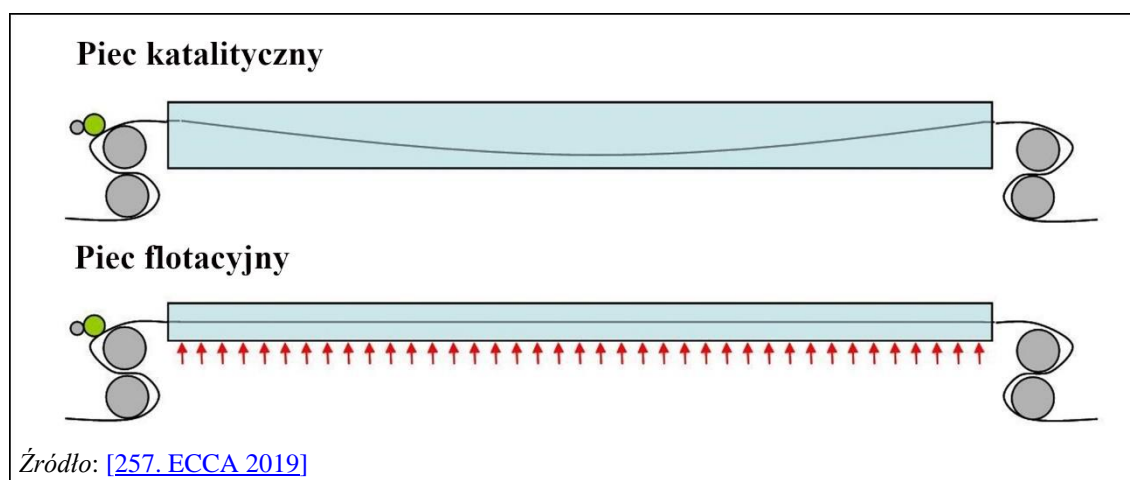
Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Piece z gorącym powietrzem są najczęściej stosowaną techniką utwardzania w liniach do powlekania metodą ciągłą. Zakres warunków stosowania procesu jest duży, a wydajność tej techniki nie zależy od podłoża.

Proste piece z gorącym powietrzem są piecami katalitycznymi, posiadającymi od trzech do sześciu niezależnych stref, które umożliwiają dobrą kontrolę profilu temperatury. Całkowita długość takich pieców zależy od prędkości linii produkcyjnej i zwykle mieści się w przedziale 25-50 metrów.

Piece flotacyjne są alternatywną techniką opartą na strumieniach gorącego powietrza umieszczonych bardzo blisko taśmy. Chociaż zużycie energii elektrycznej w tych urządzeniach jest wyższe niż w przypadku pieców katalitycznych, technika flotacyjna umożliwia skrócenie czasu utwardzania ze względu na skuteczny transfer ciepła do taśmy. Ponadto, w piecu nie ma kateningu taśmy. Dlatego zakres stosowania procesu jest większy niż w przypadku zwykłych pieców konwekcyjnych, a piece są bardziej kompaktowe [212. TWG 2018]. Zob. Ilustracja 6.19.

²⁸ PN-EN 1539:2015: Suszarki i piece, w których uwalniane są substancje palne. Wymagania bezpieczeństwa.



Ilustracja 6-19 Schemat pieca katalitycznego (konwekcyjnego) i flotacyjnego.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Czas i temperatura suszenia mają wpływ na jakość powierzchni. W przypadku pieców z gorącym powietrzem istnieje większe ryzyko wniknięcia pyłu w mokłą warstwę niż w przypadku innych technik utwardzania. Czasy suszenia są stosunkowo długie, a zapotrzebowanie na energię wysokie. Jednakże, możliwy jest wysoki poziom automatyzacji oraz istnieje duża elastyczność w stosowaniu tej techniki suszenia.

W porównaniu z innymi technikami utwardzania (piece indukcyjne i NIR), bezwładność cieplna pieca z gorącym powietrzem jest generalnie wysoka. Stanowi to ograniczenie, gdy konieczna jest zmiana przekroju taśmy lub nakładanej farby, co zwykle ma miejsce kilka razy na zmianę. Sposób zaprogramowania linii jest wtedy bardzo ważny, ponieważ może on poważnie wpłynąć na wydajność energetyczną związaną ze zmianami w produkcji. Z drugiej strony, duża bezwładność i długi czas utwardzania zmniejszają ryzyko nadmiernego utwardzenia, nawet w przypadku krótkich przestojów przenośników.

W przypadku pieca z gorącym powietrzem, jednorodność temperatury taśmy jest doskonała, a spójność utwardzania wzdłuż i w poprzek taśmy jest generalnie lepsza niż w przypadku innych technik.

Suszarki konwekcyjne są powszechnie stosowane w procesie powlekania zwojów i oprócz zastosowania z farbami na bazie rozpuszczalnika, mogą być używane do suszenia warstw farb na bazie wody, do etapu wstępnego suszenia lub do kombinacji warstw procesu „mokre na mokre”.

Ekonomika

Pod względem kosztów inwestycyjnych piece z gorącym powietrzem są tańsze niż alternatywne techniki utwardzania.

Koszty operacyjne w dużym stopniu zależą od rodzaju produktów, sposobu zaprogramowania linii oraz ogólnej konstrukcji systemu utwardzająco-spalająco-recyrkulacyjnego.

Siła napędowa wdrażania

Technika nie ma ograniczeń co do możliwości i jest uważana za „normalną” technikę utwardzania.

Przykładowe zakłady

Powszechnie stosowana w przemyśle powlekania metodą ciągłą.

Literatura źródłowa

[4. Niemcy 2002] [5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018] [257. ECCA 2019]

6.4.4.2. Utwardzanie indukcyjne

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.2.

Przykładowe zakłady

Zakłady #152, #172 oraz #173 w [155. TWG 2016].

6.4.4.3. Suszenie/utwardzanie promieniowaniem podczerwonym

Ogólny opis technik suszenia/utwardzania radiacyjnego - zob. sekcja 17.8.5.

Opis

Ogólny opis suszenia/utwardzania za pomocą promieniowania podczerwonego - zob. sekcja 17.8.5.1.

Przykładowe zakłady

Zakłady #099 i #105 w [155. TWG 2016].

6.4.5. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

6.4.5.1. Odprowadzanie powietrza ze stanowiska powlekania konwersyjnego

Opis

Emisje pochodzące z nakładania powłok konwersyjnych, tj. mgła powstająca podczas natryskiwania i suszenia powłoki konwersyjnej, są odprowadzane i kierowane do systemu przetwarzania gazów odlotowych, takiego jak płuczka gazowa mokra (zob. sekcja 17.10.4.2). Zob. również dokument STM BREF zawierający szczegółowe informacje na temat tych technik.

Przykładowe zakłady

Zakłady #081, #082, #092, #093, #101, #102, #105, #106, #158 i #173 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[78. TWG 2005] [155. TWG 2016]

6.4.5.2. Uszczelnienia powietrzne na wejściu i wyjściu z pieców/suszarek

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.3. Technika ta jest powszechnie stosowana w przemyśle powlekania metodą ciągłą i została zgłoszona przez większość zakładów.

Literatura źródłowa

[22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] [155. TWG 2016]

6.4.5.3. Ciśnienie podatmosferyczne (podciśnienie) przy suszeniu

Opis

Suszarka jest utrzymywana w warunkach podciśnienia celem zminimalizowania emisji LZO i strat ciepła. Technika ta jest powszechnie stosowana w przemyśle powlekania metodą ciągłą i została zgłoszona przez większość zakładów.

Ogólny opis odprowadzania powietrza z procesów suszenia/utwardzania - zob. pkt 6.4.5.6 oraz sekcja 17.10.2.4.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

6.4.5.4. Odprowadzanie powietrza z procesu przygotowania powłoki

Opis

Przed użyciem farba przygotowana jest w zamkniętym pomieszczeniu zwanym „kuchnią malarską”. Pojemnik jest otwierany a farba w nim mieszana, co powoduje odparowanie rozpuszczalnika. Zazwyczaj powietrze jest odprowadzane z pomieszczenia do pieca/ systemu przetwarzania gazów odlotowych.

Szczegóły techniczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.2.

Powłoki są przygotowywane przez mieszanie, aby zapewnić, że wszelkie osiadłe pigmenty będą dokładnie wymieszane a powłoka będzie miała odpowiednią lepkość do aplikacji. Surowce na bazie rozpuszczalników są mieszane, np. w celu uzyskania określonej lepkości lub koloru. W urządzeniach do powlekania metodą ciągłą mieszanie i miksowanie farby odbywają się albo w komorze/pomieszczeniu do powlekania, albo w oddzielnym pomieszczeniu, zwanym często „kuchnią malarską”. Powlekarne są zazwyczaj wyposażone w wyciągi miejscowe. Odprowadzane powietrze jest kierowane do pieca/ systemu oczyszczania gazów odlotowych, a pozostałe powietrze jest odprowadzane do atmosfery.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji niezorganizowanych LZO z lakierni/pomieszczenia/kuchni malarskiej. Jeżeli strumień powietrza zawierający LZO jest kierowany do systemu redukcji emisji, emisja całkowita LZO do atmosfery ulega obniżeniu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W niektórych instalacjach, w których ilość powietrza jest duża przy niskim stężeniu emisji, ze względów zdrowotnych w miejscu pracy całe powietrze z pomieszczenia, w którym odbywa się nakładanie powłok, jest odprowadzane bezpośrednio do atmosfery. Powszechnie uważa się, że w takich przypadkach instalowanie urządzeń ograniczających emisję może nie być praktycznym rozwiązaniem.

W porównaniu z emisjami z pieców/suszarek, emisje z „kuchni malarskiej” uważa się za nieistotne. Niemniej jednak, zob. sekcja 17.10.2.2.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Aby osiągnąć bezpieczne warunki pracy oraz niską zawartość LZO w strumieniu powietrza, do uzdatniania odprowadzanego powietrza potrzebne są duże ilości energii (np. gazu ziemnego).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Praktyczna możliwość doposażenia pomieszczeń do nakładania powłok w wyciągi miejscowe będzie zależała od wieku, konstrukcji oraz wydajności kombinowanych urządzeń do utwardzania (suszenia) i ograniczania emisji.

Ekonomika

Na istniejących liniach do powlekania metodą ciągłą, gdzie wymagana jest dodatkowa wydajność dla urządzeń do redukcji emisji, koszt modernizacji może być wysoki.

Siła napędowa wdrażania

Przyczyny związane z BHP.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana w przemyśle powlekania metodą ciągłą oraz zgłaszana przez większość zakładów.

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[175. ECCA 2016\]](#)

6.4.5.5. Odprowadzanie powietrza ze stanowiska nakładania farby

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.1.

Opis

Stacja nakładania farby jest zamknięta (zob. sekcja 17.10.2.1), a część lub całość odprowadzanego powietrza jest zasysana do pieców, a tym samym do systemu przetwarzania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Okolo 8 % przetworzonych rozpuszczalników jest uwalnianych jako emisje LZO w kabinach lakierniczych, a dzięki zastosowaniu tej techniki są one wyciągane i przetwarzane.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na odprowadzanie i przetwarzanie.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Redukcja emisji LZO. Zob. również sekcja 17.10.2.1.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie może być ograniczone w przypadku, gdy zamknięcie prowadzi do utrudnionego dostępu do maszyn podczas pracy lub ze względu na wielkość i kształt powierzchni, która ma być hermetyczna.

Ekonomika

Zob. sekcja 17.10.2.1.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana i zgłaszana przez wszystkie zakłady biorące udział w zbieraniu danych.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [22. ECCA 2004] [38. TWG 2004] [155. TWG 2016]

6.4.5.6. Odprowadzanie powietrza z pieca/suszarki

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.4.

Opis

Suszarki i piece są wyposażone w system odprowadzania powietrza kierujący emisje rozpuszczalników do instalacji przetwarzania gazów odlotowych.

Szczegóły techniczne

Suszenie/utwardzanie powłoki odbywa się w piecach/suszarkach, które są podłączone do urządzeń obniżających emisję, np. utleniacza termicznego (zob. sekcja 17.10.5.2).

W przypadku pieca do procesu powlekania metodą ciągłą zarządzanie stężeniem rozpuszczalnika opiera się na ogół na niektórych pomiarach metodą FID w piecu, w strefie, w której wydaje się to istotne (tj. w strefie, która najprawdopodobniej ma najwyższe stężenie). Piec jest następnie uruchamiany w taki sposób, że powietrze jest wykorzystywane z minimalnym wymaganym przepływem w celu utrzymania go na dopuszczalnym poziomie dla uniknięcia ryzyka wybuchu. Stężenie rozpuszczalnika w odprowadzonym powietrzu jest wtedy tak wysokie, jak jest to tylko bezpiecznie możliwe.

Norma europejska EN 1539:2015 określa dopuszczalne zakresy pracy w odniesieniu do dopuszczalnej temperatury suszenia i maksymalnego dopuszczalnego stężenia uwalnianych substancji palnych.

Korzyści dla środowiska

Większość rozpuszczalników jest uwalniana podczas etapów utwardzania/suszenia w procesie produkcji. Skuteczne odprowadzanie powietrza z pieca i jego późniejsze przetwarzanie jest najlepszym sposobem na znaczne obniżenie ogólnej emisji.

W przypadku powlekania metodą ciągłą odprowadzanie i późniejsze utlenianie oparów rozpuszczalników z pieca skutkuje bardzo niskimi wartościami emitowanych LZO.

Zastosowanie metody FID do optymalizacji przepływu powietrza w piecu umożliwia obniżenie całkowitego zapotrzebowania na energię na etapie suszenia/utwardzania, w tym redukcję LZO.

Emisje niezorganizowane rozpuszczalników są w maksymalnym stopniu zredukowane poprzez zastosowanie wydajnego systemu odprowadzania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Kontrola jakości wstępnie pomalowanego produktu gwarantuje, że wszystkie rozpuszczalniki są uwalniane z farby oraz, że wszystkie rozpuszczalniki z farb są następnie odparowywane w piecu. Wydajny system odprowadzania powietrza umożliwia wychwycenie większości tych rozpuszczalników w celu przesłania ich do utleniacza. Niewielka ilość rozpuszczalników może opuścić piec z taśmą (graniczna warstwa powietrza w pobliżu taśmy), więc inne techniki są często stosowane w tym samym czasie, aby zapobiec lub wychwycić ten niewielki strumień.

Zawartość LZO w piecach w przykładowym zakładzie mieści się w zakresie 8.75-9.3 g/m³, co stanowi około 22 % wartości LEL (40 g/m³). Przepływ oparów jest mierzony w sposób ciągły i można również mierzyć stężenie LZO w piecu/suszarce. Jest to coraz bardziej powszechne z wielu powodów (np. bezpieczeństwo, niższe zużycie energii, mniejszy wpływ na środowisko).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Odprowadzanie wymaga energii, przede wszystkim energii elektrycznej do pracy wentylatora wyciągowego.
- Poziom hałasu może wzrosnąć.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana i zgłaszana przez wszystkie zakłady biorące udział w zbieraniu danych.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[175. ECCA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6.4.5.7. Odprowadzanie powietrza ze strefy chłodzenia

Opis

Po etapie utwardzania konieczne jest schłodzenie taśmy, z reguły za pomocą strumienia wody lub chłodzenia powietrzem. W tej strefie dymy i opary mogą być odprowadzane do dalszego oczyszczania lub do komina wentylacyjnego.

Szczegóły techniczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.5.

Temperatura taśmy na wyjściu z pieca mieści się w zakresie 200-260 °C i wymaga schłodzenia przed nałożeniem drugiej warstwy (w przypadku pieca podstawowego) lub przed wejściem do wieży akumulacyjnej przed zwijaniem. Ten etap musi być krótki, ponieważ im dłuższy czas chłodzenia, tym więcej miejsca potrzeba. Wysokie szybkości chłodzenia uzyskuje się poprzez zraszanie taśmy zimną wodą lub zanurzanie taśmy w kąpielach z zimną wodą.

Sekcja schładzająca jest z reguły zaprojektowana w taki sposób, że natryski (lub łaźnia wodna) znajdują się w zamkniętym obszarze. Dzięki temu można łatwo odprowadzać powietrze ze strefy schładzania. Wywiewany strumień powietrza można następnie skierować do dowolnego urządzenia do jego przetwarzania.

Korzyści dla środowiska

W przypadku powlekania metodą ciągłą taka technika nie przynosi żadnych korzyści dla środowiska, ponieważ:

- ilość LZO na wyjściu z sekcji schładzającej pieca jest zbyt mała, aby wychwytywanie i ograniczanie tych LZO uznać za korzyść dla środowiska;
- nie ma bezpośredniego wpływu odprowadzania powietrza na ilość wody ani na jej jakość.

Główny bodziec dla tej techniki jest związany głównie z BHP i warunkami pracy, a nie z korzyściami dla środowiska.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zastosowanie wyciągu powietrza umożliwia lepszą identyfikację charakteru i stężenia zanieczyszczeń emitowanych z sekcji chłodzenia w przypadkach, w których ma to sens. Bez odprowadzania powietrza zanieczyszczenia te stanowiłyby część emisji niezorganizowanych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Jeżeli odprowadzane powietrze trafia bezpośrednio do utleniacza, zużycie energii na przetwarzanie tego dodatkowego strumienia powietrza jest stosunkowo wysokie, ponieważ całkowita mieszanina odbiega od optymalnego stężenia i składu dla skutecznego utleniania: temperatura powietrza jest niska, powietrze nie zawiera rozpuszczalnika (tj. w odprowadzonym powietrzu jest niewiele dostępnego paliwa), a odprowadzane powietrze zawiera kropelki wody, które wymagają energii do odparowania (tj. do odparowania wody potrzebne jest ciepło utajone). Przetwarzanie odprowadzanego powietrza w utleniaczu może znacząco obniżyć jego sprawność, powodując wyższe emisje lotnych związków organicznych (LZO) oraz znacznie wyższe zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wszystkie linie do powlekania metodą ciągłą są wyposażone w sekcje schładzania, a odprowadzanie powietrza z sekcji schładzania jest powszechne.

Siła napędowa wdrażania

W zależności od tego, jak zaprojektowana jest linia, istnieje prawdopodobieństwo, że resztki dymów lub oparów na wyjściu z pieców zostaną uwięzione w budynku, jeżeli nie zostaną podjęte żadne działania w celu ich odprowadzenia. Taka kumulacja z czasem sprawia, że obszar roboczy staje się uciążliwy dla pracowników. Większość operatorów wyciąga powietrze ze strefy schładzania, aby poprawić warunki pracy załogi obsługującej linię.

Przykładowe zakłady

Technika zgłoszona przez znaczną liczbę zakładów.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[175. ECCA 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6.4.5.8. Rekuperacyjne dopalacze termiczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.5.3. Rekuperacyjne dopalacze termiczne są powszechnie stosowane w przemyśle powlekania metodą ciągłą w Europie. [\[22. ECCA 2004\]](#)

6.4.5.9. Regeneracyjne utlenianie termiczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.5.4. Technika ta jest powszechnie stosowana w przemyśle powlekania metodą ciągłą w Europie. [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#).

6.4.6. Przetwarzanie ścieków

6.4.6.1. Przetwarzanie/uzdatnianie wody płuczającej przed odprowadzeniem

Opis

Wody procesowe są zwykle przetwarzane w oczyszczalni ścieków z wykorzystaniem sekwencji etapów procesu. Rozpuszczone w wodzie płuczające metale są strącane, np. przy użyciu wapna

lub wodorotlenku sodu (zob. sekcja 6.4.6.3). Ciecz jest następnie przetwarzana przez prasę filtracyjną w celu oddzielenia ciał stałych od cieczy. Niektóre substancje chemiczne są najskuteczniej zagospodarowywane poprzez ich oddzielne oczyszczanie przed zmieszaniem z innymi ściekami.

Korzyści dla środowiska

W przypadku niektórych substancji przetwarzanie i usuwanie zanieczyszczeń jest możliwe tylko po oddzielnym przetworzeniu.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Jest zależne od danej sytuacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W każdym punkcie odprowadzenia z procesu należy rozważyć, czy nie lepiej jest przeprowadzić przetwarzanie na oddzielnym strumieniu, przed zmieszaniem strumieni do dalszego uzdatniania.

W przypadku stosowania strumieni alkalicznych do neutralizacji kwasów odpadowych, mogą być wymagane dodatkowe środki chemiczne w celu osiągnięcia odpowiedniego pH do odprowadzenia przez system flokulacji.

Ekonomika

Koszty kapitałowe i koszty przetwarzania mogą być znacznie zmniejszone poprzez oddzielne uzdatnianie poszczególnych strumieni ścieków.

Siła napędowa wdrażania

Specyficzny skład chemiczny procesu będzie dyktować, które chemikalia wymagają separacji. Oddzielne strumienie przetwarzania mogą być bardziej wydajne i opłacalne.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zob. również sekcja 6.3.2.4.

Literatura źródłowa

[22. ECCA 2004] [23. COM 2006] [155. TWG 2016]

6.4.6.2. Przetwarzanie ścieków zawierających chromian

Opis

Stosowanie związków Cr(VI) w przemyśle zostało znacznie ograniczone w ciągu ostatniej dekady. Chociaż stosowanie systemów zawierających Cr(VI) jest dozwolone na mocy przepisów REACH w niewielkiej, malejącej liczbie zastosowań, więc dla przemysłu nadal ważne jest efektywne zarządzanie wszelkimi ściekami zawierającymi chromian.

Związki chromu sześciowartościowego (chromiany lub dichromiany) są trudne do wytrącenia i są zwykle zredukowane do chromu trójwartościowego, który następnie jest wytrącany jako wodorotlenek chromu(III) podczas neutralizacji. Redukcja chemiczna odbywa się przy wartościach pH poniżej 2.5 (zob. także sekcja 17.11.2.1 oraz dokument CWW BREF [31. COM 2016]). Najczęściej stosowanym środkiem redukującym jest wodorosiarczyn sodu (bisiarczyn sodu).

Korzyści dla środowiska

Ciągłe usuwanie chromu(VI). Powszechnie osiąga się wartości < 0.1 mg Cr(VI)/l. Zob. również sekcja 6.3.2.4.5.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Należy zachować ostrożność w przypadku wodorosiarczynu sodu (bisiarczynu sodu), ponieważ powstają opary SO_x . Może być wymagana wentylacja miejsca pracy.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Jeżeli przy wysokich wartościach pH obecna jest tylko niewielka ilość chromu(VI), reakcję można również przeprowadzić w roztworze alkalicznym z ditionitem sodu lub związkami żelaza(II). Tworzenie się soli w wyniku zakwaszenia nie jest konieczne w przypadku stosowania związków żelaza(II).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest stosowana w zakładach z systemami powłok zawierającymi Cr(VI). Strumienie zawierające chromian muszą być oddzielnie wstępnie przetworzone przed zmieszaniem ich razem lub z innymi ściekami. Redukcja chromianów odbywa się przy wartościach pH < 2.5. W celu ograniczenia stosowania dodatkowych środków chemicznych, ścieki kwaśne mogą być neutralizowane ściekami alkalicznymi.

Sila napędowa wdrażania

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczania wody.

Przykładowe zakłady

Zakład #100 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[23. COM 2006\]](#) [\[31. COM 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

6.4.6.3. Strącanie

Opis

Metale przejściowe są usuwane poprzez neutralizację, a następnie strącanie przy wartościach pH 9-11. W wyniku strącania powstaje mieszanina wody i ciała stałego. Niższe wartości emisji można osiągnąć, jeśli zastosuje się również filtrację drobnocząsteczkową. Zob. również sekcja 17.11.2.4 oraz dokument CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

Korzyści dla środowiska

Usuwanie metali przejściowych ze ścieków.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Osadniki wymagają miejsca, a ich instalacja może być kosztowna. Roztwór kaustyczny zazwyczaj strąca metale ciężkie w postaci wodorotlenków lub fosforanów. Jeśli w ściekach występuje jednocześnie kilka metali, ułatwione jest strącanie metali trudniejszych do strącenia.

Rozpuszczalność metali wzrasta wraz ze wzrostem stężenia soli obojętnej. Metale częściowo strącają się w bardzo drobnych cząstkach, dlatego dla lepszego oddzielenia i filtracji konieczne jest dodanie czynników flokulujących (chlorek żelaza(III), wapno) i/lub flokulantów (polielektrolit).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest powszechnie stosowana.

Ekonomika

Nakłady inwestycyjne mogą być znaczne.

Siła napędowa wdrażania

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczania wody.

Przykładowe zakłady

Zakłady #081, #094, #095 i #106 w [\[155. TWG 2016\]](#). Zob. również sekcja 6.3.2.4.

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[23. COM 2006\]](#) [\[31. COM 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

7. PRODUKCJA TAŚM KLEJĄCYCH

[6. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [132. AFERA 2005] [148. COM 2009]

7.1. Ogólne informacje dotyczące produkcji taśm klejących

Taśmy klejące (samoprzylepne) stosowane są w wielu różnych gałęziach przemysłu, takich jak produkcja opakowań, pojazdów, urządzeń elektrycznych, budownictwo, przemysł meblowy i papierniczy, a także w majsterkowaniu. Każda branża ma wiele różnych wymagań dotyczących zastosowań i właściwości produktów, które muszą być spełnione. Na przykład w przemyśle samochodowym taśmy klejące stosuje się do mocowania części na zewnętrznych powierzchniach karoserii, do ochrony przed ścieraniem, do uszczelniania małych otworów, do owijania kabli, do maskowania podczas malowania oraz do zastosowań pomocniczych podczas montażu. Nowoczesne samochody zawierają od 15 kg do 18 kg klejów (na bazie rozpuszczalnika, ale także termotopliwych) używanych do powlekania materiałów izolacyjnych, klejenia montażowego elementów wewnętrznych i zewnętrznych samochodu, produkcji siedzeń itp. [148. COM 2009].

W zależności od zastosowania muszą być spełnione bardzo różne wymagania dotyczące właściwości produktu, takie jak siła klejenia, odporność na temperaturę, sztywność mechaniczna, wytrzymałość na rozciąganie, przyczepność styczna itp. Emisja LZO w produkcji taśm klejących pochodzi z zastosowania systemów klejących na bazie rozpuszczalników oraz z zastosowania materiałów pomocniczych zawierających rozpuszczalniki, takich jak środki oddzielające czy podkłady.

Ze względu na gamę produktów i technik produkcji, poszczególne zakłady zazwyczaj specjalizują się w określonych rodzajach wyrobów. Niektóre z nich specjalizują się w stosowaniu systemów klejących opartych na rozpuszczalnikach. W tych instalacjach znaczne ilości LZO są wykorzystywane jako rozpuszczalniki w systemach klejenia, w materiałach pomocniczych, takich jak środki oddzielające i podkłady, oraz jako środki czyszczące. W większości przypadków ilość użytych rozpuszczalników przekracza próg 200 t/rok.

W 2003 r. w 45 instalacjach w Europie wyprodukowano około 3 300 mln m² taśm klejących na bazie rozpuszczalnika. Ich udział w całkowitej europejskiej produkcji taśm klejących wynosi około 40 %.

Pozostałą część europejskiego rynku taśm klejących zajmują grupy produktów o innym przeznaczeniu lub innych właściwościach. Są one wytwarzane w instalacjach wykorzystujących kleje termotopliwe, dyspersje na bazie wody oraz tzw. kleje sieciujące (*cross-linking adhesives*, np. kleje poliuretanowe) działające w oparciu o promieniowanie UV. W instalacjach tych nie stosuje się LZO lub stosuje się je w bardzo małych ilościach (zazwyczaj do czyszczenia).

Ostatnie dane pokazują, że produkcja taśm klejących w krajach Europy Zachodniej była w 2018 roku rzędu 6 300 mln m².²⁹

7.1.1. Zastosowania klejów wrażliwych na nacisk

Wybór systemu klejenia na bazie rozpuszczalnika zależy od technicznego zastosowania taśm klejących. Tabela 7.1 zawiera przegląd różnych zastosowań taśm klejących oraz najczęściej używanych klejów.

²⁹ Dane pochodzą ze strony internetowej AFERA: www.amera.com (2018).

Tabela 7-1 Zastosowania klejów na bazie rozpuszczalników wrażliwych na nacisk w taśmach klejących.

Zastosowanie taśmy	Zastosowanie (użycie końcowe)	Rodzaj kleju na bazie rozpuszczalnika wrażliwego na nacisk
Pakowanie	Etykiety samoprzylepne, taśmy klejące do opakowań	Kleje z kauczuku naturalnego (SB)
Przemysł motoryzacyjny	Taśmy klejące do listew ozdobnych i bocznych, płyt izolacyjnych, pomocy montażowych do osłon nadkoli i paneli bocznych, taśmy klejące do wiązek kablowych.	Kleje z kauczuku naturalnego, estry kwasu akrylowego i akrylanów
Przemysł budowlany	Taśmy klejące ze spienionego tworzywa sztucznego do uszczelniania okien, uszczelniania złączy konstrukcyjnych i szczelin dylatacyjnych, taśmy klejące do wykładzin dywanowych itp.	Dyspersje akrylowe
Medycyna	Taśmy medyczne, plastry samoprzylepne	Czyste akrylany, poliakrylany
Przemysł meblarski	Taśmy klejące do lusterek, itp.	Kleje akrylowe
Źródło: [6. DFIU i in. 2002] [78. TWG 2005]		

7.2. Stosowane w produkcji taśm klejących procesy i techniki

7.2.1. Produkcja taśm klejących

Taśmy klejące na bazie rozpuszczalników składają się z podłoża (podkładu), środka łączącego, kleju wrażliwego na nacisk i środków antyadhezyjnych. Stosowane podłoża to: papier (powszechnie stosowany), tkaniny, folie, folie z polichlorku winylu, poliester, poliamid i aluminium. Produkty można podzielić na łączące taśmy klejące („taśmy dwustronnie klejące” - *double-sided adhesive tapes*), taśmy klejące do pakowania i taśmy klejące stosowane przy powlekanii.

Do produkcji taśm jednostronnie klejących, na podłożu nakładany jest klej wrażliwy na nacisk. Przyczepność warstwy kleju do podłoża poprawia się poprzez fizyczne przygotowanie powierzchni lub zastosowanie środków gruntujących. Do produkcji taśm dwustronnie klejących, klej wrażliwy na nacisk nakładany jest na obie strony podłoża. Na jedną z warstw kleju nakładany jest środek oddzielający, aby uniknąć kontaktu pomiędzy warstwami kleju.

7.2.2. Materiały stosowane przy produkcji taśm klejących

Kleje wrażliwe na nacisk są związkami organicznymi, które mają wysoką siłę klejenia z różnymi powierzchniami w tym samym czasie. W przeciwieństwie do innych systemów klejących, folia samoprzylepna z tworzywa sztucznego jest aktywna również w warunkach suchych. Klej wykazuje właściwości lepno-sprężyste i może być traktowany jako płyn o bardzo wysokiej lepkości. Klasyfikacja klejów wrażliwych na nacisk przedstawiona została w Tabeli 7.2.

Tabela 7-2 Kleje wrażliwe na nacisk stosowane w produkcji taśm klejących.

Rodzaj kleju	Klej kauczukowy	Klej akrylowy	Inne kleje wrażliwe na nacisk
Kleje wykorzystujące rozpuszczalniki w procesie produkcji			
Rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych	Kauczuk naturalny (NR), kopolimer butadienowo-styrenowy (SBR), styren-izopren-styren (kopolimer blokowy) (SIS)	Czysty akrylan, poliakrylan	Poliuretan, neopren
Kleje nie wykorzystujące rozpuszczalników w procesie produkcji			
Rozpuszczalne w wodzie	Styren-butadien-styren (kopolimer blokowy) (SBS), lateks SBR, karboksylowany kopolimer butadienowo-styrenowy (CSBR)	Czysty akrylan, poliakrylan	Poliocetan winylu, akrylan, kopolimer etylenu i octanu winylu (EVA)
Stosowane na gorąco	Styren-izopren-styren (kopolimer blokowy) (SIS), kopolimer butadienowo-styrenowy (SBR), styren-butadien-styren (kopolimer blokowy) (SBS)	Poliakrylan	Brak zastosowania
Systemy z 100 % zawartością substancji stałych, utwardzane radiacyjnie lub jako system dwuskładnikowy	Kauczuk naturalny (NR), kopolimer butadienowo-styrenowy (SBR), styren-izopren-styren (kopolimer blokowy) (SIS)	Czysty akrylan, poliakrylan	Poliuretan, poliester, dwuskładnikowy poliuretan
Źródło: [6. DFIU i in. 2002]			

Kleje i żywice kauczukowe

Technicznie przetwarzane kleje kauczukowe to kauczuk naturalny (NR) oraz syntetyczne kleje kauczukowe, takie jak butadien-styren (SBR), styren-izopren-styren (SIS).

Przy produkcji systemów z naturalnego kauczuku rozpuszcza się go w rozpuszczalnikach organicznych wraz z żywicami wpływającymi na spoiistość i przyczepność („środki klejące”). Dodaje się również inne dodatki, jak np. środki zapobiegające procesom starzenia. Kleje te są stosowane głównie do plastrów, ale również do taśm dwustronnie klejących, taśm klejących do opakowań i taśm klejących stosowanych w powlekanii.

Kleje akrylowe

Taśmy klejące powlekane są klejami akrylowymi szczególnie do zastosowań długotrwałych lub zewnętrznych. Kleje akrylowe dominują w dziedzinie zastosowań montażowych ze względu na ich wyższą odporność termiczną i chemiczną, jak również wyższą kohezję w porównaniu z klejami kauczukowymi. Kleje na bazie rozpuszczalników są rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych (np. benzen, octan etylu lub toluen). Kleje akrylowe na bazie rozpuszczalników posiadają wyższą spoiistość niż kleje na bazie wody.

Inne kleje wrażliwe na nacisk

Elastomery termoplastyczne, poliuretany i neopren są również wykorzystywane do produkcji taśm klejących przeznaczonych do specjalnych zastosowań.

Rozpuszczalniki

Rozpuszczalniki do klejów wrażliwych na nacisk to rozpuszczalniki aromatyczne i alifatyczne o temperaturze wrzenia między 60 °C a 120 °C, jak również mieszaniny tych składników. Udział rozpuszczalników w klejach gotowych do użycia wynosi od 60 % do 75 %. W niektórych przypadkach stosuje się systemy o wysokiej zawartości cząstek stałych, w których udział substancji stałych wynosi ponad 60 %.

Taśmy klejące bezrozpuszczalnikowe

Kauczuk syntetyczny jest stosowany jako materiał termoplastyczny nie zawierający rozpuszczalników. Do produkcji tego rodzaju kauczuków syntetycznych miesza się żywice i inne materiały pomocnicze w stopie, na przykład w pracujących w sposób ciągły wylączarkach, a następnie powleka się je na gorąco. Zachowanie termoplastyczne związku jest odwracalne.

Kleje akrylowe mogą być również stosowane jako dyspersje wodne, jako systemy o 100 % zawartości cząstek stałych (jako związki sieciujące UV).

Materiały uzupełniające

Środki łączące umożliwiają bezawaryjne odwijanie i ponowne nawijanie taśmy klejącej poprzez zwiększenie przyczepności pomiędzy klejem wrażliwym na nacisk a podłożem. Łączenie może być realizowane poprzez nałożenie warstwy podkładowej. Podkłady nakłada się jako rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych. Powszechnymi niskoemisyjnymi technikami obróbki powierzchni są: wyładowanie koronowe, płomieniowanie i niskociśnieniowe plazmowe przygotowanie powierzchni.

Środki oddzielające

Środki oddzielające stosowane są w celu zapobiegania przywieraniu kleju wrażliwego na nacisk do powierzchni taśmy klejącej. W przypadku klejów akrylowych i syntetycznych kauczuków jako środki oddzielające stosuje się silikon. W przypadku klejów z naturalnego kauczuku stosuje się również systemy zawierające grupy stearylowe. Większość środków oddzielających stosuje się w postaci roztworów.

Środki impregnujące

Środki impregnujące stosuje się do uszlachetniania powierzchni gładkich, chłonnych papierów celem zwiększenia ich wytrzymałości na działanie wilgoci oraz zwiększenia sztywności mechanicznej. W tym celu w specjalnych zastosowaniach używa się dyspersji polimerowych z udziałem wody na bazie akrylanu SBR, akrylanu oraz układów akrylan-kauczuk naturalny.

Środki czyszczące

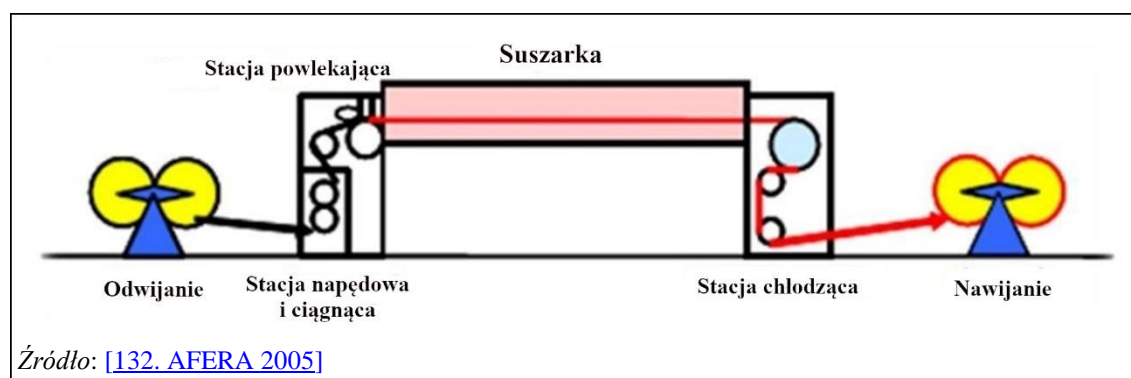
Zwykle do różnych czynności czyszczenia stosuje się te same rozpuszczalniki, które są używane w systemach klejenia, zarówno w trakcie produkcji, jak i konserwacji.

7.2.3. Proces produkcji taśm klejących

[78. TWG 2005] [132. AFERA 2005]

Proces produkcji może być podzielony na trzy główne etapy:

- powlekanie: obróbka powierzchni podłoża i powlekanie podłoża, w formie arkusza, klejem;
- suszenie (sieciovanie) kleju;
- nawijanie (taśmy).



Ilustracja 7-1 Schematyczny układ linii produkcyjnej do wytwarzania taśmy klejącej.

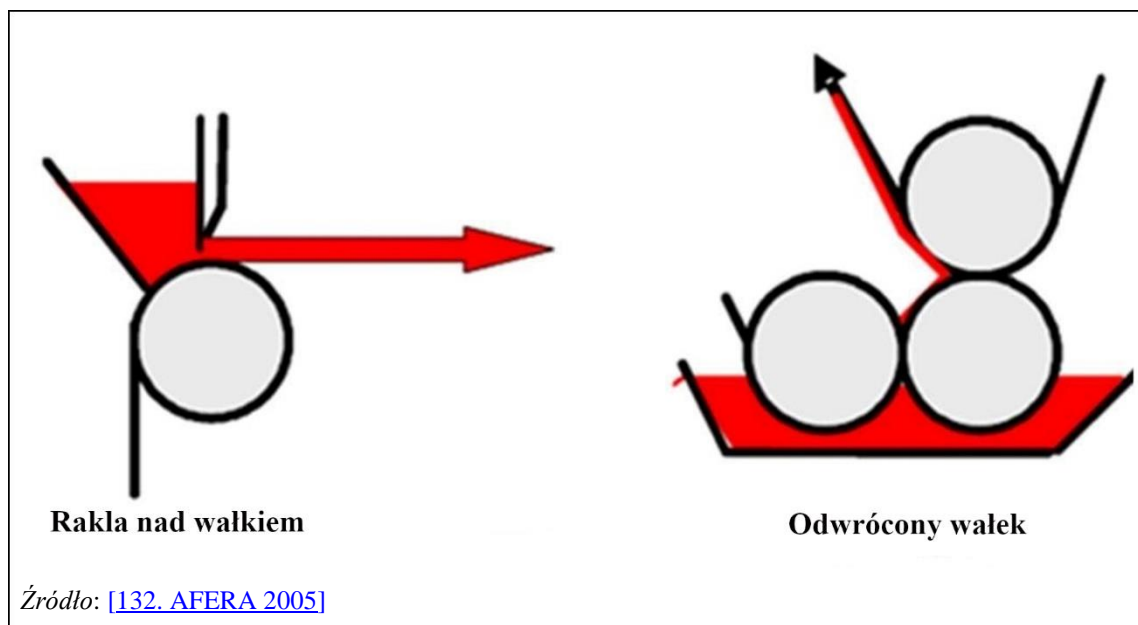
Ponadto, w (prawie) wszystkich instalacjach na bazie rozpuszczalnika, instalowane są następujące procesy pomocnicze:

- magazynowanie komponentów kleju;
- mieszanie kleju;
- przetwarzanie gazów odlotowych (z suszarki);
- przecinanie nawiniętej taśmy.

W niniejszej sekcji opisano etapy produkcji taśmy klejącej, które mogą mieć wpływ na środowisko naturalne.

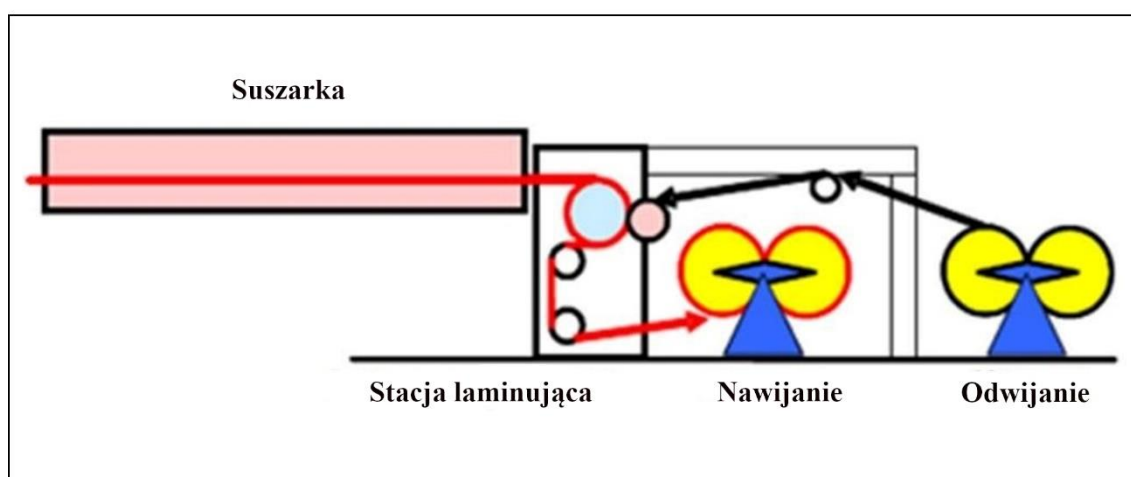
Powlekanie

Nakładanie kleju na bazie rozpuszczalnika wrażliwego na nacisk może odbywać się za pomocą różnych technik. Powszechnie stosowane są systemy z rakłą (przecierak, *doctor blade*) lub systemy typu *reverse-roll-coat* (powlekanie z odwróconym wałkiem), jak to pokazano na Ilustracji 7.2.



Ilustracja 7-2 Różne typy urządzeń do nakładania kleju.

Materiał klejący może być наносzony bezpośrednio na podłoże. Alternatywą jest technika transferu, w której klej wrażliwy na nacisk jest suszony na materiale uwalniającym i sieciowany. Następnie warstwa kleju jest przenoszona na podłoże poprzez laminowanie, dlatego też podłoże musi być chronione przed uszkodzeniem podczas procesu suszenia. Laminowanie można przeprowadzać poprzez powlekanie bezpośrednio na transferowy materiał rozdzielający oraz laminowanie z podkładem, jak to pokazano na Ilustracji 7.3.



Źródło: [132. AFERA 2005]

Ilustracja 7-3 Jednostka laminująca.

Tworzenie klejów odbywa się często w pobliżu miejsca ich nakładania. Dla różnych rodzajów klejów stosowane są różne urządzenia mieszające:

- Granulowana guma, żywice oraz inne dodatki umieszczone są w ugniatarce wypełnionej rozpuszczalnikiem. Jest to powolny proces wsadowy dla klejów o dużej lepkości.

- Granulowana guma, żywice oraz inne dodatki umieszczane są w szybkoobrotowym mieszalniku wypełnionym rozpuszczalnikiem. Wewnątrz mieszalnika znajdują się różne łopatki mieszające. Jest to proces wsadowy dla kleju o niższej lepkości.
- Klej akrylowy wytwarzany jest partiami w stacjach polimeryzacji. Reakcja przebiega w oparciu o katalizator w mieszalniku i jest kontrolowana przez temperaturę i ciśnienie.

Emisje niezorganizowane LZO na pierwszych etapach produkcji mogą pochodzić z następujących procesów lub jednostek:

- magazynowania rozpuszczalników lub produktów przedprodukcyjnych zawierających rozpuszczalnik;
- formułowania klejów w mieszalnikach;
- doprowadzenia kleju do maszyny nakładającej;
- urządzenia do nakładania podkładu;
- urządzenia do nakładania kleju.

Niektóre emisje niezorganizowane z tych źródeł są wychwytywane i kierowane do jednostki przetwarzania gazów odlotowych.

Odpady powstają z wymieszanych, ale nie wykorzystanych klejów oraz z czyszczenia urządzeń mieszających.

Zwykle w tych procesach nie powstają ścieki.

Suszenie

Kleje na bazie rozpuszczalników suszone są termicznie za pomocą suszarek konwekcyjnych i suszarek na podczerwień. Ewentualne sieciowanie może być przeprowadzone chemicznie lub przez promieniowanie UV w celu polepszenia właściwości technicznych. Powietrze w suszarkach konwekcyjnych jest ogrzewane gazem, olejem lub parą za pomocą wymienników ciepła.

Główne urządzenia suszące do systemów na bazie rozpuszczalników są zróżnicowane pod względem przepływu powietrza oraz transportu materiału:

- w suszarce o stycznych strumieniach powietrza materiał jest transportowany przez rolki;
- w suszarce jednostronnej z dyszami nad wałkami, materiał jest transportowany przez napędzane wałki;
- W suszarce z taśmą transmisyjną materiał jest transportowany za pomocą taśmy;
- W suszarce nadmuchowej materiał jest transportowany przez specjalnie zaprojektowane dysze powietrzne;
- W suszarce festonowej zawieszają się długie pętla na słupach, które powoli przesuwają się przez szczelnie zamknięte pomieszczenie.

LZO odparowujące z warstwy kleju podczas suszenia wychwytywane są wraz z częścią powietrza odprowadzanego z suszarki. Ze względów bezpieczeństwa w odprowadzonym powietrzu utrzymywane jest maksymalne stężenie rozpuszczalnika, zgodne z normą EN 1539. Bezpieczny poziom roboczy wynosi 50 % dolnej granicy wybuchowości (LEL). Zmniejszenie stężenia rozpuszczalnika w powietrzu z suszarki kontrolowane jest przez natężenie przepływu powietrza. W przypadku zastosowania gazoszczelnych suszarek na gaz obojętny możliwe są wyższe ładunki rozpuszczalników. Ładunek ten zależy od zastosowanych rozpuszczalników oraz temperatury suszenia.

Powietrze odprowadzane z suszarek jest zwykle przetwarzane metodą odzyskiwania rozpuszczalnika. Odbywa się to poprzez kondensację na etapie suszenia wstępnego (wychwytywanie emisji niezorganizowanych z jednostek mieszania i nakładania) oraz poprzez adsorpcję na węglu aktywnym podczas etapu suszenia. Rozpuszczalniki odzyskuje się poprzez desorpcję parą wodną oraz wychwytywanie. W przypadku odzyskanego rozpuszczalnika, który nie może być ponownie wykorzystany, zwykle stosuje się regeneracyjne utlenianie termiczne.

W procesach suszenia i przetwarzania gazów odlotowych nie powstają żadne odpady. Niewielkie ilości ścieków powstają w procesie desorpcji w przypadku adsorpcyjnego przetwarzania gazów odlotowych.

Nawijanie

Przed ponownym nawinięciem taśma musi zostać schłodzona w urządzeniu chłodzącym z rolkami chłodzącymi. Chłodzenie odbywa się za pomocą wody schładzającej.

Po schłodzeniu, taśma jest nawijana na duże rolki gotowe do transportu na linię procesu cięcia.

Proporcje rozpuszczalników pozostałych w gotowych taśmach dwustronnie klejących wyprodukowanych przy użyciu klejów na bazie rozpuszczalników wynoszą od 0.1 % do 2 % w zależności od ilości użytego rozpuszczalnika. Rozpuszczalniki pozostające w produktach są albo powoli tracone w wyniku procesów dyfuzji, albo pozostają w warstwie kleju działając jako plastyfikator.

Na tym etapie procesu produkcyjnego odpady mogą wynikać z błędnie wykonanych wsadów oraz z pozostałości po cięciu. Ilość odpadów zazwyczaj wynosi poniżej 10 % wsadu materiału.

Nie ma wytwarzania ścieków.

7.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy produkcji taśm klejących

[78. TWG 2005] [132. AFERA 2005] [155. TWG 2016]

W trakcie zbierania informacji otrzymano dane z trzech zakładów produkujących taśmy klejące, które zostały przeanalizowane w kolejnych sekcjach.

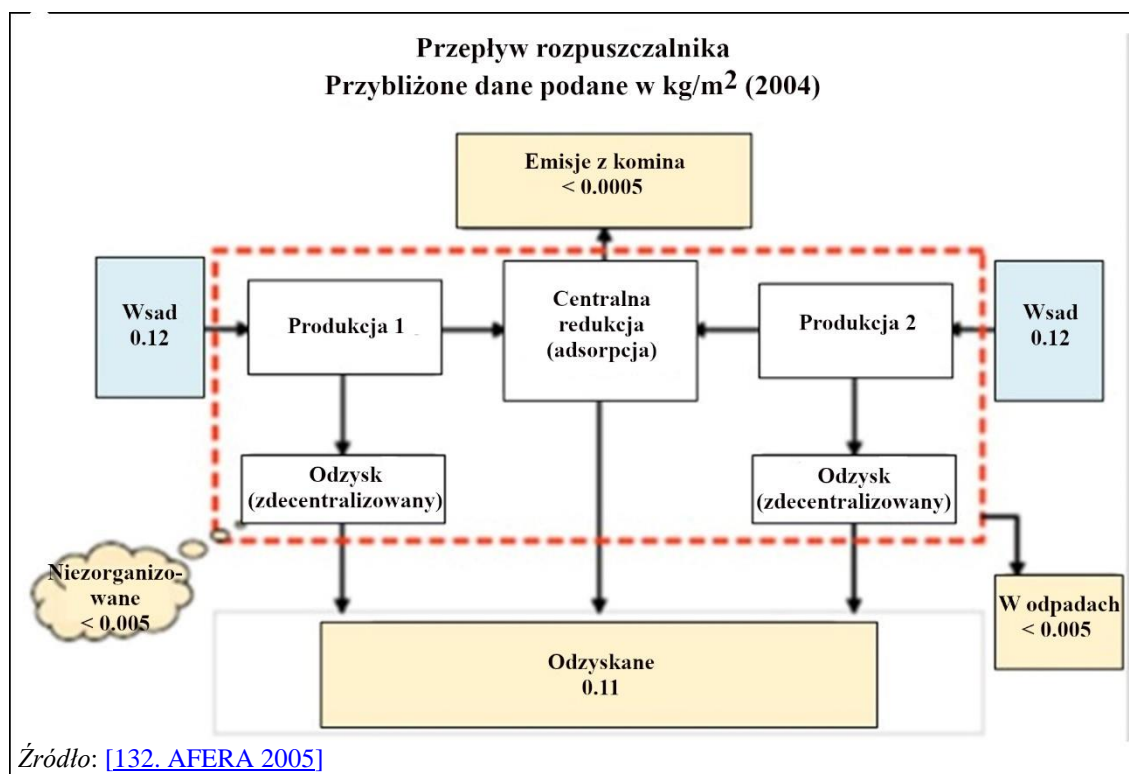
7.3.1. Zużycie

7.3.1.1. Zużycie surowców

Materiał klejący jest zazwyczaj produkowany we własnym zakresie, a zawartość substancji stałych waha się od $< 1\%$ do 80% w zależności od rodzaju produktu, materiału podłoża i procesu produkcji. Wartość jednostkowego zużycia materiału klejącego waha się od 10 g/m^2 do 300 g/m^2 wyprodukowanej taśmy, a odpowiadające mu jednostkowe zużycie rozpuszczalnika waha się od $0,05 \text{ g/m}^2$ do 5 g/m^2 .

W przypadku produkcji folii z tworzyw sztucznych stosowanych do czasowej ochrony powierzchni, średni ciężar nakładanej powłoki jest od 5 do 20 razy niższy niż w przypadku taśm [255. Francja 2018].

Informacje o średnim przepływie rozpuszczalników (dane z 2004 roku) dla zakładu referencyjnego produkującego wysokiej jakości taśmy klejące na bazie rozpuszczalników do bardzo specyficznych zastosowań przemysłowych przedstawiono na Ilustracji 7.4.



Ilustracja 7-4 Przepływ rozpuszczalnika (dane z 2004 r.).

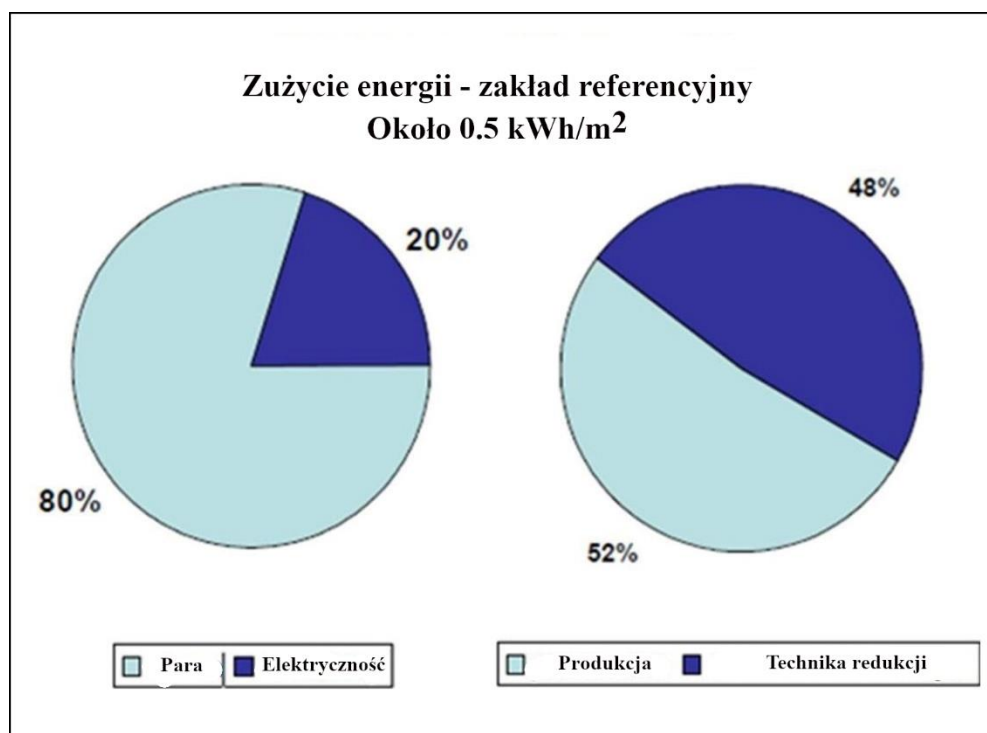
7.3.1.2. Zużycie energii

Dane z dwóch zakładów referencyjnych pokazują, że jednostkowe zużycie energii waha się od 0.2 kWh/m² do 1 kWh/m². Z całkowitego zużycia energii 60-80 % odnosi się do zużycia paliw kopalnych celem wytworzenia pary, a pozostała część do energii elektrycznej, która pokrywa również zapotrzebowanie na ogrzewanie, wentylację i klimatyzację (HVAC).

Dane dotyczące zużycia energii (z roku 2004) dla zakładu referencyjnego z Ilustracji 7.4. przedstawiono na Ilustracji 7.5.

Zmniejszenie zużycia energii uzyskuje się poprzez:

- zastosowanie wymienników ciepła w suszarkach;
- zoptymalizowaną izolację suszarek.



Źródło: [132. AFERA 2005]

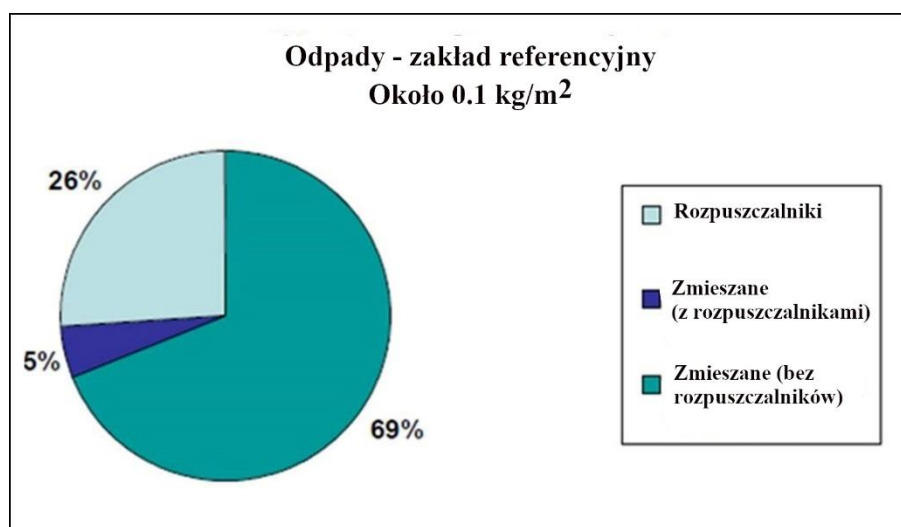
Ilustracja 7-5 Zużycie energii (dane z 2004 r.).

Dla produkcji folii z tworzyw sztucznych stosowanych do czasowej ochrony powierzchni podawana jest wartość jednostkowego zużycia energii rzędu 0.072 kWh/m² [255. Francja 2018].

7.3.1.3. Wytwarzanie odpadów

Dane z jednej instalacji wskazują na jednostkową wartość wytwarzania odpadów rzędu 0.1 kg/m² wyprodukowanej taśmy [155. TWG 2016].

Dane dotyczące wytwarzania odpadów (z roku 2004) dla zakładu referencyjnego z Ilustracji 7.4 przedstawiono na Ilustracji 7.6.



Źródło: [132. AFERA 2005]

Ilustracja 7-6 Wytwarzanie odpadów (dane z 2004 r.).

Ilość odpadów może zostać zmniejszona poprzez:

- optymalizację procesu drogą analizy ryzyka (proces FMEA: analiza przyczyn i skutków wad) celem uniknięcia problemów z jakością;
- ciągłą kontrolę procesu celem uniknięcia wytworzenia produktów niezgodnych z wymaganiami;
- optymalizację mieszania klejów celem uniknięcia nadmiaru materiałów o ograniczonej trwałości;
- efektywny system odzysku rozpuszczalników.

Jednostkowe wartości zużycia i emisji są w znacznym stopniu zależne od rodzaju produkowanych taśm (rodzaj rozpuszczalnika, podłoże, waga powłoki) i będą maleć wraz z:

- zmniejszającą się liczbą różnych produktów w okresie produkcji (dłuższe serie);
- mniejszym udziałem taśm dwustronnie klejących w produkcji.

Tabela 7.3 przedstawia dane liczbowe dotyczące zużycia jednostkowego w zakładzie referencyjnym z Ilustracji 7.4 w porównaniu ze średnimi danymi z innych zakładów produkujących na bazie rozpuszczalników.

Tabela 7-3 Porównanie poziomów odniesienia dla rozpuszczalników, zużytej energii oraz wytworzonych odpadów.

Dane uśrednione (Min.-Max.) (produkcja normalna)	Zużyty rozpuszczalnik (kg/m ²)	Zużyta energia (kWh/m ²)	Wytworzone odpady (kg/m ²)
	0.04 (0.02-0.12)	0.5 (0.25-1.1)	0.03 (0.005-0.1)
Zakład referencyjny (produkcja specjalna)	0.12	0.5	0.10

Uwaga: Tabela ta bardzo wyraźnie pokazuje wyższe jednostkowe zużycie przy produkcji specjalnej (jak w zakładzie referencyjnym) w porównaniu ze średnim poziomem z innych zakładów produkujących na bazie rozpuszczalników.

Źródło: [132. AFERA 2005]

W przypadku produkcji folii z tworzyw sztucznych stosowanych do tymczasowej ochrony powierzchni podawana jest jednostkowa wartość wytwarzania odpadów rzędu 0.008 kg/m² [255. Francja 2018].

7.3.2. Emisje

7.3.2.1. Emisje całkowite oraz niezorganizowane LZO

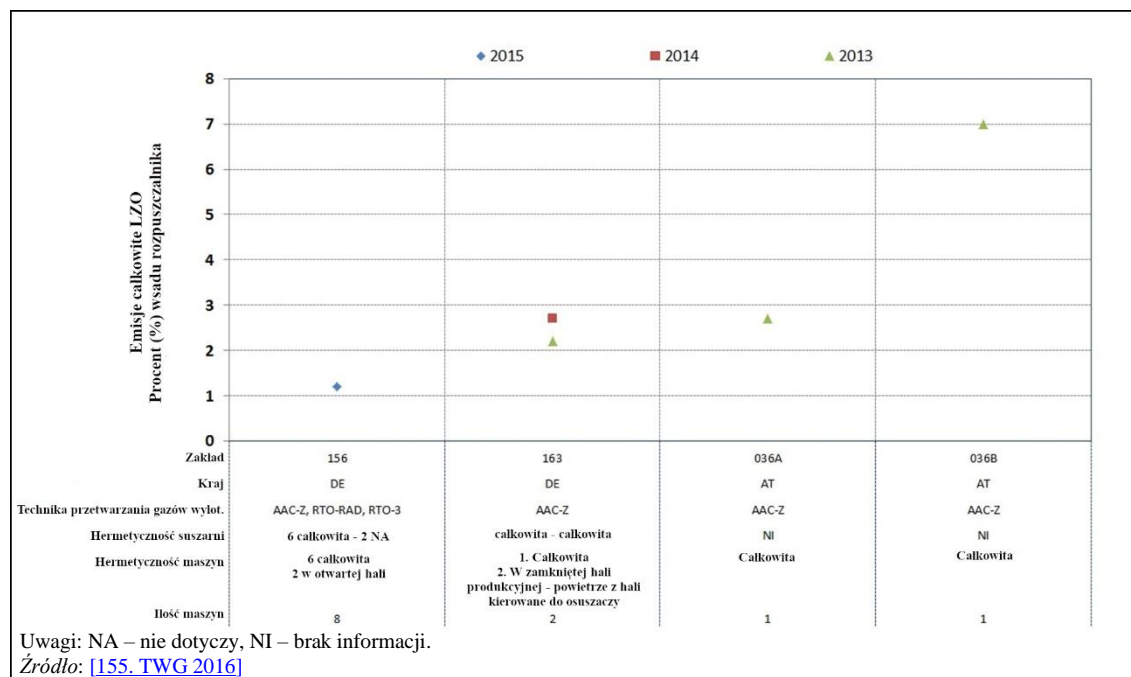
[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Generalnie, emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika są małe.

Podwyższone emisje całkowite mogą wystąpić w następujących przypadkach:

- 1) Produkty, które wymagają powłok ze składnikami o wysokiej lotności (np. benzen 60/95) i/lub wysokiej masie powłoki, mogą mieć znaczną resztkową zawartość rozpuszczalnika. Ponieważ jest to część emisji niezorganizowanych (a zatem wliczanych do emisji całkowitych), może to prowadzić do całkowitych poziomów emisji wyższych niż 1 % wsadu rozpuszczalnika.
- 2) Czynności pomocnicze (np. czyszczenie, przenoszenie), które charakteryzują się nieregularnymi odstępami czasu i często krótkimi szczytami z wysokimi stężeniami, więc oczyszczanie odprowadzanego powietrza może mieć niekorzystny stosunek kosztów do korzyści [komentarz AFERA #5 w [212. TWG 2018]].

Zgłoszone emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika przedstawiono na Ilustracji 7.7.



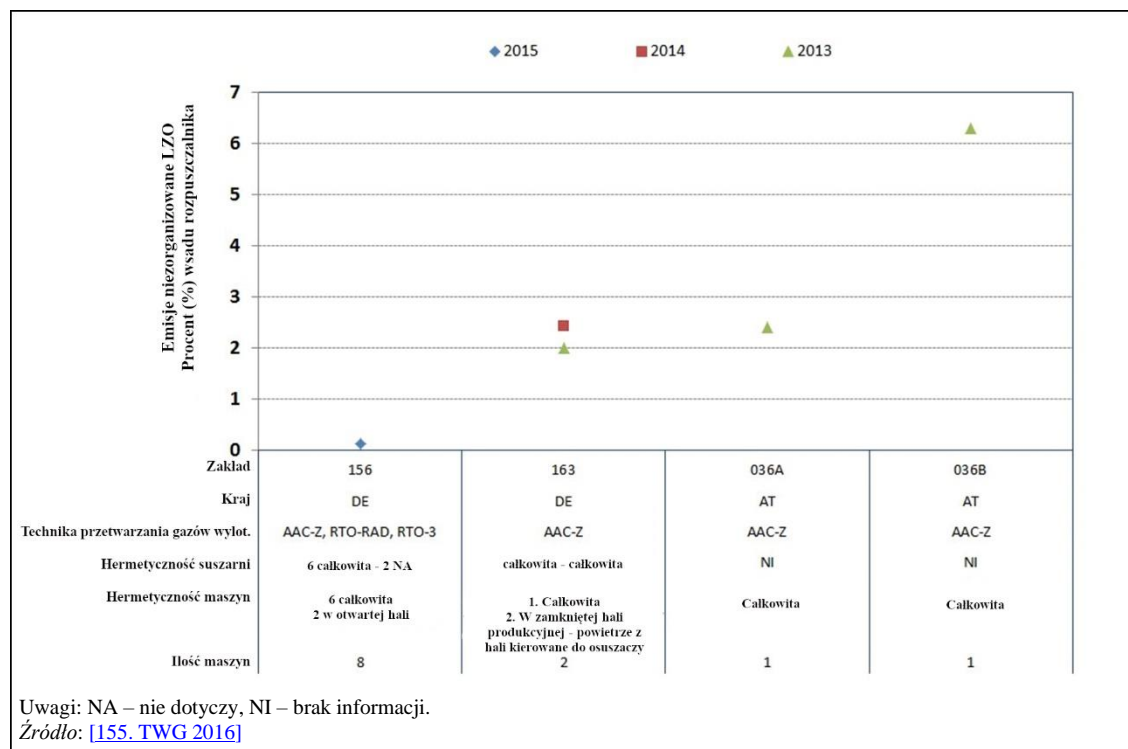
Ilustracja 7-7 Emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Dane pokazują, że wszystkie wartości emisji całkowitych LZO, z wyjątkiem jednej, wynoszą poniżej 3 % wsadu rozpuszczalnika. Odbiegająca wartość dla jednego zakładu wynika głównie ze stosunkowo wysokiego procentowego udziału emisji niezorganizowanych w porównaniu z odpowiednimi wartościami dla innych zakładów, jak to widać na Ilustracji 7.8.

Jeśli chodzi o emisje całkowite wyrażone w g LZO na m² powleczonej powierzchni, dane z dwóch zakładów wykazują zakres od 0.6 g LZO/m² do 1.5 g LZO/m².

W przypadku produkcji folii z tworzyw sztucznych stosowanych do tymczasowej ochrony powierzchni podawana jest wartość jednostkowej emisji rzędu 1.2 g LZO/m² [255. Francja 2018].

Wszystkie zakłady zgłosiły albo całkowitą hermetyczność maszyn do powlekania, albo zamknięcie hali produkcyjnej i całkowitą hermetyczność suszarki z wyciągiem, a następnie przetwarzaniem przy użyciu adsorpcji i odzysku na węglu aktywnym.



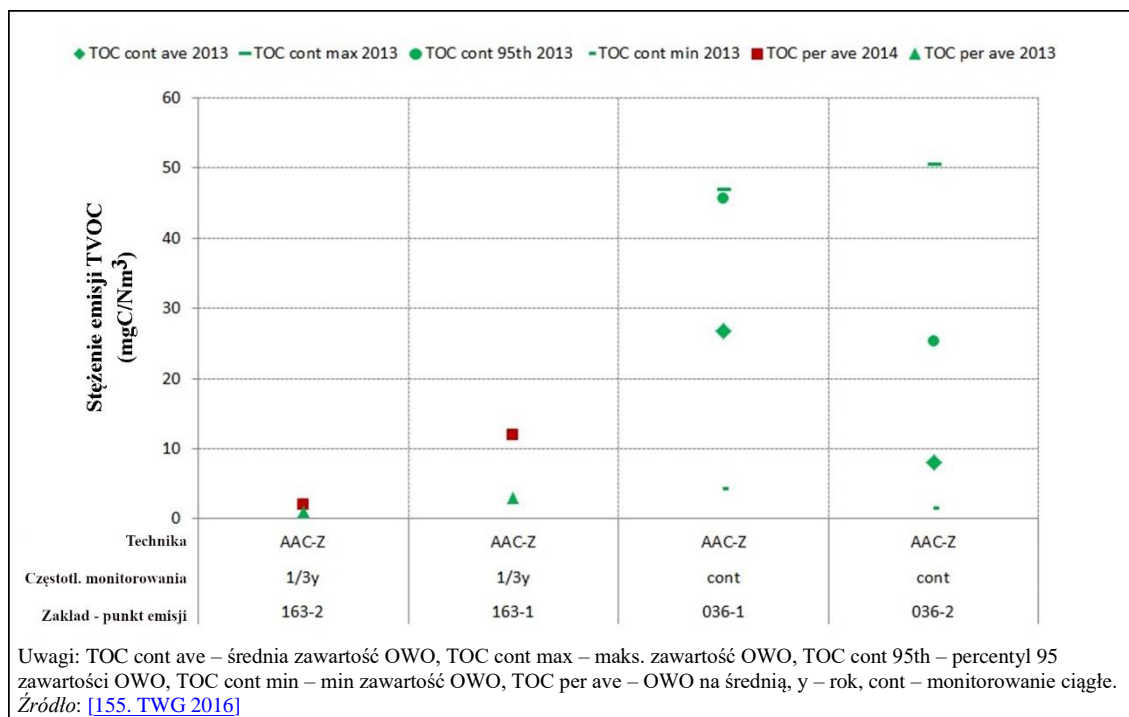
Ilustracja 7-8 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

W zakładzie #036A do klejenia stosuje się gumę, rozpuszczalnik (heksan) i żywice, natomiast zakład #036B wykorzystuje proces termotopliwy. W obu liniach warstwa antyadhezyjna nakładana jest przy użyciu toluenu. Dlatego różnice w osiągniętych całkowitych (i niezorganizowanych) wartościach emisji pomiędzy dwoma liniami tej samej instalacji można wyjaśnić na podstawie wyższych emisji niezorganizowanych z nakładania powłoki antyadhezyjnej w porównaniu do powłoki klejowej na bazie heksanu.

7.3.2.2. Emisje TVOC w gazach odlotowych

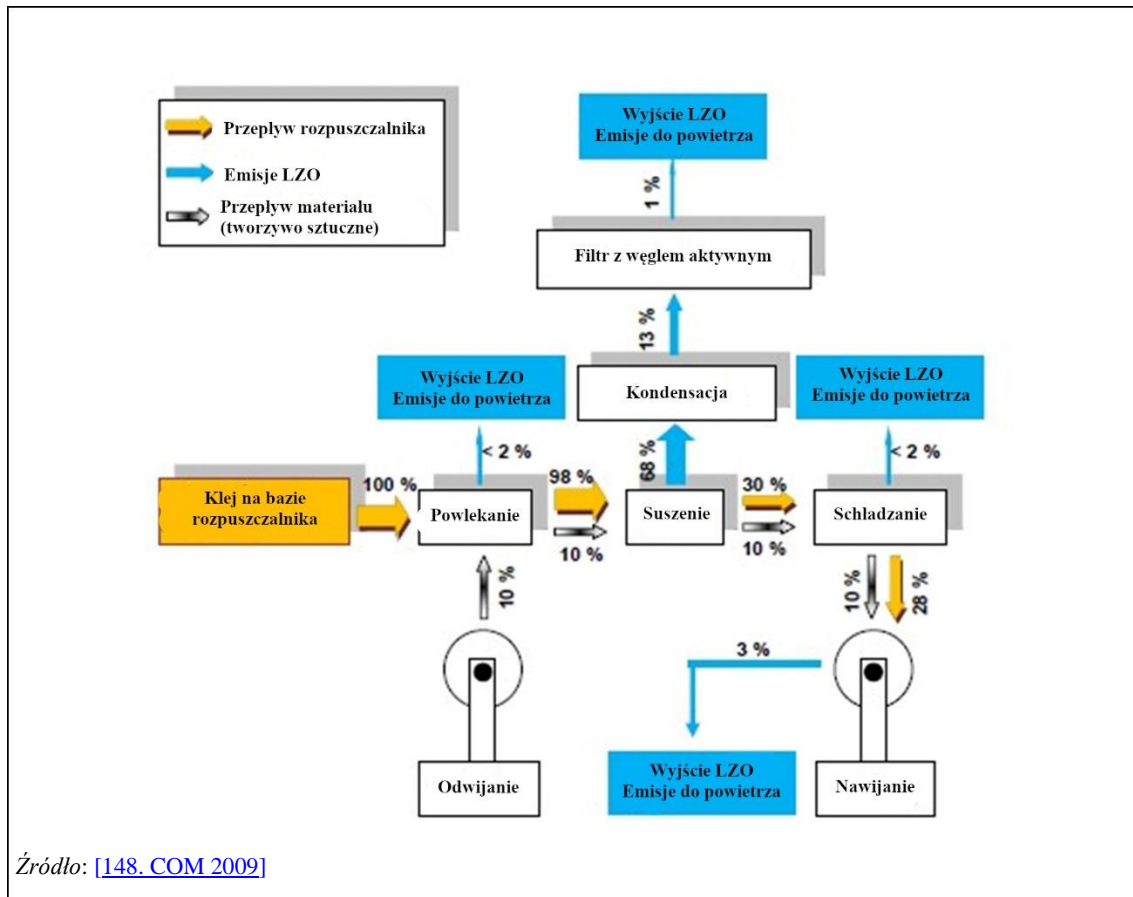
[155. TWG 2016]

Emisje TVOC w gazach odlotowych zostały zgłoszone tylko dla czterech z dziewięciu punktów monitorowania w trzech zakładach produkujących taśmy klejące. W ośmiu z dziewięciu strumieni emisji gazów odlotowych zastosowaną techniką redukcji jest adsorpcja na węglu aktywnym, a w jednym zastosowano RTO. Wszystkie zgłoszone wartości maksymalne z ciągłego monitorowania systemów adsorpcyjnych wynoszą poniżej 50 mg/Nm³, a percentyl 95 wynosi poniżej 45 mg/Nm³ (zob. Ilustracja 7.9).



Ilustracja 7-9 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Ogólny schemat przedstawiający przepływy rozpuszczalników i główne źródła emisji LZO przedstawiono na Ilustracji 7.10.



Ilustracja 7-10 Wsad rozpuszczalnika oraz główne wartości wyjściowe LZO dla powlekania taśmy klejącej.

Jak widać na Ilustracji 7.10, emisje zorganizowane LZO utrzymują się na niskim poziomie, a minimalizacja emisji niezorganizowanych (np. z nakładania powłok) skutkowałaby niską emisją całkowitą LZO, co potwierdzają zebrane dane (zob. Ilustracja 7.7).

Ważne elementy dla osiągnięcia niskiego poziomu emisji to:

- stosowanie technik bezrozpuszczalnikowych do wytwarzania odpowiednich produktów (obecnie niższej jakości gama taśm do pakowania i maskowania oraz taśm dwustronnych);
- wychwytywanie emisji z magazynowania rozpuszczalników oraz mieszania klejów;
- hermetyzacja całej maszyny powlekającej oraz odprowadzanie wszystkich emisji ze wszystkich źródeł niezorganizowanych do przetwarzania gazów odlotowych; przetwarzanie gazów odlotowych może stanowić jedną z poniższych technik lub ich kombinację:
 - o kondensacja, po etapie wstępnego suszenia (zob. sekcje 7.4.2.1 i 17.8.1);
 - o adsorpcja z odzyskiem > 90 % i emisją < 1 % (zob. sekcja 17.10.6.2);
 - o utlenianie termiczne z odzyskiem energii (zob. sekcja 17.10.5);
 - o dodatkowe indywidualne wychwytywanie emisji LZO bezpośrednio z urządzeń do nakładania powłok (zob. sekcja 17.10.2);
- zmniejszenie liczby zmian asortymentu w okresie produkcji (dłuższe serie), unikając konieczności okresowego czyszczenia.

7.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla wytwarzania taśmy klejącej

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane w produkcji taśm klejących. W Tabeli 7.4 przedstawiono ogólne techniki istotne dla produkcji taśm klejących. Techniki te nie zostały powtórzone w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 7-4 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

7.4.1. Techniki oparte na materiałach

7.4.1.1. Kleje termotopliwe

Opis

Zastosowanie powłoki z klejami wykonanymi z gorącej ekstruzji kauczuków syntetycznych, żywie węglowodorowych i różnych dodatków. Nie stosuje się rozpuszczalników.

Szczegóły techniczne

W temperaturze pokojowej kleje termotopliwe mają postać stałą, a przed użyciem muszą zostać podgrzane do temperatury 100-250 °C. W praktyce płynny klej termotopliwy nakłada się na podłoże i natychmiast łączy się klejone elementy. Kleje topliwe skutecznie spajają po ostygnięciu i zestaleniu; czas pracy wynosi od kilku sekund do kilku minut.

Kleje termotopliwe są dostępne w postaci folii w arkuszach, granulatu, tzw. poduszek lub bloków. Klej jest następnie przetwarzany za pomocą urządzenia topiącego oraz dysz wykonanych na zamówienie.

Korzyści dla środowiska

Eliminuje się emisję rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Kleje termotopliwe są w 100 % bezrozpuszczalnikowe. Nie mogą być one stosowane w tak szerokim zakresie temperatur jak kleje na bazie rozpuszczalników i nie mają tak samo wysokiej jakości. Z drugiej strony, główną zaletą klejów topliwych jest to, że można nimi kleić prawie

każde podłoże. Ponadto, stosowanie klejów termotopliwych w porównaniu do systemów na bazie rozpuszczalników skutkuje niską emisją zapachu, dobrą rozpuszczalnością i doskonałą stabilnością termiczną.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Konieczne jest zastosowanie urządzeń grzewczych i związanych z tym kosztów energii; dodatkowe zapotrzebowanie na energię zależy od wielkości linii produkcyjnej. Dla małych zastosowań zapotrzebowanie na moc zaczyna się od ~ 2 kW.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta znajduje zastosowanie w nowych i istniejących zakładach i instalacjach. W produkcji taśm klejących kleje termotopliwe nadają się do niższej jakości taśm opakowaniowych i maskujących, jak również do taśm dwustronnie klejących. Nie mogą one jednak całkowicie zastąpić klejów na bazie rozpuszczalników.

Kleje termotopliwe nie są obecnie stosowane do produkcji folii z tworzyw sztucznych używanych do tymczasowej ochrony powierzchni [255. Francja 2018].

Ekonomia

Są one o ok. 80 % tańsze w przeliczeniu na kilogram masy suchej niż kleje na bazie rozpuszczalnika, a związane z tym koszty wyposażenia są o 50-70 % niższe, ponieważ nie ma potrzeby stosowania suszarek ani technologii redukcji emisji. Ze względu na brak energochłonnej suszarki i technologii redukcji emisji całkowite zużycie energii w przypadku klejów termotopliwych jest mniejsze o ok. 33 % w porównaniu z klejami na bazie rozpuszczalników [148. COM 2009].

Przykładowe zakłady

Zakład #36B w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002] [148. COM 2009] [155. TWG 2016] [255. Francja 2018]

7.4.1.2. Kleje na bazie wody

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2. Kleje na bazie wody nie zawierają rozpuszczalników organicznych lub zawierają ok. 0.5 % rozpuszczalnika jako środka zmiękczonego, aby zachować elastyczność klejonej spoiny.

Szczegóły techniczne

Same polimery na bazie wody nie są wystarczające do nadania optymalnej przyczepności klejowi, tak więc żywice klejące są niezbędne do poprawy przyczepności do różnych materiałów. W wielu przypadkach mogą być stosowane te same elastomery i środki klejące, które są używane w systemach na bazie rozpuszczalników.

Ilości substancji stałych w obu klejach (na bazie rozpuszczalnika i wody) są mniej więcej takie same.

Korzyści dla środowiska

Eliminuje się emisję rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Surowce do produkcji klejów na bazie wody są dostępne w formie suchej i mokrej. Klej w formie suchej ma około 65% mniejszą objętość i 75% mniejszą wagę niż klej na bazie rozpuszczalnika - w związku z tym koszty transportu są stosunkowo niskie. Wadą transportu kleju w postaci suchej jest to, że musi on zostać przygotowany na miejscu - co wymaga dużych, odpornych na działanie wody zbiorników mieszających z niekorodującymi rurami, armaturą oraz mieszalnikami i pompami ze stali nierdzewnej. Zwiększa to koszty inwestycyjne produkcji. Gotowe mieszane kleje na bazie wody mają mniej więcej taką samą objętość i wagę jak kleje na bazie rozpuszczalnika, a koszty transportu są podobne. Są one podatne na rozwój pleśni i powinny być przechowywane w temperaturze powyżej zera (należy unikać wielokrotnych cykli zamrażania i rozmrażania) [148. COM 2009].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do suszenia potrzebna jest większa ilość energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie w nowych i istniejących zakładach oraz instalacjach. Kleje na bazie wody nie są tak szeroko stosowane jak kleje na bazie rozpuszczalnika ze względu na ich niższą wydajność; na przykład, mają bardziej ograniczony zakres temperatur roboczych [148. COM 2009].

Kleje na bazie wody nadają się do niższej jakości taśm opakowaniowych i maskujących, jak również do taśm dwustronnie klejących.

Do produkcji folii z tworzyw sztucznych stosowanych do czasowej ochrony powierzchni stosuje się kleje na bazie wody o niskiej zawartości rozpuszczalników [255. Francja 2018].

Ekonomika

W porównaniu z klejami na bazie rozpuszczalników, najważniejszą różnicą jest ich niższa cena - około 15-20 % ceny produktów konwencjonalnych.

Koszty inwestycyjne w przypadku klejów na bazie wody szacuje się na poziomie o 8 % niższym niż w przypadku konwencjonalnych systemów na bazie rozpuszczalników. Wyższe koszty systemów na bazie rozpuszczalników wynikają z konieczności stosowania przeciwwybuchowych urządzeń elektrycznych i systemów kontroli emisji oraz opłat za usuwanie odpadów [148. COM 2009].

Koszty eksploatacyjne systemów na bazie wody i na bazie rozpuszczalników są mniej więcej takie same - poza niższymi kosztami energii wynikającymi z tego, że w przypadku systemów na bazie wody nie są konieczne technologie redukcji emisji.

Przykładowe zakłady

Zakład #156 (stosowane jako dyspersje do określonych rodzajów produktów) w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002] [148. COM 2009] [155. TWG 2016] [255. Francja 2018]

7.4.1.3. Kleje utwardzane promieniami UV

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.3. Kleje utwardzane promieniami UV nie zawierają rozpuszczalników.

Szczegóły techniczne

Większość klejów utwardzanych promieniami UV jest całkowicie pozbawiona rozpuszczalników, ale w niektórych zastosowaniach kleje te mogą wciąż zawierać rozpuszczalniki celem zmniejszenia lepkości. Składają się one z dwóch związków: jeden to sama żywica klejąca, a drugi to fotoinicjator. Gdy fotoinicjator jest wystawiony na działanie promieniowania ultrafioletowego, ulega reakcji chemicznej i wytwarza produkty uboczne, powodując utwardzenie kleju. Podgrzewanie nie jest wymagane.

Korzyści dla środowiska

Emisje rozpuszczalników są wyeliminowane lub znacznie zredukowane.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Kleje utwardzane promieniami UV charakteryzują się wysoką spoistością i dużą siłą przylegania, ale są trudne w użyciu, jeśli łączone materiały nie są przepuszczalne dla światła UV. Światło UV może być skierowane na krawędź połączenia a reakcja może postępować przez całą objętość kleju, ale może to trwać godziny lub dni. Inne opcje obejmują produkty o opóźnionym utwardzaniu, które mogą być aktywowane przez światło UV, aby zainicjować utwardzanie przed ustawieniem łączonych elementów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie w nowych i istniejących zakładach oraz instalacjach. W produkcji taśm klejących, kleje utwardzane promieniami UV są odpowiednie dla niższego zakresu jakościowego taśm przenoszących i opakowaniowych, jak również dla taśm maskujących. Kleje utwardzane promieniami UV mogą być stosowane do szerokiej gamy materiałów, takich jak ceramika, materiały kompozytowe, beton, tkaniny, szkło, metal, papier, plastik, guma czy wełna.

Zasadniczo, kleje utwardzane promieniami UV nie mogą być stosowane do utwardzania materiałów nieprzezroczystych. Niektóre kleje utwardzane promieniami UV (w szczególności kleje epoksydowe) potrzebują jednak tylko początkowej wiązki promieni UV, aby rozpocząć reakcję. Po rozpoczęciu reakcji utwardzania, katalizator - zawarty w powłoce - wspomaga dalsze utwardzanie kleju. Dlatego też nieprzezroczyste materiały mogą być sklejane, jeśli tylko część jest wystawiona na działanie promieni UV - jednak nawet wtedy czas utwardzania może trwać godziny lub dni. Proces ten znany jest jako utwardzanie „w cieniu” [148. COM 2009].

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002] [148. COM 2009]

7.4.2. Suszenie/utwardzanie

7.4.2.1. Suszenie konwekcyjne w gazie obojętnym

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.1. Technika ta jest powszechnie stosowana jako etap wstępnego suszenia w produkcji taśm klejących.

Przykładowe zakłady

Zakład #156 (stosowana w połączeniu z suszeniem konwekcyjnym lub jako samodzielna technika) w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002] [155. TWG 2016]

7.4.2.2. Utwardzanie promieniami podczerwonymi

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.1. Suszarka utwardzająca promieniami podczerwonymi jest powszechnie stosowana w produkcji taśm klejących i nadaje się do klejów dyspersyjnych, jak również do klejów na bazie rozpuszczalników, jeżeli wymagana jest ochrona przeciwwybuchowa.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [6. DFIU i in. 2002]

7.4.2.3. Utwardzanie promieniami ultrafioletowymi (UV)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.4. Utwardzanie promieniami UV jest coraz częściej stosowane w produkcji taśm klejących. Jest stosowane zwłaszcza w przypadku nowszych termotopliwych klejów akrylowych. Jest również stosowane w przypadku klejów utwardzanych radiacyjnie, gdzie końcowa retikulacja i dostosowanie technicznie do wymaganej spoistości i siły klejenia są inicjowane przez promieniowanie UV.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [6. DFIU i in. 2002]

7.4.2.4. Utwardzanie wiązką elektronów (EB)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.5. Utwardzanie w technologii EB jest coraz częściej stosowane w produkcji taśm klejących, jednak w mniejszym stopniu niż utwardzanie w technologii UV (zob. sekcja 7.4.2.3) ze względu na wyższe koszty inwestycyjne. Ponadto, w porównaniu do utwardzania promieniami UV, możliwe są zmiany właściwości podłoża.

Przykładowe zakłady

Zakład #156 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [6. DFIU i in. 2002] [155. TWG 2016]

7.4.3. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

Dostępne techniki odprowadzania gazów odlotowych i minimalizacji emisji niezorganizowanych omówiono w sekcji 17.10.2.

7.4.3.1. Kondensacja (chłodzenie)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.6.1. Zużyte rozpuszczalniki można odzyskać przez zastosowanie kondensacji w rekuperacyjnym urządzeniu do wymiany ciepła i schładzania (5 °C do -30 °C) za pomocą sprężarki czynnika chłodniczego. W produkcji taśm klejących kondensację stosuje się po etapie wstępnego suszenia przy użyciu suszarki dyszowej z gazem obojętnym (zob. sekcje 7.4.2.1 i 17.8.1), przed głównym procesem suszenia. Następnie przeprowadza się etap adsorpcji odprowadzanych gazów.

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002]

7.4.3.2. Adsorpcja na węglu aktywnym i odzysk na terenie instalacji

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.6.2. Gazy odlotowe zawierające rozpuszczalniki przepływają przez adsorbent, które są zazwyczaj zbudowane jako kilka równoległe połączonych

zbiorników. Zbiorniki wypełnione są węglem aktywnym. Jeśli jeden adsorber jest nasycony, gaz odlotowy kierowany jest do następnego adsorbera. W celu regeneracji, zaadsorbowane rozpuszczalniki są najpierw desorbowane w wyniku wzrostu temperatury zainicjowanego przez doprowadzenie pary. Powstająca mieszanina wody i rozpuszczalnika jest następnie skraplana i oddzielana przez separację faz. W oczyszczonym gazie osiąga się maksymalne stężenie emisji 50 mg/m^3 (zob. również sekcja 7.3.2.2).

Przykładowe zakłady

Zakłady #036, #156 i #163 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[6. DFIU i in. 2002\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

7.4.3.3. Regeneracyjne dopalanie termiczne (RTO)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.5.4.

Przykładowe zakłady

Zakład #156 w [\[155. TWG 2016\]](#).

8. POWLEKANIE TEKSTYLIÓW, FOLII I PAPIERU

8.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania tekstyliów, folii i papieru

[161. TWG 2015] [163. Kovacevic i in. 2010] [164. Singha 2012] [165. EURATEX 2018]

Rozdział ten obejmuje sektor powlekania różnych podłoży (tekstylia, folie, papier) o różnych zastosowaniach końcowych i podobnych technikach nakładania (aplikacji).

Powlekanie i laminowanie to coraz bardziej popularne techniki zwiększania wartości tekstyliów technicznych. Powlekanie i laminowanie wzmacniają i rozszerzają zakres funkcjonalnych właściwości użytkowych tekstyliów, a wykorzystanie tych technik szybko rośnie w miarę jak zastosowania tekstyliów technicznych stają się coraz bardziej zróżnicowane.

Produkcja wyrobów włókienniczych i odzieżowych jest istotnym filarem gospodarki lokalnej we wszystkich regionach UE. Tylko te jedna branża reprezentuje około 174 000 przedsiębiorstw o obrotach w wysokości 162 mld EUR, zatrudniających 1.66 mln pracowników. UE jest drugim światowym eksporterem wyrobów włókienniczych i odzieżowych z udziałem odpowiednio 22 % i 25 % w sprzedaży światowej w roku 2017 [165. EURATEX 2018].

Całkowita liczba zakładów w Europie do powlekania tekstyliów, folii i papieru powyżej progu Załącznika I 6.7 Dyrektywy IED szacowana jest na ponad 25 [161. TWG 2015].

8.2. Stosowane procesy i techniki

8.2.1. Powlekanie poliuretanem (PU)

[\[163. Kovacevic i in. 2010\]](#) [\[164. Singha 2012\]](#)

Powlekanie jest procesem, w którym warstwa polimerowa nakładana jest bezpośrednio na jedną lub obie powierzchnie tkaniny. Powłoka polimerowa musi przylegać do tkaniny, a rakiel lub podobne urządzenie kontroluje grubość warstwy polimeru. Powleczone tkanina jest podgrzewana, a polimer jest utwardzany (polimeryzowany). Jeśli wymagana jest grubsza powłoka, może być ona budowana poprzez nakładanie kolejnych warstw, jedna po drugiej.

Dobór polimerów jest bardzo ważny dla uzyskania pożądanych właściwości wyrobu gotowego, a skład powłoki ustala się w zależności od zastosowania gotowego produktu.

Powłoka składa się z polimeru bazowego/podstawowego oraz dodatków. Przy wyborze polimeru bazowego, uwzględnia się następujące właściwości: termoplastyczność, zgrzewalność, nieprzepuszczalność dla cieczy, właściwości mechaniczne, możliwość tworzenia powłoki, sztywność, dobrą przyczepność, odporność na ścieranie, przepuszczalność ciepła, wody i powietrza, odporność na rozpuszczalniki i hydrolizę, odporność na promieniowanie UV, temperaturę topienia itp.

Podstawowym polimerem jest najczęściej poliuretan, który może być mocny i sztywny lub miękki i elastyczny. Poliuretany należą do grupy bardzo trwałych tworzyw sztucznych. Główną właściwością poliuretanu jest jego szerokie zastosowanie. Może być wykorzystywany do powlekania tekstyliów, skóry, w roztworze, dyspersji, z małą zawartością rozpuszczalnika lub bez, w postaci granulatu lub proszku. Miękkosć lub twardosć można uzyskać poprzez zmianę struktury polimeru.

Poliuretan ma dobrą odporność na pranie i czyszczenie, dobrą przyczepność do tkanin, dobrą żywotność w niskich temperaturach, dobrą lepkość i odporność na ścieranie, można go stosować bez zmiękaczy. Jednocześnie ma przyjemny i miękki dotyk, niską masę właściwą, odporność na oleje i tłuszcze. Poliuretan może być wykorzystywany do powlekania materiałów tekstylnych na wiele sposobów:

- jako dwuskładnikowy poliuretan sieciowany izocyjanianami;
- jako jednoskładnikowy aromatyczny lub alifatyczny poliuretan, w wyniku reakcji chemicznych;
- jako produkt jednoskładnikowy, który umożliwia dyspersję w wodzie i jest przyjazny dla środowiska;
- jako jednolity produkt z możliwością powlekania większych ilości w każdym przejściu powlekającym.

Szczególne znaczenie dla środowiska ma sytuacja, gdy rozpuszczalniki organiczne stosowane do przygotowania poliuretanowej mieszanki powłokowej określane są jako substancje rakotwórcze, mutagenne, działające szkodliwie na rozrodczość (CMR). Typowym przykładem jest stosowanie DMF (dimetyloformamid, numer CAS 68-12-2), który zgodnie z systemem GHS posiada następujące kody określające rodzaj zagrożenia: H360D, H332, H312, H319.

8.2.1.1. Metody powlekania

[\[164. Singha 2012\]](#) [\[166. FEDUSTRIA 2016\]](#) [\[167. FEDUSTRIA 2016\]](#) [\[168. Wielka Brytania 2016\]](#)

Istnieje kilka procesów nakładania powłok na materiał włókienniczy w zależności od wymagań stawianych produktowi końcowemu. Najczęściej stosowane to:

- **Powlekanie bezpośrednie:** Tkanina jest rozciągana na płasko w celu utworzenia jednolitej powierzchni i możliwości transportu pod stacjonarną rakłą. Proces bezpośredniego powlekania poliuretanem polega na nakładaniu wielu warstw powłoki na podłoże tekstylne. Po każdym etapie powlekania następuje przejście przez urządzenie suszące celem usunięcia rozpuszczalnika (np. DMF). W zależności od rodzaju polimeru stosowanego do powlekania używa się różnych rozpuszczalników, w tym DMF, a także MEK (keton metyloowo-etylowy) lub toluen. W co najmniej jednym przypadku specjalistycznie powleczoną tkaninę można ponownie przepuścić przez suszarkę, aby zredukować resztkową ilość DMF pozostającą w produkcie. Ponieważ DMF jest substancją CMR, aby spełnić limity określone w zezwoleniu, konieczne są wysokie standardy zbierania i niszczenia (zob. również sekcja 8.2.1.1.1).
- **Powlekanie spiononą i rozdrobnioną pianką (*foamed and crushed foam coating*):** Może być stosowane do nakładania polimeru na tkaniny i dzianiny, w tym także na tkaniny produkowane z przędzy lub tkaniny o ogólnej otwartej konstrukcji, które generalnie nie mogą być powlekane w sposób bezpośredni.
- **Powlekanie transferowe (*transfer coating*):** Zasada powlekania transferowego polega w pierwszej kolejności na rozproszczeniu polimeru na papierze celem utworzenia folii, a następnie na laminacji tak utworzonej folii z tkaniną. Na papier nakłada się wiele warstw powłoki i przenosi się je na podłoże tekstylne za pomocą poliuretanowej (PU) warstwy kleju. Po każdym etapie powlekania następuje przejście przez suszarkę celem usunięcia rozpuszczalnika (np. DMF). Po wysuszeniu warstwy kleju papier jest oddzielany od powłoki (zob. również sekcja 8.2.1.1.2).
- **Powlekanie metodą wytłaczania na gorąco (*hot-melt extrusion coating*):** Metoda ta jest stosowana w przypadku polimerów termoplastycznych, takich jak poliuretan, poliolefiny i polichlorek winylu (PVC), które są nakładane przez podawanie granulek materiału do szczeliny między ruchomymi, ogrzewanymi wałkami.
- **Powlekanie kalendrowe:** Kalendry są przede wszystkim używane do produkcji niewzmocnionych folii z PVC i kauczuku, z mieszanki polimerowej „tzw. ciasta”.
- **Powlekanie rotacyjne:** Nakładanie związku na tkaninę poprzez przetłaczanie go przez cylindryczne sito, jest stosowane głównie do drukowania na tekstyliach.

8.2.1.1.1. Powlekanie bezpośrednie

[167. FEDUSTRIA 2016] [168. Wielka Brytania 2016]

W poszczególnych kabinach mieszalniczych wyposażonych w wyciąg powietrza miesza się zgodnie ze specyfikacją techniczną dostarczony poliuretan, chemiczne środki pomocnicze oraz rozpuszczalnik organiczny wymagany do regulacji lepkości. Odprowadzane powietrze kierowane jest do utleniacza termicznego.

Maszyny powlekające składają się z trzech oddzielnych, pojedynczych głowic powlekających i powiązanych z nimi suszarek z termicznym podgrzewaniem oleju i wyciągiem. Poszczególne raki kontrolują ciężar powłoki.

Widoczne, otwarte obszary maszyny to wlot wstęgi podłoża przed nałożeniem płynnej powłoki i wylot wstęgi za suszarką. Bębny z mieszanką (mieszankami) powlekającą, przy każdej głowicy powlekającej, znajdują się nad odpowiednią stacją powlekania.

Proces bezpośredniego powlekania poliuretanem polega na nakładaniu powłoki bezpośrednio na określone podłoże tekstylne. Proces ten może obejmować jeden przejazd maszyny dla maksymalnie trzech głowic powlekających zainstalowanych w sekwencji, z dodatkowymi przejazdami maszyny wymaganymi dla dodatkowych warstw i/lub ciężaru powłoki. Każdy z takich przebiegów przez maszynę do powlekania powoduje dodanie rozpuszczalnika w urządzeniu do powlekania, a następnie odparowanie w suszarce. W razie potrzeby, celem zmniejszenia zawartości rozpuszczalników o wysokiej temperaturze wrzenia (np. toluenu i DMF) w produkcie końcowym, produkt można przepuścić przez urządzenie do powlekania-suszenia działającego w tym momencie jako suszarka.

Odprowadzane powietrze, zawierające rozpuszczalniki, jest kierowane z kabin mieszania, otwartego obszaru powlekania maszyny powlekającej i suszarek do RTO (regeneracyjnego dopalacza termicznego). Rozpuszczalniki, o których mowa, to głównie MEK, alkohol izopropylowy (IPA), toluen, DMF i benzyna SBP 60/95. Więcej informacji na temat DMF jest dostępnych na stronie internetowej ECHA³⁰.

Liczbę instalacji w Europie stosujących tą metodę szacuje się na ponad 10, z czego trzy w Belgii, które produkują odzież ochronną, tekstylia techniczne, tekstylia związane z przemysłem motoryzacyjnym, takie jak plandeki itp.

8.2.1.1.2. Powlekanie transferowe (*transfer coating*)

[167. FEDUSTRIA 2016] [168. Wielka Brytania 2016]

W kabinach wyposażonych w wyciągi powietrza, dostarczona mieszanina poliuretanu i rozpuszczalników (np. DMF) jest rozcieńczana w bębnach, z użyciem większej ilości DMF, celem dostosowania lepkości. Odprowadzane powietrze trafia do utleniacza termicznego lub kolumny płuczaco-destylacyjnej. W tym ostatnim przypadku odzyskuje się rozpuszczalniki.

Maszyny powlekające to zamknięte, opalane gazem urządzenia do powlekania i suszenia z wyciągiem. Grubość powłoki jest kontrolowana przez rakłę.

Widoczne, otwarte obszary maszyny to wlot wstęgi podłoża przed nałożeniem płynnej powłoki i wylot wstęgi za suszarką. Zamknięty bęben z mieszanką powlekającą stoi obok linii powlekającej, a mieszanka powlekająca jest pompowana do urządzenia powlekającego.

Powłoka transferowa jest najczęściej stosowana na elastycznych tkaninach, a powlekanie poliuretanem ma charakter pośredni. Powłoka jest nakładana na papier transferowy w kilku warstwach, następnie przyklejana do podłoża za pomocą mieszanki poliuretan/DMF, a na koniec papier transferowy jest usuwany. Każdy z przebiegów przez maszyny powlekające powoduje dodanie DMF w urządzeniu powlekającym, a następnie odparowanie DMF w suszarce. W razie potrzeby, aby zmniejszyć zawartość DMF w produkcie końcowym, produkt można przepuścić przez urządzenie do powlekania-suszenia działającego w tym momencie jako suszarka.

Powietrze zawierające DMF trafia do utleniacza termicznego lub jednostki destylacyjnej z: kabin rozcieńczalnikowych, otwartego obszaru maszyny powlekającej, obszaru, w którym płynna powłoka jest nakładana na papier, oraz z suszarki.

W Belgii istnieją cztery instalacje stosujące powlekanie transferowe przy użyciu DMF, które produkują głównie tekstylia medyczne, odzież ochronną, pokrowce na materace, sztuczną skórę itp.

³⁰ http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/axiv_5th_recommendation_dmf_rcom_en.pdf

8.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekania PU i PVC

[155. TWG 2016]

Przedstawiono dane dotyczące 10 zakładów, z których 8 to zakłady powlekające wyroby włókiennicze (tkane i nietkane, dzianiny), jeden to zakład powlekający papier i folię, a jeden to zakład powlekający papier, tworzywa sztuczne oraz inne podłoża.

Tabela 8-1 Wykaz zakładów, które przekazały dane dotyczące powlekania tekstyliów, folii i papieru.

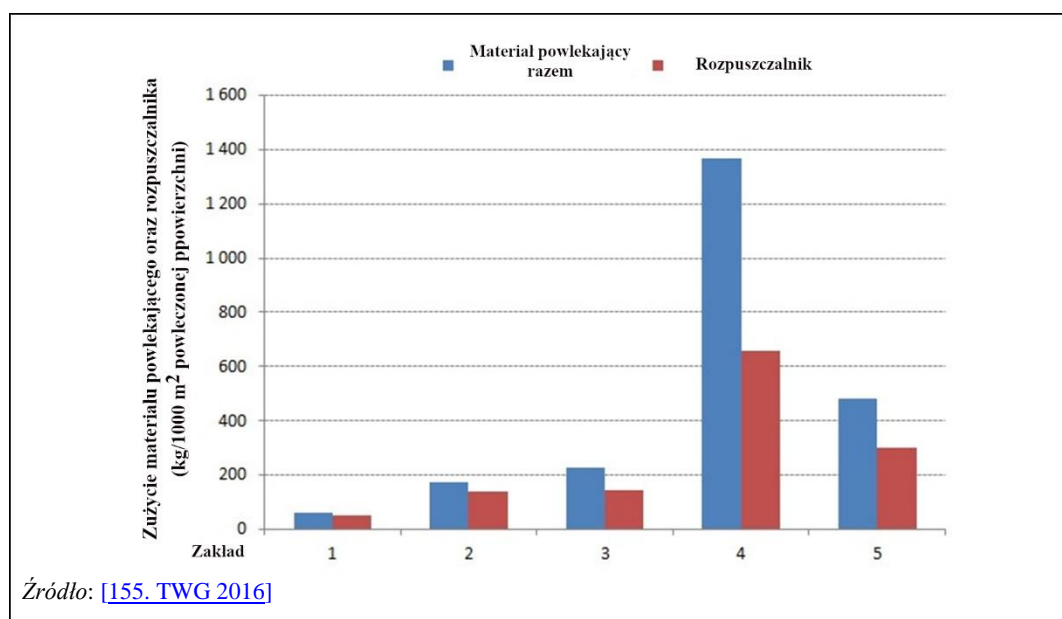
Numer zakładu	Podłoże	Metoda powlekania
134	Tkanina tekstylna poliestrowa	Bezpośrednie powlekanie PVC, a następnie lakierowanie, bez powlekania PU
135	Włóknina tekstylna dzianinowa	Powlekanie transferowe z wykorzystaniem papieru
136	Tekstylna	Powlekanie bezpośrednie jak i transferowe
137	Laminaty foliowe i papierowe, papier metalizowany oraz papier czysty	Pośrednia
138	Tekstylna	Linie PU i PVC
139	Papier, tworzywa sztuczne i inne	Bezpośrednia
140	Dzianina	Pośrednia: linia powlekania + linia laminowania
151	Tkanina włókiennicza	Bezpośrednia
166	Dzianina	Powlekanie transferowe dzianin PU na bazie rozpuszczalnika
171	Tkanina do produkcji taśm transportowych i procesowych	4 linie do bezpośredniego powlekania + 2 kalendrowe z PU
Źródło: [155. TWG 2016]		

8.3.1. Zużycie

[155. TWG 2016]

8.3.1.1. Zużycie materiału powlekającego oraz rozpuszczalnika

Dostępne dane dla zakładów powlekania tekstyliów dotyczące całkowitego zużycia materiałów (w tym kleju powlekającego i materiałów czyszczących) oraz rozpuszczalników przedstawiono na Ilustracji 8.1.



Ilustracja 8-1 Średnie wartości całkowitego zużycia materiałów (w tym kleju do powlekania i środków czyszczących) oraz rozpuszczalników (na 1 000 m² powlekanej powierzchni) w latach 2013-2015.

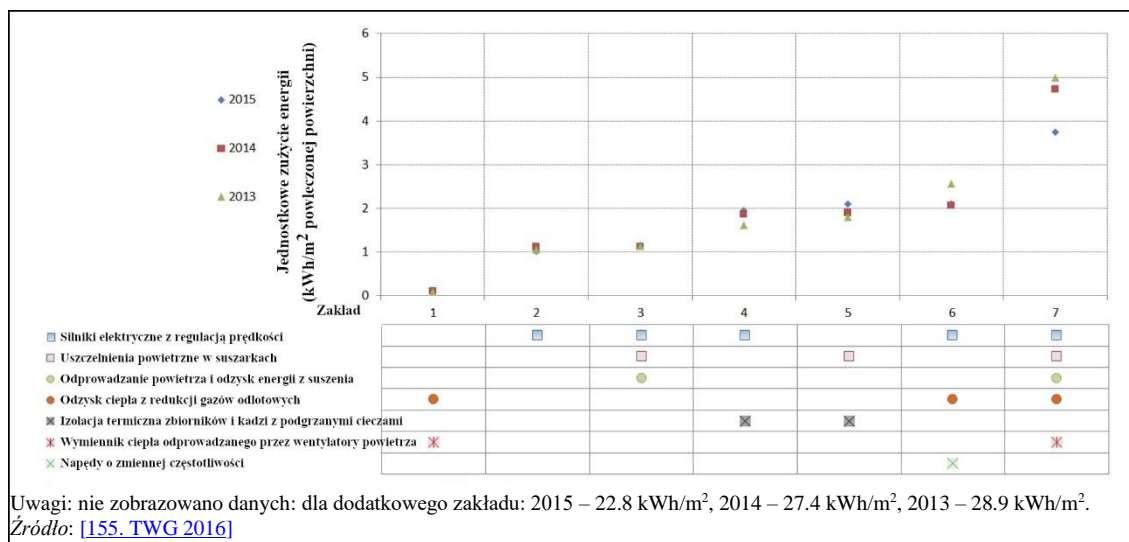
W przypadku powlekania papieru zużycie materiału powlekającego i rozpuszczalnika jest rzędu 1.1-1.5 kg/1 000 m² i 0.8-1.1 kg/1 000 m², odpowiednio, jako średnie w trzyletnim okresie odniesienia (2013-2015).

8.3.1.1.1. Zużycie dimetyloformamidu (DMF)

Przedstawione dane liczbowe dotyczące stosowania DMF wskazują, że procentowy udział DMF we wsadzie rozpuszczalnika waha się od 15 % do 98 % w zależności od procesu, materiałów i specyfikacji produktu końcowego.

8.3.1.1.2. Zużycie energii

Podane wartości jednostkowego zużycia energii przy powlekaniiu tekstyliów wahają się od 1 kWh/m² do 29 kWh/m² w zależności od procesu i podłoża. W przypadku powlekania papieru i/lub folii, wartości jednostkowego zużycia energii mieszczą się w zakresie 0.1-2.6 kWh/m².



Ilustracja 8-2 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w kWh na m² powleczonej powierzchni, w latach 2013-2015.

8.3.2. Emisje

[155. TWG 2016]

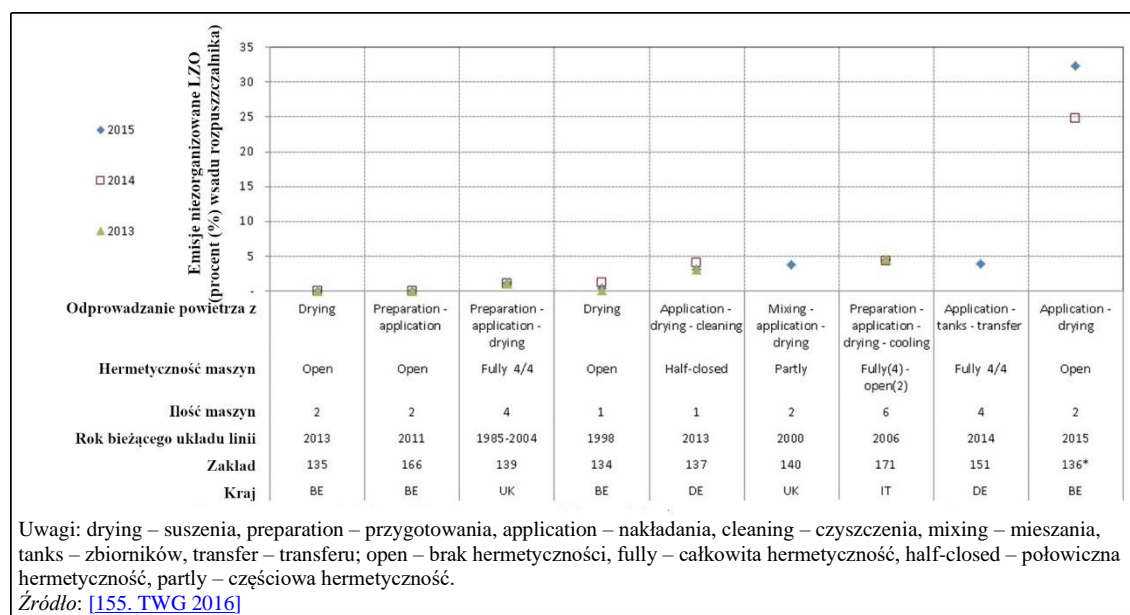
8.3.2.1. Emisje niezorganizowane oraz całkowite LZO

Zasadniczo procesy powlekania są odpowiednio uszczelnione z odprowadzaniem powietrza i następującym po nim przetwarzaniem poprzez adsorpcję i/lub regeneracyjne dopalanie termiczne. W rezultacie dostarczone dane pokazują, że emisje niezorganizowane utrzymywane są na poziomie poniżej 5 % wsadu rozpuszczalnika we wszystkich przypadkach z wyjątkiem jednego (zob. Ilustracja 8.3). Wysoka wartość tylko dla jednej instalacji związana jest głównie z niedokładnością obliczeń przepływu masy do przetwarzania termicznego.

Główne zgłoszone techniki ograniczania całkowitych i niezorganizowanych emisji LZO to:

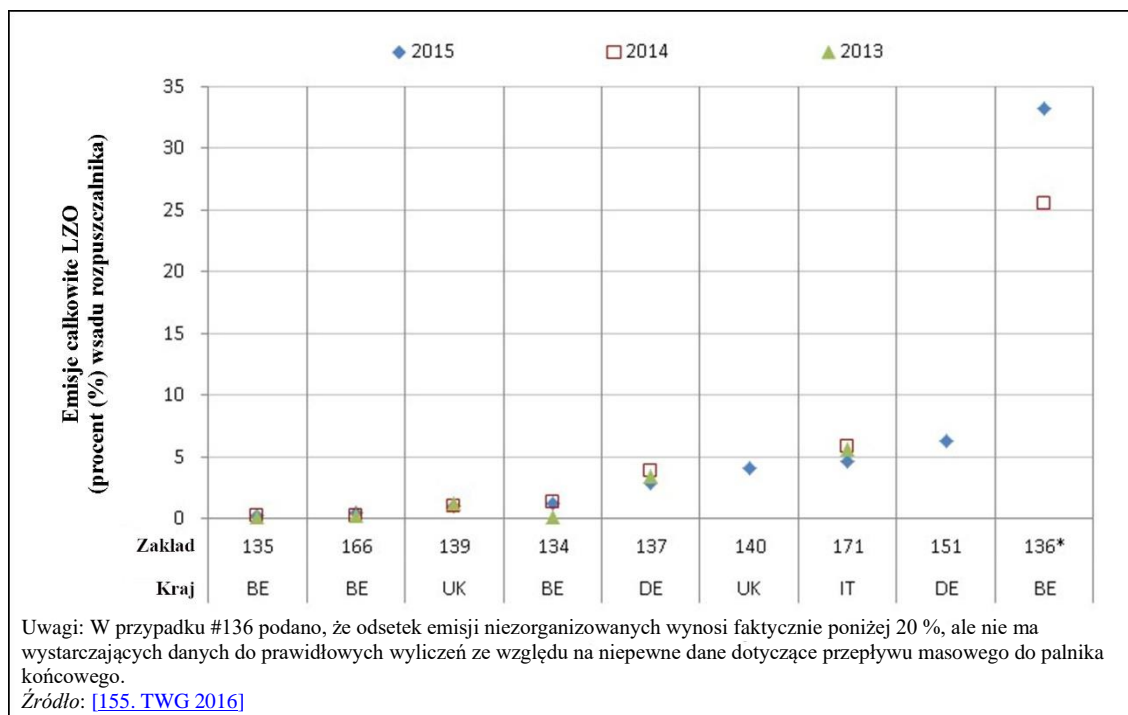
- odprowadzanie powietrza z obszarów czyszczenia (pompy i rakle);
- zwiększenie stężenia LZO w nisko skoncentrowanych gazach odlotowych przez koncentrator wirnikowy oraz oczyszczanie skoncentrowanych gazów odlotowych przez RTO;
- bezpieczne magazynowanie substancji niebezpiecznych oraz środki zapobiegające ich nieplanowanemu uwolnieniu;
- postępowanie z materiałami niebezpiecznymi oraz ich stosowanie;
- odprowadzanie powietrza z procesów suszenia i późniejsze przetwarzanie;
- odprowadzanie powietrza ze strefy chłodzenia i późniejsze przetwarzanie;
- odprowadzanie powietrza, pochodzącego z tzw. oddychania zbiorników, zbiorników masowych, zbiorników benzenu i instalacji destylacji, do urządzeń przetwarzania gazów odlotowych;
- odprowadzanie powietrza ze zbiorników mieszających i obszaru mieszania w ogóle, podłączenie zbiornika na pozostałości po destylacji do urządzeń przetwarzania gazów odlotowych;

- odprowadzanie powietrza z pojemnika na środki czyszczące (ściereczki itp.) i późniejsze przetwarzanie;
- zamknięte strefy nakładania z odprowadzaniem powietrza;
- utrzymywanie podciśnienia w hali produkcyjnej (budynku) oraz odprowadzanie i przetwarzanie powietrza;
- stosowanie powłok na bazie wody;
- stosowanie maszyn myjących na bazie alkaliów zarówno do czyszczenia wałków, jak i innych części.



Ilustracja 8-3 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

W wyniku właściwego zamknięcia procesu (hermetyzacji), odprowadzania powietrza z procesów związanych z rozpuszczalnikami i późniejszego przetwarzania, emisje całkowite LZO (pokazane na Ilustracji 8.4) są tylko nieznacznie wyższe niż emisje niezorganizowane. Z jednym tylko wyjątkiem, wszystkie zgłoszone wartości procentowe są poniżej 6 %.



Ilustracja 8-4 Emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013 - 2015.

8.3.2.2. Emisje TVOC w gazach odlotowych

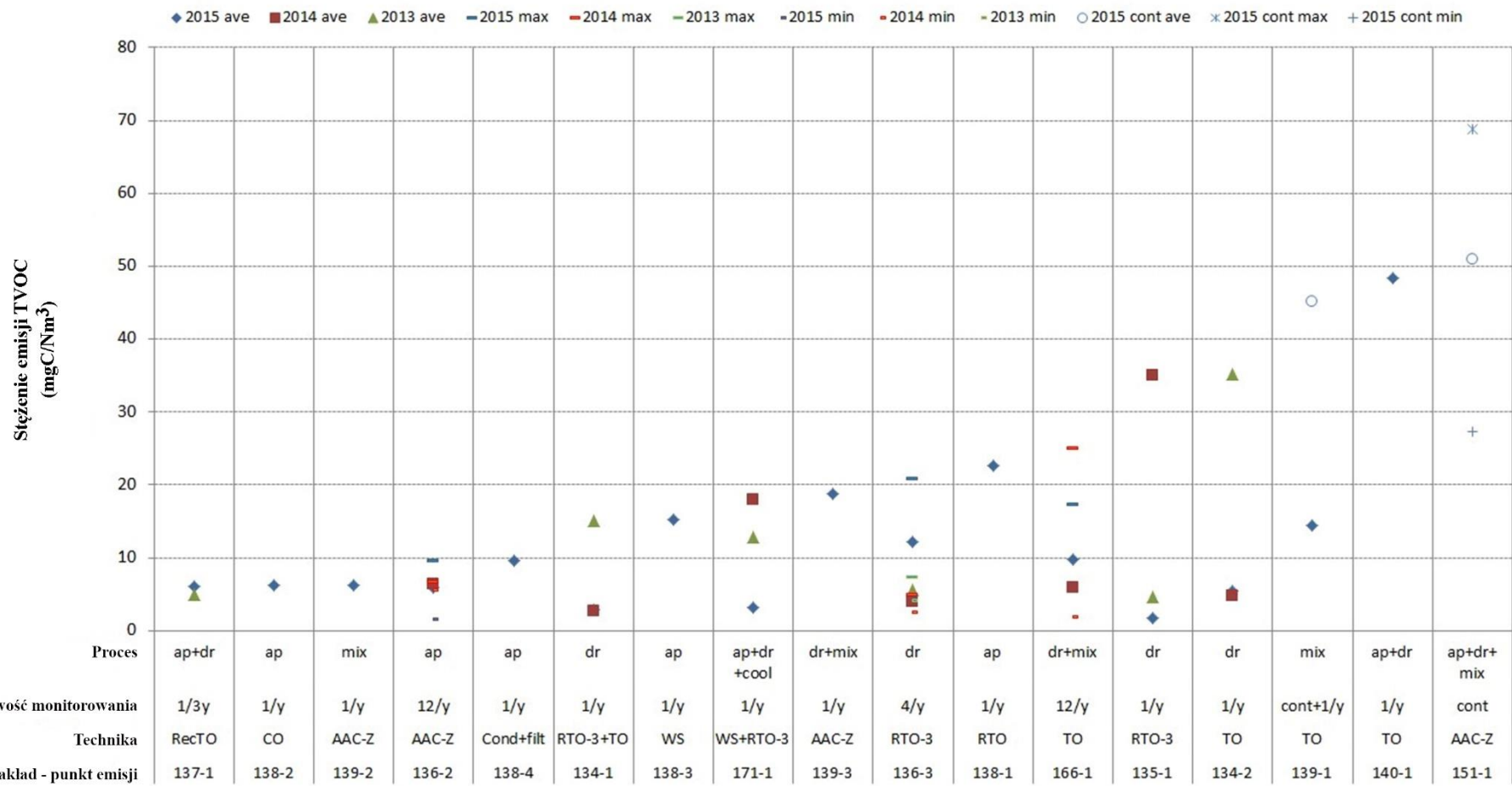
Zgłoszone wartości emisji TVOC w gazach odlotowych, wyrażone w mg C/Nm^3 , przedstawiono na Ilustracji 8.5. Skróty użyte na tym rysunku wyjaśniono w Tabeli 8.2.

Zgłoszono tylko dwie wartości dotyczące ciągłego monitorowania emisji TVOC. W przypadku monitorowania okresowego częstotliwość monitorowania waha się od jednego razu na miesiąc do jednego razu na trzy lata.

Zasadniczo większość zgłoszonych wartości maksymalnych wynosi poniżej 25 mg C/Nm^3 .

Tabela 8-2 Objasnienie skrótów stosowanych do określenia procesu.

Skrót	Znaczenie
ap	Nakładanie
dr	Suszenie
mix	Proces mieszania i odprowadzanie obszarowe
cool	Odprowadzanie z obszaru chłodzenia



Uwagi: ave – średnie, max – maksymalne, min – minimalne, cont – monitorowanie ciągłe, y – rok. Zakład #136-2: dane za rok 2016 w miejsce danych za rok 2014 / #136-3, #134-1 oraz #134-2: dane za rok 2016 w miejsce danych za rok 2013.

Źródło: [155, TWG 2016]

Ilustracja 8-5 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013 – 2015.

Podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych z monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w okresie referencyjnym 2013-2015 przedstawiono w Tabeli 8.3.

Tabela 8-3 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Stosowana technika	2015				2014				2013			
	Ilość pomiarów	Średnie	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnie	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnie	Maks.	Min.
		mg C/Nm ³				mg C/Nm ³				mg C/Nm ³		
TO	4	19.5	48.4	5.5	2	5.4	6.0	4.8	1	35.2	NA	NA
RecTO	1	6.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	5.0	NA	NA
RTO	1	22.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO-3	2	6.9	12.1	1.7	2	19.5	35.1	4.0	2	5.2	5.6	4.7
RTO-3+ TO	1	2.9	NA	NA	1	2.7	NA	NA	1	15.1	NA	NA
WS+ RTO-3	1	3.1	NA	NA	1	17.9	NA	NA	1	12.9	NA	NA
WS	1	15.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	1	6.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AAC-Z	4	20.5	51.0	5.9	1	6.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Klimatyzacja + filtracja	1	9.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Uwagi: NA: Nie dotyczy/nie dostarczono danych.
Źródło: [\[155. TWG 2016\]](#)

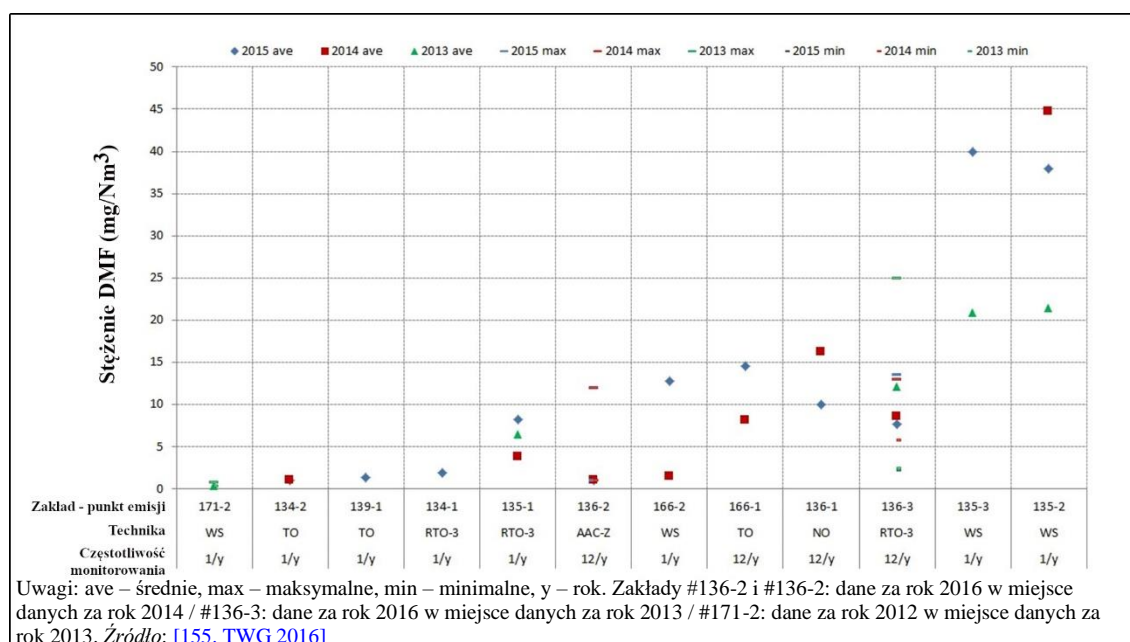
8.3.2.3. Emisje DMF w gazach odlotowych

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[220. Belgia 2018\]](#)

Zgłoszone wartości emisji DMF w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 8.6.

Na podstawie analizy przedłożonych danych oraz informacji uzupełniających można uwzględnić następujące okoliczności:

- wysokie wartości emisji DMF zmierzono w instalacjach we Flandrii (Belgia), w których od 2015 r. stosuje się nową normę monitorowania zalecaną przez właściwy organ regionalny (zob. następny punkt);
- w różnych krajach stosuje się różną interpretację standardu monitorowania, jak również różne częstotliwości monitorowania.



Ilustracja 8-6 Emisje DMF w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Zgłoszone wartości emisji DMF oraz informacje dotyczące monitorowania DMF przedstawiono w Tabeli 8.4.

Tabela 8-4 Wartości emisji DMF oraz informacje uzupełniające dotyczące monitorowania emisji DMF.

Zakład – punkt emisji	Powiązany proces	Stosowana technika	Metoda monitorowania	Częstotliwość monitorowania	Stężenie DMF (mg/Nm ³) – monitorowanie okresowe								
					2015			2014			2013		
					Śr.	Maks.	Min.	Śr.	Maks.	Min.	Śr.	Maks.	Min.
171-2	Linia powlekania (obszar nakładania, piece, obszar chłodzenia)	WS	Zakładowa 065:2010 Rev.0	1/rok	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.4	0.8	0.4
134-2	Zespół lakierujący suszarki	TO	LUC/IV/ 010	1/rok	1	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	NA
139-1	Wszystkie emisje z procesu (na bazie rozpuszczalników)	TO	TGN M22	1/rok	1.4	2	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
134-1	Piece suszące - powlekanie bezpośrednie	RTO-3	LUC/IV/ 010	1/rok	1.93	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
135-1	Piece suszące - powlekanie transferowe	RTO-3	NI	1/rok	8.18	NA	NA	3.77	NA	NA	6.46	NA	NA
136-2	Strefa nakładania / odprowadzania	AAC-Z	LUC/IV/ 010	12/rok	1	1	1	1	12	1	NA	NA	NA
166-2	Piece 2x2	WS	LUC/IV/ 010	1/rok	12.8	NA	NA	1.5	NA	NA	NA	NA	NA
166-1	piece 2x1 / powietrze z pomieszczenia produkcyjnego i tzw. kuchni malarskiej	TO	LUC/IV/ 010	12/rok	14.6	NA	NA	8.13	NA	NA	NA	NA	NA

136-1	Przygotowanie i mieszanie pasty	NO	LUC/IV/ 010	12/rok	10	NA	NA	16.2	NA	NA	NA	NA	NA
136-3	Piece, powlekanie transferowe i bezpośrednie	RTO-3	LUC/IV/ 010	12/rok	7.63	13.6	2.28	8.61	13	5.73	12.1	25	2.5
135-3	Płuczka gazowa mokra 2	WS	NI	1/rok	40	NA	NA	0	NA	NA	20.9	NA	NA
135-2	Płuczka gazowa mokra 1	WS	NI	1/rok	38	NA	NA	44.7	NA	NA	21.4	NA	NA

Uwagi: NA: Nie dotyczy. NI: Nie dostarczono danych (uzupełniających).
 Źródło: [\[155. TWG 2016\]](#)

Flamandzka metoda pomiaru DMF

Flamandzka metoda pomiaru DMF (LUC/IV/010) opiera się na europejskiej TS 13649, ale bardziej szczegółowo określa ryzyko kondensacji. TS 13649 stanowi, że w przypadku ryzyka kondensacji (tj. „gdy stężenie wody lub rozpuszczalnika jest wystarczająco wysokie, aby spowodować ryzyko kondensacji”) należy zastosować rozcieńczanie lub tzw. syfon do kondensatu (*condensate trap*). W przypadku DMF, ze względu na jego wysoką rozpuszczalność w wodzie, stężenie wody lub rozpuszczalnika jest z reguły wystarczająco wysokie, aby spowodować ryzyko kondensacji. Dodatkowe dane z monitorowania instalacji w Belgii wskazują, że w celu dostatecznego wychwycenia składnika konieczne może być rozcieńczenie lub zastosowanie syfonu do kondensatu. Flamandzka metoda pomiaru (LUC_IV_010) określa szczególne kryteria dotyczące zawartości wody; w przypadku przekroczenia tych kryteriów należy zastosować jedną z obu metod (rozcieńczanie lub syfon do kondensatu)³¹.

Informacje na temat wyników badania technicznego, które zostało przeprowadzone na wniosek flamandzkiej agencji kontroli środowiska, i gdzie zastosowano obie metody (oparte na rozcieńczeniu lub na syfonie do kondensatu), wykazały, że wyniki są porównywalne. W przypadku metody z zastosowaniem syfonu do kondensatu emisja całkowita DMF jest sumą stężeń występujących w odpowiednich próbkach częściowych (będących syfonem karboksenowym (*carboxen trap*) i syfonem do kondensatu).

Dodatkowe informacje z Belgii dotyczące ostatnich kampanii monitorowania DMF (dane zanonimizowane) wskazują, że udział DMF, który można znaleźć w fazie kondensatu, wynosi średnio 68 % całkowitego stężenia DMF, natomiast w przypadku pojedynczych pomiarów może wynosić nawet 99 % całkowitego stężenia [Komentarz Belgii #85 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

8.3.2.4. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

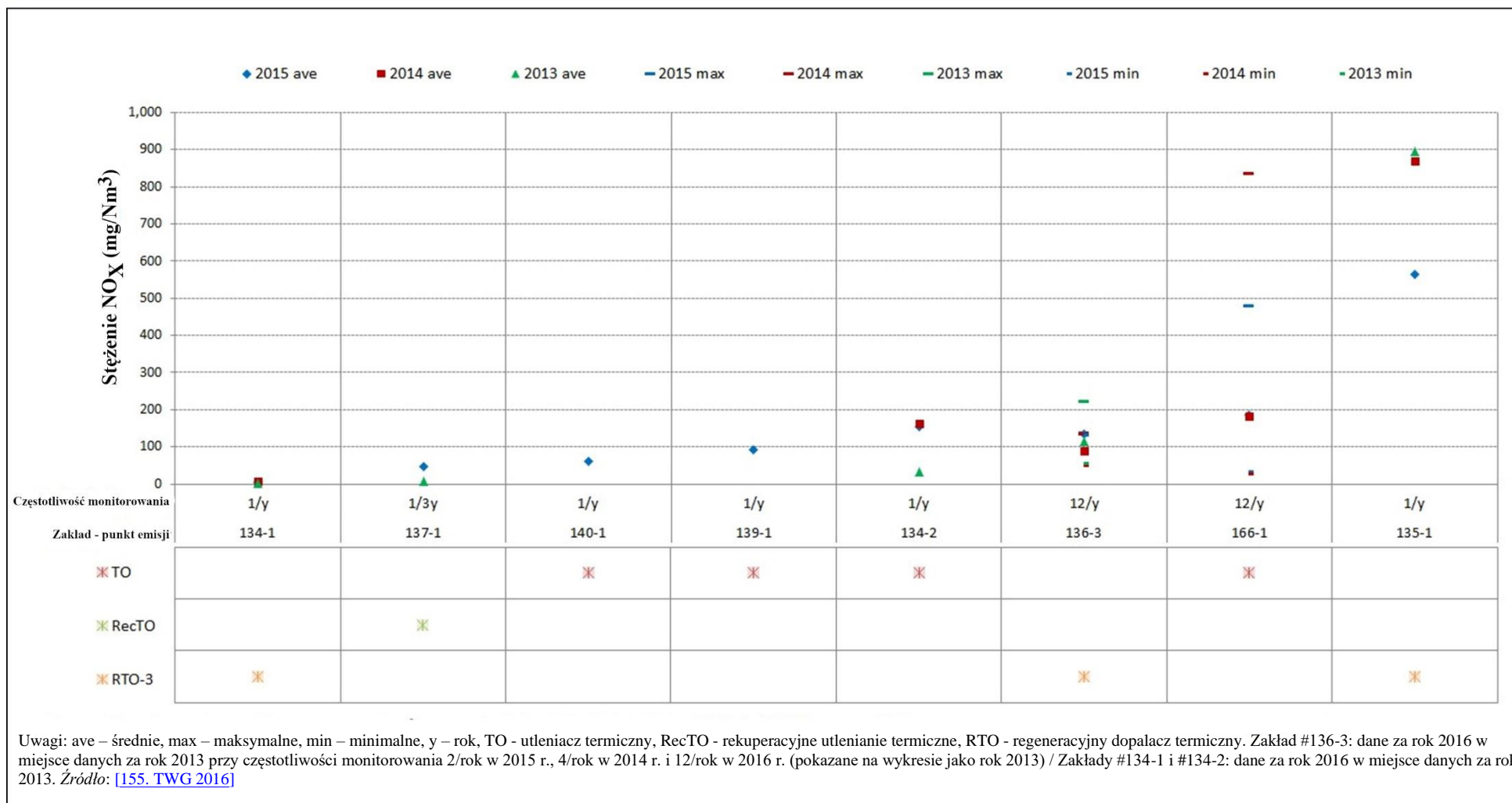
Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) wynikają z termicznego utleniania gazów odlotowych. Dodatkowo, gdy używane są rozpuszczalniki zawierające azot (np. DMF), poziom NO_x może być podwyższony z powodu chemicznego wytwarzania NO_x.

Zgłoszono dane z ośmiu punktów monitorowania (z siedmiu zakładów) dotyczące emisji NO_x i CO w gazach odlotowych, przy czym częstotliwość monitorowania wahała się od jednego razu na miesiąc do jednego razu na trzy lata.

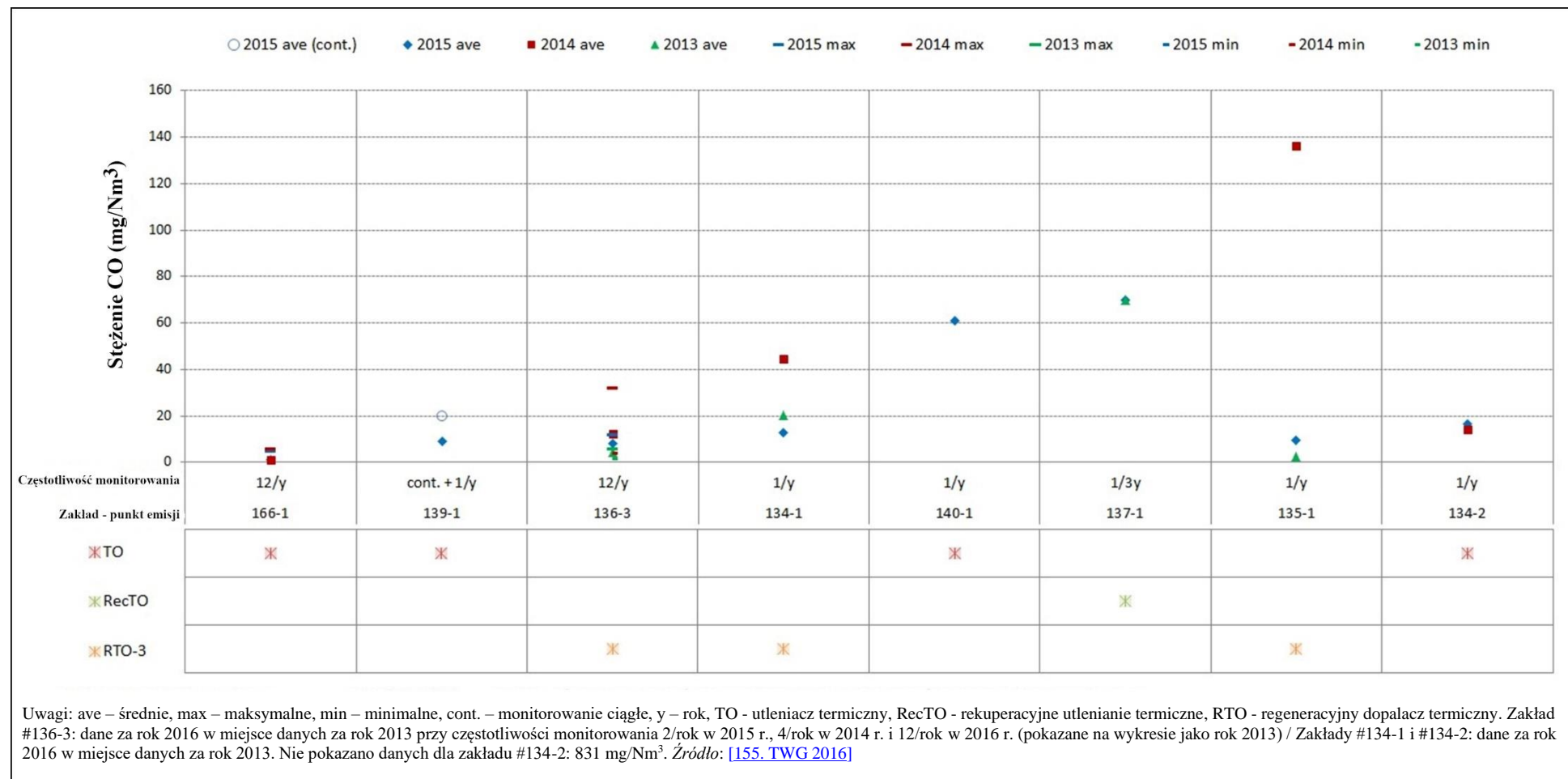
³¹ Ze względu na rozpuszczalność DMF w wodzie, należy dokonać rozcieńczenia lub usunąć wodę poprzez kondensację w schłodzonej kolbie, jeżeli nie są spełnione następujące kryteria: [T_{dew} gazu odlotowego < T otoczenia - 2 °C] i [T_{dew} gazu odlotowego < 18 °C] (gdzie T_{dew} – temperatura punktu rosy).

Zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji NO_x i CO w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracjach 8.7 i 8.8.

Dodatkowe zanonimizowane dane (93 zestawy danych) dla pięciu zakładów z Belgii obejmujące okres 2012-2017 wykazują maksymalny poziom NO_x wynoszący 837 mg/Nm³ oraz średni wynoszący 157 mg/Nm³. W przypadku CO, 30 zestawów danych dla pięciu zakładów z Belgii obejmujących okres 2012-2017 wykazuje maksymalny poziom CO wynoszący 16 mg/Nm³ oraz średni 7 mg/Nm³ [[220. Belgia 2018](#)].



Ilustracja 8-7 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015 (monitorowanie okresowe).



Ilustracja 8-8 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015 (monitorowanie okresowe).

8.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania tekstyliów, folii i papieru

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do powlekania wyrobów włókienniczych, folii i papieru. W Tabeli 8.5 przedstawiono ogólne techniki istotne dla powlekania wyrobów włókienniczych, folii i papieru, które opisano w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Dokument informacyjny EGTEI dotyczący innych sektorów powlekania (zob. załącznik 21.3.1) zawiera pewne dane na temat kosztów i korzyści niektórych technik redukcji emisji LZO na poziomie europejskim. Podejście EGTEI musi jednak z konieczności ograniczać swoją złożoność i podano jedynie kluczowe techniki bez uwzględnienia innych czynników BAT, takich jak oddziaływanie na procesy i środowisko, lub charakterystyki techniczne poszczególnych instalacji.

Tabela 8-5 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

8.4.1. Techniki oparte na materiałach

8.4.1.1. Zastępowanie substancji rakotwórczych, mutagennych, działających szkodliwie na rozrodczość (substancji CMR)

Ogólne informacje znajdują się w sekcji 17.6.1.

Opis

Drobnocząsteczkowe dyspersje poliuretanowe (PU) o wysokiej zawartości cząstek stałych (na bazie wody o zawartości cząstek stałych do 60 %) mogą być stosowane jako dyspersje poliuretanowe do produkcji skór syntetycznych.

Szczegóły techniczne

Podczas tego procesu powietrze jest intensywnie wprowadzane do dyspersji PU na bazie wody w celu wytworzenia pianki. Pianki są produkowane w różnych gęstościach (200-800 g/l) w zależności od ilości uwiecznionego powietrza. W razie potrzeby do pianki dodaje się stabilizatory, zagęszczacze, środki sieciujące oraz pigmenty.

Korzyści dla środowiska

- Nie stosuje się substancji CMR, zawierających LZO i ogólnie rozpuszczalników.
- Zmniejszone zostaje zużycie energii i wody, ponieważ mniejsze ilości wody muszą zostać odparowane.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Obecnie technika ta jest stosowana jedynie przy wytwarzaniu sztucznych skór. Pod względem właściwości otrzymanej skóry syntetycznej testowano preparaty na bazie wody jako dyspersje poliuretanowe do produkcji skór syntetycznych, ale produkty te nie spełniały wymagań odporności mechanicznej i chemicznej.

Testy przeprowadzone na potrzeby produkcji innych rodzajów tkanin wykazały, że produkty nie spełniają odpowiednich specyfikacji, np. odporności chemicznej na czyszczenie i dezynfekcję, czy właściwości termoplastycznych.

Literatura źródłowa

Portal substytutów: <http://www.subsport.eu/>.

8.4.1.2. Stosowanie powłok na bazie wody

Ogólne informacje znajdują się w sekcji 17.7.2.2.

Literatura źródłowa

Zakład #137 w [\[155. TWG 2016\]](#).

8.4.2. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

Dostępne techniki odprowadzania gazów odlotowych i minimalizacji emisji niezorganizowanych omówiono w sekcji 17.10.2.

Odprowadzanie i przetwarzanie powietrza z miejsca nakładania powłok, pieca/suszarki, mieszalni i obszaru chłodzenia jest powszechnie wykorzystywane.

Stosuje się następujące techniki oczyszczania gazów odlotowych:

- utlenianie: utlenianie rekuperacyjne, regeneracyjne i katalityczne, zob. sekcja 17.10.5;
- adsorpcja na węglu aktywnym lub zeolitach, zob. sekcja 17.10.6.2;
- płukanie na mokro, zob. sekcja 17.10.6.3;
- kondensacja, zob. sekcja 17.10.6.1.

Przykładowe zakłady

Podane techniki są szeroko stosowane. Wszystkie zakłady, które przekazały informacje, zgłosiły stosowanie jednej z tych technik lub ich kombinacji (zob. sekcja 8.3.2.2).

9. PRODUKCJA DRUTU NAWOJOWEGO

[82. EGTEI 2005] [148. COM 2009] [155. TWG 2016] [173. EWWG 2017] [212. TWG 2018]

9.1. Ogólne informacje dotyczące przemysłu drutu nawojowego

Produkcja drutów nawojowych wymaga unikalnego rodzaju obróbki powierzchniowej przy użyciu rozpuszczalników i zasadniczo polega na nakładaniu warstw izolacji elektrycznej (emalii) na powierzchnię drutu miedzianego, chociaż w niektórych przypadkach materiałem przewodzącym może być inny metal, taki jak aluminium, aluminium platerowane miedzią lub mosiądz. Warstwy izolacyjne nakłada się w różnych celach funkcjonalnych, w tym dla uzyskania wysokiej i długotrwałej wytrzymałości dielektrycznej przez cały okres użytkowania drutu. Powierzchnia drutów okrągłych wymaga również dobrze przygotowanej powłoki smarnej, aby zapewnić dobre właściwości zwijania oraz sprawne układanie drutu.

Należy zauważyć, że wszelkie informacje oraz wartości emisji we wszystkich sekcjach dotyczących drutu nawojowego podano dla miedzianych drutów nawojowych ze względu na ich dominujący udział w rynku. W przypadku produkcji drutu aluminiowego, wszelkie specyficzne limity emisji oraz osiągalne wielkości emisji należy dostosować do mniejszego ciężaru właściwego produktu, stosując współczynnik konwersji zgodnie ze stosunkiem ciężaru właściwego miedzi i aluminium.

Tabela 9.1 przedstawia dane liczbowe dotyczące produkcji drutów powlekanych emalią w Europie w latach 1970-2010 oraz skorelowane z nią zużycie rozpuszczalników organicznych.

Tabela 9-1 Dane liczbowe dotyczące europejskiej produkcji drutów emaliowanych i skorelowane z nią zużycie rozpuszczalników organicznych w latach 1970-2010.

Rok	Produkcja (t)	Zużycie rozpuszczalników organicznych (t)	Jednostkowe zużycie rozpuszczalników organicznych (t/t)
1970	150 000	11 250	0.075
1990	286 000	20 020	0.070
2000	390 000	25 350	0.065
2006	420 000	21 000	0.050
2010	350 000	17 500	0.050

Źródło: [173. EWWG 2017]

Według ESIG³², całkowite zużycie rozpuszczalników węglowodorowych w Europie wyniosło w 2009 roku około 2.3 mln t/r dla UE-27. Z Tabeli 9.1 można oszacować, że udział przemysłu produkującego druty nawojowe wynosi około 0.8 %.

Europejski przemysł drutu nawojowego obejmuje około 20 instalacji i prawie 3 000 pracowników. Typowa instalacja podlegająca przepisom Załącznika I dyrektywy IED zatrudnia od 50 do 250 pracowników, przy czym większość z tych zakładów jest własnością rodzinną.

Ponieważ produkty elektryczne i elektroniczne są wytwarzane i sprzedawane na całym świecie, druty nawojowe stosowane w tych produktach są wykonywane zgodnie z międzynarodowymi normami. Materiały izolacyjne są sklasyfikowane w technicznych warunkach dostawy w serii norm EN 60317. W związku z tym druty produkowane są zgodnie ze specyfikacją klienta dla zatwierdzonego typu produktu, a producent nie ma swobody w wyborze rodzaju powłoki. Druty

³² ESIG - Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Rozpuszczalników, Inwentarze Rozpuszczalników LZO dla UE (2013).

nawojowe mogą być wytwarzane w wielu setkach wymiarów, ale ogólnie są one pogrupowane następująco:

Tabela 9-2 Grupowanie drutu nawojowego okrągłego ze względu na średnice.

Rodzaj drutu	Średnica powyżej (mm)	Średnica do (włącznie) (mm)
Druty ultracienkie	-	0.040
Druty cienkie	0.040	0.10
Druty średnie	0.10	1.0
Druty grube	1.0	6.0
Źródło: [173, EWWG 2017]		

Dodatkowo występują druty nawojowe w kształcie prostokąta od małych rozmiarów aż do dużych rozmiarów, ok. 80 mm².

Oprócz średnicy produkowanych drutów okrągłych oraz kształtu/przekroju drutów płaskich, istnieją inne czynniki wpływające na wielkość emisji. Najważniejsze z tych czynników to: gatunek drutu; grubość emalii; materiał przewodnika; geometria drutu okrągłego lub płaskiego; jakość drutu, np. druty lutowalne, druty samonośne; ilość smaru i proces jego nakładania; metoda nakładania emalii, np. matryce lub filce; zawartość ciał stałych w różnych emaliach; rodzaje rozpuszczalnika zawartego w emaliach; temperatura i geometria pieca; technologia stosowanych maszyn; rodzaje emalii; użycie podkładów; specyficzne właściwości produktu, np. tanDelta; liczba zmian produkowanego wyrobu, wielkość partii, rodzaj maszyny emaliującej, np. pozioma v. pionowa.

9.1.1. Charakterystyka produktu oraz zastosowania końcowe

Drut emaliowany jest użyteczny ze względu na bardzo cienką, wysokospecjalistyczną warstwę izolacyjną, która umożliwia wytwarzanie ściśle upakowanych oraz energooszczędnych drutów nawojowych, mogących pracować w wysokich temperaturach. Izolacja składa się z jednej lub więcej warstw emalii lub taśmy (taśm) lub kombinacji obu tych materiałów. Wybór materiału izolacyjnego i jego grubości wpływa na typowe właściwości elektryczne, takie jak napięcie przebicia, współczynnik strat, odporność na wyładowania koronowe, zachowanie przy wyładowaniach niezupełnych. Stabilność termiczna materiałów do powlekania przewodów jest określana za pomocą wskaźnika temperatury. Inne specyficzne wymagania stawiane izolacyjnym systemom powłokowym dla przewodów to wytrzymałość mechaniczna, odporność chemiczna i wytrzymałość na prądy przeciążeniowe. Współczesne systemy elektroizolacyjne spełniają te wymagania już przy cienkich warstwach (szczegóło w normie CENELEC serii EN 60317). Szczególnie właściwości elektryczne sprawiają, że druty nawojowe są produktem wyjątkowym, nieporównywalnym z innymi produktami wchodzącymi w zakres niniejszego dokumentu.

Głównym zastosowaniem drutu nawojowego są druty magnetyczne w uzwojeniach i cewkach. Są one wykorzystywane w szerokim zakresie zastosowań, takich jak miniaturowe cewki dla urządzeń medycznych, elektroniki rozrywkowej (mikrofony, głośnice audio i wideo, itp.), ultracienkie druty w zegarkach, a także jako uzwojenia silników elektrycznych, przekładników i transformatorów mocy. W urządzeniach elektrycznych druty nawojowe pracują pod napięciem i przewodzą prąd. Izolacja elektryczna ma bezpośredni wpływ na funkcjonalność, a także na bezpieczeństwo urządzeń. Właściwości elektryczne materiału izolacyjnego i systemy aplikacji są istotnym punktem do rozważenia przy omawianiu BAT.

W ciągu ostatnich kilku lat podjęto wiele prób wprowadzenia alternatywnych materiałów izolacyjnych oraz systemów nakładania (aplikacji) w celu ograniczenia stosowania rozpuszczalników. Wiele z nich nie powiodło się ze względu na niewystarczające właściwości izolacyjne, choć istnieją częściowo udane produkty niszowe, np. emalie bez krezolu czy powłoki wytłaczane. Nie zostały one jednak jeszcze przyjęte jako standardowa praktyka.

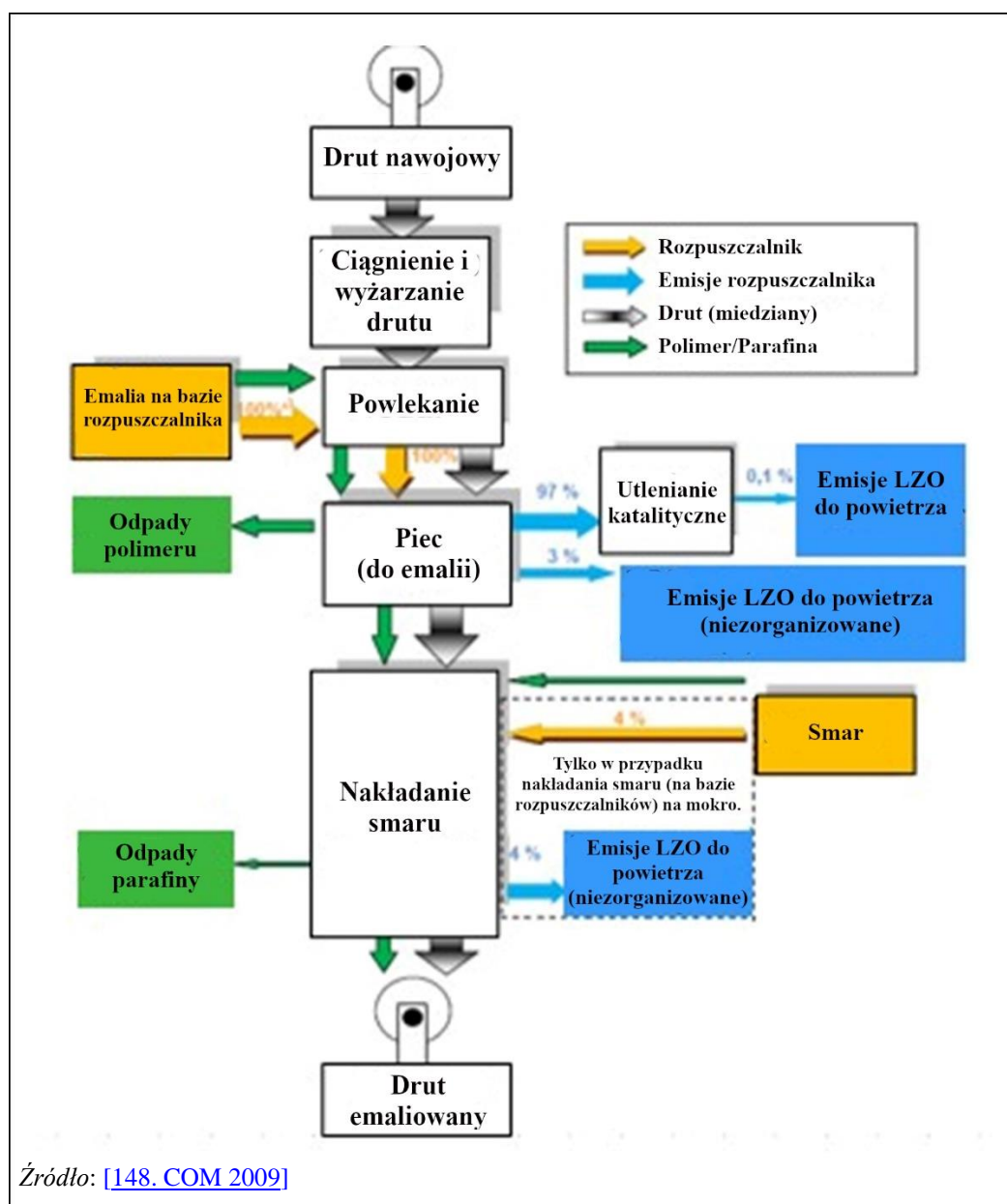
9.2. Stosowane w produkcji drutu nawojowego procesy i techniki

[82. EGTEI 2005] [148. COM 2009] [155. TWG 2016] [173. EWWG 2017]

Jest to niewielka branża i w Europie istnieje tylko około czterech producentów maszyn do produkcji drutów nawojowych. W związku z tym w prawie wszystkich instalacjach można znaleźć tę samą technologię. Proces produkcji drutów emaliowanych jest zasadniczo liniowy: po wyprodukowaniu gołego drutu miedzianego poprzez ciągnięcie lub walcowanie, przeprowadza się czyszczenie termiczne lub wyżarzanie gołego drutu, przy czym oba te procesy nie zawierają rozpuszczalników. Kolejnymi etapami są powlekanie emalią, suszenie i utwardzanie żywicy, a następnie nakładanie smaru. Rozpuszczalnik jest stosowany tylko podczas powlekania emalią i w zależności od danego procesu podczas nakładania smaru; również podczas suszenia i utwardzania dochodzi do emisji rozpuszczalników.

9.2.1. Typowy proces produkcji drutów emaliowanych

Typowy proces produkcyjny drutów emaliowanych pokazano na Ilustracji 9.1.



Ilustracja 9-1 Typowy proces produkcyjny oraz schemat przepływu dla produkcji drutu nawojowego.

Walcowanie i ciągnięcie

Są to procesy odkształcające. Walcowanie jest ciągłym lub stopniowym procesem formowania w warunkach ściskania. Materiał może być walcowany w temperaturze otoczenia lub podwyższonej. Druty emaliowane i inne izolowane druty nawojowe są wytwarzane w procesie ciągnięcia. Drut jest przeciągany przez matryce, które zmniejszają jego rozmiar i zwiększają jego długość. Cienkie druty wymagają kilku etapów ciągnięcia, aby osiągnąć pożądany wymiar. W procesie ciągnięcia na materiał ciągniony działają naprężenia rozciągające i ciśnieniowe.

Wyżarzanie

Po procesie ciągnięcia drutu następuje wyżarzanie, podczas którego drut przechodzi przez rozgrzane rury (zawierające atmosferę obojętną, aby zapobiec utlenianiu), co prowadzi do ponownej krystalizacji oraz zmiękczenia drutu.

Powlekanie emalią

Kolejnym etapem procesu jest powlekanie (nakładanie) emalii, a następnie jej suszenie i utwardzanie. Powłoka jest zwykle nakładana na drut w ruchu, za pomocą następujących metod:

- Ciągłe przepuszczanie drutu przez kąpiel emalii (o stężeniu rozpuszczalnika 50-80 %, w zależności od produktu) i dozowanie ilości za pomocą precyzyjnie zwymiarowanej matrycy w celu usunięcia nadmiaru emalii. Każda nakładana warstwa ma zazwyczaj grubość 1-10 μm , w zależności od średnicy drutu, aby umożliwić odparowanie rozpuszczalników w miarę przemieszczania się drutu w piecu do emalii. Zazwyczaj na powierzchnię drutu nawojowego nakłada się od 5 do 20 warstw. Przed ponownym użyciem matryce są czyszczone rozpuszczalnikiem.
- Dozowanie powłoki i aplikacja na filc: drut jest przeciągany przez filc nasączony powłoką na bazie rozpuszczalnika. Ze względu na delikatność nakładania, technologia ta stosowana jest zazwyczaj w przypadku drutów nawojowych ultracienkich i cienkich. Po zakończeniu procesu filc musi być traktowany jako odpad.

Suszenie i utwardzanie

Powleczony drut przechodzi do komory emaliowania, która składa się również z ogrzewanej komory (ułożonej poziomo lub pionowo), gdzie następuje odparowanie rozpuszczalnika przed przejściem do strefy wyższej temperatury (400-700 °C), w której następuje utwardzenie powłoki. Następnie drut może wrócić do obwodu powlekania celem nałożenia dodatkowej warstwy powłoki. W ciągłym procesie powlekania można nałożyć do 30 warstw emalii, aż do uzyskania pożądanej grubości powłoki.

We współczesnych procesach powlekania drutu stosuje się piece z recykulacją powietrza. Kierunek przepływu powietrza recykulacyjnego może być zgodny lub przeciwny do kierunku poruszającego się drutu. Obieg powietrza ma tę zaletę, że można zmniejszyć objętość powietrza wentylującego. Proces odparowywania prowadzi do odparowania rozpuszczalnika, a mieszanina powietrza i rozpuszczalnika jest zwykle poddawana przetwarzaniu w utleniaczu katalitycznym, który gwarantuje, że stężenie pozostałości rozpuszczalnika będzie niższe niż dopuszczalne prawnie limity emisji. Ciepło procesowe z utleniacza termicznego może być wykorzystane w procesie suszenia do podgrzania strumienia powietrza obiegowego (w pętli).

W maszynach ogrzewanych gazem, powietrze zawierające rozpuszczalnik doprowadzane jest bezpośrednio do palnika gazowego, gdzie konstrukcja palnika umożliwia dokładne wymieszanie powietrza wtórnego a także następuje utlenianie. Aby nie dopuścić do wzrostu stężenia rozpuszczalnika powyżej dolnej granicy wybuchowości, ważne jest, aby dostarczać powietrze w nadmiarze.

Przy użyciu ogrzewania elektrycznego powietrze zawierające rozpuszczalnik przepływa przez elementy grzewcze, aby osiągnąć temperaturę przekraczającą 500 °C. Jest to z reguły wystarczające do wspomaganie utleniania katalitycznego. Wydajność utleniania gwarantuje, że wartości graniczne emisji LZO nie będą przekraczane. Po procesowym termicznym lub katalitycznym utlenianiu rozpuszczalników strumień powietrza jest recykulowany, aby zapewnić całkowite lub częściowe ogrzewanie komory emaliowania. Prędkości gazów odlotowych mogą być niższe niż w innych gałęziach przemysłu, co zapewnia maksymalny bilans efektywności energetycznej wynikający z zastosowania powietrza recykulowanego. Ważne jest, aby utlenianie odbywało się w miejscu recykulacji strumienia powietrza. Utlenianie w kominie spowoduje jedynie powstanie bardziej gorącego odprowadzanego powietrza.

Współczesne piece używane do produkcji bardzo cienkich drutów emaliowanych pracują w oparciu o wymianę ciepła poprzez promieniowanie lub kombinację promieniowania i obiegu powietrza/konwekcji.

Komora emaliowania jest zwykle utrzymywana w warunkach podciśnienia atmosferycznego, aby umożliwić wychwytywanie wszelkich emisji niezorganizowanych z systemu dostarczania emalii oraz aby zapobiec przedostawaniu się produktów degradacji lub produktów spalania do powietrza w miejscu pracy.

Nakładanie smaru

W zależności od wymagań produktu końcowego, emaliowany drut okrągły może być smarowany przed nawinięciem na szpulę. Niektóre smary zawierają szereg lotnych rozpuszczalników organicznych.

Warstwa smaru jest niezbędna podczas operacji nawijania cewki. Zbyt mała lub zbyt duża ilość środka smarnego powoduje, że drut nawojowy staje się lepki i nie można go dokładnie nawinąć. Warstwa środka smarnego jest prawie monomolekularna, przy czym w przypadku drutów okrągłych o średniej lub dużej średnicy stosuje się około 30-60 mg/m² środka smarnego, a w przypadku drutów okrągłych ultracienkich i cienkich o średnicy poniżej 0.10 mm - 510 mg/m² środka smarnego.

Smar na bazie rozpuszczalnika nie może być suszony w piecu do emaliowania, ponieważ w tak wysokiej temperaturze wosk uległby spaleni. Dlatego suszenie odbywa się w temperaturze pokojowej w pomieszczeniu otwartym (wymagana odległość suszenia od źródeł ciepła ~ 10 m). Odprowadzanie i późniejsze oczyszczanie tak dużych ilości powietrza o niskim stężeniu LZO (50-100 ppm) i temperaturze może być bardzo nieefektywne i energochłonne. Rozpuszczalnik ze smaru stanowi około 60 % emisji niezorganizowanej z całego procesu. W przypadku drutów o przekroju prostokątnym smarowanie nie ma miejsca [148. COM 2009].

Zazwyczaj stosuje się parafinę z zawartością rozpuszczalnika organicznego od 98 % do 99.9 %. Stosowane są również, choć z ograniczonym powodzeniem, środki smarne w postaci skoncentrowanych emulsji z zawartością rozpuszczalnika od 50 % do 95 %, emulsje na bazie wody lub nawet bezrozpuszczalnikowe produkty termoplastyczne. W przypadku stosowania alternatywnych środków bezrozpuszczalnikowych należy przestrzegać wymagań jakościowych klienta dotyczących grubości i równomierności warstwy smaru. Środek smarny jest z reguły określany przez klienta. Generalnie można stwierdzić, że wysokie wymagania jakościowe i cienkie przewody są mniej odpowiednie dla smarów bezrozpuszczalnikowych. W miarę możliwości należy zachęcać klientów do stosowania takich produktów, jak emalie samosmarujące lub wosk stały.

Alternatywą dla nanoszenia smaru na bazie rozpuszczalnika może być nanoszenie stopionego, niezawierającego rozpuszczalnika środka smarnego na powierzchnię drutu za pomocą zwilżonego smarem filcu lub poprzez nanoszenie na gotowy emaliowany drut włókna ze środkiem smarnym, które topi się pod wpływem ciepła resztkowego drutu. W tej drugiej technice smar nakłada się poprzez dwu- lub trzykrotne zapętlenie włókna wokół emaliowanego drutu i przesuwanie go w tym samym kierunku co drut, choć z mniejszą prędkością. Obie techniki nie nadają się jeszcze do nanoszenia smaru na bardzo delikatne i cienkie druty o średnicy mniejszej niż 0.1 mm.

9.3. Obecne poziomy zużycia i emisji w produkcji drutu nawojowego

[155. TWG 2016]

W ramach zbierania danych otrzymano dane z siedmiu zakładów produkujących drut nawojowy, i przeanalizowano je w kolejnych sekcjach.

9.3.1. Zużycie

[4. Niemcy 2002] [19. Austria 2003] [40. EWWG 2004] [155. TWG 2016]

Zakres średnic produkowanych drutów (od 0.01 mm do 6.0 mm) powoduje duże zróżnicowanie pomiędzy wielkością produkcji (tony drutu) a powlekaną powierzchnią wyrobu (m²). W związku z tym technologie i lakiery stosowane dla drutów cienkich różnią się od tych stosowanych dla drutów o większej średnicy.

Zgłoszone dane dotyczące zużycia surowców wskazują na średnie zużycie rozpuszczalnika między 70 kg a 80 kg na tonę miedzi. Należy zauważyć, że mogą występować znaczne różnice pomiędzy zakładami, ze względu na różne rodzaje produkowanych drutów.

Instalacja do produkcji drutu nawojowego składa się z kilku maszyn. Zazwyczaj maszyny w istniejącym zakładzie odpowiadają różnym klasom technicznym, które mogą mieć wpływ na ogólną wielkość emisji z instalacji. Ważnymi parametrami w tym kontekście są:

- technologia stosowana w każdej pojedynczej maszynie;
- średnica produkowanego drutu;
- jakość produkcji.

Na ogół cienkie druty wiążą się z wyższą jednostkową emisją LZO (obliczaną jako g LZO na kg produktu) w porównaniu z drutami grubszy. Wynika to z relacji waga produktu/powierzchnia produktu oraz z możliwego do osiągnięcia udziału LZO w lakierach i smarach. Dla przykładu: drut o średnicy 0.02 mm powoduje czterokrotnie większą emisję LZO niż drut o średnicy 0.1 mm. Analiza pomiarów w instalacjach do drutu cienkiego i ultracienkiego wykazuje nieproporcjonalnie wysokie emisje LZO zarówno z aplikacji smarów, jak i z procesu emaliowania dla konkretnych technik powlekania o bardzo wysokiej zawartości rozpuszczalnika [4. Niemcy 2002] [38. TWG 2004] [40. EWWG 2004].

Etapy procesu z zastosowaniem rozpuszczalników obejmują nakładanie powłoki, w tym jej suszenie/utwardzanie, oraz nakładanie smaru.

9.3.1.1. Powłoki

Typowymi rozpuszczalnikami dla emalii (powłok) są n-metylopirolidon (NMP), benzyna ciężka oraz inne substancje aromatyczne, np. krezole (kwas krezolowy) z ksylenem jako rozcieńczalnikiem. Wszystkie te rozpuszczalniki mają bardzo niskie współczynniki odparowania. Na przykład izomery krezolu mają szybkość parowania od 40 do 100 razy mniejszą niż octan butylu. Krezol i n-metylopirolidon są bardzo silnymi rozpuszczalnikami i zazwyczaj stosuje się je do rozpuszczania polimerów o dużej masie cząsteczkowej, które są niezbędne do uzyskania powłok odpornych na działanie wysokich temperatur. Alternatywą dla krezolu może być węgiel propylenowy, który ma mniejszy potencjał toksyczności [148. COM 2009]. Stosowanie krezolu może powodować uciążliwość zapachową, dlatego w celu ograniczenia emisji odorów konieczne jest stosowanie odpowiednich metod ekstrakcji i dobrego gospodarowania (zob. sekcja 17.2).

Tabela 9.3 przedstawia różne stosowane systemy powlekania oraz średnią w nich zawartość rozpuszczalnika w odniesieniu do typu produkowanego drutu nawojowego. Systemy powlekania oznaczone gwiazdką (*) zawierają n-metylopirolidon (NMP) jako lotny związek organiczny. NMP (numer CAS: 872-50-4) klasyfikowany jest zgodnie ze zharmonizowanym procesem klasyfikacji i oznakowania jako substancja, która może uszkodzić płód w ciele matki, powoduje poważne podrażnienie oczu, uczulenie skóry i może powodować zagrożenie dla dróg oddechowych.

Ponadto klasyfikacja dostarczona przez przedsiębiorstwa do ECHA w rejestracjach REACH określa, że substancja ta może szkodzić płodności lub ciąży. Zgłoszone dane dotyczące zużycia NMP przedstawiono w Tabeli 9.4.

Od wielu lat trwa dyskusja, z dostawcami systemów emalii wymagających NMP, na temat zastąpienia NMP rozpuszczalnikiem bezazotowym. Próbowano tego na różne sposoby, ale wyniki nie były do tej pory technicznie akceptowalne. W przypadku wymienionych systemów izolacyjnych, według producentów emalii, stosowanie NMP jest nieuniknione zarówno dziś jak i w najbliższej przyszłości. Rynek elementów elektromagnetycznych wykorzystujących przewody emaliowane musi być świadomy wymagań specyfikacji technicznych i bezpieczeństwa, produktów, dla których izolacja musi spełniać wymagania wysokich parametrów termicznych, mechanicznych i elektrycznych określonych w klasie cieplej.

Tabela 9-3 Główne produkty z drutu nawojowego oraz stosowane systemy powlekania.

Produkt	System powłok izolacyjnych	Udział w całkowitej produkcji (%)	Średnia zawartość rozpuszczalnika (%)
Druty okrągłe lutowalne	Poliuretan	13	65-80
Druty okrągłe wysokotemperaturowe	Epoksydowe, poliestrowe, poliamidowe, poliimidowe, poliestrowo-imidowe z dodatkowymi warstwami poliamidoimidowymi (*)	70	55-75
Druty okrągłe samoprzylepne	Jak wyżej (pierwszy i drugi wiersz w niniejszej tabeli) z dodatkowymi warstwami łączącymi z poliamidu alifatycznego lub aromatycznego (*)	11	55-75
Druty prostokątne	W zależności od klasy temperaturowej: poliwinylacetal, poliestro-imid, poliamidoimid z dodatkową warstwą wiążącą (*)	6	60-80
Razem		100	55-75
* Systemy powlekania mogą częściowo zawierać NMP (n-metylopirolidon) jako LZO. Źródło: [4. Niemcy 2002] [38. TWG 2004]			

Zawartość cząstek stałych w powłokach do drutu waha się zazwyczaj pomiędzy 20 a 45 %; pozostałe 55-80 % stanowi rozpuszczalnik organiczny. W przypadku bardzo cienkich drutów (o średnicach rzędu 10 mikronów) konieczna jest wysoka zawartość rozpuszczalnika, sięgająca 75 %, natomiast wraz ze wzrostem średnicy drutu w procesie nakładania powłoki potrzebna jest mniejsza ilość rozpuszczalnika, tj. około 55 %. Wybór rozpuszczalnika przy nakładaniu powłoki zależy od rodzaju powłoki.

Obecnie opracowano kilka możliwych alternatywnych technik powlekania:

- powłoki termotopliwe;
- powłoki o średniej i wysokiej zawartości cząstek stałych;

- powłoki bez krezolu;
- powłoki na bazie wody;
- powłoki nakładane elektroforetyczne;
- powłoki dwuskładnikowe;
- proszkowe powłoki poliestrowe;
- powłoki utwardzane promieniowaniem UV;
- powłoki wytłaczane z materiałów termoplastycznych.

Jednak z wielu powodów, takich jak brak odpowiedniej jakości wykonania, jak również ze względów ekonomicznych, technologicznych czy bezpieczeństwa, większość z tych alternatywnych rozwiązań nie wyparła jeszcze klasycznych powłok do drutu nawojowego.

Tabela 9-4 Zgłoszone poziomy zużycia NMP.

Zakład	Ilość wsadowa NMP (2015 r.) (kg)	Ilość wsadowa NMP (2014 r.) (kg)	Ilość wsadowa NMP (2013 r.) (kg)	Uwagi
#032	26 070-39 120	20 920-31 380	27 360-41 040	Zawartość NMP w emalii jest podana w karcie charakterystyki jako zakres
#033	Niewielki wzrost w porównaniu z danymi z 2013 r.	Niewielki wzrost w porównaniu z danymi z 2013 r.	301 ± 46	Dokładne dane nie są znane, receptura indywidualna zakładu
#034	320 000-500 000	320 000-500 000	340 000-520 000	Zawartość NMP w emalii jest podana w karcie charakterystyki jako zakres
#035	232 000	255 000	227 000	Oszacowanie na podstawie zużycia emalii i rozpuszczalników w oparciu o zakres podany w karcie charakterystyki
#142	3 990	-	-	-
#160	73 000-127 000	79 000-129 000	78 000-136 000	-

Źródło: [155. TWG 2016]

9.3.1.2. Smary

Różne smary zawierają różne lotne rozpuszczalniki organiczne; zazwyczaj stosuje się jednak parafinę (wosk), w której zawartość rozpuszczalnika organicznego wynosi 98-99,9 %. Stosowane są również, choć z ograniczonym powodzeniem, alternatywne rozwiązania, takie jak skoncentrowane emulsje środków smarnych o zawartości rozpuszczalnika między 50 % a 95 %, emulsje na bazie wody lub bezrozpuszczalnikowe produkty termoplastowe.

W przypadku smarów powszechnie stosowanym rozpuszczalnikiem jest benzyna lądowa. Nie udostępniono danych dotyczących zużycia smarów.

9.3.1.3. Energia

[155. TWG 2016]

Zużycie energii w instalacji do produkcji drutu nawojowego to głównie energia elektryczna. Energia elektryczna jest wykorzystywana do ogrzewania pieców do suszenia, napędzania silników elektrycznych i wentylatorów.

W przypadku produkcji drutu nawojowego dane przedstawiono w postaci wcześniej określonych przedziałów (tj. < 5 kWh/kg powleczonego drutu, 5-10 kWh/kg powleczonego drutu i > 10 kWh/kg powleczonego drutu). Z wyjątkiem tylko jednej instalacji, produkującej druty ultracienkie/delikatne, wszystkie instalacje zgłosiły wartości jednostkowego zużycia energii poniżej 5 kWh/kg drutu. Jedna szwajcarska instalacja produkująca druty ultracienkie i cienkie podała wartość jednostkowego zużycia energii większą niż 10 kWh/kg drutu.

Główne wysiłki w zakresie oszczędzania energii skupiają się na procesie emaliowania i na tym, jak można wykorzystać nadmiar energii. Główne zgłoszone techniki redukcji zużycia energii to:

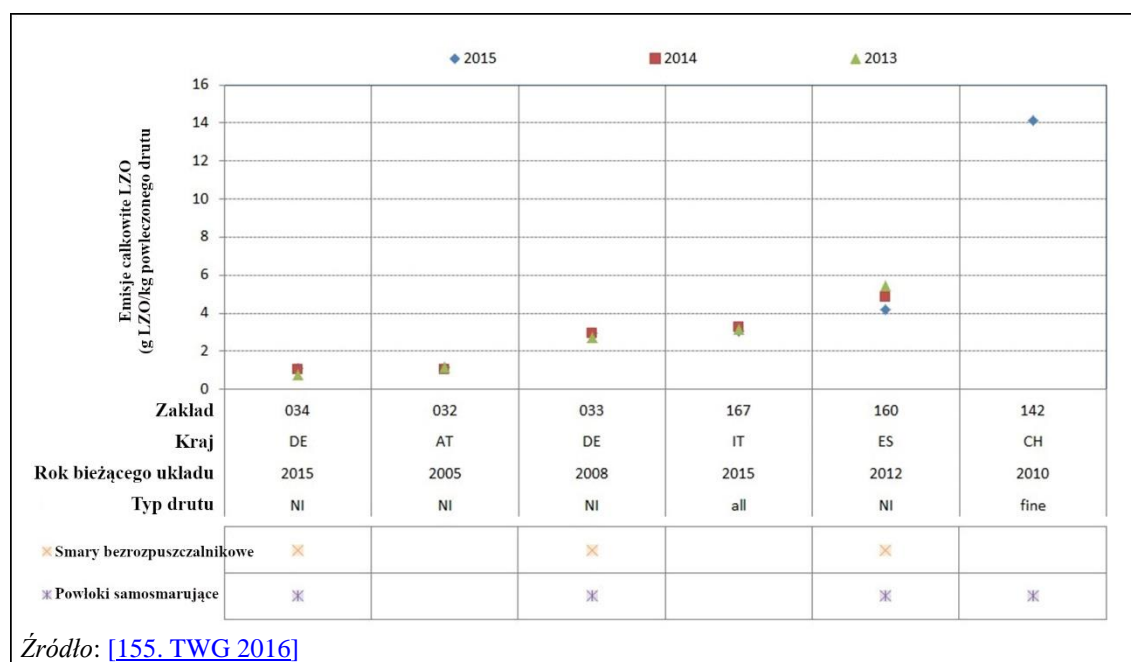
- wymiennik ciepła odprowadzanego powietrza znajdujący się w systemach wentylacyjnych (wentylatory procesu emaliowania);
- odzysk energii z procesów suszenia w piecu oraz schładzania;
- silniki elektryczne o zmiennej prędkości.

9.3.2. Emisje

9.3.2.1. Emisje całkowite LZO

[155. TWG 2016]

LZO są głównym emitowanym zanieczyszczeniem w procesie produkcji drutu nawojowego. Ilustracja 9.2 przedstawia zgłoszone wartości emisji całkowitej LZO wyrażone w g LZO na kg powlekanego drutu.



Ilustracja 9-2 Emisje całkowite LZO wyrażone w g LZO na kg powleczonego drutu w latach 2013-2015.

Należy zauważyć, że zakład #142 w Szwajcarii produkuje ultracienki i cienki drut (o średnicy mniejszej niż 0.1 mm do 0.01 mm, a nawet poniżej) i oczekuje się, że jednostkowe wartości emisji będą wyższe niż w zakładach produkujących średni i gruby drut.

Wszystkie zgłoszone wartości z zakładów produkujących druty grube lub przynajmniej całą gamę drutów cienkich (o średnicy mniejszej niż 0.1 mm) oraz innych niż cienkie (o średnicy większej niż 0.1 mm) są poniżej dopuszczalnych wartości IED wynoszących 5 g/kg wyprodukowanego

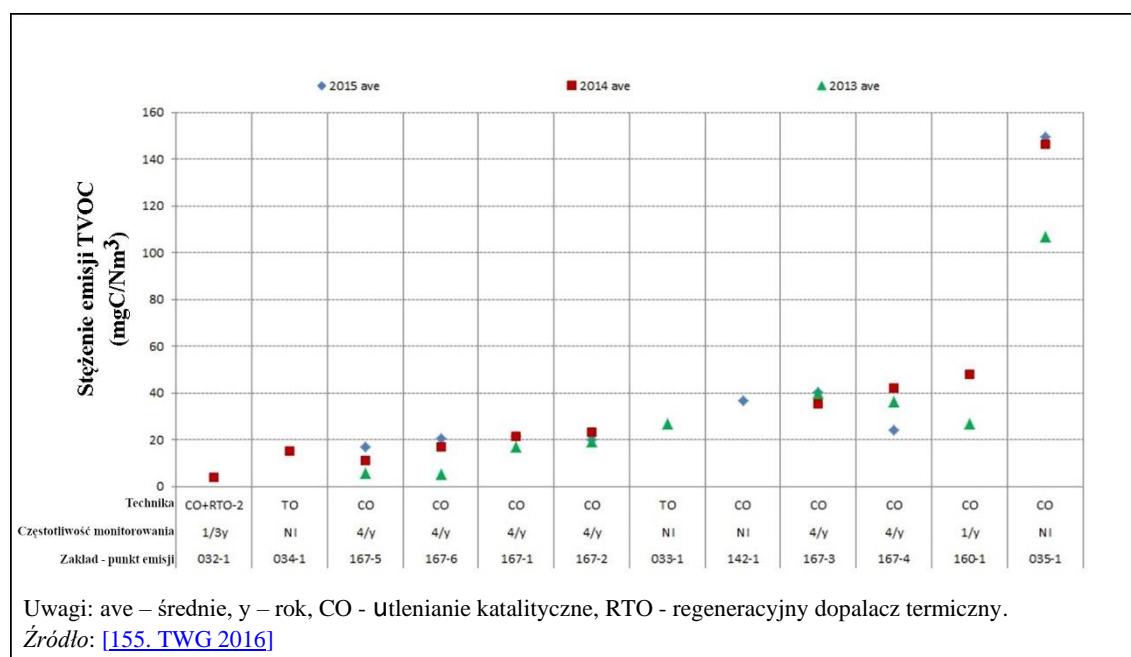
drutu. Dane z zakładów, których gama produktów zawiera grube, średnie i cienkie druty, pokazują, że możliwe jest osiągnięcie wartości emisji jednostkowych rzędu 3 g/kg.

Dodatkowe dane dotyczące emisji dla dwóch zakładów przedłożone przez branżę wskazują na całkowite poziomy emisji w zakresie 4.50-4.70 g LZO/kg powleczonego drutu w przypadku greckiego zakładu (dane za lata 2015/2017) oraz poziom 3.63 g LZO/kg powleczonego drutu (dane za 2017 r.) w przypadku zakładu hiszpańskiego [225. EWWG 2018].

9.3.2.2. Emisje TVOC w gazach odlotowych

[155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości emisji TVOC w gazach odlotowych wyrażone w mg C/Nm³ przedstawiono na Ilustracji 9.3



Ilustracja 9-3 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Wszystkie dostarczone dane, z jednym tylko wyjątkiem, są poniżej 40 mg C/Nm³. Najlepszą wydajność obserwuje się dla instalacji #032, gdzie regeneracyjne dopalanie termiczne jest stosowane jako dodatek do zintegrowanego z procesem utleniania katalitycznego LZO z pieca do utwardzania. Należy również zauważyć, że dane te odnoszą się do częstotliwości pobierania próbek raz na 3 lata.

9.3.2.3. Emisje NMP w gazach odlotowych

[155. TWG 2016]

Dane dotyczące emisji N-metylopirolidonu (NMP) zostały zgłoszone tylko dla jednego zakładu (Zakład #034) ze średnią wartością za 2014 r. wynoszącą 0.79 mg/Nm³. Zwraca się uwagę, że NMP jest sklasyfikowany jako substancja rakotwórcza, mutagenna, działająca szkodliwie na rozrodczość (CMR, H360D) i zgodnie z dyrektywą IED (art. 58) należy go zastąpić w jak największym stopniu i w jak najkrótszym czasie substancjami mniej szkodliwymi. Ponadto, zgodnie z Częścią 4 Załącznika VII do Dyrektywy IED, dla instalacji, w których masa przepływu sumy związków, o których mowa w art. 58 jest większa lub równa 10 g/h, należy przestrzegać dopuszczalnej wielkości emisji wynoszącej 2 mg/Nm³.

9.3.2.4. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

[\[90. EWWG 2006\]](#) [\[111. EWWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

W zbiorze danych STS w zakresie okresowego monitorowania emisji NO_x w gazach odlotowych przekazano dane w ograniczonej ilości (dla czterech punktów emisji), których wartości wahały się od 17 do 470 mg/Nm³ [\[155. TWG 2016\]](#).

Podjęto wiele prób, aby osiągnąć niski poziom emisji CO i NO_x, jednak priorytetem jest zarówno wydajna praca maszyny do emaliowania, jak i niszczenie LZO.

W kwestii ograniczania emisji NO_x zob. sekcję 17.10.8.

NO_x powstaje w wyniku utleniania lotnych związków organicznych w gazach odlotowych i jest przyczyną konfliktu pomiędzy ograniczaniem emisji LZO a powstawaniem NO_x. Jednym ze źródeł emisji NO_x jest bezpośredni wynik utleniania rozpuszczalników azotowych stosowanych w produkcji niektórych systemów emalii. Stężenie NO_x jest proporcjonalne do niszczenia LZO dla produktów, które zawierają rozpuszczalniki zawierające azot. Tylko część azotu zawartego w NMP jest przekształcana w tlenki azotu, w stosunku 90 % NO i 10 % NO₂. Innym głównym źródłem NO_x jest utlenianie azotu atmosferycznego podczas spalania LZO w piecu. W przypadku stosowania emalii zawierających azot, wartości emisji NO_x mogą znacznie przekraczać 150 mg/Nm³ w zależności od konkretnych warunków przepływu powietrza w urządzeniu do emaliowania oraz liczby urządzeń wykorzystujących rozpuszczalniki zawierające azot. W innych przypadkach, przy innych przepływach powietrza i mniejszym zużyciu NMP w maszynach procesowych, mogą wystąpić niższe poziomy NO_x. Jest to wspólny problem dla wszystkich instalacji w całej Europie. Emalie na bazie rozpuszczalników niezawierających azotu, takie jak poliwinylacetat, powodują powstawanie drutów o niskiej klasie cieplnej i nie spełniają specyfikacji wymaganych przez klientów, które osiągają produkty poliamidoimidowe. Emisje NO_x po utlenianiu katalitycznym nie są obecnie poddawane przetwarzaniu.

Tabela 9-5 Druty nawojowe: dalsze przykłady emisji NO_x.

Instalacja(e)	Grupa 34 pieców do emaliowania	Grupa 165 pieców do emaliowania	Instalacja 1 - emaliowanie	Instalacja 2
Krótką charakterystyka	Gazy odprowadzane do trzech rur prowadzących do jednego kominu (przewodu kominowego). Szczególne warunki lokalne: rejon przemysłowy, bliskość elektrowni.	Odprowadzane gazy spalinowe zbierane są przez okapy nad pojedynczymi źródłami w czterech kominach (przewodach kominowych) o wysokości 35-50 m. W celu uniknięcia emisji odorów (problemy zapachowe w sąsiedztwie), duża ilość powietrza z hali produkcyjnej jest usuwana razem z gazem z pieca. Źródła rozmieszczone są na powierzchni ok. 10 000 m ² . Szczególne warunki lokalne: strefa mieszana przemysłowo-mieszkaniowa (uzdrowisko klimatyczne).	80 % wszystkich linii produkcyjnych stosowało NMP w okresie pomiarowym. Rozcieńczanie odprowadzanych gazów w okapie: 10 % z pieca, 90 % z hali. Szacunkowo: 2/3 NO _x jest spowodowane przez azot zawarty we wsadzie rozpuszczalnika (NMP), 1/3 jest spowodowana procesem termicznym.	Pomiar na wentylatorze na dachu (wentylacja hali produkcyjnej oraz powietrza z chłodzenia pieca do emaliowania). Emisje NO _x powodowane przez małe, niekontrolowane źródło procesu. Liczba wentylatorów: ponad 100, rozmieszczonych na obszarze produkcyjnym o powierzchni 10 000 m ² .
Objętościowe natężenie przepływu (Nm ³ /h)	3 700, 7 000, 34 500	53 600 - 98 000 w każdym z kominów, uśredniona średnia arytmetyczna: 68 480	60 - 810	-

Temperatura (°C)	~ 80, temperatura gazu na wejściu do komina	70-110, temperatura gazu na wejściu do komina	250-550, temperatura nierozcieńczonych gazów odlotowych u źródła	30-45, temperatura powietrza
Stężenie (mg NO _x /Nm ³)	19, 60, 34	Średnio: 51.3	550 - 1 500, Średnio: 615	Wartość średnia: 12
Przepływ masowy NO _x (kg NO _x /h)	-	Razem: 14.07	Średnio: 0.0835 z pojedynczego źródła	Razem: 4, średnio z pojedynczego źródła: < 0.040
Źródło: [90. EWWG 2006]				

Całkowitą ilość NO_x emitowanych przez przemysł szacuje się na 1 kt do 2.7 kt rocznie (w oparciu o dane EUROSTATU z 2000 r.).

Tlenek węgla (CO)

W zakresie okresowego monitorowania emisji CO w gazach odlotowych przekazano bardzo mało danych (dla czterech punktów emisji), których wartości wahały się od 40 do 990 mg/Nm³ [155. TWG 2016].

CO powstaje w wyniku częściowego spalania składników emalii podczas utleniania katalitycznego w urządzeniu do emaliowania. Tlenek węgla jest raczej skutkiem niszczenia rozpuszczalnika niż wydajności palnika. Stężenie tlenu węgla zależy bardziej od czasu przebywania w palniku niż od nieprawidłowego ustawienia palnika. Jeśli wydajność spalania zostanie zwiększona, emisja CO zostanie zredukowana, jednakże przy jednoczesnym wzroście emisji CO₂ i NO_x.

Maszyna do emaliowania nie jest kontrolowana na podstawie emisji CO, ale na podstawie zupełnie innych warunków, a te są następujące:

- Zapewnienie właściwej temperatury w emalierni w celu uzyskania optymalnych właściwości warstwy emalii. Zwiększenie temperatury palnika wymagałoby powietrza rozcieńczającego, aby obniżyć ogólną temperaturę w komorze emalierskiej. Takie rozwiązanie wymagałoby większej ilości energii i nie jest uważane za najlepsze pod względem ekologicznym.
- Wykorzystanie nadmiaru powietrza w celu zapobieżenia przekroczeniu dolnej granicy wybuchowości a tym samym zapobieżenia wybuchom wewnątrz maszyny. Zmniejszenie przepływu powietrza w celu wydłużenia czasu przebywania nie jest wskazane.

Podjęto próby ograniczenia emisji tlenu węgla poprzez zastosowanie katalizatorów wtórnych, jednak przestrzeganie limitów emisji pozostanie problemem ze względu na stosunkowo krótki okres eksploatacji katalizatorów i związane z tym skutki finansowe.

9.3.2.5. Emisje pyłów w gazach odlotowych

Ponieważ folie nakładane na drut są niezwykle cienkie (rzędu 10 μm), jakikolwiek pył obecny w procesie emaliowania spowodowałby bardzo poważne problemy z jakością powierzchni. Z uwagi na to, że jakakolwiek emisja do powietrza jest tylko częścią powietrza recykulowanego, nie przewiduje się emisji pyłów.

9.3.2.6. Emisje do wody

Woda wykorzystywana w fabryce drutu nawojowego jest zwykle używana w obiegach zamkniętych. Nie ma emisji do wody z procesu emaliowania; jednakże, ogólne zużycie wody powinno być utrzymywane na jak najniższym poziomie, co jest powszechnie osiągnięte przez:

- zminimalizowanie przepływu przez wanny chłodzące oraz recykling wody z użyciem filtrów i dejonizatorów, jeśli jest to wykonalne;
- wykorzystanie mierników przewodności do optymalizacji uzdatniania i oszczędzania wody w chłodniach kominowych;
- przedłużenie żywotności emulsji wodorozcieńczalnych smarów do ciągnięcia drutu poprzez zastosowanie filtracji, odwirowania, jeśli jest to możliwe, oraz zapewnienie skutecznego zarządzania smarem, aby zapobiec przedwczesnemu starzeniu się na skutek stagnacji i degradacji bakteryjnej.

9.3.2.7. Wytwarzanie odpadów

[\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

Główne źródła odpadów przy produkcji drutu nawojowego pochodzą z procesu ciągnięcia oraz z etapu emaliowania.

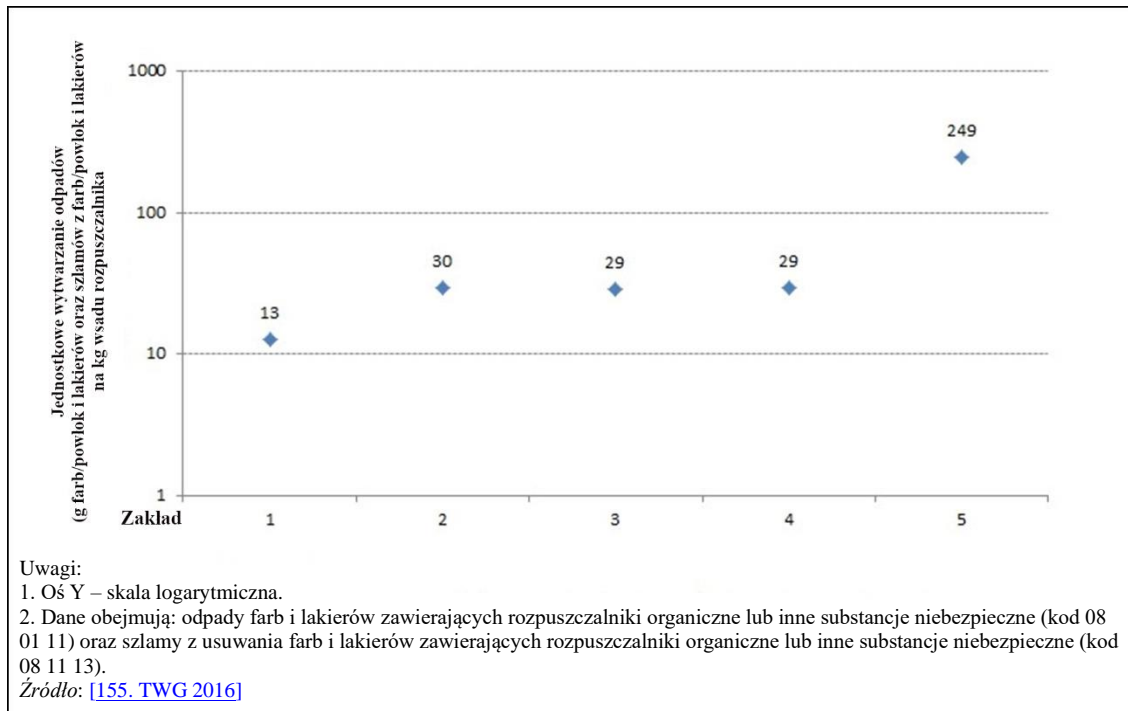
Ciągnięcie

- Emulsja w procesie ciągnięcia jest używana w systemie obiegu zamkniętego; jest ona stale oczyszczana za pomocą filtra papierowego lub separatora hydrocyklonowego. W celu zmniejszenia ilości odpadów, obróbka emulsji (regeneracja) jest przeprowadzana przy użyciu wody zdemineralizowanej; woda jest odparowywana podczas procesu, a ilość odpadów jest minimalizowana.
- Filtry obiegu emulsji stosowanej podczas ciągnięcia zawierają pewną ilość cząstek miedzi z procesu ciągnięcia. Ze względu na zawartość miedzi są one poddawane recyklingowi zewnętrznemu. Raportowane wartości dla wytwarzania odpadów z filtrów i papieru wskazują na ilość odpadów rzędu 5-8 t rocznie [\[155. TWG 2016\]](#).

Emaliowanie

- Nakładanie lakieru. W celu zmniejszenia strat lakieru, lakier jest наносzony w wannach lakierniczych, z zastosowaniem matrycy lub filcu do dozowania.
- Recykling drutów gołych (niepowleczonych) lub emaliowanych. Cały złom produkcyjny (druty gołe i emaliowane) jest poddawany recyklingowi.
- Zużyte rozpuszczalniki, resztki emalii i ściereczki/szmatki czyszczące zawierające rozpuszczalnik są zbierane i usuwane (zazwyczaj poprzez spalanie).

Zgłoszone dane liczbowe dotyczące wytwarzania odpadów farb/powłok i lakierów (kod 08 01 11 europejskiego katalogu odpadów) oraz szlamów z farb/powłok i lakierów (kod 08 01 13) z emaliowania wahają się od 13 g do 30 g odpadów na kg wsadu rozpuszczalnika, z jednym tylko wyjątkiem (zob. Ilustracja 9.4) [\[155. TWG 2016\]](#).



Ilustracja 9-4 Jednostkowe wartości wytwarzania odpadów (g odpadów farby/lakieru i osadów farby/lakieru na kg wsadu rozpuszczalnika) - wartości średnie w latach 2013-2015.

9.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla produkcji drutu nawojowego

9.4.1. Ogólne techniki stosowane w produkcji drutu nawojowego

[78. TWG 2005]

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane w produkcji drutu nawojowego. W Tabeli 9.6 przedstawiono ogólne techniki istotne dla produkcji drutu nawojowego. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1, a możliwość ich zastosowania omówiono poniżej.

Dokument informacyjny EGTEI dotyczący innych sektorów powlekania (zob. załącznik 21.3.1) zawiera pewne dane na temat kosztów i korzyści niektórych technik redukcji emisji LZO na poziomie europejskim. Podejście EGTEI musi jednak z konieczności ograniczać swoją złożoność i podano jedynie kluczowe techniki bez uwzględnienia innych czynników BAT, takich jak oddziaływanie na procesy i środowisko, lub charakterystyki techniczne poszczególnych instalacji [78. TWG 2005] [82. EGTEI 2005].

Tabela 9-6 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

Techniki opisane w podpunktach sekcji 17.2.4 nie mają zastosowania w produkcji drutu nawojowego. Komponent emaliujący dostarczany jest w stanie końcowym przez producenta komponentu zgodnie z wymaganą zawartością rozpuszczalnika i polimeru; nie ma operacji mieszania w instalacji drutu nawojowego ani rozcieńczania lub dodawania rozpuszczalników podczas procesu produkcji drutów emaliowanych.

Sekcja 17.7: Ze względu na specjalistyczny i zintegrowany charakter urządzeń technologicznych do powlekania drutów nawojowych (opisanych w sekcjach 9.1, 9.2 i 9.4), ogólne techniki obejmujące tylko pojedyncze aspekty nie mają technicznego zastosowania do zintegrowanych maszyn do produkcji drutu nawojowego. Przy powlekanii drutów nawojowych można stosować technikę podobną do zalewania (zob. sekcja 0).

Sekcja 17.7.2: Właściwości użytkowe warstwy izolacyjnej są ustalone w normach międzynarodowych oraz określone przez klientów. Wszystkie zamienniki opisane w punkcie 9.3.1.1 oraz w podpunktach sekcji 9.4.2 zostały opracowane w ścisłej współpracy z klientami; większość z nich nie spełniła wymagań określonych w poszczególnych podpunktach.

Oczyszczanie gazów odlotowych najczęściej stosowane w procesie „na linii” w instalacjach do produkcji drutu nawojowego (zintegrowane z procesem technologicznym utlenianie katalityczne, zob. sekcja 17.10.5.6) opisano szczegółowo w sekcji 9.4.3.1. Z przedstawionych informacji wynika, że dodatkowe etapy przetwarzania (np. regeneracyjne dopalanie termiczne, zob. sekcja 17.10.5.4) mogą być stosowane na wylocie procesu zintegrowanego razem z utlenianiem katalitycznym.

Techniki, które należy uwzględnić przy ustalaniu BAT w przemyśle produkującym drut nawojowy, oraz techniki substytucyjne podano w kolejnych podrozdziałach.

9.4.2. Techniki oparte na materiałach

W niniejszych sekcjach opisano możliwe rozwiązania alternatywne dla konwencjonalnych powłok emaliowanych oraz smarów. Zob. również sekcja 17.7.2.

9.4.2.1. Powłoki emaliowane o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Stosowanie powłoki emaliowanej o zawartości cząstek stałych do 45 %. W przypadku drutów cienkich (o średnicy mniejszej lub równej 0.1 mm) zawartość cząstek stałych wynosi do 30 %.

Szczegóły techniczne

W ciągu ostatnich 20 lat zawartość cząstek stałych została zwiększona z 30 do około 45 % (w wyniku czego zawartość rozpuszczalnika została zmniejszona z 70 do 55 %), a w przypadku drutu o średnicy mniejszej niż 0.10 mm zawartość cząstek stałych wzrosła do 30 %. W przemyśle produkującym drut nawojowy powłoki te są uważane za powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych.

Wszystkie zakłady w UE stosują obecnie powłoki o zawartości cząstek stałych wynoszącej co najmniej 30 % w przypadku drutów nawojowych o średnicy mniejszej niż 0.2 mm.

Korzyści dla środowiska

Relatywnie znaczna redukcja emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Znacznie zwiększona zawartość substancji stałych wykazuje tendencję do tworzenia warstw izolacyjnych o gorszej jakości. Bardziej skomplikowane jest również uzyskanie odpowiedniej grubości każdej warstwy izolacji. Doświadczenia wskazują na bezpośrednią korelację pomiędzy zawartością cząstek stałych a ilością produkowanego złomu. Dlatego też konieczne jest celowe obniżanie zawartości cząstek stałych ze względu na ilość marnowanego materiału.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Bardzo wysoka zawartość substancji stałych wymaga dodatkowo dużego nakładu energii w procesie produkcji, a tym samym większego nakładu energii na ogrzewanie. Powstaje również więcej odpadów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Ma zastosowanie w nowych i istniejących zakładach. Możliwość zastosowania może być ograniczona ze względu na wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.

Ekonomika

Korzyść kosztowa jest ograniczona. Następuje redukcja kosztów rozpuszczalnika w emaliach, ale mniej energii jest odzyskiwane z redukcji rozpuszczalników w gazach odlotowych.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja kosztów rozpuszczalnika (zob. również Ekonomia powyżej).

Przykładowe zakłady

Wszystkie zakłady produkujące druty o średnicy mniejszej niż 0.2 mm stosują systemy powlekania o zawartości substancji stałych +/- 30-45 %.

Zakłady #032, #033, #034, #035 i #160 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[28. EWWG 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

9.4.2.2. Smary nie zawierające rozpuszczalników (bezrozpuszczalnikowe)

Opis

Smary bezrozpuszczalnikowe nakłada się w następujący sposób:

- drut jest przeciągany przez zwilżony smarem filc; lub
- z drutem przesuwane jest włókno impregnowane środkiem smarnym, a parafina topi się pod wpływem ciepła resztkowego drutu oraz ciepła pochodzącego z tarcia.

Szczegóły techniczne

Smary bezrozpuszczalnikowe mogą być nakładane za pomocą włókien lub filców do smarowania. W niektórych fabrykach stosuje się dwa alternatywne systemy: roztopiony środek smarny nakłada się na powierzchnię drutu za pomocą zwilżonego tym środkiem filcu lub poprzez podawanie na gotowy emaliowany drut włókna ze środkiem smarnym, które topi się pod wpływem ciepła resztkowego drutu. W tej ostatniej technice smar nakłada się poprzez zapętlenie włókna dwa do trzech razy wokół emaliowanego drutu i przesuwanie go w tym samym kierunku, choć z mniejszą prędkością.

Korzyści dla środowiska

Unika się emisji rozpuszczalników podczas smarowania. W przypadku drutów niecieńkich, tzw. przędza smarna może zmniejszyć emisję LZO do 3-4 g/kg produktu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Środek smarny nie jest środkiem konserwującym drut nawojowy, lecz ściśle określonym środkiem umożliwiającym osiągnięcie określonej wydajności drutu, wymaganej i zatwierdzonej przez klienta. Systemy nakładania muszą zapewniać jednorodne nanoszenie na powierzchnię drutu niewielkiej, wymaganej ilości smaru. Bezrozpuszczalnikowych systemów nakładania smaru nie można stosować do drutów o średnicy mniejszej niż 0.15 mm, ponieważ tarcie wytwarzane między drutem a środkiem smarnym jest większe niż normalnie, co powoduje częstsze pęknięcie drutu. W konsekwencji przy produkcji drutów o średnicy mniejszej niż 0.15 mm powstaje więcej odpadów.

W przypadku alternatyw bezrozpuszczalnikowych należy uwzględnić wymagania jakościowe klienta dotyczące grubości i równomierności warstwy środka smarnego. Środek smarny jest z reguły określany przez klienta. Można ogólnie stwierdzić, że wysokie wymagania jakościowe i cienkie druty stoją w opozycji do smarów bezrozpuszczalnikowych.

Konieczny jest również nadzór i konserwacja systemu aplikującego, istnieje również niebezpieczeństwo awarii. W porównaniu z systemem konwencjonalnym, alternatywy te nie są wystarczająco skuteczne i proste, aby być niezawodne.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Odpady powstają z zużytej przędzy smarnej i jak dotąd nie ma możliwości ich recyklingu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w nowych i istniejących zakładach. Większość zakładów posiada niektóre linie (choć kilka posiada do 20 % linii) z aplikatorami smarów nie zawierających rozpuszczalników. Jednak możliwość jej zastosowania może być ograniczona ze względu na wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu. Technika ta ma zastosowanie jedynie do ograniczonego zakresu średnic drutu, tj. 0.15-1.5 mm i nie jest możliwa do zastosowania w przypadku drutu cieńszego.

Ekonomika

Korzyścią ekonomiczną jest rezygnacja z rozpuszczalników. Alternatywne systemy wykorzystujące przędzę (włókno) nasączoną smarem są opracowywane już od kilku lat. Systemy te wymagają wysokich kosztów inwestycyjnych dla każdej linii i mają koszty bieżące porównywalne z rozwiązaniem wykorzystującym rozpuszczalniki. Przerwanie przędzy powoduje powstawanie dużej ilości odpadów.

Siła napędowa wdrażania

- Wymagania klienta dotyczące zastosowania surowców alternatywnych.
- Względy BHP.

Przykładowe zakłady

Zakłady #033, #034, #035 i #160 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[28. EWWG 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

9.4.2.3. Powłoki samosmarujące

Opis

Dzięki zastosowaniu systemu powlekania, który zawiera również środek smarny (specjalny воск), można uniknąć etapu smarowania z wykorzystaniem rozpuszczalnika.

Korzyści dla środowiska

Unika się emisji rozpuszczalników z oddzielnego etapu smarowania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Obecne doświadczenia pokazują, że samosmarująca się powłoka wymaga dodatkowo zastosowania innego środka smarnego, aby zapobiec tarciu podczas operacji nawijania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowanie tej techniki może być ograniczone ze względu na wymagania jakościowe lub specyfikację produktu. W przypadku cienkiego drutu, osiągalny współczynnik tarcia jest gorszy niż w przypadku systemów opartych na rozpuszczalnikach. Ta alternatywa nie ma zastosowania w produkcji drutu płaskiego.

Ekonomika

Wpływ jest prawdopodobnie zerowy, ponieważ koszt emalii jest wyższy, ale koszt smaru na bazie rozpuszczalnika jest wyeliminowany.

Przykładowe zakłady

Zakłady #033, #034, #035, #142 oraz #160 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[28. EWWG 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

9.4.3. Przetwarzanie gazów odlotowych

9.4.3.1. Zintegrowane z procesem utlenianie katalityczne LZO

Opis

Mieszanka powietrza i rozpuszczalnika powstała w wyniku odparowania rozpuszczalnika podczas procesu wielokrotnego utwardzania emalii jest przetwarzana w utleniaczu katalitycznym zintegrowanym z piecem/suszarką do utwardzania. Ciepło odpadowe z utleniacza katalitycznego jest wykorzystywane w procesie suszenia do podgrzewania powietrza obiegowego i/lub jako ciepło procesowe do innych celów w zakładzie.

Szczegóły techniczne

Ten proces suszenia i utwardzania odbywa się wewnątrz komory emaliowania, która składa się również z ogrzewanej komory (ułożonej poziomo lub pionowo), w której następuje odparowanie rozpuszczalnika przed przejściem do strefy o wyższej temperaturze (> 400-700 °C), gdzie następuje utwardzanie powłoki.

Piece z obiegowym przepływem powietrza są stosowane we współczesnych procesach powlekania drutu. Kierunek przepływu powietrza obiegowego może być zgodny lub przeciwny do kierunku przesuwanego się drutu.

Korzyści dla środowiska

Dzięki połączeniu suszenia i utwardzania z odprowadzaniem gazów odlotowych i utlenianiem uzyskuje się:

- zmniejszenie emisji LZO; oraz
- optymalne odzyskiwanie energii z rozpuszczalnika odpadowego.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie jest dostępny żaden konkretny pomiar stosunku energii wprowadzonej z zewnętrznego ogrzewania (gaz lub elektryczność) do energii z powietrza zawierającego rozpuszczalniki. Szacunki zakładów wskazują, że 40 % całkowitego ciepła/zużywanej energii pochodzi z katalitycznego utleniania odparowanych rozpuszczalników.

W maszynach ogrzewanych gazem, powietrze zawierające rozpuszczalnik jest podawane bezpośrednio do palnika gazowego, gdzie konstrukcja palnika umożliwi odpowiednie mieszanie z powietrzem wtórnym (recyrkulacyjnym) a następuje utlenianie. Aby zapewnić, że stężenie rozpuszczalnika nie przekroczy dolnej granicy wybuchowości (LEL), ważnym jest, aby dostarczać powietrze w nadmiarze.

Za pomocą ogrzewania elektrycznego powietrze zawierające rozpuszczalnik przepływa przez elementy grzewcze, aby osiągnąć temperaturę ponad 500 °C. Jest to z reguły wystarczające do podtrzymania katalitycznego utleniania. We wszystkich przypadkach w urządzeniach ogrzewanych elektrycznie stosowane są katalizatory z metali szlachetnych. Po termicznym lub katalitycznym utlenianiu rozpuszczalników strumień powietrza jest recyrkulowany, aby zapewnić całkowite lub częściowe ogrzewanie komory emaliowania. Prędkości gazów odlotowych mogą być niższe niż w innych gałęziach przemysłu, aby zapewnić maksymalny

bilans efektywności energetycznej wynikający z zastosowania powietrza recyrkulowanego. Ważne jest, aby utlenianie odbywało się w miejscu recyrkulacji strumienia powietrza. Utlenianie w kominie spowoduje jedynie powstanie bardziej gorącego odprowadzanego powietrza.

Współczesne piece używane do produkcji bardzo cienkich drutów emaliowanych pracują w oparciu o wymianę ciepła poprzez promieniowanie lub kombinację promieniowania i obiegu powietrza/konwekcji.

Komora emaliowania jest zwykle utrzymywana w warunkach podciśnienia atmosferycznego, aby umożliwić wychwytywanie wszelkich emisji niezorganizowanych z systemu dostarczania emalii oraz aby zapobiec przedostawaniu się produktów degradacji lub produktów spalania do powietrza w miejscu pracy.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Utrzymywanie wysokiego stopnia niszczenia LZO jest niezbędne dla zagwarantowania zgodności z przepisami dotyczącymi emisji LZO, jak również utrzymania gotowego drutu w stanie wolnym od pozostałości rozpuszczalników. Ten główny cel może być sprzeczny z celem utrzymania niskiej emisji CO i NO_x.

Wprowadzenie emalii zawierających azot oraz wysokie temperatury katalizatorów mogą powodować nieoptymalizowaną emisję CO i NO_x.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana w zakładach produkujących drut nawojowy.

Współczesne piece używane do produkcji bardzo cienkich drutów emaliowanych pracują w oparciu o promieniowanie lub kombinację promieniowania i obiegu powietrza.

Ekonomia

Zgrubne oszacowanie kosztów zakupu kompletnej linii daje zakres od 120 000 do 250 000 EUR, a średnia może wynosić 200 000 EUR na linię (dane z 2017 r.). Tak duża zmienność wynika ze znacznych różnic w maszynach pod względem ich wielkości i układu. Każda konkretna konstrukcja linii dla konkretnych rozmiarów drutu będzie znacznie odbiegać od tej średniej wartości.

Siła napędowa wdrażania

- Lokalne prawodawstwo w zakresie ochrony środowiska.
- Zapobieganie odorom.
- Zmniejszona przestrzeń operacyjna oraz czas dzięki większej integracji.
- Zmniejszone koszty odprowadzania i przetwarzania gazu dzięki zintegrowanemu niszczeniu LZO w połączeniu z odzyskiem energii.

Przykładowe zakłady

Technika wdrożona we wszystkich zakładach produkujących drut nawojowy objętych gromadzeniem danych.

Literatura źródłowa

[\[173. EWWG 2017\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#).

10. POWLEKANIE ORAZ DRUKOWANIE NA OPAKOWANIACH METALOWYCH

10.1. Ogólne informacje na temat powlekania oraz drukowania na opakowaniach metalowych

[159. MPE 2017]

Konsumencki przemysł sztywnych opakowań metalowych w Europie obejmuje ponad 760 firm, zatrudniających ponad 177 000 osób. Ponad 90 % firm członkowskich to małe i średnie przedsiębiorstwa. Razem produkują one około 98 miliardów sztuk opakowań rocznie na rynki napojów, żywności, zdrowia i urody, gospodarstwa domowego oraz przemysłu³³.

Przemysł opakowań metalowych przetwarza surowce na metalowe pojemniki i komponenty, które są dostarczane do firm pakujących/wypełniających, które z kolei zaopatrują sprzedawców detalicznych.

Opakowania metalowe wytwarzane są ze stali i aluminium, i potocznie nazywane są puszkami, komponentami lub beczkami, i służą do przechowywania żywności i napojów, ochrony i magazynowania produktów oraz ułatwiają transport. Opakowania stosowane są do wielu różnych produktów, na przykład:

- żywności i napojów;
- produktów mlecznych;
- farb;
- kosmetyków;
- wyrobów farmaceutycznych;
- chemikaliów;
- olejów mineralnych.

Opakowania metalowe wykorzystują wiele różnych technik produkcyjnych, ale można je przede wszystkim pogrupować w zależności od tego, czy najpierw formuje się pojemnik, a następnie nakłada powłokę i wykonuje nadruk na gotowym kształcie, czy też powlekanie i nadruk wykonuje się na płaskich arkuszach przed złożeniem ich w gotowe produkty.

Proces powlekania gotowego kształtu jest zwykle nazywany powlekaniami i drukowaniem na okrągłym i obejmuje beczki przemysłowe, puszki do piwa i napojów oraz niektóre pojemniki do aerozoli. Powlekanie i drukowanie na płaskich arkuszach jest starszym procesem, który obejmuje szerszy zakres produktów. Jest to bardziej elastyczny system, a jednostka produkcyjna może stosować mieszankę różnych technik, chociaż niektóre z nich mogą wymagać również działań ochronnych. Odzwierciedlono to w Tabeli 10.1, gdzie wymieniono wszystkie główne stosowane techniki oraz produkty.

Po wyprodukowaniu pojemnika, jest on następnie transportowany do producenta wyrobu, gdzie jest napełniany, a następnie odpowiedni typ elementu (wierzch puszki, zamknięcie lub wieko) jest mechanicznie łączony z pojemnikiem, tworząc w ten sposób napełnione i kompletne opakowanie.

³³ Dane zaczerpnięte ze strony internetowej MPE (www.metalpackagingeurope.org) w kwietniu 2019 r.

Proces wytwarzania opakowań		Rodzaj podłoża	Rodzaj powlekania						Typowe produkty (nie jest to pełna lista)		
			Rozpylanie	Powlekanie walcami (zwoje, arkusze oraz zewnętrzna powierzchnia puszek)	Bezpośrednie nakładanie przez zanurzenie	Rozpylanie proszku	Powlekanie elektroforetyczne	Powlekanie złożone		Drukowanie	
Powlekanie i drukowanie na okrągłym	2-częściowe puszki produkowane metodą DWI		Stal	X	X	X			X	Żywność, karma dla zwierząt, napoje	
			Aluminium	X	X				X	Napoje	
	Wytłaczanie udarowe		Aluminium	X	X				X	Aerozole	
	Beczki przemysłowe		Stal	X	X				X	Produkty przemysłowe	
Powlekanie I drukowanie na płaskim	Pojemniki 3-częściowe	Żywność: artykuły spożywcze i ogólne	Steel	X	X		X		X	Żywność, karma dla zwierząt, aerozole, napoje, zastosowania przemysłowe i ogólne	
		Aerozole	Stal	X	X		X		X	Aerozole oraz niektóre zastosowania w przemyśle spożywczym	
		Zastosowania przemysłowe	Stal	X	X		X		X	Zastosowania przemysłowe i ogólne	
	Tzw. puszki przeciągane (drawn cans)	2-częściowe	Stal	X	X				X	Żywność	
			Aluminium		X				X	Żywność	
	Komponenty	Zakończenia puszek	Stal	X	X			X	X	X	Żywność, karma dla zwierząt, aerozole, napoje, zastosowania przemysłowe i ogólne, zakończenia i zamknięcia
		Zamknięcia	Stal		X				X	X	Żywność
Aluminium					X				X	X	Napoje
	Wieka	Stal		X				X	X	Napoje	

Źródło: [159. MPE 2017]

Tabela 10-1 Przegląd procesów produkcyjnych stosowanych do powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.

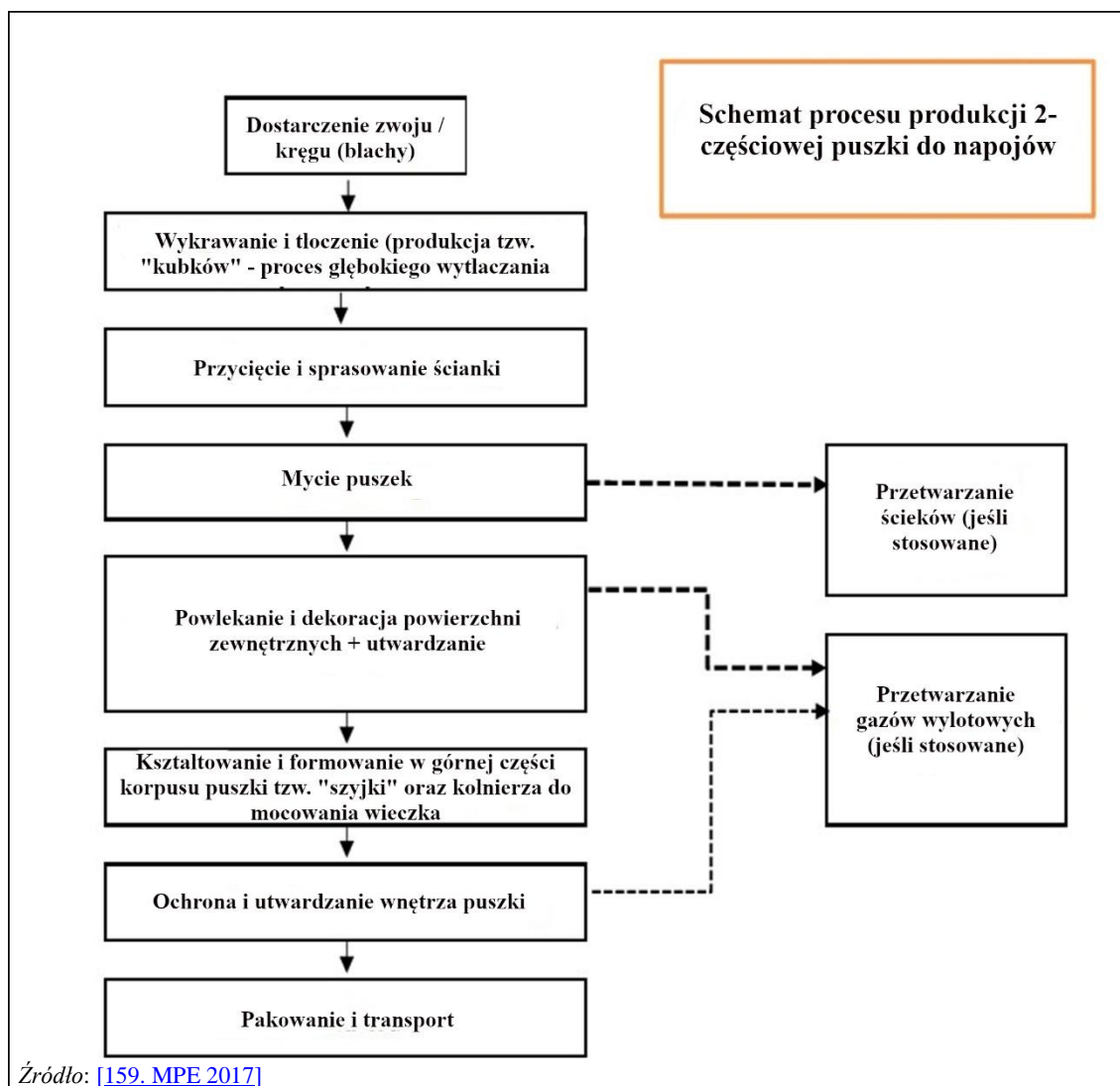
10.2. Stosowane w powlekaniu i drukowaniu na opakowaniach metalowych procesy i techniki

[159. MPE 2017]

W kolejnych sekcjach przedstawiono procesy produkcyjne dla głównych grup produktów.

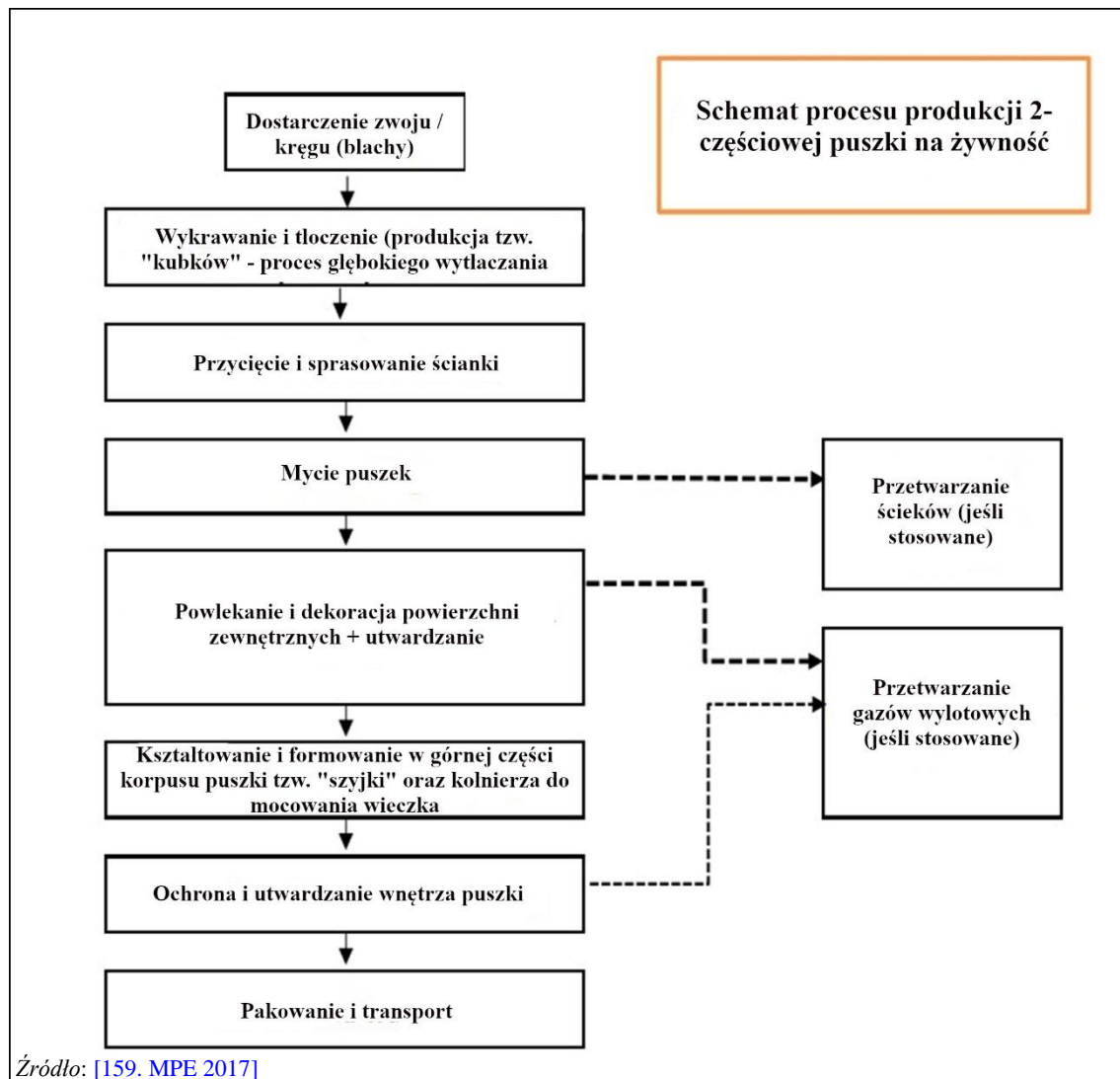
10.2.1. Produkcja puszek dwuczęściowych (puszki produkowane metodą DWI (*draw and wall ironed*))

Ilustracja 10.1 przedstawia schemat procesu produkcji puszek do napojów.



Ilustracja 10-1 Proces produkcji puszek do napojów.

Ilustracja 10.2 przedstawia schemat procesu produkcji puszek na żywność.



Ilustracja 10-2 Proces produkcji puszek na żywność.

Poniższy opis ogólny obejmuje produkcję puszek do napojów, które zazwyczaj posiadają zewnętrzny nadruk, oraz puszek do żywności, które są zazwyczaj wykończone bezbarwną, przezroczystą powłoką zewnętrzną i nie posiadają nadruku. Cały proces, łącznie z transportem pomiędzy poszczególnymi etapami procesu, jest w pełni zautomatyzowany.

Aluminiowa lub ocynkowa stal opakowaniowa dostarczana jest i podawana automatycznie na mechaniczną prasę, gdzie materiał jest wytłaczany i głęboko tłoczony w tzw. kubki.

Kubki są następnie przekazywane do maszyn do produkcji korpusów (prasy poziome o długim skoku), gdzie ścianki kubków są wydłużane przez sprasowanie oraz formowany jest profil denka. Natychmiast po sprasowaniu ścianek, nadmiar metalu na pobocznicę puszki jest obcinany, dzięki czemu uzyskuje się puszkę o stałej wysokości. Złom powstały w wyniku operacji wykrawania i przycinania jest odzyskiwany i poddawany recyklingowi.

W procesie formowania metalu stosuje się syntetyczne chłodziwo na bazie wody z dodatkiem środka smarnego i niewielkiej ilości biocydu, które jest następnie usuwane w myjce do puszek. Istnieje możliwość, że olej hydrauliczny z pras zmiesza się z chłodziwem. Płyn chłodzący znajduje się w zamkniętym systemie obiegu, w którym jest filtrowany, oczyszczany i ponownie wykorzystywany.

Puszki wychodzące z przycinarki są przenoszone do myjki puszek, gdzie usuwany jest nadmiar smaru. Proces mycia puszek różni się dla podłoża aluminiowych i stalowych.

Stalowe puszki są najpierw czyszczone wodą przez wielokrotne przepuszczanie przez stacje natryskowe w odwróconym układzie kaskadowym, następnie płukane wodą zdemineralizowaną i w końcu suszone w piecu opalonym gazem ziemnym.

Puszki aluminiowe podlegają powyższej sekwencji z dodatkowym etapem obróbki wstępnej przy użyciu wodnych roztworów kwasów lub zasad przed płukaniem wodą zdemineralizowaną. Przed ostatecznym suszeniem puszek aluminiowych w piecu można zastosować środek zwiększający mobilność.

Puszki na żywność, które zwykle nie są dekorowane, wymagają zewnętrznej, przezroczystej powłoki ochronnej nakładanej na odwróconą puszkę za pomocą urządzenia do powlekania z wykorzystaniem kurtyny powlekającej lub tzw. systemu „*wash coat*”, pomiędzy ostatnim etapem mycia puszek oraz przed piecem do suszenia. Powleczone puszki są następnie odwadniane przed wejściem do pieca suszącego i utwardzającego powłokę zewnętrzną.

System powlekania zewnętrznego kurtynowy/*wash coat* jest systemem recyrkulacyjnym z procesem zaprojektowanym tak, aby zebrać jak najwięcej nadmiaru powłoki.

Ścieki z myjki do puszek, urządzenia do demineralizacji i *wash coat* są przetwarzane przed odprowadzeniem. Woda jest naturalnie przenoszona przez mokre puszki wchodzące do pieca.

W przypadku aluminium, ścieki z myjki do puszek są przetwarzane przed odprowadzeniem, a oczyszczona woda może być ponownie użyta jako zamiennik dla świeżej wody uzupełniającej.

Zużyte gorące powietrze z czyszczenia i suszenia puszek jest emitowane bezpośrednio do atmosfery przez komin odprowadzający.

Po oczyszczeniu, puszki są automatycznie przekazywane do dekoracji zewnętrznej. Zazwyczaj pierwszym etapem jest powlekanie bazowe (ale nie zawsze), po którym następuje drugi etap dekoracji. Osoba zajmująca się powlekaniami bazowymi nakłada na obracającą się puszkę kolorową lub bezbarwną warstwę lakieru za pomocą wałka offsetowego. Puszki są następnie podawane do pieca konwekcyjnego.

Po utwardzeniu powłoki bazowej, puszki są przekazywane do dekoratora (maszyny drukarskiej), gdzie następuje nanoszenie dekoracji za pomocą farb drukarskich w procesie suchego offsetu. Jeśli wymagany jest lakier nawierzchniowy, nakładany jest on w ostatnim etapie (metodą mokre na mokre), bezpośrednio na dekoratorni i w procesie offsetu rolowego.

Puszki aluminiowe są zazwyczaj powlekane na zewnętrznej dolnej krawędzi przez inny zestaw wałków aplikacyjnych. Ta operacja jest wykonywana zanim puszka trafi do pieca dekoratorskiego, a lakier na brzegu jest utwardzany w piecu razem z tuszem i opcjonalnym lakierem nawierzchniowym.

Po zakończeniu powlekania zewnętrznego oraz drukowania, puszka jest zwykle poddawana szyjkowaniu, kołnierzowaniu oraz wszelkim innym operacjom kształtowania, nadającym puszcze ostateczny wygląd. Puszki są najpierw transportowane do maszyny formującej szyjkę/kołnierz, która zmniejsza średnicę górnej części korpusu puszki tworząc tzw. szyjkę, aby zaakceptować denka (górne zamknięcia). Operacja formowania szyjki jest wspomagana sprężonym powietrzem a także stosuje się niewielkie ilości syntetycznych środków smarnych.

Puszki stalowe są zwykle malowane natryskowo na zewnętrznym dnie przed natryskiem wewnętrznym chroniącym przed rdzą. Powłoka naniesiona na zewnętrzne dno schnie w temperaturze pokojowej. Następnie wewnątrz puszki jest powlekane techniką natrysku *airless* przy użyciu materiałów na bazie wody. Zestaw dysz rozpyła lakier do obracającej się puszki, zapewniając uzyskanie pożądanego rozkładu warstwy. Potem puszki są przepuszczane przez piec

termiczny, gdzie zarówno lakier wewnętrzny, jak i powłoka spodnia zostają ostatecznie utwardzone.

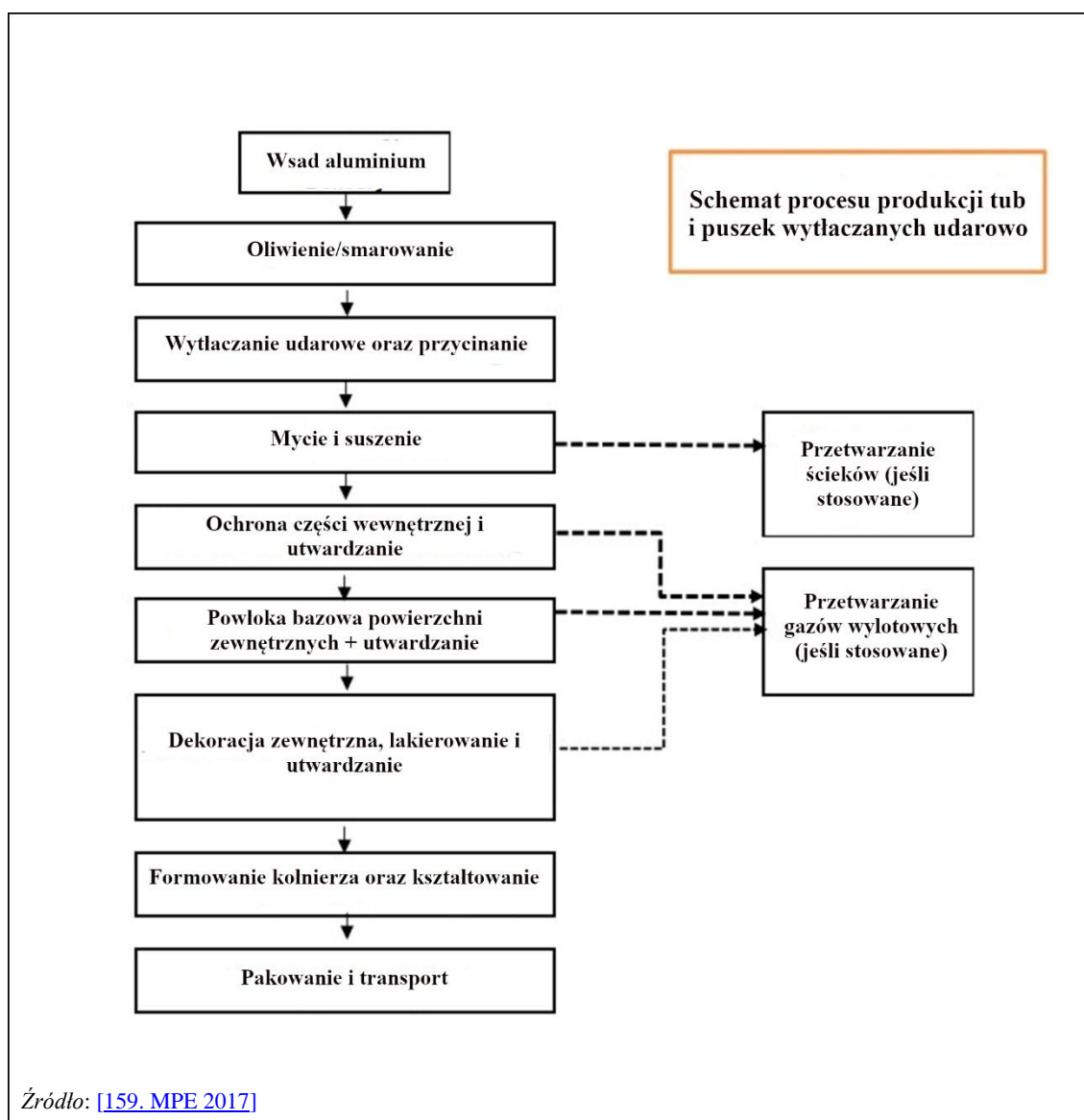
Po każdym lakierowaniu puszki natychmiast trafiają do pieca opalanego gazem o typowej temperaturze suszenia 180-200 °C. Emisje powstające podczas procesu utwardzania są zbierane i odprowadzane przez wentylatory do atmosfery lub do urządzeń redukcyjnych.

Dla puszek na żywność przewidziano dodatkową operację formowania, która składa się z dwóch części. Jest to walcowanie, które ma na celu umożliwienie przetaczania się puszki w przemysłowym procesie produkcji żywności, oraz tworzy się pojedynczy rowek umieszczony w pobliżu podstawy puszki, aby zwiększyć odporność na ciśnienie w przemysłowym procesie gotowania.

Na koniec, przed umieszczeniem na palecie, wszystkie puszki muszą przejść przez tester światła i kamerę w celu kontroli. Każdy potencjalnie uszkodzony produkt jest odrzucony.

10.2.2. Wytłaczanie udarowe aluminium celem produkcji pojemników na aerozole oraz tub łączonych (*collapsible tubes*)

Proces produkcji tub wytłaczanych z aluminium pokazano na Ilustracji 10.3.



Ilustracja 10-3 Proces produkcji tub wytłaczanych z aluminium.

Pod względem koncepcji proces ten jest bardzo podobny do produkcji 2-częściowych puszek. Różnica polega przede wszystkim na procesie formowania metalu metodą DWI (tłoczenia i przeciągania), w którym początkowy krążek aluminiowy jest „odchudzany” celem uformowania pojemnika; w procesie tym aluminiowy krążek (*slug*) jest wytłaczany do postaci gotowego pojemnika o stałej grubości ścianki.

Aluminiowe krążki, które w 99,5 % składają się z czystego aluminium, są oliwione/smarowane, a następnie w wyniku serii operacji przeciągania o dużej sile uderzenia przekształcone w rurę z pojedynczym otwartym końcem. Otwarty koniec jest przycinany celem uzyskania wymaganej wysokości cylindra, a ścinki są zbierane do recyklingu. Dalsze oddzielnie przeprowadzane operacje formowania metalu mogą tworzyć wewnętrzną kopułę na zamkniętym końcu w celu uzyskania odporności na ciśnienie (aerozole), perforować tubę celem późniejszego dodania plastikowego gwintu i nakrętki lub formować gwint (w przypadku tub łączonych).

Uformowana puszka jest oczyszczana w myjce w celu usunięcia pozostałości smaru/środka oliwiającego. Środki chemiczne stosowane w procesie czyszczenia i wytrawiania obejmują detergenty anionowe na bazie substancji żrących. Zanieczyszczone ścieki mogą być

odprowadzane częściowo lub w całości do kanalizacji i/lub ponownie wykorzystane do zasilania systemu płuczki ługowej omówionego poniżej jako środek do ograniczania oparów.

Wnętrze puszek jest następnie powlekane techniką natrysku *airless* przy użyciu materiałów lakierniczych na bazie rozpuszczalnika lub wody. Zestaw dysz rozpyla lakier do obracającej się puszki, zapewniając uzyskanie pożądanego rozkładu warstwy. Potem puszki są przepuszczane przez piec termiczny, gdzie lakier wewnątrz zostaje utwardzony.

Następnie cylindry przenoszone są do urządzenia nakładającego powłokę bazową, gdzie za pomocą wałka grawiurwego lub konwencjonalnego systemu wałków dozujących z obracającym się cylindrem nakładana jest odmierzona powłoka bezbarwnej lub pigmentowej powłoki bazowej. Typowe powłoki bazowe są na bazie rozpuszczalnika, ale mogą być również stosowane powłoki na bazie wody. Powietrze ze stacji powlekania jest usuwane przez wentylator i z reguły odprowadzane przez wysokie kominy do atmosfery. Z urządzenia do powlekania bazowego powleczone puszki przechodzą automatycznie do pieca do suszenia/utwardzania, z którego usuwane powietrze jest zbierane i odprowadzane bezpośrednio przez wysokie kominy lub kierowane do urządzeń oczyszczających.

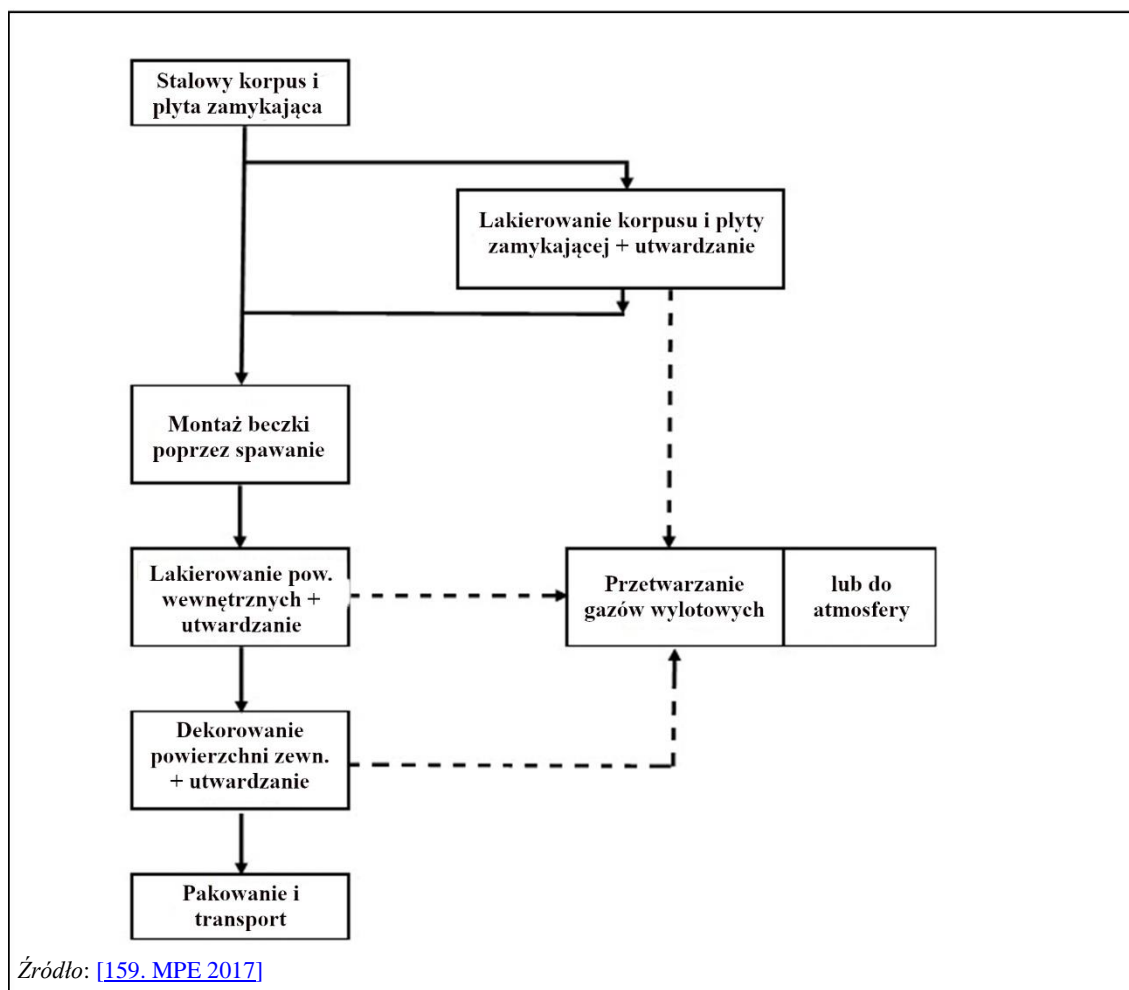
Utwardzona powłoka bazowa stanowi podstawę dla późniejszego nadruku, który jest nanoszony za pomocą wielokolorowego dekoratora w procesie suchego offsetu. Na koniec nakładany jest lakier ochronny, po czym cylinder automatycznie trafia do pieca w celu wysuszenia i utwardzenia. Pojemniki są często powlekane również na zewnętrznej krawędzi dna przez kolejny zestaw wałków nakładających. Ta operacja wykonywana jest w piecu dekoratorskim. Stosowane jest odprowadzanie oparów z dekoratora, które po przejściu przez płuczkę ługową kierowane są do powietrza, jak również oddzielny wyciąg spalin z pieca bezpośrednio do atmosfery lub do urządzeń oczyszczających.

W przypadku pojemników na aerozole, cylinder poddawany jest dalszemu procesowi formowania, z kontrolowaną aplikacją smaru mineralnego, celem utworzenia „szyjki” oraz zawinięcia otwartego końca, aby umożliwić zamontowanie zespołu zaworu, po napełnieniu pojemnika. W przypadku niektórych produktów na aerozole, przed ostateczną operacją tworzenia „szyjki” i zawijania można również przeprowadzić formowanie korpusu.

Pojemnik na aerozol jest sprawdzany pod kątem szczelności przy użyciu testera światła, a następnie wysyłany do stacji pakowania.

10.2.3. Beczki do zastosowań przemysłowych

Beczki stalowe są produkowane głównie do użytku przemysłowego. Zasada produkcji beczek jest podobna do procesu produkcji 3-częściowych puszek (zob. sekcja 10.2.5). Pokazano to na Ilustracji 10.4.



Ilustracja 10-4 Proces produkcji beczek.

To czy beczka będzie powlekana wewnątrz czy też nie, zależy od towaru, który będzie do niej pakowany. Tak więc powlekanie wewnętrzne nie ogranicza się jedynie do zastosowania beczek w przemyśle spożywczym, ale również do przypadku ich zastosowania do chemikaliów, które nie powinny mieć kontaktu ze stalą.

Korpus beczki jest spawany z blachy stalowej, a górne i dolne zamknięcia są produkowane oddzielnie na liniach do cięcia i formowania. Jeśli jest to wymagane, uformowane korpusy oraz zamknięcia beczki są oddzielnie pokrywane od strony wewnętrznej lakierem oraz utwardzane. W maszynie do zgrzewania odbywa się montaż bębna. Podczas tego etapu nakładana jest masa uszczelniająca, jeśli nie została ona wcześniej nałożona na górną i dolną część zamknięcia na oddzielnym etapie procesu.

Po zgrzaniu, beczka jest powlekana od strony zewnętrznej farbą, a powłoka jest utwardzana (jednocześnie z masą do zgrzewania). W ostatnim etapie beczki mogą być dalej dekorowane za pomocą sitodruku lub innych technik drukarskich. Tusze używane w tym procesie są zazwyczaj na bazie rozpuszczalnika, ale stosuje się również techniki utwardzania promieniami UV.

Wewnętrzne powłoki beczek są zazwyczaj nakładane za pomocą tarcz obrotowych (w przypadku korpusu) lub przez gorący natrysk *airless*. Większość powłok wewnętrznych jest na bazie rozpuszczalnika ze względu na wymaganą odporność chemiczną pomiędzy stalą a zawartością

beczki i zawiera 45-60 % rozpuszczalników organicznych. Farby do użytku na powierzchniach zewnętrznych beczek są również najczęściej nakładane metodą gorącego natrysku *airless*. Są one głównie na bazie rozpuszczalnika i zawierają około 45-50 % rozpuszczalników organicznych. W szczególnych przypadkach do zewnętrznych powierzchni beczek używa się farb na bazie wody, zawierających mniej niż 10 % rozpuszczalników organicznych. Emisje procesowe LZO są przetwarzane za pomocą technik redukcji, przed ich odprowadzeniem.

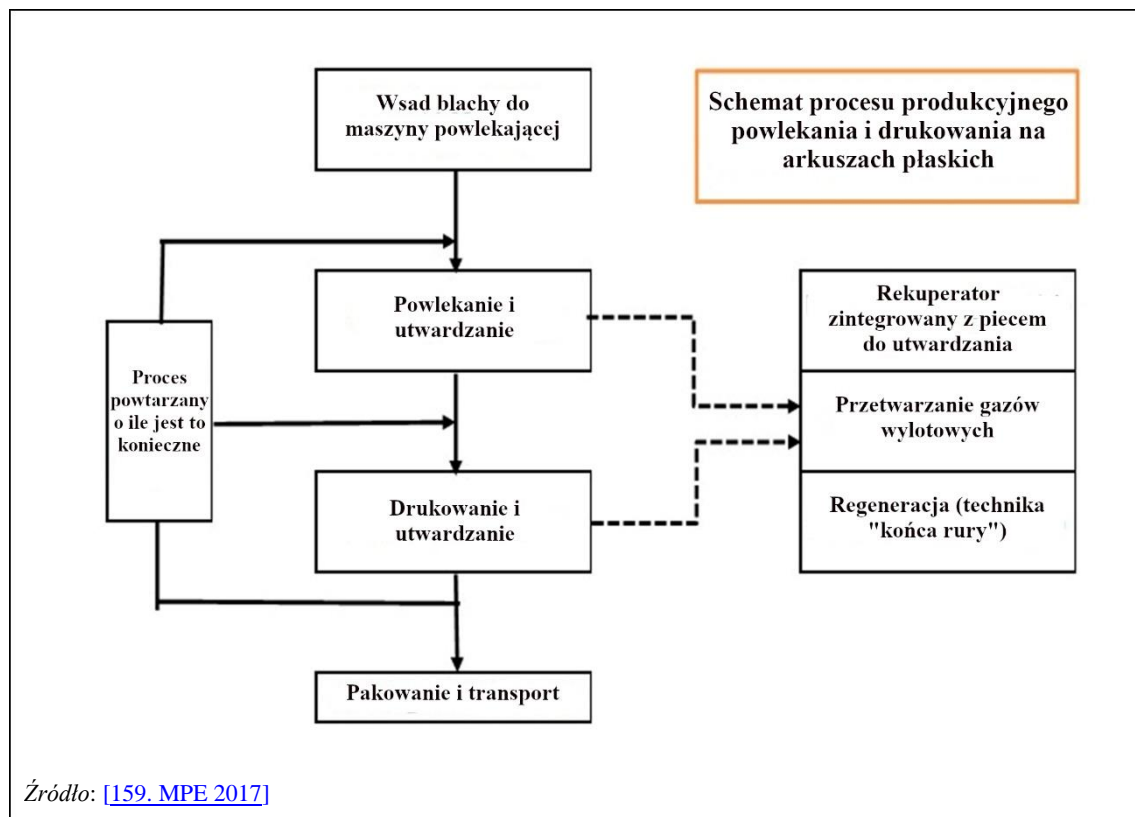
10.2.4. Powlekanie i drukowanie na arkuszach płaskich

Operacje powlekania i drukowania na blachach płaskich można podzielić na cztery etapy (nie wszystkie z tych operacji mają zastosowanie w każdym przypadku):

- powlekanie powierzchni wewnętrznych;
- zewnętrzna powłoka bazowa lub warstwa pośrednia, chociaż na stal ocynkowaną (tzw. białą) konwencjonalny druk może być aplikowany bezpośrednio;
- drukowanie;
- lakierowanie lub powłoka nawierzchniowa.

Utwardzanie powłok i farb na bazie rozpuszczalników odbywa się w piecach termicznych, zazwyczaj z prędkością do 6 000 arkuszy na godzinę w temperaturze od 150 do 210 °C. Prędkości i temperatury zależą od wielkości arkuszy, grubości i specyfikacji powłoki.

Powlekanie i drukowanie na arkuszach płaskich jest pierwszą oddzielną i odrębną operacją niezbędną w kolejnych operacjach wytwarzania 3-częściowych i przeciąganych puszek, końcówek lub kapsli oraz zamknięć. Pokazano to na Ilustracji 10.5.



Ilustracja 10-5 Proces produkcji blach metalowych.

Podłożami stosowanymi w procesie powlekania i drukowania na blachach płaskich są głównie tzw. stal biała (ocynkowana), stal elektrolityczna powlekana chromem (ECCS), stal walcowana

na zimno lub aluminium. Materiał jest dostarczany w postaci stosów wstępnie przyciętych arkuszy lub w zwojach, które muszą być najpierw pocięte na arkusze.

Blachy metalowe mogą przechodzić przez linie drukowania i powlekania kilka razy, ponieważ czasami wymagane jest wielokrotne powlekanie i dekorowanie oraz utwardzanie. Stosowane są różne sekwencje powlekania, związane z pakowanym w blachy produktem.

Materiał powlekający przenoszony jest na wałek aplikatora z powłoką syntetyczną, a następnie nakładany na arkusz metodą kontaktową pod ciśnieniem. Masa powłoki jest kontrolowana za pomocą różnych technik, optymalizujących przepływ powłoki na wałek aplikatora. Ewentualny transfer powłoki na dolny wałek jest usuwany podczas pracy maszyny za pomocą zgarniacza, aby zapobiec zanieczyszczeniu spodniej strony arkusza.

Na liniach drukarskich tusz jest przenoszony przez serię wałków kontrolujących przepływ celem nadania właściwego tempa aplikacji na wałek nakładający tak, aby uzyskać pożądaną głębię koloru. Powszechnie stosowanymi technikami druku są mokry offset, suchy offset oraz, w niektórych przypadkach, bezwodny proces litograficzny.

Wymagane jest okresowe czyszczenie wałków nakładających powłokę oraz drukujących w celu usunięcia nagromadzonych składników powłoki lub tuszu. Przy przezbieraniu maszyn powlekających i drukujących przeprowadza się dokładniejsze czyszczenie przy użyciu różnych rozpuszczalników organicznych, w tym rozpuszczalników odzyskanych, ręcznie lub automatycznie. Odpadowy rozpuszczalnik organiczny jest często destylowany i ponownie mieszany z nowym, w zakładzie lub poza nim.

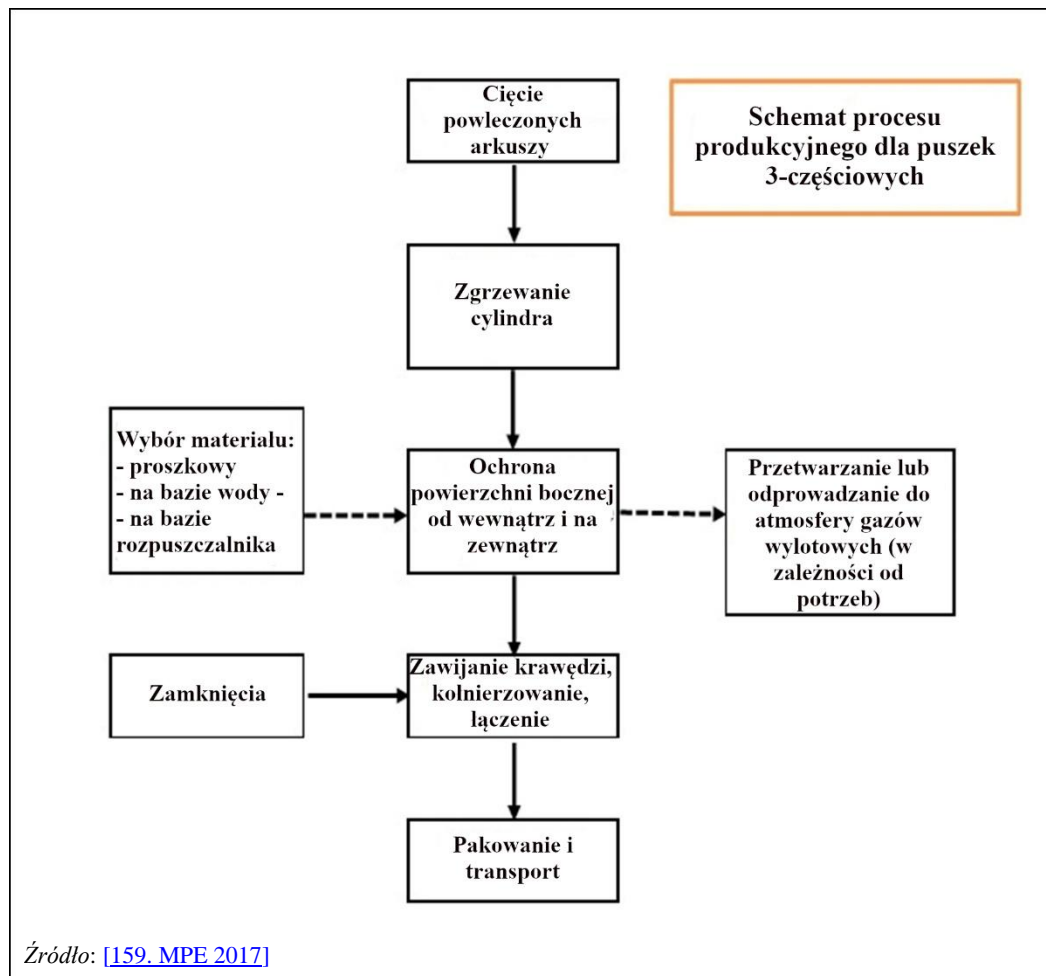
Powleczony lub zadrukowany arkusz jest następnie przenoszony do pieca do utwardzania termicznego, gdzie jest podgrzewany do wymaganej temperatury utwardzania. LZO pochodzące z rozpuszczalnika organicznego użytego w nakładanych materiałach są zbierane z pieca i okapów maszyn za pomocą kanałów i usuwane przez wentylatory do atmosfery lub przesyłane do urządzeń redukujących emisje.

Następnie utwardzony arkusz jest chłodzony powietrzem atmosferycznym. W ten sposób zmniejsza się efekt sklejanie się materiałów razem. Potem arkusze układane są w stosy i przenoszone do następnego etapu procesu.

Tam, gdzie stosowane są farby i powłoki utwardzane promieniami UV, stosuje się lampy UV. Nie powoduje to uwalniania LZO, ale wytwarza niski poziom ozonu (ppm), który jest odprowadzany do atmosfery.

10.2.5. Produkcja puszek 3-częściowych

Puszki 3-częściowe mogą mieć różne konstrukcje szwów, jednak w różnych sektorach produktów najczęściej spotykane jest spawanie. Proces produkcyjny spawanych puszek 3-częściowych pokazano na Ilustracji 10.6.



Ilustracja 10-6 Proces produkcji puszek 3-częściowych.

Produkcja puszek 3-częściowych obejmuje różnorodne produkty, takie jak puszki na żywność, puszki na farbę, puszki do zastosowań przemysłowych i pojemniki na substancje w aerozolu. Arkusze stali białej (ocynkowanej), które zostały uprzednio powleczone i/lub ozdobione, jak to opisano w sekcji 10.2.4, są cięte na pojedyncze wykroje korpusów. Następnie są one podawane automatycznie, ale czasami ręcznie, do zgrzewarki, która zwiija wykrój w cylinder, a potem spawa go na całej długości, aby uzyskać prostopadłe zgrzany element. Podczas cięcia nadmiar blachy jest usuwany, a następnie poddawany recyklingowi. Alternatywnym sposobem łączenia szwu bocznego jest mechaniczne zaciskanie. W niektórych przypadkach, okrągłe cylindry mogą być przekształcane w inne kształty, np. prostokątne.

Bezpośrednio po spawaniu, jeszcze na maszynie spawalniczej, na wewnętrzną i zewnętrzną powierzchnię spoiny może zostać nałożona powłoka ochronna, w zależności od specyfikacji produkowanej 3-częściowej puszki. Ta powłoka ochronna nazywana jest paskiem bocznym i może być powłoką na bazie rozpuszczalnika, wody lub powłoką proszkową, w zależności od zamierzonego zastosowania końcowego pojemnika. W przypadku lakierów do pasków bocznych są one nakładane za pomocą wałków lub pistoletów natryskowych *airless* na wewnętrzną stronę oraz pistoletów natryskowych, pędzli i wałków na stronę zewnętrzną. Ewentualny nadmiar lakieru jest zbierany i odprowadzany do powietrza. W przypadku lakierów proszkowych są one nakładane elektrostatycznie, a ewentualny nadmiar lakieru jest zbierany i poddawany recyklingowi.

Po zgrzaniu / powleczeniu spawu bocznego, cylindry przechodzą przez piec w celu utwardzenia nałożonego paska. Piece tego typu mają zazwyczaj albo gorące powietrze, albo indukcję i

miejscowo ogrzewają zgrzaną powierzchnię cylindra. Emisje z pieca do utwardzania pasków bocznych są w większości przypadków emitowane bezpośrednio do atmosfery przez kominy odprowadzające, a czasami są przekazywane do systemu przetwarzania gazów odlotowych.

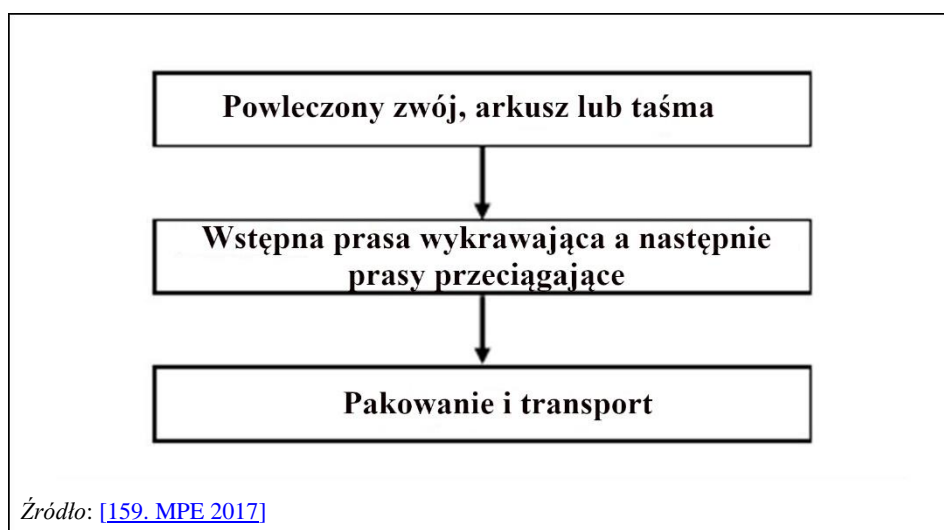
Po utwardzeniu paska bocznego, niektóre specyfikacje puszek 3-częściowych (zazwyczaj na żywność) dopuszczają automatyczne wprowadzanie do zwijarki krawędziowej (wulstarki), aby wzmocnić krawędzie cylindra. Proces ten jest czysto mechaniczny i nie wymaga żadnych dodatkowych materiałów. W zależności od specyfikacji puszek, po wzmocnieniu krawędzi lub utwardzeniu pasków bocznych, zgrzane cylindry są automatycznie podawane do maszyn do szyjkowania i/lub kołnierzowania, aby oba końce cylindra mogły zostać wyprofilowane i gotowe na przyjęcie elementu zamykającego.

Wytworzony korpus jest następnie automatycznie przekazywany do zgrzewarki końcowej, gdzie wcześniej wytworzony element zamykający jest podawany i zgrzewany na jednym końcu wytworzonego cylindra. Operacja szyjkowania, kołnierzowania i zszywania jest również czysto mechaniczna i nie wymaga żadnych dodatkowych materiałów procesowych.

W przypadku niektórych specyfikacji, takich jak puszki na żywność, trzyczęściowa puszka jest dostarczana do użytkownika z jednym tylko zgrzanym denkiem i w tym przypadku zgrzewanie końcowe następuje po paletyzacji. Jednakże, inne puszki trzyczęściowe, takie jak puszki na farby w aerozolu, puszki prostokątne i puszki do aerozoli przechodzą przez drugą maszynę do zgrzewania i drugi element zamykający jest zgrzewany jeszcze przed paletyzacją.

10.2.6. 2-częściowe puszki przeciągane stalowe i aluminiowe

Proces produkcji puszek 2-częściowych pokazano na Ilustracji 10.7.



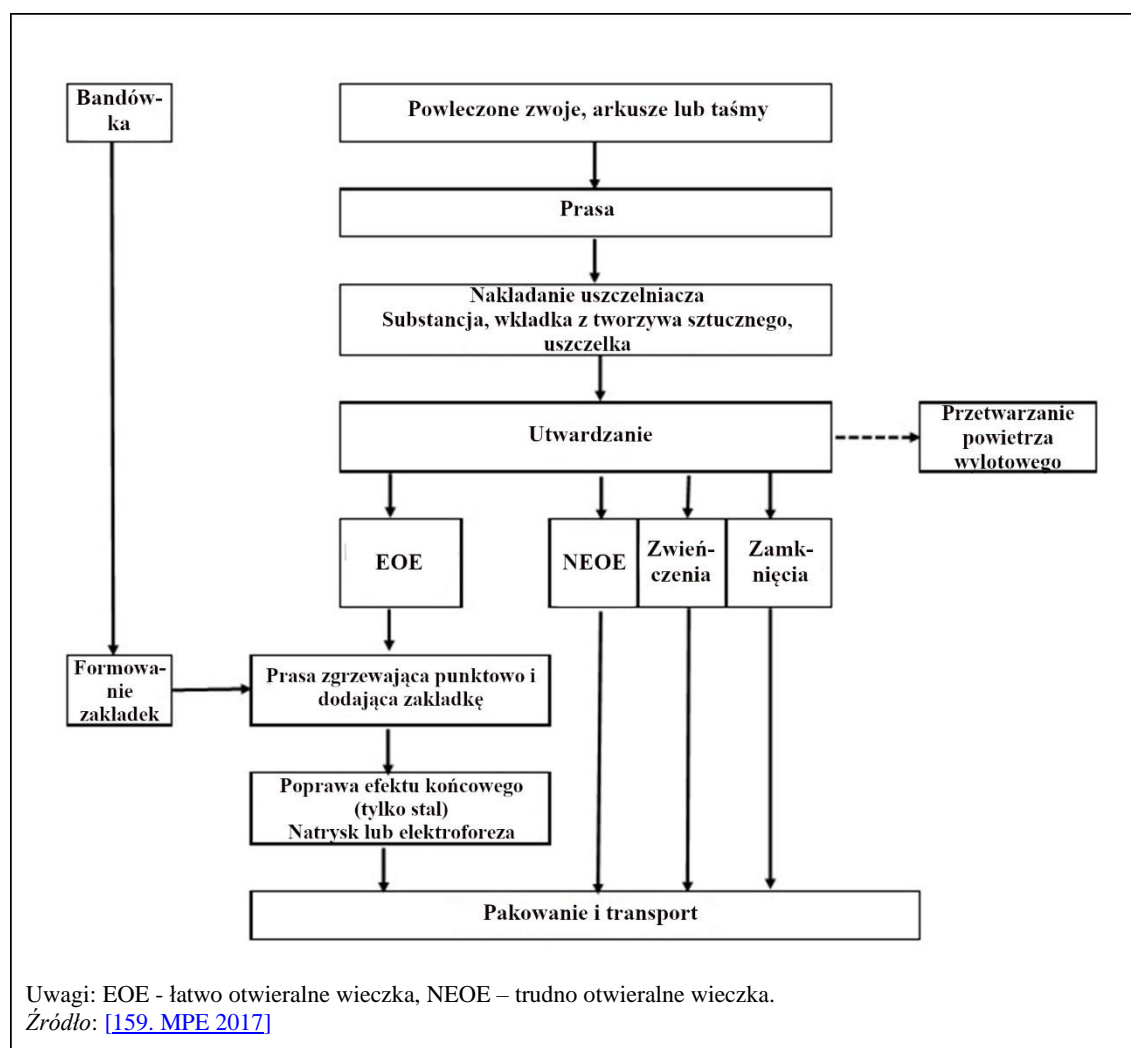
Ilustracja 10-7 Sekwencja produkcyjna 2-częściowych puszek przeciąganych.

2-częściowe puszki przeciągane są produkowane ze wstępnie powleczonych zwojów, arkuszy lub taśm, jak to opisano w sekcji 10.2.4. Mogą być produkowane w kształtach prostokątnych lub cylindrycznych, ale mają ograniczenia dotyczące wysokości pojemnika. Są one powszechnie stosowane w przypadku produktów rybnych.

W cyklu produkcyjnym nie stosuje się LZO, z wyjątkiem procesu aplikacji arkuszy płaskich.

10.2.7. Produkcja końcówek, zwieńczeń oraz zamknięć

Proces produkcji końcówek, zwieńczeń oraz zamknięć przedstawiono na Ilustracji 10.8.



Ilustracja 10-8 Proces produkcji końcówek, zwieńczeń oraz zamknięć.

Wytwarzanie odbywa się z arkuszy lub zwojów, zarówno czystych, jak i wstępnie powleczonych/udekorowanych, wykonanych z aluminium lub ocynkowanej stali lub stali elektrolitycznej powlekanej chromem (ECCS). Przed rozpoczęciem produkcji metal może być wstępnie naoliwiony. Jest on podawany do prasy tłoczącej, gdzie formowany jest początkowy okrągły krążek. Krążek ten jest następnie wielokrotnie przekształcany w zależności od rodzaju komponentu, którym ma się stać: łatwo otwieralne wieczka (EOE); bezpieczne lub trudno otwieralne wieczka (NEOE); zwieńczenia lub kapsle do butelek lub zamknięcia do słoików (twisty). Elementy te są zazwyczaj okrągłe, ale mogą to być również prostokątne EOE i/lub elementy do zastosowań przemysłowych. Istnieją także: stożki i kopuły, które są wykonywane dla 3-częściowych puszek do aerozolu, inne komponenty dla przemysłu, takie jak pokrywy do farb umożliwiające ich przenoszenie a także inne specyficzne mechanizmy zamykające, takie jak prostokątne elementy do nalewania produktów płynnych.

W celu ukończenia profilu przeprowadza się wiele operacji formowania. Gotowa konstrukcja elementu jest następnie przekazywana do maszyny wyścielającej, gdzie nakładany jest uszczelniacz (czasami nazywany mieszanką wyścielającą) lub uszczelka. W skład masy uszczelniającej mogą wchodzić rozpuszczalniki organiczne.

W przypadku EOE, po nałożeniu związku na element, przechodzi on do prasy konwersyjnej, gdzie tworzona jest część otwierająca; wytwarzana jest zakładka, a następnie przeprowadzany jest montaż końcowy. W przypadku EOE z blachy ocynkowanej, wynik końcowy zostaje poprawiony za pomocą natryskiwanego lakieru lub materiału do powlekania elektroforetycznego a także odpowiedniego pieca do utwardzania. Niektóre szczeliwa i uszczelki wymagają przejścia przez piec do wymuszonego suszenia lub utwardzania. Po zakończeniu, końcówki, zwińczenia lub zamknięcia są pakowane i paletyzowane celem wysyłki do klientów.

10.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii i drukowaniu na opakowaniach metalowych

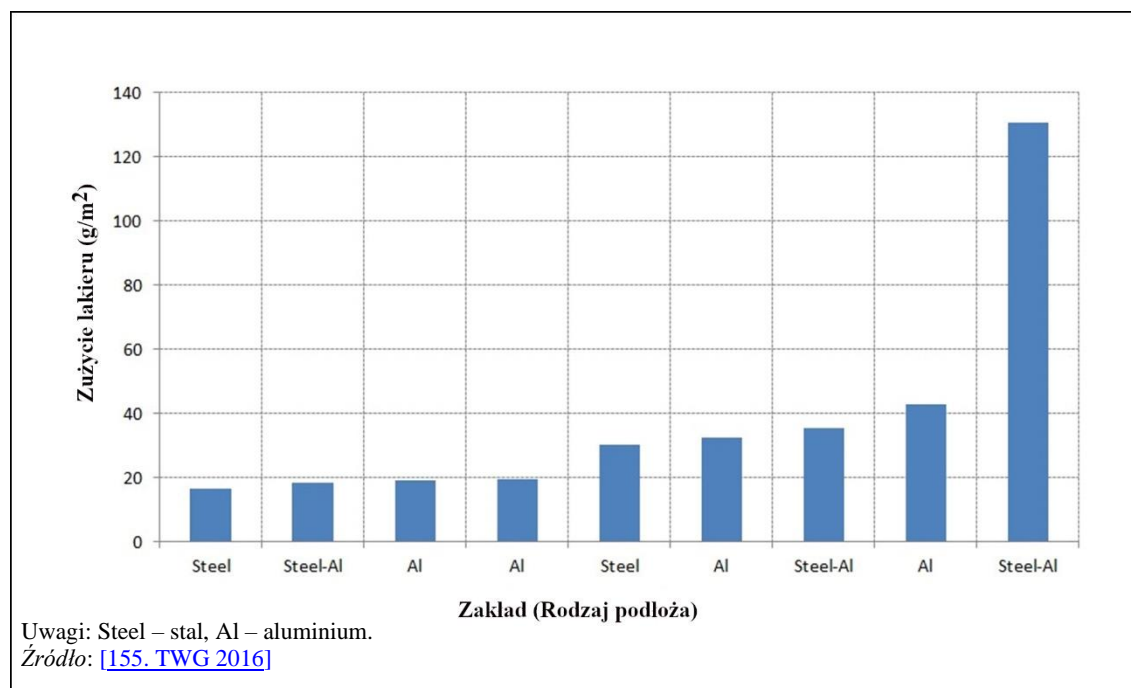
Dostarczono dane dla 17 zakładów. Opakowania metalowe to sektor, w którym stosowanie programu obniżania zawartości rozpuszczalników w celu wykazania zgodności z przepisami Dyrektywy IED jest powszechną praktyką. Na przykład w chwili gromadzenia danych ponad połowa uczestniczących zakładów stosowała program obniżania emisji. Schemat redukcji (RS) jest alternatywną metodą wykazywania zgodności z przepisami Dyrektywy IED, która wymaga, aby redukcja emisji LZO została osiągnięta w oparciu o wykorzystanie surowców o niskiej zawartości rozpuszczalników organicznych. Dane dla wszystkich zakładów niezależnie od tego, czy stosują RS czy nie, zostały przedstawione i omówione w kolejnych sekcjach [\[155. TWG 2016\]](#).

10.3.1. Zużycie

[\[155. TWG 2016\]](#)

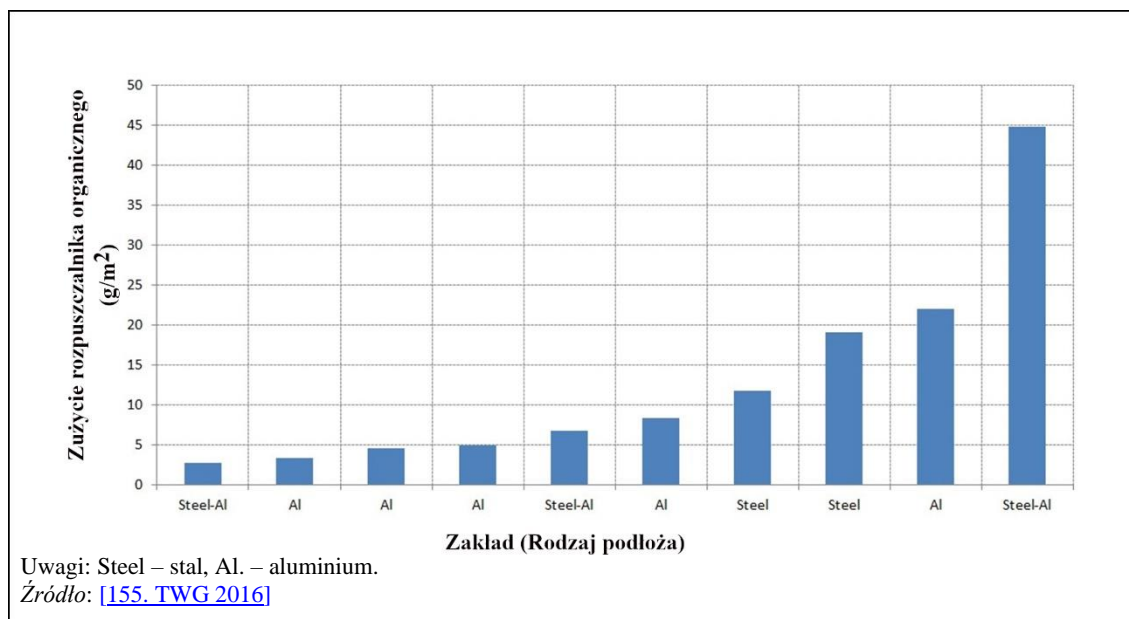
10.3.1.1. Materiały

Zgłoszone dane dotyczące bilansu masy wskazują na średnie zużycie lakieru, które waha się od 16 do 131 g lakieru na m² produktu. Podane wartości przedstawiono na Ilustracji 10.9.



Ilustracja 10-9 Jednostkowe zużycie lakieru przez urządzenia do produkcji opakowań metalowych (g lakieru na m² produktu). Wartości średnie w latach 2013-2015.

Średnie zużycie rozpuszczalnika waha się od 2.7 do 45 g na m² produktu. Zgłoszone dane dotyczące zużycia rozpuszczalników organicznych przedstawiono na Ilustracji 10.10.



Ilustracja 10-10 Zużycie rozpuszczalników organicznych w instalacjach do produkcji opakowań metalowych (g wsadu rozpuszczalnika na m² produktu). Wartości średnie w latach 2013-2015.

Dane dotyczące zużycia innych lakierów i rozpuszczalników organicznych w odniesieniu do różnych produktów i półproduktów podano w Tabelach 10.2 i 10.3.

Tabela 10-2 Dane dotyczące zużycia lakieru i rozpuszczalników organicznych w zakładach produkujących 2-częściowe puszki oraz wieczka do puszek.

Zakład referencyjny	Zakład 1	Zakład 2	Zakład 3	Zakład 4	Zakład 5	Zakład 6
Podłoże	Stal - Aluminium	Aluminium	Aluminium	Stal - Aluminium	Aluminium	Aluminium
Zużycie lakieru (g/m ²), średnia w latach 2013-2015	18	19	20	35	NA	32
Zużycie rozpuszczalnika (g/m ²), średnia w latach 2013-2015	2.7	3.4	8.3	6.8	4.5	5.0

Źródło: [155. TWG 2016]

Tabela 10-3 Dane dotyczące zużycia lakieru i rozpuszczalników organicznych w zakładach powlekających i drukujących na arkuszach blachy.

Zakład referencyjny	Zakład 1	Zakład 2
Podłoże	Stal	Stal
Zużycie lakieru (g/m ²), średnia w latach 2013-2015	16	30
Zużycie rozpuszczalnika (g/m ²), średnia w latach 2013-2015	11.7	19.0

Źródło: [155. TWG 2016]

10.3.1.2. Woda

[155. TWG 2016]

Podawane wartości jednostkowego zużycia wody przy produkcji 2-częściowych puszek do napojów produkowanych metodą DWI wahają się od 90 do 110 l na 1 000 puszek.

Główne zgłoszone techniki minimalizacji zużycia wody związane są z:

- kontrolą zużycia wody;
- płukaniem odwróconą kaskadą;
- stosowaniem wymiany jonowej;
- filtracją membranową.

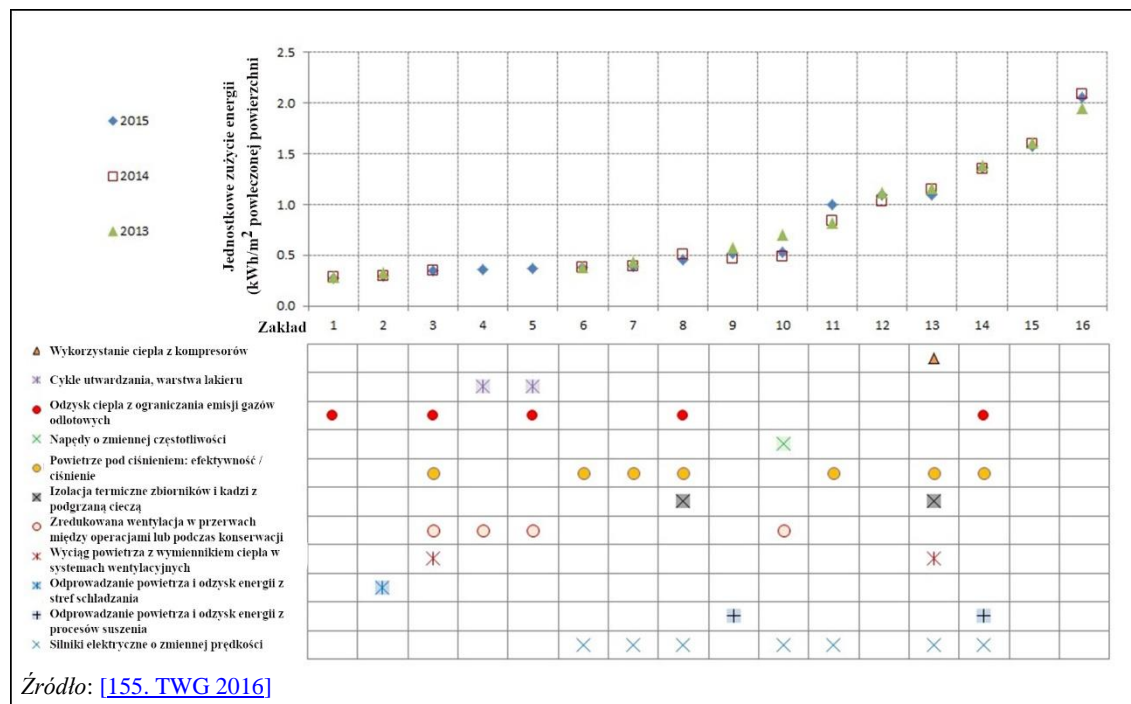
10.3.1.3. Energia

[155. TWG 2016]

Gaz ziemny i energia elektryczna są głównymi źródłami energii w instalacjach do produkcji opakowań metalowych. Znaczna część całkowitego zużycia energii jest przeznaczana na odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych.

Szacuje się, że od 30 do 50 % całkowitego zużycia energii elektrycznej przypada na odprowadzanie i przetwarzanie gazu, podczas gdy większość zużytego gazu ziemnego (do 80 %) wykorzystuje się do termicznego przetwarzania gazów odlotowych.

Podane wartości jednostkowego zużycia energii przedstawiono na Ilustracji 10.11.



Źródło: [155. TWG 2016]

Ilustracja 10-11 Wartości jednostkowego zużycia energii wyrażone w kWh na m² powłeczonyj powierzchni w latach 2013-2015.

Wszystkie zakłady zgłosiły wartości jednostkowego zużycia energii poniżej 2 kWh/m². Nie stwierdzono znaczących różnic w jednostkowym zużyciu energii w zależności od rodzaju wytwarzanego produktu.

Główne zgłoszone techniki oszczędzania energii to:

- odprowadzanie powietrza i odzysk energii z procesów suszenia; według danych liczbowych roczne oszczędności wynoszą około 110 000 EUR;
- wyciąg powietrza z wymiennikiem ciepła w systemach wentylacyjnych;
- odprowadzanie powietrza i odzysk energii z strefy schładzania;

- powietrze pod ciśnieniem: efektywność/ciśnienie: zastosowanie niższej wartości ciśnienia oraz zastąpienie systemów pneumatycznych elektrycznymi systemami sterowania;
- zredukowana wentylacja w przerwach między operacjami (bieg jałowy) lub podczas konserwacji;
- izolacja termiczna zbiorników i kadzi z podgrzanyymi cieczami;
- odzysk ciepła z przetwarzania gazów odlotowych;
- scentralizowane oczyszczanie gazów odlotowych za pomocą napędów o zmiennej częstotliwości;
- oszczędność ciepła w utleniaczu podczas okresów postoju;
- optymalizacja cykli utwardzania oraz wagi lakieru.

10.3.2. Emisje

[155. TWG 2016]

Skróty stosowane do określenia danych dotyczących emisji z instalacji do produkcji opakowań metalowych przedstawiono w Tabeli 10.4.

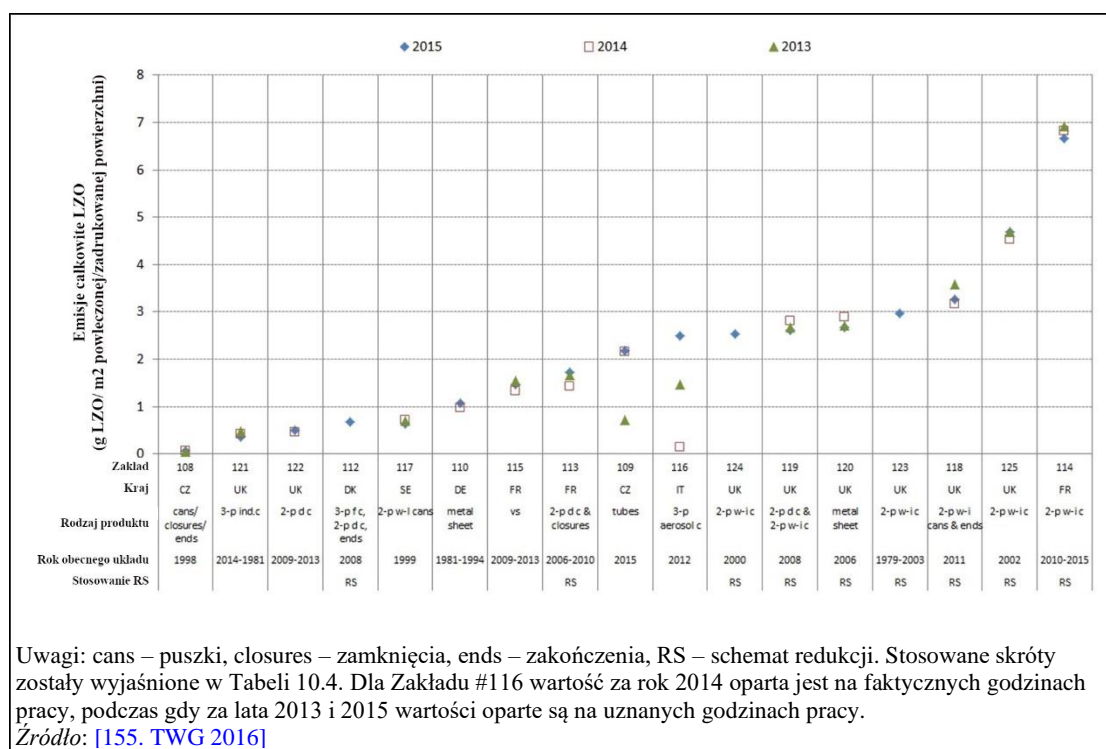
Tabela 10-4 Skróty stosowane w niniejszym rozdziale.

Skrót	Znaczenie
2-p d c	2-częściowe puszki przeciągane
2-p w-i c	2-częściowe puszki ze zgrzewanymi ściankami
3-p aerosol c	3-częściowe puszki do aerozoli
3-p f c	3-częściowe puszki na żywność
3-p ind. c	3-częściowe pojemniki do zastosowań przemysłowych
vs	Lakierowane arkusze
RS	Instalacja realizuje plan redukcji zużycia rozpuszczalników zgodnie z przepisami Części 5 Załącznika VII Dyrektywy IED.

10.3.2.1. Emisje całkowite LZO

Ilustracja 10.12 przedstawia przegląd zgłoszonych danych dotyczących emisji całkowitych LZO wyrażonych w g LZO na m² powierzchni powleczonej/zadrukowanej dla instalacji produkujących różne rodzaje produktów (głównie 2-częściowe puszki przeciągane, 2-częściowe puszki ze zgrzewanymi ściankami, zakrętki oraz zamknięcia).

Warto zauważyć, że znaczna część instalacji w tym sektorze stosuje schemat redukcji rozpuszczalników zgodnie z przepisami Dyrektywy IED Załącznik VII, Część 5.



Ilustracja 10-12 Emisje całkowite LZO wyrażone w g LZO na m² powierzchni powleczonej/zadrukowanej w latach 2013-2015.

Wybrane podstawowe dane statystyczne dotyczące emisji całkowitej LZO przedstawiono w Tabeli 10.5.

Tabela 10-5 Parametry statystyczne emisji całkowitej LZO wyrażonej w g LZO na m² powierzchni powleczanej/zadrukowanej w latach 2013-2015.

Parametr	2015	2014	2013	Średnia (2013-2015)
Średnia	2.15	2.00	2.27	2.07
Mediana	2.18	1.38	1.61	1.61
Percentyl 25	0.68	0.52	0.72	0.68
Percentyl 75	2.68	2.88	2.93	2.76

Źródło: [155. TWG 2016]

Dodatkowe zanonimizowane dane (bez żadnych informacji uzupełniających) zgłoszone przez odpowiedni sektor przemysłu i dotyczące emisji całkowitych LZO w zależności od rodzaju produktu a także zastosowanej techniki redukcji przedstawiono w Tabeli 10.6.

Tabela 10-6 Całkowite wartości emisji LZO (g LZO na m² powierzchni pokrytej powłoką) zgłoszone przez branżę.

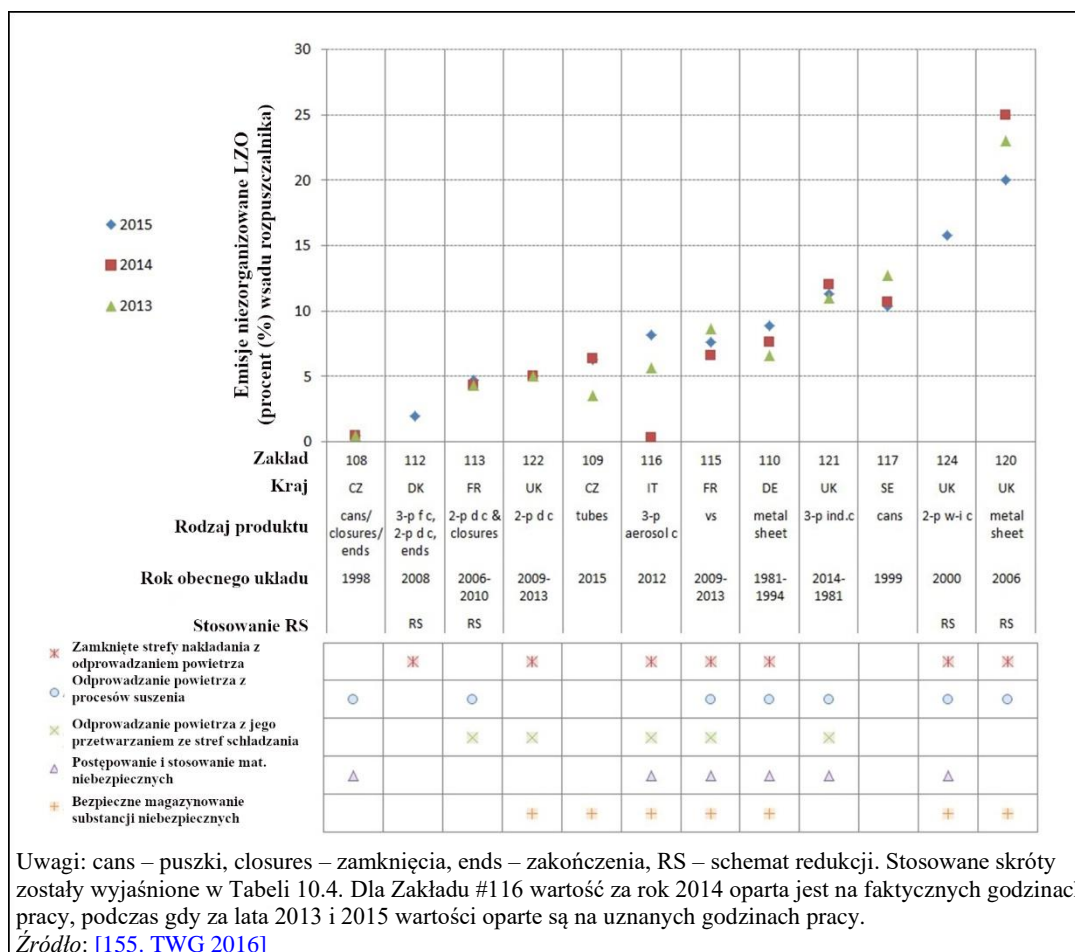
Emisje jednostkowe (g LZO/m ² powleczonego obszaru)	Podłoże	Produkcja	Redukcja LZO
< 1	Stal / aluminium	<ul style="list-style-type: none"> DWI Powlekanie i drukowanie na arkuszach 	Całkowite przetwarzanie wyłapanych LZO
1-3	Stal	<ul style="list-style-type: none"> DWI Produkcja obejmująca więcej niż jedną technologię (powlekanie i drukowanie na arkuszach, produkcja 3-częściowych puszek, produkcja zakończeń, DWI) 	Częściowe przetwarzanie wyłapanych LZO

2-4	Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> DWI Monoblok 	Brak redukcji (schematu redukcji)
5-10*	Stal	<ul style="list-style-type: none"> DWI Powlekanie i drukowanie na arkuszach 	Brak redukcji (schematu redukcji)

* Emisje jednostkowe mogą być wyższe w sektorach, w których obowiązują specjalne wymagania dotyczące składu lakieru.
 Źródło: [172. MPE 2017]

10.3.2.2. Emisje niezorganizowane LZO

Gazy odlotowe z maszyn drukarskich, urządzeń do powlekania i suszarek są najczęściej odprowadzane i przetwarzane w systemach regeneracyjnego dopalania termicznego. Ponadto, zastosowanie technik związanych z magazynowaniem rozpuszczalnika i jego obsługą oraz zapobieganie nieplanowanemu uwolnieniu powoduje, że w większości przypadków emisje niezorganizowane są niższe niż 12 % wsadu rozpuszczalnika (zob. Ilustracja 10.13).



Uwagi: cans – puszki, closures – zamknięcia, ends – zakończenia, RS – schemat redukcji. Stosowane skróty zostały wyjaśnione w Tabeli 10.4. Dla Zakładu #116 wartość za rok 2014 oparta jest na faktycznych godzinach pracy, podczas gdy za lata 2013 i 2015 wartości oparte są na uznanych godzinach pracy.

Źródło: [155. TWG 2016]

Ilustracja 10-13 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Główne techniki ograniczania emisji niezorganizowanych LZO to:

- bezpieczne magazynowanie rozpuszczalników oraz stosowanie środków zapobiegających ich nieplanowanemu uwolnieniu;
- postępowanie i stosowanie materiałów niebezpiecznych;
- odprowadzanie powietrza z procesów suszenia;

- odprowadzanie powietrza z jego przetwarzaniem ze stref schładzania;
- zamknięte (hermetyczne) strefy nakładania z odprowadzaniem powietrza.

10.3.2.3. Emisje TVOC w gazach odlotowych

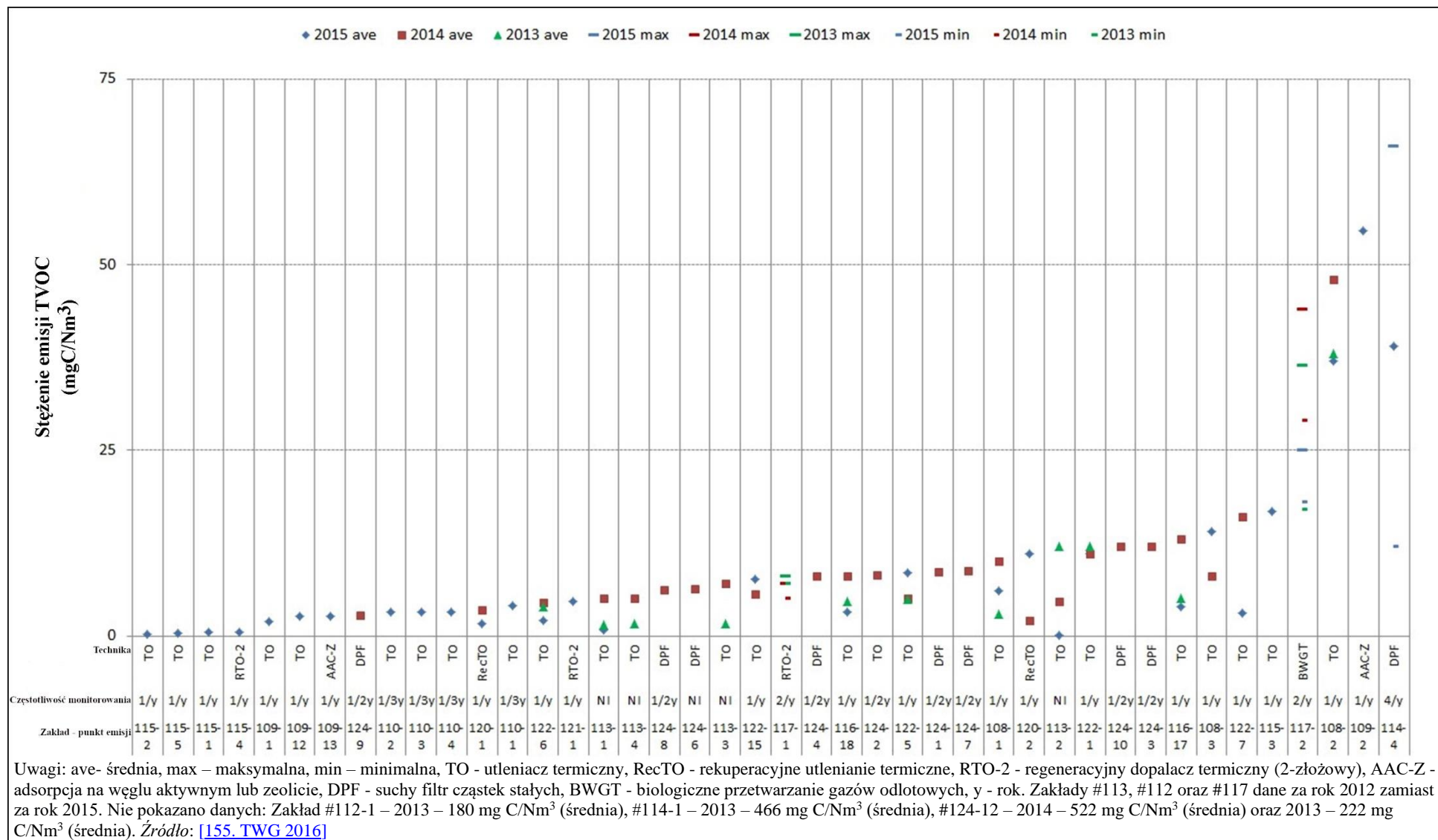
Generalnie, wartości emisji TVOC w gazach odlotowych poniżej 20 mg/Nm³ osiągane są w zależności od źródła emisji (procesu), zastosowanej techniki redukcji oraz stężenia (gazu odlotowego) na wejściu. Zgłaszane poziomy emisji TVOC w gazach odlotowych, wyrażone w mg C/Nm³, przedstawiono na Ilustracji 10.14.

Większość zgłoszonych danych odnosi się do częstotliwości monitorowania raz na rok, w kilku przypadkach monitorowanie odbywa się co 6 miesięcy, a w jednym przypadku częstotliwość monitorowania wynosi raz na 5 lat. Podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych przedstawiono w Tabeli 10.7.

Tabela 10-7 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Stosowana technika	2015				2014				2013			
	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.
		mg C/Nm ³				mg C/Nm ³				mg C/Nm ³		
TO	22	6.1	37.0	0.1	15	10.6	48.0	4.5	12	22.4	180.0	1.5
RecTO	2	6.4	11.1	1.6	2	2.8	3.5	2.1	NA	NA	NA	NA
RTO-2	3	3.7	6.0	0.6	1	6.0	NA	NA	1	7.5	NA	NA
AAC-Z	2	28.6	54.5	2.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DPF	1	39.0	NA	NA	9	65.2	522.0	2.8	1	222.0	NA	NA
BWGT	1	21.5	NA	NA	1	21.5	NA	NA	1	28.0	NA	NA
NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	466.0	NA	NA

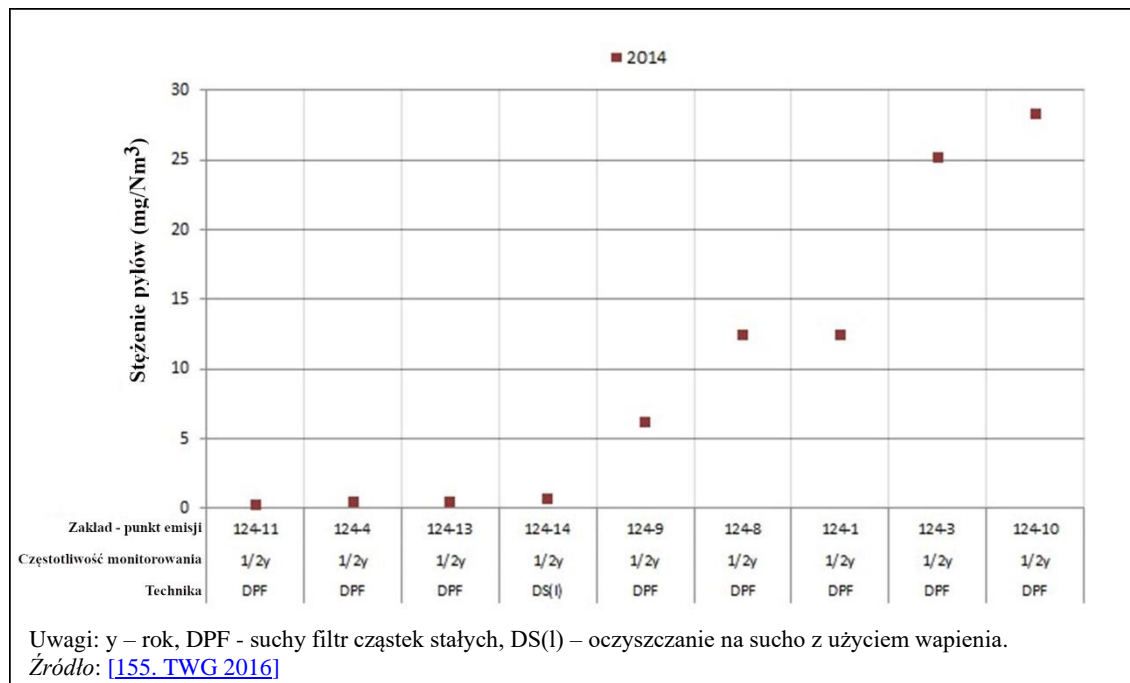
Uwagi: TO - utleniacz termiczny, RecTO – rekuperacyjny dopalacz termiczny termiczne, RTO-2 - regeneracyjny dopalacz termiczny (2-złożowy), AAC-Z - adsorpcja na węglu aktywnym lub zeolicie, DPF - suchy filtr cząstek stałych, BWGT – oczyszczanie biologiczne gazów odlotowych, NA - dane niedostępne / nie dotyczy, NI - brak informacji.
 Źródło: [155. TWG 2016]



Ilustracja 10-14 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

10.3.2.4. Emisje pyłów w gazach odlotowych

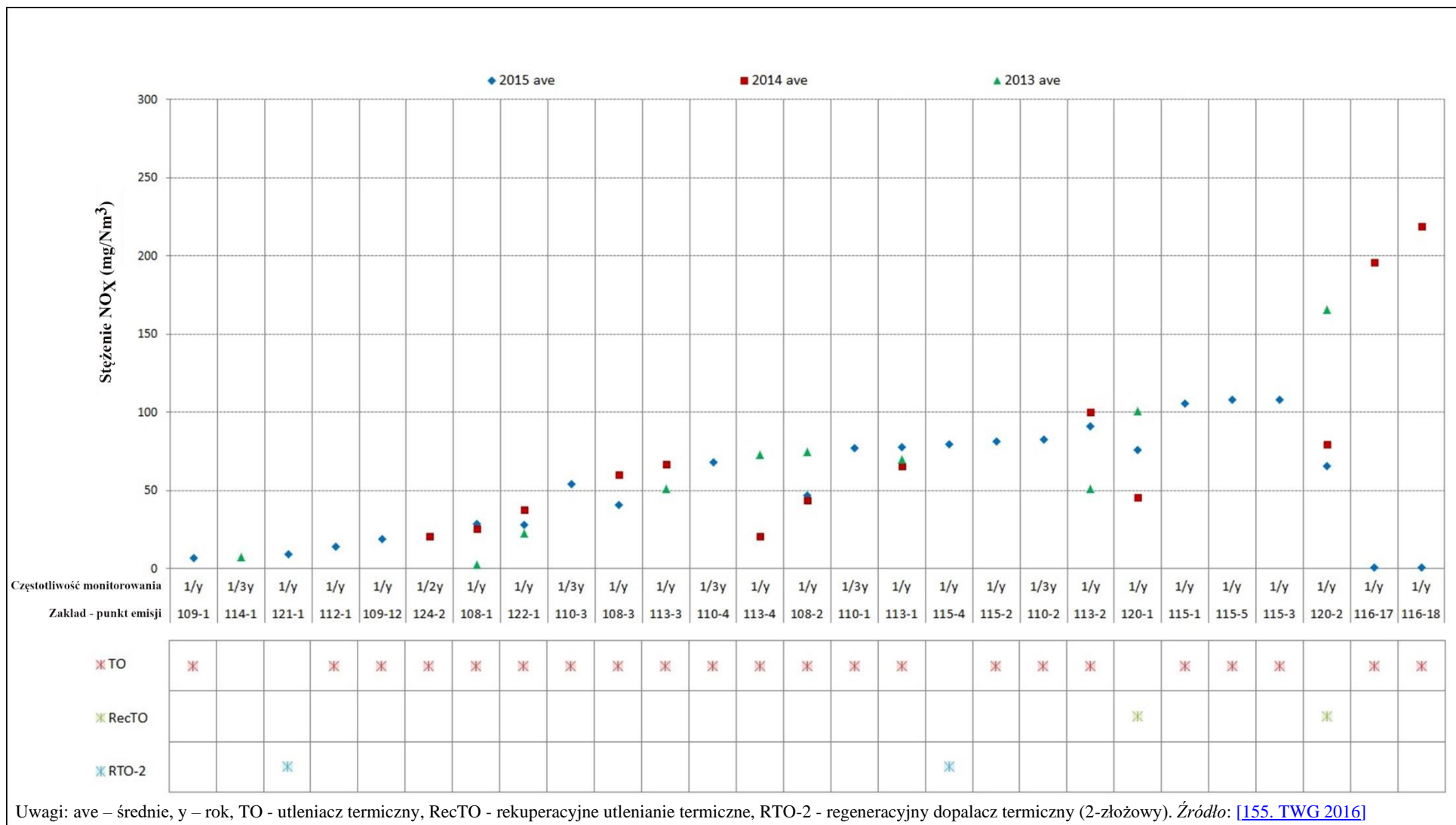
Zgłoszone poziomy emisji pyłów w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracji 10.15. Przedstawione dane odnoszą się do różnych punktów emisyjnych jednego tylko zakładu, w którym częstotliwość monitorowania wynosi raz na dwa lata.



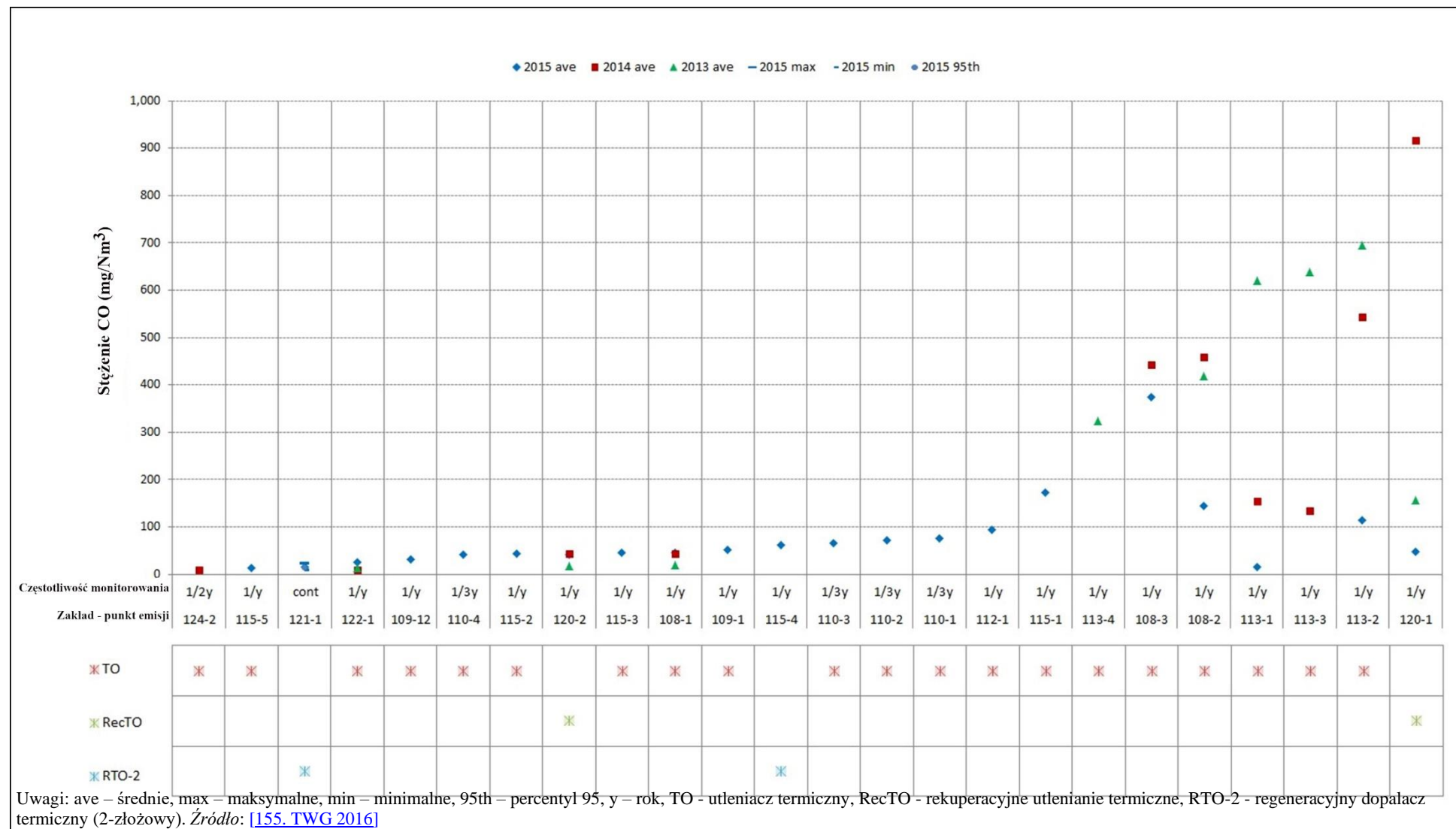
Ilustracja 10-15 Emisje pyłów w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) - wartości średnie w latach 2013-2015.

10.3.2.5. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) wynikają z termicznego przetwarzania gazów odlotowych zawierających LZO. Zgłoszone wartości emisji tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracjach 10.16 i 10.17. Zgłoszona częstotliwość monitorowania waha się od jednego razu na rok do raz na 3 lata.



Ilustracja 10-16 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.



Ilustracja 10-17 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

10.3.2.6. Emisje do wody

[155. TWG 2016]

Dane dotyczące emisji w ściekach zostały dostarczone tylko dla trzech zakładów. Dwa z nich odprowadzają ścieki do kanalizacji z dalszym oczyszczaniem, a trzeci odprowadza je bezpośrednio do przyjmującego zbiornika wodnego po zmieszaniu z oczyszczonymi strumieniami ścieków pochodzącymi z innych rodzajów działalności.

Zgłoszone poziomy/ zakresy stężeń zanieczyszczeń:

- ChZT: 293 mg/l (wartość maksymalna dla monitorowania dobowego, percentyl 95: 191 mg/l, zrzut bezpośredni);
- TSS: 20 mg/l (maksymalna wartość dla monitorowania dobowego, zrzut bezpośredni);
- Zn: 0.02-0.091 mg/l;
- Cr_{total}: 0.01075 < 0.046 mg/l;
- F-: 6.1-31 mg/l (wartości maksymalne dla dwóch zakładów, zrzut bezpośredni i pośredni);
- AOX: 0.037-0.795 mg/l (maksymalne wartości dla dwóch zakładów, zrzut bezpośredni i pośredni);
- Al: 0.75 mg/l.

Informacje o stosowanych technikach przetwarzania ścieków - zob. sekcja 10.4.6.

10.3.2.7. Wytwarzanie odpadów

[155. TWG 2016]

Wytwarzanie odpadów z powlekania i drukowania 2-częściowych puszek

Główne zgłoszone strumienie odpadów związane są z:

- odpadami tuszy, lakierów;
- odpadami związanymi z czynnościami oczyszczania, takimi jak: sorbenty, materiały filtracyjne, ściereczki/szmatki do czyszczenia;
- osadami z farb i lakierów;
- osadami z przetwarzania ścieków;
- pustymi pojemnikami oraz innymi zanieczyszczonymi opakowaniami;
- pozostałościami oleju i odpadami z separatorów oleju.

Zgłoszone wartości dla głównych kategorii odpadów przedstawiono w Tabeli 10.8.

Tabela 10-8 Zgłoszone wartości wytwarzanych odpadów głównych i ich strumieni dla instalacji powlekania 2-częściowych puszek.

Rodzaj odpadów	Ilość wytworzonych odpadów (g odpadów na m ² powleczonej powierzchni)
Osady z farb i lakierów	0.16
Lakiery i smary	0.22
Tusze, farby i lakiery	0.30

Absorbenty, materiały filtracyjne, ściereczki do czyszczenia	0.21-5.1
Inne rozpuszczalniki oraz ich mieszaniny	0.5-1.8
Puste pojemniki oraz inne zanieczyszczone opakowania	5.4
<i>Źródło:</i> [155. TWG 2016]	

10.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania i drukowania opakowań metalowych

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych. W Tabeli 10.9 przedstawiono ogólne techniki istotne dla powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych, które zostały opisane w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 10-9 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

10.4.1. Techniki oparte na materiałach

10.4.1.1. Powłoki na bazie wody i stosowane tusze

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2.

Korzyści dla środowiska

Zredukowane emisje LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Powietrze odprowadzane z natrysku oraz suszarek jest zazwyczaj przetwarzane. Powłoki zastępcze są dostępne głównie w procesach powlekania puszek produkowanych metodą DWI.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Przejsięcie na systemy powlekania i farby na bazie wody oznacza zwiększone zużycie energii (a zatem i emisję CO₂) w suszarkach i utleniaczach termicznych. Jednakże, jeżeli redukcja emisji LZO jest wystarczająca i można uniknąć stosowania utleniacza, zużycie energii może być takie samo lub mniejsze (zob. ECM REF, Załącznik 14 dotyczący druku na bazie wody).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Powłokami na bazie wody (np. lakierami) powleka się głównie puszek aluminiowe.

Przykładowe zakłady

Zakłady #123, #116, #118, #119, #113, #117 i #124 (natrysk powierzchni wewnętrznych, powłoka bazowa) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[34. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[50. COM 2006\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.1.2. Systemy powlekania na bazie wody oraz mieszanki w produkcji opakowań metalowych z wykorzystaniem arkuszy

Niniejsza sekcja zawiera informacje na temat 3-częściowych puszek, jak również innych opakowań metalowych, które nie są wykonywane metodą DWI.

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2.

Szczegóły techniczne

Systemy powlekania na bazie wody/rozpuszczalnika mają zastosowanie do następujących rodzajów opakowań metalowych:

- 3-częściowe puszki na żywność, napoje, aerozole oraz produkty specjalne;
- 3-częściowe puszki spawane z ochroną pasa bocznego (spawu); na spaw mogą być nakładane powłoki na bazie wody;
- zakończenia, kapsle, wieczka i zamknięcia do 3-częściowych puszek, słoików i butelek;
- 2-częściowe puszki nie produkowane metodą DWI.

Korzyści dla środowiska

- Redukcja emisji rozpuszczalników organicznych.
- Zmniejszone ryzyko dla zdrowia i bezpieczeństwa operatorów maszyn powlekających dzięki mniejszemu narażeniu na działanie rozpuszczalników.
- Mniejsze ryzyko pożaru i wybuchu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Powietrze odprowadzane z procesu powlekania i suszarki jest z reguły przetwarzane. Materiały powlekające na bazie wody muszą być przechowywane w miejscu zabezpieczonym przed mrozem.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Zwiększona częstotliwość czyszczenia maszyn oraz wydłużony czas przestojów.
- Zwiększona ilość osadów w systemie odprowadzania (kondensat i żywica). Wymaga zastosowania pieców do suszenia termicznego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Często dostępne i stosowane są związki na bazie wody. Aplikacje mokre na suche (wet-on-dry) podlegają jedynie parametrom jakościowym. Technika ta jest stosowana do metalowych elementów opakowań, kapsli oraz zamknięć.

Ekonomika

Pompy procesowe i orurowanie muszą być wykonane z wysokiej jakości stali. Zwiększają się koszty konserwacji w związku ze zużyciem łopatek zgarniających a także koszty czyszczenia

instalacji odprowadzającej powietrze. Konieczne są inwestycje w piece suszące i wysokiej jakości systemy rur dystrybucyjnych.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja emisji LZO.

Przykładowe zakłady

Ardagh Hoogeveen i Ardagh Deventer - oba w Holandii. Zakład #113 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.1.3. Powlekanie proszkowe (metodą natrysku) pasów bocznych

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.6.

Korzyści dla środowiska

Brak emisji rozpuszczalników organicznych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Konieczna jest elektrostatyczna kontrola natrysku.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Masa warstwy jest zazwyczaj 10 razy większa niż masa potrzebna do płynnego powleczenia paska bocznego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest stosowana w produkcji opakowań metalowych w technologii arkuszowej do zabezpieczania wewnętrznej strony pasów bocznych puszek (spawów, zgrzewek) przeznaczonych do napełniania agresywnymi substancjami. Powłoki proszkowe mogą być nakładane na zgrzewy i nazywane są „paskami bocznymi”. Powłoki proszkowe stosowane są do ochrony paska bocznego 3-częściowych puszek spawanych.

Ekonomika

Koszty aplikacji lakierów proszkowych są wyższe niż lakierów w postaci płynnej.

Przykładowe zakłady

Zakłady #112 (powlekanie proszkowe pasów bocznych) i #121 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.1.4. Powłoki utwardzane promieniami UV (lakiery i tusze).

Opis

Zob. sekcja 17.7.2.3. Zob. również sekcja 10.4.4.1 dotycząca techniki utwardzania promieniami UV dla opakowań metalowych.

Szczegóły techniczne

Tusze utwardzane promieniami UV stosuje się do szerokiej gamy produktów: aerozoli, puszek na żywność, pojemników ogólnego przeznaczenia, zamknięć oraz kapsli. lakiery utwardzane

promieniami UV są również stosowane do aerozoli, puszek na żywność oraz niektórych pojemników ogólnego zastosowania.

Korzyści dla środowiska

- Brak emisji rozpuszczalników organicznych.
- Brak pieców do utwardzania termicznego i związane z tym konsekwencje energetyczne i emisyjne.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Należy zachować ostrożność przy stosowaniu materiałów utwardzanych promieniami UV, w tym ich przydatności do każdego produktu wypełniającego pojemnik.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Emisja ozonu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie do 3-częściowych puszek, jak również innych opakowań metalowych, które nie są wytwarzane metodą DWI.

Zastosowanie tuszy utwardzanych promieniami UV do opakowań metalowych wzrosło w branży innej niż spożywcza i jest powszechnie stosowane w produkcji opakowań metalowych opartej na technologii arkuszowej (użyciu arkuszy blachy). Utwardzanie w lampie UV zastępuje konwencjonalne piece do suszenia termicznego. Zastosowania lakierów utwardzanych promieniami UV są mocno ograniczone przez standardy związane z elastycznością oraz odpornością na ścieranie.

Przykładowe zakłady

Zakłady #112, #121, #122, #123, #116, #118, #119, #114, #120 (w druku stosował tylko farby utwardzane promieniami UV), #117 i #124 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.2. Nakładanie powłok oraz tuszy

10.4.2.1. Powlekanie wałkami

Opis

Powłoka jest nakładana z obracającego się wałka gumowego na płaskie (arkusze lub zwoje) lub cylindryczne (puszki) podłoże. Grubość powłoki można regulować poprzez zmianę nacisku pomiędzy wałkiem a podłożem. W produkcji opakowań metalowych, powlekarki z wałkami są stosowane do arkuszy powlekanych z obu stron w różnych przebiegach, do puszek na napoje oraz do zewnętrznej strony monoblokowych puszek na aerozole (zob. także sekcja 17.7.3.1).

Szczegóły techniczne

Zespół stalowych wałków podaje powłokę na wałek gumowy. Gdy wałki gumowe obracają się w tym samym kierunku co arkusz, można uzyskać masę mokrej powłoki do 3035 mikronów. Współcześnie wałek gumowy może być również zasilany przez pojedynczy wałek stalowy typu anilox (struktura komórkowa) w połączeniu z rakłą. Nakładanie na arkusze blachy wymaga również stalowego wałka podpierającego podłoże. Aplikacja na arkusze wiąże się także z obecnością szczeliny pomiędzy poszczególnymi podawanymi arkuszami, co powoduje

powstawanie zanieczyszczeń na wałku podpierającym, które muszą być usuwane przez system zgarniaczy.

W przypadku nakładania na arkusze można stosować tylko lakiery o określonej lepkości, w przeciwieństwie do nakładania na wałek przeciwbieżny, jak to ma miejsce w przypadku zwojów. Urządzenia do powlekania wałkami są zazwyczaj połączone z etapem utwardzania/suszenia w piecu termicznym i/lub promieniami UV, ponieważ arkusze są bezpośrednio układane w stosy.

Powlekanie powierzchni cylindrycznych wymaga dużej prędkości obrotowej wałka aplikującego, co prowadzi do zamglenia mokrego lakieru. W związku z tym konieczne jest częste czyszczenie maszyny. Metalowe części wałków mające kontakt z powłoką są czyszczone w maszynie czyszczącej pracującej na bazie wody z detergentami. Wałki gumowe są czyszczone ręcznie przy użyciu delikatnego rozpuszczalnika.

Najczęściej stosowane materiały to guma na bazie EPDM (monomer etylenowo-propylenowodienowy), gumi butylowej i poliuretanu. Wybór zależy od wielu czynników.

Korzyści dla środowiska

Wprowadzenie aniloksów (wałków rastrowych) zmniejsza ilość nakładanego lakieru ze względu na lepsze parametry produkcyjne oraz możliwość lakierowania punktowego.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Efektywność to prawie 100 %. Urządzenia do powlekania są zwykle wyposażone w odprowadzenie powietrza, aby zminimalizować emisję LZO ze względów zdrowotnych i bezpieczeństwa. Wszystkie rozpuszczalniki są odciągane w piecu i mogą być następnie poddane przetworzeniu.

Stosowane powłoki mogą być rozcieńczane celem uzyskania dobrej lepkości, jednak coraz więcej powłok dostępnych jest w postaci gotowej do użycia.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do czyszczenia urządzenia do powlekania wałków stosuje się rozpuszczalniki. Jednak obecnie często do części urządzenia mającego kontakt z powłoką stosuje się maszyny czyszczące.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Powlekarki z wałkami do opakowań metalowych mogą być stosowane do wszystkich rodzajów powłok, w tym powłok na bazie wody czy utwardzanych promieniami UV.

W niektórych przypadkach stosuje się system aniloksów (wałków rastrowych) w celu poprawy nakładania powłoki na podłoże. Możliwa jest również obróbka wstępna powierzchni, gdy jest ona umieszczona pomiędzy wałkiem podającym a wałkiem powlekającym linii (np. obróbka płomieniowa).

Ekonomika

Powlekarka z wałkami nie jest samodzielnym urządzeniem, lecz częścią linii produkcyjnej obejmującej piec, urządzenia do transportu arkuszy lub puszek przez piec oraz wałki powlekające.

Potrzebne są dodatkowe urządzenia procesowe, co sprawia, że linia taka jest dość droga.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma prawie 100 % skuteczność powlekania na arkuszach. W większości przypadków wymagana masa powłoki jest osiągnięta w jednym przejściu. Ponadto, technika ta zapewnia elastyczność, gdyż można zastosować każdy rodzaj lakieru potrzebny do operacji na trzech elementach. Powlekanie zakończeń jest możliwe dzięki powlekaniu punktowemu, a w przypadku aplikacji korpusu można wykonać powlekarkę z wałkami marginesy spawalnicze na arkuszu.

Przykładowe zakłady

Zakłady #121, #112, #108, #122, #123, #118, #119, #114, #120, #117 i #124 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[189. MPE 2017\]](#)

10.4.2.2. Elektrostatycznie wspomagane rozpylanie pneumatyczne lub natryskiwanie *airless*

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.12.

Korzyści dla środowiska

Wydajność natrysku powierzchni wewnętrznych wynosi od 93 do 97 % przy produkcji 2-częściowej puszką metodą DWI.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Mgła lakiernicza jest zwykle oddzielana poprzez zastosowanie systemu filtrów suchych. Nie jest ona ponownie wykorzystywana czy też poddawana recyklingowi.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie odpadów w przypadku stosowania filtracji suchej.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Natrysk sprężonym powietrzem jest powszechnie stosowany do nakładania powłok wewnętrznych przy produkcji 2-częściowych puszek metodą DWI oraz przy produkcji opakowań metalowych w oparciu o technologię podawania arkuszy.

Ekonomika

Minimalizacja zużycia lakieru poprzez ukierunkowane nakładanie.

Siła napędowa wdrażania

Korzyści środowiskowe i ekonomiczne.

Przykładowe zakłady

Zakład #108 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[34. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.2.3. Natrysk *airless* wspomagany powietrzem

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.8. Paski boczne mogą być nakładane za pomocą pistoletów natryskowych *airless* wspomaganych powietrzem. Do nakładania powłoki na powierzchnie wewnętrzne również stosuje się natrysk *airless* wspomagany powietrzem (elektryczny).

Korzyści dla środowiska

Wydajność aplikacji w przypadku natrysku na powierzchnie wewnętrzne wynosi 90 % przy produkcji 2-częściowych puszek metodą DWI. Zużycie lakieru jest zminimalizowane dzięki ukierunkowaniu nakładania.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie odpadów w przypadku filtrowania na sucho.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Mgła lakiernicza jest zwykle oddzielana poprzez zastosowanie systemu filtrów suchych. Nie jest ona ponownie wykorzystywana czy też poddawana recyklingowi.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Natrysk *airless* jest powszechnie stosowany do nakładania powłok wewnętrznych przy produkcji 2-częściowych puszek metodą DWI oraz przy produkcji opakowań metalowych w oparciu o technologię podawania arkuszy.

Ekonomika

Wysoka wydajność aplikacji oraz niższe zużycie surowców, zob. „Siła napędowa wdrażania” poniżej.

Siła napędowa wdrażania

Technika redukuje emisje do powietrza i jest efektywna kosztowo.

Przykładowe zakłady

Zakłady #123 i #124 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[34. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.2.4. Ciekłe nakładanie paska bocznego

Niniejsza sekcja zawiera informacje dotyczące wyłącznie puszek 3-częściowych.

Opis

Lakierowany pasek boczny jest nakładany na zewnętrzne i wewnętrzne powierzchnie zgrzanego obszaru cylindra puszki. Masa warstwy na typową puszkę wynosi około 0.02 g/puszkę, a rodzaj lakieru jest dobierany w zależności od agresywności produktów, do których puszka będzie użyta. Materiały na bazie wody są dostępne dla puszek do wybranych produktów po przejściu rozszerzonych testów kwalifikacyjnych opakowań (zob. przykładowe zakłady poniżej).

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Lakier na bazie wody mogą być stosowane przy użyciu standardowych urządzeń do paskowania bocznego.
- Zmniejszone ryzyko dla zdrowia i bezpieczeństwa operatorów maszyn powlekających dzięki mniejszemu narażeniu na działanie rozpuszczalników.
- Mniejsze ryzyko pożaru i wybuchu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Materiały na bazie wody nie nadają się do powlekania wewnętrznej strony puszek przeznaczonych na produkty agresywne.

Ekonomika

Koszt techniki na bazie wody i na bazie rozpuszczalników jest mniej więcej taki sam.

Przykładowe zakłady

Zakłady #112 (projekt zastąpienia lakieru na bazie rozpuszczalnika lakierem na bazie wody), #121, #116 (WB) i #120 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.2.5. Powlekanie kurtyną

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.4.

Szczegóły techniczne

Jest to technika powlekania stosowana do ochrony antykorozyjnej powierzchni zewnętrznych puszek produkowanych metodą DWI i przeznaczonych na produkty spożywcze, gdzie wymagane jest gładkie (niedekoracyjne) wykończenie ochronne. Powłoka zazwyczaj zawiera także środek smarujący, aby ułatwić poruszanie się puszki podczas późniejszej produkcji oraz napełniania. Powłoka jest nakładana z pomocą dostarczania w dużych ilościach uprzednio oczyszczonych, opłukanych oraz odwróconych (dnem do góry) puszek za pomocą szerokiego przenośnika taśmowego, przesuwającego się pod pojedynczymi lub wielokrotnymi kaskadami lub kurtynami rozcieńczonej powłoki tzw. „*wash coat*” na bazie wody. Nadmiar mokrej powłoki spływa z puszek do systemu wychwytywania i recyrkulacji, po czym puszka natychmiast trafia do pieca celem odparowania ciekłego nośnika oraz utwardzenia pozostałych substancji stałych tworzących warstwę ochronną. Powlekarka kurtynowa jest zwykle konstruowana jako integralna część ogólnego urządzenia do czyszczenia, płukania i suszenia puszek. Ciągły napływ dejonizowanej wody z wcześniejszego procesu płukania puszek powoduje rozcieńczenie tzw. *wash coat* w systemie. W związku z tym jest on ponownie zagęszczany poprzez ultrafiltrację i/lub okresowe dodawanie zagęszczonego *wash coat*. Stosowany *wash coat* jest głównie na bazie wody, choć z niewielką zawartością LZO, aby zwiększyć zwilżalność powierzchni puszki.

Korzyści dla środowiska

Stosowanie materiałów powlekających na bazie wody minimalizuje zawartość rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Jeśli puszki nie mają być dekorowane, jak ma to zwykle miejsce w przypadku puszek na żywność, wówczas na powierzchnię zewnętrzną odwróconej puszki nakładana jest przezroczysta powłoka ochronna za pomocą urządzenia do powlekania kurtyną. Systemy powlekania kurtyną zawierają system wychwytywania i recyrkulacji w obiegu zamkniętym.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta zapewnia puszkom na żywność ochronę powierzchni zewnętrznej. Jest stosowana w produkcji 2-częściowych puszek produkowanych metodą tłoczenia i przeciągania (DWI).

Ekonomika

Optymalizacja zużycia materiałów.

Siła napędowa wdrażania

Korzyści środowiskowe i ekonomiczne.

Literatura źródłowa

[\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#)

10.4.3. Drukowanie

10.4.3.1. Litografia (mokry offset) dla technologii wykorzystującej arkusze

Niniejsza sekcja zawiera informacje na temat 3-częściowych puszek, jak również innych opakowań metalowych, które nie są produkowane metodą DWI.

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 10.2. Nowoczesne litograficzne maszyny drukarskie są w stanie osiągnąć prędkość ponad 6 000 arkuszy na godzinę. Liczba stosowanych kolorów drukarskich uzależniona jest od projektu, np.:

- pojemniki na mleko w proszku mogą mieć 10/11 kolorów;
- pojemniki metalowe do celów promocji mogą mieć 13/14 kolorów.

Korzyści dla środowiska

Tusze stosowane w procesach litograficznych zawierają zazwyczaj mniej niż 10 % rozpuszczalnika organicznego, co skutkuje niską emisją LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Linie drukujące składają się z jednego do sześciu zespołów drukujących i mogą nakładać kolejno od jednego do sześciu kolorów. Niektóre wzory uzyskuje się za pomocą czterokolorowego zestawu technologicznego, podczas gdy inne za pomocą sześciokolorowego zestawu heksachromowego. Jednak duża część wzorów jest nadal wykonywana przy użyciu kolorów spotowych (tj. kolorów farby dopasowanych do konkretnego odcienia, aby spełnić wymagania klienta dotyczące wzoru).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Rozpuszczalniki organiczne są zazwyczaj odprowadzane z pieców suszących bezpośrednio do powietrza.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technologia powszechnie stosowana w branży druku opakowań z blachy płaskiej.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana. Zakłady #112 (farby utwardzane promieniami UV), #121 i #120 (linie do powlekania arkuszy płaskich) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.3.2. Litografia bezwodna

Opis

Zob. sekcja 11.4.2.3.

Offset bezwodny to technika druku offsetowego, w której nie stosuje się separacji woda/olej gwarantującej, że farba pokryje tylko te części płyty, które mają przynieść obraz. Separację uzyskuje się dzięki specjalnym płytom i tuszom. W normalnym offsecie płyta jest hydrofobowa w miejscach przenoszących obraz, a hydrofilowa w pozostałych miejscach. Aby tłuste farby nie przywierały do części nie będących nośnikami obrazu, używa się wody. W offsecie bezwodnym części nie przenoszące obrazu są pokryte powłoką, która daje ten sam efekt. Woda nie jest potrzebna.

Korzyści dla środowiska

Technika ta pozwala na oszczędność zasobów i surowców oraz eliminuje emisję roztworów zwilżających. Skracą się czasy przygotowania do zmiany zdobienia. Aby zmniejszyć zużycie lakieru zewnętrznego, puszka może być bezpośrednio zadrukowana w procesie offsetowym, a następnie pokryta cienką warstwą lakieru (lakier bezbarwny) dla ochrony nadruku.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wymagane jest dodatkowe zużycie energii na chłodzenie instalacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Proces ten jest zwykle stosowany, gdy nie jest możliwy nadruk na produkcie, np. na okrągłych powierzchniach. Przykładem są puszki do napojów, kapsle i wytłaczane tubki aluminiowe. Technika ta może być stosowana w przypadku wybranych opakowań metalowych. W nowych instalacjach, do nanoszenia farby drukarskiej wykorzystywane są wałki grawerujące.

Ekonomika

Dodatkowym kosztem jest chłodzenie prasy. W przypadku istniejących instalacji koszty inwestycyjne są znaczne.

Sila napędowa wdrażania

Zmniejszenie zużycia środków chemicznych poprawia zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [29. UKDEFRA 2003] [38. TWG 2004]

10.4.3.3. Bezwodny offset litograficzny do produkcji tub wytłaczanych z aluminium

Opis

Zob. sekcja 10.4.3.2. Utwardzona powłoka bazowa stanowi podstawę dla późniejszego nadruku, który jest наносzony za pomocą wielokolorowego dekoratora w procesie offsetu bezwodnego.

Korzyści dla środowiska

Dzięki tej technice uzyskuje się oszczędność zasobów i surowców oraz eliminuje emisje związane z roztworami nawilżającymi.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Tusze są ręcznie nakładane łyżką na wałki zbiornikowe, a precyzyjny system wałków dokładnie odmierza każdy kolor osobno na wałek aplikacyjny. Zazwyczaj w dekoratorni znajduje się wyciąg oparów, które są odprowadzane do powietrza po przejściu przez płuczkę ługową.

Literatura źródłowa

[29. UKDEFRA 2003]

10.4.4. Utwardzanie

10.4.4.1. Utwardzanie promieniami ultrafioletowymi (UV) powleczonych opakowań metalowych

Opis

Utwardzanie promieniami UV to proces, w którym światło ultrafioletowe jest wykorzystywane do zainicjowania reakcji fotochemicznej powodującej tworzenie wiązań sieciowych i polimeryzację między żywicami. Zob. sekcja 17.8.5.4.

Szczegóły techniczne

Utwardzanie promieniami UV może być stosowane przy drukowaniu i powlekanii w przemyśle opakowań metalowych. Jego głównym obszarem zastosowania jest zewnętrzna strona puszek, ze względu na ograniczenia dotyczące kontaktu z żywnością. Jest to proces niskotemperaturowy i bezrozpuszczalnikowy. Żywice/monomery o małej masie cząsteczkowej i niskiej lepkości rozpoczynają szybką reakcję chemiczną/sieciowanie. Reakcja ta jest inicjowana przez tworzenie się reaktywnych produktów rozszczepienia tzw. fotoinicjatorów. Proces ten rozpoczyna się, gdy fotoinicjator znajdzie się w kontakcie z promieniowaniem UV o określonej częstotliwości. Różne rodzaje powłok wymagają różnych fotoinicjatorów. Światło UV jest generowane przez lampy z domieszką rtęci, a jego rodzaj zależy od zastosowania końcowego oraz odpowiedniego fotoinicjatora. Zastosowanie końcowe to głównie powierzchnie płaskie, z wyjątkiem powlekania brzegów podstawy puszki do napojów. Chociaż proces nie zawiera rozpuszczalników, ekstrakcja jest nadal konieczna ze względu na tworzenie się ozonu i potrzebę uniknięcia problemów z odorem powodowanych przez stosowane monomery. Produkty rozszczepienia fotoinicjatora są teoretycznie związane z rdzeniem tworzonego polimeru.

Korzyści dla środowiska

Przy utwardzaniu promieniami UV stosuje się lakiery / tusze drukarskie nie zawierające rozpuszczalników (zob. sekcja 17.7.2.3). W połączeniu z niższym zużyciem energii niż przy lakierach termoutwardzalnych, które wymagają dłuższego użycia pieca termicznego, unika się również emisji CO₂.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Systemy utwardzania promieniami UV są często łączone z urządzeniami do powlekania wałkami, które są zazwyczaj używane w produkcji opakowań metalowych. Jednakże, można również znaleźć kombinacje systemów bazujących na aplikacjach UV i konwencjonalnych piecach opalanych gazem. Systemy utwardzania promieniowaniem UV wymagają również mniej miejsca. Lakiery i tusze utwardzane promieniowaniem UV mają ograniczoną przyczepność do metalu i dlatego nie mogą być używane do wszystkich zastosowań.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Gazy odlotowe z nakładania i utwardzania powłok UV będą nadal wymagały odprowadzania ze względów zdrowotnych i bezpieczeństwa głównie z powodu tworzenia się ozonu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Utwardzanie promieniami UV jest obecnie ograniczone tylko do zewnętrznych powierzchni puszek ze względu na restrykcje związane z przepisami dotyczącymi kontaktu z żywnością. Ponadto, bezpośrednia aplikacja na elektrolityczną blachę ocynkowaną jest trudniejsza z powodu ograniczonej przyczepności. Nowe technologie żywic utwardzanych promieniowaniem UV, takich jak utwardzane kationowo, mają mniej ograniczeń dotyczących zapachu i będą miały więcej możliwych zastosowań końcowych niż technologie starsze. Opracowywane są nowe typy

źródeł światła UV, takie jak UV-LED, z mniejszym zużyciem energii, dłuższym czasem życia i lepszą kontrolą utwardzania. Jednakże, ciaśniejszy zakres częstotliwości źródeł światła LED wymaga modyfikacji lakieru przy zmianie z lamp rtęciowych na LED. Obecnie nie ma dostępnych lakierów utwardzanych promieniowaniem UV, które nadawałyby się do aplikacji na szybkoobrotowych wałkach stosowanych do produkcji puszek metodą DWI.

Ekonomika

Koszt zależy w dużej mierze od tego, czy sprzęt do utwardzania promieniami UV jest instalowany w istniejącej czy w nowej linii.

Siła napędowa wdrażania

Niższe zużycie energii, niższe emisje i w typowych przypadkach również względy ekonomiczne.

Przykładowe zakłady

Zakłady #112, #121, #122, #123, #116, #118, #119, #114 i #120 (w druku stosuje tylko farby utwardzane promieniowaniem UV), #117, #124 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[155. TWG 2016] [189. MPE 2017]

10.4.5. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

Dostępne techniki odprowadzania gazów odlotowych oraz minimalizacji emisji niezorganizowanych omówiono w sekcji 17.10.2.

Powszechnie stosuje się odprowadzanie i przetwarzanie powietrza z miejsca nakładania powłoki oraz z pieców suszących/utwardzających.

Najczęściej stosowane są następujące techniki przetwarzania gazów odlotowych:

- utlenianie: utlenianie rekuperacyjne i regeneracyjne, zob. sekcja 17.10.5;
- adsorpcja na węglu aktywnym lub zeolitach, zob. sekcja 17.10.6.2;
- proces suchego odsiarczania, zob. sekcja 17.10.6.3;
- oczyszczanie biologiczne gazów odlotowych, zob. sekcja 17.10.7.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. Szczegółowe informacje znajdują się w sekcji 10.3.2.3.

10.4.6. Przetwarzanie ścieków

Ogólne opisy technik przetwarzania ścieków znajdują się w sekcji 17.11.

10.4.6.1. Koagulacja i flokulacja

Ogólny opis - zob. sekcja 17.11.4.1. Są powszechnie stosowane w przypadku ścieków powstających podczas czyszczenia puszek. Stosuje się go w przypadku puszek produkowanych metodą DWI. W przypadku produkcji puszek stalowych odnotowano stężenie odprowadzanej cyny od < 2 mg/l do maksymalnie 4 mg/l.

Przykładowe zakłady

Zakłady #114 i #117 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

10.4.6.2. Sedymentacja (osadzanie)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.11.4.2.

Przykładowe zakłady

Zakłady #114 i #117 w [\[155. TWG 2016\]](#).

10.4.6.3. Neutralizacja

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.11.1.1.

Przykładowe zakłady

Zakłady #114 i #117 w [\[155. TWG 2016\]](#).

10.4.6.4. Filtracja (ultra- i nanofiltracja oraz odwrócona osmoza)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.11.4.3. Technika ta może być stosowana do ścieków pochodzących z procesów wstępnego oczyszczania w następujących gałęziach przemysłu:

- produkcja 2-częściowych puszek wytwarzanych metodą tłoczenia i przeciągania (DWI);
- produkcja opakowań metalowych w oparciu o dostarczane arkusze blachy;
- produkcja tub wytłaczanych z aluminium.

Przykładowe zakłady

Zakłady #114 i #117 w [\[155. TWG 2016\]](#).

10.4.6.5. Wymiana jonowa

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.11.2.5. Technika ta może być stosowana jako proces oszczędzania wody dla zmniejszenia ilości ścieków.

11. GORĄCY OFFSET ROLOWY

11.1. Ogólne informacje dotyczące gorącego offsetu rolowego (*heatset web offset printing*)

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [78. TWG 2005]

Offset to proces drukowania z wykorzystaniem nośnika obrazu, w którym obszary drukujące i niedrukujące znajdują się na tej samej płaszczyźnie. Obszar niedrukujący jest poddawany obróbce w celu przyciągnięcia wody i odrzucenia w ten sposób tłustej farby drukarskiej. Obszar drukujący jest poddawany obróbce w celu odbierania i przekazywania farby drukarskiej do cylindra pokrytego gumą, a stamtąd na powierzchnię, która ma być zadrukowana. Heatset oznacza gorący proces druku offsetowego, gdzie odparowanie odbywa się w piecu, w którym gorące powietrze jest wykorzystywane do podgrzewania drukowanego materiału. Większość farb offsetowych nie wysycha przez odparowanie, lecz przez utlenianie lub jest wchłaniana przez papier. Wyjątkiem są farby heatsetowe. Są to jedyne w swoim rodzaju farby offsetowe, które schną w dużej mierze przez odparowanie.

Emisje do powietrza pochodzą głównie z rozpuszczalników organicznych zawartych w tuszach. Rozpuszczalniki stosowane w roztworach czyszczących i zwilżających (zwykle izopropanol) są również ważnym źródłem emisji LZO. Rozpuszczalniki usunięte z farb drukarskich w wyniku parowania mogą być odprowadzane w stanie nieprzetworzonym lub zniszczone w wyniku utleniania termicznego. Techniki czyszczenia obejmują zarówno wycieranie sprzętu ściereczką (szmatką) z rozpuszczalnikiem, jak i stosowanie zamkniętych, hermetycznych jednostek czyszczących przeznaczonych do recyklingu rozpuszczalników.

11.2. Stosowane w gorącym offsecie rolowym procesy i techniki

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [78. TWG 2005]

Druk offsetowy jest techniką druku planograficznego, tzn. takiego, w którym obszary obrazu i obszary bez obrazu znajdują się w tej samej płaszczyźnie co nośnik obrazu. Obszary niedrukujące są wolne od tuszu dzięki temu, że są odporne na jego działanie, podczas gdy obszary drukujące są podatne na działanie tuszu. Osiąga się to dzięki temu, że tusz offsetowy bazuje na oleju, zaś obszary niedrukujące utrzymywane są w czystości za pomocą wody lub roztworów na bazie wody, a woda i olej odpychają się wzajemnie. Dodatkami do wody są zazwyczaj alkohol izopropylowy (IPA) lub substytuty/rozszerzenia alkoholu izopropylowego itp. Możliwe jest jednak również drukowanie bez wody, w którym obszary niedrukujące są wolne od farby drukarskiej dzięki powłoce odpychającej farbę [3. IMPEL 2000] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [38. TWG 2004].

Offset, ze względu na swoją wszechstronność, szybkość, jakość i opłacalność osiągniętą dzięki szeregowi udoskonaleń w płytach oraz wydłużeniu ich żywotności, ulepszonym materiałom pozwalającym na wyższą jakość i łatwość użycia przy fotosettingu, jest obecnie najczęściej stosowanym procesem druku dla szerokiej gamy produktów, takich jak książki, gazety, papeteria, tektura falista, plakaty itp.³⁴.

Maszyny offsetowe występują w różnych rozmiarach, od małych offsetowych pras arkuszowych drukujących w formacie A3, poprzez duże prasy arkuszowe o wymiarach 1 200 mm x 1 600 mm lub większych, drukujące wieloma kolorami jednocześnie, aż po duże prasy zwojowe drukujące na papierze o szerokości dwóch metrów z bardzo dużą prędkością. Wszechstronność procesu pozwala na wytwarzanie bardzo dużej gamy produktów drukowanych [38. TWG 2004].

Nowoczesne prasy drukarskie zbudowane są z ośmiu zespołów, co umożliwia nie tylko druk ośmiu kolorów na jednej stronie podłoża, ale również druk czterech kolorów na obu stronach w jednym przebiegu. Nowoczesne prasy są budowane tak, aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na automatyzację i dlatego są wyposażane w automatyczne systemy czyszczenia płyt, obciążów i cylindrów drukujących, automatyczne systemy wymiany płyt itp. [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [38. TWG 2004].

W zależności od rodzaju procesu drukowania, stosowanego podłoża lub drukowanych produktów, proces offsetowy dzieli się na podprocesy [3. IMPEL 2000] [38. TWG 2004]:

- offset arkuszowy (*sheetfed offset*);
- gorący offset rolowy (*heatsset web offset*);
- druk offsetowy „na zimno”, (*cold offset*).

Tusze offsetowe stosowane w offsecie arkuszowym i na zimno schną poprzez adsorpcję na papierze oraz przez utlenianie. Jednakże, szczególnie w przypadku papieru o wysokim połysku, adsorpcja zachodzi zbyt wolno dla nowoczesnych szybkich maszyn drukarskich. W związku z tym najnowsze szybkie rolowe maszyny offsetowe, które drukują na papierze nieadsorbującym, wyposażane są w systemy suszenia wymuszonym gorącym powietrzem; takie procesy druku offsetowego nazywane są „gorącymi” (*heatsset*).

Jednostka nawilżająca

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [78. TWG 2005] [212. TWG 2018]

³⁴ <https://www.prepressure.com/printing/processes> (2019).

Zadaniem zespołu nawilżającego w maszynie offsetowej jest zwilżanie powierzchni płyty drukarskiej podczas drukowania jednolitą warstwą wilgoci, tak aby po nałożeniu tuszu przylegał on do płyty tylko w obszarach obrazu a był odpychany przez pozostałe obszary wilgotne.

Najpowszechniej stosowane do nawilżania są urządzenia do nawilżania warstwowego. Nakładają one cienką warstwę roztworu nawilżającego na płytę za pomocą serii rolek, które rozprowadzają płyn w kontrolowany i jednolity sposób.

Konstrukcja zespołu nawilżającego działa albo przy użyciu wody, albo, w wielu przypadkach, przy użyciu roztworu woda-izopropanol (alkohol izopropylowy - IPA) (lub, w niektórych przypadkach, etanolu - należy zauważyć, że etanol ma wyższy potencjał tworzenia ozonu (potencjał ozonotwórczy - OFP)) i wykorzystuje technologicznie korzystne (w odniesieniu do drukowania) właściwości IPA. Kwaśne roztwory zwilżające na bazie IPA (o pH zazwyczaj pomiędzy 4 a 5.5) wzmacniają działanie odczulające w obszarach nieobjętych obrazem i utrzymują ich właściwości hydrofilowe. Innymi powszechnie stosowanymi dodatkami są: guma arabska, inhibitory korozji, środki zwilżające, stymulatory suszenia, środki grzybobójcze, środki przeciwpianące itp. [8. Nordycka Rada Ministrów 1998].

IPA ma niższe napięcie powierzchniowe niż woda i dlatego jest w stanie skuteczniej zwilżyć płytę. Proces jest złożony, ale empirycznie przyjmuje się, że na płycie może zostać osadzona cieńsza warstwa roztworu nawilżającego, co pozwala na lepszą kontrolę, zwłaszcza w przypadku drukowania wysokiej jakości. Czas przygotowania może zostać skrócony, dzięki czemu marnuje się mniej papieru. Druk może być ostrzejszy, a mniejsza ilość wody na płycie oznacza mniej problemów z rozciągliwością papieru.

Zakres stosowania IPA różni się w zależności od kraju, marki i modelu prasy, rodzaju papieru i stopnia trudności zadania. Ponieważ IPA paruje szybciej niż woda, urządzenia cyrkulacyjne do roztworu nawilżającego i dozowania IPA lub etanolu są w wielu przypadkach wyposażone w urządzenie chłodzące celem ograniczenia tego parowania. Roztwór nawilżający jest stale pompowany w kierunku prasy, a jego nadmiar wraca do zbiornika przez przelew. Stężenie IPA w zbiorniku jest mierzone w sposób ciągły. Gdy stężenie zmaleje poniżej określonego poziomu, IPA jest automatycznie dodawane.

W ostatnim dziesięcioleciu stosowanie IPA zostało bardzo zredukowane i/lub zastąpione przez roztwory nawilżające niezawierające IPA. Na przykład w Niemczech IPA w roztworze nawilżającym został zredukowany do < 8 wt-% w latach 2001-2007 i do < 5 % w roku 2013 zgodnie z niemieckim 31. BimSchV [komentarz DE #210 w [212. TWG 2018]].

Jednostka drukująca

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999]

Jednostka drukująca w maszynach offsetowych różni się w zależności od wielkości maszyny i zadania, do którego jest przeznaczona. Duże prasy i te przeznaczone do drukowania o wysokiej jakości będą prawdopodobnie miały wiele wałków w ciągu drukującym, aby zapewnić równomierne rozprowadzanie farby (ponad 20 wałków nie jest niczym niezwykłym). Trzy lub więcej z nich nakłada farbę na płytę, przy czym ilość farby nakładanej w dowolnym miejscu na całej szerokości płyty można regulować poprzez ręczne dokręcanie tzw. wkrętów atramentowych (*ink screws*) lub, coraz częściej w dzisiejszych czasach, może to być sterowane komputerowo.

Wałki wykonane są z różnych materiałów, takich jak stal, guma syntetyczna lub poliuretan, lub są nimi pokryte. Od czasu do czasu konieczne jest ich czyszczenie celem usunięcia tuszu.

Suszenie może być przyspieszone poprzez ogrzewanie promieniami podczerwonymi lub, alternatywnie, mogą być stosowane specjalne tusze, które są utwardzane przez promieniowanie ultrafioletowe [1. INTERGRAF oraz EGF 1999].

Czyszczenie

[\[38. TWG 2004\]](#)

W zależności od drukowanego obrazu, podłoża i stosowanego tuszu, na gumowym obciążeniu mogą osadzać się zanieczyszczenia z papieru, takie jak kurz, strzępki papieru czy składniki tuszu drukarskiego. Jakość druku ulega wówczas pogorszeniu, więc powierzchnia obciążenia musi być regularnie czyszczona. W przypadku mniejszych i średnioformatowych maszyn, czyszczenie odbywa się ręcznie, głównie za pomocą ściereczek i środków czyszczących. W przypadku większych maszyn arkuszowych do czyszczenia obciążeniów coraz częściej stosuje się urządzenia automatyczne (z komputerowo sterowanymi programami czyszczącymi).

Oczywistym jest, że obraz musi być usuwany z obciążenia pomiędzy kolejnymi zadaniami. Zarówno w przypadku ręcznego, jak i automatycznego czyszczenia obciążeniów stosuje się głównie węglowodory i wodę (do usuwania skrawków papieru z obciążeniów gumowych). Środki czyszczące to przede wszystkim węglowodory naftenowe i alifatyczne. Coraz częściej stosuje się wysokowrzące węglowodory o temperaturze zapłonu $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz estry olejów roślinnych i/lub mieszaniny węglowodorów oraz estry olejów roślinnych.

Po zakończeniu druku (lub pracy danej zmiany pracowników) oraz gdy następne prace drukarskie wymagają użycia innych tuszów, konieczne jest czyszczenie zespołów transportujących tusz (rolek rozprowadzających, kanałków dostarczających tusz) oraz zespołów drukujących (cylindrów drukujących itp.). W przypadku farb drukarskich schnących oksydacyjnie takie czyszczenie może być również konieczne na koniec każdej zmiany pracowników. W celu oczyszczenia rolek transportujących rozpylane są środki czyszczące, a pozostałości są wycierane. Nowoczesne maszyny arkuszowe coraz częściej są wyposażane w automatyczne zespoły czyszczące. Czyszczenie kanałków doprowadzających tusz jest wykonywane ręcznie lub w specjalnych urządzeniach czyszczących, zazwyczaj przy użyciu tych samych materiałów, jakie są używane do czyszczenia obciążeniów [\[38. TWG 2004\]](#).

11.3. Obecne poziomy zużycia i emisji w procesie gorącego offsetu rolowego

Bilanse masy - *heatset*

W 1999 r. przedstawiono wyniki inwentaryzacji zakładów drukujących w technologii *heatset* w Niemczech. Jednym z wyników tej inwentaryzacji było porównanie danych dotyczących wydajności z różnych jednostek różnych zakładów oraz wykorzystanie ich do symulacji wirtualnego zakładu, który mógłby spełnić wymogi prawne, w szczególności te zawarte w obowiązującej wówczas Dyrektywie w Sprawie Emisji Rozpuszczalników (*Solvent Emissions Directive - SED*)³⁵. Opracowany wirtualny zakład nie był zakładem istniejącym, ale został stworzony na bazie informacji uzyskanych z dobrze funkcjonujących jednostek różnych istniejących zakładów, reprezentujących dobre praktyki oraz dobre wyniki w zakresie ochrony środowiska, i który mógłby realnie istnieć.

W niniejszej sekcji przedstawiono bilanse masy teoretycznej wirtualnej instalacji stworzonej na podstawie tej inwentaryzacji. Rzeczywiste zakłady mogą się znacznie różnić w zależności od parametrów produkcji, takich jak pokrycie tuszem, długość przebiegu, rodzaj papieru itp. [38. TWG 2004]. Należy jednak zauważyć na podstawie Tabeli 11.1 [38. TWG 2004], że:

- przetwarzanie gazów odlotowych odbywa się zazwyczaj w temperaturze 700-800 °C, a nie 900 °C;
- procent zawartości IPA nie jest określony jako w/w lub v/v.

Dane operacyjne oraz warunki produkcji wirtualnej instalacji zostały przedstawione w Tabelach 11.1 i 11.2. Bilanse masy wirtualnie stworzonego zakładu gorącego offsetu rolowego przedstawiono w Tabeli 11.3, a Ilustracja 11.1 przedstawia bilans LZO.

Tabela 11-1 Dane operacyjne wirtualnej instalacji do gorącego offsetu rolowego.

Maszyny	2 x 32-stronicowa maszyna do gorącego druku offsetowego; 4 jednostki typu „obciąż na obciąż” (<i>blanket-to-blanket</i>); szerokość wstęgi: 1 260 mm; obwód cylindra: 890 mm; maks. prędkość prasy 17 m/s; prędkość średnia ok. 13 m/s w ruchu produkcyjnym. Zużycie energii elektrycznej przy średniej prędkości prasy 13 m/s: 996 kW, z czego ok: <ul style="list-style-type: none"> • 2 x 470 kW zasilanie prasy drukarskiej (2 x 295 kW zasilanie silnika; 2 x 120 kW napędy pomocnicze (jednostka drukująca, agregaty pomocnicze, sterowanie); 2 x 19 kW nadmuch powietrza; 2 x 30 kW łożysko rolki, 2 x 6 kW jednostka ponownego nawilżania); • 2 x 6 kW zasilanie systemu transportu rolki papieru; • 2 x 91 kW zasilanie centrum chłodzenia.
Produkty	Druk komercyjny, np. dodatki reklamowe; tygodniki.
Podłoże do drukowania	Papier do druku rolowego o średniej gramaturze ok. 60 g/m ² .
Tusz do drukowania	Tusz <i>heatset</i> (ciśnienie oparów < 0.01 kPa przy 20 °C; zawartość oleju mineralnego = 35 %, z czego około 90 % odparowuje w suszarce).
Środek nawilżający	Woda (max. 10 °dH), 8 % IPA, 3 % inne dodatki do roztworu nawilżającego.
Suszarka	2 x spalanie bezpośrednie (gaz ziemny), temperatura (na wyjściu wstęgi papieru): 120-140 °C, strumień objętości gazów odlotowych ok. 7 200 Nm ³ /h (przy prędkości 13 m/s), wentylator: 72 kW.

³⁵ Dyrektywa Rady 1999/13/WE z dnia 11 marca 1999 r. w sprawie ograniczenia emisji lotnych związków organicznych spowodowanej użyciem organicznych rozpuszczalników podczas niektórych czynności i w niektórych urządzeniach, uchylona Dyrektywą 2010/75 (IED).

Przetwarzanie gazów odlotowych	1 x regeneracyjne dopalanie termiczne (termoreaktor), komora spalania ok. 900 °C, sprawność niszczenia LZO: 99 %. Temperatura gazów oczyszczonych na wyjściu 140 °C; odzysk ciepła: sprawność cieplna 93 %. Ogrzewanie 2 100 kW gaz, normalna praca 2 x 700 kW gaz. 1 x 200 kW zapotrzebowanie na energię elektryczną (wentylatory); zużycie energii elektrycznej 1 900 kW/rok, dodatkowe spalanie ok. 15 kW gazu (przy prędkości 13 m/s; 1.2 g/m ² tusz/strona).
Środki czyszczące	20 % rolka/obciążenie - czyszczenie ręczne (100 % LZO; prężność oparów 0.05 kPa przy 20 °C) i 80 % obciążenie - urządzenie czyszczące (0 % LZO; prężność oparów < 0.01 kPa w temperaturze 20 °C), ściereczki z rozpuszczalnikiem wielokrotnego użytku (40 g waga w stanie suchym/sztukę).
Źródło: [7. Niemcy 2003]	

Tabela 11-2 Warunki produkcji wirtualnej instalacji do gorącego offsetu rolowego.

Produkcja	3-zmianowa 5.5 dni roboczych w tygodniu, 280 dni roboczych x 24 h = 6 700 godzin pracy rocznie; ok. 30 % - czas przygotowania i serwisowania, ok. 70 % czas produkcji => 4 700 godzin pracy maszyn drukarskich rocznie.
Produkty	Ok. 18 000 t/rok wydruków komercyjnych, ok. 20 000 t/rok wsad papieru, 500 t/rok wsad tuszu.
Środek nawilżający	Ok. 1 025 t/rok; skład: 950 ton wody, 50 ton IPA oraz 25 ton innych dodatków.
Czyszczenie	Ok. 15 t/rok (80 % - czyszczenie okresowe, 20 % - czyszczenie podstawowe) plus 100 000 ściereczek.
Źródło: [7. Niemcy 2003]	

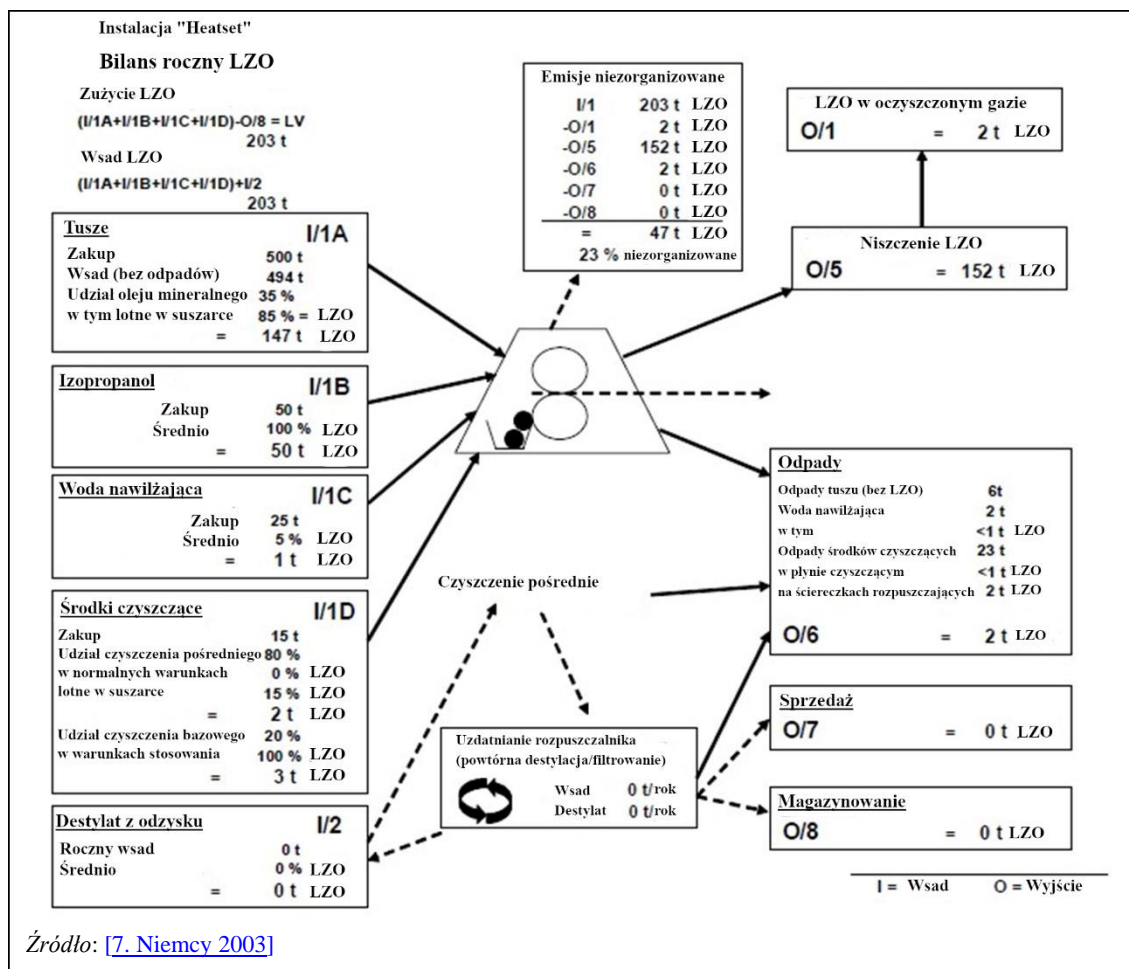
Bilans masy podany w Tabeli 11.3 obliczono dla instalacji wirtualnej opisanej w Tabelach 11.1 i 11.2.

Tabela 11-3 Wejście i wyjście wirtualnej instalacji do gorącego offsetu rolowego.

WSAD	Wielkość	Jednostka	Uwagi	Wyjście	Wielkość	Jednostka	Uwagi
<i>Materiał</i>				<i>Produkty</i>			
Podłoże do drukowania	20 000	t/rok		Drukowanie komercyjne	18 000	t/rok	Papier i tusz
				<i>Odpady</i>			
				Papier/błędne wydruki	2 800	t/rok	
Tusz do drukowania	500	t/rok	Stężenie oleju mineralnego w tuszu 35 %, z czego 85-90 % odparowuje w suszarce [38. TWG 2004].	Resztki tuszu	6	t/rok	Odpady tuszu w tym na ściereczkach czyszczących, brak LZO.
Środek nawilżający	950	t/rok	Bez LZO	Pozostałości środka nawilżającego	2	t/rok	4 % LZO
IPA	50	t/rok	100 % LZO				
Dodatki do środka nawilżającego	25	t/rok	5 % LZO				
Środki czyszczące	15	t/rok	80 % - bez LZO - do czyszczenia okresowego, 20 % do czyszczenia podstawowego	Mieszanka środka czyszczącego i wody	23	t/rok	50 % wysokowrzęcych rozpuszczalników

Ściereczki czyszczące	100 000	szt./rok	Zwykle ściereczki wielokrotnego użytku, waga ok. 40 g/szt.	Ściereczki czyszczące	100 000	szt./rok	Zawierające 1 t farby i 3 t środków czyszczących o 100 % zawartości LZO, z czego 50 % odparowuje jako emisja niezorganizowana
LZO razem	203	t/rok		LZO w odpadach	2	t/rok	W ściereczkach, środkach czyszczących i odpadach roztworu nawilżającego
Energia				Odprowadzony gaz			
Energia razem	27 100	MWh/rok		Przepływ objętościowy	67.7 x 10 ⁶	m ³ /rok	19 mg LZO/m ³
Energia z gazu	13 700	MWh/rok		LZO w gazie oczyszczonym	1.3	t/rok	
Energia elektryczna	13 400	MWh/rok		NO _x w gazie oczyszczonym	2.7	t/rok	40 mg NO _x /m ³
<i>W tym:</i> <i>Prasa drukująca</i>	8 900	MWh/rok		CO w gazie oczyszczonym	3.4	t/rok	50 mg CO/m ³
<i>Chłodzenie</i>	1 700	MWh/rok		Niezorganizowane			
<i>Przetwarzanie gazów odlotowych</i>	700	MWh/rok		Niezorganizowane LZO	47	t/rok	23 %
Źródło: [7. Niemcy 2003]							

Bilans LZO dla zakładu wirtualnego przedstawiono na Ilustracji 11.1.



Ilustracja 11-1 Bilans LZO w instalacji wirtualnej.

Należy jednak zauważyć, że Ilustracja 11.1 [38. TWG 2004]:

- pokazuje iż założono, że zawartość LZO w IPA wynosi 100 %, chociaż może on zawierać do 15 % wody;
- pokazuje, że w przypadku druku typu *heatset* do przekroczenia zużycia 200 t/rok potrzebne są dwie duże (32-stronicowe), szybkie prasy, pracujące na trzy zmiany przez 280 dni w roku.

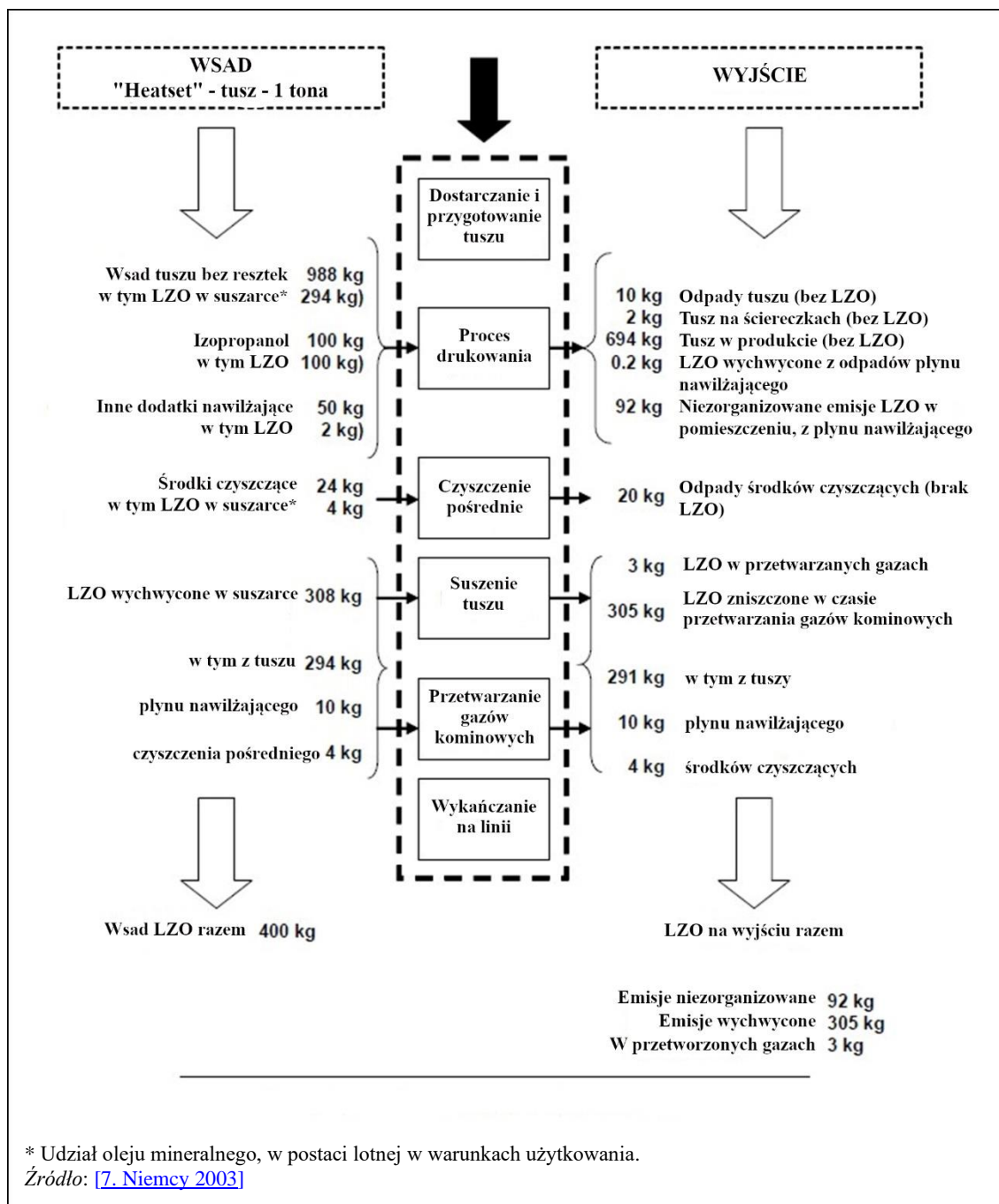
Większe od instalacji wirtualnej zakłady *heatset* mogą składać się z kilku zespołów drukujących, które są podobne do wirtualnych, chociaż coraz więcej instalacji wyposażonych jest w prasy o różnych szerokościach wstęgi. Dane dotyczące jednostkowego zużycia i emisji mogą być wtedy pobrane z wirtualnej fabryki. Jednak zużycie jednostkowe i wartości emisji są w znacznym stopniu zależne od wytwarzanych produktów i będą wzrastać wraz z [38. TWG 2004]:

- zmniejszając się ilością wydruków;
- zwiększeniem użycia kolorów specjalnych lub zmianą sekwencji kolorów;
- bardzo wysokimi wymaganiami dotyczącymi jakości druku lub trudnymi do wydrukowania obrazami;
- spadkiem jakości papieru.

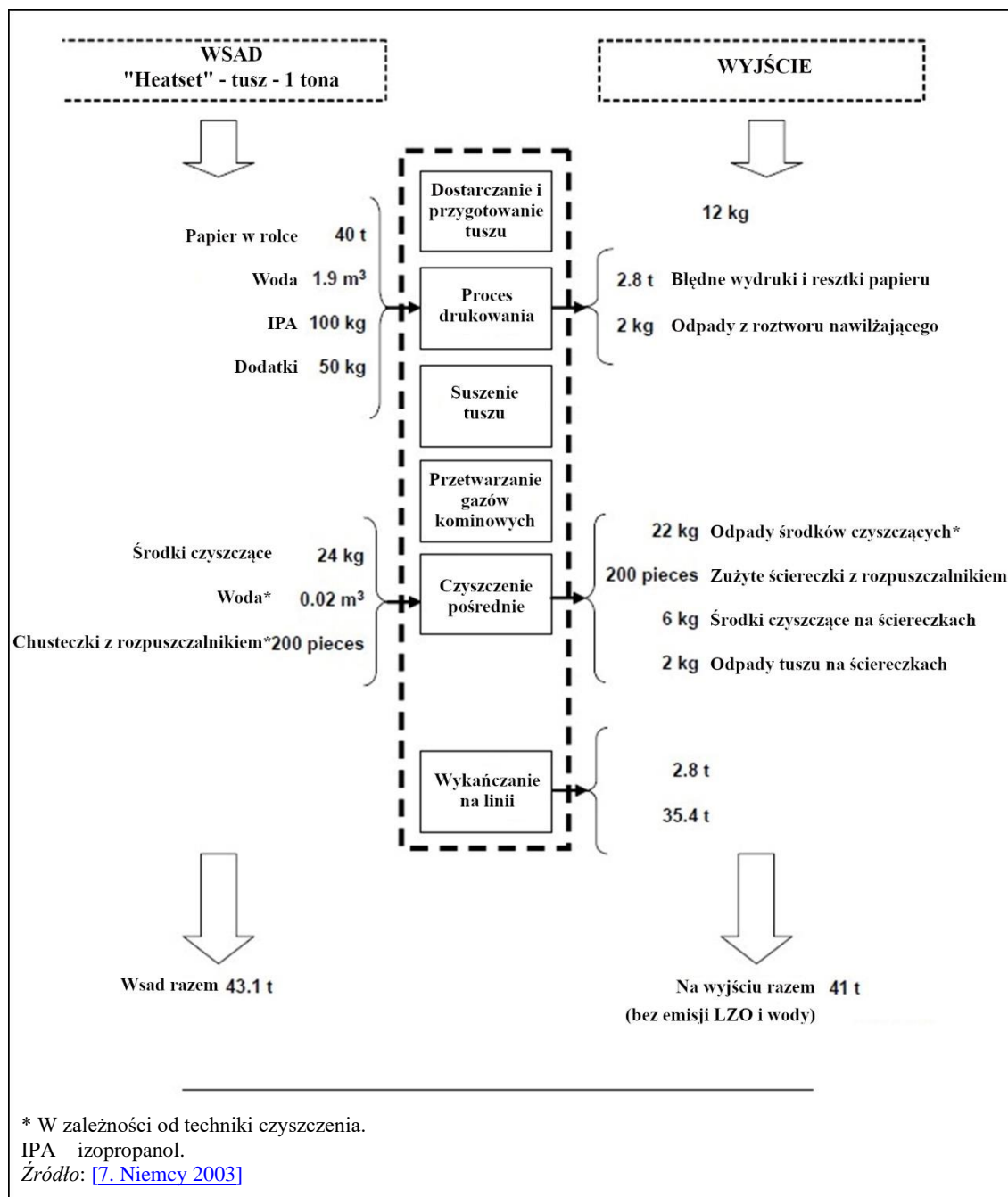
Na podstawie wirtualnego zakładu obliczono kilka teoretycznych bilansów masy. Średnie zużycie LZO i emisje w odniesieniu do jednej tony zużytego tuszu przedstawiono na Ilustracji 11.2. Średni wsad materiału i wyjście odpadów pokazano na Ilustracji 11.3.

Są to jednak wartości średnie, które w zależności od wyżej wymienionych parametrów mogą w praktyce różnić się o więcej niż 10 % [\[38. TWG 2004\]](#).

Ilustracja 11.2 pokazuje, że z 400 kg wprowadzanych LZO, 308 kg jest wychwytywanych i przetwarzanych przez utlenianie termiczne, a zatem 92 kg ulotni się w postaci emisji niezorganizowanych, co stanowi 23 % wsadu LZO. Po przetworzeniu, 3 kg LZO nadal pozostaje w gazie odlotowym i jest emitowane (skuteczność oczyszczania gazów odlotowych wynosi 99 %).

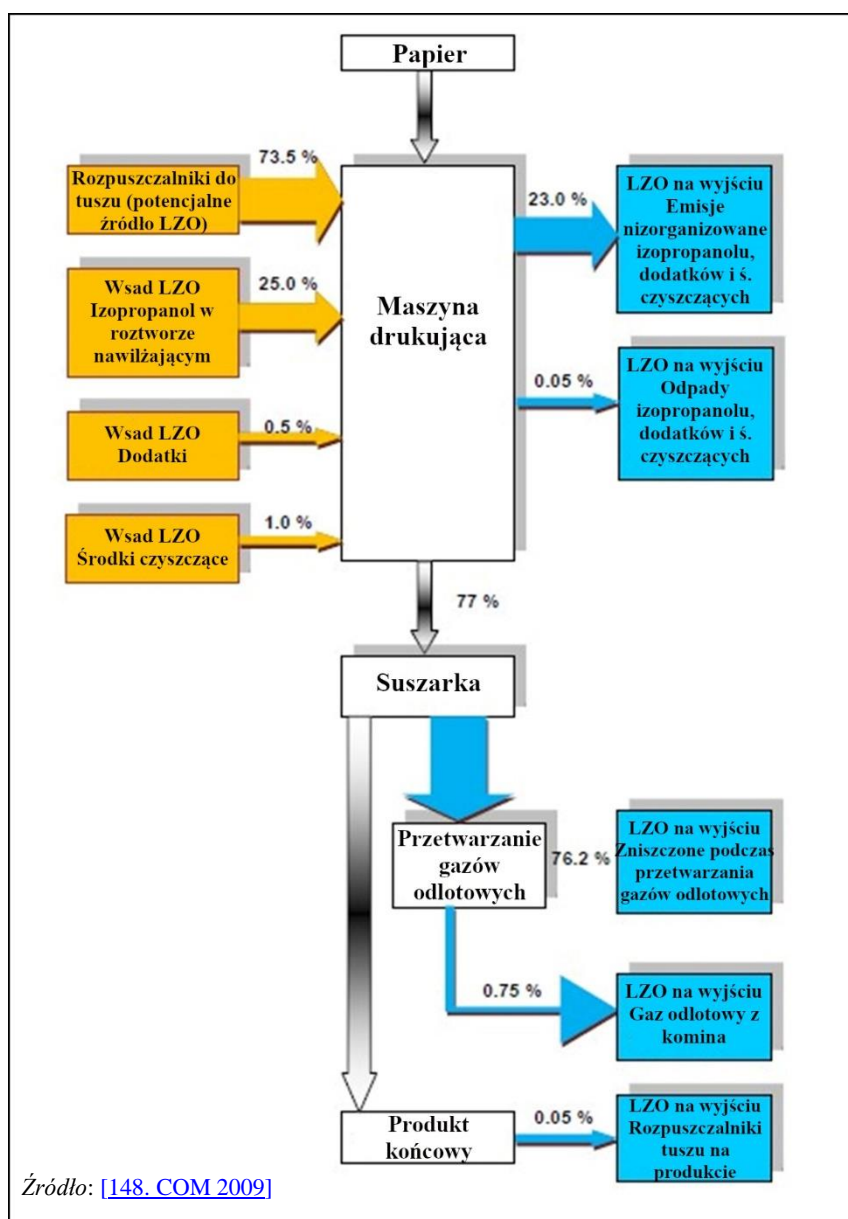


Ilustracja 11-2 Jednostkowe zużycie LZO oraz poziomy emisji w wirtualnym procesie „heatset”.



Ilustracja 11-3 Jednostkowe wsady substancji oraz odpady na wyjściu w wirtualnym procesie „heatset”.

Ilustracja 11.4 przedstawia ogólny przebieg procesu gorącego offsetu rolowego i związane z nim emisje LZO [148. COM 2009].



Ilustracja 11-4 Główne parametry wejściowe i wyjściowe procesu gorącego offsetu rolowego.

W ramach gromadzenia informacji otrzymano dane z ośmiu instalacji gorącego offsetu rolowego, które zostały przeanalizowane w kolejnych sekcjach [155. TWG 2016].

11.3.1. Zużycie

[78. TWG 2005] [148. COM 2009] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

11.3.1.1. Surowce i dodatki

Surowce i dodatki istotne z punktu widzenia emisji LZO to:

[148. COM 2009] [212. TWG 2018]

Tusze

Tusze bazują w około 33-35 % na węglowodorach alifatycznych (rozpuszczalnikach). Rozpuszczalniki wykonane są z oleju mineralnego. Nie są one lotne w temperaturze otoczenia, ale stają się lotne w suszarce. Około 85 % frakcji olejowej odparowuje w suszarce w postaci LZO

(co odpowiada średniemu zakresowi LZO w farbach do „heatset” wynoszącemu 15-45 % całkowitej ilości farby). Pozostałości rozpuszczalnika w produkcie końcowym nie są uważane za część emisji niezorganizowanej, ponieważ nie są lotne w temperaturze otoczenia.

Jedna tona tuszu pozwala na wydrukowanie ok. 330 000 m² (obustronnie) lub ok. 225 000 katalogów (48 stron DIN A4 każdy) [komentarz INTERGRAF #104 w [212. TWG 2018]].

Roztwór nawilżający

Roztwór nawilżający składa się głównie z wody. Zawiera LZO takie jak izopropanol (IPA), oraz inne alkohole i estry glikolu w stężeniu do 10 %. Izopropanol i etanol nie tylko obniżają napięcie powierzchniowe, gdy roztwór nawilżający jest przenoszony na płytę drukarską, ale również chłodzą system drukarki, gdy odparowują; a także zapobiegają rozwojowi mikroorganizmów w roztworze nawilżającym. W przypadku stosowania niewielkiej ilości IPA lub jego braku, roztwór nawilżający może również zawierać biocydy. Uznaje się za dobrą praktykę minimalizowanie zawartości izopropanolu w roztworze nawilżającym.

Środki czyszczące

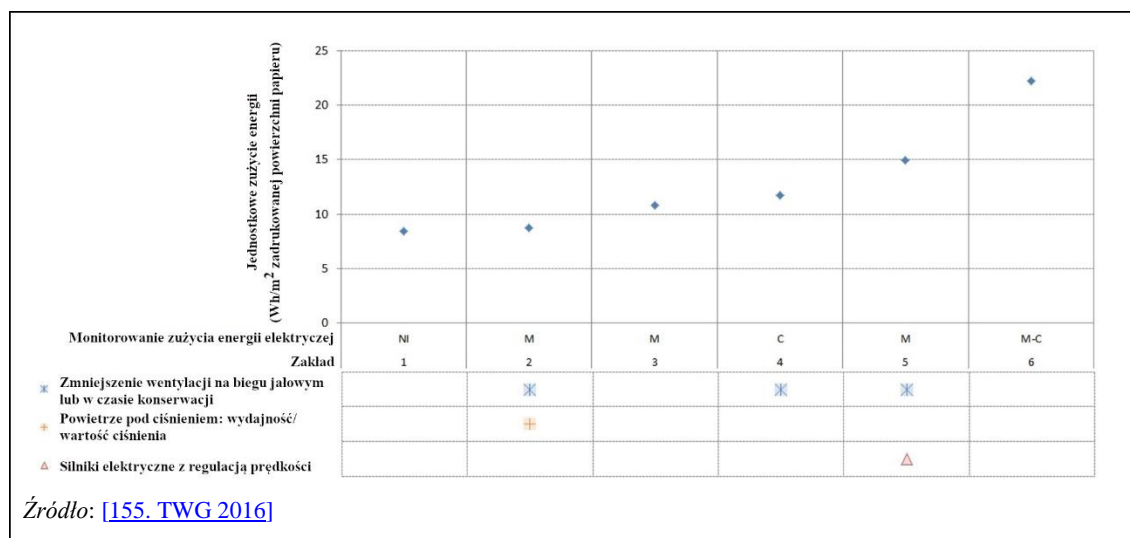
Większość procesów czyszczenia odbywa się automatycznie przy użyciu rozpuszczalników nietlonych lub o niskiej lotności. W rzadszych przypadkach czyszczenia ręcznego często stosuje się rozpuszczalniki lotne.

11.3.1.2. Energia

[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Zgłoszone wartości dotyczące jednostkowego zużycia energii wyrażone w Wh na m² zadrukowanej powierzchni papieru przedstawiono na Ilustracji 11.5.

Należy zauważyć, że w przypadku gorącego offsetu rolowego na zużycie gazu ma wpływ pokrycie papieru farbą, które jest związane z rodzajem drukowanych produktów (portfolio produktów zakładu). Generalnie, im większe pokrycie farbą, tym niższe zużycie gazu, co w konsekwencji wpływa na całkowite zużycie energii, ponieważ zużycie gazu stanowi około 50% całkowitej konsumpcji energii.



Ilustracja 11-5 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w Wh na m² zadrukowanej powierzchni papieru (dane za 2015 r.).

Efektywność energetyczna zależy między innymi od warunków lokalnych, poziomu zaawansowania technologicznego zakładu, zastosowanego procesu drukowania itp. We

wszystkich instalacjach odnotowano odzysk ciepła z termicznego przetwarzania gazów odlotowych oraz zmniejszoną wentylację powietrza podczas pracy jałowej lub konserwacji. Inne szeroko stosowane techniki oszczędzania energii to: pobieranie powietrza i odzysk energii z procesów suszenia, centralne oczyszczanie gazów odlotowych z napędami o zmiennej częstotliwości, silniki elektryczne o regulowanej prędkości i uszczelnienia powietrzne w piecach suszących. Więcej informacji na temat możliwych opcji efektywności energetycznej dla sektora drukarskiego można znaleźć na stronie internetowej projektu EMPSI³⁶.

Przy rozpatrywaniu zużycia energii w procesie gorącego offsetu rolowego w zakładzie, w którym prowadzone są inne aktywności nie podlegające działalności STS (np. druk na arkuszach lub druk na zimno), zużycia energii na te pozostałe aktywności nie można uwzględniać (zob. sekcja 17.5.2).

Informacje z jednej instalacji dotyczące projektów (technik) oszczędzania energii, które już stosuje lub właśnie wdraża, przedstawiono w Tabeli 11.4.

Tabela 11-4 Projekty oszczędzania energii wdrożone przez instalację gorącego offsetu rolowego.

Technika	Krótki opis	Informacje ekonomiczne
Oświetlenie	2 000 lamp, zoptymalizowane reflektory, jedna świetlówka zamiast dwóch, wszystkie ze ściemniaczami: 60 % oszczędności energii	15-miesięczny okres zwrotu z inwestycji
Ekstrakcja papieru	Optymalizacja ekstrakcji papieru - silniki z regulacją częstotliwości. Nowe silniki i nowe urządzenia zwiększają bezpieczeństwo produkcji	Zysk ekonomiczny: 30 000 EUR/rok
Płyty drukarskie	Wymiana płyt drukarskich: brak konieczności wstępnego podgrzewania płyt	Zysk ekonomiczny: 25 000 EUR/rok
Sprężone powietrze	Sprężone powietrze jest odcinane, jeśli praca maszyny zostaje zatrzymana na dłużej niż 1 minutę	Zysk ekonomiczny: 3 500 – 4 000 EUR/maszynę rocznie; okres zwrotu < 1 rok
Wymiana ciepła dla suszarek	Wykorzystanie ciepła gorących gazów z turbiny gazowej instalacji CHP w suszarkach maszyn drukarskich	NI
Klimatyzacja	Wykorzystanie ciepła gorących gazów z turbiny gazowej instalacji CHP do ogrzewania pomieszczeń	NI
Sprężone powietrze	Pomiar szczelności układu sprężania powietrza raz na miesiąc	NI
Uwaga: NI: Nie dostarczono informacji. Źródło: Zakład #148 w [155. TWG 2016]		

11.3.1.3. Podłoża do drukowania i inne zużycie

[78. TWG 2005] [212. TWG 2018]

Podłoża do drukowania

Podłożem stosowanym w technice *heatsetowej* jest zazwyczaj papier o gramaturze pomiędzy 40 a 60 g/m², ale w technice *heatsetowej* stosuje się również papiery o gramaturze od 30 do 100 g/m². Często stosuje się papiery powlekane o niskiej gramaturze (LWC) oraz papiery niepowlekane o specjalnej gramaturze pomiędzy 45 a 70 g/m².

³⁶ EMPSI: *Energy management standardisation in printing industry* (Standaryzacja gospodarowania energią w przemyśle poligraficznym), <http://www.emspi.eu/index.html>.

Inne zużycie

Inne wsady to materiały takie jak płyty, pojemniki oraz inne materiały opakowaniowe.

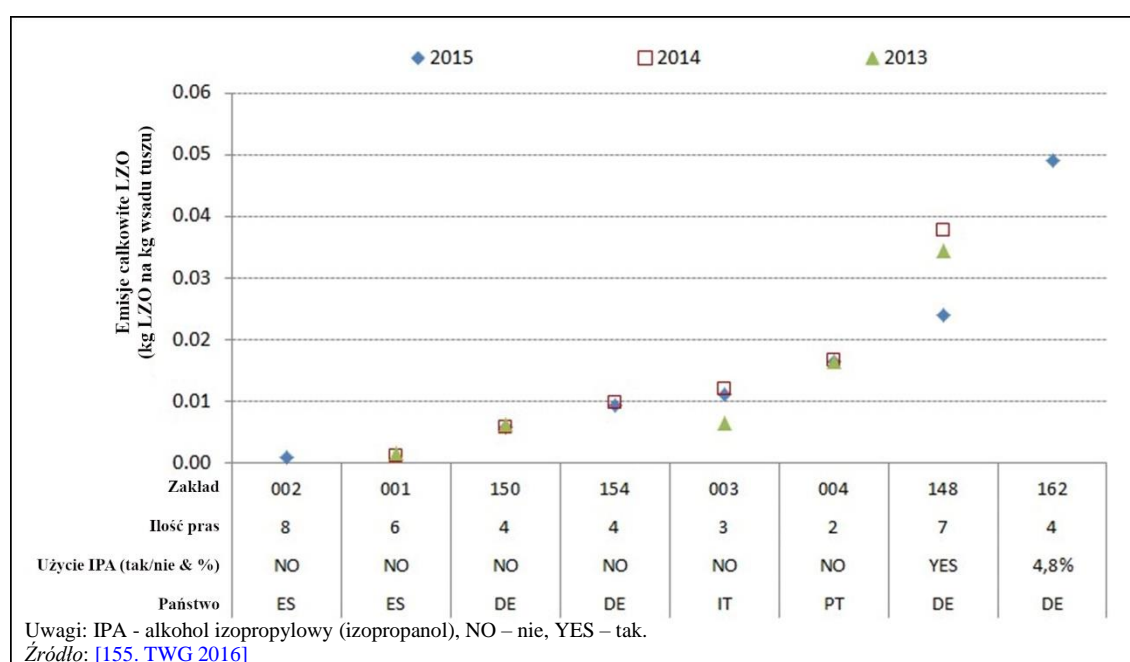
W procesie *heatset* stosowane są cztery standardowe kolory (cyjan, magenta, żółty i czarny), które są dostarczane w pojemnikach wielokrotnego użytku, będącymi albo dużymi pojemnikami do przewozu luzem (DPPL) o pojemności około 1 tony, albo zwykłymi 200-litrowymi beczkami metalowymi [1. INTERGRAF oraz EGF 1999].

11.3.2. Emisje

11.3.2.1. Emisje całkowite LZO

[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Zgłoszone wartości emisji całkowitych LZO, wyrażone jako kg LZO na kg wsadu tuszu, przedstawiono na Ilustracji 11.6.



Ilustracja 11-6 Emisje całkowite LZO wyrażone w kg LZO na kg wsadu tuszu w latach 2013-2015.

Na ogół większość zgłoszonych wartości jest mała i odnosi się do instalacji, w których nie stosuje się izopropanolu (pełne zastąpienie IPA). Wyższe wartości odnoszą się do instalacji, w których roztwór nawilżający zawiera niewielki procent IPA. Wszystkie instalacje stosują techniki termicznego przetwarzania gazów odlotowych, co jest ogólną zasadą w tym sektorze ze względu na nieprzyjemny zapach tych gazów. Większość instalacji w tym sektorze stosuje zintegrowane suszarko-utleniacze przy każdej prasie drukarskiej przeznaczonej tylko do gorącego druku rolowego.

Zgłoszone dane dotyczące emisji całkowitych LZO oraz istotne informacje uzupełniające przedstawiono w Tabeli 11.5.

Tabela 11-5 Emisje całkowite LZO oraz informacje uzupełniające dla zakładów stosujących gorący offset rolowy.

Numer zakładu	Użycie IPA (Tak/Nie & %)	Ilość pras	System mycia obciążów (ilość pras)	System mycia rolek do tuszu (ilość pras)	Emisje całkowite LZO (kg LZO na kg wsadu tuszu)		
					2015	2014	2013

002	Nie	8	Automatyczny - ściereczki (8)	Automatyczny - ściereczki (8)	0.001		
001	Nie	6	Automatyczny - szczotki (4) Ręczny (2)	Automatyczny - szczotki (2) Automatyczny - ściereczki (1) Ręczny (3)		0.001	0.001
150	Nie (od 2015 r.)	4	NI	NI	0.006	0.006	0.006
154	Nie	4	NI	NI	0.009	0.010	
003	Nie	3	Automatyczny - szczotki (2) Automatyczny - ściereczki (1)	Ręczny (3)	0.011	0.012	0.006
004	Nie	2	Automatyczny - ściereczki (2)	Ręczny (1) Automatyczny (1) (przewód natryskowy)	0.016	0.017	0.016
148	Tak	7	Automatyczny - ściereczki (7)	Automatyczny (7)	0.024	0.038	0.034
162	4.8 %	4	Automatyczny - szczotki (3) Automatyczny - ściereczki (1)	NI	0.049		
<p>Uwagi: NI: Nie dostarczono informacji. Źródło: [155. TWG 2016]</p>							

W celu zmniejszenia emisji LZO stosuje się następujące techniki (zob. również sekcja 11.4):

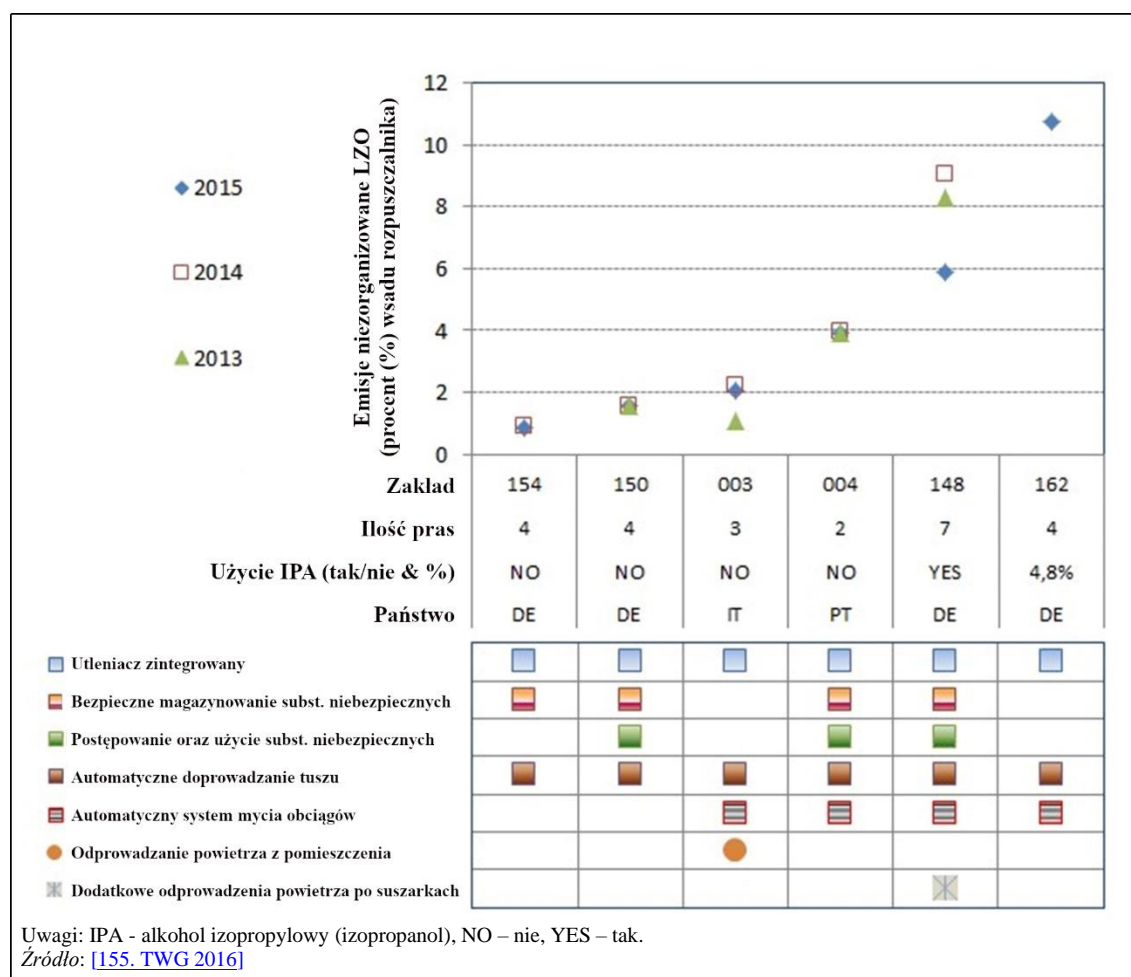
- dodatki do roztworów nawilżających o niskiej zawartości IPA lub bez IPA;
- stosowanie bezwodnych płyt offsetowych;
- automatyczne systemy czyszczenia cylindrów z obciążeniem, wychwytywanie i kierowanie emisji rozpuszczalników z czyszczenia do systemu przetwarzania gazów odlotowych;
- suszarka offsetowa zintegrowana z termicznym przetwarzaniem gazów odlotowych.

Odsetek emisji rozpuszczalników pochodzących z automatycznego czyszczenia okresowego w procesach *heatset*, które są wychwytywane i kierowane do przetwarzania gazów odlotowych, mieści się w zakresie $\leq 15-50\%$ [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[19. Austria 2003\]](#). W przypadku czyszczenia ręcznego i czyszczenia podstawowego odsetek emisji rozpuszczalników, które są wychwytywane i kierowane do przetwarzania gazów odlotowych, mieści się w zakresie 0-5%. Zob. sekcja 21.5.3.

11.3.2.2. Emisje niezorganizowane LZO

[\[155. TWG 2016\]](#)

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika przedstawiono na Ilustracji 11.7.



Ilustracja 11-7 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO i odpowiednie informacje uzupełniające przedstawiono w Tabeli 11.6. Wszystkie zgłoszone wartości są znacznie niższe niż wartość dopuszczalna IED (30 % wsadu rozpuszczalnika zarówno w przypadku nowych, jak i istniejących instalacji).

Tabela 11-6 Emisje niezorganizowane LZO oraz informacje uzupełniające dla drukarni stosujących gorący offset rolowy.

Numer zakładu	Użycie IPA (Tak/Nie & %)	Ilość pras	System mycia obciągow (ilość pras)	System mycia rolek do tuszu (ilość pras)	Emisje niezorganizowane LZO (% wsadu rozpuszczalnika)		
					2015	2014	2013
154	Nie	4	NI	NI	0.8	0.9	
150	No (from 2015)	4	NI	NI	1.58	1.55	1.57
003	Nie	3	Automatyczny - szczotki (2) Automatyczny - ściereczki (1)	Ręczny (3)	2.04	2.23	1.08
004	Nie	2	Automatyczny - ściereczki (2)	Ręczny (1) Automatyczny (1) (przewód natryskowy)	3.94	3.99	3.93
148	Tak	7	Automatyczny - ściereczki (7)	Automatyczny (7)	5.9	9.03	8.31

162	4.8 %	4	Automatyczny - szczotki (3) Automatyczny - ściereczki (1)	NI	10.72		
<p>Uwagi: NI: Nie dostarczono informacji. Źródło: [155. TWG 2016]</p>							

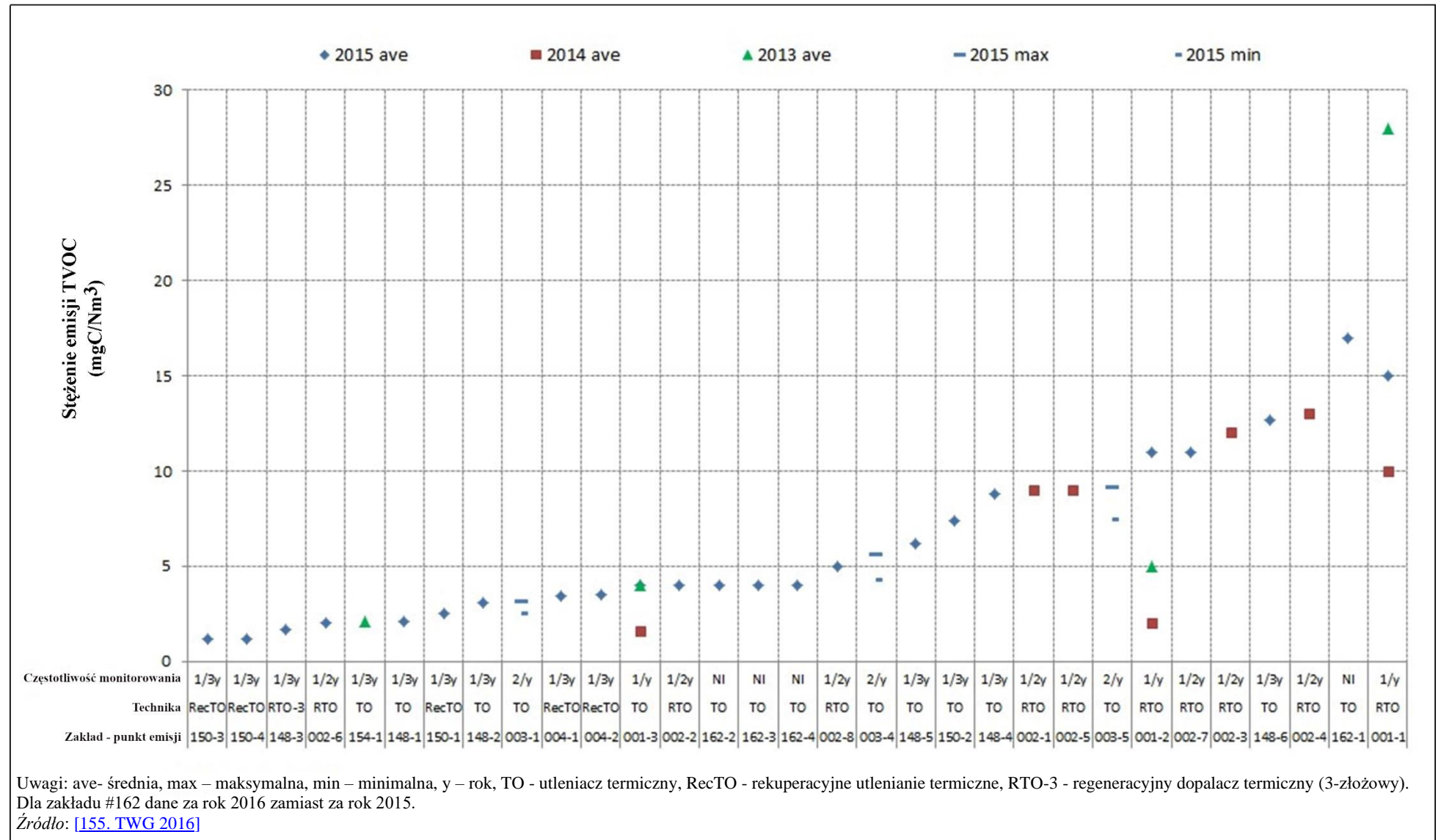
Główne zgłoszone techniki stosowane celem zminimalizowania emisji niezorganizowanych to [\[155. TWG 2016\]](#):

- Bezpośrednie doprowadzenie dodatków drukarskich z ich oryginalnych opakowań do tzw. tuszownicy.
- Bezpośrednie doprowadzenie rozpuszczalnika z pojemnika magazynującego do automatycznych systemów mycia.
- Używanie małych pojemników na rozpuszczalniki do czyszczenia ręcznego.
- Odprowadzanie powietrza z procesów suszenia. W jednym przypadku powietrze ze stref suszenia zawierające rozpuszczalniki jest przetwarzane w dwustopniowej jednostce przetwarzania rozpuszczalników, w której rozpuszczalniki są odzyskiwane i zwracane do firmy produkującej tusze celem ponownego wykorzystania. Dodatkowy wyciąg powietrza do odzysku rozpuszczalników jest instalowany bezpośrednio za suszarkami (aby uniknąć okresowych krótkotrwałych emisji w miejscu, gdzie wstęga papieru opuszcza suszarkę).
- Bezpośrednie doprowadzanie tuszy: Tusze są przenoszone przez zamknięty system z obszaru magazynowania do kosza drukującego. To rozwiązanie zostało zgłoszone we wszystkich instalacjach i jest związane głównie z korzyściami ekonomicznymi, jako że zawsze używane są te same cztery kolory.
- Odprowadzanie powietrza ze strefy chłodzenia.
- Bezpieczne magazynowanie substancji niebezpiecznych oraz środki zapobiegające ich nieplanowanym uwolnieniom.

11.3.2.3. Emisje TVOC w gazach odlotowych

[\[155. TWG 2016\]](#)

Zgłoszone wartości emisji TVOC w gazach odlotowych, wyrażone w mg C/Nm³, przedstawiono na Ilustracji 11.8.



Ilustracja 11-8 Emisje TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Częstotliwość monitorowania waha się od dwóch razy w roku do jednego razu na trzy lata. Podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych dla emisji TVOC w gazach odlotowych przedstawiono w Tabeli 11.7.

Tabela 11-7 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Stosowana technika	2015				2014				2013			
	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.
		mg C/Nm ³				mg C/Nm ³				mg C/Nm ³		
TO	14	6.4	17.0	2.1	1	1.6	NA	NA	2	3.1	4.0	2.1
RecTO	5	2.4	3.5	1.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO	6	8.0	15.0	2.0	6	9.2	13.0	2.0	2	16.5	28.0	5.0
RTO-3	1	1.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Uwagi:
 NA – Nie dotyczy/dane niedostępne.
 Źródło: [155. TWG 2016]

11.3.2.4. Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) w gazach odlotowych

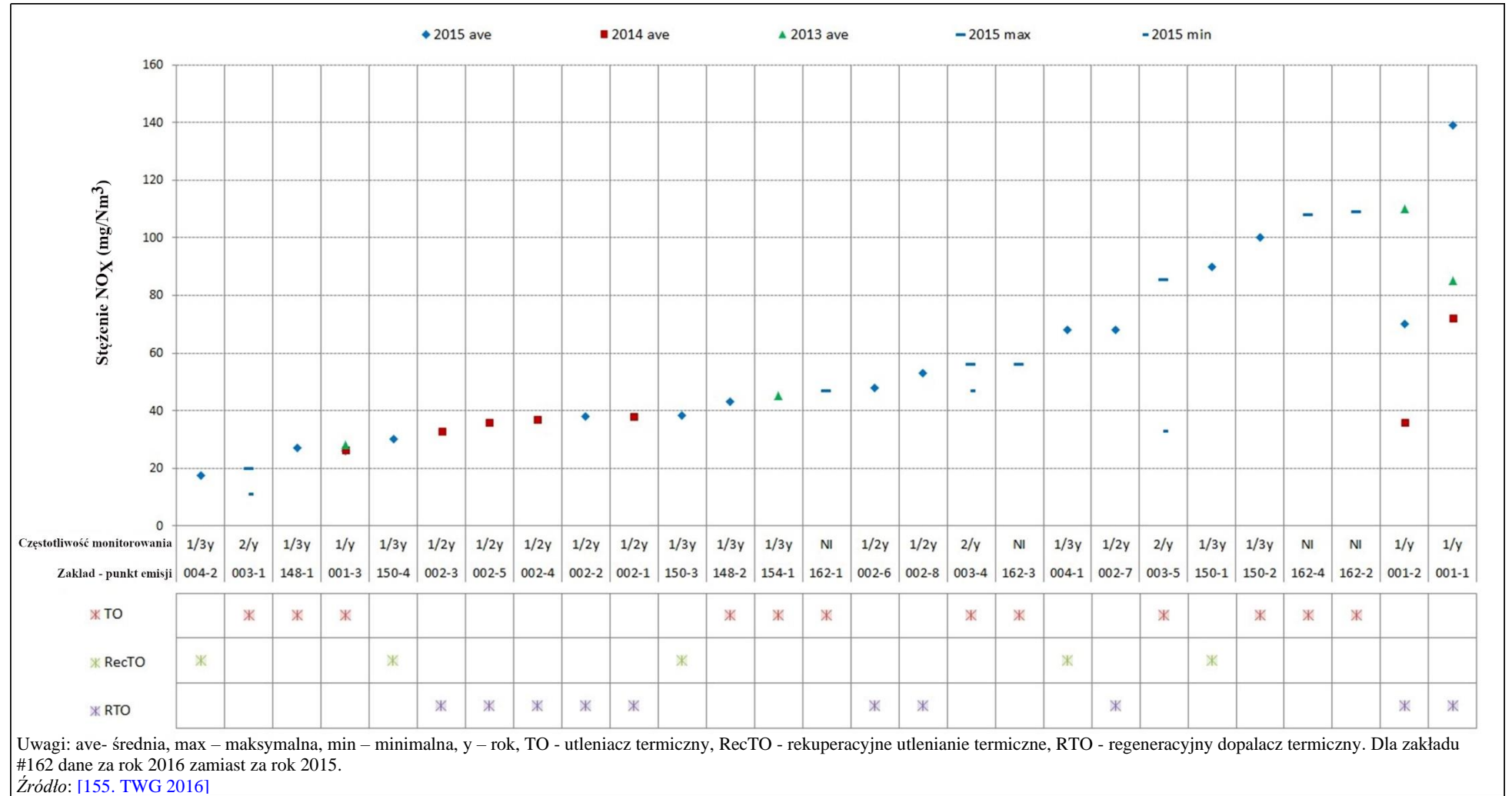
[155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) powstają w wyniku termicznego utleniania gazów odlotowych pochodzących z suszarki.

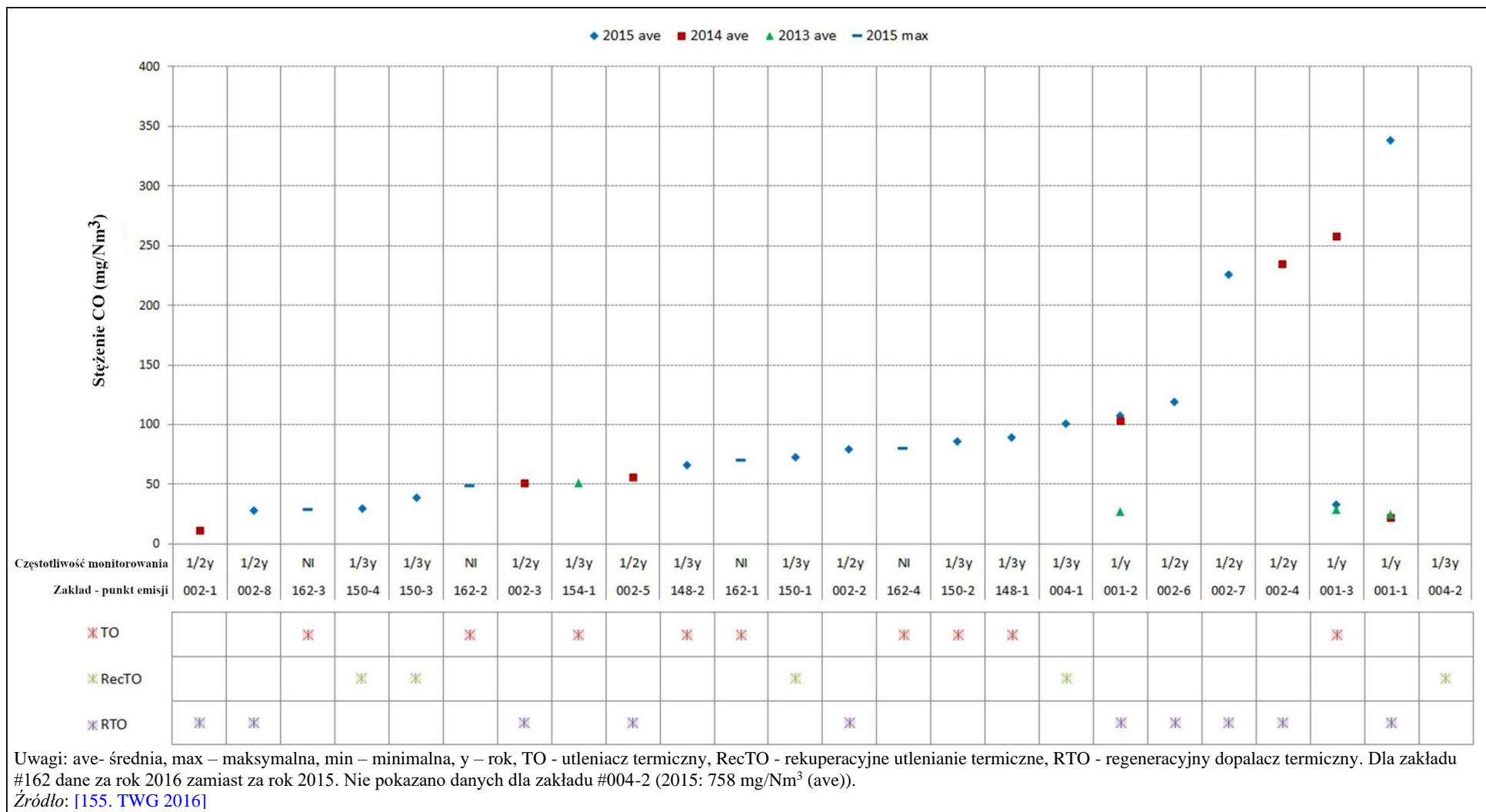
Zgłoszone wartości dla okresowego monitorowania emisji NO_x i CO w gazach odlotowych przedstawiono na Ilustracjach 11.9 i 11.10.

Według branży, w gorącym offsecie rolowym stężenie CO jest często stosowane jako wskaźnik wydajności utleniacza w odniesieniu do niszczenia LZO: w przypadku gdy w gorącym offsecie rolowym zintegrowany suszarko-utleniacz ma emisje CO < 200 mg/Nm³; można oczekiwać, że będzie miał emisje TVOC < 20 mg C/Nm³. W praktyce stężenie CO utrzymywane jest poniżej 200 mg/Nm³ [komentarz INTERGRAF #78 w [212. TWG 2018]].

Częstotliwość monitorowania waha się od dwóch razy w ciągu roku do jednego razu na trzy lata.



Ilustracja 11-9 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.



Ilustracja 11-10 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

11.3.2.5. Emisje pyłów w gazach odlotowych

[155. TWG 2016]

Jedynie niewielka liczba instalacji przekazała dane dotyczące okresowego monitorowania emisji pyłów w gazach odlotowych. Emisje pyłów związane są głównie z przycinarką papieru, i w niektórych przypadkach gazy odlotowe z tego procesu są oczyszczane przy użyciu suchych filtrów cząstek stałych. Na ogół zgłoszone wartości emisji pyłów są bardzo niskie i wahają się od 0.2 mg/Nm³ do 0.8 mg/Nm³.

11.3.2.6. Wytwarzanie odpadów

[78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Papiery

Ilość odpadów papierowych w gorącym offsecie rolowym nie jest zwykle wyższa niż w innych procesach drukowania. Często podawany bilans tusz-woda jest jedną z wielu przyczyn strat papieru.

Inne przyczyny strat papieru to:

- usuwanie opakowań rolek;
- uszkodzenia podczas transportu;
- papier pozostały na rdzeniach po wymianie rolki papieru na nową;
- rozpoczynanie serii produkcyjnej (rejestracja kolorów, znalezienie równowagi pomiędzy tuszem a wodą, dostosowanie do odpowiedniego schnięcia, itp.);
- zakończenie danej serii produkcyjnej i czyszczenie przed następną;
- przycinanie wydrukowanego produktu do wymaganego rozmiaru (może odpowiadać za 10 % strat papieru);
- dodatkowe egzemplarze wydrukowane dla introligatorni ze względu na straty w każdej sekcji linii produkcyjnej;
- dodatkowe kopie, aby uniknąć sytuacji, w której klientowi zabraknie egzemplarzy;
- straty przy zmianie nadruków.

Zgłoszony udział odpadów papierowych w ogólnej ilości podłoża wynosi około 15 % [155. TWG 2016]. Ilość odpadów papierowych generowanych w gorącym offsecie rolowym może się różnić i jest związana głównie z potrzebą przycinania, na przykład przycięcie strony A4 o 1 cm dookoła prowadzi do 16 % odpadów. Przycinanie jest konieczne, gdy produkt drukowany nie powinien mieć białego marginesu. Początek i koniec druku danej serii również przyczyniają się do powstawania odpadów papierowych, ale tylko w niewielkim stopniu.

Twierdzi się, że offset bezwodny generuje mniej odpadów na początku drukowania nakładu, ponieważ nie trzeba osiągać równowagi pomiędzy tuszem a nawilżaniem. Jak już wspomniano wcześniej, straty papieru podczas rozruchu stanowią jedynie niewielką część strat całkowitych i tylko częściowo wynikają z potrzeby osiągnięcia odpowiedniej równowagi pomiędzy tuszem a wodą (cztery podstawowe kolory nadal muszą być rejestrowane). Gdy nakłady są duże, konieczna jest wymiana płyt, co oznacza potrzebę nowego rozruchu. Równoważę to niewielką przewagą, jaką może mieć w tym zakresie offset bezwodny [komentarz INTERGRAF #83 w [212. TWG 2018]].

Makulatura dostarczana jest do wyspecjalizowanej firmy recyklingowej poza terenem zakładu. W przypadku makulatury średnio- (ścinki) i wysokogatunkowej (białej) odnotowano bezpośrednią dostawę do papierni.

Tusze

Przekazane wartości dowodzą, że ilość wytwarzanych odpadów waha się od 2 do 6.5 kg na tonę zużytego tuszu. Poziomy te są bardzo niskie w porównaniu z innymi procesami drukowania oraz prawdopodobnie również w porównaniu z innymi procesami powlekania i mogą być związane z faktem, że w gorącym offsecie rolowym używa się zawsze tych samych czterech kolorów, dlatego nie ma mieszania i nie ma resztek.

Roztwór nawilżający

Podczas drukowania roztwór nawilżający może zostać zanieczyszczony pyłem papierowym i niewielkimi ilościami tuszu. Roztwory te zawierają AOX oraz niewielkie ilości metali.

W roztworze nawilżającym z jednostki drukowania kolorem niebieskim może znajdować się niewielka ilość pigmentu ftalocyjanku miedzi. Miedź w tych pigmentach jest jednak bardzo silnie związana i nie można jej znaleźć w ściekach [komentarz INTERGRAF #85 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Z drugiej strony, jeśli nie stosuje się IPA, roztwór nawilżający zawiera pewną ilość biocydów, aby zapobiec rozwojowi alg i mikrobow. Z tego powodu zużyty roztwór nawilżający jest usuwany jako odpad niebezpieczny i nie jest zrzucany.

Środki czyszczące

Większość środków czyszczących używana jest do mycia obciążów, i generalnie miesza się je z wodą w stosunku 50:50. To, czy powstaje odpad, zależy od stosowanej metody automatycznego czyszczenia. W przypadku czyszczenia ściereczkami są one pobierane przez ściereczkę, a w przypadku czyszczenia szczotkami są one w dużej mierze zbierane. W innych przypadkach mogą być transportowane do suszarki, a następnie utleniane.

Ponowne użycie środków czyszczących jest możliwe tylko wtedy, gdy można je w prosty sposób destylować, co nie ma miejsca, gdy są one zmieszane z wodą (w procesie destylacji znika emulgator i w rezultacie rozpuszczalnik nie jest już mieszalny z wodą) lub zawarte w ściereczkach czy też szmatkach [komentarz INTERGRAF #87 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Ściereczki

Ściereczki z czyszczenia pras zawierają rozpuszczalniki organiczne, tusz i czasami lakier. Ilość ta zwykle zmienia się w zależności od wielkości nakładu, a tym samym liczby zmian procesu produkcyjnego w ciągu roku.

Inne odpady

Zużyte płyty drukarskie zawierają metale, głównie aluminium, z śladowymi ilościami innych metali, w zależności od wieku urządzenia. Wyrzucane są również gumowe obciążki. Odpady mogą także zawierać filtry z filtrowania roztworu nawilżającego oraz zużyte lampy UV z procesu produkcji płyt [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#).

Standardowe kolory tuszów offsetowych mogą być dostarczane w pojemnikach IBC wielokrotnego użytku lub w popularnych 200-litrowych metalowych beczkach. W zakładach wielkości IED, standardowe kolory są często dostarczane luzem i pompowane do stacjonarnych pojemników.

11.3.2.7. Emisje do wody

[\[212. TWG 2018\]](#)

Roztwór nawilżający

Podczas drukowania roztwór nawilżający zostaje zanieczyszczony pyłem papierowym oraz niewielkimi ilościami tuszu drukarskiego. W związku z tym roztwory te zawierają AOX o stężeniu > 1 mg AOX/l a także niewielkie ilości metali, takich jak aluminium, miedź, cynk, kobalt i mangan (te dwa ostatnie ze środków suszących), o łącznym stężeniu około 0.1 g/l. Zwykle odpad roztworu nawilżającego jest usuwany jako odpad niebezpieczny [komentarz INTERGRAF #89 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Dodatki stosowane w roztworach nawilżających w stężeniu około 3 % mogą zawierać niewielkie ilości biocydów przeciwko algom. Najczęściej spotykane stężenia biocydów mieszczą się w zakresie 0.1- 0.2 %, co oznacza, że końcowe stężenia w roztworze nawilżającym są nieistotne [[1. INTERGRAF i EGF 1999](#)].

Zazwyczaj zakłady poligraficzne nie są wyposażone w oczyszczalnię ścieków.

W badaniu przeprowadzonym przez TWG określono główne parametry oraz inne substancje będące przedmiotem zainteresowania, które mogą być uwalniane w ściekach (w tym te wymienione powyżej) i które w związku z tym należy uwzględnić przy gromadzeniu danych³⁷. W przypadku gorącego offsetu rolowego zidentyfikowano bisfenol A (BPA) i nonylofenol (NP) jako substancje będące przedmiotem zainteresowania, jednak w ramach gromadzenia informacji nie otrzymano żadnych danych.

³⁷ Dokument roboczy Komisji Europejskiej - EIPPCB 09/06/2016: Ocena danych przedłożonych przez Techniczną Grupę Roboczą (TWG) dotyczących metali i innych emisji do wody w celu ich uznania za Kluczowe Zagadnienia Środowiskowe dla instalacji prowadzących działalność w ramach IED Załącznik I 6.7.

11.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla gorącego offsetu rolowego

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane w przemyśle poligraficznym. W Tabeli 11.8 przedstawiono ogólne techniki istotne dla gorącego offsetu rolowego. Techniki te nie są powtarzane w niniejszym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 11-8 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

11.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego

Opis

Zestawienie, co najmniej raz w roku, ilości rozpuszczalników organicznych na wejściu i wyjściu z instalacji, jak to określono w części 7 pkt 2 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE. Zob. również sekcja 17.3.1.

Szczegóły techniczne

Na metodę opracowania bilansu masy rozpuszczalnika (SMB) duży wpływ mają przepisy prawne poszczególnych państw członkowskich. W załączniku 21.5.3 przedstawiono dwie metody dla sektora gorącego offsetu rolowego, przedstawione przez INTERGRAF i Niemcy (DE).

Korzyści dla środowiska

SMB dla sektora gorącego (*heatset*) nie tylko pokazuje, czy instalacja *heatset* spełnia limity emisji, ale także gdzie w procesie produkcyjnym te emisje mają miejsce i dlaczego. Jeśli konieczne są redukcje emisji, bilans masy sektora jest narzędziem zarządzania, który pokazuje, gdzie te redukcje mogą być osiągnięte w sposób najbardziej skuteczny.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

SMB dla sektora *heatset* jest, jak prawie każdy bilans masy, uproszczeniem rzeczywistej sytuacji. Ponieważ sektor jest w miarę jednorodny, metoda ta będzie działać zadowalająco w większości przypadków. Jednakże, jeżeli operator stosuje maszyny lub metody pracy różniące się od standardów przemysłowych, SMB powinien być odpowiednio zmieniony. Ponadto, jeżeli

operator posiada bardziej szczegółową wiedzę oraz dokładniejsze dane niż minimum niezbędne do opracowania SMB dla swojego procesu *heatset*, powinien je wykorzystać.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowany we wszystkich lub większości instalacji sektora *heatset*.

Metoda ta pozwala na uniknięcie stosowania pomiarów stężeń rozpuszczalników i przepływów powietrza w wywiewanym z prasy drukarskiej powietrzu. W pomieszczeniach tych pras mogą odbywać się również inne procesy drukarskie, takie jak zimny offset arkuszowy (*coldset of sheetfed offset*). Procesy te nie są objęte zakresem dokumentu STS BREF, ale mogą powodować emisje LZO. Emisje te nie powinny być przypisywane do procesu *heatset* w zakładzie.

Ekonomika

Obliczenie SMB z wystarczającą dokładnością nie jest łatwym zadaniem. Potrzeba czasu i wysiłku, aby znaleźć i zebrać potrzebne dane. Istnieje jednak szybka ścieżka uczenia się. Po obliczeniu wskaźników emisji specyficznych dla danego zakładu oraz uruchomieniu niezawodnego systemu nadzoru nad parametrami produkcji, czas poświęcony na obliczenie SMB zostaje ograniczony do minimum. Tylko w przypadku istotnych zmian, takich jak zmiana stosowanych materiałów lub instalacja nowej prasy, wskaźniki emisji muszą być ponownie określone.

Siła napędowa wdrażania

Załącznik VII do Dyrektywy 2010/75/UE (dyrektywa IED) oraz decyzje o środowiskowych uwarunkowaniach.

Przykładowe zakłady

Wszystkie zakłady uczestniczące w zbieraniu danych dostarczyły dane dotyczące bilansu masy rozpuszczalnika.

Literatura źródłowa

[\[192. INTERGRAF 2017\]](#) [\[204. UNECE 2016\]](#) [\[205. Belgia 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

11.4.2. Techniki oparte na materiałach

11.4.2.1. Stosowanie w roztworze nawilżającym dodatków o niskiej zawartości IPA lub dodatków nie zawierających IPA

Opis

Ograniczenie lub unikanie stosowania izopropanolu (IPA) jako środka zwilżającego w roztworach nawilżających (zraszanie), poprzez zastąpienie go mieszaninami innych związków organicznych, które nie są lotne lub mają niską lotność.

Szczegóły techniczne

Aby uzyskać w procesie offsetu druk o akceptowalnej jakości, konieczne jest całkowite nawilżenie wszystkich hydrofilowych części płyty, ale przy minimalnej grubości warstwy wody wynoszącej nie więcej niż około 2 μm . Proces ten musi być stabilny, nawet przy zmiennej prędkości prasy. Dlatego niezbędny jest środek nawilżający. Środek nawilżający zmniejsza napięcie powierzchniowe wody i w ten sposób minimalizuje ilość wody potrzebnej do idealnego pokrycia hydrofilowych części płyty.

Roztwór nawilżający potrzebuje również innych dodatków, takich jak kwasy do kontroli pH, środki do kondycjonowania płyt, aby uniknąć korozji, czy gumy arabskiej do dodatkowej ochrony płyty offsetowej. Nie będą one tutaj omawiane.

Tradycyjnie, najczęściej stosowanym środkiem nawilżającym jest izopropanol (IPA). IPA jest nie tylko dobrym środkiem nawilżającym, ale jest również „wrozumiały” w tym sensie, że niedoskonałości zarówno prasy, jak i wstęgi papieru oraz zmiany prędkości nie prowadzą do szybkiego przerwania ściśle kontrolowanego procesu nawilżania oraz wynikających z tego natychmiastowych i poważnych problemów z jakością druku. W przeszłości w roztworach nawilżających często stosowano IPA w stężeniu 15 % w/w i więcej.

W przypadku stosowania LZO o wysokiej lotności, takiego jak IPA, jako środka nawilżającego, znaczna jego część odparowuje w drodze do płyty i obciążenia gumowego, stając się w ten sposób emisją niezorganizowaną. Pozostała część jest wchłaniana przez wstęgę papieru, szybko transportowana do suszarki, tam odparowywana i niszczona w utleniaczu. Generalnie, im niższa lotność środków nawilżających, tym mniejsza część odparowuje jako emisja niezorganizowana i tym niższe musi być stężenie początkowe. Ponadto inne LZO mogą nie być tak łatwo uwalniane z wody jak IPA.

W dzisiejszych prasach drukarskich, przy dobrze wyszkolonych operatorach, prawidłowej konserwacji i odpowiedniej kontroli jakości, często możliwe jest zastąpienie IPA w znacznym stopniu lub nawet całkowicie przez dodatki zawierające związki organiczne, które nie są lotne lub mają niską lotność. W przypadku nowoczesnych pras, w szczególnie wymagających okolicznościach, można osiągnąć redukcję stężenia IPA w roztworze tłumiącym do 3 % w/w. W przypadku starszych pras powinno być możliwe obniżenie stężenia IPA do 5 % w/w.

We wszystkich przypadkach roztwór nawilżający musi być schłodzony do temperatury około 10-15 °C, aby ograniczyć parowanie w drodze na płytę.

Korzyści dla środowiska

Znaczne zmniejszenie parowania rozpuszczalnika z roztworu zraszającego, co skutkuje znaczną redukcją emisji niezorganizowanej.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W porównaniu z sytuacją, w której stężenie IPA wynosi 15 % w/w, emisje niezorganizowane z roztworu nawilżającego zostają zredukowane o około 80 %.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W przypadku gdy nie stosuje się IPA w roztworze nawilżającym, istnieje potrzeba zastosowania biocydów, aby zapobiec rozwojowi glonów i innych mikroorganizmów w jednostce nawilżającej. Biocyd wraz z innymi dodatkami roztworu nawilżającego jest przenoszony przez wstęgę papieru do utleniacza.

W przypadku konieczności usunięcia niewielkiej ilości roztworu nawilżającego, należy to uczynić traktując go jako odpad niebezpieczny, głównie ze względu na zawartość biocydu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona przez wymagania lub specyfikacje techniczne czy też dotyczące jakości produktu.

Warstwa wody naniesiona na płytę offsetową musi być bardzo cienka (0.5-1 g/m² lub 0.5-1 μm). Jeżeli warstwa jest zbyt cienka, pęka a część powierzchni płyty „wysycha”. Jeśli warstwa jest zbyt gruba, nie jest odpowiednio usuwana z hydrofilowych części płyty. W obu przypadkach efektem jest nierozpoznawalnie zabarwiona i rozmazana wstęga papieru.

W celu zmniejszenia zużycia IPA oraz zastosowania dodatków, które nie są lotne lub mają niską lotność, prasa drukarska musi być odpowiednio wyposażona, na przykład w ceramiczne, metalowe lub hydrofilowe wałki rozpraszające i płytowe (zob. sekcja 11.4.2.2). Wałki te muszą być precyzyjnie wyregulowane, a prasa musi być dobrze konserwowana. Niezbędna jest też kontrola temperatury.

Wymagany stan prasy i wyszkolenie operatora w celu skutecznej redukcji IPA do maksymalnie 3 % w/w nie różni się zbytnio od tego, co jest konieczne do zastosowania tylko dodatków, które nie są lotne lub mają niską lotność.

W niektórych przypadkach całkowita rezygnacja ze stosowania IPA może powodować wady jakościowe. Stosowanie substytutów zwiększa ilość wody, którą należy wprowadzić na płytę celem odpowiedniego nawilżenia o 30 % do 50 % w porównaniu z sytuacją, gdy IPA jest jedynym środkiem nawilżającym. W sposób nieunikniony zmniejsza to ostrość druku z powodu mniej niż doskonałego odrzucenia tuszu od emulsji wodnej na płycie. W związku z tym istnieją granice możliwej do osiągnięcia jakości przy drukowaniu bez stosowania IPA, nawet w przypadku nowoczesnych pras z dobrze wyszkolonymi operatorami, dobrą konserwacją oraz odpowiednią kontrolą jakości.

Pomimo powyższego, w większości przypadków jakość druku jest nadal akceptowalna, chociaż mogą wystąpić z nią pewne problemy, na przykład w przypadku obrazów z dużą ilością szczegółów (ludzkie twarze, rysunek drewna), dużą różnicą w oświetleniu obiektów, bardzo ciemnymi, nienasyconymi kolorami lub subtelnymi odcieniami szarości. W rezultacie, użycie izopropanolu może być potrzebne przy niektórych wydrukach, wymagających lepszej niż zwykle jakości. Przykładami takich produktów są muzealne katalogi sztuki czy wysokiej jakości sprawozdania roczne.

Ekonomika

Tzw. proces „uczenia się” obsługi prasy drukarskiej dotyczy zarówno osiągnięcia niskiego stężenia IPA, jak i zastosowania dodatków, które nie są lotne lub mają niską lotność. Podczas „uczenia się” produkcja spada z powodu niższych prędkości prasy oraz problemów z jakością. Osiągnięcie sytuacji, w której we wszystkich okolicznościach można utrzymać niskie stężenie IPA lub całkowicie zrezygnować z jego stosowania, może zająć kilka lat.

W dłuższym okresie uzyskuje się oszczędności w zużyciu środków nawilżających, a także oszczędności wynikające z uniknięcia kosztów związanych z łatwopalnymi właściwościami IPA.

Specyfikacja kosztów i oszczędności nie była dostępna w chwili opracowywania niniejszego dokumentu.

Sila napędowa wdrażania

Stosowanie IPA jest generalnie ograniczone ze względu na bezpieczeństwo pracowników oraz redukcję emisji niezorganizowanych.

Przykładowe zakłady

Technika stosowana we wszystkich zakładach które dostarczyły dane.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [155. TWG 2016] [186. INTERGRAF 2017] [212. TWG 2018]

11.4.2.2. Ceramiczne, metalowe i hydrofilowe wałki (cylindry) rozpraszające oraz płytowe

Opis

Zastosowanie ceramicznego, chromowanego lub hydrofilowego wałka dystrybucyjnego w kombinacji z hydrofilowymi cylindrami płytowymi. Hydrofilowe cylindry płytowe wykonane są z miękkiej gumy. Wałki dystrybucyjne mogą tworzyć szczególnie cienką i ciągłą warstwę nawilżającą na cylindrze płytowym przy niższych stężeniach IPA.

Taki system rolek (cylindrów) jest również z powodzeniem stosowany w sytuacjach, w których IPA jest częściowo zastępowana. Zob. sekcja 11.4.2.1.

Korzyści dla środowiska

Niższe emisje LZO, ponieważ stężenie IPA może być zredukowane do mniej niż 2-3 % w/w, w zależności od stężenia początkowego.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

To, czy lepsze rezultaty dają ceramiczne czy chromowane wałki dystrybucyjne, zależy od rodzaju prasy drukarskiej. Wałki ceramiczne wymagają więcej czasu na konserwację i czyszczenie.

W jednym z zakładów offsetowych w Norwegii, gdzie IPA został częściowo zastąpiony, można go było obniżyć z 15 do 4 %, co spowodowało obniżenie stężenia IPA w powietrzu nad prasą w przedziale 77-90 %.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Miękka guma ulega uszkodzeniu szybciej niż cylindry płytowe wykonane z twardej gumy i musi być częściej wymieniana, co powoduje więcej odpadów. Również wałki ceramiczne muszą być wymieniane częściej niż stalowe chromowane.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest powszechnie stosowana i ma zastosowanie we wszystkich zakładach drukarskich stosujących IPA. Jednak obecnie coraz rzadziej stosuje się wałki ceramiczne lub metalowe, a coraz częściej hydrofilowe, które dają ten sam efekt, ale są tańsze.

Ekonomika

Koszty płytowych cylindrów hydrofilowych są takie same jak w przypadku rolek z twardej gumy i wahają się w granicach 250 - 1000 EUR za sztukę. Trzeba je jednak częściej wymieniać. Wałki ceramiczne kosztują 2500 - 3000 EUR za sztukę. Całkowite koszty wymiany wałków dystrybucyjnych na ceramiczne zależą od wielkości prasy drukarskiej. Również wałki ceramiczne trzeba wymieniać częściej niż chromowane (koszty z około 1997 roku).

Siła napędowa wdrażania

Nie dostarczono danych.

Przykładowe zakłady

Zakład w Norwegii.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [14. Aminimal i in. 2002] [38. TWG 2004]

11.4.2.3. Offset bezwodny

[186. INTERGRAF 2017] [212. TWG 2018]

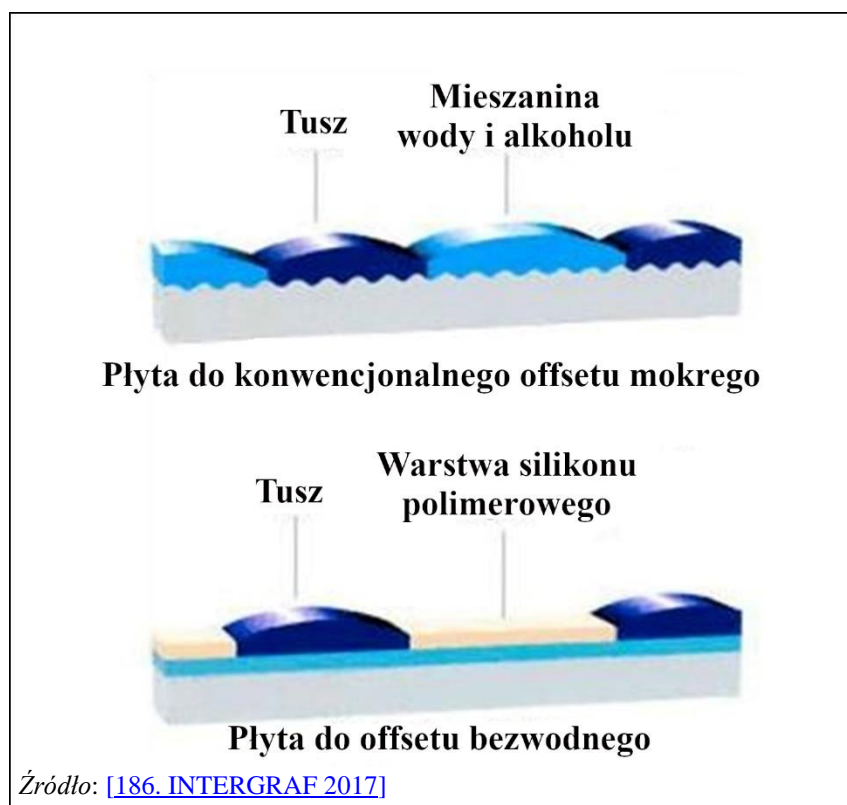
Opis

Modyfikacja prasy i procesów przygotowania do druku celem umożliwienia stosowania specjalnie powleczonych płyt offsetowych, eliminujących konieczność nawilżania.

Szczegóły techniczne

Na specjalnych płytach offsetowych, warstwa silikonów jest utwardzana laserowo na częściach nie przenoszących tuszu lub, alternatywnie, utwardzone silikony są wypalane w celu uzyskania obszarów przenoszących tusz. Utwardzone silikony mają taki sam efekt jak roztwór zraszający na tradycyjnych płytach offsetowych: miejscowo utrzymują powierzchnię wolną od tuszu (zob. Ilustracja 11.11). Na świecie istnieje tylko jeden producent.

Zastosowanie offsetu bezwodnego wymaga znacznych zmian w procesie druku, dodatkowego chłodzenia maszyny oraz użycia specjalnych tuszy.



Ilustracja 11-11 Płyta do konwencjonalnego offsetu mokrego oraz płyta do offsetu bezwodnego.

Korzyści dla środowiska

Ponieważ nie stosuje się roztworu zraszającego, nie ma również potrzeby stosowania żadnych dodatków, takich jak izopropanol lub inne środki nawilżające, w związku z czym nie występuje emisja niezorganizowana związana z tymi dodatkami. Ponadto, podczas przygotowania do pracy występuje mniejsza strata papieru.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Płyty offsetowe bezwodne nie mają długiej żywotności. Podczas gdy tradycyjne płyty offsetowe mogą być poddawane obróbce, aby wytrzymać wystarczająco długo przy dużych nakładach, płyty do offsetu bezwodnego muszą być w takich sytuacjach wymieniane. Powoduje to konieczność produkcji dodatkowych płyt oraz większe straty papieru i częstsze operacje przygotowania do drukowania. Koszty te znacznie zmniejszają korzyści ekonomiczne płynące z offsetu bezwodnego. Jest to również powód, dla którego offset bezwodny jest częściej spotykany w offsecie z użyciem arkuszy niż w offsecie z użyciem zwojów.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do chłodzenia prasy konieczne jest dodatkowe zużycie energii. Płyty nie mogą być tak łatwo poddawane recyklingowi jak płyty do konwencjonalnego offsetu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie offsetu bezwodnego wymaga znacznych zmian w procesie druku, dodatkowego chłodzenia maszyny oraz użycia specjalnych tuszy.

Płyty do offsetu bezwodnego muszą być wymieniane po znacznie mniejszej liczbie wydruków niż płyty do offsetu tradycyjnego, co sprawia, że technika ta nie ma zastosowania w przypadku dużych nakładów, takich jak te realizowane zazwyczaj w drukarniach o wielkości IED stosujących gorący offset rolowy.

Zastosowanie offsetu bezwodnego zmniejsza elastyczność drukarni. Konieczne mogą być po stronie klienta dodatkowe czynności przygotowujące do druku. Na przykład, proces ten ma trudności z drukowaniem dużych obszarów czarnym tuszem, co może wymagać obejścia poprzez użycie wszystkich czterech kolorów.

Z drugiej strony, w offsecie bezwodnym, ostrość poszczególnych punktów może ulec poprawie i pozwolić na uzyskanie nieco ostrzejszej jakości druku.

Technikę tą stosuje się do druku gazet, czasopism, broszur, ulotek itp.

Ekonomika

W przypadku istniejących instalacji inwestycja jest znaczna, ponieważ konieczne jest wprowadzenie dużych zmian w prasach drukarskich.

W przypadku krótkich serii, redukcja czasu przygotowania do druku stanowi oszczędność. Pojawiają się jednak dodatkowe koszty chłodzenia prasy oraz droższych płyt.

Siła napędowa wdrażania

W przypadku krótkich serii redukcja strat papieru dzięki skróceniu czasu przygotowania do druku daje korzyści ekonomiczne.

W przeszłości, brak narażenia operatora na opary izopropanolu był również uważany za zaletę, ale nie ma to już znaczenia obecnie ze względu na drastyczne zmniejszenie zużycia izopropanolu w branży.

Dzięki tej technice uzyskuje się bardzo wysoką jakość wykonania. Zmniejszenie zużycia środków chemicznych poprawia również BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Zgodnie ze stanem wiedzy STS TWG, technika ta nie jest obecnie stosowana w Europie.

Możliwe zastosowania można znaleźć na stronie Międzynarodowego Stowarzyszenia Druku Bezwodnego (*International Waterless Printing Association*) www.waterless.org.

Literatura źródłowa

[186. INTERGRAF 2017]

11.4.3. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

Techniki termicznego przetwarzania gazów odlotowych (utlenianie rekuperacyjne i regeneracyjne) są szeroko stosowane w sektorze ze względu na nieprzyjemny zapach gazów odlotowych. Więcej informacji na temat technik termicznego przetwarzania gazów odlotowych znajduje się w sekcji 17.10.5.

11.4.3.1. Odprowadzanie i oczyszczanie powietrza z pomieszczenia z prasą drukarską lub zamknięcie (hermetyzacja) prasy

Opis

Kierowanie powietrza usuwanego z pomieszczenia prasy drukarskiej lub jej obudowy do suszarki. W wyniku tego część rozpuszczalników odparowanych w pomieszczeniu lub hermetycznej obudowie prasy drukarskiej jest uwalniana przez utleniacz termiczny za suszarką. Dzięki temu zmniejsza się emisje niezorganizowane.

Szczegóły techniczne

Prasy procesu *heatsset* są często obudowywane ze względu na klimatyzację i redukcję hałasu oraz, w razie potrzeby, w celu uniknięcia nadmiernego narażenia personelu na opary rozpuszczalników. Stabilny proces druku offsetowego wymaga stałej temperatury i niskiej prędkości strumieni powietrza wokół prasy. Hałasujące części procesu drukowania to wałki drukujące, suszarka oraz maszyna do składania i cięcia. Często są one hermetyzowane razem z samą prasą.

W innych przypadkach hermetyzacja nie jest stosowana ze względów technicznych lub ekonomicznych. Tak może być na przykład w przypadku stosowania przenośnych zespołów drukujących. Wymaga to częstych zmian płyt oraz obecności operatora przy pracującej prasie. W takich przypadkach prasa nie jest hermetyzowana, lecz obsługiwana w miarę możliwości z oddzielnego pomieszczenia sterowania.

Do prasowni lub obszaru zamkniętego doprowadzane jest powietrze o regulowanej temperaturze. Całkowity strumień wentylacyjny pomieszczenia prasy jest z reguły znacznie większy (co najmniej pięciokrotnie) niż strumień powietrza z suszarki. Powietrze wlotowe do suszarki służy jako część strumienia wentylacji odprowadzającej. Zatem częściowo powietrze nie jest odprowadzane do atmosfery, lecz do suszarki i utleniacza. W ten sposób część oparów rozpuszczalnika w pomieszczeniu lub w obudowie jest oczyszczana. Dzięki temu zredukowane są emisje niezorganizowane.

Przepływ powietrza w nowoczesnych suszarkach i zintegrowanych suszarko-utleniaczach wynosi od 5 000 do 20 000 m³/h. Całkowita ilość powietrza potrzebna do kontrolowania warunków w pomieszczeniu pras lub w ich hermetycznych obudowach zależy od takich czynników jak liczba, wielkość i prędkość pras i jest zazwyczaj większa niż ilość usuwana przez suszarki. Konieczna jest dodatkowa wentylacja wyciągowa do atmosfery. Stężenie rozpuszczalnika w pomieszczeniu prasy lub w jej hermetycznej obudowie jest niskie. Ze względu na niskie stężenie rozpuszczalnika w dodatkowo wentylowanym powietrzu, jego przetwarzanie nie jest ekonomicznie uzasadnione. Najwyższe stężenia występują tam, gdzie izopropanol jest stosowany jako dodatek do roztworu zraszającego. Jednak nawet w takich przypadkach stężenie będzie, ze względów bezpieczeństwa i higieny pracy, znacznie niższe niż dopuszczalna wartość narażenia na działanie izopropanolu w miejscu pracy (np. w Niemczech najwyższe dopuszczalne stężenie (MAK) wynosi 200 mg/m³). W wyniku tak niskiego stężenia nie jest możliwe zwiększenie przepływu powietrza w suszarce w taki sposób, aby mogło to samo w sobie zapewnić wystarczającą wentylację wyciągową dla enkapsulacji.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji niezorganizowanych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przybliżone obliczenie udziału oparów rozpuszczalnika z obudowy, które są poddawane przetwarzaniu, otrzymuje się z następującego wzoru:

Suszarki z przepływem powietrza (lub zintegrowana suszarko-utleniacz)

Suszarki z przepływem powietrza + dodatkowa wentylacja wyciągowa

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak negatywnych skutków dla środowiska.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana we wszystkich zakładach gorącego offsetu rolowego.

Ekonomika

Brak dodatkowych kosztów.

Siła napędowa wdrażania

Wentylacja pomieszczenia pras lub ich obudów jest konieczna ze względu na klimatyzację oraz celem uniknięcia nadmiernego narażenia personelu na działanie rozpuszczalników. Pobieranie powietrza wlotowego do suszarek z prasowni lub obszaru zamkniętego wspomaga tą wentylację.

Przykładowe zakłady

Wszystkie lub prawie wszystkie zakłady gorącego offsetu rolowego w Europie.

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[186. INTERGRAF 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

11.4.3.2. Suszarka offsetowa zintegrowana z oczyszczaniem gazów odlotowych

Opis

Suszarka do gorącego offsetu rolowego z wbudowaną jednostką oczyszczania gazów odlotowych, umożliwiającą mieszanie powietrza wlotowego suszarki z częścią gazów odlotowych powracających z systemu termicznego utleniania tych gazów.

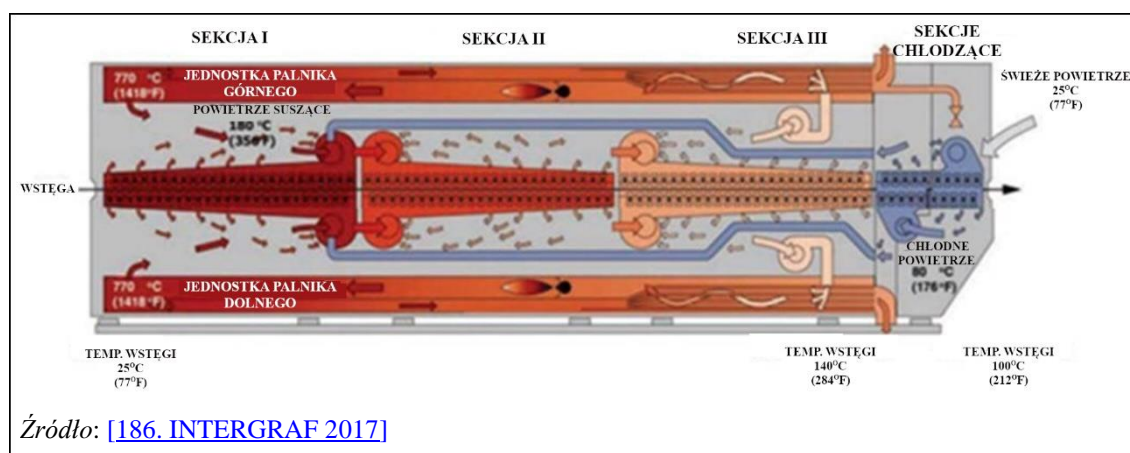
Szczegóły techniczne

Technika ta obejmuje suszarkę gorącego powietrza dla zadrukowanej wstęgi z pras procesu *heatsset*, gdzie przychodzące powietrze suszące jest podgrzewane poprzez mieszanie go z częścią gazów odlotowych z palnika lub palników, które utleniają zawartość LZO w odprowadzanym powietrzu suszącym.

Wychodzące powietrze suszące jest w całości doprowadzane do tych palników. Część gazów odlotowych z palnika, która nie jest recykulowana i wykorzystywana do ogrzewania wchodzącego powietrza suszącego, jest emitowana.

Chłodne powietrze wchodzące do suszarki jest wykorzystywane do chłodzenia wstęgi papieru, gdy wychodzi ona z suszarki, oraz do powstrzymania odparowywania LZO z tuszu na wstędze. Chłodzenie można również uzyskać za pomocą metalowych cylindrów, które są wewnętrznie chłodzone wodą.

Maksymalną temperaturę wstęgi można regulować i zwykle wynosi ona od 140 do 190 °C. Istnieje ograniczenie recykulacji powietrza z utleniacza do części suszącej, ponieważ maksymalna temperatura wstęgi papieru jest ograniczona.



Ilustracja 11-12 Zintegrowane oczyszczanie gazów odlotowych w suszarce prasy poligraficznej gorącego offsetu rolowego.

Korzyści dla środowiska

Główną korzyścią jest uniknięcie emisji LZO związanych z suszeniem olejów mineralnych w tuszach do procesu *heatset*.

Ponadto unika się nieprzyjemnych zapachów. Nieoczyszczone gazy odlotowe z suszarek procesu *heatset* są notorycznie nieprzyjemnie pachnące.

Zużycie energii jest znacznie niższe niż w przypadku osobnych suszarek i utleniaczy. Oszczędza się energię potrzebną do zasilania oddzielnej suszarki, a dzięki recyrkulacji zmniejsza się zużycie energii przez utleniacz. Można to zilustrować faktem, że strumień powietrza wylotowego z tych zintegrowanych suszarko-utleniaczy jest o połowę mniejszy niż strumień powietrza wylotowego z oddzielnej suszarki dla tej samej prasy.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zintegrowane suszarko-utleniacze są zazwyczaj w stanie osiągnąć wartości niższe niż dopuszczalna wartość emisji IED (załącznik VII do dyrektywy 2010/75/UE).

Skuteczność niszczenia zależy nie tylko od wartości emisji, ale również od ilości odparowanego oleju mineralnego, która z kolei zależy od pokrycia wstęgi tuszem i temperatury suszenia.

Zazwyczaj stężenie LZO w powietrzu suszącym wynosi około 2 g LZO/m³, a wielkość emisji jest znacznie poniżej 20 mg C/m³. W rezultacie skuteczność niszczenia wynosi ponad 99 %. Osiągalne są również wartości rzędu 99.9 %.

Suszarko-utleniacze są projektowane i produkowane przez specjalistyczne firmy posiadające doświadczenie w zaopatrywaniu rynku gorącego offsetu rolowego. Ich wymiary zależą od szerokości i prędkości prasy oraz od typowego pokrycia zwoju tuszem.

Niezawodność tych maszyn jest wyjątkowa. Jest to oczywiście konieczne, ponieważ w przypadku usterki nie jest możliwe dalsze drukowanie: nie można obejść utleniacza termicznego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W istniejących budynkach mogą istnieć ograniczenia możliwości zastosowania ze względu na wielkość zintegrowanego suszarko-utleniacza.

Wymiana istniejących suszarek oraz oddzielnych utleniaczy bez wymiany prasy nie jest warta oszczędności na zużyciu energii.

Sila napędowa wdrażania

Zmniejszone zużycie energii i redukcja emisji LZO.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[186. INTERGRAF 2017]

11.4.4. Czyszczenie

11.4.4.1. Środki czyszczące do czyszczenia ręcznego o niskiej lotności i bez LZO

Opis

Ilość LZO wprowadzanych podczas ręcznego czyszczenia można ograniczyć poprzez kombinację następujących technik:

- ostrożne obchodzenie się ze środkiem czyszczącym, np. zamykanie pojemników po użyciu;
- stosowanie HBS (rozpuszczalnika wrzącego w wysokiej temperaturze) lub środków czyszczących na bazie olejów roślinnych bez LZO do wszystkich czynności związanych z czyszczeniem (zob. sekcja 17.9.5);
- stosowanie środków czyszczących o niewielkim wpływie na środowisko, zob. sekcja 17.6.1.

Korzyści dla środowiska

Ilość LZO wprowadzana do czyszczenia może zostać zredukowana do < 5% ilości wprowadzanego tuszu lub ogólny wpływ na środowisko, w tym OFP (potencjał ozonotwórczy) może zostać zmniejszony.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Użycie powyższych rozpuszczalników może oznaczać, że większa ilość zużytego rozpuszczalnika będzie wymagała przetworzenia i/lub usunięcia, ponieważ mniejsza ilość rozpuszczalnika odparuje.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Roślinne środki czyszczące (VCA) nie mają zastosowania w gorącym offsecie rolowym, ponieważ woda używana do płukania może uszkodzić papierową wstęgę.

Jedynie w procesie typografii arkuszowej można z łatwością stosować VCA, ale w druku offsetowym roślinne środki czyszczące nie są skutecznym rozwiązaniem do czyszczenia rolek/cylindrów i gumowych obciążów. Dostępne obecnie VCA na gumowych obciążach działają jak środki spęczniające i obciążi stają się niezdadne do użytku. Należy wziąć pod uwagę, że mimo iż VCA przynoszą znaczne korzyści dla środowiska, są one uznawane za BAT tylko w przypadku niektórych metod produkcji.

Środki czyszczące o niskiej lotności wymagają nowych metod pracy. Produkty o niskiej lotności często nie działają natychmiast po naniesieniu na czyszczoną powierzchnię. Muszą zostać spłukane wodą - jako drugi krok. Dlatego przejście na stosowanie nielotnych substancji do czyszczenia będzie wymagało od pracowników dostosowania ich praktyk pracy.

Gdy nielotne środki czyszczące są stosowane ręcznie, muszą być używane oszczędnie, ponieważ jeśli kapią do maszyny, mogą powodować błędy w druku [148. COM 2009].

Ekonomika

Do skutecznego czyszczenia potrzebne są mniejsze ilości i można je rozcieńczać wodą w ilości do 50 %. Wynikające z tego zmniejszenie zużycia w pełni rekompensuje ich wyższą cenę [148. COM 2009].

Siła napędowa wdrażania

Zdrowie pracowników (narażenie na opary rozpuszczalnika) oraz bezpieczeństwo pracy (unikanie eksplozji w suszarce, gdy wstęga papieru ze środkiem czyszczącym do niej trafia).

Literatura źródłowa

[7. Niemcy 2003] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [148. COM 2009]

11.4.4.2. Stosowanie do automatycznego czyszczenia obciągow rozpuszczalników niezawierających LZO lub rozpuszczalników o niskiej lotności

Opis

Stosowanie związków organicznych, które nie są lotne lub mają niską lotność jako substancji do automatycznego czyszczenia obciągow.

Szczegóły techniczne

Automatyczne czyszczenie obciążu w gorącym offsecie rolowym dotyczy czyszczenia cylindra gumowego obciążu podczas drukowania. Włókna papieru i tusz przyklejają się do gumowego obciążu i obniżają jakość drukowanego produktu. Podczas produkcji prasa jest od czasu do czasu zwalniana lub zatrzymywana, zgodnie z cyklem czyszczenia gumowych obciągow, których jest z reguły osiem na maszynę procesu *heatset* (cztery kolory po każdej stronie wstęgi papieru). Środek czyszczący składa się z rozpuszczalnika, który często jest mieszany z wodą. W przypadku użycia wody, powoduje ona pęcznienie włókien papierowych, a rozpuszczalniki odrywają zarówno włókna, jak i tusz od gumowej wstęgi.

Stosowane są trzy rodzaje czyszczenia automatycznego:

- System szczotkowy: Szczotkę zwilżoną mieszaniną rozpuszczalnika i wody przytrzymuje się krótko przy obciążu. Szczotka jest wycierana do czysta: około 10 % środka czyszczącego jest zbierane wraz z usuwanymi zanieczyszczeniami, a około 90 % jest przenoszone na wstęgę papieru.
- System ściereczek: Ściereczka jest kilkakrotnie dociskana do gumowego obciążu. Zarówno ściereczka jak i cylinder z obciążem są spryskiwane środkiem czyszczącym. Około 20 % środka czyszczącego i rozluźnionego brudu zostaje wchłonięte przez ściereczkę. Pozostała część środka czyszczącego jest przenoszona na wstęgę papieru. W innych przypadkach ściereczka jest wstępnie zwilżana środkiem czyszczącym.
- System natryskowy: Cylinder z obciążem jest spryskiwany środkiem czyszczącym. Środek czyszczący i rozluźnione zanieczyszczenia są przenoszone na wstęgę papieru.

We wszystkich trzech systemach wstęga papieru przenosi cały lub prawie cały środek czyszczący do suszarki, gdzie ulega on odparowaniu. LZO zaabsorbowane przez wstęgę papieru są następnie zredukowane w utleniaczu. Pozostała część jest zbierana i usuwana jako odpad. Dlatego emisje niezorganizowane są nieistotne.

Ponieważ większość środków czyszczących kończy swój bieg w suszarce, cały system czyszczenia, środek czyszczący, suszarka i utleniacz muszą być zaprojektowane i obsługiwane w taki sposób, aby nie wystąpiło ryzyko wybuchu z powodu chwilowego wzrostu stężenia rozpuszczalnika w suszarce i utleniaczu podczas trwania cyklu. Producent suszarki określa na

ogół wartości graniczne, w których muszą mieścić się parametry środków czyszczących. Limity te mogą być wyrażone w różny sposób (palność, prężność par, LEL, itp.), ale zawsze skutkują bardzo niską prężnością par dla stosowanych rozpuszczalników.

Korzyści dla środowiska

Technika ta pozwala na uniknięcie emisji niezorganizowanych ze względu na znikome odparowanie rozpuszczalników ze środków czyszczących używanych do czyszczenia automatycznego. Ponadto, stosowane automatyczne systemy czyszczące zmniejszają potrzebę stosowania czyszczenia ręcznego, a tym samym zużycie bardziej lotnych rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Połączenie stosowania rozpuszczalników o niskiej lotności, krótkiego czasu trwania cyklu czyszczenia oraz konstrukcji systemów czyszczących sprawia, że prawie wszystkie LZO są gromadzone lub absorbowane przez wstęgę papieru. W związku z tym, w przypadku stosowania w środkach czyszczących wyłącznie rozpuszczalników o niskiej lotności, w wyniku automatycznego czyszczenia nie powstają żadne wartości emisji niezorganizowane.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Na ilość odpadów papierowych wpływ ma skuteczność zastosowanego środka czyszczącego. W szczególności środki czyszczące niezawierające LZO mogą być mniej skuteczne niż środki czyszczące o niskiej lotności. W takim przypadku należy unikać stosowania środków niezawierających LZO, aby nie dopuścić do zwiększenia strat papieru.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wszystkie automatyczne systemy czyszczące stosowane w dużych zakładach gorącego offsetu rolowego są przystosowane do stosowania w środkach czyszczących rozpuszczalników o niskiej lotności.

Ekonomia

Technika ta nie wiąże się z żadnymi dodatkowymi kosztami. Wszystkie duże, nowoczesne prasy procesu *heatset* wyposażone są w automatyczne systemy czyszczenia obciągów.

Siła napędowa wdrażania

Głównymi siłami napędowymi wdrażania są korzyści ekonomiczne (szybsze czyszczenie, wyższa wydajność, mniej czyszczenia ręcznego), poprawa warunków pracy (mniej czyszczenia ręcznego, mniejsze narażenie na opary rozpuszczalników) oraz większe bezpieczeństwo (mniejsza ilość łatwopalnych cieczy w użyciu).

Przykładowe zakłady

Wszystkie zakłady które dostarczyły dane.

Literatura źródłowa

[186. INTERGRAF 2017]

12. FLEKSOGRAFIA I ROTOGRAWIURA NIEPUBLIKACYJNA

W zakładach opakowań elastycznych stosuje się kombinację dwóch lub więcej z poniższych procesów:

- rotograviurę na materiałach opakowaniowych (zwaną rotograviurą niepublikacyjną, rotograviurą opakowaniową lub wkłęsłodrukiem);
- fleksografię (czyli technikę druku wypukłego);
- laminowanie;
- lakierowanie;
- drukowanie cyfrowe (komputerowe).

We wszystkich tych procesach mogą być stosowane rozpuszczalniki.

12.1. Ogólne informacje na temat fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej

[\[194. Technavio 2017\]](#) [\[196. ERA 2015\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)

Rynek fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej w Europie stale się rozwija i przewiduje się, że w najbliższych latach będzie nadal stabilnie wzrastał. Jednym z kluczowych czynników tej tendencji jest rosnący popyt na elastyczne produkty opakowaniowe na bazie tworzyw sztucznych.

Głównymi rodzajami produktów w branży fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej są:

- produkty cukiernicze;
- farmaceutyki;
- środki ochrony osobistej;
- żywność dla zwierząt;
- produkty mięsne;
- nabiał i produkty mleczne;
- mrożonki;
- owoce i warzywa.

W 2015 roku segment wyrobów cukierniczych zdominował rynek i stanowił w nim, pod względem przychodów, ponad 22 % udziału.

Podstawowe stosowane surowce to:

- tworzywa sztuczne;
- papier;
- folia aluminiowa.

Szacuje się, że europejski przemysł fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej liczy łącznie 320 zakładów drukarskich, eksploatujących 820 maszyn do rotograviury. Produkują one m.in:

- Elastyczne materiały opakowaniowe (opakowania foliowe w postaci jednowarstwowej lub kompozytowej do pakowania artykułów spożywczych, cukierniczych, farmaceutycznych itp.). Elastyczne materiały opakowaniowe są stosowane przez dużych międzynarodowych

właścicieli marek, jak również przez duże sieci supermarketów do pakowania produktów własnej nazwy.

- Etykiety na butelki dużych producentów napojów bezalkoholowych.
- Pokrywki do produktów mlecznych (np. jogurtów).
- Kartoniki na mleko lub soki.

Obroty branży fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej w Europie wynoszą około 15 miliardów euro rocznie. Liczba ta jest wynikiem przybliżonych obliczeń. Obroty poszczególnych drukarni różnią się w zależności od wytwarzanego produktu i podłoża, na którym drukują.

W Europie istnieje również około 85 drukarni zajmujących się tzw. rotograwiurą dekoracyjną, obsługujących 300 maszyn do wkłęsłodruku. Wytwarzają one przede wszystkim:

- papier opakowaniowy do podłóg laminowanych, mebli, szafek kuchennych itp.;
- opakowania prezentów;
- tapety.

Obroty branży rotograwiury dekoracyjnej w Europie wynoszą około 2.5 miliarda euro rocznie.

Wiele drukarni fleksograficznych i rotograwiury niepublikacyjnej nie posiada własnych urządzeń grawerujących i zleca produkcję oraz grawerowanie cylindrów drukujących podwykonawcom. Stało się to ważną gałęzią przemysłu, której roczna produkcja wynosi ponad 600 000 cylindrów do rotograwiury. Ponadto istnieje znaczna liczba cylindrów grawerowanych na potrzeby tłoczenia opakowań, tapet, papieru higienicznego, produktów dekoracyjnych itp. Obroty szacuje się na około 0.5 miliarda euro rocznie. Dzięki podzleceniu produkcji i grawerowania cylindrów emisje do wody związane z galwanizacją cylindrów są przenoszone na wyspecjalizowanych dostawców.

12.2. Stosowane we fleksografii i rotograwiurze niepublikacyjnej procesy i techniki

[197. FPE 2017]

12.2.1. Fleksografia

Druk fleksograficzny polega na bezpośrednim drukowaniu rotacyjnym przy użyciu sprężystych płyt reliefowych, takich jak guma lub, co jest obecnie bardziej prawdopodobne, fotopolimerów i szybko schnących tuszy na bazie rozpuszczalnika lub wody.

Fleksografia jest prawie wyłącznie procesem rolowym lub wstęgowym. Jest to prosta metoda drukowania, zazwyczaj z bardzo łatwym systemem nakładania tuszu, wykorzystująca jeden główny wałek dozujący o chropowatej powierzchni.

Specjalnie zaprojektowane prasy fleksograficzne wytwarzają obecnie szeroką gamę produktów drukowanych. Nadają się one szczególnie do druku rolowego w długich seriach i są przystosowane do szerokiej gamy podłoży - od cienkiego papieru po ciężką tekturę falistą, od cienkiego celofanu po grube elastyczne arkusze, winyle i folie. Główne zastosowania tego procesu to opakowania elastyczne, kartony na płyny, niektóre gazety, książki w twardej oprawie, etykiety, torby papierowe/plastikowe, kartony/paczki i okleiny ścienne (tapety).

W zakładach produkujących i drukujących tekturę falistą stosuje się prasy arkuszowe. Tektura falista jest cięta na sztywne arkusze, które przechodzą przez całą prasę poziomo. Prasy są typu „*bottom printers*” lub „*top printers*”, tzn. drukują na spodniej lub wierzchniej stronie podłoża.

Jednostka drukująca

Na tej samej prasie może być drukowanych wiele różnych produktów na różnych podłożach, dlatego tusze muszą być regularnie wymieniane. Z biegiem lat tusze drukarskie do opakowań spożywczych zmieniły się z tych opartych na rozpuszczalnikach aromatycznych na alifatyczne, tj. z toluenu i ksylenu na etanol, MEK, aceton i octan etylu. Tusze te schną przez odparowanie, jednak stosuje się również tusze utwardzane promieniami UV [38. TWG 2004].

Tusz ma niską lepkość, jest płynny i tradycyjnie znajduje się w tzw. tuszownicy (pojemniku na tusz), skąd jest pobierany przez obracający się gumowy wałek (wałek pobierający). Wałek pobierający dostarcza tusz do wałka dozującego. Zanim tusz zostanie przeniesiony na płytę drukarską, jego nadmiar jest usuwany z wałka dozującego za pomocą rakli.

Bardziej nowoczesnym systemem jest rakla komorowa, w której zbiornik tuszu jest połączony z głowicą na tusz, z której tusz jest podawany bezpośrednio na wałek dozujący (tzw. aniloks czyli wałek rastrowy). Ponieważ tusz jest cyrkulowany przez pompy w konstrukcji przypominającej skrzynkę, przenoszenie tuszu na wałek rastrowy jest niezależne od prędkości prasy. Dwie rakle, połączone z głowicą natryskową, ściśle przylegają do wałka rastrowego.

Wałek dozujący tusz (aniloks)

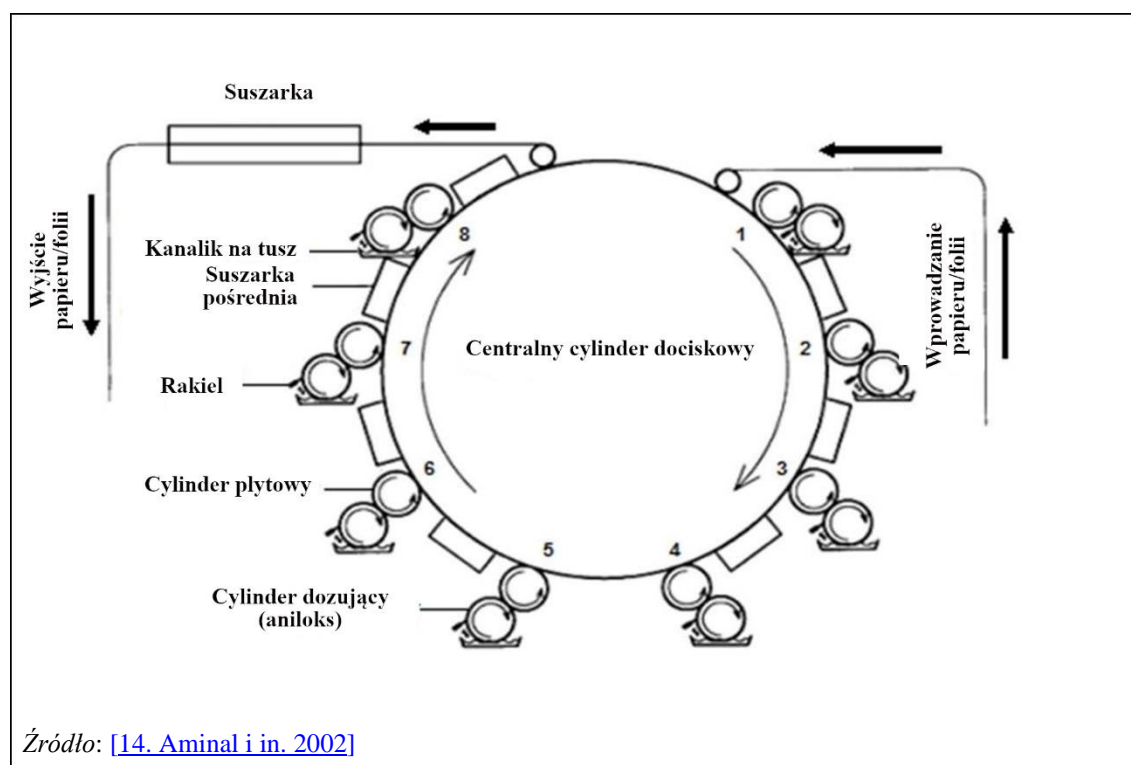
W prasie fleksograficznej tusz jest przenoszony z zasobnika na wałek dozujący (aniloks). Wałek dozujący tusz jest ceramiczny i pokryty tzw. komórkami, poprzez które farba jest dozowana na płytę drukarską; ilość zależy od głębokości i struktury komórek, układu wzoru i liczby sit. Komórki mogą być grawerowane mechanicznie lub laserowo, a w razie potrzeby mogą być ponownie grawerowane.

Cylinder płytowy

Cylinder płytowy jest zazwyczaj stalowym cylindrem, na którym płyty drukujące są mocowane za pomocą dwustronnego kleju. Płyty drukujące fleksograficzne są najczęściej wykonane z polimerów wrażliwych na promieniowanie UV lub z gumy, są sprężyste i elastyczne (*flexible*), co dało tej technice jej nazwę.

Cylinder dociskowy

Fleksograficzne maszyny drukarskie mogą być skonstruowane jako seria urządzeń lub być w formie kompaktowej. Jeżeli skonstruowane są w postaci serii urządzeń to każda jednostka drukująca ma swój własny cylinder drukujący i jest ustawiona na stojakach jedna za drugą. W formie kompaktowej kilka zespołów drukujących może być podpartych z obu stron lub, w przypadku małych pras, zawieszonych z jednej strony (tzw. typ *cantilever*) na centralnym cylindrze dociskowym. System ten znany jest również pod nazwą prasy satelitarnej (*satellite press*) [38. TWG 2004].



Ilustracja 12-1 Ośmiokolorowa prasa fleksograficzna z centralnym cylindrem dociskowym (prasa satelitarna).

Czyszczenie

Czyszczenie płyt drukarskich i części maszyn odbywa się za pomocą rozpuszczalników podobnych do tych, które znajdują się w tuszach lub lakierach. Można również stosować czyszczenie ultradźwiękami oraz czyszczenie proszkiem pod wysokim ciśnieniem.

12.2.2. Rotograwiura

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [3. IMPEL 2000] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [78. TWG 2005] [197. FPE 2017]

W druku rotograwiurym obraz składa się z małych wgłębień na gładkiej powierzchni cylindra. Cylinder składa się ze stalowej podstawy, która pokryta jest miedzią oraz cienką warstwą twardego chromu. Jest to proces bardziej specjalistyczny niż druk wypukły czy litograficzny. W

tym procesie cylinder jest zalewany farbą drukarską, a powierzchnia jest skrobana do czysta, aby pozostawić farbę tylko w zagłębionych obszarach obrazu.

Rotograwiura jest stosowana do drukowania dwóch głównych produktów graficznych: publikacji, co zostało omówione w rozdziale 13 niniejszego dokumentu, oraz opakowań elastycznych (np. opakowań dla przemysłu tytoniowego). Mniejsze zastosowania graficzne to etykiety, papier pakowy, opakowania kartonowe, banknoty i znaczki pocztowe. Poza przemysłem graficznym metoda ta stosowana jest do druku na tapetach, imitacjach drewna (laminatach) oraz imitacjach płytek podłogowych i ściennych.

Tabela 12-1 Główne cechy techniczne pras rotograwiur do opakowań.

Parametr	Charakterystyka techniczna
Szerokość taśmy podłoża	Do 2000 mm
Jednostki drukujące	Generalnie od 6 do 10, często 8 jednostek kolorystycznych + jedna jednostka lakiernicza i/lub laminująca.
Prędkość produkcji	Generalnie około 250-400 m/min; również zależy od średnicy zastosowanych cylindrów.
Budowa	Jednostki w linii, każda drukuje inny kolor.
Kolory	Wszystkie kolory, często również biały podkład.
Podłoże	Papier, wiele różnych rodzajów folii z tworzyw sztucznych, papier metalizowany i tworzywa sztuczne, folia aluminiowa; często podłoża wielomateriałowe, wielowarstwowe.
Stosowane rozpuszczalniki	Octan etylu, etanol, MEK i inne. W Północnej Europie najczęściej w mieszaninach.
Techniki ograniczające emisje	Głównie RTO i odzysk rozpuszczalnika

Większość pras rotograwiur do opakowań ma szerokość wstęgi większą niż jeden metr. W drukowaniu stosują one system ośmiu lub nawet więcej kolorów, przy czym każda jednostka prasy drukuje jeden kolor [15. CITEPA 2003].

W dzisiejszych czasach rotograwiura jest procesem niemal całkowicie zwojowym, choć dostępne są prasy na arkusze pracujące z prędkością do 10 000 arkuszy na godzinę. Wyposażone są one w suszarki z gorącym powietrzem i przeznaczone na specjalistyczne rynki wysokiej jakości efektów dekoracyjnych z wykorzystaniem tuszy metalicznych na metalizowanych papierach i foliach. Obecnie są one jednak rzadko stosowane, prawdopodobnie ze względu na wysokie koszty produkcji cylindrów, które czynią bardziej ekonomicznymi duże nakłady [1. INTERGRAF oraz EGF 1999].

Jednostka drukująca

[8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [38. TWG 2004]

Wysoka prędkość pras rotograwiur wymaga stosowania szybko schnących tuszy, które są suszone w suszarkach pomiędzy nakładaniem kolejnych kolorów. Dlatego tusze do rotograwiury mają niską lepkość i prawie wszystkie oparte są na rozpuszczalnikach. W tuszach do druku opakowań stosuje się prawie wyłącznie etanol i octan etylu. Rozpuszczalniki są odparowywane za pomocą ciepła i powietrza w sekcjach suszących [38. TWG 2004].

Opary rozpuszczalników z tuszy w druku rotograviurowym są zwykle przetwarzane za pomocą RTO lub odzyskiwane.

Tusze do rotograviury na bazie wody stosuje się do drukowania na tapetach i imitacjach drewna (laminatach) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#).

12.2.3. Laminowanie i lakierowanie na opakowaniach elastycznych (giętkich)

Elastyczne materiały opakowaniowe są często materiałami wielowarstwowymi, tworzonymi przez laminowanie i z powłoką ochronną zwaną lakierem. Procesy te są technicznie podobne do druku rotograviurowego na opakowaniach. Podczas gdy nie jest drukowany żaden obraz, podłoże jest zazwyczaj całkowicie zakryte (tzn. zabezpieczone przed drukiem w 100 %).

Stosowane są spoiwa na bazie rozpuszczalników lub bezrozpuszczalnikowe (jedno- lub dwuskładnikowe), oraz spoiwa i żywice na bazie wody [\[38. TWG 2004\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#).

12.3. Obecne poziomy zużycia i emisji we fleksografii i rotograviurze niepublikacyjnej

[155. TWG 2016] [197. FPE 2017]

Zużycie jednostkowe oraz wielkości emisji są w znacznym stopniu zależne od wytwarzanych produktów i będą wzrastać wraz z:

- zmniejszaniem się nakładu;
- zwiększaniem się liczby sekwencji zmian koloru;
- bardzo wysokimi wymaganiami dotyczącymi jakości druku lub trudnymi do wydrukowania obrazami;
- zmniejszającą się jakością papieru;
- zwiększającą się powierzchnią do powleczenia tuszem.

W ramach zbierania danych otrzymano dane z 33 drukarni fleksograficznych i rotograviury niepublikacyjnej, które zostały przeanalizowane w kolejnych sekcjach [155. TWG 2016].

12.3.1. Zużycie

12.3.1.1. Rozpuszczalniki organiczne

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości całkowitego zużycia rozpuszczalnika organicznego mieszczą się w zakresie od 40 do 390 g rozpuszczalnika na kg zadrukowanej powierzchni. Odpowiednio, zakres zgłoszonych wartości całkowitego zużycia rozpuszczalnika wyrażonego w stosunku do zadrukowanej powierzchni wynosi od 1 do 30 kg rozpuszczalnika na 1000 m². Nie było możliwe dokonanie rozróżnienia na podstawie stosowanego materiału podłoża, ponieważ większość przekazujących dane zakładów stosuje ich większą ilość, np. polipropylen, polietylen, poliester, poliamid, folię aluminiową lub papierową, karton [155. TWG 2016].

Tabela 12.2 przedstawia wybór typowych rozpuszczalników organicznych, które są stosowane w procesach drukowania opakowań wraz z zakresem ich zastosowania (informacje z 2004 r.). Tabela 12.3 przedstawia przegląd typowych rozpuszczalników organicznych, które można znaleźć w procesach drukowania opakowań stosujących tusze, spoiwa lub lakiery na bazie wody.

Tabela 12-2 Typowe rozpuszczalniki stosowane w procesach fleksografii na opakowaniach i rotograviurze niepublikacyjnej na bazie rozpuszczalników.

Rozpuszczalnik	Prężność pary (kPa)	Zakres stosowania
Octan etylu	9.2	Rozcieńczalnik, środek czyszczący
Etanol	5.9	Rozpuszczalnik w tuszu, środek czyszczący
Mieszanki etanolu i octanu etylu	NI	Mieszanka zależy od wymaganego czasu schnięcia
Izopropanol	4.3	Rozpuszczalnik w tuszu, środek czyszczący
Octan izopropylu	6.1	Regulator lepkości
Keton metylowo-etylowy (butanon)	10.5	Środek sykatywny; często stosowany jako rozpuszczalnik w spoiwach i niektórych lakierach
n-butanol	1.2	Spalniacz

Metoksypropanol	1.1	Spowalniacz
n-propanol	2.5	Spowalniacz
Etoksypropanol	0.65	Spowalniacz
Różne rodzaje estrów	NI	Plastyfikator
Źródło: [7. Niemcy 2003] [38. TWG 2004]		

Tabela 12-3 Typowe rozpuszczalniki stosowane w procesach fleksografii na opakowaniach i rotograviurze niepublikacyjnej na bazie rozpuszczalników.

Rozpuszczalnik	Prężność pary (kPa)	Zakres stosowania
Etanol	5.9	Rozpuszczalnik w tuszu, środek sykatywny, środek czyszczący
Izopropanol	4.3	Rozpuszczalnik w tuszu, środek czyszczący
n-propanol	2.5	Rozpuszczalnik w tuszu
Nafta specjalna	4.0-8.5	Środek czyszczący (rzadko stosowany, ponieważ większość opakowań przeznaczona jest na żywność)
Benzyna lakowa	0.15 - 1.0	Środek czyszczący (rzadko stosowany, ponieważ większość opakowań przeznaczona jest na żywność)
Źródło: [7. Niemcy 2003]		

Oprócz rozpuszczalników organicznych, w zakupionych tuszach drukarskich, do ich rozcieńczania (kontroli lepkości) oraz do wielu prac czyszczących stosuje się, w określonych ilościach, inne rozpuszczalniki. Szczególnie w zakresie kontroli lepkości procesy rotograviury i fleksografii różnią się od siebie.

W Tabeli 12.4 przedstawiono typowe wartości średnie dla poszczególnych zastosowań LZO.

Należy zauważyć, że stosunek substancji stałej do rozpuszczalnika w tuszach „w stanie, w jakim zostały zakupione” będzie się bardzo różnił w zależności od zakładu. Tusze są dostarczane zgodnie z określonymi specyfikacjami. W jednej skrajnej sytuacji dostarczany jest tusz „prawie gotowy do druku”, o zawartości rozpuszczalnika bliskiej 75 % (w prasie dokonuje się niewielkiego rozcieńczenia końcowego). Z drugiej strony, tusz dostarcza się jako „pastę” z zawartością rozpuszczalnika około 30 %. Takie pasty są mieszane i rozcieńczane w dziale tuszy drukarskich do stanu „prawie gotowego do druku”. Również w tym przypadku końcowe rozcieńczanie przeprowadza się w maszynie, aby zapewnić operatorom elastyczność (poprzez dodanie rozpuszczalnika) celem uzyskania określonego czasu schnięcia. Gotowe do użycia tusze na bazie rozpuszczalnika zawierają ~ 80 % rozpuszczalnika [148. COM 2009]. Kilka lat temu „normalny” udział procentowy rozpuszczalnika w tuszu „w stanie gotowym do użycia” wynosił od 50 % do 60 %; obecnie nie ma to już miejsca. W większych zakładach tusze kupuje się dzisiaj w postaci „pasty” i rozcieńcza we własnym zakresie [78. TWG 2005]:

Tabela 12-4 Stosowanie LZO w procesach fleksografii na opakowaniach i w rotograviurze niepublikacyjnej.

Proces drukowania	Stosowane LZO, wyrażone jako % zakupionego tuszu (wt-%), w następujących obszarach:						Całkowita ilość użytych LZO wyrażona jako % zakupionego tuszu (wt-%)	
	Tusze do drukowania (1)		Rozcieńczalniki do tuszy		Środki czyszczące			
	Średnio	Zakres	Średnio	Zakres	Średnio	Zakres	Średnio	Zakres
Rotograviura na bazie rozpuszczalnika	6	4-7	10.1	7-12	1.7	NI	17.8	12.7-20.7
Fleksografia na bazie rozpuszczalnika	6	4.5-7.5	8.1	5-9.5	1.4	NI	15.5	10.9-18.4

Rotograwiura na bazie wody	5	0-20	2	0-5	10	0-15	17 (²)	0-40
Fleksografia na bazie wody	5	0-20	2	0-5	10	0-15	17 (²)	0-40
<p>(1) Tusz gotowy do użycia w maszynie będzie zawsze zawierał około 80 % rozpuszczalnika. Tusz zakupiony z wyższą zawartością rozpuszczalnika będzie wymagał mniejszej ilości rozpuszczalnika do rozcieńczenia (dostosowania lepkości). Średnie wartości dla tuszy na bazie rozpuszczalnika: grawiura ma tendencję do nieco powyżej 80 %, a fleksografia nieco poniżej 80 %.</p> <p>(2) Średnia dla tuszy na bazie wody wynosząca 17 % jest zbyt wysoka [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]. Zródło: [7. Niemcy 2003]</p>								

12.3.1.1.1. Tusze i lakiery do drukowania

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[9. VITO 1998\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

Rodzaje stosowanych tuszy - na bazie rozpuszczalnika

Najpopularniejszymi rozpuszczalnikami stosowanymi w druku opakowań opartym na rozpuszczalnikach są etanol i octan etylu. Ponadto w drukarniach fleksograficznych stosuje się izopropanol, n-propanol, metoksypropanol i etoksypropanol, a w drukarniach grawiurowych także keton metylowo-etylowy (MEK), octan izopropylu i octan n-propylu. Wybór rozpuszczalnika stosowanego w tuszu zależy od podłoża na którym się drukuje.

Podczas drukowania, lepkość tuszu jest regulowana w zależności od potrzeb lub jest utrzymywana na zadanym poziomie poprzez dodawanie kompatybilnych rozpuszczalników. Nowo zmieszane tusze są zawsze produkowane z nieco zbyt dużą lepkością, aby umożliwić dokładną regulację w prasie.

Tusz do fleksografii jest albo na bazie rozpuszczalnika, albo na bazie wody. Tusz do grawiury jest prawie zawsze na bazie rozpuszczalnika, a tusze na bazie wody są rzadko stosowane.

Tabela 12.5 podaje przeciętny skład podstawowej receptury tuszy na bazie rozpuszczalnika. Stężenie rozpuszczalnika w tuszu jest różne. Tusze gotowe do użycia w maszynach mogą zawierać do 80 % rozpuszczalnika i 20 % substancji stałych. Lakiery również zawierają około 80 % rozpuszczalników [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#).

Tabela 12-5 Standardowa receptura tuszy na bazie rozpuszczalnika stosowanych w druku fleksograficznym.

Składnik	Zawartości	Stężenie (wt-%)
<i>Środek wiążący:</i>		
- rozpuszczalnik	Rozpuszczalniki schnące normalnie: np. etanol, n-propanol, izopropanol	60-80
	Szybkoschnące rozpuszczalniki: np. octan etylu, octan i- oraz n-propylu, MEK, nafta	
	Wolnoschnące rozpuszczalniki: np. metoksypropanol, etoksypropanol	
- składnik środka wiążącego	Pochodne celulozy (np. nitroceluloza), polibutylian winylu, PVC, poliamidy	2-10
<i>Barwniki</i>	Pigmenty nieorganiczne i/lub organiczne	5-10
<i>Środki pomocnicze do barwników</i>	np. środki zmiękczające, woski, środki antypoślizgowe, EDTA (w Niemczech już nie stosowany)	1-6
NB: Właściwości fizyczne: zawartość substancji stałych: 25-40 %; wartość kaloryczna netto: > 20 MJ/kg; temperatura zapłonu < 21 °C. Zródło: [7. Niemcy 2003] [19. Austria 2003]		

Typową formułę tuszu do druku fleksograficznego na papierze przedstawiono w Tabeli 12.6, a typową formułę bezrozpuszczalnikowego tuszu węglowodorowego do papieru przedstawiono w Tabeli 12.7.

Tabela 12-6 Typowy tusz do druku fleksograficznego na papierze, tak jak go kupiono.

Składnik	Stężenie (wt-%)
Pigment	20
Lakier z żywicą maleinową	16
Lakier nitrocelulozowy	38
Wosk	4
Plastyfikator	4
Etanol	11
Octan izopropylu	7
Źródło: [1. INTERGRAF oraz EGF 1999]	

Tabela 12-7 Typowy bezrozpuszczalnikowy tusz do druku fleksograficznego na papierze, tak jak go kupiono.

Składnik	Stężenie (wt-%)
Pigment organiczny	12
Żywica poliamidowa rozpuszczalna w alkoholu	22
Nitroceluloza (w stanie suchym)	4
Wosk	4
Aminy kwasu tłuszczowego	1
Etanol	29
Alkohol n-propylowy	18
octan n-propylu	10
Źródło: [1. INTERGRAF oraz EGF 1999]	

Tusze do druku fleksograficznego na podłożach z tworzyw sztucznych oraz foliach metalicznych różnią się znacznie od tuszów stosowanych do druku na papierze. Stosowane rozpuszczalniki z czasem uległy zmianie, częściowo w wyniku wymagań i przepisów dotyczących opakowań na żywność. Aromatyczne rozpuszczalniki do tuszy zostały zastąpione przez etanol i octan etylu a także przez niektóre MEK w spoiwach i lakierach [1. INTERGRAF i EFG 1999] [93. COM 2002].

Oprócz podstawowej receptury przedstawionej w Tabeli 12.5, można znaleźć inne przykłady typowych tuszy stosowanych w procesie rotograviury; jeden z nich przedstawiono w Tabeli 12.8. Oczywiście skład chemiczny tuszu będzie się znacznie różnił w zależności od podłoża na którym drukujemy, parametrów prasy oraz końcowego przeznaczenia gotowego wyrobu.

Tabela 12-8 Typowa receptura tuszu do rotograviury, tak jak go kupiono.

Składnik	Stężenie (wt-%)
Pigment	4-12
Pigment wypełniacz	0-8
Żywica	10-30
Plastyfikator/wosk/dodatki	2-10
Rozpuszczalniki	40-60

Źródło: [1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [38. TWG 2004]

Na ogół wybór rozpuszczalnika zależy od wielu aspektów, takich jak potrzeba uniknięcia oddziaływania rozpuszczalnika na folię lub poprzednio nałożoną powłokę oraz zagwarantowania, aby jak najmniejsza ilość rozpuszczalnika pozostała w produkcie, zwłaszcza w przypadku opakowań na żywność. Niezmiernie rzadko konieczne jest odejście od etanolu, octanu etylu oraz ich mieszanin. Można spotkać MEK, aceton, toluen (opakowania do celów medycznych) lub izopropanol (produkt papierniczy nieprzeznaczony na żywność) [1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [78. TWG 2005].

Rodzaje stosowanych tuszy - na bazie wody

Tabela 12.9 przedstawia przeciętny skład podstawowej receptury tuszy na bazie wody stosowanych do rotograviury. W przypadku tuszy na bazie wody, stężenie wody w zakupionych tuszach wynosi zazwyczaj 50-60 %. Jako środki wiążące stosuje się głównie dyspersje wodne, takie jak kopolimer styrenowo-akrylanowy. W zależności od celu i pożądanej odporności, do modyfikacji stosuje się żywice kwasowe, które przechodzą w formę rozpuszczalną w wodzie poprzez zmydlanie substancjami alkalicznymi (amoniak lub aminy). Podczas procesu suszenia aminy lub amoniak ulatniają się, a żywice środków wiążących ponownie stają się nierozpuszczalne w wodzie [7. Niemcy 2003].

Jako dodatki suszące dodaje się w niskich stężeniach etanol i izopropanol [7. Niemcy 2003].

W większości przypadków receptury zawierają dodatki, takie jak środki przeciwpieniące, środki zwilżające i biocydy. Rozcieńczenie może być dokonane wodą [7. Niemcy 2003].

Tabela 12-9 Podstawowa receptura tuszy na bazie wody używanych w rotograviurze.

Składnik	Zawartości	Stężenie (wt-%)
<i>Środek wiążący:</i>		
- wodny składnik rozpuszczalnika	Woda	50-75
- organiczny składnik rozpuszczalnika	Alkohole (np. etanol, izopropanol)	0-13
- inne składniki środka wiążącego	np. żywice poliestrowe i akrylowe, polioctan winylu	10-20
- inne składniki środka wiążącego	Amoniak, aminokwasy	1-5
<i>Pigmenty</i>	Pigmenty nieorganiczne i/lub organiczne	10-20
<i>Środki pomocnicze do barwników</i>	np. woski, (zmiękczacze i kompleksy formujące nie są stosowane w Niemczech)	1-5
	Środki zmydlające	1-5
Uwaga: Właściwości fizyczne: zawartość substancji stałych: 25-40 %; wartość kaloryczna netto: > 10 MJ/kg; przybliżona wartość pH: 8. Źródło: [7. Niemcy 2003] [19. Austria 2003] [38. TWG 2004].		

Typowa receptura tuszy na bazie wody używanego do rotograviury na powlekanym papierze może wyglądać tak jak to przedstawiono w Tabeli 12.10.

Tabela 12-10 Typowa receptura tuszy na bazie wody do rotograviury na powlekanym papierze, tak jak go kupiono.

Składnik	Stężenie (wt-%)
Żywica akrylowa	32
Woda	30
Pigment	15

Polimer akrylowy w fazie rozproszonej	15
Alkalia	2
Przeciwpienny	1
Izopropanol	3
Dyspergator wosku	2
Źródło: [1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [7. Niemcy 2003] [78. TWG 2005].	

Typowy skład dobrze sprawdzającego się tuszu na bazie wody, stosowanego do druku na papierze i kartonie, przedstawiono w Tabeli 12.11.

Tabela 12-11 Typowa receptura tuszu na bazie wody do druku fleksograficznego na papierze i tekturze, tak jak go kupiono.

Składnik	Stężenie (wt-%)
Emulsja akrylowa	50
Woda	20
Pigment	25
Monoetyloamina	2
Wosk polietylenowy	3
Organiczny środek przeciwpieniący	< 1
Źródło: [1. INTERGRAF oraz EGF 1999]	

Tusze na bazie wody do drukowania na polietylenie i polipropylenie mają zazwyczaj znacznie wyższą zawartość polimeru akrylowego w stanie rozproszonym (40 %) oraz znacznie niższą zawartość procentową żywicy akrylowej (5-10 %).

Kartony są prawie zawsze lakierowane, coraz częściej lakierami na bazie wody przeznaczonymi do zabezpieczania nadruków. Lakier na bazie wody odporny na zgrzewanie na gorąco, odpowiedni do owijania folią, może mieć formułę przedstawioną w Tabeli 12.12.

Tabela 12-12 Typowa receptura lakieru na bazie wody służącego do zabezpieczania nadruków naniesionych na kartony w procesie rotograviury.

Składnik	Stężenie (wt-%)
Twarda żywica akrylowa	15
Izopropanol	20
Woda	15
Emulsja akrylowa	35
Amina lub wodorotlenek amonu	2
Emulsja woskowa	5
Dyspersja woskowa	5
Środek uwalniający	2
Środek przeciwpieniący	1
Źródło: [1. INTERGRAF oraz EGF 1999]	

Rodzaje stosowanych tuszy - UV

Tusze drukarskie UV są coraz częściej stosowane w druku fleksograficznym. Tusze te składają się z substancji wiążących (spoiw), dodatków, fotoinicjatorów oraz barwników, które są materiałami stałymi i nie zawierają rozpuszczalnika. Suszenie, a właściwie utwardzanie, jest

konsekwencją sieciowania lub polimeryzacji warstwy nadruku w wyniku wystawienia zadrukowanej powierzchni na działanie krótkofalowego promieniowania UV.

Ilości zużytych tuszy

Ilość zużywanego tuszu zarówno na bazie rozpuszczalnika jak i wody zależy w dużej mierze od koloru tuszu i tylko w niewielkim stopniu od podłoża lub metody drukowania. Tabela 12.13 przedstawia niektóre wartości średnie.

Tabela 12-13 Średnie ilości zużywanego tuszu.

Kolory	Nakładanie tuszu (dla teoretycznie pełnego pokrycia) (g/m ²)
Biały	1.5-2.0
Kolory spotowe (dodatkowe, specjalne)	1.0-1.5
Półtony (kolory pośrednie)	0.5-1.0

Źródło: [38. TWG 2004]

Informacje otrzymane z branży wskazują, że mogą również wystąpić ilości zużywanego tuszu do 12 g/m² [komentarz ERA #12 w [212. TWG 2018]].

Większość zgłoszonych wartości dla całkowitego zużycia tuszu oraz lakieru wykazuje zmienność od 0.33 do 45 g/m² gotowego produktu [155. TWG 2016].

Powierzchnia, która jest pokrywana tuszem, szczególnie w przypadku opakowań elastycznych, jest uzależniona od kilku kompleksowych wymagań klienta, takich jak:

- jakość obrazu, który ma być wydrukowany oraz rodzaj podłoża;
- konieczność uniemożliwienia dostępu światła do produktu znajdującego się wewnątrz (dotyczy najczęściej żywności);
- konieczność zapewnienia szczelnej bariery dla emisji zapachów (zapobieganie emisjom zapachów);
- konieczność nałożenia podkładu, dla materiałów drukarskich które są trudne do zwilżenia (np. folie), który działa jak środek adhezyjny (spajający) i jest nakładany w pierwszym przebiegu drukowania;
- dla poprawy efektu kolorów drukowanych na przezroczystych foliach plastikowych lub metalowych, konieczność zadrukowania powierzchni najpierw matową bielą, przed nałożeniem końcowych kolorów;
- celem poprawy właściwości barwionej powierzchni, np. odporności na promieniowanie UV lub ścieranie, konieczność stosowania cało-powierzchniowego lakierowania jako ostatniego etapu drukowania.

Na przykład, na tekturze falistej powierzchnia pokryta tuszem wynosi zazwyczaj < 20 %, podczas gdy w przypadku wysokiej jakości towarów konsumpcyjnych (np. opakowań do czekolady) pokrycie powierzchni > 400 % uzyskuje się poprzez zastosowanie szeregu powłok. Tzw. „flat tints” (płaskie odcienie) osiągają 100 % pokrycia w przypadku białej farby na plastiku, a lakiery i spoiwa również mają duży wpływ na łączne pokrycie powierzchni [38. TWG 2004].

12.3.1.2. Środki czyszczące

Do czyszczenia pras stosuje się przede wszystkim te same rozpuszczalniki, które są stosowane w tuszach. Zakłady stosujące systemy tuszy na bazie wody używają najczęściej wody do czyszczenia, częściowo z domieszką substancji alkalicznych, takich jak wodorowęglan sodu i tenzydy. Stosuje się również mieszaniny wody z rozpuszczalnikami. Celem usunięcia zaschniętych tuszy z małych zagłębień w cylindrach grawiurowych i wałkach aniloksowych można stosować urządzenia ultradźwiękowe lub inne bezrozsuszczeniowe techniki czyszczenia. Wałki aniloksowe można również czyścić wysokociśnieniowym strumieniem wody [1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [7. Niemcy 2003] [38. TWG 2004].

12.3.1.3. Spoiwa w laminacji

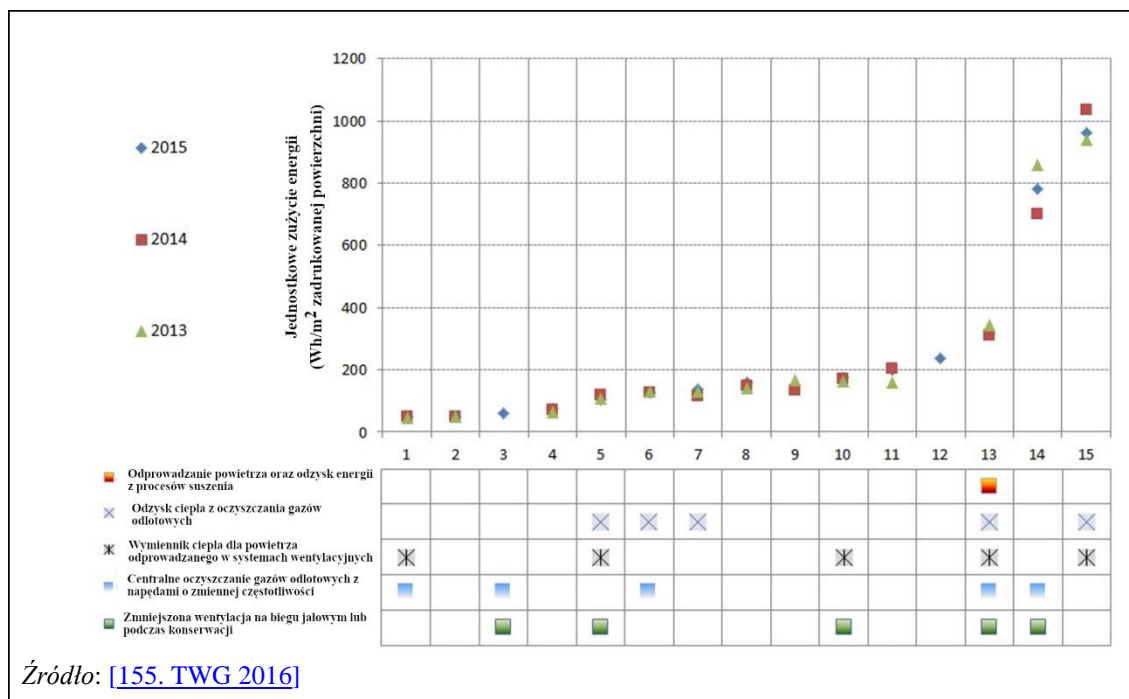
Laminowanie odbywa się za pomocą systemów na bazie rozpuszczalników oraz bezrozsuszczeniowych. Spoiwa oparte są na systemach epoksydowych lub uretanowych, w których dwa składniki reagują ze sobą tworząc bardzo wytrzymałą powłokę. Różnica pomiędzy obydwoma systemami polega na tym, że w pierwszym przypadku do kontroli lepkości używa się rozpuszczalnika, a w drugim ciepła.

Wymagane jest wymieszanie obu składników, ale nie będzie emisji rozpuszczalników. Stosowane są również spoiwa bezrozsuszczeniowe lub spoiwa laminujące utwardzane promieniowaniem UV [1. INTERGRAF oraz EGF 1999], [38. TWG 2004], [197. FPE 2017].

12.3.1.4. Energia oraz zasoby

[155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości dotyczące jednostkowego zużycia energii wyrażone jako całkowite zużycie energii (elektrycznej i cieplnej) na metr kwadratowy zadrukowanego obszaru przez urządzenia do fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej przedstawiono na Ilustracji 12.2.



Źródło: [155. TWG 2016]

Ilustracja 12-2 Jednostkowe zużycie energii wyrażone w Wh/m² zadrukowanej powierzchni w latach 2013- 2015.

Główne zgłoszone techniki oszczędzania energii to:

- odprowadzanie powietrza oraz odzysk energii z procesów suszenia;

- odzysk ciepła z przetwarzania gazów odlotowych;
- wykorzystanie ciepła odpadowego z utleniacza termicznego do ogrzewania oleju termicznego;
- wymiennik ciepła dla powietrza odprowadzanego w systemach wentylacyjnych;
- centralne oczyszczanie gazów odlotowych z napędami o zmiennej częstotliwości;
- izolacja termiczna zbiorników i kadzi z podgrzanyymi cieczami, zaworów olejowych i kołnierzy (flansz);
- CCHP (skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu) - trójgeneracja;
- zmniejszona wentylacja na biegu jałowym lub podczas konserwacji;
- optymalizacja wydajności suszarek w czasie drukowania i laminowania.

Więcej informacji na temat możliwych opcji w zakresie efektywności energetycznej dla sektora drukarskiego można znaleźć na stronie internetowej projektu EMPSI³⁸.

Tusze UV oraz na bazie wody potrzebują więcej energii do wyschnięcia niż tusze na bazie rozpuszczalnika. Tusze UV wymagają światła UV do ich utwardzania oraz specjalnego wyposażenia prasy. Ponieważ duża część energii dostarczanej do lamp zamieniana jest na ciepło, potrzebne są również duże instalacje chłodzące [8. [Nordycka Rada Ministrów 1998](#)]. W przypadku tuszów na bazie wody często stwierdza się wzrost zużycia energii przez suszarki o około 10 % [1. [INTERGRAF oraz EGF 1999](#)].

12.3.2. Emisje

W sprawozdaniu [77. [VROM 2004](#)] wykazano, że emisje LZO z zakładów fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej stosujących dobre praktyki wynoszą od 7.5 do 12.5 % emisji referencyjnych obliczanych zgodnie z załącznikiem VII (część 5) do Dyrektywy 2010/75/UE (IED). Starsze zakłady, które podłączyły do przetwarzania gazów odlotowych jedynie bardziej skoncentrowane źródła LZO, osiągają 10-25 % emisji referencyjnej. Niższe wartości mogą być związane z szerokim zastosowaniem produktów niezawierających rozpuszczalników. Podobnie, niektóre zakłady bez wyposażenia służącego ograniczaniu emisji mogą osiągnąć mniej niż 25 % emisji referencyjnej, i w konsekwencji niewiele z nich będzie zużywać więcej niż 200 ton rozpuszczalnika rocznie.

W sumie wyróżniono 29 różnych źródeł emisji. Obejmują one nie tylko źródła emisji niezorganizowanej, ale także niektóre źródła emisji gazów odlotowych. Rozróżniono cztery różne grupy źródeł emisji: pomieszczenie prasy (P), utlenianie (O), czyszczenie (C) i przygotowanie tuszu (I).

Tabela 12.14 podaje, dla wielu źródeł, typowe wartości dla emisji niezorganizowanych (F) wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika, możliwe środki redukcji dla danego źródła oraz typową wartość emisji po zastosowaniu takich środków. Należy pamiętać o następujących kwestiach:

- „Typowe” wartości emisji podano, aby dać wyobrażenie o ich wielkości. Emisja jest wyrażona jako procent zużycia rozpuszczalnika w zakładzie. Rzeczywiste wartości emisji mogą się znacznie różnić.

³⁸ EMPSI: *Energy management standardisation in printing industry* (Standaryzacja gospodarowania energią w przemyśle poligraficznym), <http://www.emspi.eu/index.html>.

- „n.d.” oznacza, że nie można podać typowej wartości emisji. Emisje ze źródeł takich jak „defekty w obejściach” lub „produkty na bazie wody zawierające rozpuszczalnik” są bardzo zróżnicowane w poszczególnych zakładach.
- „Bardzo małe” oznacza, że emisja całkowita ze wszystkich „bardzo małych” źródeł może wynosić mniej niż 1 % zużycia rozpuszczalnika.
- „Nieistotne” oznacza, że emisja wynosi zero lub jest o rząd wielkości mniejsza niż „małe” emisje. Ich całkowita wielkość jest mniejsza niż margines błędu w przypadku większych emisji.

Tabela 12-14 Redukcja emisji niezorganizowanych pochodzących z fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej.

Grupa	Działanie lub źródło	Typowe emisje	Możliwe sposoby redukcji (ograniczenia)	Po redukcji
P	Odprowadzenie z strumieni tuszu podczas produkcji	5 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Odpowiednia obudowa dysz natryskowych z tuszem 2. Stosowanie rakli komorowych 3. Obudowywanie jednostek lakierujących lub laminujących 4. Stosowanie spoiw o obniżonej zawartości rozpuszczalników 5. Odprowadzanie przez podłogę do suszarki 6. Odprowadzanie przez podłogę do spalarki 	< 2.5 %
	Odprowadzenie z otwartych zespołów regulacji lepkości	Bardzo małe	Zamknięcie (hermetyzacja)	Nieistotne
	Nieszczelność suszarki spowodowana usterkami lub ciśnienie w suszarce wyższe niż atmosferyczne	n.d.	Właściwa konserwacja, prawidłowa eksploatacja, okresowe kontrole (zob. sekcja 17.10.2.4)	Nieistotne
	Defekty w obejściu suszarki (gazy odlotowe wysyłane do atmosfery, a nie do spalarni)	n.d.	Wysoki priorytet: właściwa konserwacja, prawidłowa obsługa, okresowe kontrole, w miarę możliwości instruktaż obsługi ręcznej, szybkie naprawy	n.d.
	Emisje gazów odlotowych z pras, gdy są one zaopatrzone w tusz, ale jeszcze nie drukują	n.d.	Automatyczne zamknięcie bypassu przed osiągnięciem prędkości gotowości do pracy	Nieistotne
	Emisje gazów odlotowych z pras w przypadku uszkodzeń maszyn produkcyjnych	n.d.	Właściwa konserwacja, prawidłowa eksploatacja, okresowe kontrole (zob. sekcja 17.2.6)	Bardzo małe
	Emisje gazów odlotowych z pras podczas drukowania z zakładaną prędkością. (30-60 m/min)	3-8 %	Automatyczne zamknięcie bypassu przed osiągnięciem prędkości gotowości do pracy	Bardzo małe
	Czyszczenie podłóg	1 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapobieganie zabrudzeniu 2. Użycie ściągaczek do wody 3. Stosowanie nietlonych środków czyszczących (zob. sekcje 17.8.6 oraz 17.9.6)	Bardzo małe
	Odprowadzenie z otwartych beczek	Bardzo małe	W miarę możliwości pozostawić zamknięte (zob. sekcja 17.2.2)	Nieistotne

	Materiały do pakowania żywności zawierające pozostałości rozpuszczalników	Nieistotne	Brak	Nieistotne
	Pozostałości rozpuszczalnika w materiałach drukowanych, nie będących opakowaniami na żywność	n.d.	Poprawa operacji suszenia	< 0.1 %
O	Emisje ze spalarki	0.5-1.5 %	(Może wzrosnąć, jeżeli dodatkowe strumienie powietrza zawierające rozpuszczalniki przesyłane są do spalarki)	0.5-1.5 %
	Usterki w utleniaczu powodujące wysyłanie gazów odlotowych do powietrza	n.d.	Wysoki priorytet: prawidłowa konserwacja, prawidłowa obsługa, okresowa kontrola, w miarę możliwości instruktaż obsługi ręcznej, szybkie naprawy Wyposażenie w techniki komputerowe	Bardzo małe
	Stosowanie tuszy, lakierów i spoiw na bazie rozpuszczalników w maszynach niepodłączonych do spalarki	n.d.	Podłączenie do spalarki w czasie, gdy ma ona wystarczającą wydajność	0.5-1.5 %
	Stosowanie tuszy, lakierów i spoiw na bazie rozpuszczalników w suszarkach niepołączonych do spalarki	n.d.	Nie należy używać takich suszarek do tuszy na bazie rozpuszczalnika Podłączenie do spalarki w czasie, gdy ma ona wystarczającą wydajność	0.5-1.5 %
C	Proces suszenia i wentylacja podczas automatycznego mycia	5 %	1. Podłączenie wentylacji do spalarki 2. Stosowanie nietlotnych środków czyszczących	0.5-1.5 %
	Maszyny stosujące rozpuszczalniki		(zob. sekcje 17.8.6 oraz 17.9.6)	
	Parowanie podczas czyszczenia ręcznego - Czyszczenie i suszenie ręczne po myciu automatycznym - Czyszczenie przy użyciu maszyn innych niż automatyczne maszyny myjące - Parowanie z otwartych beczek (rozpuszczalnik, odpady itp.)	1 %	1. Unikanie niepotrzebnego parowania 2. Unikanie czyszczenia i suszenia ręcznego po myciu automatycznym 3. Jak najczęstsze stosowanie automatycznych maszyn myjących 4. Jak najczęstsze stosowanie nietlotnych środków czyszczących 5. W pomieszczeniu prasy należy w miarę możliwości zapobiegać zabrudzeniu przedmiotów, których nie można umyć w automatycznych maszynach myjących 6. Dogłębne czyszczenie wałków aniloksowych oraz cylindrów metodami bezrozpuszczalnikowymi (zob. sekcje 17.8.6 i 17.9.6)	0.5 %
I	Parowanie wynikające z mieszania tuszy	Bardzo małe	Automatyczne systemy mieszania tuszy, bęben blisko dysz, szybkie zamykanie bębnow po napełnieniu (zob. sekcje 17.2.5 i 17.2.2)	Bardzo małe
	Parowanie wynikające z przeprowadzania prób barwnych	Nieistotne	Brak	Nieistotne

	Czyszczenie podłogi oraz innych sprzętów/urządzeń	1 %	1. Zapobieganie zabrudzeniu 2. Użycie ściągaczek do wody 3. Stosowanie nielotnych środków czyszczących (zob. sekcje 17.8.6 oraz 17.9.6)	0.5 %
	Straty wskutek parowania ze zbiorników	Nieistotne	Brak	Nieistotne
	Straty wskutek parowania z otwartych beczek	Bardzo małe	Trzymać zamknięte (zob. sekcja 17.2.2)	Nieistotne
Źródło: [177. VROM 2004] uaktualnione przez [197. FPE 2017]				

Emisje spowodowane defektami suszarek, obejść lub samego utleniacza mogą być znaczne. To samo dotyczy maszyn i suszarek nie podłączonych do utleniacza oraz zawartości rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody. Nie podano typowych wartości emisji, ale suma emisji z tych źródeł może z łatwością wynosić kilka procent rocznego zużycia rozpuszczalnika. Można zauważyć, że suma emisji ze wszystkich pozostałych źródeł może być bardzo zróżnicowana. Jeżeli nie zastosuje się żadnego ze środków obniżających emisje, wymienionych w Tablicy 12.14, to suma ta może wynosić znacznie ponad 25 % całkowitego zużycia rozpuszczalnika. Jeżeli zastosowane są wszystkie możliwe środki obniżające, to całkowita suma tych emisji może wynosić znacznie poniżej 15 % całkowitego zużycia rozpuszczalnika.

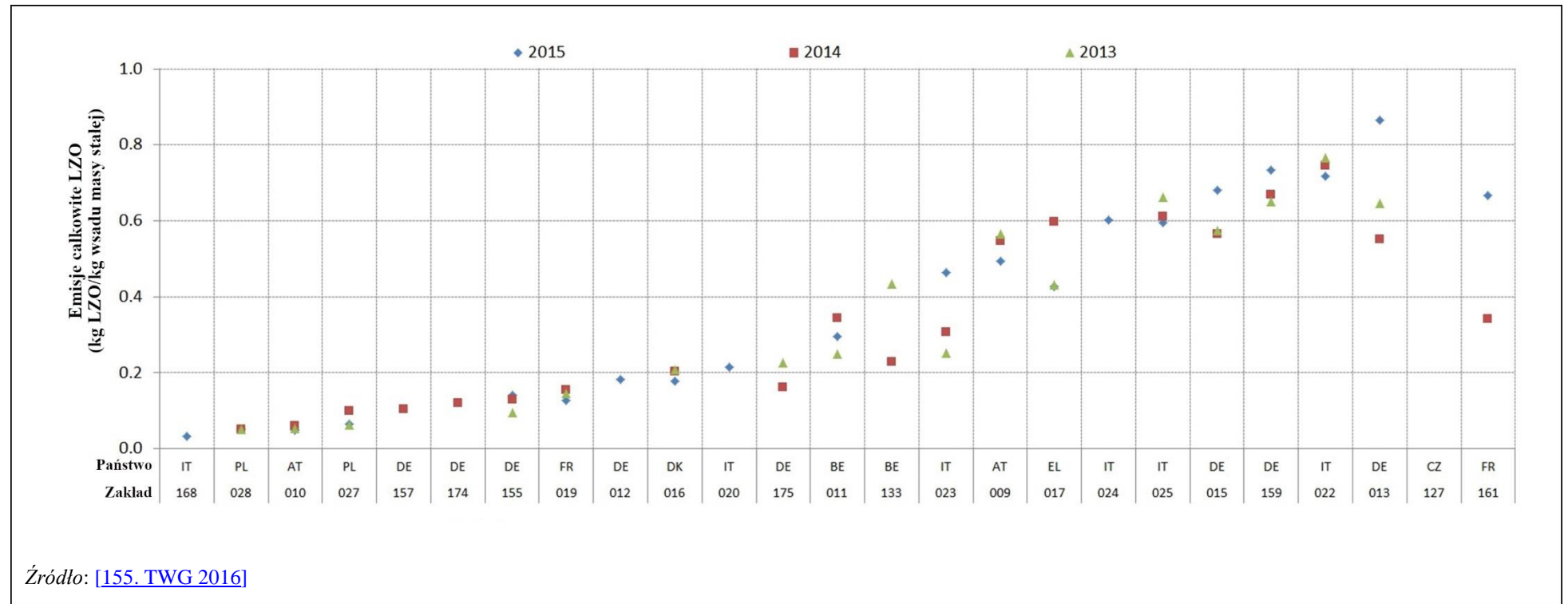
Uwzględniając kilka procent emisji spowodowanych defektami oraz zawartością rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody, można oczekiwać, że emisja całkowita będzie się wahać w większości zakładów od 10 do 30 %.

Celem osiągnięcia niskich wartości emisji całkowitej, konieczne jest wykonanie wszystkich lub większości z poniższych czynności:

- zapobiegać uszkodzeniom utleniacza, bypassów, suszarek itp.;
- wysyłać automatycznie gazy odlotowe z suszarki do utleniacza, zanim osiągnięta zostanie prędkość gotowości prasy drukarskiej do pracy;
- podłączyć wyciąg wentylacyjny maszyn do mycia automatycznego do utleniacza;
- ograniczać w czasie produkcji emisje spowodowane parowaniem z dysz tuszu;
- unikać stosowania produktów na bazie rozpuszczalników w maszynach niepodłączonych do urządzeń obniżających emisję;
- ograniczyć pozostałości rozpuszczalnika w materiałach drukowanych, które nie są przeznaczone do stosowania jako opakowania na żywność;
- ograniczyć stosowanie lotnych rozpuszczalników przy czyszczeniu podłóg (zob. sekcje 17.8.6 i 17.9.6).

12.3.2.1. Emisje całkowite LZO

W pierwotnym BREF (2007) emisje całkowite LZO zostały wyrażone jako procent emisji referencyjnych, które obliczono przy użyciu metodyki zaproponowanej w załączniku VII (część 5) do Dyrektywy 2010/75/UE. Ponieważ metodyka ta obejmuje stosowanie mnożnika dla całkowitej masy substancji stałych (zawartych w tuszach, lakierach lub spoiwach), która zależy od rodzaju procesu i podłoża, należy rozważyć ten mnożnik i podjąć decyzję w odniesieniu do poszczególnych zakładów. Bardziej obiektywnym sposobem wyrażenia emisji całkowitej LZO jest wyrażenie jej w kg LZO na kg wsadu masy stałej. Zgłoszone wartości przy zastosowaniu tej ostatniej metody przedstawiono na Ilustracji 12.3.



Ilustracja 12-3 Emisje całkowite LZO wyrażone jako kg LZO na kg wsadu masy stałej w latach 2013-2015.

Podstawowe parametry charakteryzujące właściwości produkcji zakładów zgłaszających dane przedstawiono w Tabeli 12.15. Objaśnienia skrótów stosowanych dla danych dotyczących opakowań i rotograwiury niepublikacyjnej zamieszczono w Tabeli 12.16.

Tabela 12-15 Główne informacje dotyczące produkcji oraz zasad funkcjonowania instalacji przekazujących dane odnośnie do emisji LZO.

Instalacja	Rodzaj jednostki	System ograniczania emisji	Hermetyzacja maszyn	Opis hali produkcyjnej	System dostarczania tuszu	Rodzaj tuszu	System mycia prasy drukarskiej	Rodzaj materiału czyszczącego	Maszyny podłączone do redukcji emisji
168	4FI	RTO/ 2WS/CA	EN	EN-T	Auto	SL	Auto	SB	4/4
028	3PG/2FI/ 1L/1PL	RTO	EN	EN-nT	NI	6SB 1UV	Auto/man	SB	6/7+W
010	1FI/2PG/ 3L	2CO/ RTO	EN	EN-T	NI	SB	Auto/man	SB	6/6+W
027	2PL/1L	RecTO/ BWGT	NI	NI	NI	SB	NI	NI	NI
157	3FI/2L	RTO	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
174	2PG/1L	RTO	EN	EN-T	Auto	2SB/ 1SL	Man	SB	3/3
155	2FI/2PG/ 1L/3PL	RTO/ RTO-5	2EN/ 6OP (nT)	NI	2 auto/ man	SB	2 auto/ 6 man	SB	NI+W
019	3PG	2RTO	OP	EN-nT	Pompa	SB	Man	SB	3/3+W
012	4FL/5PG/ 2PL/3V/ 5L/1LC	4RTO/ AAC-Z	4EN/ 16OP	EN-nT	P-auto	17SB/ 1WB/ 2UV	Man	17SB/ 3WB	17/20
016	2PG/4L/1 FI	AAC-Z/ TO	4EN/ 4OP	EN-T	Auto	SB	2 auto/ 6 man	SB/ WB	7/7+W
020	8PG	AAC-Z	OP	EN-nT	NI	SB	Man	DI	8/8
175	4FI/2L	RTO/CO	OP	EN-nT	Auto	4SB/ 2SL	Auto/man	SB	5/6
011	7PG	RTO	OP	EN-nT	Pompa	2SB/ 5WB	Man	2SB/ 5WB	2SB
133	2PL/1PG/ 1FI/1L	RTO/TO	7OP/ 1EN	NI	NI	SB/ 2SL	Man	SB	5/5
023	2FI/3PG	AAC-Z		EN-T	Auto	SB	Auto	SB	5/5
009	4PG/8V/ 10L	2RTO	3OP/ 5EN	EN-nT	NI	SB	Man	14SB/ 8UV	17/22
017	4PG	AAC-Z	OP	pEN	NI	3SB/ 1SL	Man	SB	4/4
024	2PG/2FI/ 4L	AAC-Z	OP	EN-T	Auto	SB	Auto	SB	6/8
025	3L/2EPL/ 2PL/4P	AAC-Z	3EN/ 8OP	EN-nT	Pompa	SB	Man	SB	11/11
015	2PG	RTO	OP	En-T	NI	SB	Man	SB	2/2
159	9PL/1FI/ 3IJ	RTO	12OP/ 1EN	En-nT	NI	SB	Man	SB	10/10 +W
022	4PG/4L	AAC-Z	OP	EN-T	Auto	SB	3 auto/ 5 man	SB	8/8
013	5PG	RTO-3	OP	EN-T	Ciągły	SB	Auto	SB	5/5
127	2FI/1PG	RTO	EN	pEN	Auto	SB	Man	SB	3/3

161	2PG/1Fl/ 2PL	TO	OP	EN-nT	Pompa	4SB/ 1FIUV	Man	SB	5/5+W
005	3Fl/ 1PG	RTO-3	EN	EN-T	Auto	NI	NI	SB	4/4
006	NI	RecTO/ 2AAC-Z	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
007	2PG/1L	RTO-3/ AAC-Z	NI	NI	NI	NI	NI	NI	3/3
008-F	2Fl	TO	EN	EN-nT	NI	NI	NI	NI	2/2
008-L	1L	TO	EN	EN-nT	NI	NI	NI	NI	1/1
014	3PG	2 RTO/ AAC-Z	OP	EN-nT	auto	SB	1 auto/ 2 man	SB (2016: alkaliczny)	3/3
018	3PL	AAC-Z	2pEn/ 1EN	pEN	man - mieszanie/ auto - maszyny	SB	Auto	SB oraz DI (1/y)	3/3
021	4Fl	RTO-3	EN	NI	Auto	SB	3 auto/ 1 man	SB	4/4
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych. Źródło: [155. TWG 2016]									

Tabela 12-16 Objaśnienie skrótów stosowanych w Tabeli 12.15.

Rodzaj (zastosowanie) jednostki		Rodzaj tuszu – materiału czyszczącego	
Fl	Fleksografia	SB	Na bazie rozpuszczalnika
PG	Grawiura opakowaniowa	SL	Bezroztuszczalnikowy
L	Laminowanie	WB	Na bazie wody
PL	Drukowanie i laminowanie	UV	Utwardzany promieniami UV
IJ	Druk atramentowy (Ink Jet)	DI	Suchy lód (CO ₂)
V	Lakierowanie	Zamknięcie (hermetyzacja) maszyn / opis hali produkcyjnej	
LC	Laminowanie i powlekanie	OP	Otwarte
Dostarczanie tuszu		EN	Hermetyczne
man	Manualne	EN-nT	Zamknięte (hermetyczne) z odprowadzaniem powietrza, ale bez jego dalszego przetwarzania
auto	Automatyczne	EN-T	Zamknięte (hermetyczne) z odprowadzaniem powietrza i jego dalszym przetwarzaniem
ciągle	Podawanie ciągle	Maszyny podłączone do systemów redukcji emisji	
pompa	Pompowanie bezpośrednie	W	Maszyny myjące

Niektóre podstawowe dane statystyczne dotyczące zgłoszonych poziomów emisji całkowitych LZO przedstawiono w Tabeli 12.17.

Tabela 12-17 Parametry statystyczne zgłoszonych wartości emisji całkowitych LZO wyrażone w kg LZO na kg wsadu masy stałej w latach 2013-2015.

Parametr	2015	2014	2013	Średnio (2013-2015)
Średnio	0.45	0.33	0.44	0.41
Mediana	0.43	0.27	0.25	0.30
Percentyl 25	0.14	0.13	0.12	0.12
Percentyl 75	0.67	0.55	0.61	0.61
Źródło: [155. TWG 2016]				

Niższe wartości odnotowano w instalacjach stosujących termiczne niszczenie LZO, natomiast nieco wyższe w instalacjach stosujących techniki odzyskiwania rozpuszczalników.

Parametry statystyczne zgłoszonych danych w zależności od zastosowanej metody redukcji emisji przedstawiono w Tabeli 12.18.

Tabela 12-18 Parametry statystyczne zgłoszonych wartości emisji całkowitych LZO wyrażonych w kg LZO na kg wsadu masy stałej w odniesieniu do zastosowanej techniki redukcji emisji w latach 2013-2015.

Parametr	2015		2014		2013		Średnio (2013-2015)	
	RTO	Odzysk	RTO	Odzysk	RTO	Odzysk	RTO	Odzysk
Średnio	0.42	0.50	0.27	0.57	0.41	0.53	0.38	0.50
Mediana	0.18	0.53	0.18	0.61	0.23	0.55	0.18	0.54
Percentyl 25	0.10	0.44	0.12	0.53	0.08	0.39	0.10	0.38
Percentyl 75	0.67	0.60	0.39	0.65	0.57	0.69	0.57	0.62

Źródło: [155, TWG 2016]

W większości instalacji stosowane są tusze na bazie rozpuszczalnika, natomiast w przypadku niewielkiej liczby maszyn odnotowano stosowanie tuszy bezrozpuszczalnikowych.

12.3.2.2. Emisje niezorganizowane LZO

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika przedstawiono na Ilustracji 12.4.

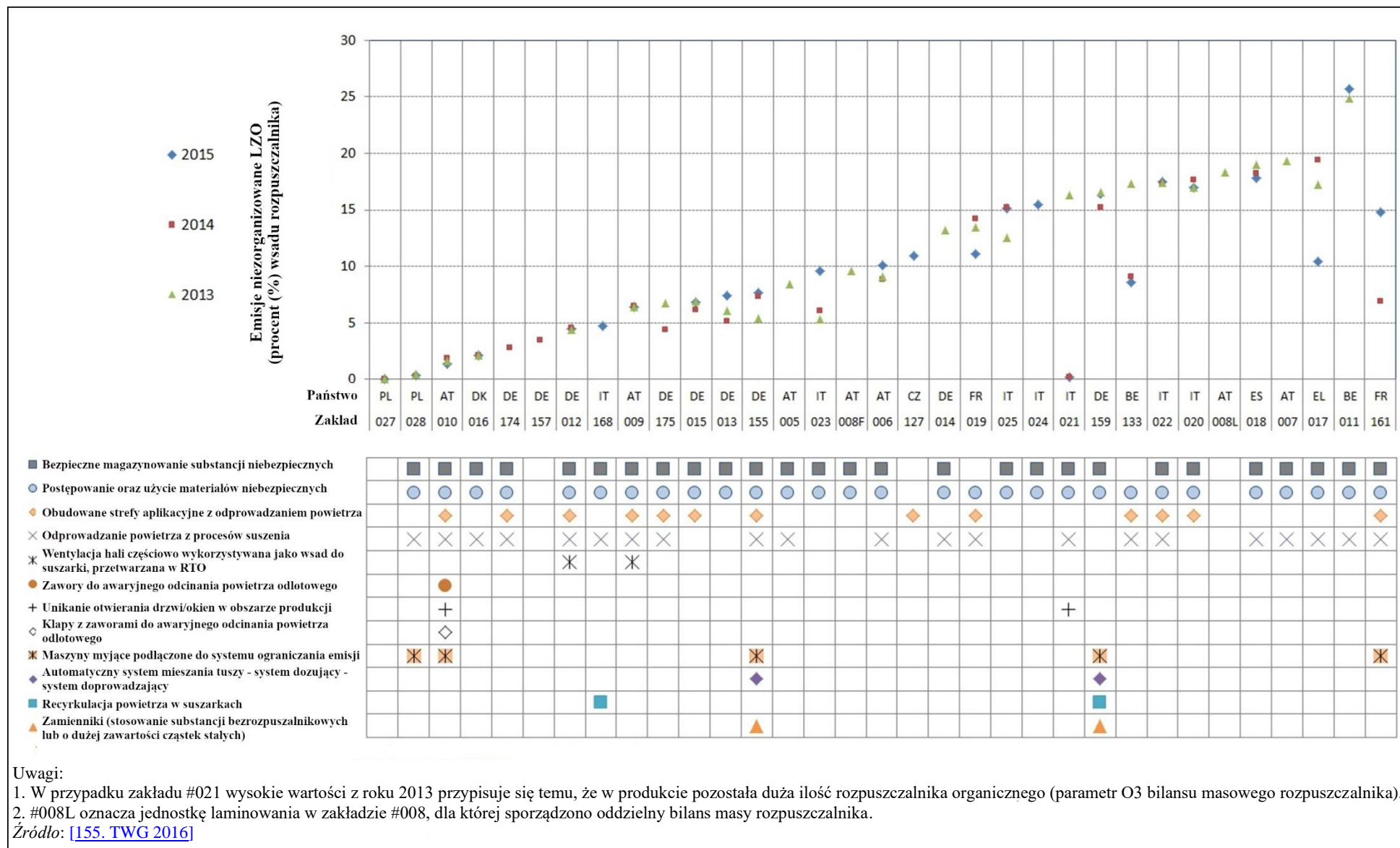
Prawie wszystkie zgłoszone wielkości emisji niezorganizowanych LZO są poniżej wartości dopuszczalnej wg Dyrektywy IED wynoszącej 20 % wsadu rozpuszczalnika, a ponad połowa zgłoszonych wielkości jest poniżej 10 % wsadu rozpuszczalnika.

W większości zakładów hala produkcyjna jest całkowicie zamknięta, a powietrze jest z niej odprowadzane z późniejszym przetwarzaniem lub bez (zob. Tabela 12.15). Czyszczenie części maszyn odbywa się głównie na bazie rozpuszczalnika i istnieje znaczna liczba instalacji, które zainstalowały specjalną maszynę czyszczącą oraz podłączyły jej wyciąg do systemu ograniczania emisji.

Główne zgłoszone techniki minimalizacji emisji niezorganizowanych to:

- bezpieczne przechowywanie substancji niebezpiecznych oraz środki zapobiegające ich nieplanowanym uwolnieniom;
- obsługa oraz użycie materiałów niebezpiecznych;
- odprowadzanie powietrza z procesów suszenia;
- zamknięte (hermetyczne) strefy aplikacyjne z odprowadzaniem powietrza;
- wentylacja hali częściowo wykorzystywana jako wsad do suszarki, przetwarzana w RTO;
- recyrkulacja powietrza w suszarkach;
- zarządzanie nadciśnieniem z zainstalowanymi rurami odprowadzającymi zużyte powietrze celem zminimalizowania przecieków spowodowanych zbyt dużym ciśnieniem;
- techniki zarządzania tuszem, które obejmują system automatycznego mieszania tuszu oraz postępowanie z jego pozostałościami;
- automatyczne dozowanie utwardzacza za pomocą zamkniętej instalacji rurowej (dla systemów dwuskładnikowych);
- odprowadzanie powietrza z maszyn myjących, obszaru mieszania spoiw i tuszy;

- automatyczna maszyna do czyszczenia części (na bazie rozpuszczalnika, połączona z „wygładzarką” i wspólnym odprowadzaniem gazów odlotowych do przetwarzania w RTO);
- spoiwa bezrozpuszczalnikowe (tzw. *hot melts* – topliwe w wysokich temp.);
- ultradźwiękowa maszyna czyszcząca do rolek aniloksowych.



Ilustracja 12-4 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika, w latach 2013-2015.

12.3.2.3. Emisje TVOC w gazach odlotowych

Większość zgłoszonych danych dotyczy okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych, przy czym częstotliwość monitorowania waha się od dwóch razy w roku do jednego razu na trzy lata. W większości instalacji z okresowym monitorowaniem przeprowadza się pomiary roczne (raz na rok).

Zgłoszone wartości dotyczące okresowego monitorowania emisji TVOC wyrażone w mg C/Nm³ przedstawiono na Ilustracjach 12.5 i 12.6.

Niektóre podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji TVOC w gazach odlotowych z okresowego monitorowania przedstawiono w Tabeli 12.19.

Tabela 12-19 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla okresowego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Stosowana technika	2015				2014				2013			
	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.
		mg C/Nm ³				mg C/Nm ³				mg C/Nm ³		
TO	2	7.8	15.0	0.5	1	19.9	NA	NA	1	45.6	NA	NA
RecTO	1	0.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	10.5	NA	NA
RTO-2	1	18.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO-3	13	14.0	61.5	1.1	7	12.2	27.0	0.4	2	18.0	31.0	5.0
RTO-5	2	14.5	19.2	9.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	NA	NA	NA	NA	2	9.5	10.0	9.0	NA	NA	NA	NA
AAC-Z	24	46.8	298.0	1.0	25	18.3	83.5	3.8	23	10.3	45.6	2.4
AAC-Z+TO	NA	NA	NA	NA	1	32.0	NA	NA	1	23.0	NA	NA
WS	NA	NA	NA	NA	2	5.4	8.3	2.4	NA	NA	NA	NA
Cond-N	1	5.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CA(OD)	1	18.0	NA	NA	1	2.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
BWGT	1	63.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NI	7	149.0	297.0	13.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

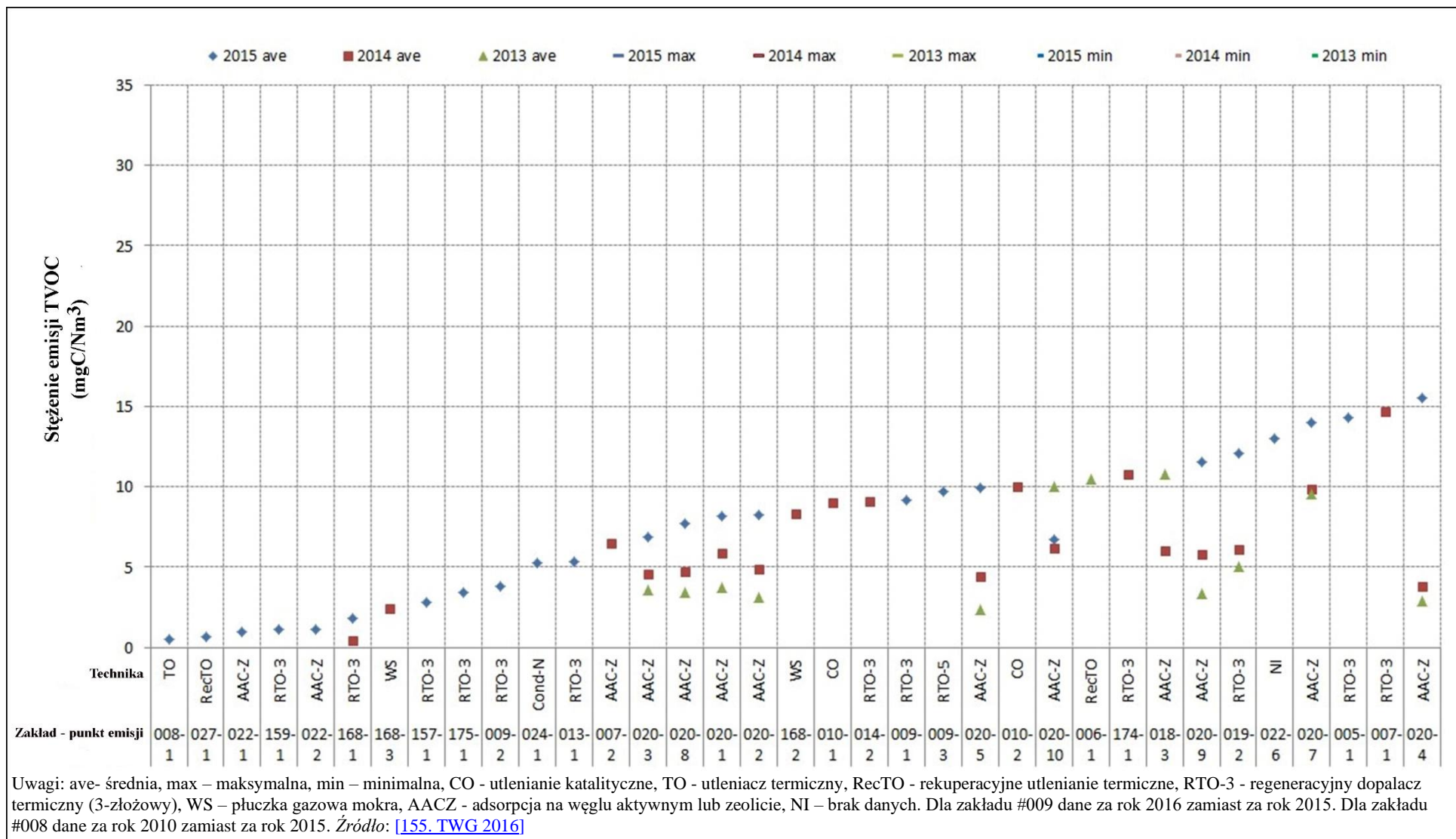
Uwagi:

NA: Nie dotyczy.

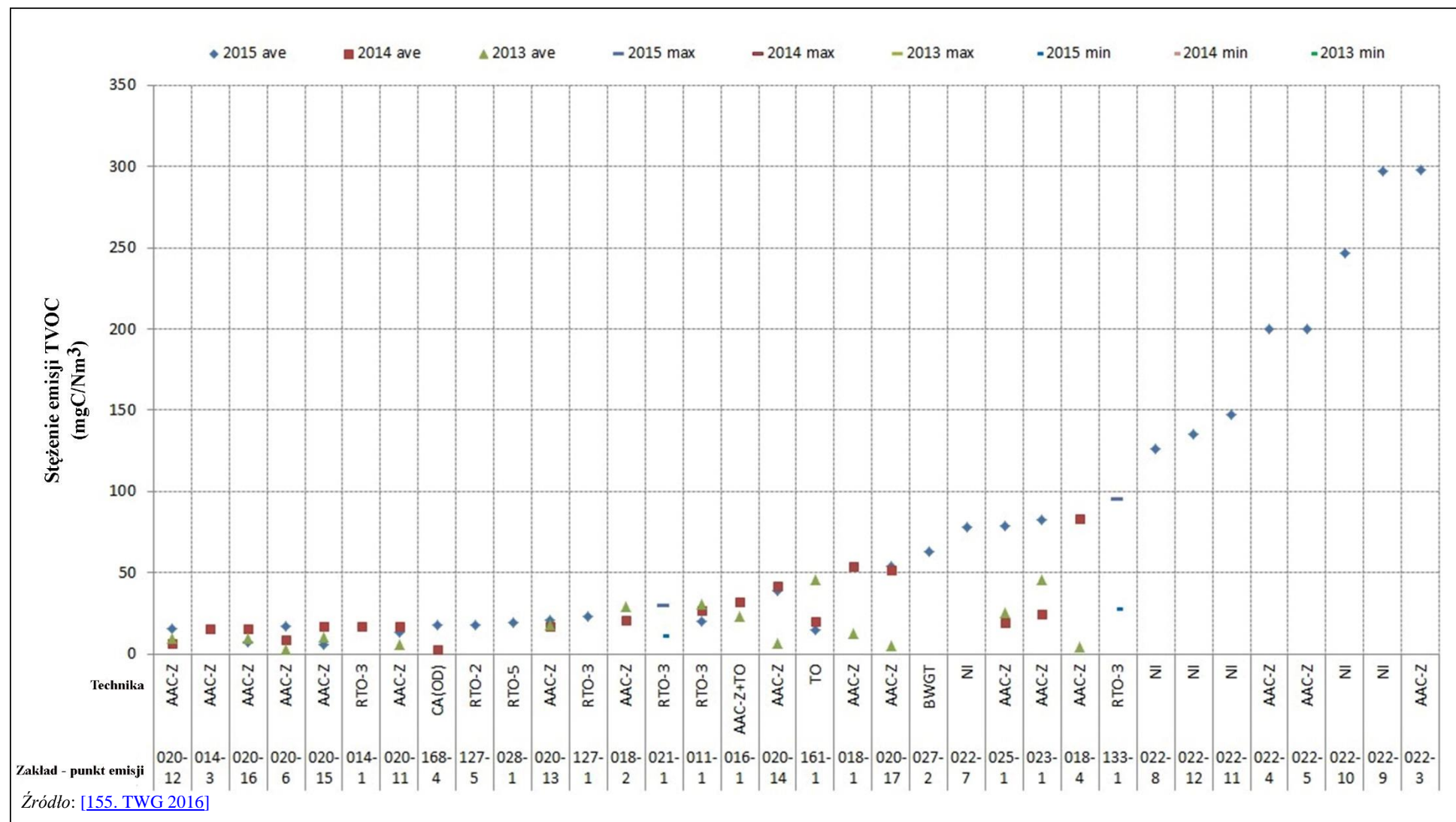
NI: Nie dostarczono danych.

Źródło: [155. TWG 2016]

Podane wartości podkreślają skuteczność zastosowanych technik ograniczania emisji na „końcach rur”, które pozwalają osiągnąć średnio niskie wartości stężenia emisji TVOC.

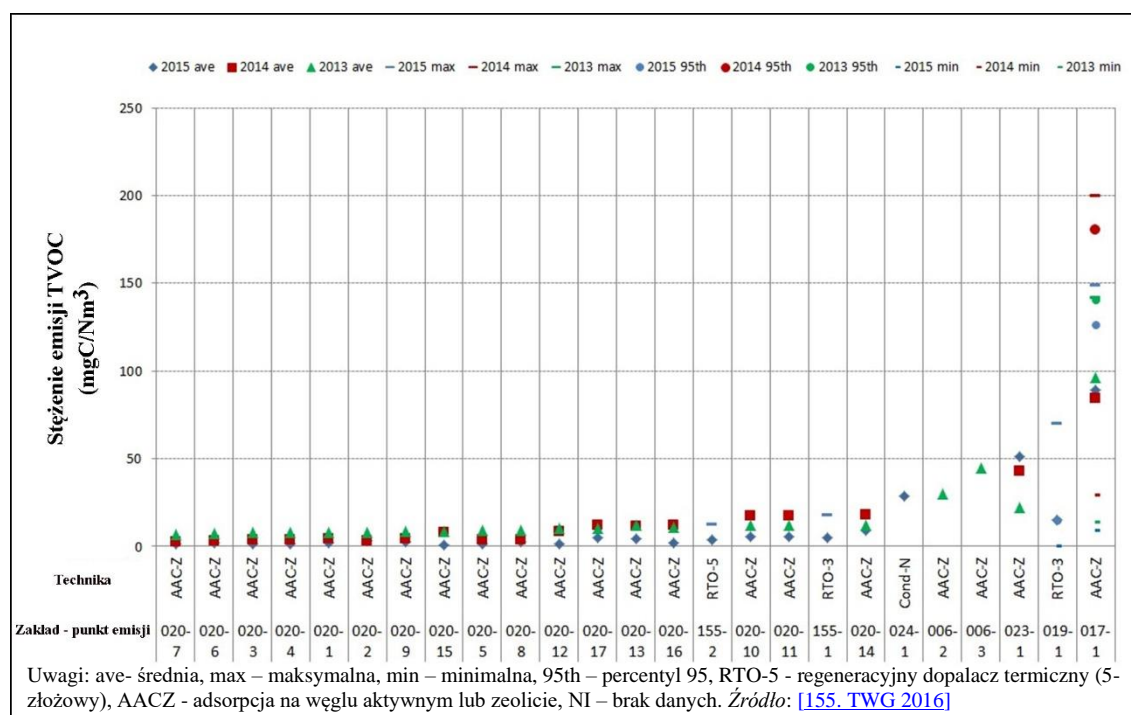


Ilustracja 12-5 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) w latach 2013-2015 (1/2).



Ilustracja 12-6 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie okresowe) w latach 2013-2015 (2/2).

Niewielka liczba instalacji przedstawiła dane dotyczące monitorowania ciągłego emisji TVOC w gazach odlotowych. Dane te przedstawiono na Ilustracji 12.7.



Ilustracja 12-7 Emisje TVOC w gazach odlotowych (monitorowanie ciągłe) w latach 2013-2015.

Niektóre podstawowe parametry statystyczne zgłoszonych danych dotyczących emisji TVOC w gazach odlotowych, pochodzących z ciągłego monitorowania, przedstawiono w tabeli 12.20.

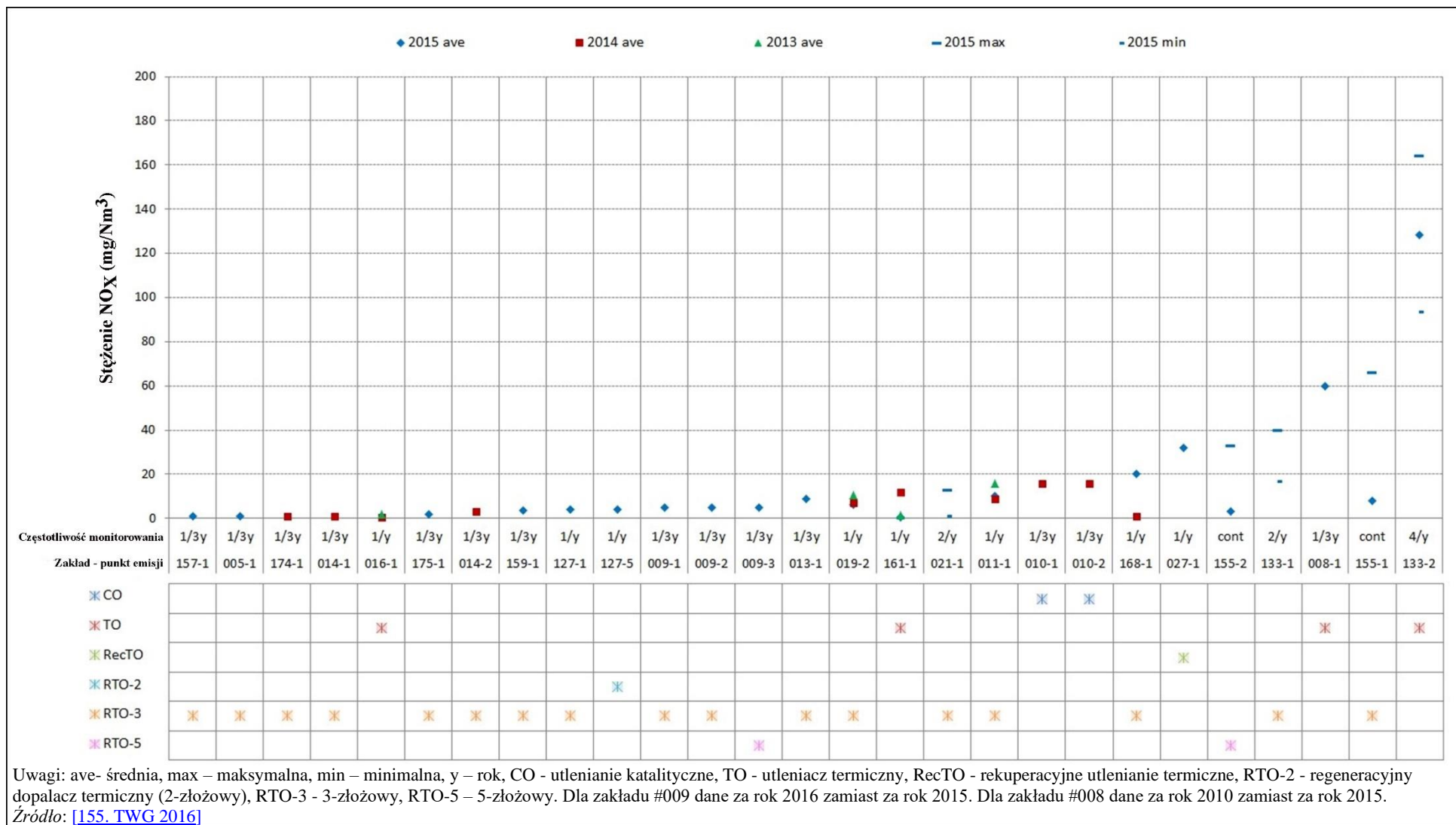
Tabela 12-20 Parametry statystyczne zgłoszonych danych dla ciągłego monitorowania emisji TVOC w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Stosowana technika	2015			2014			2013					
	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.	Ilość pomiarów	Średnia	Maks.	Min.
		mg C/Nm ³				mg C/Nm ³				mg C/Nm ³		
AAC-Z	19	10.2	89.4	1.1	19	14.0	84.6	2.7	21	17.0	96.4	7.0
RTO-3	2	10.0	15.0	5.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO-5	1	4.0	4.0	4.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cond-N	1	28.9	28.9	28.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

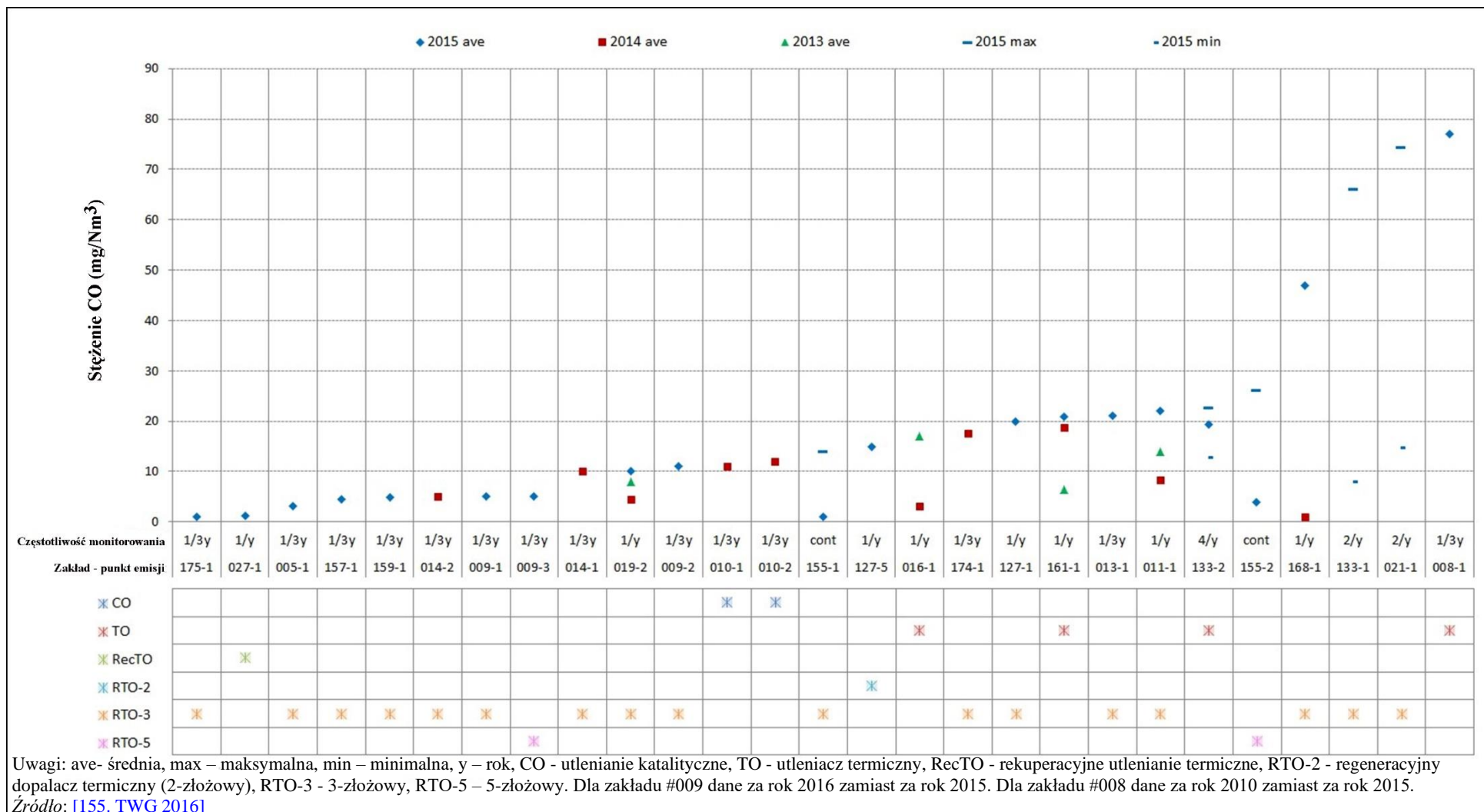
Uwagi: NI - brak informacji.
Źródło: [155. TWG 2016]

12.3.2.4. Emisje NO_x i CO w gazach odlotowych

Emisje tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO) wynikają z termicznego utleniania gazów odlotowych pochodzących z suszarki. Zgłoszone wartości stężeń NO_x i CO przedstawiono na Ilustracjach 12.8 i 12.9.



Ilustracja 12-8 Emisje NO_x w gazach odlotowych w latach 2013-2015.



Ilustracja 12-9 Emisje CO w gazach odlotowych w latach 2013-2015.

Przekazane wartości pokazują, że możliwe jest osiągnięcie niskich poziomów NO_x bez znaczącego przesunięcia w stosunku do odpowiednich wartości stężenia CO. Ogólnie, dla obu parametrów odnotowano poziomy poniżej 60 mg/Nm³.

12.3.2.5. Wytwarzanie odpadów

[\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

Podłoże

Podłoże do drukowania jest marnowane przy rozpoczynaniu nowego zlecenia poligraficznego, a także w wyniku błędnych nadruków spowodowanych wadami oraz gdy krawędź zadrukowanej wstęgi zwoju wymaga przycięcia. Ilość odpadów podłoża zależy od rodzaju wytwarzanego produktu [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#).

Tusz

Straty na tuszu wynikają z trzech powodów [\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#):

- Ilość przygotowanego tuszu zawsze przewyższa zapotrzebowanie, aby uniknąć sytuacji, w której w prasach tuszu zabraknie.
- Tusze dostarczone do jednostki drukującej, ale niewykorzystane, są przechowywane i wykorzystywane później przy powtarzających się zleceniach dla tego samego klienta. Większość zakładów posiada duże zapasy takich przygotowanych tuszy, które czekają na powtórne zlecenia. Okresowo usuwane są tusze, których ponowne użycie nie jest już spodziewane.
- W wyniku mieszania tuszu uzyskuje się niewłaściwy kolor. Aby skorygować ten błąd, należy dodać więcej tuszu i w rezultacie przygotowuje się jego za dużo.

Nadmiar tuszu jest utylizowany jako odpad lub, alternatywnie, poddawany destylacji w zakładzie. Zawarte w nim rozpuszczalniki są odzyskiwane i wykorzystywane do czyszczenia, a osad z tuszu jest usuwany jako odpad.

Nowoczesna praktyka z zastosowaniem skomputeryzowanych systemów dopasowywania kolorów umożliwiła uzyskanie lepszej jakości za pierwszym razem, co skutkuje bardzo małymi stratami tuszu i minimalnymi pozostałościami partii, które mogą zostać ponownie użyte w nieco innych kolorach (zob. sekcja 17.6.2.1).

Osad z lakieru i tuszu

Szlamy rozpuszczalników, tuszy i lakierów powstają w wyniku procesu produkcyjnego oraz często w wyniku procesu destylacji służącej odzyskaniu rozpuszczalników, które mogą być ponownie wykorzystane w procesach czyszczenia. Gdy nie ma wcześniejszego etapu destylacji, odnotowuje się znaczne zawartości rozpuszczalników (do 70%) [\[197. FPE 2017\]](#).

Czyszczenie

Brudne szmatki zawierające rozpuszczalniki, absorbenty, filtry, ściereczki, odzież ochronną, brudne mieszaniny czyszczące z wody i rozpuszczalnika oraz pozostałości tuszu są wynikiem czyszczenia okresowego. Gdy środki czyszczące są destylowane, powstające odpady, tj. osad z tuszu, są znacznie mniejsze niż gdyby nie było odzysku [\[7. Niemcy 2003\]](#).

Jeżeli czyszczenie odbywa się przy użyciu środków czyszczących na bazie wody, ścieki mogą być oczyszczane i odprowadzane. Roztwory czyszczące zawierające rozpuszczalniki są zazwyczaj traktowane jako odpady niebezpieczne [\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#).

Środki czyszczące na bazie rozpuszczalników mogą być z powodzeniem odzyskane w procesie destylacji.

Inne

Inne odpady to [\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#):

- fotopolimerowe i gumowe płyty drukarskie: tuleje stalowe, poliestrowe lub aluminiowe są wielokrotnie używane: materiały poliestrowe lub gumowe są do nich przyklejane;
- bezzwrotne pojemniki metalowe;
- rdzenie bębnow;
- odpady klejów i spoiw;
- odpady foliowe.

12.3.2.6. Emisje do wody

Ścieki z procesów stosujących tusze na bazie wody mogą być przetwarzane i odprowadzane do systemu kanalizacji lub usuwane jako odpady. Całkowita ilość ścieków w dużym stopniu zależy od metod pracy i średnio 2-3 m³/t tuszu jest zużywane i odprowadzane, głównie z czyszczenia okresowego i czyszczenia maszyn po zakończeniu pracy. W przypadku przetwarzania, woda może być ponownie wykorzystana, a osad usunięty jako odpad [\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#). Charakterystykę ścieków przed i po oczyszczeniu przedstawiono w Tabeli 12.21. Miedź nie jest obecna w tuszach w stopniu pokazanym w Tabeli 12.21 i prawdopodobnie pochodzi z papieru [\[38. TWG 2004\]](#).

Tabela 12-21 Charakterystyka ścieków z procesów z użyciem tuszy na bazie wody.

Zanieczyszczenie	Przed przetwarzaniem (mg/l)	Po przetworzeniu (mg/l)
AOX	1 500	1
Cu	20	-
Węglowodory	1 000-5 000	10
ChZT	1 000	200
Źródło: [7. Niemcy 2003]		

Ilość osadów z tuszu powstających w wyniku przetwarzania ścieków różni się w zależności od zastosowanego sposobu oczyszczania. Takie zabiegi jak koagulacja i flokulacja, które są najczęściej wykorzystywane, powodują powstawanie dużych ilości osadów w porównaniu na przykład z ultrafiltracją [\[7. Niemcy 2003\]](#).

W badaniu przeprowadzonym przez TWG określono główne parametry a także inne substancje będące przedmiotem zainteresowania, które mogą być uwalniane w ściekach (w tym te wymienione powyżej), a zatem takie, które również należy uwzględnić podczas gromadzenia danych³⁹. Zostały one przedstawione w Tabeli 12.22, wraz z wynikami gromadzenia danych. Źródła ścieków są zróżnicowane, z różnymi kombinacjami metod przetwarzania i odprowadzania. Głównym problemem dla tego sektora są możliwe emisje z przygotowania cylindrów stosowanych w rotograviurze; jednakże dostarczono tylko jeden zestaw danych, który wykazał niskie wartości. Wartości ChZT różniły się znacznie w zależności od źródła.

³⁹ Dokument roboczy Komisji Europejskiej - EIPPCB 09/06/2016: Ocena danych przedłożonych przez Techniczną Grupę Roboczą (TWG) dotyczących metali i innych emisji do wody w celu ich uznania za Kluczowe Zagadnienia Środowiskowe dla instalacji prowadzących działalność w ramach IED Załącznik I 6.7.

Tabela 12-22 Dane dotyczące emisji do wody z instalacji fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.

Zakład	Oczyszczalnia ścieków	Źródło	Rodzaj zrzutu	Stężenie średnie (mg/l) - 2015					
				COD	TOC	Cu	Cr _{total}	Cr(VI)	Zn
006	NI	Głównie z destylacji	NI	1933	NI	NI	NI	NI	NI
023	NI	System chłodzenia (wyparownik) celem odzysku rozpuszczalnika	NI	60	NI	NI	NI	NI	NI
025-1	Brak	Chłodzenie	Bezpośredni	16	NI	0.035	0	NI	0.12
025-2	Brak	Czyszczenie	Pośredni	5	NI	0	0	NI	0.16
020	Zbiorcza	Parownik (regeneracja węgla aktywnego)	Pośredni	807	276	NI	NI	NI	NI
022-1	Dedykowana	Przygotowanie cylindra do grawiury	Pośredni	NI	NI	0.01	0.01	0.01	NI
022-2	NI	Chłodzenie	NI	300	NI	NI	NI	NI	NI
024	Brak	NI	Pośredni	23	NI	0.05	NI	0.001	0.43
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych, Cr _{total} – chrom całkowity. Źródło: [155. TWG 2016]									

12.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej

[78. TWG 2005] [227. TFTEI 2017]

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane we fleksografii i rotograwiurze niepublikacyjnej. W Tabeli 12.23 przedstawiono ogólne techniki istotne dla fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej. Techniki te nie są powtarzane w niniejszym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Raport TFTEI dla druku opakowań elastycznych dostarcza użytecznych danych na temat kosztów i korzyści na poziomie europejskim wynikających z zastosowania pierwotnych i wtórnych środków redukcji emisji LZO, jak również technik minimalizacji emisji niezorganizowanych [227. TFTEI 2017].

Tabela 12-23 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

12.4.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej

Ogólny opis oraz zasady określania bilansu masy rozpuszczalnika podano w sekcji 17.3.1. Przykładowy SMB dla tego sektora został przedstawiony w załączniku 21.5.4.

12.4.2. Techniki oparte na materiałach

12.4.2.1. Tusze utwardzane promieniowaniem UV

Opis

Tusze utwardzane promieniowaniem UV nie zawierają rozpuszczalników organicznych. Zob. sekcje 17.7.2.3 i 17.8.5.4.

Korzyści dla środowiska

Można osiągnąć znaczną redukcję emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Drukowanie tuszami utwardzanymi promieniami UV we fleksografii wymaga stosowania techniki tzw. „*kiss printing*”. Tusze utwardzane promieniami UV mają znacznie silniejsze pigmenty niż inne tusze. Ilość tuszu do naniesienia musi być zatem dużo mniejsza. Podczas gdy w „normalnej” fleksografii podłoże jest dosyć mocno ściśnięte pomiędzy nośnikiem obrazu a cylindrem drukującym, w druku UV to dociśnięcie jest znacznie słabsze. Stosuje się tylko bardzo niewielki docisk. Jest to jeden z głównych powodów, dla których modernizacja większości istniejących maszyn fleksograficznych nie jest możliwa. We fleksografii, w przypadku zerwania wstęgi podłoża, koniec zerwanej wstęgi może, w drodze na koniec prasy, minąć kilka tzw. tuszownic i przenieść tusz z jednej tuszownicy na drugą. To oczywiście powoduje konieczność przeprowadzenia czyszczenia przed ponownym rozpoczęciem drukowania. W przypadku „normalnej” fleksografii jest to dość uciążliwe, natomiast w przypadku fleksografii UV prawie niemożliwe do realizacji ze względu na dużą pigmentację oraz fakt, że farba nie wysycha. W przypadku druku fleksografią UV maszyna musi być tak skonstruowana, aby w razie pęknięcia wstęgi podłoża, została ona natychmiast zatrzymana, zanim jej koniec „przeciągnie się” przez którąś z tuszownic.

Poważnym problemem jest trudność w czyszczeniu pras, w których stosowane są tusze utwardzane promieniami UV. Silna pigmentacja oraz fakt, że tusze UV nie schną nigdzie indziej niż na podłożu oznacza, że nawet najmniejsze zanieczyszczenie powoduje poważne problemy z jakością. Czyszczenie jest bardzo pracochłonne, ponieważ tusze te nie chcą się łatwo rozpuścić w jakimkolwiek rozpuszczalniku. Problem jest większy, gdy kolory muszą być zmieniane pomiędzy kolejnymi zleceniami, co ma miejsce w przypadku drukowania materiałów opakowaniowych.

W zakładzie w Holandii, czyszczenie pomiędzy kolejnymi zleceniami było nadmiernie czasochłonne i powodowało niedopuszczalne problemy z jakością. Celem ograniczenia czyszczenia opracowano i opatentowano system, który drastycznie zmniejsza liczbę zmian kolorów. Siedem standardowych kolorów używanych jest do tworzenia wymaganych barw. Oznacza to, że siedem z ośmiu jednostek drukujących nie musi być czyszczonych pomiędzy kolejnymi zleceniami. Ósma jednostka drukująca używana jest do dodania dodatkowego koloru, o ile jest to konieczne. Dla każdego zlecenia, które jest przestawiane z „normalnej” fleksografii na fleksografię UV, należy wymienić wszystkie nośniki obrazu. W publikacjach, kolorowe fotografie tworzone są z czterech standardowych kolorów. System ten nie jest jednak w stanie uzyskać wszystkich barw i jasności niezbędnych w druku opakowań.

Tusze utwardzane promieniami UV zostały pierwotnie zastosowane do drukowania etykiet i wykazują stale rosnące zapotrzebowanie. Tusze te są stosowane do druku fleksograficznego na papierze, kartonach i samoprzylepnych etykietach papierowych, zwłaszcza gdy wymagana jest wysoka jakość [148. COM 2009].

Stosowanie tuszy utwardzanych promieniami UV w druku fleksograficznym zostało, w ramach gromadzenia danych, zgłoszone dla trzech zakładów [155. TWG 2016].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W niektórych okolicznościach, zużycie energii przez lampy utwardzające promieniami UV może przewyższać zwykłe zużycie energii przez suszarkę, chociaż jeden z zakładów zgłosił ogólną oszczędność energii. Lampy UV zawierają rtęć i wymagają specjalnego zagospodarowania jako odpad.

Tusze utwardzane promieniami UV zawierają reaktywne akrylany, monomery i oligomery, z których niektóre są alergenem.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Tusze utwardzane promieniami UV mogą być stosowane w procesach fleksograficznych do drukowania papierowych materiałów opakowaniowych, etykiet i kartoników na produkty mleczne. Jednakże, producenci materiałów opakowaniowych na żywność często niechętnie stosują farby utwardzane promieniami UV, ponieważ migracja niewielkich ilości niektórych składników tych farb do pakowanej żywności może prowadzić do niezgodności z przepisami dotyczącymi zasad jej pakowania i przechowywania. Jednym z rozwiązań tego problemu może być pokrycie druku lakierem celem uniemożliwienia migracji niektórych składników tuszy (takich jak resztki monomerów itp.).

Większość gatunków papieru może być zadrukowywana tuszami UV. Ograniczeniem nie jest jednak podłoże, ale istniejący park maszynowy. Fleksografia utwardzana promieniami UV wykorzystywana jest do kilku zastosowań (np. etykiety samoprzylepne, kartony na napoje). W obu przypadkach stosowane są prasy zbudowane specjalnie do tego celu: etykiety drukowane są na małych wąskich prasach zwojowych (do 25 cm w szerokości), a kartony na napoje na prasach o szerokości od 100 do 150 cm.

Nie wszystkie tusze na bazie rozpuszczalnika mogą być zastąpione przez alternatywy utwardzane promieniami UV ze względu na potrzebę zachowania specyficznych właściwości ich nakładania.

Ekonomika

W przypadku fleksografii do kartonów na napoje maszyny są znacznie droższe niż „normalne” prasy fleksograficzne. Można jednak uzyskać lepszą jakość, która jest niezbędna, aby sprostać wymaganiom rynku.

Tam, gdzie najczęściej podwyższone wymagania jakościowe skłaniałyby do zmiany fleksografii na rotograviurę, połączenie wielkości nakładu, wymagań klienta dotyczących regularnych zmian drukowanego obrazu oraz specjalnych podłoży stosowanych jako opakowania kartonowe sprawia, że fleksografia utwardzana promieniami UV jest odpowiednią techniką.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Thomas Grafische Veredelung GmbH & Co, KG, Niemcy. Elopak (Terneuzen, Holandia). Zakłady #012, #028 i #161 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[14. Aminimal i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[148. COM 2009\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)

12.4.2.2. Tusze utwardzane wiązką elektronów (EB-)

Opis

Tusze utwardzane wiązką elektronów składają się z polimerów o niskiej masie cząsteczkowej, które reagują ze strumieniem elektronów z lampy próżniowej. Tusze te nie zawierają rozpuszczalników i nie utwardzają się do momentu wystawienia na działanie światła, dlatego mogą pozostawać w systemach doprowadzających tusz przez długi czas, co ogranicza konieczność czyszczenia. Elektrony napędzają reakcję, tworząc polimery i utwardzając tusz. Zob. również sekcje 17.7.2.3 i 17.8.5.5.

Suszarki elektronowe wykorzystują, poprzez bombardowanie elektronami, polimeryzację jako środek do suszenia ciekłych oraz sproszkowanych powłok.

Korzyści dla środowiska

Emisje LZO z tuszu zostają zredukowane do zera.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Problemy zgłaszane w przypadku tuszy utwardzanych promieniowaniem EB obejmują degradację papieru oraz narażenie pracowników na promieniowanie. Są one czasami używane do wytwarzania powłok o wyższym połysku oraz do dekoracji metali.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Tusze utwardzane wiązką elektronów (EB-) stosowane są tylko w nowych prasach drukarskich.

Ekonomika

Suszarki stosujące tę technikę mają wysokie koszty początkowe oraz niskie lub umiarkowane koszty operacyjne.

Przykładowe zakłady

Technika niezbyt popularna.

Literatura źródłowa

[\[18. US EPA i in. 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

12.4.2.3. Tusze na bazie wody

Opis

Tusze na bazie wody zawierają zmniejszoną ilość rozpuszczalników organicznych. Konwencjonalne tusze na bazie wody wykorzystują do dyspersji wodnej stosunkowo silnie kwaśne żywice; ostatnio opracowane tusze bazują na dyspergowalnych w wodzie żywicach poliestrowych. Te ostatnie nie potrzebują środków neutralizujących, takich jak amoniak lub aminy, aby utrzymać swoje właściwości dyspergowania i dlatego spełniają wymagania fleksografii. Zob. również sekcja 17.7.2.2.

Korzyści dla środowiska

W przypadku fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej tusze w stanie gotowym do druku zawierają do 80 % rozpuszczalników. Są to zawsze mieszaniny kilku rozpuszczalników, np. etanolu i octanu etylu. Zastąpienie ich tuszami na bazie wody może spowodować znaczne zmniejszenie emisji rozpuszczalników, w szczególności emisji niezorganizowanych. Jeżeli gazy odlotowe są skutecznie oczyszczane oraz unika się nadmiernych emisji niezorganizowanych, przejście na tusze na bazie wody przynosi niewielkie korzyści. Innym potencjalnym problemem jest ewentualny brak skuteczności przy stosowaniu technik utleniania termicznego do oczyszczania gazów odlotowych (praca nieautotermiczna).

Czyszczenie tuszów na bazie wody może być wykonane przy użyciu wody, o ile tusz lub lakier jeszcze nie wysechł.

Tusze na bazie wody mogą wymagać więcej energii do suszenia; jednakże całkowite zużycie energii w zakładzie zostanie zmniejszone, ponieważ system oczyszczania gazów odlotowych może nie być wymagany (zob. sekcja 17.7.2.2. oraz załącznik 14 do ECM REF).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

We fleksografii większość papierowych materiałów opakowaniowych może być z powodzeniem zadrukowywana tuszami na bazie wody. Proste materiały opakowaniowe z tworzyw sztucznych, takie jak worki na zakupy, worki na śmieci, worki na chleb i worki o dużej wytrzymałości również mogą być z powodzeniem zadrukowywane we fleksografii tymi tuszami. Zastosowanie ceramicznych cylindrów aniloksowych poprawia jakość druku.

Od elastycznych materiałów do pakowania produktów żywnościowych może być wymagana odporność na kwasy, rozpuszczalniki, tłuszcze lub oleje pochodzące z pakowanej żywności. Wysokiej jakości produkty spełniające te wymagania często drukuje się w technice rotograviury opakowaniowej, stosując tusze na bazie rozpuszczalników. Czasami jednak do drukowania koloru białego, który jest najczęściej używany, można z powodzeniem zastosować tusze na bazie wody.

Przejęcie z tuszy na bazie rozpuszczalników na tusze na bazie wody we fleksografii lub rotograviurze niepublikacyjnej wymaga zwykle innej obróbki wstępnej materiału nośnego oraz zawsze nowych matryc i cylindrów drukarskich.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Tusze na bazie wody stosowane w procesach fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej nadal zawierają etanol, izopropanol i/lub n-propanol.

Ilość energii potrzebnej do suszenia tuszy na bazie wody jest wyższa niż w przypadku tuszy na bazie rozpuszczalników. Jednak brak rozpuszczalników umożliwia częstszą recyrkulację powietrza suszącego, a tym samym zmniejsza powyższy efekt. W praktyce wzrost zużycia energii na cele suszenia może wynieść około 10 %.

Powstaje więcej odpadów tuszu. Ilość odzyskanego rozpuszczalnika jest mniejsza i nie wystarcza do celów czyszczenia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Tusze na bazie wody (ale nie lakiery) są z powodzeniem stosowane w procesach fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej do drukowania na workach papierowych, plastikowych workach na śmieci oraz torbach na zakupy. Jednak nawet w tych procesach, w niektórych wyjątkowych sytuacjach, np. w przypadku efektów fluorescencyjnych, kolorów złotych lub srebrnych lub gdy wymagany jest bardzo wysoki połysk, nadal konieczne jest stosowanie tuszy konwencjonalnych.

W przypadku, gdy produkty na bazie wody (tusze, lakiery, itp.) są stosowane na istniejących prasach, często okazuje się, że systemy suszenia nie mają odpowiedniej wydajności. Ogranicza to możliwość zastosowania tych tuszy w starych, istniejących prasach drukarskich. Nowoczesne suszarki mają wystarczającą wydajność do suszenia nie tylko farb na bazie rozpuszczalników, ale także farb na bazie wody, dlatego nie są potrzebne żadne dodatkowe inwestycje [148. COM 2009].

Tusze na bazie wody znajdują zastosowanie w rotograviurze niepublikacyjnej a ich stosowanie zostało zgłoszone, w procesie zbierania danych, przez dwa zakłady [Zakłady #011 i #012 w [155. TWG 2016]].

Ekonomika

Przejęcie z tuszy na bazie rozpuszczalników na tusze na bazie wody wiąże się ze znacznymi kosztami. W przypadku nowych pras stosujących tusze na bazie wody, inwestycja jest mniej więcej taka sama jak w przypadku nowych pras stosujących tusze na bazie rozpuszczalnika. W przypadku modernizacji konieczne mogą być znaczne inwestycje, jeśli zajdzie potrzeba zwiększenia wydajności suszarki.

Ponieważ tusze na bazie wody są bardziej pigmentowe, potrzeba mniej tuszu, a koszt operacyjny na m² zadrukowanego materiału będzie generalnie nieco niższy niż w przypadku tuszów na bazie rozpuszczalnika.

Jeżeli w przypadku stosowania tuszy na bazie wody można utrzymać tę samą prędkość i elastyczność druku oraz uniknąć innych kosztów związanych z rozpuszczalnikami, to możliwe jest uzyskanie znacznych oszczędności.

Przykładowe zakłady

Zakłady #011 i #012 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[3. IMPEL 2000\]](#) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[14. Aminal i in. 2002\]](#) [\[18. US EPA i in. 2003\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)

12.4.2.4. Lakiery i spoiwa na bazie wody

Opis

Lakiery i spoiwa na bazie wody zasadniczo nie zawierają rozpuszczalników (zob. sekcja 17.7.2.2).

Korzyści dla środowiska

Lakiery i spoiwa w stanie gotowym do użytku w prasie zawierają około 80 % rozpuszczalników. Mogą one być mieszaninami kilku rozpuszczalników, np. etanolu, octanu etylu i MEK, lub systemami jednorozpuszczalnikowymi. Zastąpienie ich produktami na bazie wody może skutkować znacznym zmniejszeniem emisji rozpuszczalników, w szczególności emisji niezorganizowanych. Jeżeli gazy odlotowe są skutecznie przetwarzane oraz unika się nadmiernych emisji niezorganizowanych, przejście na lakiery i spoiwa na bazie wody przynosi niewielkie korzyści. Innym potencjalnym problemem jest ewentualny brak skuteczności przy stosowaniu technik utleniania termicznego do oczyszczania gazów odlotowych (praca nieautotermiczna).

Czyszczenie lakierów i spoiw na bazie wody może być wykonane przy użyciu wody, o ile jeszcze nie wyschły. Jeśli jednak są suche, należy użyć etanolu, IPA itp.

Lakiery i spoiwa na bazie wody wymagają więcej energii do suszenia; jednakże całkowite zużycie energii może zostać zmniejszone, jeżeli nie jest wymagany system oczyszczania gazów odlotowych (zob. tusze na bazie wody w sekcji 12.4.2.3, zob. również sekcję 17.7.2.2).

To samo dotyczy ilości ścieków, która z jednej strony wzrośnie, ale w sytuacjach, gdy system adsorpcji gazów odlotowych i odzyskiwania rozpuszczalników nie będzie już stosowany, ogólna ilość ścieków zmaleje.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Istnieje wiele różnych wymagań co do jakości i odporności materiałów opakowaniowych, dlatego też możliwość zastosowania alternatyw dla tradycyjnych farb, lakierów i spoiw na bazie rozpuszczalników nigdy nie jest czymś oczywistym. Na przykład od lakieru może być wymagana pewna odporność na poślizg, aby dostosować się do specyfiki maszyn pakujących, co można osiągnąć jedynie poprzez zastosowanie specjalnych lakierów na bazie rozpuszczalników. Spoiwa na bazie wody wykazują również niższą odporność chemiczną w porównaniu z spoiwami na bazie rozpuszczalników, a także niższą początkową siłę wiązania czy wytrzymałość kompozytową; z tych powodów spoiwa na bazie wody nie mogą być stosowane do wszystkich typów aplikacji.

W specjalnym procesie laminacji, w którym cienki papier jest mocowany do plastiku lub aluminium, odpowiednie są produkty na bazie wody, ponieważ woda może odparować przez papier. Do laminowania dwóch nieporowatych folii produkty na bazie wody są mniej odpowiednie, ponieważ wymagają dłuższego czasu schnięcia przed połączeniem folii. W takich sytuacjach stosuje się spoiwa na bazie rozpuszczalników lub dwuskładnikowe spoiwa bezrozpuszczalnikowe.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na suszenie produktów na bazie wody jest nieco wyższe a także powstaje więcej odpadów. Ilość energii potrzebnej do suszenia tuszy na bazie wody jest wyższa niż w przypadku lakierów i spoiw na bazie wody. Jednak brak rozpuszczalników pozwala na częstszą recyrkulację powietrza suszącego, a tym samym na zmniejszenie tego efektu. W praktyce wzrost zużycia energii na cele suszenia może wynieść około 10 %.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie we wszystkich procesach drukowania i laminowania opakowań elastycznych. Jest powszechnie stosowana w drukarniach fleksograficznych oraz stosujących rotograwiurę niepublikacyjną. Nie może jednak zastąpić lakierów na bazie rozpuszczalników we wszystkich sytuacjach.

Tam, gdzie w istniejących prasach stosowane są produkty na bazie wody (tusze, lakiery itp.), często okazuje się, że systemy suszenia nie mają odpowiedniej wydajności. Ogranicza to możliwość zastosowania tej techniki w istniejących prasach drukarskich.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Zakład #012 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[6. DFIU i in. 2002\]](#) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[14. Aminimal i in. 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)

12.4.2.5. Lakiery i spoiwa o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Stosowanie lakierów i spoiw o wysokiej zawartości cząstek stałych, które zawierają 40 % lub więcej substancji stałych, prowadzi do zmniejszenia zużycia i emisji rozpuszczalników. Zob. sekcja 17.7.2.1.

Szczegóły techniczne

Tradycyjne spoiwa na bazie rozpuszczalników zawierają do 80 % rozpuszczalników, podczas gdy spoiwa o wysokiej zawartości cząstek stałych zawierają ich maksymalnie 60 %. Jeżeli w przypadku oryginalnych spoiw na każdy kilogram masy stałej potrzeba 4 kg rozpuszczalnika, to w przypadku alternatywnych spoiw o wysokiej zawartości cząstek stałych potrzeba go tylko do 1.5 kg. W tym przypadku przy braku odzysku uzyskuje się redukcję zużycia rozpuszczalnika o ponad 60 %; przy odzysku rozpuszczalnika oszczędności na zużyciu sięgają 90 %.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji LZO, redukcja zużycia rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Spoiwa o wysokiej zawartości cząstek stałych znajdują zastosowanie w procesach laminacji opakowań elastycznych. Stosowane są również w sektorze *high-performance* do opakowań narażonych na większe obciążenia mechaniczne, termiczne lub chemiczne oraz w produkcji kompozytów o zmiennym składzie materiałowym.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nadal mogą być konieczne techniki przetwarzania gazów odlotowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w nowych oraz istniejących zakładach.

Ekonomika

Zależna od sytuacji danego zakładu.

Przykładowe zakłady

Zakład #174 (spoiwo o zawartości cząstek stałych ~ 60 %) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[6. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)

12.4.2.6. Lakiery i spoiwa utwardzane promieniowaniem UV

Opis

Lakiery i spoiwa utwardzane promieniowaniem UV stosowane do laminowania nie zawierają rozpuszczalników organicznych.

Korzyści dla środowiska

W stosunku do lakierów lub spoiw opartych na lotnych rozpuszczalnikach można osiągnąć znaczną redukcję poziomu emisji. Zob. również sekcję 17.7.2.3.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W branży fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej oprócz druku często wykonuje się laminaty zawierające różne folie z tworzyw sztucznych oraz folię aluminiową. Stosuje się tu spoiwa utwardzane promieniowaniem UV, ale tylko dla standardowych materiałów kompozytowych maksymalnie średniej jakości.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Lakiery i spoiwa utwardzane promieniowaniem UV wymagają energii do suszenia w suszarkach UV. Jednakże jest mało prawdopodobne, aby było to więcej niż w przypadku suszenia konwencjonalnych systemów bazujących na rozpuszczalnikach. Natomiast stosowane w technice UV lampy zawierają rtęć a więc wymagają specjalnego traktowania jako odpady.

Lakiery i spoiwa utwardzane promieniowaniem UV zawierają reaktywne akrylany, monomery i oligomery, z których niektóre są alergenne.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w nowych oraz istniejących zakładach.

Przykładowe zakłady

Zakład #012 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[6. DFIU i in. 2002\]](#) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[14. Aminimal i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)

12.4.2.7. Bezrozsypczalnikowe spoiwa dwuskładnikowe

Opis

Spoiva bezrozsypczalnikowe to dwuskładnikowe spoiwa o 100 % zawartości substancji stałych, często zawierające izocyjaniany.

Korzyści dla środowiska

Emisja rozpuszczalników podczas nakładania spoiwa jest zredukowana do zera.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Są powszechnie stosowane w przemyśle fleksograficznym i rotograviury niepublikacyjnej w procesach laminacji na nieporowatych podłożach, takich jak tworzywa sztuczne czy aluminium.

W przeciwieństwie do spoiw na bazie rozpuszczalników, gdzie grubość warstwy może być kontrolowana poprzez lepkość, tutaj grubość warstwy trzeba kontrolować drogą mechanicznych procesów walcowania. Warstwa spoiwa może wykazywać nieco większe nierówności powierzchni w porównaniu do spoiw na bazie rozpuszczalników.

Wiele złożonych laminatów można produkować za pomocą systemów dwuskładnikowych. Wymagają one specjalnych maszyn.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Występuje ryzyko emisji izocyjanianów w miejscach pracy.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika szeroko stosowana.

Ekonomia

Zależy od wymagań/specyfikacji produktu.

Siła napędowa wdrażania

Specyfikacja produktu wymagana przez klienta.

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [14. Aminal i in. 2002] [197. FPE 2017]

12.4.2.8. Współwytlaczanie**Opis**

Na zadrukowane podłoże nakładana jest ciepła i płynna folia z tworzywa sztucznego. Następnie jest ona schładzana. Folia ta zastępuje niezbędną dodatkową warstwę powłoki. Może być stosowana pomiędzy dwiema warstwami różnych nośników, działając jako spoiwo.

Korzyści dla środowiska

Emisje rozpuszczalników zostają wyeliminowane.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika stosowana do opakowań elastycznych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Współwytlaczanie wymaga dodatkowej energii elektrycznej.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta dotyczy konkretnych produktów i nie ma zastosowania w przypadku, gdy wymagana jest wysoka wytrzymałość spoiny lub odporność na temperaturę podczas sterylizacji.

Siła napędowa wdrażania

- BHP.

- Wymaganie dotyczące produktu.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w fleksografii, przykładowy zakład #133 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[14. Aminał i in. 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[180. COM 2017\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#)
[\[212. TWG 2018\]](#)

12.4.3. Odprowadzanie i przetwarzanie gazów odlotowych

Powszechnie stosowane są następujące techniki:

- Utlenianie: rekuperacyjne, katalityczne i regeneracyjne, zob. sekcja 17.10.5.
- Adsorpcja z wykorzystaniem węgla aktywnego lub zeolitów, zob. sekcja 17.10.6.2.
- Kondensacja (przy użyciu azotu), zob. sekcja 17.10.6.1. Branża twierdzi, że kondensacja nie jest szeroko stosowana w sektorze (zob. komentarz FPE #14 w [\[212. TWG 2018\]](#)); jednak technika ta jest stosowana w Zakładzie #024 z sześcioma maszynami podłączonymi do systemu odzysku.
- Płukanie na mokro, zob. sekcja 17.10.6.3.
- Oczyszczanie biologiczne gazów odlotowych, zob. sekcja 17.10.7.

12.4.3.1. Odprowadzanie i przetwarzanie powietrza z pras drukarskich oraz innych obszarów produkcyjnych

Opis

Rozpuszczalniki ulatniają się z pras i innych obszarów produkcji, np. z pojemników na tusze, lakiery i spoiwa, z wentylacji automatycznych maszyn czyszczących (zob. sekcja 17.10.2) oraz wydostające się z suszarek, są lokalnie odprowadzane, a następnie oczyszczane.

Szczegóły techniczne

Rozpuszczalniki odparowują nie tylko w suszarce; odparowują one również z systemów rozpraszających tusz, regulatorów lepkości, pojemników itp. Ze względów BHP rozpuszczalniki te powinny być odciągane lokalnie, aby nie przekroczyć dopuszczalnej wartości narażenia zawodowego (OEL).

Można zastosować następujące rozwiązania:

- Zamknięcie (hermetyzacja) maszyn do laminowania i lakierowania.
- Wysyłanie lokalnie odprowadzanego powietrza z obszarów wokół maszyn produkcyjnych do oczyszczania.
- Wychwytywanie i przetwarzanie emisji niezorganizowanych z systemów doprowadzania tuszu. Zmniejsza to potrzebę lokalnego odprowadzania powietrza z otwartych (niezamkniętych) obszarów.
- Montaż i użytkowanie rakli komorowych.
- Wysyłanie powietrza z maszyny myjącej do oczyszczania (zob. sekcja 17.9.7).

Korzyści dla środowiska

Mniej rozpuszczalników jest zużywanych, a więcej kierowanych do urządzeń obniżających emisję. Następuje redukcja emisji LZO, zwłaszcza niezorganizowanych, ponieważ system zapewnia wychwytywanie i oczyszczanie emisji z systemów doprowadzających tusz oraz maszyn myjących.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nowoczesne prasy drukarskie stosujące rotograviurę niepublikacyjną wyposażone są, oprócz systemów odprowadzających powietrze z suszarek, w wyciągi podłogowe i/lub wyciągi z pojemników z tuszem, do systemu przetwarzania gazów odlotowych. Zawartość rozpuszczalnika w odprowadzonym powietrzu zależy od zastosowanych środków, które mają na celu zmniejszenie emisji niezorganizowanych. Te dodatkowe systemy wyciągowe umieszczone są pomiędzy jednostkami drukującymi. W przypadku pras fleksograficznych wyposażonych w centralny cylinder drukujący mogą istnieć pewne ograniczenia związane z dostępną przestrzenią pomiędzy zespołami drukującymi, która może być zbyt mała, aby zainstalować lokalny system wyciągowy (zob. Ilustracja 12.1). W takim przypadku można zastosować całkowite zamknięcie (hermetyzacja) pras fleksograficznych, jak to również wskazano w zebranych danych [[155. TWG 2016](#)].

Nowoczesne samodzielne urządzenia do lakierowania i laminowania są z reguły do tego przystosowane.

Automatyczne maszyny czyszczące przed rozładunkiem muszą być przewietrzone. W ciągu kilku minut stosunkowo niewielki strumień powietrza (kilka tysięcy m³/h) jest silnie obciążony oparami rozpuszczalników. Ten strumień powietrza jest kierowany do urządzeń obniżających emisje.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Odprowadzanie powietrza wymaga energii, ale jest ono konieczne celem uniknięcia wysokiego poziomu narażenia na niebezpieczne opary w miejscu pracy. Problem polega na tym, czy wyciągane powietrze powinno być przesyłane do instalacji przetwarzania gazów odlotowych, czy też nie, ponieważ może to prowadzić do konieczności zwiększenia wydajności tych systemów a tym samym wymagać większego wentylatora utleniacza. A to znacznie zwiększa ilość potrzebnej energii elektrycznej. Zwiększony przepływ powietrza o niskiej zawartości rozpuszczalnika zwiększa ilość paliwa wspomagającego wymaganego przez system redukcji emisji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wyciąg miejscowy może nie mieć zastosowania w przypadku istniejących pras fleksograficznych wyposażonych w centralny cylinder drukujący. Z reguły jest on wbudowany w nowe, samodzielne urządzenia do lakierowania i laminowania.

Technika ta jest generalnie stosowana w maszynach pracujących w sposób automatyczny. Coraz częściej stosuje się obudowę dla systemów doprowadzających tusz, regulatorów lepkości, pojemników itp. Modernizacja jest możliwa ale sterowanie maszyną musi być całkowicie zautomatyzowane. Suszarki są zawsze zamknięte (hermetyczne).

Ekonomika

Koszt zależy głównie od wydajności systemu przetwarzania gazów odlotowych. Obudowa lub hermetyzacja zmniejsza objętość powietrza, które ma być odprowadzane, a zatem zmniejsza rozmiar silników wentylatorów wyciągowych i systemów przetwarzania gazów odlotowych, jeśli są stosowane.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana (przez prawie wszystkie zakłady, które dostarczyły dane (zob. Tabela 12.15)).

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [14. Aminał i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [197. FPE 2017]

12.4.3.2. Kontrola i konserwacja celem zmniejszenia emisji rozpuszczalników podczas innych niż normalne warunków eksploatacji (OTNOC)

Opis

Zapewnienie przeprowadzania planowej konserwacji i szybkich napraw, zob. również sekcja 17.2.6.

Korzyści dla środowiska

Wady urządzeń do utleniania mogą powodować emisję LZO do 0.4 % rocznego wsadu na dobę (zakładając 250 dni roboczych w roku).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W siedmiu holenderskich zakładach o wielkości IED produkujących opakowania elastyczne, czas przestoju spalarni wahał się od 1 do 14 dni roboczych. Średnia wynosiła prawie 7.5 doby, tj. około 3-8 % całkowitego rocznego wsadu. Dane pochodzą z 2004 r.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana we wszystkich zakładach.

Przykładowe zakłady

Szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[38. TWG 2004]

12.4.4. Techniki czyszczenia

12.4.4.1. Zastąpienie, przy czyszczeniu podłóg, rozpuszczalników zawierających LZO rozpuszczalnikami o mniejszej lotności

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.9.5.

Korzyści dla środowiska

Można osiągnąć redukcję emisji LZO o 1-2 % w porównaniu z sytuacją, w której podłogi są czyszczone przez zwilżanie przy użyciu wiader z rozpuszczalnikami. Jednak tam, gdzie podjęto już pewne środki zapobiegawcze, takie jak ograniczenie brudzenia podłóg oraz kontrola zużycia rozpuszczalników, redukcja emisji jest mniejsza.

12.4.4.2. Czyszczenie części maszyn i urządzeń w zamkniętych maszynach myjących

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.9.7.

Przykładowe zakłady

Kilka zakładów, które dostarczyły dane (zob. Tabela 12.15).

12.4.4.3. Czyszczenie części maszyn za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.9.9.

12.4.4.4. Czyszczenie suchym lodem (CO₂)

Opis

Granulki suchego lodu są wdmuchiwane na czyszczoną powierzchnię, za pomocą sprężonego powietrza, z prędkością około 300 m/s. W ten sposób uzyskuje się wysoki stopień czystości i nie pozostawia na czyszczonej powierzchni żadnych resztek [[148. COM 2009](#)]. Zob. również sekcja 17.9.11.

Przykładowe zakłady

Kilka z zakładów, które przekazały informacje (zob. Tabela 12.15)

13. ROTOGRAWIURA PUBLIKACYJNA

13.1. Ogólne informacje na temat drukowania metodą rotograviury publikacyjnej

[148. COM 2009] [149. ERA 2016] [196. ERA 2015]

Europejska branża druku publikacji metodą rotograviury publikacyjnej (także zwanej wkłesłodrukiem, ale drukującej na papierze, np. czasopisma, broszury, katalogi lub podobne produkty z zastosowaniem farb drukarskich na bazie toluenu) zużywa rocznie 180 000 ton tuszu (dane z 2006 r.). Składa się na to 30 kt pigmentów, 50 kt żywic i 100 kt toluenu. Ponad 95 % toluenu jest ponownie wykorzystywane. Jest to możliwe dzięki temu, że w tej technice rotograviury stosuje się system monorozpuszczalnikowy. Tworzenie się azeotropów (mieszanin o stałej temperaturze wrzenia, które utrudniają oczyszczanie) nie jest możliwe, dlatego nie ma potrzeby destylowania odzyskanego rozpuszczalnika. Pozwala to na oszczędność czasu, kosztów i energii. Odzyskany czysty toluen może być ponownie wykorzystany na miejscu lub zwrócony producentowi tuszu.

Wydajność druku rotograviurowego jest bardzo wysoka. Zaawansowane prasy mogą drukować na wstędze papieru o szerokości 4.32 m z prędkością do 16 m/s. Nawet w przypadku mniejszych urządzeń, zużycie energii na metr kwadratowy zadrukowanego produktu jest mniejsze niż w przypadku alternatywnych metod druku. Zaleta ta wzrasta wraz z wielkością nakładu.

Główne zalety środowiskowe druku rotograviurowego to:

- wykorzystanie surowców łatwych w recyklingu;
- wykorzystanie surowców odnawialnych;
- produkcja wyrobów, które bardzo łatwo poddają się recyklingowi.

W Europie działają obecnie 32 zakłady poligraficzne, obsługujące 125 pras do rotograviury (dane z 2017 r.). Rotograviura publikacyjna stosowana jest do druku czasopism, katalogów oraz dodatków o wysokich nakładach np.:

- magazynów informacyjnych, magazynów telewizyjnych, magazynów dla kobiet itd.;
- publikacji;
- katalogów;
- suplementów, wkładek i ulotek publikowanych przez duże domy towarowe, sieci supermarketów itp.

Obroty drukarni do rotograviury publikacyjnej wynoszą obecnie około 3.5 mld EUR rocznie (dane z 2017 r.).

W porównaniu z innymi technikami druku rotograviura publikacyjna wiąże się z najwyższymi kosztami inwestycji w maszyny oraz najwyższymi kosztami produkcji nośnika obrazu. Z tego względu jest zazwyczaj stosowana przez duże przedsiębiorstwa, które w tym samym zakładzie stosują niekiedy także gorący offset rolowy, aby móc drukować różne rodzaje nakładów [148. COM 2009].

Około 60 % wszystkich czasopism i 50 % wszystkich katalogów drukuje się techniką rotograviury publikacyjnej; pozostałe drukuje się techniką gorącego offsetu rolowego [148. COM 2009].

Nakłady produktów drukowanych techniką rotograviury publikacyjnej wynoszą co najmniej 200 000 egzemplarzy, co uzasadnia dodatkowe koszty wytworzenia cylindrów do tego typu

rotograviury w stosunku do kosztów produkcji form do drukowania metodą gorącego offsetu rolowego. Większość nakładów wynosi ponad 500 000 egzemplarzy [148. COM 2009].

Na jednym cylindrze można wydrukować ponad 10 milionów egzemplarzy bez utraty jakości. Rotograviura publikacyjna jest zazwyczaj stosowana na podłożu papierowym. W porównaniu z gorącym offsetem rolowym, można nią drukować z bardzo dobrymi wynikami również na częściowo powleczonych lub niepowleczonych powierzchniach papierowych [148. COM 2009].

Drukowanie metodą rotograviury publikacyjnej charakteryzuje się stosowaniem cylindrów grawerowanych, tuszy na bazie toluenu oraz systemu odzysku toluenu z gazów odlotowych.

13.2. Stosowane w rotograviurze publikacyjnej procesy i techniki

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [3. IMPEL 2000] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [78. TWG 2005] [149. ERA 2016]

Nośnikiem obrazu w procesie rotograviury jest zazwyczaj stalowy cylinder z miedzianą powierzchnią, w której wykonane są małe zagłębienia, zwane „komórkami”, przenoszące farbę drukarską. Powierzchnia ta jest zwykle pokrywana twardym chromem, aby poprawić jej odporność na ścieranie.

W prasie drukarskiej na każdy cylinder przypada jeden zespół drukujący. Powierzchnia obracającego się cylindra zanurza się w tzw. tuszownicy, która wypełnia komórki tuszem (tusze do rotograviury są bardzo płynne, podczas gdy tusze do litografii offsetowej mają konsystencję pasty). Nadmiar farby jest następnie ścierany z powierzchni cylindra przez rakiel, dzięki czemu tusz pozostaje tylko w komórkach. Walek dociskowy dociska wstęgę papieru do cylindra i w ten sposób tusz zostaje przeniesiony na papier.

Rotograviura nakłada tusz w kontrolowanych dawkach z komórek o różnych rozmiarach. Im większa objętość komórek drukujących, tym więcej farby jest przenoszone i tym silniejszy jest odcień, przez nie odtwarzany.

Rotograviura stosowana jest do drukowania dwóch głównych produktów graficznych: publikacji i opakowań giętkich, co zostało omówione w rozdziale 12 niniejszego dokumentu. Mniejsze zastosowania graficzne to etykiety, papier pakowy, opakowania kartonowe, banknoty i znaczki pocztowe. Poza przemysłem graficznym, metoda ta jest stosowana do drukowania tapet, imitacji drewna (laminatów) oraz imitacji płytek ściennych i podłogowych.

Tabela 13-1 Charakterystyka techniczna pras drukarskich do rotograviury publikacyjnej.

Parametr	Opis techniczny
Szerokość taśmy podłoża	900 - 4320 mm
Jednostki drukujące	Najczęściej 8, czasami 9 lub 10
Prędkość drukowania	15 m/sec = 900 m/min
Budowa	Najczęściej 4 jednostki na każdą stronę papieru
Kolory	Cztery kolory przy 8 jednostkach, możliwość 5 kolorów dla 9 lub 10 jednostek
Podłoże	Papier
Stosowany rozpuszczalnik	Toluen o czystości > 99.9 %
Techniki ograniczania emisji	Instalacja do odzysku rozpuszczalnika

Rotograviura publikacyjna jest najbardziej znana z tego, że umożliwia wykonywanie bardzo wysokiej jakości kolorowych wydruków na tańszych gatunkach papieru o niższej jakości. Szerokość wstęgi obsługiwanej przez prasę może wynosić od 900 do 4320 mm. Większość pras do rotograviury publikacyjnej posiada osiem jednostek drukujących, po jednej dla każdego z czterech kolorów procesu: cyjan, magenta, żółty i czarny (CMYK) i dla każdej strony papieru. Sporadycznie dołączany jest piąty zespół drukujący na stronę (tj. łącznie 10 zespołów), aby umożliwić zastosowanie „koloru spotowego”, takiego jak farba metaliczna lub fluorescencyjna

do efektów specjalnych [149. ERA 2016]. Po nadrukowaniu jednego koloru, wstęga papieru jest przenoszona do suszarki w celu odparowania rozpuszczalnika tuszu (toluenu) przed wprowadzeniem do następnego zespołu barwiącego. Suszenie odbywa się zwykle bez podgrzewania strumienia powietrza, aby zapobiec zmianom wymiarów wstęgi. Współczesne prasy do rotograviury publikacyjnej pracują z prędkością 15 m/s i wyższej.

Rotograviura publikacyjna jest procesem prawie całkowicie bazującym na zwojach, choć dostępne są prasy arkuszowe pracujące z prędkością do 10 000 arkuszy na godzinę. Są one wyposażone w suszarki z gorącym powietrzem i przeznaczone na specjalistyczne rynki wysokiej jakości efektów dekoracyjnych z wykorzystaniem tuszy metalicznych na metalizowanych papierach i foliach. Obecnie są jednak rzadko stosowane, prawdopodobnie ze względu na wysokie koszty produkcji cylindrów, które sprawiają, że bardziej opłacalne są duże nakłady (z podłożem podawanym ze zwoju) [1. INTERGRAF oraz EGF 1999].

Innymi podobnymi procesami są miedzioryt i sztancowanie. Obydwie metody polegają na wypełnianiu farbą zagłębionych obszarów obrazu, ale w tych przypadkach warstwa tuszu jest gruba i wysycha przez utlenianie i adsorpcję, a nie przez odparowanie rozpuszczalnika. Miedzioryt stosuje się do druku banknotów i innych dokumentów wartościowych, a sztancowanie do druku nagłówków listów.

Przygotowanie cylindra

[149. ERA 2016]

W przeszłości cylindry do druku rotograviurowego były produkowane przy użyciu klisz fotograficznych oraz wytrawiania. Był to skomplikowany proces, który wymagał czasu, surowców i energii oraz prowadził do powstawania odpadów chemicznych. Obecnie te etapy produkcji zostały całkowicie zastąpione przez cyfrową obróbkę danych. Końcowy etap wytwarzania komórek na powierzchni cylindrów do druku rotograviurowego jest wykonywany elektromechanicznie lub za pomocą lasera, więc trawienie nie jest już konieczne. Powierzchnia jest następnie pokrywana warstwą twardego chromu, aby poprawić jej odporność na ścieranie. Większość drukarni zajmujących się rotograviurą kupuje obecnie niezbędne związki chromu w formie rozpuszczonej, co oznacza, że nie jest już możliwe występowanie pyłu. Poza tym powierzchnia ma wyższą jakość, ponieważ ciągły przepływ roztworu utrzymuje stężenie jonów chromu podczas galwanizacji na stałym poziomie.

Jednostka drukująca

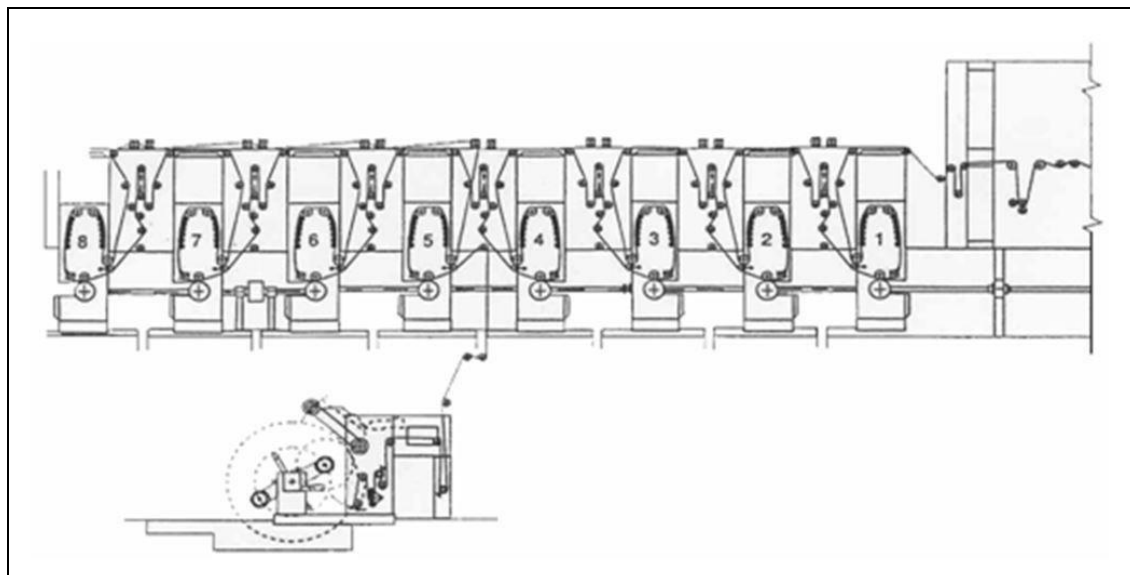
[15. CITEPA 2003] [38. TWG 2004] [148. COM 2009] [155. TWG 2016]

Wysoka prędkość pras do rotograviury wymaga stosowania szybkoschnących tuszy, które są suszone w suszarkach pomiędzy zmianami koloru. Dlatego w rotograviurze tusze mają niską lepkość i prawie wszystkie są na bazie rozpuszczalnika. Tusze do druku publikacji zawierają 25-55 % toluenu w momencie opuszczania fabryki je produkującej. Aby uzyskać właściwe stężenie toluenu, w drukarni przeprowadza się rozcieńczanie toluenem: tusz gotowy do użycia zawiera 70-80 % toluenu. Rozpuszczalniki są odparowywane za pomocą ciepła i powietrza w sekcjach suszenia; zob. Ilustracja 13.1, na której widać, że każdy zespół drukujący wyposażony jest od góry w suszarkę [38. TWG 2004].

Jeden z zakładów zgłosił zastosowanie wspomagania elektrostatycznego (ESA) do transferu tuszu w jednostkach drukujących. Pole elektryczne jest wytwarzane w obszarze styku pomiędzy wałkiem formującym a cylindrem rotograviurowym (gdzie odbywa się transfer tuszu). Technika ta ma jako swoje główne zalety: poprawę jakości druku, szczególnie na mniej kosztownych materiałach, mniej odpadów, zmniejszenie potrzeby stosowania dużych sił dociskających, szybsze prędkości prasy, zmniejszenie nagrzewania się wałka dociskowego i wynikające z tego wydłużenie jego żywotności [Zakład #030 w [155. TWG 2016]].

Większość toluenu zawartego w tuszach odparowuje w suszarce i jest kierowana do systemu odzysku rozpuszczalnika. Odzysk odbywa się poprzez adsorpcję na kilku jednostkach z węglem aktywnym (np. przez 70 minut), desorpcję toluenu przez przepływającą gorącą parę (~ 45 minut) i suszenie węgla za pomocą wyciąganego powietrza (1-7 minut). Gorąca para jest chłodzona, korzystnie jest zastosować wymiennik ciepła, a toluen - jako lżejszy od wody - może zostać oddzielony w systemie separacji grawitacyjnej [148. COM 2009].

Wszystkie instalacje w europejskim przemyśle rotograviury publikacyjnej wyposażone są w adsorbery z węglem aktywnym do odzysku odparowanego toluenu [15. CITEPA 2003]. Prasy są zazwyczaj zamknięte (hermetyczne). Odzyskany toluen jest ponownie wykorzystywany albo na miejscu do rozcieńczania tuszu, albo sprzedawany jego dostawcy/producentowi.



Ilustracja 13-1 Kolorowa prasa do rotograviury publikacyjnej pracująca w systemie 4 + 4.

Tusz do drukowania

[149. ERA 2016]

Część toluenu jest tracona w zadrukowanych produktach. W ostatnich latach ilość ta została znacznie obniżona. Osiągnięto to głównie poprzez modyfikację składu tuszu. Powierzchnia tuszu do drukowania potrzebuje nieco więcej czasu na zestalenie się. W tym krótkim czasie (około 10 milisekund), dodatkowy toluen odparowuje w jednostce drukującej i jest wyłapywany przez system odzysku. Gdy wydrukowany materiał opuszcza zakład produkcyjny, śladowe ilości toluenu są w każdym przypadku niższe niż 0.04 %. W rezultacie stężenie toluenu w atmosferze na pobliskich wrażliwych obszarach jest znacznie niższe niż $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ powietrza. Wartość $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jest maksymalną wartością graniczną przyjętą przez WHO dla prywatnych domostw. W miejscu pracy, uwzględniając już wysoki margines bezpieczeństwa, maksymalne dopuszczalne stężenie wynosi $190 \text{mg}/\text{m}^3$ jako średnia w ciągu 8-godzinnej dniówki.

Pigmenty w tuszach do rotograviury są syntetyczne, w większości oparte na substancjach petrochemicznych. Dostawcy tuszy (*European Printing Ink Makers Association*) sporządzili „Listę wykluczeń dla tuszy drukarskich i produktów pokrewnych”, która wyklucza jako składniki materiały toksyczne oraz inne bardzo szkodliwe materiały. Żywiec stosowane w tuszach do rotograviury są w około 80 % oparte na materiałach naturalnych, np. kalafonii, gumo-żywicy, żywicy talowej. Ta ostatnia jest produktem ubocznym powstającym przy produkcji masy celulozowej w przemyśle papierniczym.

Papier

[\[149. ERA 2016\]](#)

Przed laty wydawało się niemożliwe, aby wysokiej jakości produkty wytwarzane metodą rotograviury publikacyjnej mogły być drukowane na papierze zawierającym włókna pochodzące z recyklingu. Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie produkcji papieru zmieniły tę sytuację i umożliwiają wytwarzanie produktów wysokiej jakości spełniających wymagania klientów.

Jednocześnie możliwe było zmniejszenie gramatury papieru bez utraty jego właściwości optycznych. Wskaźnik recyklingu dla materiałów drukowanych w Europie wynosi 55 % (2005 r.); jeżeli uwzględni się europejską makulaturę, która jest przetwarzana poza Europą, wskaźnik ten osiąga 63 % (2005 r.).

Czyszczenie

Cylindry są automatycznie lub ręcznie czyszczone tym samym rozpuszczalnikiem, który znajduje się w tuszu. Jeżeli oczekuje się, że dany nakład zostanie powtórzony, cylindry mogą być zachowane; w przeciwnym razie są one przygotowywane do następnego zadania drukowania poprzez wymianę wygrawerowanej warstwy miedzi/chromu na nową [\[38. TWG 2004\]](#).

Obróbka końcowa[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#)

Serwis końcowy tzw. uszlachetniania druku świadczony jest przez same przedsiębiorstwa poligraficzne, a także przez szereg wyspecjalizowanych, niezależnych zakładów (zakłady zajmujące się wyłącznie uszlachetnianiem druku).

Do najważniejszych usług tzw. uszlachetniania druku należy:

- składanie, zbieranie, zszywanie, oprawianie i przycinanie książek;
- składanie, zbieranie, klejenie i perfekcyjna oprawa czasopism, ulotek, katalogów oraz drukowanych produktów reklamowych (np. broszur, wzorników itp.);
- składanie, dziurkowanie, tłoczenie, klejenie oraz laminowanie innych materiałów drukowanych, zadrukowanego papieru lub tektury (np. formularzy, etykiet, opakowań, kalendarzy).

Każdy z tych etapów obejmuje gilotynowanie i sortowanie. Te procesy mechaniczne, podobnie jak składanie, oprawianie i dziurkowanie, nie wykorzystują rozpuszczalników i dlatego nie są szerzej opisane w niniejszym dokumencie. W procesach takich jak klejenie i laminowanie, stosuje się jednak czasami produkty na bazie rozpuszczalników, dlatego też zostały one opisane w dalszej części dokumentu.

Laminowanie

Tradycyjnie, większość laminacji była wykonywana za pomocą systemów bazujących na rozpuszczalnikach, gdzie folia pokryta spoiwem (klejem) była przepuszczana przez piec, aby pozbyć się rozpuszczalnika przed prasowaniem na zadrukowaną powierzchnię. Stosuje się również spoiwa dwuskładnikowe, często typu epoksydowego, zawierające rozpuszczalniki takie jak etanol i octan etylu, lub typu uretanowego. Emisje związane z tym procesem są znaczne. W niektórych miejscach opary są kierowane do utleniacza lub odzyskiwane celem ponownego wykorzystania. Stosuje się również spoiwa na bazie wody i bezrozpuszczalnikowe lub spoiwa laminujące utwardzane promieniowaniem UV [\[38. TWG 2004\]](#).

Oprawianie za pomocą spoiw (klejenie)

Klejenie jest częścią wielu procesów roboczych w introligatorstwie i uszlachetnianiu druku. Przy obróbce „bloku” książki i produkcji np. okładek do książek w twardej oprawie klejenie jest

najczęściej stosowaną techniką oprawy, zarówno w przypadku książek, jak i wielostronicowych ulotek. Oprawa wykorzystująca klej jest często określana mianem „oprawy doskonałej”.

Stosowany klej może być oparty na produktach naturalnych lub może być syntetyczny. Te ostatnie mogą być dyspersyjne, topliwe lub poliuretanowe. Produkty naturalne obejmują głównie kleje skrobiowe, dekstryny oraz kleje zwierzęce.

Tradycyjnie, większość stosowanych klejów jest na bazie wody lub są to kleje topliwe, a niektóre z nich są na bazie rozpuszczalnika.

Lakierowanie

„Powlekanie”, „lakierowanie” czy „nadrukowywanie” to synonimy określające powłokę, która jest nakładana na zadrukowaną powierzchnię celem jej ochrony lub dekoracji. Lakier do nadruków jest bezbarwnym, przezroczystym tuszem bez pigmentów. Lakiery schną przez odparowanie, utlenianie lub utwardzanie promieniowaniem UV, i mogą być nakładane na linii produkcyjnej (prasie) lub w oddzielnej maszynie [[8. Nordycka Rada Ministrów 1998](#)] [[38. TWG 2004](#)].

13.3. Obecne poziomy zużycia i emisji w rotograrniurze publikacyjnej

13.3.1. Bilanse masy

[7. Niemcy 2003] [78. TWG 2005] [148. COM 2009] [155. TWG 2016]

W 1999 r. przedstawiono wyniki inwentaryzacji przeprowadzonej wśród zakładów drukarskich zajmujących się rotograrniurą publikacyjną w Niemczech. Jednym z wyników tej inwentaryzacji było porównanie danych dotyczących wydajności z różnych jednostek różnych zakładów oraz wykorzystanie ich do symulacji wirtualnego zakładu, który mógłby spełnić wymogi prawne, w szczególności te zawarte w obowiązującej wówczas Dyrektywie w Sprawie Emisji Rozpuszczalników (*Solvent Emissions Directive* - SED). W niniejszej części przedstawiono bilans masowy dla zakładu stosującego dobre praktyki (wybranego z inwentaryzacji), a następnie dane dla zakładu wirtualnego i uzupełniono je o wyniki z ostatnio zebranych danych [155. TWG 2016].

Zakład stosujący dobre praktyki

W tej sekcji przedstawiono dane dotyczące zakładu stosującego dobre praktyki z przeprowadzonej w tamtym okresie inwentaryzacji wraz z bilansami masy zakładu wirtualnego. Zakład stosujący dobre praktyki jest nowoczesnym zakładem wydawniczym z pięcioma prasami zawierającymi łącznie 40 jednostek drukujących. Produkty to głównie czasopisma i katalogi, które muszą być wysokiej jakości. Dane operacyjne tego zakładu pokazano w Tabeli 13.2.

Tabela 13-2 Bilans masy w drukarni rotograrniury publikacyjnej stosującej dobrą praktykę.

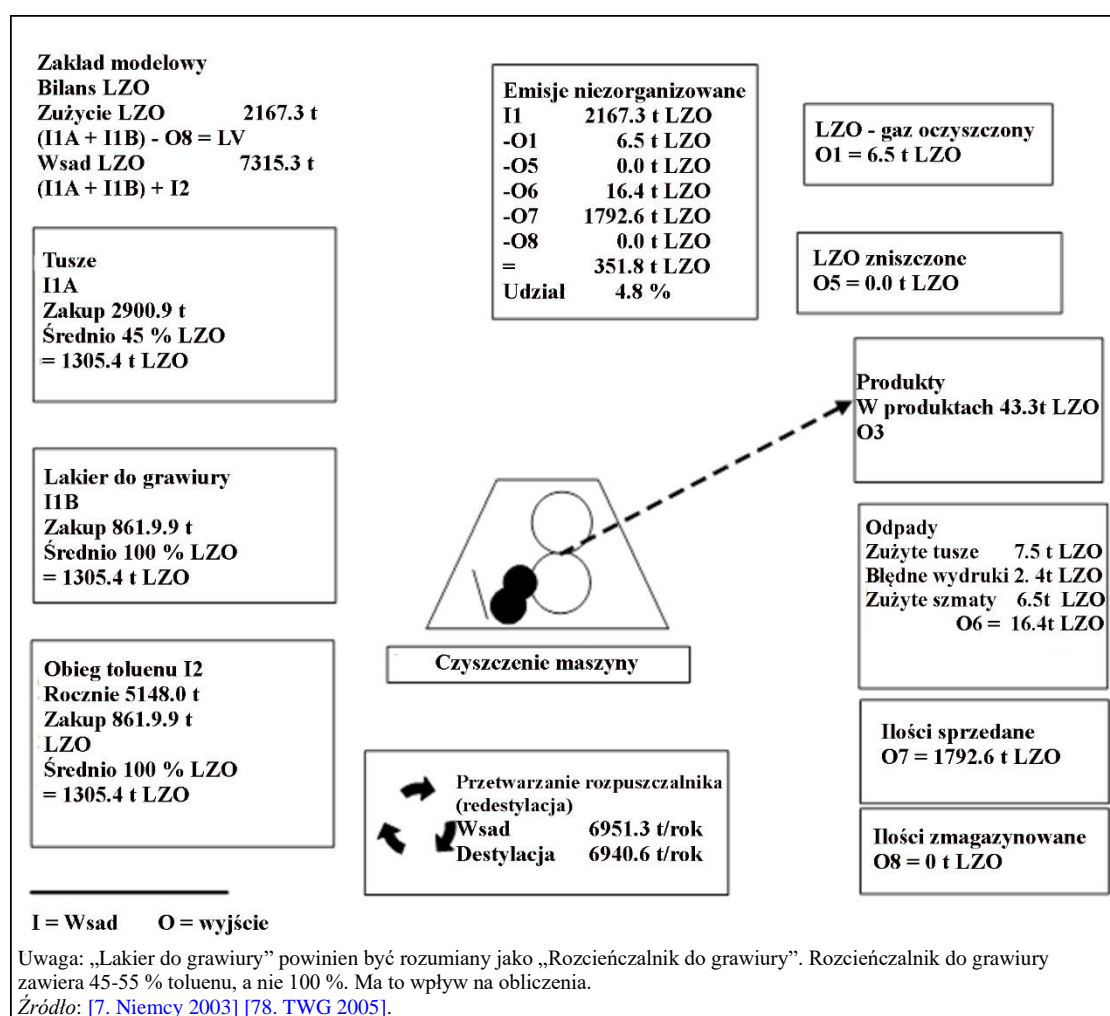
Wejście	Ilość	Jednostka	Komentarze	Wyjście	Ilość	Jednostka	Komentarze
<i>Material</i>				<i>Produkty</i>			
Produkty wstępne	3 100	t/rok		Produkty wstępne	86 367	t/rok	Papier i tusz
				<i>Waste</i>			
Podłoże do druku	91 300	t/rok		Podłoże/ błędne wydruki	8 005	t/rok	
Tusz do drukowania	2 210	t/rok	W tym lakier	Pozostałości tuszu/lakieru	15.7	t/rok	Niebezpieczne
Woda: w tym	158	m ³ /rok	Woda studzienna	Osad	7.5	t/rok	Niebezpieczne
	123	m ³ /rok	Chłodząca				
	9 000	m ³ /rok	Do przygotowania cylindra	Węgiel aktywny	2.6	t/rok	Z adsorberów
	6 500	m ³ /rok	Podgrzewająca	<i>Ścieki</i>			
Ściereczki/szmatki	600 125	Szt./rok (odzyskanych)	Wielokrotnego użytku	Do ścieków	33 200	m ³ /rok	2 418 m ³ /rok z lakierowania elektrolitycznego
<i>Energia</i>				<i>Gaz odlotowy</i>			
Energia razem	67 509	MWh/rok		LZO w oczyszczonym gazie	7.2	t/rok	Średnio 35 mg C/m ³
Pochodząca z gazu	44 051	MWh/rok		NO _x z instalacji spalania	7.6	t/rok	Spalanie gazu ziemnego
Elektryczna	24 011	MWh/rok		CO z instalacji spalania	0.2	t/rok	Spalanie gazu ziemnego
				<i>Emisje niezorganizowane</i>			
				LZO (nieorganizowane)	365	t/rok	

Źródło: [7. Niemcy 2003] [38. TWG 2004]

Zakład wirtualny

Zakład wirtualny, jak wyjaśniono powyżej, nie jest istniejącą instalacją, ale składa się z dobrze działających jednostek różnych istniejących zakładów. Bilans LZO dla wirtualnego zakładu, przy zastosowaniu wskaźników emisji typowych dla branży, daje wyniki przedstawione na Ilustracji 13.2. Tusze, gdy są kupowane, zawierają średnio 50-55 % toluenu, a nie 45 % (lakier do grawiury zawiera 45-55 % LZO). Nie ma to jednak wpływu na obliczenia, ponieważ po rozcieńczeniu liczby te w przybliżeniu się równoważą.

LZO w „czystym gazie” odpowiada sprawności odzysku 99.9 %, co jest wartością wyjątkową i znacznie przewyższającą zwykle dobre praktyki, a ponadto jest technicznie bardzo trudne do osiągnięcia i spowodowałoby duże zapotrzebowanie na energię. Średni przepływ powietrza wynosi 19 000 Nm³/h, co w praktyce też nie występuje zbyt często; znacznie bardziej prawdopodobne byłoby 100 000 m³/h [38. TWG 2004].



Ilustracja 13-2 Bilans LZO dla wirtualnej drukarni stosującej rotograviurę publikacyjną.

Taki bilans masy osiąga się teoretycznie poprzez zastosowanie następujących środków redukcji:

- zastosowane tusze drukarskie są tuszami retencyjnymi (*retention inks*, zob. wyjaśnienie poniżej oraz sekcja 13.4.1.1);
- w miejscach zbierania się resztek tuszu oraz ścierek z rozpuszczalnikiem stosuje się odprowadzanie powietrza;

- okresowe czyszczenie trwałych zanieczyszczeń odbywa się przy użyciu suchego lodu (CO₂) zamiast rozpuszczalników;
- działanie adsorbera toluenu jest stale monitorowane;
- powietrze suszące z adsorbera toluenu jest przeprowadzane przez płuczkę gazów odlotowych.

W „tuszach retencyjnych” tworzenie się „naskórka” na powierzchni farby zostaje opóźnione dzięki zmodyfikowanej recepturze. W ten sposób większy procent toluenu zawartego w tuszu drukarskim może być wydalony bezpośrednio do urządzenia suszącego tusz w zakładzie drukarskim [7. Niemcy 2003].

Niektóre kluczowe LZO występujące w rotograviurze ilustracyjnej przedstawiono w Tabeli 13.3. Na podstawie tej tabeli można obliczyć, że na każdą tonę zakupionego tuszu zużywa się 1.86 tony toluenu (częściowo odzyskanego, a częściowo świeżego). Dane z dwóch zakładów wykazują specyficzny wsad toluenu wynoszący odpowiednio 1.96 tony i 1.48 tony na każdą tonę zakupionego tuszu (zob. Tabela 13.4). Jednakże nie jest jasne, czy odnosi się to do stosunku toluenu do substancji stałych; jest to jedyna dokładna podstawa do porównania wsadu toluenu i tuszu [38. TWG 2004].

Tabela 13-3 LZO w drukowaniu metodą rotograviury publikacyjnej.

Substancja	Ciśnienie oparów w 20 °C (kPa)	Wsad jednostkowy (wt-% wsadu zakupionego tuszu)	Zastosowanie
Toluen	2.9	54.7	Rozpuszczalnik w tuszu oraz lakier do graviury
		100	Rozcieńczalnik w procesie drukowania
		2.5-7.5 ⁽¹⁾	Środek czyszczący ⁽²⁾
Etanol	5.9	< 1	Sycylator do korekcyjnych cylindrów
Substytut terpentyny	0.04	< 1	Środek czyszczący do korekcyjnych cylindrów
Aceton	24.0	< 1	Środek czyszczący do korekcyjnych cylindrów

Źródło: [7. Niemcy 2003], ⁽¹⁾ [78. TWG 2005], ⁽²⁾ [38. TWG 2004]

Tabela 13-4 Jednostkowy wsad toluenu w dwóch zakładach we Flandrii, Belgia.

Numer zakładu	Wsad zakupionego tuszu (t/rok)	Całkowity wsad toluenu (świeżego i z odzysku) (t/rok)	Wsad jednostkowy (wt-% wsadu zakupionego tuszu)
Zakład 1	1 312	2 571	196
Zakład 2	1 475	2 179	148

Źródło: [13. Aminal i in. 2002]

Najnowsze z dostarczonych danych [155. TWG 2016] wskazują na znacznie wyższe poziomy wsadu toluenu, wyrażone albo w stosunku do zakupionych tuszy i lakierów, albo w stosunku do zawartości masy stałej w zakupionych tuszach i lakierach (zob. Tabela 13.5).

Tabela 13-5 Jednostkowe dane dla wsadu toluenu.

Zakład	Jednostkowy wsad toluenu (świeżego i z odzysku) (t/rok) w stosunku do zakupionych tuszy oraz lakierów (t/rok)			Jednostkowy wsad toluenu (świeżego i z odzysku) (t/rok) na zawartość masy stałej zakupionych tuszy i lakierów (t/rok)		
	2015	2014	2013	2015	2014	2013
Rok	2015	2014	2013	2015	2014	2013

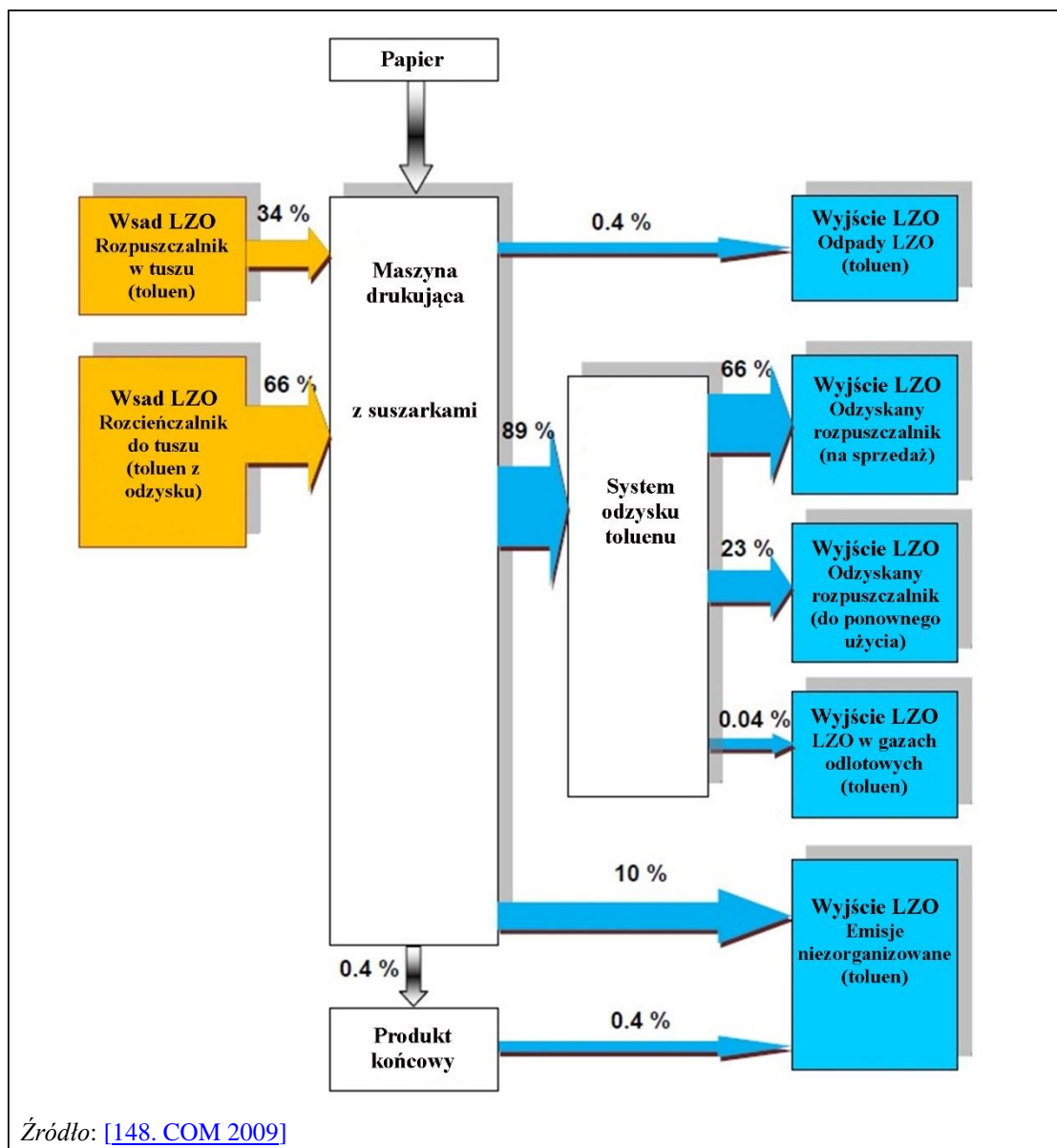
1	2.68	2.74	2.65	5.88	6.04	5.75
2	2.49	2.68	2.89	-	-	-
3	2.25	2.24	2.26	5.74	5.35	5.28
Źródło: [155. TWG 2016]						

Bilanse toluenu dla dwóch zakładów rotograviury publikacyjnej, posiadających łącznie pięć pras, zlokalizowanych we Flandrii (Belgia), przedstawiono w Tabeli 13.6. Emisje niezorganizowane toluenu wynoszą odpowiednio 10 % i 6 % wsadu rozpuszczalnika (toluenu). Technika osiągnięcia zerowej zawartości toluenu w odpadach w Zakładzie 2 nie została określona [38. TWG 2004].

Tabela 13-6 Bilanse toluenu w dwóch zakładach drukarskich stosujących rotograviurę.

Parametr	Zakład 1	Zakład 2	Jednostka
Całkowite zużycie toluenu (świeżego i z odzysku)	2 571	2 179	t/rok
Toluen w odpadach	11	0	t/rok
Toluen w części stałej produktu	10	10	t/rok
Toluen odzyskany i ponownie użyty w zakładzie	1 694	1 428	t/rok
Toluen odzyskany i sprzedany	599	613	t/rok
Emisje			
Emisje toluenu po przetworzeniu	1.1	4	t/rok
Emisje niezorganizowane toluenu ⁽¹⁾	265	133	t/rok
Emisje całkowite toluenu	266.1 (10 %)	137 (6 %)	t/rok (% zużycia)
⁽¹⁾ W tym 10 ton toluenu w sprzedanym produkcie. Źródło: [13. Aminał i in. 2002]			

Na Ilustracji 13.3 przedstawiono główne wsady rozpuszczalników oraz wyjścia LZO. Strzałki wskazują na znaczenie poszczególnych wartości LZO [148. COM 2009].



Ilustracja 13-3 Główne wsady rozpuszczalnika i emisje LZO dla drukarni stosującej rotograviurę publikacyjną.

13.3.2. Zużycie

[7. Niemcy 2003] [155. TWG 2016]

13.3.2.1. Tusze do drukowania

Europejski przemysł druku metodą rotograviury publikacyjnej zużywa rocznie 180 000 ton tuszu (dane z 2006 roku). Składa się na to 30 kt pigmentów, 50 kt żywic i 100 kt toluenu [149. ERA 2016].

Wszystkie tusze stosowane w rotograviurze publikacyjnej są na bazie toluenu. Tabela 13.7 przedstawia przeciętnie stosowaną podstawową recepturę dla rotograviury publikacyjnej. W drukarni tego typu tusze przed użyciem są w znacznym stopniu rozcieńczane. Stężenie toluenu w tuszu gotowym do druku mieści się w zakresie 70-80 wt-%.

Tabela 13-7 Średnia receptura zakupionego tuszu do rotograviury publikacyjnej.

Składnik	Zawartości	Stężenie (wt-%)
<i>Środek wiążący:</i>		
- Rozpuszczalnik	Toluen	50-60
- Środek wiążący	np. żywice fenolowe, żywice węglowodorowe, etyloceluloza	30-40
<i>Barwniki</i>	Pigmenty organiczne i nieorganiczne	8-20
<i>Dodatki do środków barwiących</i>	np. woski, dyspergatory, defoamery	1-4
Źródło: [7. Niemcy 2003]		

Zgłaszane dane dotyczące zawartości rozpuszczalnika w tuszach do rotograviury publikacyjnej wykazują wahania od 54 do 61 % [155. TWG 2016].

Ilość tuszu zużywanego w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną, uczestniczących w gromadzeniu danych, waha się od 1 mln kg do 2.8 mln kg. Zawartość rozpuszczalnika w zakupionych tuszach, jak również ilości ponownie wykorzystanego rozpuszczalnika przedstawiono w Tabeli 13.8.

Tabela 13-8 Dane dotyczące zużycia tuszu oraz wsadu rozpuszczalnika w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną.

Zakład	Zawartość rozpuszczalnika w zakupionych tuszach (%)	Ilość rozpuszczalnika odzyskanego i ponownie użytego jako wsad (jako % zakupionych tuszy)
1	54.3	215
2	51.9	217
3	58.7	166
Źródło: [155. TWG 2016]		

Zgłoszone dane liczbowe dotyczące zużycia rozpuszczalnika w substracie wahają się od 70 do 92 kg/t, podczas gdy średnie zużycie rozpuszczalnika na milion m² substratu waha się od 2.1 do 4,8 kg [155. TWG 2016].

Tusze na bazie wody były przedmiotem eksperymentów. Poważnym problemem jest to, że przy istniejących procesach recyklingu papieru odbarwianie papieru nie jest możliwe. To, w połączeniu z niższymi prędkościami pras, problemami z drukowaniem przy dużych szerokościach wstęgi oraz oddziaływaniem na procesy i środowisko, doprowadziło do zaprzestania ich stosowania [1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [38. TWG 2004].

Pomyślny rozwój tuszy do rotograviury publikacyjnej doprowadził do powstania nowej ich generacji, na bazie toluenu, znanej jako „tusze retencyjne” (zob. sekcja 13.4.1.1). Skład tych tuszy został zmodyfikowany w taki sposób, aby toluen skuteczniej odparowywał w suszarkach. Chociaż zawierają około 5 % więcej toluenu w stanie gotowym do użycia, mogą prowadzić do mniejszej emisji nieorganicznej.

Tusze nowej generacji są sprzedawane przez wielu producentów [7. Niemcy 2003] [14. Amini i in. 2002] [15. CITEPA 2003].

13.3.2.2. Środki czyszczące

Wszystkie tusze stosowane w rotograviurze publikacyjnej są na bazie toluenu. Po wyschnięciu rozpuszczają się ponownie w toluenie, który jest w związku z tym używany jako środek

czyszczący. Dane dotyczące ilości stosowanych środków czyszczących nie są jednak dostępne; jedynie wartość względna podana w Tabeli 13.3 wskazuje, że na każdą tonę zakupionego tuszu do czyszczenia zużywa się 2.5-7.5 wt-% toluenu [78. TWG 2005].

Do regularnego czyszczenia maszyn stosuje się również systemy bez LZO (suchy lód) [155. TWG 2016].

13.3.2.3. Energia

[155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości jednostkowego zużycia energii wahają się od 0.4 do 0.75 MWh na tonę podłoża lub od 10 do 30 MWh na milion m² zadrukowanej powierzchni.

System odzyskiwania toluenu (lokalne odprowadzanie, wytwarzanie pary, pompowanie wody chłodzącej) stanowi znaczną część (w niektórych przypadkach blisko połowę) całkowitego zużycia energii w zakładzie.

Oprócz technik ogólnych (energooszczędne oświetlenie, optymalizacja poziomu nacisku), główne techniki oszczędzania energii zidentyfikowane dla tego sektora to:

- wymiana ciepła w systemach wentylacyjnych, w tym w instalacji odzysku toluenu, klimatyzacji, liniach odpylania, linii przycinania;
- zredukowana wentylacja przy pracy na biegu jałowym lub podczas konserwacji;
- izolacja termiczna zbiorników i kadzi z podgrzаныmi cieczami (adsorbery do odzysku toluenu, zbiornik gorącej wody);
- instalacja do odzysku toluenu z napędami o zmiennej częstotliwości;
- odzysk ciepła z instalacji do odzyskiwania toluenu;
- odprowadzanie powietrza i odzysk energii z procesów suszenia.

Więcej informacji na temat możliwych rozwiązań w zakresie efektywności energetycznej dla sektora drukarskiego można znaleźć na stronie internetowej projektu EMPSI⁴⁰.

13.3.2.4. Woda

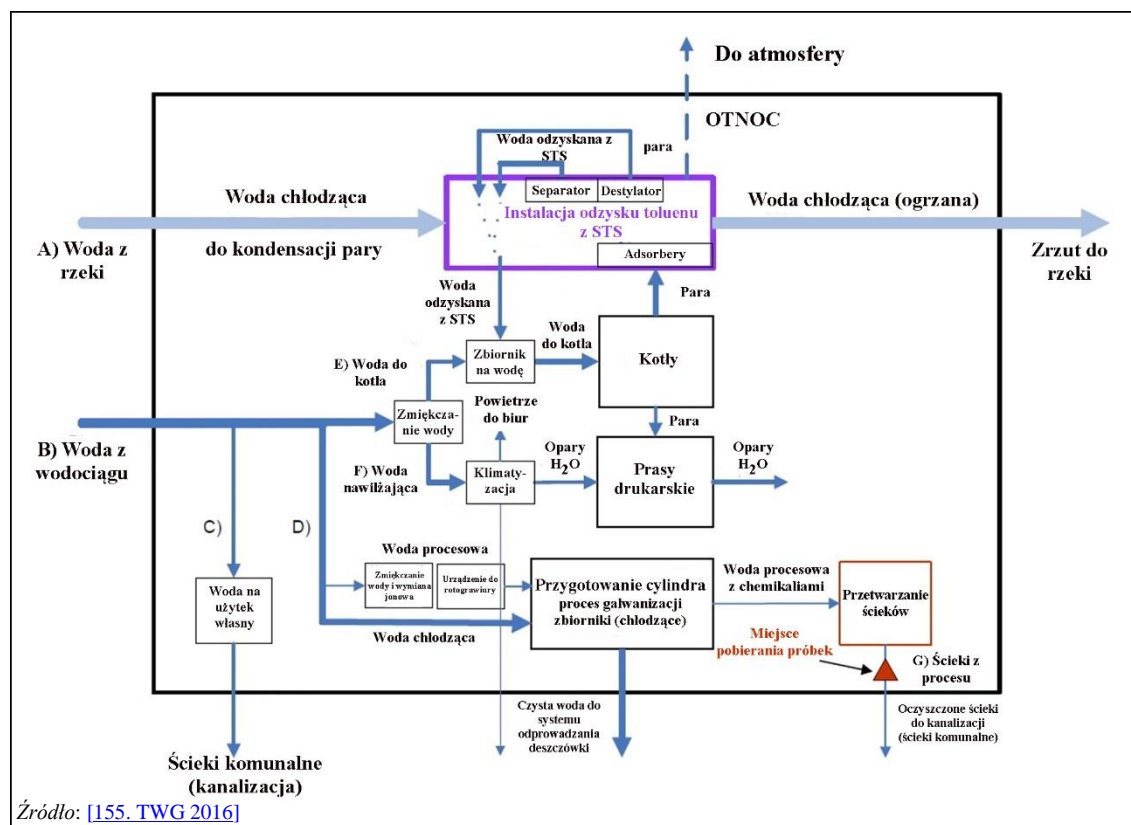
[155. TWG 2016]

W procesie odzyskiwania toluenu zużywa się około 2-8 kg pary na kilogram odzyskanego rozpuszczalnika. Jeżeli w „normalnym” zakładzie czteroprasowym odzyskuje się rocznie około 7 000 ton toluenu, to potrzeba na to około 20 000 do 30 000 ton wody. Zazwyczaj woda ta jest ponownie wykorzystywana do celów chłodniczych lub, w przypadku nowych instalacji do odzysku, doprowadzana do nowych kotłów parowych i ponownie wykorzystywana jako para do odzysku toluenu. Można w ten sposób zaoszczędzić około 30-50 % wody. W sytuacjach, gdy skondensowana para jest ponownie wykorzystywana jako woda kotłowa, oszczędności sięgają nawet 100 % [1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [13. Aminimal i in. 2002].

Dwie instalacje zgłosiły następujące wartości jednostkowego zużycia wody: 1.146 m³/t produktu oraz 10.15 ml/m² produktu. Ponowne wykorzystanie wody, po odpowiednim jej przetworzeniu (sedymentacja, filtracja, wymiana jonowa), odnotowano również w przypadku działu przygotowania cylindrów [155. TWG 2016].

⁴⁰ EMPSI: *Energy management standardisation in printing industry* (Standaryzacja gospodarowania energią w przemyśle poligraficznym), <http://www.emspi.eu/index.html>.

Typowy rozkład dopływu i odpływu wody przedstawiono na Ilustracji 13.4.



Ilustracja 13-4 Schemat zużycia wody w instalacji do rotograviury publikacyjnej.

13.3.2.5. Podłoża do drukowania

Dostarczone dane dotyczące rocznego zużycia podłoży do drukowania dla zakładów posiadających dwie lub trzy jednostki drukujące wskazują na zakres od 40 000 t do 90 000 t [155. TWG 2016].

Zgłoszone wartości zużycia podłoży papierowych wykazują wahania od 50 do 70 kg papieru na kg rozpuszczalnika lub od 25 do 40 kg papieru na kg tuszu [155. TWG 2016].

13.3.3. Emisje

Obecnie wszystkie drukarnie stosujące rotograviurę publikacyjną posiadają instalacje do odzyskiwania toluenu. Jednak pomimo tego część wprowadzanego toluenu jest nadal emitowana.

Główne źródła emisji LZO to:

- procesy drukowania oraz operacje czyszczenia;
- system odzysku rozpuszczalnika;
- zadrukowany produkt.

Toluen (numer CAS 108-88-3) posiada pewne niebezpieczne właściwości, w szczególności podejrzewa się, że działa toksycznie na płodność (działanie szkodliwe na płodność, kategoria 2;

H361d⁴¹). Toluen jest uwzględniony we wspólnotowym kroczącym planie działań (CoRAP, dane z 2018 r.⁴²).

Celem minimalizacji emisji toluenu do powietrza, stosuje się różne techniki:

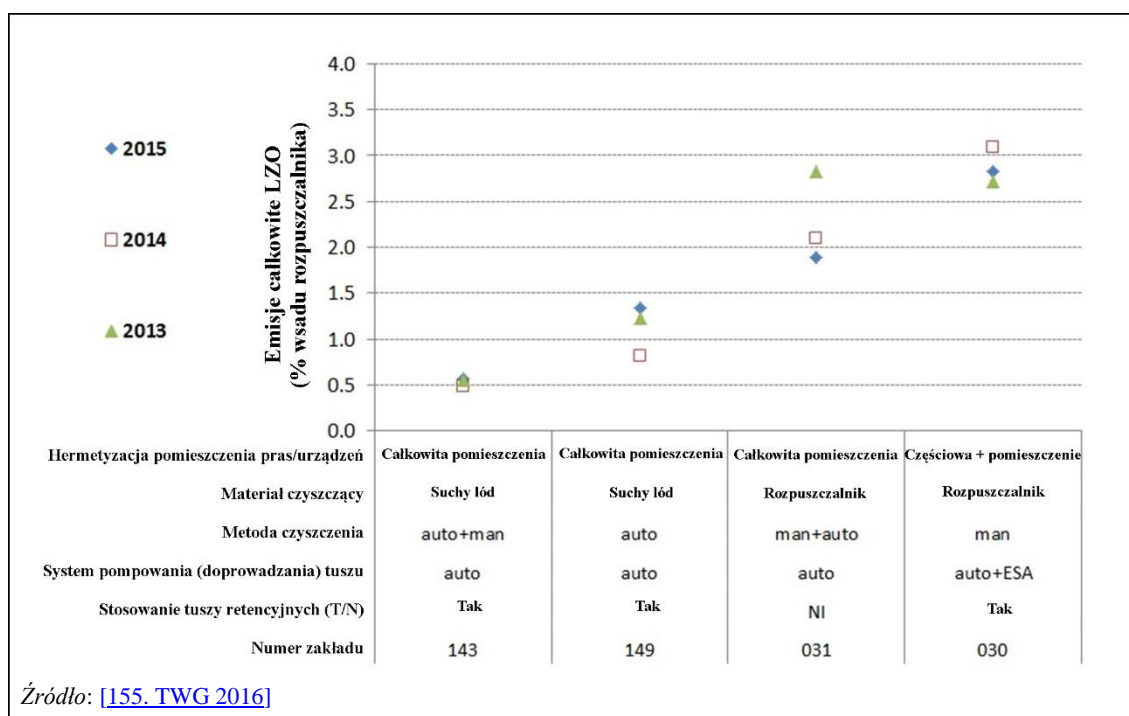
- bezpośrednie doprowadzenie (pompowanie) tuszu;
- system destylacji pracujący w obiegu zamkniętym do odzysku pozostałości toluenu ze zdekantowanej wody;
- stosowanie tuszy retencyjnych;
- podłączenie do systemu odzysku toluenu wszystkich potencjalnych działań/procesów emitujących toluen: jednostek drukujących, maszyn myjących, suszarek, powietrza w pomieszczeniu prasy drukarskiej.

Ponadto szeroko stosowane jest ciągłe odprowadzanie powietrza z prasy, suszarki oraz pomieszczenia gdzie znajduje się prasa drukarska [155. TWG 2016].

13.3.3.1. Emisje całkowite LZO

[155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości emisji całkowitych LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika przedstawiono na Ilustracji 13.5.



Ilustracja 13-5 Emisje całkowite LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Skróty stosowane w tym rozdziale objaśniono w Tabeli 13.9.

Tabela 13-9 Skróty stosowane w niniejszej sekcji.

Proces	Skrót	Objaśnienie
--------	-------	-------------

⁴¹ Zob. <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/30426>

⁴² Zob. <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/evaluation/community-rolling-actionplan/corap-table/-/dislist/details/0b0236e1807e45ba>

Hermetyzacja pomieszczenia pras/urządzeń	Całkowita pomieszczenia	Hermetyczne pomieszczenie prasy z odprowadzaniem powietrza i jego późniejszym przetwarzaniem w instalacji do odzysku toluenu
	Częściowa + pomieszczenie	Miejscowe odprowadzanie z poszczególnych jednostek prasy drukarskiej oraz wentylacja pomieszczenia prasy z późniejszym przetwarzaniem w instalacji do odzysku toluenu
Materiał czyszczący	Suchy lód	Usuwanie zaschniętej farby lub tuszu poprzez piaskowanie granulami suchego lodu
	Rozpuszczalnik	Stosowanie środków czyszczących na bazie rozpuszczalnika
System pompowania tuszu	Auto	Automatyczne pompowanie (doprowadzanie) tuszy z pojemników
	ESA	Wspomagany elektrostatycznie
Stosowanie tuszy retencyjnych	Tak/Nie/NI – brak informacji	Tusze retencyjne mają zmodyfikowaną formułę, która spowalnia proces wysychania zewnętrznej (wierzchniej) ich powłoki umożliwiając odparowanie toluenu w dłuższym okresie. Stosowanie farb retencyjnych może zmniejszyć emisję niezorganizowaną o 1 % wsadu rozpuszczalnika.

Zgłoszone wartości emisji całkowitych LZO oraz ogólne informacje na temat układu i działania zakładów rotograviury publikacyjnej, które dostarczyły dane, przedstawiono w Tabeli 13.10.

Tabela 13-10 Zgłoszone wartości emisji całkowitych LZO oraz ogólne informacje dotyczące zakładów rotograviury publikacyjnej.

Zakład	Stosowanie tuszy retencyjnych (Tak/Nie/NI)	Rok obecnego układu zakładu	Hermetyzacja pomieszczenia pras/urządzeń	System pompowania tuszu	Środki czyszczące	System mycia pras drukarskich (liczba pras)	Emisje całkowite LZO (% wsadu rozpuszczalnika)		
							2015	2014	2013
143	Tak	2000	Całkowita pomieszczenia	Auto	Suchy lód	Auto (2) Manualny (1)	0.56	0.49	0.55
149	Tak	2009	Całkowita pomieszczenia	Auto	Suchy lód	Auto	1.34	0.82	1.23
031	NI	2006	Całkowita pomieszczenia	Auto	Rozpuszczalnik	Manualny (1) Auto (1)	1.89	2.10	2.82
030	Tak	2000	Częściowa + pomieszczenie	Auto + ESA	Rozpuszczalnik	Manualny	2.82	3.09	2.71

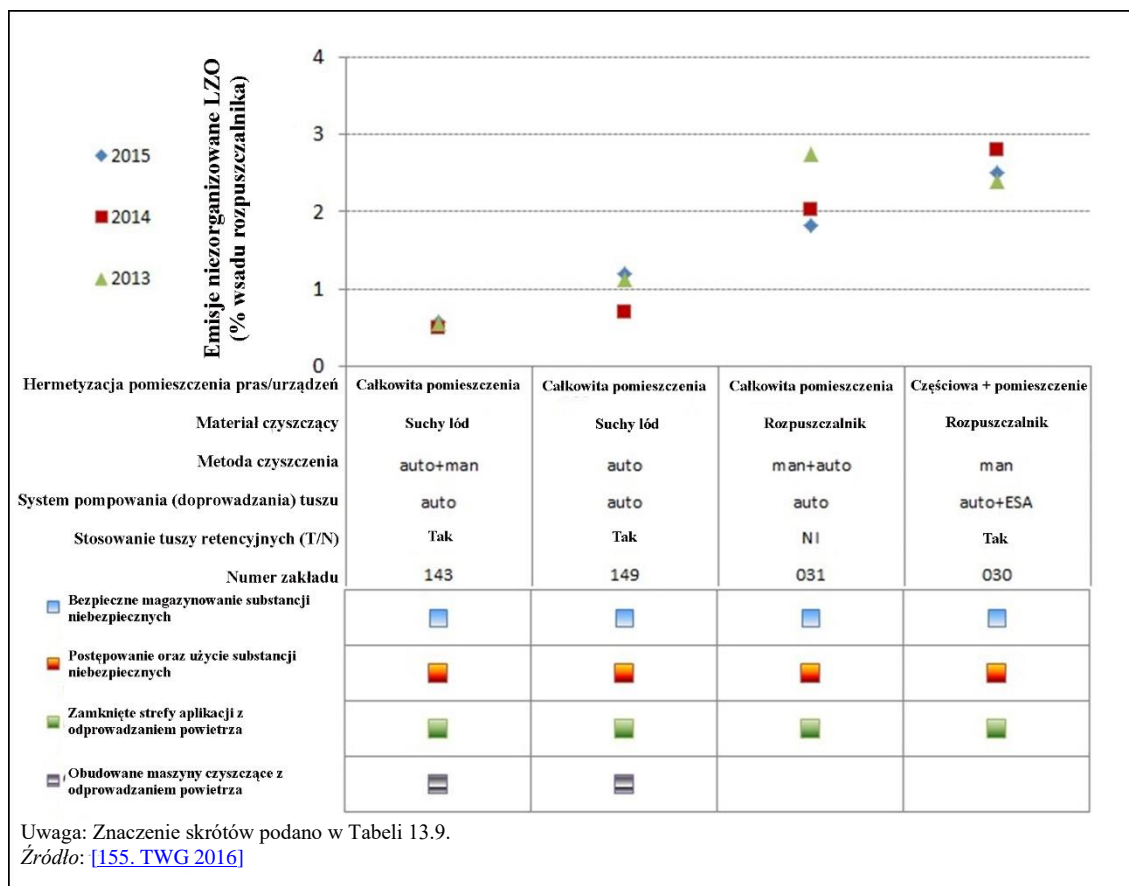
Źródło: [155. TWG 2016]

Jak widać na Ilustracji 13.5 emisje całkowite LZO jako procent wsadu rozpuszczalnika wynoszą we wszystkich przypadkach poniżej 3 % i są bliskie lub niższe niż 1 %, gdy stosuje się środki czyszczące nie bazujące na rozpuszczalnikach.

13.3.3.2. Emisje niezorganizowane LZO

[155. TWG 2016]

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika dla okresu odniesienia 2013-2015 przedstawiono na Ilustracji 13.6.



Ilustracja 13-6 Emisje niezorganizowane LZO wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika w latach 2013-2015.

Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO oraz ogólne informacje na temat układu i działania zakładów rotograviury, które dostarczyły dane, przedstawiono w Tabeli 13.11.

Tabela 13-11 Zgłoszone wartości emisji niezorganizowanych LZO oraz ogólne informacje dotyczące zakładów rotograviury publikacyjnej.

Zakład	Stosowanie tuszy retencyjnych (Tak/Nie/NI)	Rok obecnego układu zakładu	Hermetyzacja pomieszczenia pras/urządzeń	System pompowania tuszu	Środki czyszczące	System mycia pras drukarskich (liczba drukarskich pras)	Emisje niezorganizowane LZO (% wsadu rozpuszczalnika)		
							2015	2014	2013
143	Tak	2000	Całkowita pomieszczenia	Auto	Suchy lód	Auto (2) Manualny (1)	0.56	0.49	0.55
149	Tak	2009	Całkowita pomieszczenia	Auto	Suchy lód	Auto	1.19	0.7	1.12

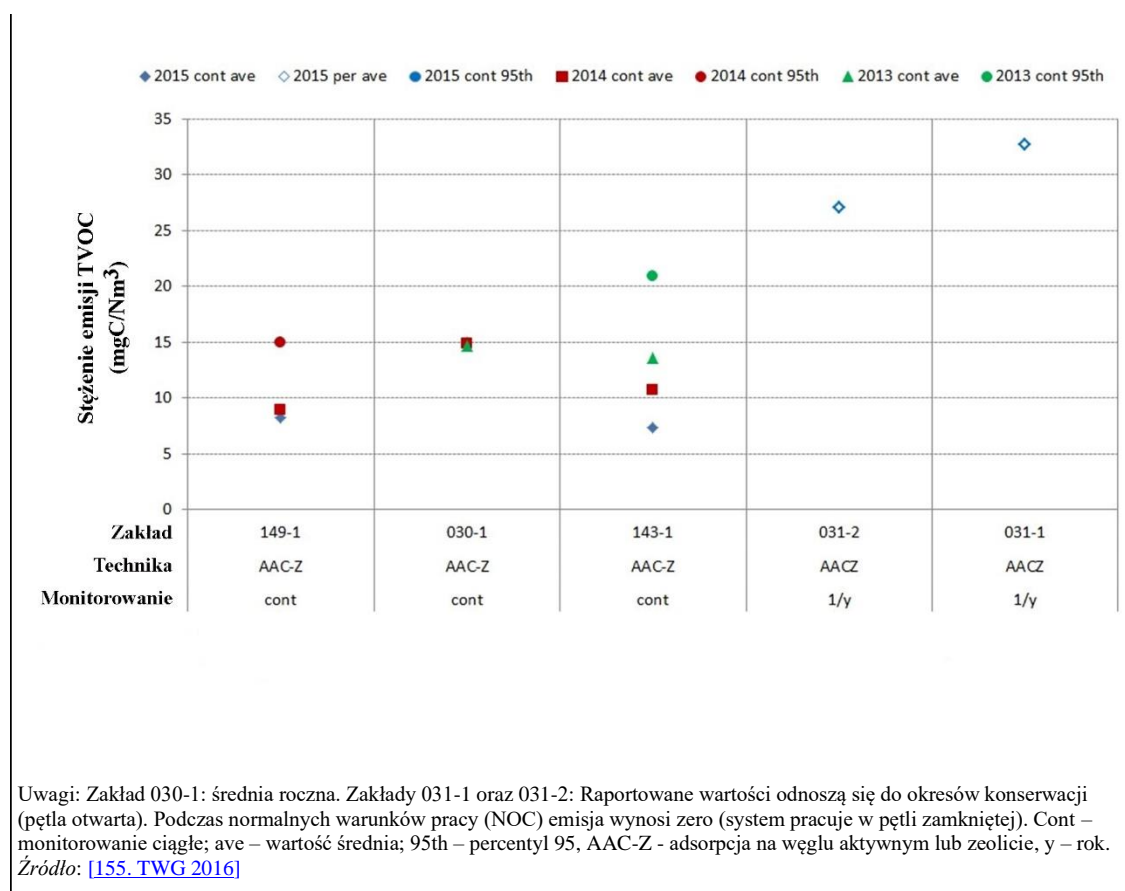
031	NI	2006	Całkowita pomieszczenia	Auto	Rozpuszczalnik	Manualny (1) Auto (1)	1.83	2.03	2.74
030	Tak	2000	Częściowa + pomieszczenie	Auto + ESA	Rozpuszczalnik	Manualny	2.5	2.8	2.4

Źródło: [155. TWG 2016]

13.3.3.3. Emisje TVOC w gazach odlotowych

[155. TWG 2016]

Wszystkie zakłady przekazujące dane stosują centralne systemy odzyskiwania toluenu, a w trzech zakładach prowadzi się ciągle monitorowanie toluenu na wylocie z systemu odzyskiwania. Wyniki przedstawiono na Ilustracji 13.7.



Ilustracja 13-7 Emisje TVOC w gazach odlotowych z instalacji odzysku toluenu w latach 2013- 2015.

13.3.3.4. Wytwarzanie odpadów

[155. TWG 2016]

Główne rodzaje odpadów powstających w procesie drukowania metodą rotograviury publikacyjnej przedstawiono w Tabeli 13.12.

Tabela 13-12 Główne rodzaje odpadów powstających w branży drukarskiej stosującej rotograviurę publikacyjną.

Rodzaj odpadów	Źródło	Końcowe przeznaczenie	Zawartość LZO (%)	Ilość
Odpady papieru	Procesy produkcji	Sprzedawane	0-0.5	6-12 % wsadu papieru
Odpady toluenu	Ograniczanie emisji do powietrza	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	80-100	0.1-0.2 % wsadu toluenu
Szlam toluenu	Czyszczenie zbiornika tuszu	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	40-80	0.07-0.1 % wsadu toluenu
Odpady tuszu	Procesy produkcji	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	20-85	< 0.1 % wsadu tuszu
Miedź metaliczna	Przygotowanie cylindra – powlekanie miedzią	Sprzedawane	0	< 0.4 g/kg wsadu papieru
Odpady stałe zawierające Cr(VI)	Przygotowanie cylindra	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	0	< 50 g/t wsadu papieru
Usuający chrom elektrolit z kąpeli kwasowej	Procesy produkcji	Dostarczony poza teren zakładu jako odpad niebezpieczny zawierający jony Cr oraz 35 % kwas siarkowy	0	< 0.3 g/t wsadu papieru
Sprasowane zużyte filtry z oczyszczania ścieków	Wstępne przetwarzanie ścieków	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	0	< 0.02 kg/t wsadu toluenu
Szmatki do czyszczenia z pomieszczenia pras	Procesy czyszczenia	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	1	< 0.05 g/t wsadu papieru
Karton, rolki po papierze	Procesy produkcji	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady inne niż niebezpieczne	0	< 4 g/t wsadu papieru
Oleje i smary	Konserwacja	Dostarczane poza teren zakładu jako odpady niebezpieczne	0	2-4 t/rok < 0.04 g/kg wsadu papieru
Odpady drzewne	Materiał opakowaniowy	Sprzedawane	0	< 0.4 g/kg wsadu papieru
Ścinki	Konserwacja	Sprzedawane	0	< 0.33 g/kg wsadu papieru

Źródło: [155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

Odpady papieru

Odpady z zadrukowanego papieru zawierają bardzo niewielkie ilości (1 %) pozostałości toluenu, który po pewnym czasie uwalnia się do atmosfery. Odpady z zadrukowanego papieru stanowią około 50 % wszystkich odpadów papierowych. W stosunku do całkowitej ilości papieru wprowadzanego do instalacji, makulatura stanowi 6-12 %.

Tusze

W większości przypadków praca wykonywana jest przy użyciu czterech standardowych kolorów tuszu, a mieszanie tuszu odbywa się w bardzo niewielkim stopniu. Prasy pracują w systemie zmianowym i jeśli w ogóle są zatrzymywane, to jedynie w weekendy i święta państwowe. Tylko niewielka część tuszu staje się odpadem, a ponowne wykorzystanie zwrotów z prasy jest normalną praktyką [1. INTERGRAF oraz EGF 1999].

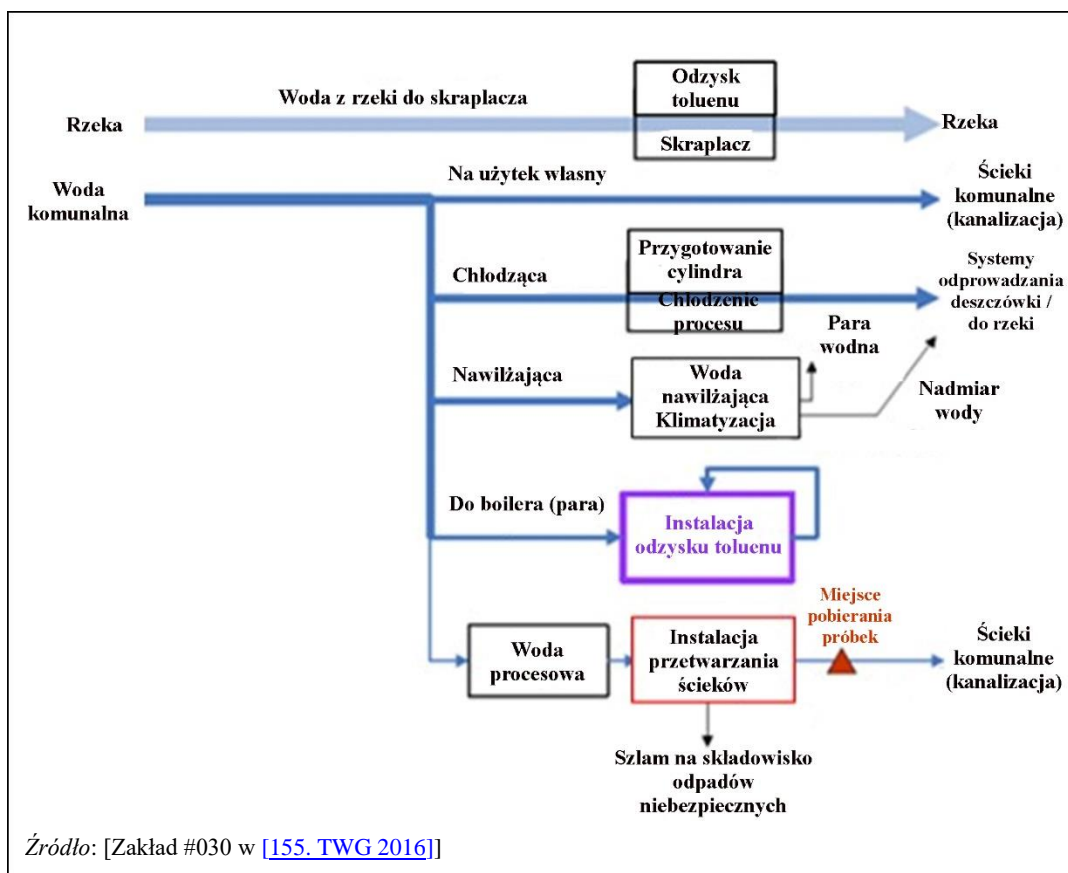
Resztki kolorowego tuszu mogą być mieszane z tuszem czarnym i w ten sposób ponownie wykorzystane, co pozwala zaoszczędzić na czarnym kolorze. Zużyty tusz można poddać destylacji celem odzyskania toluenu. Szlam po destylacji, stanowiący około 20 % pierwotnej wagi zużytego tuszu, jest usuwany. Jednakże, z powodu niewielkich ilości odzyskiwanego toluenu oraz stosunkowo drogiej urządzeń do destylacji, nie jest ona zbyt często stosowana [1. INTERGRAF i EGF 1999]. W oparciu o dane z dwóch instalacji szacuje się, że odsetek odpadów tuszy drukarskich jest mniejszy niż 0.1 % ich wsadu. Zużyty tusz jest dostarczany poza teren zakładu jako odpad niebezpieczny [155. TWG 2016].

Środki czyszczące (ściereczki, szmatki, chusteczki)

Zużyte ściereczki i szmatki zawierające pozostałości tuszu i toluenu są suszone w kabinach suszących, z których odprowadzane powietrze jest kierowane do instalacji odzysku toluenu. Po wysuszeniu w szmatkach mogą pozostać jedynie bardzo małe ilości toluenu.

13.3.3.5. Emisje do wody

Ilustracja 13.8 przedstawia schemat powstawania ścieków w instalacji drukującej stosującej metodę rotograviury publikacyjnej.



Ilustracja 13-8 Schemat powstawania ścieków w zakładzie rotograviury publikacyjnej.

Ścieki powstające w wyniku dedykowanego przetwarzania ścieków pochodzących z działu przygotowania cylindrów kierowane są do miejskiego systemu kanalizacyjnego. Ten strumień

ścieków stanowi mniej niż 1 % całkowitej ilości wody pobieranej przez instalację na potrzeby produkcyjne [Zakład #030 w [\[155. TWG 2016\]](#), zob. również Ilustracja 13.7)].

Tylko dwa zestawy danych z wynikami dotyczącymi emisji metali w ściekach zostały zgłoszone za rok 2015. Wyniki przedstawiono w Tabeli 13.13.

W innej instalacji ścieki odprowadzane są tylko z sanitariatów oraz z odmulania kotła i chłodni kominowych. Ścieki z galwanizerni są odparowywane, co powoduje powstawanie szlamu (odpad niebezpieczny).

Tabela 13-13 Emisje metali w ściekach z dwóch zakładów drukujących metodą rotograviury publikacyjnej (dane za rok 2015).

Zakład	#030				#031			
	Średnio	Maks.	Min.	Ilość próbek	Średnio	Maks.	Min.	Ilość próbek
Cu	0.39	0.85	0.04	100	0.144	0.538	NI	104
Cr(VI)	0.01	0.06	0.01	100	0.278	0.359	NI	104
Cr _{total}	0.08	0.2	0.01	100	0.003	0.003	NI	104
Uwagi: NI: Nie dostarczono danych. Źródło: [155. TWG 2016]								

13.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla rotograviury publikacyjnej

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do drukowania metodą rotograviury publikacyjnej. W Tabeli 13.14 przedstawiono ogólne techniki istotne dla tego typu drukowania. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branżowych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 13-14 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

13.4.1. Techniki oparte na materiałach

13.4.1.1. Stosowanie tuszy retencyjnych

Opis

Tusze retencyjne spowalniają wysychanie powierzchniowe tuszu, co umożliwia dłuższe odparowanie toluenu, a tym samym uwolnienie większej jego ilości w suszarce i w efekcie późniejsze odzyskanie.

Korzyści dla środowiska

Pozostały w produkcji toluenu, mierzony bezpośrednio w strefie wyjścia z prasy drukarskiej, może być zredukowany o 30-50 %.

Emisje rozproszone mogą zostać zmniejszone o około 1 % wsadu rozpuszczalnika. Odpowiada to redukcji o 20 % całkowitych emisji z zakładu drukarskiego stosującego dobrą praktykę w rotograviurze publikacyjnej (gdzie emisje całkowite wynoszą 5-6 % wsadu rozpuszczalnika, łącznie z emisjami z przetwarzania gazów odlotowych; wsad rozpuszczalnika jest taki, jak zdefiniowano w Dyrektywie IED) [7. Niemcy 2003].

Korzyści te można osiągnąć tylko wtedy, gdy gazy odlotowe z suszarki są odprowadzane i przetwarzane.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W przypadku zastosowania adsorpcji odnotowano, że do desorpcji większej ilości toluenu wytwarzanego przez suszarki potrzeba więcej energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do wszystkich procesów druku metodą rotograviury publikacyjnej, z wyjątkiem sytuacji, gdy wymagane są tusze specjalne, które nie mają odpowiednika w postaci tuszy retencyjnych.

W UE-15 70 % używanych do rotograviury publikacyjnej tuszy to obecnie tusze retencyjne. W Niemczech jest to nawet 100 % (dane za 2003 r.).

Ekonomika

Cena tuszy retencyjnych jest taka sama jak konwencjonalnych, jednak podczas drukowania zużywa się ich mniej.

Oszczędności na każdym kilogramie odzyskanego toluenu wynoszą około 0.50 EUR (dane z 2006 r.).

Siła napędowa wdrażania

Mniej toluenu w produkcie końcowym.

Przykładowe zakłady

Duża ilość zakładów w całej Europie.

Zakłady #143, #149 i #030 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[14. Aminimal i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

13.4.2. Techniki odprowadzania i przetwarzania gazów odlotowych

Do przetwarzania gazów odlotowych z wszystkich potencjalnych działań/procesów emitujących toluen powszechnie stosuje się adsorpcję i odzysk toluenu (tj. system odzysku toluenu) (zob. Sekcja 17.10.6.2).

13.4.2.1. Ciągłe odprowadzanie powietrza z prasy drukarskiej, suszarki oraz pomieszczenia gdzie znajduje się prasa

Zob. również sekcja 17.10.2.

Opis

Odprowadzane z pomieszczenia prasy powietrze jest kierowane do systemu przetwarzania gazów odlotowych, razem z powietrzem z suszarki i zamkniętej (hermetycznej) prasy.

Istnieją zakłady, w których personel kontrolujący proces drukowania znajduje się w oddzielnych pomieszczeniach kontrolnych. W takich sytuacjach oddzielne pomieszczenie prasy, w którym znajdują się maszyny, może być postrzegane jako hermetyczne. Powietrze z tego pomieszczenia jest odprowadzane i kierowane do systemu przetwarzania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Główną zaletą jest niska emisja toluenu. Dodatkową redukcję emisji LZO można osiągnąć, jeśli powietrze będzie odprowadzane nie tylko z zamkniętej maszyny i suszarki, ale także z całego pomieszczenia prasy drukarskiej. Zawartość toluenu jest odzyskiwana poprzez skierowanie powietrza z hali produkcyjnej do systemu adsorpcyjnego.

Trzy z czterech zakładów, które przedstawiły dane dotyczące emisji, stosują całkowitą hermetyzację pomieszczenia prasy, a czwarty zakład stosuje lokalny wyciąg powietrza z zespołu drukującego oraz pomieszczenia prasy. Osiąga się poziomy emisji, wyrażone jako procent wsadu rozpuszczalnika, w zakresie od 0.5 do 3.1 % [\[155. TWG 2016\]](#).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wszystkie drukarnie stosujące rotograwiurę publikacyjną wyposażone są w system przetwarzania gazów odlotowych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zwiększone zużycie energii na odprowadzanie powietrza i odzyskiwanie toluenu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

System ten może wymagać dostosowania systemu z węglem aktywnym, aby był w stanie skutecznie adsorbować i desorbować niższe stężenia toluenu [\[148. COM 2009\]](#).

Ekonomika

Oszczędności na każdym kilogramie odzyskanego toluenu wynoszą około 0.50 EUR. Dodatkowy koszt inwestycyjny, w porównaniu z sytuacją, w której tylko suszarki są podłączone do systemu przetwarzania gazów odlotowych, wynosi około 0.5 mln EUR na jedną prasę. Dodatkowe koszty operacyjne wynoszą około 100 000 EUR rocznie na prasę (dane z 2006 r.).

Siła napędowa wdrażania

Względy BHP.

Przykładowe zakłady

Zakłady #030, #031, #143 i #149 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[12. Holandia 1996\]](#) [\[14. Amina i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[148. COM 2009\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

13.4.2.2. Wewnętrzne stężenie rozpuszczalników (wentylacja w zamkniętym obiegu powietrza)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.3.2.

Opis

Powietrze wylotowe z systemu oczyszczania gazów odlotowych jest zawracane do suszarek lub pomieszczenia pras drukarskich. Wymaga to systemu przetwarzania gazów odlotowych o znacznie większej wydajności niż normalnie. Częstotliwość cyklu adsorpcji/desorpcji jest bardzo krótka, aby osiągnąć bardzo niskie poziomy toluenu w strumieniu powietrza recyrkulowanego. Przed ponownym wysłaniem strumienia powietrza wylotowego do budynku, powietrze musi zostać schłodzone.

Korzyści dla środowiska

W zależności od wielkości prasy, emisja całkowita toluenu może być zredukowana do 20-75 t/rok.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie dostarczono danych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Większa częstotliwość cyklu adsorpcji/desorpcji powoduje powstawanie większej ilości ścieków i wymaga więcej energii. Więcej energii jest również potrzebne z powodu większej wydajności systemów oczyszczania gazów odlotowych. Zazwyczaj instaluje się jednak kilka opcji redukcji lub ponownego wykorzystania energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie do nowych pras w połączeniu z nowym systemem przetwarzania gazów odlotowych. Technika ta ma również zastosowanie w przypadku istniejących pras, gdy konieczne jest zainstalowanie nowego systemu przetwarzania gazów odlotowych. Natomiast doposażenie istniejącego systemu przetwarzania gazów odlotowych może być zbyt kosztowne.

Trzymetrowa (szerokość wstęgi) prasa w zakładzie w Holandii, wraz z nowym systemem oczyszczania gazów odlotowych, stosując wentylację w zamkniętym obiegu powietrza, osiągnęła redukcję emisji toluenu o 75 t/rok. W przypadku dwóch flamandzkich zakładów, z mniejszymi i wolniejszymi prasami, możliwa do osiągnięcia redukcja mogłaby wynieść 20 t/rok dla każdego; jednakże technika ta nie została zainstalowana w tych zakładach, ponieważ koszty modernizacji są zbyt wysokie.

Ekonomika

W przypadku prasy trzymetrowej dodatkowe koszty inwestycyjne, oprócz kosztów nowego systemu przetwarzania gazów odlotowych, wynoszą 5 milionów euro. Koszty operacyjne są takie same, jeżeli zainstaluje się techniki oszczędzania energii. Koszty na tonę unikniętej emisji toluenu wynoszą około 10 000 EUR, w oparciu o pożyczkę na okres 10 lat przy stopie procentowej 7 % (1999 r.).

Oszczędności na każdym kilogramie odzyskanego toluenu wynoszą około 0.50 EUR.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Etten Leur, Holandia.

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[14. Aminimal i inni. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#)

13.4.2.3. Noże powietrzne (*air knives*) na drukowanej wstędze podłoża

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.3.

Opis

Noże powietrzne zapobiegają wyprowadzaniu z suszarki przez drukowaną wstęgę papieru powietrza zawierającego rozpuszczalnik.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji niezorganizowanych LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wraz ze wzrostem zużycia energii może wzrosnąć poziom hałasu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w procesach druku zwojowego wykorzystujących systemy suszenia wymuszonym powietrzem.

Ekonomika

Stosunkowo niski koszt; zwiększone koszty energii.

Siła napędowa wdrażania

Bezpieczeństwo i higiena pracy.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana w rotograniurze publikacyjnej.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999]

13.4.3. Techniki czyszczenia

13.4.3.1. Automatyczny system czyszczenia połączony z odzyskiem toluenu

Opis

Zautomatyzowane czyszczenie cylindrów z odprowadzeniem powietrza do systemu odzysku toluenu.

Szczegóły techniczne

Cylindry drukujące w rotograniurach publikacyjnych są czyszczone automatycznie. Powietrze jest odprowadzane do systemu odzysku toluenu.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji LZO.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika powszechnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja emisji niezorganizowanych LZO oraz odzysk toluenu.

Przykładowe zakłady

Zakłady #143 i #149 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [155. TWG 2016]

13.4.3.2. Suszenie zużytych środków czystości (ściereczki, szmatki) w kabinach suszących podłączonych do instalacji odzysku toluenu

Opis

Zużyte ściereczki i szmatki zawierające pozostałości tuszu i toluenu są suszone w kabinach suszących, skąd odprowadzane powietrze jest kierowane do instalacji odzysku toluenu. Po wysuszeniu w szmatkach pozostają jedynie bardzo małe ilości toluenu. Zob. również sekcja 17.12.3.2.

Przykładowe zakłady

Zakłady #030, #143 i, #149 w [155. TWG 2016].

13.4.3.3. Czyszczenie suchym lodem (CO₂)

Opis

Zob. sekcja 17.9.11.

Przykładowe zakłady

Zakłady #143 w [\[155. TWG 2016\]](#).

14. POWLEKANIE POWIERZCHNI DREWNIANYCH

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [57. VDI 2005] [78. TWG 2005] [148. COM 2009] [162. COM 2014]

14.1. Ogólne informacje dotyczące powlekania powierzchni drewnianych

Drewno jest surowcem naturalnym charakteryzującym się niejednorodnością i anizotropią, wykazującym zmienne właściwości w zakresie struktury powierzchni, o zróżnicowanej zawartości różnych substancji (np. wosków, wody, żywic) oraz zmiennej oporności elektrycznej. Włókna drzewne często mają tę właściwość, że pod wpływem cieczy (w szczególności wody) pęcznieją i stają się sztywne. Powierzchnie drewniane są powlekane dla zachowania lub wzmocnienia koloru, struktury powierzchni i/lub porowatości. Powłoka jest nakładana celem zapewnienia np. odporności na:

- środki chemiczne;
- stres mechaniczny;
- wpływ zmiennych warunków klimatycznych;
- odbarwianie.

Obecnie przemysł drzewny i meblarski stoi w obliczu nowych wymagań rynkowych, ponieważ poszukiwane są produkty o skomplikowanej geometrii i wysokiej jakości (np. różnorodność kolorów, nowe efekty powierzchniowe). Aby sprostać tym stale rosnącym wymaganiom, coraz częściej stosuje się techniki natryskowe.

Branża ta charakteryzuje się zdecydowaną przewagą firm średniej wielkości, przy czym 75% przedsiębiorstw zatrudnia mniej niż 100 pracowników. Niemcy, Włochy, Polska, Francja i Wielka Brytania odpowiadały za ponad dwie trzecie całej produkcji mebli w UE w 2012 roku (zob. Tabela 14.1). Połowa wszystkich europejskich firm produkujących meble jest zlokalizowana w tych krajach, i łącznie zatrudniają one około 60 % siły roboczej sektora europejskiego (zob. Tabela 14.2) [162. COM 2014].

Tabela 14-1 Produkcja wyrobów meblarskich w UE-28 w 2012 r.

Państwo	Miliony EUR	Udział w produkcji UE	Średni roczny wzrost produkcji w latach 2003-2012
Niemcy	17 738	21 %	1.5 %
Włochy	15 950	19 %	-2.1 %
Polska	8 323	10 %	7.4 %
Francja	7 929	9 %	0.2 %
Wielka Brytania	7 022	8 %	-2.5 %
Hiszpania	4 611	5 %	-4.8 %
Szwecja	3 021	4 %	2.4 %
Dania	2 147	3 %	-2.2 %
Holandia	2 119	3 %	-0.7 %
Austria	2 115	3 %	-0.4 %
Belgia - Luksemburg	1 953	2 %	-0.6 %
Rumunia	1 594	2 %	6.3 %
Republika Czeska	1 459	2 %	1.5 %
Portugalia	1 354	2 %	-0.4 %

Litwa	1 090	1 %	11.2 %
Węgry	1 017	1 %	1.8 %
Finlandia	929	1 %	-2.6 %
Słowacja	928	1 %	6.6 %
Słowenia	619	1 %	-3.4 %
Grecja	532	1 %	-7.9 %
Irlandia	376	0 %	-3.5 %
Estonia	373	0 %	2.0 %
Chorwacja	369	0 %	1.8 %
Bułgaria	268	0 %	2.6 %
Łotwa	188	0 %	-0.3 %
Cypr	82	0 %	-4.1 %
Malta	41	0 %	-3.4 %
UE-15	67 796	81 %	-1.0 %
UE-13	16 351	19 %	5.1 %
UE-28	84 147	100 %	-0.1 %
Źródło: [162. COM 2014]			

Tabela 14-2 Branża meblarska w UE-28.

Rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ilość przedsiębiorstw	134 557	134 879	134 577	135 266	135 902	130 750	126 061	131 077	126 000
Liczba zatrudnionych	1 178 781	1 191 393	1 162 084	1 144 611	1 151 988	1 096 161	993 919	937 247	919 311
Udział produkcji w wytwarzaniu ogółem (%)	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.4
Źródło: [162. COM 2014]									

Obecnie poziom automatyzacji nakładania farb w przemyśle meblarskim znacznie wzrósł, głównie ze względu na rosnące wymagania jakościowe, wydajność i ochronę środowiska.

W przemyśle drzewnym i meblarskim przetwarzane i powlekane są różne materiały. Można tu wyodrębnić kilka obszarów zastosowania:

- konstrukcje zewnętrzne z wyposażeniem i umeblowaniem;
- konstrukcje wewnętrzne z wyposażeniem i umeblowaniem;
- zastosowania komercyjne i publiczne, np. szkoły;
- zastosowania domowe;
- zastosowania w warunkach stałej dużej wilgotności, np. na powierzchniach basenów, w saunach, kuchniach czy łazienkach.

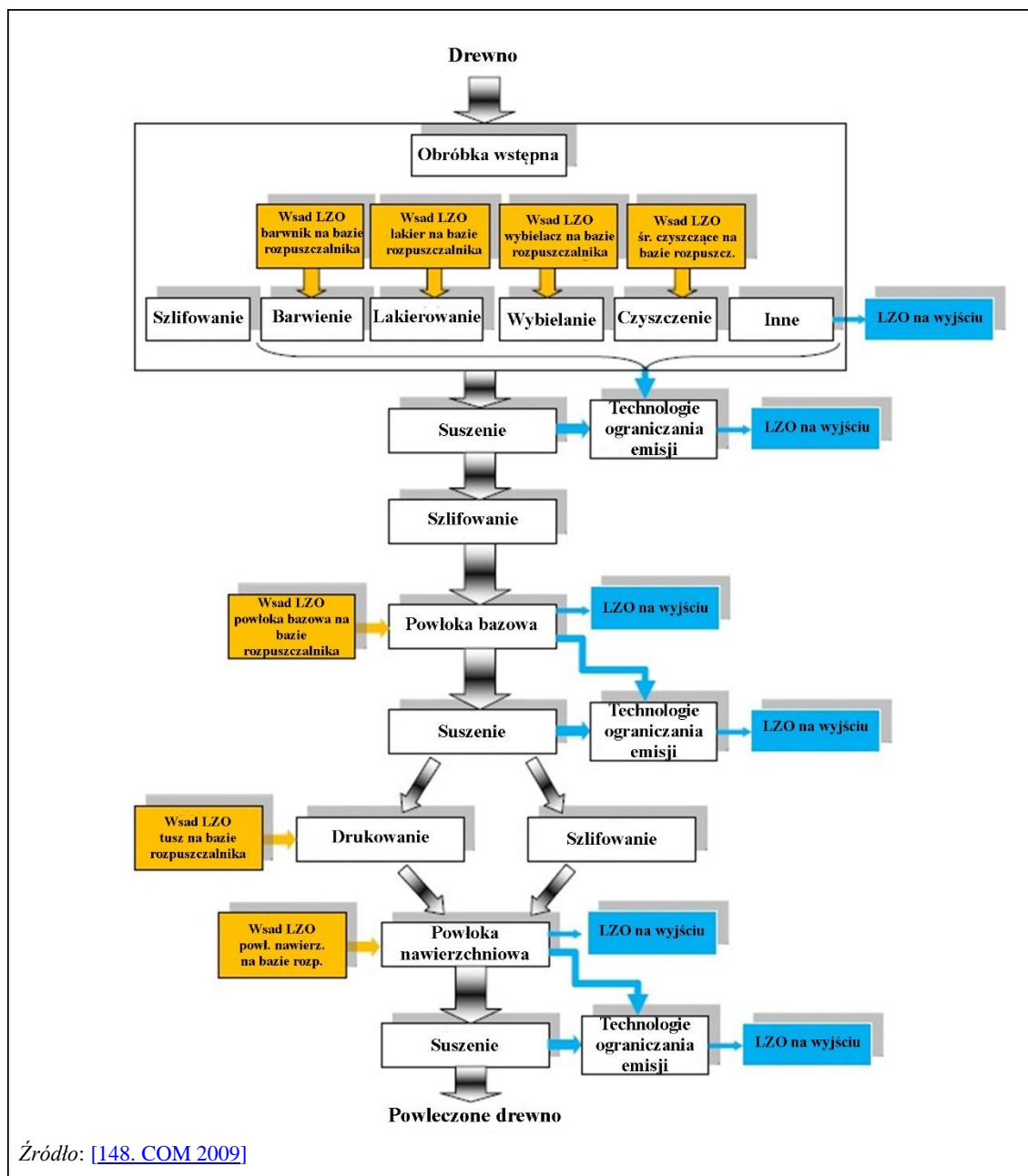
14.2. Stosowane w powlekanii powierzchni drewnianych procesy i techniki

Nakładanie materiałów powłokowych na powierzchnie drewniane obejmuje:

- obróbkę wstępną powierzchni drewnianych;
- nakładanie powłoki bazowej;
- nakładanie powłoki nawierzchniowej;
- nakładanie farby;
- odparowanie oraz suszenie/utwardzanie.

W zależności od pożądanej struktury powierzchni (np. otwarta lub zamknięta struktura porów), można stosować różne systemy malowania. Jeżeli słoje drewna mają być widoczne, np. w przypadku drewna litego lub forniru, stosuje się farby bezbarwne (tj. powłoki bezbarwne), oleje i woski. Na przykład płyty pilśniowe o średniej gęstości (MDF) są pokrywane farbami pigmentowymi o pożądanym kolorze. W przypadku stosowania systemów farb pigmentowych, przed nałożeniem powłoki bazowej nakładana jest tzw. bariera, która ogranicza przenikanie farby do drewnianego podłoża oraz umożliwia nałożenie bardziej jednolitej warstwy farby.

Przegląd typowych etapów procesu powlekania powierzchni drewnianych pokazano na Ilustracji 14.1.



Ilustracja 14-1 Typowe etapy procesu oraz główne źródła LZO na wejściu i wyjściu dla powlekania powierzchni drewnianych.

14.2.1. Obróbka wstępna powierzchni drewnianych

Ze względu na nieregularny wzrost oraz zróżnicowaną strukturę a także różną zawartość niektórych substancji, takich jak żywica czy wosk, niezbędna jest odpowiednia obróbka wstępna powierzchni, która ma zostać pokryta. Może ona dotyczyć różnych aspektów drewna, takich jak istniejąca płaskość powierzchni, usuwanie śladów pracy (np. wyrębu), usuwanie różnic kolorystycznych, nierówności, wzniesień włókien, pęknięć, konarów, a także suszenie. Typowe techniki obróbki wstępnej obejmują:

- wstępną obróbkę mechaniczną np. szlifowanie;
- barwienie np.:
 - bejcowanie;

- lazurowanie;
- wybielanie.

W przypadku niektórych specjalnych gatunków drewna konieczne jest zastosowanie chemicznych procesów czyszczenia z wykorzystaniem roztworów mydła, amoniaku lub rozpuszczalników organicznych, a także techniki szlifowania w celu usunięcia niezgodnych z farbą substancji występujących w drewnie, takich jak żywica i wosk.

Szlifowanie

Zwykle dla uzyskania idealnych rezultatów malowania drewno i materiały na bazie drewna wymagają szlifowania pośredniego po nałożeniu powłoki bazowej, po bejcowaniu lub po nałożeniu innych warstw farby, gdyż w wyniku oddziaływania cieczy następuje wznoszenie włókien drewna. Ten rodzaj szlifowania powierzchni drewnianych jest szczególnie istotny w przypadku stosowania systemów farb na bazie wody.

Bejcowanie

Celem barwienia/bejcowania jest zmiana barwy drewna na ciemniejszą. Struktura drewna oraz struktura porów nie ulegają zmianie. W zależności od rodzaju zastosowanej bejcy czas schnięcia jest bardzo różny. Bejce są zawiesinami pigmentów lub roztworów barwników w wodzie lub rozpuszczalnikach organicznych. Najczęściej stosowane są bejce na bazie rozpuszczalników. W przypadku bejc chemicznych, np. jednoskładnikowych bejc pozytywowych, należy liczyć się z dłuższymi czasami schnięcia. W przypadku bejc na bazie wody należy uwzględnić pęcznienie oraz szorstkość drewna (napping). Ponadto można stosować kombinacje rozpuszczalników organicznych rozpuszczalnych w wodzie i samej wody (bejce kombinowane). Tradycyjnie stosowana bejca jest substancją na bazie wody. Składy różnych rodzajów bejc podano w Tabeli 14.3.

Tabela 14-3 Skład różnych rodzajów bejcy do drewna.

Rodzaj bejcy do drewna	Zawartość wody (%)	Zawartość rozpuszczalników organicznych (%)	Udział pigmentów (%)
Bejca na bazie wody	Do 95	0	do 15
Bejca na bazie rozpuszczalnika	0	85-95	5-15 *
Bejca kombinowana	65-70	25-30	5

* W niektórych zastosowaniach udział pigmentów może wynosić do 15 %.
Źródło: [38. TWG 2004]

Nakładanie odbywa się ręcznie (gąbką, pędzlem, wałkami, natryskiem) lub jest zautomatyzowane (automatyczne natryskiwanie, wałkowanie, wałki z gumy piankowej). Późniejsze suszenie odbywa się w temperaturze otoczenia lub w suszarkach konwekcyjnych, suszarkach płaskich lub suszarkach strumieniowych.

Lazurowanie

Nowoczesne lazury to wysokopłynne powłoki do drewna na bazie żywic lakierniczych. Materiały te dobrze penetrują drewno i często zawierają składniki hydrofobowe i grzybobójcze, które poprawiają jego stan. Mogą być bezbarwne lub pigmentowane różnymi barwnikami. Do użytku zewnętrznego i wewnętrznego stosuje się różne materiały. Lazury bez środków grzybobójczych, jak również bezbarwne lazury do drewna nadają się tylko do stosowania wewnątrz pomieszczeń.

Wybielanie

Generalnie, wybielanie rozjaśnia kolor drewna. Czasami konieczne jest kilkukrotne wybielanie, na przykład w przypadku klonu. Do wybielania stosuje się nadtlenek wodoru (30-35 %) i kilka dodatków lub promieniowanie. Czas oddziaływania musi być dostosowany do pożądaných efektów. Ponieważ wybielanie powoduje wydzielanie tlenu, konieczne jest odpowiednie suszenie, aby uniknąć powstawania pęcherzy. Wybielanie stosuje się również w przypadku drewna o nieodpornym na światło zabarwieniu, np. wiśni lub palisandru. Po wybielaniu stosuje się bejcowanie pigmentami o wysokiej odporności na światło, aby odtworzyć pierwotną barwę drewna. Jeśli stosowane są systemy powłok na bazie poliuretanu, to środek utwardzający musi być odporny na nadtlenek wodoru.

14.2.2. Nakładanie powłoki bazowej

Materiał na powłokę bazową musi nadawać się do szlifowania. Techniki nakładania obejmują:

- natryskiwanie (ręczne lub automatyczne; konwencjonalne, *airless*, *airless* wspomagane powietrzem („*airmix*”) oraz wspomagane elektrostatycznie);
- zalewanie/wlewanie;
- powlekanie wałkami (np. przy użyciu lakieru utwardzanego promieniami UV odpowiedniego do powlekania wałkami);
- zanurzanie (tylko dla elementów specjalnego przeznaczenia).

Po wysuszeniu materiału po etapie obróbki wstępnej następuje szlifowanie (materiałem o odpowiedniej granulacji) przed nałożeniem bezbarwnej powłoki bazowej. Następnie powierzchnia jest ponownie szlifowana przed nałożeniem powłoki nawierzchniowej. W niektórych przypadkach bezpośrednio na powłokę bazową nadrukowuje się strukturę drewna. Jako podłoże stosuje się przeważnie proste forniry lub alternatywnie powlekana powierzchnia może już zawierać barwną powłokę bazową/szpachłówkę.

14.2.3. Nakładanie warstwy nawierzchniowej

Do powlekania powierzchni drewnianych stosuje się farby, folie lub inne materiały powłokowe przypominające płyty, a także tekstylia lub skóry. Można tu wyróżnić:

- farby nitrocelulozowe (NC), czasami nazywane farbami na bazie azotanu celulozy (*cellulose nitrate paints* - CN) lub farbami nitro;
- farby utwardzane kwasem (epoksydowe);
- farby poliuretanowe (PUR);
- nienasycone farby poliestrowe (UP):
 - materiały UP o otwartej strukturze porowej,
 - grubowarstwowe systemy powlekania;
- farby na bazie wody;
- powłoki proszkowe;
- farby/lazury alkidowe;
- łączone/mieszane systemy farb;
- lakiery na bazie wody utwardzane promieniowaniem UV;
- 100-procentowe lakiery UV.

Stosowane są te same techniki nakładania, które opisano w sekcji 14.2.2.

Tabela 14.4 zawiera zestawienie głównych właściwości najczęściej stosowanych bejc oraz farb do drewna.

Tabela 14-4 Przegląd właściwości bejcy i farb do drewna.

Rodzaj bejcy lub farby	Zawartość rozpuszczalnika (%)	Zawartość wody (%)	Składniki	Rodzaj reakcji	Katalizator	Uwagi
Bejca do drewna <ul style="list-style-type: none"> • na bazie rozpuszczalnika - typ a) 95 - typ b) 70 - typ c) 25-30 • na bazie wody 0 						Rozpuszczalniki organiczne; rozpuszczalniki wodorocieńczyalne; bejca mieszana; rozpuszczalniki wodorocieńczyalne; napping drewna
Farba NC (farba CN) <ul style="list-style-type: none"> • bezbarwna • z pigmentem 	około 75 około 60	0 0	Wełna mineralna (azotan celulozy)	Suszenie fizyczne		Odporność powierzchniowa z ograniczoną użytecznością
Farba utwardzana kwasem <ul style="list-style-type: none"> • 2-składnikowa, bezbarwna • 2-składnikowa, z pigmentem • 1-składnikowa, bezbarwna 	40-50 20-30 20-30		Alkidowo-melaminowe; żywice mocznikowe; poliole	Suszenie wymuszone	Kwas	Starsze systemy malowania emitowały formaldehyd; wysoka odporność
Farba PUR <ul style="list-style-type: none"> • bezbarwna • z pigmentem • o średniej zawartości cząstek stałych; bezbarwna 	65-70 36-60 40-50	0 0 0	Izocyjaniany; akrylany; poliestry	Reakcja addycji (fizyczno-chemiczna)		Generalnie substancje dwuskładnikowe; wysoka odporność
Farba UP <ul style="list-style-type: none"> • konwencjonalna • zawierająca parafinę • nie zawierająca parafiny • utwardzana promieniowaniem UV - lakier nakładany wałkiem - szpachlówka • natryskiwana farba UP - bezbarwna - utwardzana promieniowaniem UV 	około 35 (15) około 35 (15) około 35 (15) około 35 (15) około 20 (20) około 20 (10) 65-70 65-70	0 0 0 0 0 0 0 0	Poliester, nienasycony (substancje metalo-organiczne)	Polimeryzacja <ul style="list-style-type: none"> • poprzez ogrzewanie • poprzez napromieniowanie 	Nadtlenki organiczne; promieniowanie UV; fotoinicjator	Systemy komponentów; w przypadku powłok UP utwardzanych podczerwienią należy zapewnić czas wstępnego suszenia i utwardzania

Farba akrylowa <ul style="list-style-type: none"> • utwardzana promieniowaniem UV <ul style="list-style-type: none"> - lakier nakładany wałkiem - farba natryskowa o otwartej strukturze porowej • utwardzana wiązką elektronów 	2-40		Poliakrylan, nienasycony	Wiązka elektronów	Fotoinicjator	
Farba na bazie wody <ul style="list-style-type: none"> • suszona konwencjonalnie • utwardzana promieniowaniem UV • PUR, 2-składnikowa 	5-7 około 2 około 9	60-65 58-60 60-65		Suszenie fizyczne; polimeryzacja; reakcja addycji	Promieniowanie UV	Napping drewna; dłuższe czasy schnięcia; możliwość zastosowania powłoki bazowej utwardzanej promieniowaniem UV po której następuje nakładanie farby na bazie wody; coraz większe znaczenie ma farba na bazie wody utwardzana promieniowaniem UV. Powłoka utwardzana promieniowaniem UV może być stosowana tylko tam, gdzie płaskie elementy mogą być powlekane oddzielnie a powłoka jest wykonywana przed zmontowaniem mebla.
Powłoka proszkowa <ul style="list-style-type: none"> • suszona konwencjonalnie • utwardzana promieniowaniem UV 	0	0	Żywiec epoksydowe; żywiec poliestrowo-akrylowe	Addycja i kondensacja	Promieniowanie UV	Farby proszkowe z konwencjonalnym suszeniem konwekcyjnym nie nadają się obecnie do powlekania drewna. Istniejące systemy aplikacji stosowane są tylko do powlekania płyt MDF.
Farba na bazie żywicy alkidowej	10-80	0	Żywica alkidowa	Utlenianie na powietrzu, suszenie fizyko-chemiczne	Składniki organiczno-metaliczne	Rozpuszczalniki organiczne
Uwaga: Dane w nawiasach oznaczają zawartość rozpuszczalnika emitowanego jako % powłoki. Źródło: [5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005].						

14.2.4. Nakładanie farby

Następujące techniki powlekania stosuje się do powierzchni drewnianych:

- malowanie, w tym wałkiem;
- natryskiwanie ręczne (czasami z wykorzystaniem procesów wspomaganych elektrostatycznie);
- natryskiwanie automatyczne (czasami z wykorzystaniem procesów wspomaganych elektrostatycznie);
- natryskiwanie automatyczne z odzyskiem lub bez odzysku mgły lakierniczej (czasami z wykorzystaniem procesów wspomaganych elektrostatycznie);
- nakładanie wałkami;
- technika powlekania próżniowego (*vacumat*);
- szpachlowanie;
- powlekanie kurtyną (nazywane również powlekaniami kurtynowym);
- zanurzanie/zalewanie;
- drukowanie.

Oprócz ręcznego natryskiwania w przemyśle meblowym stosowane są instalacje natryskujące lub maszyny natryskujące wyposażone w dozowniki dwuskładnikowe. W Tabeli 14.5 zestawiono możliwe do uzyskania współczynniki skuteczności nakładania powłoki.

Tabela 14-5 Osiągalne współczynniki skuteczności zastosowania.

Technika nakładania	Współczynnik skuteczności ⁽¹⁾	Uwagi
Malowanie, w tym wałkiem	95-100	Powłoka niejednorodna
Natryskiwanie, konwencjonalne	30-60	Duża ilość mgły lakierniczej
Natrysk, HVLP	40-75	Nakładanie bejc o niskiej lepkości, coraz częściej stosowana również w innych systemach malowania
Natryskiwanie na gorąco	40-60	Nakładanie farb o wysokiej zawartości cząstek stałych, stosowana również przy natryskiwania woskiem
Nakładanie natrykiem <i>airless</i>	40-75	Wiązanie rozpylonego materiału
Technika <i>airless</i> wspomagana powietrzem	35-50	Wiązanie rozpylonego materiału
Natryskiwanie, mokry lakier wspomagany elektrostatycznie	50-70	Należy wziąć pod uwagę przewodność elektryczną
Natryskiwanie, proszek wspomagany elektrostatycznie	80-95	Należy wziąć pod uwagę przewodność elektryczną. Obecnie stosowane tylko do powlekania płyt MDF (zaledwie kilka zastosowań)
Powlekanie kurtyną	95	Technika limitowana geometrią obrabianego przedmiotu
Nakładanie wałkami	95	Technika limitowana geometrią obrabianego przedmiotu
Powlekanie próżniowe (<i>vacumat</i>)	95	Dotyczy tylko wąskich elementów i krawędzi, farb na bazie wody i materiałów utwardzanych promieniami UV o wysokiej zawartości cząstek stałych; należy również uwzględnić geometrię obrabianego elementu
⁽¹⁾ W zależności od obciążenia linii powlekającej oraz geometrii obrabianych przedmiotów itp. Źródło: [5. DFIU i in. 2002]		

14.2.5. Odparowanie oraz suszenie/utwardzanie

Suszenie/utwardzanie warstwy farby wymaga intensywnego odparowania. Odparowanie odbywa się w specjalnych instalacjach, które z reguły znajdują się przed suszarkami. W przypadku farb na bazie wody należy uwzględnić wilgotność odparowywanego powietrza, aby umożliwić wystarczające suszenie.

Niektóre ze stosowanych procesów suszenia (kilka z nich częściej niż pozostałe) to:

- suszarki przelotowe z redukcją wilgotności;
- suszarki konwekcyjne;
- systemy na podczerwień:
 - reaktory termiczne,
 - suszenie w bliskiej podczerwieni (suszenie NIR);
- suszenie promieniowaniem UV;
- mikrofalówki;
- suszarki wysokiej częstotliwości (suszarki HF);
- utwardzanie promieniowaniem rentgenowskim.

14.2.6. Przykłady niektórych procesów powlekania

[5. DFIU i in. 2002] [78. TWG 2005]

Powlekanie krzesel

W większości przypadków pierwsza warstwa stosowana przy powlekanii krzesel jest na bazie rozpuszczalnika, aby zminimalizować wypiętrzanie się słoików. Krzesła wykonane z drewna bukowego są z reguły najpierw pokrywane barwiącą bejcą lub lazurą. Po wstępnym szlifowaniu nakładana jest pierwsza warstwa powłoki na bazie wody (120 g/m²). Materiał schnie w temperaturze otoczenia lub poprzez suszenie wymuszone. Po drugim szlifowaniu nakładana jest druga warstwa powłoki na bazie wody (120 g/m²) i następnie suszona. Elektrostatycznie wspomaganie natryskiwanie farb na bazie wody jest najczęściej stosowane do powlekania krzesel, ze względu na ich geometrię. W ten sposób redukuje się efekt mgły lakierniczej, a tym samym ilość zużywanej farby oraz emisję LZO.

Powlekanie ram okiennych

W porównaniu z innymi branżami przemysłu drzewnego, powlekanie drewnianych ram okiennych jest często jeszcze wykonywane ręcznie. Ponieważ drewniane powierzchnie okien muszą być odporne na działanie czynników atmosferycznych oraz siniznę, to aby to uzyskać, konieczne może być nałożenie nawet czterech warstw powłoki. Zarówno proces szlifowania, jak i suszenia jest bardzo wymagający pod względem czasu i nakładu pracy. Za najnowocześniejsze uważa się stosowanie do powlekania ram okiennych farb na bazie wody (np. akrylowych), chociaż stosowane są również systemy powlekania na bazie rozpuszczalników (np. farby alkidowe (ftalowe)). Farby na bazie wody wykazują mniejszą przyczepność w stanie mokrym (przed wyschnięciem) w porównaniu z konwencjonalnymi farbami na bazie rozpuszczalników.

Zalewanie jest szeroko stosowaną techniką nanoszenia powłok na sprasowane ramy okienne, stosowaną do ochrony drewna oraz aplikacji powłoki bazowej. Powłoka nawierzchniowa jest w tym przypadku наносzona natryskiem w jednej lub dwóch warstwach w postaci systemu malowania na bazie wody. Ze względu na geometrię detalu, nawet w przypadku natryskiwania

wspomagane elektrostatycznie, powstaje duża ilość mgły lakierniczej. Aby zredukować koszty i wpływ na środowisko, stosuje się instalacje do odzysku lakieru. Ponadto kabiny lakiernicze wyposażane są w system suchego oddzielania mgły lakierniczej, aby uniknąć koagulacji i utylizacji osadów lakierniczych.

Powlekanie mebli wysokiej jakości

Podczas powlekania mebli wysokiej stosuje się następujące procesy:

1. szlifowanie oraz usuwanie pyłu;
2. dostosowanie koloru, np. poprzez bejcowanie;
3. szlifowanie oraz usuwanie pyłu;
4. nakładanie warstwy bazowej;
5. szlifowanie oraz usuwanie pyłu;
6. nakładanie warstwy nawierzchniowej.

Drugi etap odbywa się najczęściej poprzez (ręczne) natryskiwanie; etapy 4 i 6 również są z reguły realizowane w ten sposób. Farby utwardzane promieniowaniem UV są rzadko stosowane do powlekania mebli wysokiej jakości. Głównym powodem jest to, że mogą one być stosowane tylko tam, gdzie płaskie elementy mogą być malowane oddzielnie, a powlekanie odbywa się przed złożeniem mebla. Jeżeli elementy mebla nie są jeszcze zmontowane, możliwe jest zastosowanie powłok utwardzanych promieniowaniem UV, a także innych rodzajów aplikacji poza natryskiwaniem (najczęściej będzie to nakładanie wałkami).

Przynajmniej jedna niemiecka firma (Rippert GmbH) i jedna fińska (Tikkurila Coatings Oy) opracowały metodę utwardzania promieniowaniem UV w atmosferze obojętnej. Dzięki tej metodzie, możliwe jest utwardzanie lakierów i farb UV na elementach 3D oraz na zmontowanych krzesłach. Sprzęt oraz powłoki są już dostępne w handlu.

W przypadku mebli wykonanych z litych kawałków drewna (których powierzchnie są olejowane lub woskowane) przeznaczonych do kuchni, sypialni, salonów i pokoi dziecięcych przeprowadza się zazwyczaj następujące procesy:

1. wstępnie oszlifowane części mebli obrabiane są szczotkami wygładzającymi;
2. po odpyleniu, za pomocą maszyny natryskowej, na powierzchnię drewna nanoszony jest olej;
3. olejowane przedmioty są następnie szczotkowane;
4. natrykuje się gorący wosk;
5. powoskowana powierzchnia jest znów szczotkowana;
6. elementy są odwracane a punkty od 1 do 5 powtarzane.

Powlekanie proszkowe paneli MDF

Nanoszenie proszku na płyty MDF do produkcji telewizorów i mebli biurowych odbywa się bez wcześniejszego gruntowania. Cykl pracy instalacji do wstępnego podgrzewania, powlekania, utwardzania i chłodzenia jest znacznie krótszy niż w przypadku instalacji konwencjonalnej, ponieważ powlekanie odbywa się w jednym etapie roboczym.

Ze względu na bardzo niską przewodność elektryczną płyt MDF, są one wstępnie podgrzewane do temperatury 60-70 °C, zanim proszek zostanie naniesiony za pomocą pistoletów do natryskiwania koronowego. W tej temperaturze cząsteczki proszku przylegają do powierzchni

MDF, tworząc jednolitą powłokę, która jest następnie suszona promieniami UV. Procesy szlifowania następujące po poszczególnych etapach suszenia nie są wymagane.

Dzięki recyklingowi i ponownemu wykorzystaniu proszku można uzyskać znaczne oszczędności kosztów. Ta technika aplikacji ma jednak zastosowanie tylko w przypadku niektórych barwników i struktur powierzchni.

Powlekanie drewnianej stolarki kuchennej i łazienkowej

Meble kuchenne i łazienkowe wykonywane są z litych kawałków drewna (np. dąb, buk, klon, sosna, czereśnia) oraz materiałów drewnopochodnych (np. MDF) i powlekane. Do malowania stosuje się wyłącznie systemy farb płynnych, z znacznym udziałem wodorozcieńczalnych farb UV, jak również bejc na bazie wody lub rozpuszczalnika. Rozpuszczalnikowe farby poliestrowe i poliuretanowe są obecnie stosowane w niewielkich ilościach, częściowo do malowania części zamiennych. Bejce nakładane są za pomocą zautomatyzowanych głowic rolkowych. Przejście na wodorozcieńczalne farby utwardzane promieniami UV dla powłok bazowych i nawierzchniowych zostało dokonane ze względów ekologicznych, BHP i technologicznych oraz w celu zmniejszenia zagrożenia pożarowego. Stosowane materiały mają udział rozpuszczalnika w wysokości 1-2.5 wt-%. Nakładanie powłok odbywa się głównie w instalacjach w pełni zautomatyzowanych. Materiał jest наносzony poprzez natryskiwanie sprężonym powietrzem. Mgła lakiernicza jest zbierana (za pomocą rakli) i ponownie wykorzystywana.

Cząsteczki farby z powietrza wylotowego są oddzielane na sucho. Na ogół system malowania składa się z dwóch warstw. Powierzchnia powłoki bazowej może być szlifowana przed nałożeniem powłoki nawierzchniowej. Ze względu na zastosowanie wodorozcieńczalnych farb utwardzanych promieniami UV, ilości emitowanych rozpuszczalników są bardzo niskie i wynoszą, nawet w dużych instalacjach, mniej niż 10 kg/h. Dlatego też nie stosuje się oczyszczania gazów odlotowych z LZO. Gazy te są emitowane bezpośrednio przez komin. Środki czyszczące są odzyskiwane poprzez destylację.

14.2.7. Końcowe uszlachetnianie za pomocą stałych substancji powlekających

Stale substancje powlekające to materiały, które są nakładane w stanie stałym na elementy płytowe lub profilowane. Mogą to być forniry, arkusze, papiery lub laminaty.

Forniry

Forniry to cienkie arkusze drewna o grubości od około 0.5 do 2 mm, które są nakładane na płyty bazowe poprzez poddanie ich działaniu ciepła i ciśnienia w prasach. Standardowymi klejami są żywice mocznikowo-formaldehydowe (UF) oraz kleje z polioctanu winylu (PVAC).

Arkusze, papiery lub laminaty

Są one nakładane na panele bazowe przy użyciu różnych klejów poprzez poddanie ich działaniu ciepła i ciśnienia za pomocą pras powierzchniowych, membranowych i rolkowych. Proces ten określa się mianem laminowania. Standardowymi klejami są kleje składające się z kopolimeru etylenu i octanu winylu (EVA) do papierów dekoracyjnych i arkuszy oraz żywice mocznikowo-formaldehydowe (UF) i kleje z polioctanu winylu (PVAC) do laminatów.

Spoiwa i kleje

Kleje PVAC zawierają wodę, polioctan winylu jako spoiwo oraz rozpuszczalniki organiczne (zazwyczaj do 3 % masy octanu butylu lub etylu), a stosowane ilości wynoszą około 120 g/m². Podczas suszenia emitowana jest woda i nie więcej niż 3.6 g rozpuszczalnika na m².

Żywice UF zawierają żywicę mocznikowo-formaldehydową, ewentualne wypełniacze, katalizatory i wodę. Zawartość „wolnego formaldehydu” w kleju wynosi od 0.1 do 0.5 % masy, z czego większość jest wprowadzana podczas utwardzania. Stosowane ilości wynoszą w przybliżeniu 100 g/m². Podczas utwardzania wydziela się woda i niezwiązany formaldehyd.

Kleje EVA zawierają kopolimer etylenu z octanem winylu, wodę i, w niektórych przypadkach, do 3 % masy rozpuszczalników organicznych, zazwyczaj etanolu i toluenu. Stosowane ilości wynoszą około 90 g/m². Podczas suszenia wydziela się woda oraz, jeśli są obecne, do 2.7 g rozpuszczalników organicznych na m².

14.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy powlekanii powierzchni drewnianych

[5. DFIU i in. 2002] [155. TWG 2016]

W ramach gromadzenia danych otrzymano informacje dotyczące dwóch zakładów zajmujących się powlekanii powierzchni drewnianych:

- Jedna instalacja produkująca podłogi z wykorzystaniem powłok na bazie wody (druk dekoracyjny / technika offsetowa) w połączeniu z lakierem uszczelniającym UV (osiem warstw powłoki). System powłok na bazie wody jest suszony termicznie. Rozpuszczalniki organiczne są używane tylko do późniejszego czyszczenia części maszyn/rolek po produkcji oraz w przypadku zmiany koloru. Ogólne stężenie rozpuszczalników w materiałach powłokowych wynosi mniej niż 1 %, natomiast 80 % całkowitego zużycia rozpuszczalników przypada na czyszczenie [Zakład #177 w [155. TWG 2016]].
- W drugiej instalacji produkującej fronty mebli kuchennych działają dwie linie do powlekania, jedna natryskowa typu *airless* z kształtowaniem strumienia powietrza i ładowaniem elektrycznym (o wydajności 20 %) z wykorzystaniem nienasyconych farb poliesterowych (UP) (zawartość cząstek stałych 60 %) oraz druga linia do powlekania wałkami o wydajności szacowanej na 90 % z wykorzystaniem lakierów UV (zawartość cząstek stałych 99 %) [Zakład #141 w [155. TWG 2016]].

14.3.1. Zużycie

14.3.1.1. Materiały

W Tabeli 14.6 zestawiono ilości materiałów do malowania stosowanych dla różnych technik nakładania.

Tabela 14-6 Ilości materiałów do malowania wykorzystywanych przez różne techniki nakładania.

Technika aplikacji	Ilość (g/m ²)	Uwagi
Wałkami	25-60	-
Powlekanie kurtyną	60-250	W wyjątkowych przypadkach do 500 g/m ²
Zanurzanie	60-200	-
Zalewanie	60-200	-
Natryskiwanie	Do 250	Straty materiałowe z powodu niskiej skuteczności
Drukowanie	1-2	-
Źródło: [5. DFIU i in. 2002]		

Tabela 14.7 podaje przykłady ilości farb i rozpuszczalników stosowanych średnio w każdym z różnych sektorów branży.

Tabela 14-7 Stosowane farby oraz ilości rozpuszczalników organicznych: przykłady różnych zastosowań w przemyśle drzewnym i meblarskim.

Produkt	Proces powlekania	Ilość farby (g/m ²)	Ilość rozpuszczalnika (g/m ²)

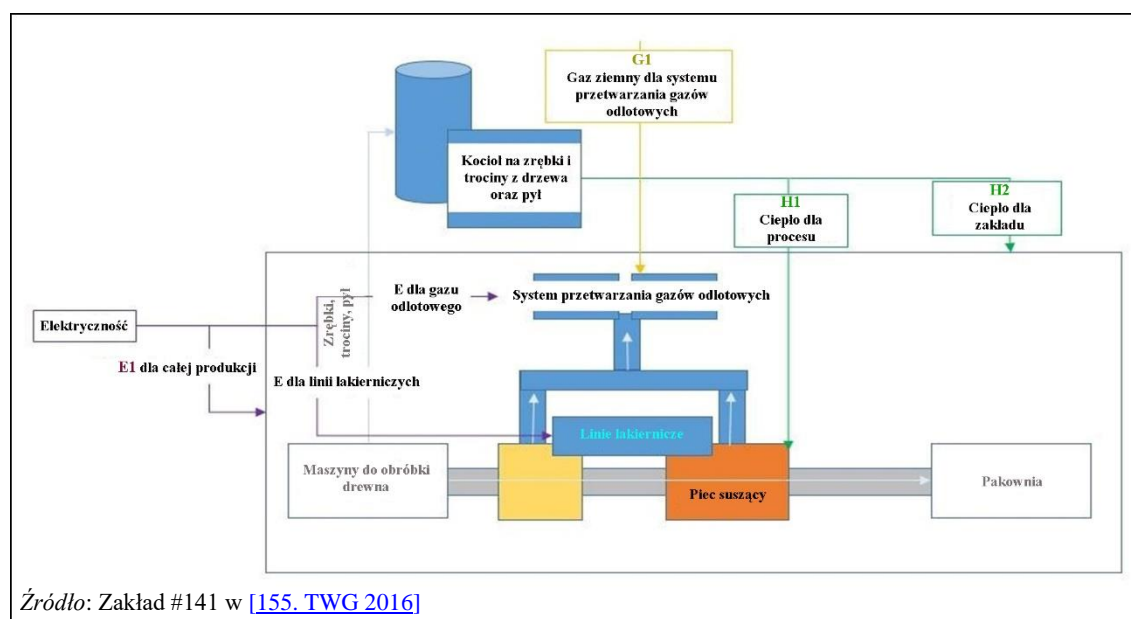
Panele MDF	<ol style="list-style-type: none"> 1. Powłoka bazowa na bazie wody, aplikacja wałkami 2. Na bazie wody, aplikacja wałkami 3. Tusz do drukowania na bazie wody 4. Farba utwardzana kwasem, aplikacja wałkami, utwardzanie promieniowaniem UV* <p>Suszenie: suszarki konwekcyjne lub UV</p>	80	3
Schody	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lakier do parkietu na bazie wody 2. Szlifowanie 3. Lakier do parkietu na bazie wody lub rozpuszczalnika, natryskiwanie jednej lub dwóch warstw 4. Natryskiwanie na gorąco <p>Suszenie: w temperaturze otoczenia, suszarki konwekcyjne lub na podczerwień</p>	180	12
Meble do sypialni	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nakładanie natryskowe dwóch warstw pigmentowanych farb na bazie wody lub rozpuszczalnika, z międzywarstwowym szlifowaniem 2. Pasta wapienna, natryskiwanie 3. Szlifowanie 4. Bezbarwne farby na bazie wody, natryskiwanie <p>Suszenie: w temperaturze otoczenia, suszarki z systemem tacowym</p>	150	9
Drzwi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Powłoka bazowa na bazie wody, aplikacja wałkami 2. Bejca do drewna, aplikacja wałkami 3. Farba utwardzana kwasem, aplikacja wałkami, utwardzanie promieniowaniem UV * 4. Szlifowanie 5. Dwie warstwy farby utwardzanej kwasem, aplikacja wałkami, utwardzanie promieniowaniem UV * <p>Suszenie: suszarki konwekcyjne lub UV</p>	60	10
Stoły	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bejce kombinowane, aplikacja natryskiem 2. Farba utwardzana kwasem, aplikacja wałkami, utwardzanie promieniowaniem UV (3 warstwy) 3. Szlifowanie 4. Farba utwardzana kwasem, aplikacja wałkami, utwardzanie promieniowaniem UV <p>Suszenie: w temperaturze otoczenia</p>	100	30
Meble do pokoju dziennego	<ol style="list-style-type: none"> 1. Olej naturalny nakładany na gorąco <p>Suszenie: w temperaturze otoczenia</p>	23	0
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Szlifowanie 3. Substancje na bazie rozpuszczalników (dla zmontowanych produktów) utwardzane promieniowaniem UV, dla płaskich elementów wosk naturalny natryskiwany na gorąco (sporadycznie) <p>Suszenie: utwardzanie promieniowaniem podczerwonym</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Polerowanie 	55	9
<p>* Produkty na bazie rozpuszczalników są nadal szeroko stosowane. W wielu przypadkach w przemyśle meblarskim stosowane są powłoki utwardzane promieniami UV, szczególnie w przypadku elementów płaskich, które są prawie w całości tak utwardzane. <i>Źródło:</i> [5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]</p>			

14.3.1.2. Woda

Nie dostarczono danych.

14.3.1.3. Energia

Głównymi formami energii zasilania są energia elektryczna do celów produkcyjnych oraz gaz ziemny na potrzeby systemu oczyszczania gazów odlotowych. Ponieważ w procesie obróbki drewna powstają znaczne ilości pozostałości drzewnych (zrębki i trociny), interesującą opcją jest zastosowanie specjalnego kotła do wykorzystania energii zawartej w tych pozostałościach. Wyprodukowane w kotle ciepło może być wykorzystane jako ciepło technologiczne (piec suszący) lub na potrzeby obiektu (ogrzewanie pomieszczeń). Schemat ideowy takiego układu przedstawiono na Ilustracji 14.2 [Zakład #141 w [155. TWG 2016]].



Źródło: Zakład #141 w [155. TWG 2016]

Ilustracja 14-2 Schemat poboru i dystrybucji energii.

14.3.2. Emisje

14.3.2.1. Emisje całkowite LZO

Emisje całkowite LZO zostały zgłoszone dla różnych jednostek w dwóch zakładach, uczestniczących w zbieraniu danych. W przypadku pierwszego zakładu (linia lakiernicza na bazie poliestru do powlekania frontów kuchennych) (Zakład #141), zgłoszona emisja całkowita LZO wyrażona jako procent wsadu rozpuszczalnika wyniosła 2.2 % (średnia dla 3-letniego okresu referencyjnego 2013-2015). W przypadku drugiego zakładu (Zakład #177), gdzie nakładane są powłoki oparte na technologii UV, zgłoszona emisja całkowita LZO wyniosła 0.04 kg LZO na kg wsadu masy stałej (średnia dla 2-letniego okresu referencyjnego 2013-2014) [155. TWG 2016].

Tabela 14.8 zawiera zestawienie konkretnych wartości referencyjnych emisji LZO dla różnych systemów malowania (dane z 2005 r.).

Tabela 14-8 Jednostkowe emisje LZO dla różnych systemów malowania, niektóre z nich z podstawowymi metodami ograniczenia emisji.

Technika aplikacji	Zawartość rozpuszczalnika (wt-%)	Metody ograniczania emisji	Emisje LZO (g/m ²) ⁽¹⁾
System malowania z wysokim udziałem rozpuszczalnika organicznego i natryskiwaniem	65	Brak	80-100
System malowania z wysokim udziałem rozpuszczalnika organicznego	65	Techniki aplikacji o podwyższonym współczynniku skuteczności (nakładanie wałkami, zalewanie, zanurzanie, natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie, natryskiwanie <i>airless</i>) oraz zasady dobrej praktyki w miejscu pracy.	40-60
System malowania z średnim udziałem rozpuszczalnika organicznego	20		10-20
System malowania z niskim udziałem rozpuszczalnika organicznego	5		2-5
⁽¹⁾ Liczby te zależą od ilości użytego materiału oraz tempa nakładania. Podane liczby dotyczą zwykłego tempa nakładania i są jedynie wskazówkami. Źródło: [5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]			

14.3.2.2. Emisje TVOC w gazach odlotowych

Dane dotyczące emisji TVOC w gazach odlotowych zostały przekazane przez dwie instalacje, które uczestniczyły w zbieraniu danych. Pierwszy zakład (linia lakiernicza na bazie poliestru do powlekania frontów kuchennych) (Zakład #141) zgłosił wartości emisji całkowitej LZO z wyjścia z dwóch systemów ograniczania emisji drogą utleniania termicznego, które wahają się od 4 mg C/Nm³ do 11 mg C/Nm³ (roczna częstotliwość monitorowania). W drugim zakładzie (zakład #177) ciągły monitoring emisji TVOC w gazach odlotowych uwalnianych z suszarek, lamp UV (używanych do utwardzania powłok) i piaskarek przyniósł średnie roczne wartości wahające się od 6.5 mg C/Nm³ do 9 mg C/Nm³. W przypadku drugiego zakładu zgłoszono również emisje pyłu w gazach odlotowych w zakresie od < 0.1 mg/Nm³ do 0,25 mg/Nm³ [155. TWG 2016] [221. Niemcy 2018].

14.3.2.3. Emisje do wody

Ilość ścieków powstających przy powlekanii drewna jest z reguły bardzo mała, ponieważ woda technologiczna krąży w obiegu zamkniętym. W przypadku powłok na bazie wody powstaje znaczna ilość ścieków, która w niektórych przypadkach przekracza pojemność obiegu zamkniętego instalacji natryskowej i wylewa się.

14.3.2.4. Wytwarzanie odpadów

[5. DFIU i in. 2002] [78. TWG 2005]

W przypadku powlekania elementów drewnianych profilowanych powłoka bazowa i nawierzchniowa są najczęściej наносzone metodą natryskową. W związku z tym w kabinach lakierniczych powstają straty spowodowane mgłą lakierniczą w postaci jednej z dwóch form odpadów:

- Jeżeli stosowana jest tzw. separacja mokra to mgła lakiernicza tworzy szlam malarski. Osad farby składa się z cząstek farby, niewielkich ilości rozpuszczalników organicznych, czynników koagulacyjnych oraz wody. Szlam malarski jest ogólnie uważany za odpad, który wymaga monitorowania. Generalnie materiał ten może być stosowany jako paliwo w specjalnych piecach do spalania odpadów (system spalania odpadów innych niż niebezpieczne).
- W przypadku suchej separacji mgły lakierniczej, zanieczyszczone maty filtracyjne z włókna szklanego muszą zostać usunięte. Przy spadku do określonej minimalnej prędkości przepływu powietrza, maty filtracyjne muszą być wymienione. Maty filtracyjne, zanieczyszczone zaschniętymi cząstkami farby, nie wymagają z reguły nadzoru i mogą być wykorzystywane jako paliwo w zwykłych spalarniach odpadów.

Zmieszane farby dwuskładnikowe nie mogą być poddane recyklingowi i są utylizowane. Rozpuszczalniki odzyskuje się z nieutwardzonych farb. Ponadto, zanieczyszczone rozpuszczalniki powstają podczas czyszczenia urządzeń do nakładania powłok, systemów transportowych, przewodów doprowadzających farbę, kabin lakierniczych i innych. Najczęściej środki czyszczące stosowane w przemyśle drzewnym są poddawane recyklingowi poprzez destylację i mogą być wykorzystywane jako środki czyszczące pochodzące z recyklingu. Podczas destylacji powstają resztki farby w postaci stałej, płynnej lub przypominającej pastę. Zanieczyszczony rozpuszczalnik, substancje stałe pochodzące z destylacji, wyschnięta farba oraz inne pozostałości i resztki, które nie są ponownie wykorzystywane, są usuwane, najczęściej jako odpady niebezpieczne.

Niebezpieczne właściwości osadów pochodzących z mgły lakierniczej były już przedmiotem analiz, ale w wielu przypadkach brakuje ogólnych danych na temat takich odpadów. Dlatego też bardzo ważna jest współpraca pomiędzy producentami farb lub lakierów, wytwórcami odpadów, organami ochrony środowiska oraz naukowcami i laboratoriami zajmującymi się odpadami. Na przykład w jednym z badań przeprowadzonych w Finlandii stężenia formaldehydu analizowano w oparciu o informacje otrzymane od producentów farb i lakierów. Uzyskano dane niezbędne do ogólnej oceny zagrożenia chemicznego i ekotoksykologicznego badanych pozostałości. Otrzymane wyniki potwierdziły korzyści płynące z połączenia badań chemicznych i ekotoksykologicznych w ocenie potencjalnego zagrożenia dla środowiska ze strony złożonych mieszanin organicznych występujących w resztkach z farb. Badania wykazały, że ilość pozostałości można zminimalizować poprzez zmniejszenie zawartości cieczy w odpadach po powlekanii metodą kurtyny wodnej, a zagrożenie z ich strony można zmniejszyć poprzez zmianę surowców w procesie malowania natryskowego na farby i lakiery zawierające mniej szkodliwe rozpuszczalniki. Wyniki badań dowiodły również, że składowanie na wysypiskach nie jest właściwą metodą utylizacji pozostałości z malowania powstałych w przemyśle meblarskim. Dla tego typu odpadów organicznych lepszą, alternatywną metodą utylizacji mogłoby być spalanie. Informacje dotyczące właściwości ekotoksykologicznych oraz wymywania nadmiaru pozostałości farby powstałych w różnych procesach malowania natryskowego pomogły producentom farb w rozwoju ich produktów a także umożliwiają producentom mebli wybór produktów bezpieczniejszych dla środowiska. Ponadto takie podejście do oceny zagrożeń pomoże producentom mebli udoskonalić proces malowania powierzchni przy produkcji mebli w celu zminimalizowania ilości oraz szkodliwości wytwarzanych odpadów.

14.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla powlekania powierzchni drewnianych

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do powlekania powierzchni drewnianych. W Tabeli 14.9 przedstawiono ogólne techniki istotne dla powlekania powierzchni drewnianych, które zostały opisane w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Dokument informacyjny EGTEI dotyczący innych sektorów powlekania (zob. załącznik 21.3.1) zawiera pewne dane na temat kosztów i korzyści niektórych technik redukcji emisji LZO na poziomie europejskim. Podejście EGTEI musi jednak z konieczności ograniczać swoją złożoność i podano jedynie kluczowe techniki bez uwzględnienia innych czynników BAT, takich jak oddziaływanie na procesy i środowisko, lub charakterystyki techniczne poszczególnych instalacji [89. EGTEI 2005].

Tabela 14-9 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

14.4.1. Minimalizacja zużycia surowców

14.4.1.1. Malowanie partiami/grupowanie kolorów

Ogólny opis tej techniki podano w sekcji 17.6.2.1.

Przykładowe zakłady

Zakład #141 w [155. TWG 2016].

14.4.1.2. Tłokowe systemy czyszczenia

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.2.4.2. W przemyśle meblarskim wzrasta zapotrzebowanie na meble lakierowane w indywidualnych i specjalnych kolorach, a co za tym idzie, na stosowanie tłokowych systemów czyszczenia.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002]

14.4.1.3. System mieszania *online* dla produktów dwuskładnikowych

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.2.4.1. Technika ta jest powszechnie stosowana.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003]

14.4.2. Techniki oparte na materiałach (w tym zastępowanie)

14.4.2.1. Powłoki, farby, lakiery, spoiwa i kleje na bazie wody

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.2. Stosowane są następujące systemy powlekania na bazie wody:

- bejca do drewna: 0 % rozpuszczalnika organicznego;
- bejca do drewna: 25-30 % rozpuszczalnika organicznego;
- powłoka bazowa i nawierzchniowa: 5-7 % rozpuszczalnika organicznego; konwencjonalny system suszenia.

Stosowane są również farby na bazie wody utwardzane promieniowaniem UV (ok. 2 % rozpuszczalnika organicznego) oraz farby dwuskładnikowe na bazie poliuretanu (ok. 9 % rozpuszczalnika organicznego).

Korzyści dla środowiska

Znacząca redukcja emisji LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Często konieczne jest dodatkowe szlifowanie i polerowanie po każdym etapie malowania, aby uzyskać gładką powierzchnię. W ten sposób powstaje więcej odpadów a także zużywa się więcej surowców.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie farb na bazie wody zależy od produktu, powierzchni, warstwy powłoki bazowej (podkładu), metody aplikacji, pożądanej jakości końcowej, dostępności produktów wysokiej jakości oraz segmentu produktów, na które firma jest ukierunkowana. Obecnie dostępność wysokiej jakości powłok nie jest wystarczająca.

Farby dwuskładnikowe mają szerokie zastosowanie w malarstwie, np. do trwałych powierzchni, takich jak wykładziny podłogowe czy fronty kuchenne.

Ekonomika

Konieczne mogą być następujące inwestycje:

- suszenie wymuszone (zwykle największa inwestycja);
- dodatkowa powierzchnia potrzebna na suszarkę, jak również większy magazyn pośredni dla pomalowanych detali, np. pomiędzy powtarzającymi się cyklami pracy;
- sprzęt ze stali nierdzewnej do przechowywania farb, sprzęt do obsługi wyposażenia itp.; standardowe gatunki stali mogą być używane do farb na bazie rozpuszczalników.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [96. Presti 2005]

14.4.2.2. Powlekanie proszkowe - konwencjonalnie suszone

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.6. Powłoki proszkowe z konwencjonalnym suszeniem konwekcyjnym stosuje się na płytach MDF i HDF (płyty pilśniowe o średniej i dużej gęstości). Obecnie nie nadają się one do malowania drewna, ze względu na wysokie temperatury potrzebne do suszenia oraz niską jakość uzyskiwanej powierzchni.

Korzyści dla środowiska

Zob. sekcja 17.7.2.6.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zob. sekcja 17.7.2.6.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nanoszenie proszku na płyty MDF do produkcji mebli telewizyjnych i biurowych odbywa się bez wcześniejszego gruntowania. Cała długość instalacji potrzebna do wstępnego podgrzania, powlekania, utwardzania i chłodzenia jest znacznie krótsza niż w przypadku instalacji konwencjonalnej: powlekanie odbywa się w jednym cyklu roboczym. Po etapach suszenia nie stosuje się procesów szlifowania.

Ze względu na bardzo niską przewodność elektryczną MDF, płyty te są wstępnie podgrzewane do 60-70 °C, zanim proszek zostanie naniesiony za pomocą elektrostatycznie wspomaganych pistoletów natryskowych. W tej temperaturze cząsteczki proszku przylegają do powierzchni MDF, tworząc warstwę farby, która jest utrwalana, a następnie suszona promieniami UV.

Niskotemperaturowe powłoki proszkowe, odpowiednie ogólnie dla podłoży drewnianych, są stosowane np. w Szwecji i Wielkiej Brytanii.

Ponowne wykorzystanie mgły lakierniczej nie jest możliwe w przypadku krótkich serii produkcyjnych i częstych zmian kolorów, co często ma miejsce przy produkcji mebli.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana tylko do płyt MDF oraz elementów niskiej jakości. Nie nadaje się do powlekania drewna litego lub powlekania fornirami.

Ekonomika

Dzięki recyklingowi i ponownemu wykorzystaniu proszku można osiągnąć znaczne oszczędności kosztów.

Przykładowe zakłady

Stilexo Industrial, Wielka Brytania.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [78. TWG 2005]

14.4.2.3. Powłoki, farby, lakiery, spoiwa i kleje utwardzane promieniowaniem UV

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.3.

Korzyści dla środowiska

Wodorozcieńczalne i bezrozpuszczalnikowe farby utwardzane radiacyjnie nie generują emisji LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Farby utwardzane promieniowaniem UV mogą być nakładane kilkoma różnymi technikami, takimi jak malowanie pędzlem, wałkiem, zalewanie, natryskiwanie i powlekanie próżniowe.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Powłoki na bazie wody utwardzane promieniowaniem UV są coraz częściej stosowane w malowaniu mebli i drewna. Farby na bazie wody utwardzane promieniowaniem UV są powszechnie stosowane do powlekania krzeseł, mebli skrzyniowych, biurowych i kuchennych, drzwi pokojowych, paneli, płyt wiórowych do mebli dziennych i sypialnych itp. Farby te mogą być stosowane do wszystkich warstw lakierniczych. Stosowanie produktów utwardzanych promieniowaniem UV jest możliwe, gdy płaskie panele mogą być powlekane oddzielnie, oraz gdy powłoka jest wykonywana przed złożeniem mebla. Powłoki utwardzane promieniowaniem UV mogą być stosowane w części stolarki i paneli wykończeniowych. Zastosowanie produktów utwardzanych podczerwienią jest mniej znane.

Przynajmniej jedna niemiecka i jedna fińska firma opracowały oddzielnie metodę utwardzania promieniowaniem UV w atmosferze obojętnej. Dzięki tej metodzie możliwe jest utwardzanie lakierów i farb UV na elementach 3D, takich jak zmontowane krzesła. Sprzęt i powłoki są już dostępne w handlu.

Przykładowe zakłady

Zakład #144 w [\[155. TWG 2016\]](#).

W przypadku powlekania 3D: Rippert GmbH, Niemcy, oraz Tikkurila Coatings Oy, Finlandia.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

W przypadku powlekania 3D: materiały konferencyjne RadTech 2005, www.tikkurila.fi.

14.4.3. Techniki nakładania farby oraz wykorzystywany sprzęt

14.4.3.1. Powlekanie wałkami

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.1.

Korzyści dla środowiska

W zależności od obrabianego przedmiotu oraz warunków procesu można osiągnąć skuteczność ok. 90-100 %. Oszczędność materiału może dochodzić do 40 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W większości przypadków stosuje się, z dobrymi wynikami, normalne powlekanie wałkiem, również na powierzchniach o zamkniętej strukturze porowej.

W 2002 roku wzrosło zapotrzebowanie na powłoki do podłoża o zamkniętej strukturze porów, takich jak buk, klon, grusza, brzoza i czereśnia. W przypadku oklein o najwyższej jakości było to dotychczas możliwe tylko przy zastosowaniu konwencjonalnego wałka lub natrysku. Jednak

zastosowanie podgrzewanych wałków wygładzających do nakładania powłoki bazowej wykazuje istotne zalety. Umożliwiają one wypełnienie i wygładzenie porowatych powierzchni bez nadmiaru materiału. Ponadto można wypełniać pęknięcia na powierzchni forniru i połączeń spoinowych, surowych płyt wiórowych, płyt MDF oraz innych płyt z materiałów drewnopochodnych. W ten sposób powstaje gładza powierzchnia, a drewno uzyskuje gładki i wypełniony wygląd.

Zalety te wynikają z przeciwnie obracających się, ogrzewanych wałków wygładzających, które obrabiają farbę UV nakładaną na powierzchnię detalu przez wałek aplikacyjny. W ten sposób farba zostaje wprowadzona na powierzchnię poddanego obróbce elementu. Dzięki temu wypełniane są także pory, pęknięcia forniru oraz łączenia. Podgrzanie wałka wygładzającego powoduje zmniejszenie kohezji w warstwie farby, dzięki czemu materiał pozostaje w wypełnionych porach. Dodatkowo farba wykazuje lepsze właściwości powlekające oraz tworzy gładką, równą powierzchnię.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Generalnie, techniki z użyciem wałków stosowane są do nakładania farb wodorozcieńczalnych oraz farb utwardzanych promieniowaniem UV. Stosuje się je głównie do płaskich detali, ale można również obrabiać produkty lekko zakrzywione, takie jak panele drewniane. W zależności od typu maszyny można obrabiać materiały o gramaturze od 25 do 60 g/m². Powlekarki rewersyjne mają zastosowanie tylko do płaskich elementów i dlatego są stosowane głównie do płyt z drewna. W przypadku bardziej zakrzywionych powierzchni, nakłada się szpachlę za pomocą urządzeń obsługiwanych ręcznie np. szpachelek.

Ekonomika

Lekka maszyna wypełniająca stosowana do powlekania drewna i mebli, o szerokości roboczej 1.3 m i mocy 5.5 kW kosztowała w 2000 r. 55 000 EUR. Maszyna stosowana do powlekania drewna i mebli, na przykład z wałkiem piankowym, o szerokości roboczej 1.3 m i mocy 3 kW, kosztowała w 2005 r. około 30 000 EUR. Również w 2005 r. maszyna stosująca dwa walce (podwójny system rolek) o tej samej szerokości roboczej i mocy 6 kW kosztowała 60 000 EUR.

Przykładowe zakłady

Zakład #141 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

14.4.3.2. Powlekanie kurtyną

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.4. Powlekanie kurtyną jest powszechnie stosowane do malowania drzwi, elementów ściennych i innych płyt. Stosuje się głównie lakiery bezrozpuszczalnikowe na bazie poliestru, ale można również używać innych rodzajów materiałów powłokowych. Dzięki powlekanii kurtyną można uzyskać wysoką jednorodność grubości warstwy.

Korzyści dla środowiska

W zależności od obrabianego przedmiotu oraz warunków procesu można osiągnąć efektywność wykorzystania materiału wynoszącą około 90-98 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W porównaniu z nakładaniem wałkami obrabiane elementy drewniane nie muszą być absolutnie gładkie. W urządzeniu do powlekania kurtyną użyty materiał do malowania jest pompowany do zbiornika wlewowego, skąd powłoka jest odprowadzana w postaci cienkiej warstwy laminy. Przez tą warstwę przepuszczane są elementy, które mają zostać powleczone. Nadmiar materiału do malowania jest zbierany w zbiorniku i pompowany z powrotem do zbiornika głównego. Osiągana jest efektywność wykorzystania materiału do malowania na poziomie ok. 95 %. Wszystkie rodzaje farb i lakierów mogą być наносzone tą techniką.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W procesie powlekania kurtyną powlekane są gładkie lub prawie gładkie przedmioty. W zależności od typu maszyny można stosować aplikacje o gramaturze od 60 do 250 g/m².

Ekonomia

Instalacja odlewnicza stosowana do drewna i powłok meblowych o szerokości roboczej 1.3 metra i mocy 3 kW kosztowała w 2000 roku 35 000 euro.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [78. TWG 2005]

14.4.3.3. Zalewanie

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 0.

Korzyści dla środowiska

W zależności od obrabianego przedmiotu oraz warunków procesu można osiągnąć efektywność wykorzystania na poziomie 95-99 %. W porównaniu do aplikacji zanurzeniowej straty na skutek odparowania są wyższe.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W instalacjach do powlekania metodą zalewania obrabiane elementy są transportowane za pomocą przenośników do zamkniętych kanałów. Tam detale są zalewane farbą przez rury wtryskowe. Nadmiar materiału jest odprowadzany przez dno kanału i ponownie wykorzystywany.

Gramatura nakładania mieści się w przedziale od 60 do 200 g/m².

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Proces ten jest szczególnie odpowiedni dla elementów drewnianych, które mają tendencję do unoszenia się na wodzie. Nadaje się do produkcji seryjnej i większych detali o dużej powierzchni, bez znacznej ilości zmian koloru.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002]

14.4.3.4. Rozpylanie wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe (HVLP)

Zob. sekcja 17.7.3.10. Jest to technika powszechnie stosowana w przypadku bejc o niskiej lepkości i coraz częściej w przypadku innych systemów malowania [5. DFIU i in. 2002].

14.4.3.5. Natrysk powietrzny lub *airless* wspomagany elektrostatycznie

Opis

W tej technice farba jest rozpylana w polu elektrycznym, zob. sekcja 17.7.3.12. Natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie może być stosowane w przypadku obróbki materiałów o większej przewodności elektrycznej, takich jak lite drewno do produkcji okien, krzeseł i stojaków. Technika ta nadaje się również do nakładania powłok proszkowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Podczas nakładania powłok proszkowych, ze względu na bardzo niską przewodność elektryczną MDF, płyty są wstępnie podgrzewane do 60-70 °C, zanim proszek zostanie nałożony za pomocą natrysku wspomaganego elektrostatycznie. W tej temperaturze cząsteczki proszku przylegają do powierzchni MDF, tworząc warstwę farby, która jest utrwalana, a następnie suszona promieniami UV.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Efekt klatki Faradaya (puszki Faradaya) uniemożliwia cząsteczkom farby dotarcie do pustych przestrzeni. Wilgotność drewna musi wynosić co najmniej 10 %, aby uzyskać wystarczającą przewodność przedmiotu obrabianego.

Przykładowe zakłady

Zakład #141 (natryskiwanie *airless* z kształtowaniem strumienia powietrza i ładowaniem elektrycznym) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[96. Presti 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

14.4.4. Kabiny lakiernicze (natryskowe)

14.4.4.1. Kabina lakiernicza z separacją na mokro

Opis

Zob. sekcję 17.10.4.1. Jest to kabina lakiernicza ze stali nierdzewnej wyposażona w natrysk wodny z tyłu i ewentualnie z boków, w celu zmniejszenia mgły lakierniczej. Kabiny tego typu są powszechnie stosowane i wyposażone w kaskady, lub woda krąży w obiegu z flotacją powietrza i recyklingiem farby.

Ekonomika

Koszty zakupu kabiny lakierniczej z separacją na mokro o mocy 13 kW i wydajności powietrza 7 000 m³/h wyniosły w 2002 r. według doniesień 150 000 EUR.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#)

14.4.5. Suszenie/utwardzanie

14.4.5.1. Suszenie/utwardzanie konwekcyjne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.6.

Przykładowe zakłady

Zakład #141 w [\[155. TWG 2016\]](#).

14.4.5.2. Suszenie/utwardzanie mikrofalowe

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.3.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Suszarka mikrofalowa nie jest odpowiednia dla grubych elementów (> 20 cm). Technika ta nie jest powszechnie stosowana w Europie.

Ekonomika

Koszty instalacji (bez podłączenia itp.) wynoszą od 55 000 do 100 000 EUR (12 kW) (dane z 2006 r.).

Przykładowe zakłady

Jedna instalacja eksperymentalna w Norwegii. Szacuje się, że zużycie energii jest o 10-30% wyższe niż w przypadku tradycyjnych technik (IR, gorące powietrze).

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [95. CEI-BOIS 2006] [96. Presti 2005]

14.4.5.3. Suszenie/utwardzanie przy użyciu wysokiej częstotliwości (HF)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.3. Dzięki szybkiemu odparowywaniu wody znacznie zmniejsza się zjawisko nappingu włókien drewna oraz ilość powstającego pyłu. Wykończenie paneli odbywa się za pomocą produktów utwardzanych promieniowaniem UV, co wymaga innych rodzajów suszarek.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

14.4.5.4. Suszenie/utwardzanie promieniowaniem podczerwonym

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.1. Technika ta jest stosowana w połączeniu z suszarkami z powietrzem obiegowym. Promieniowanie podczerwone może powodować zmiany w drewnie.

Przykładowe zakłady

Zakład #141 (w przypadku farby poliestrowej) w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [155. TWG 2016]

14.4.5.5. Utwardzanie promieniami bliskiej podczerwieni (NIR)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.1. Technika ta jest powszechnie stosowana, ponieważ jest bardzo odpowiednia dla materiałów wrażliwych na ciepło, takich jak drewno, ze względu na bardzo krótkie (1-5 sekund) czasy utwardzania. Z techniki NIR korzysta się zazwyczaj podczas utwardzania powłok proszkowych, a także farb na bazie wody. W przypadku powłok na drewnie, technika NIR daje najkrótsze czasy suszenia i cyklu [5. DFIU i in. 2002].

14.4.5.6. Utwardzanie promieniami ultrafioletowymi (UV)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.4. Technika ta jest szeroko stosowana do suszenia pomalowanych mebli, zwłaszcza ich części płaskich. Podłoża drewniane lub plastikowe mogą

wykazywać żółknięcie i stać się łamliwe. Istnieje również technika komercyjna do utwardzania powłok UV w 3D, zob. sekcja 14.4.2.3 [5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003].

Przykładowe zakłady

Zakłady #177 (dla powłok UV) i #141 (dla lakierów UV) w [155. TWG 2016].

14.4.5.7. Utwardzanie wiązką elektronów (EB)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.5.5. Technika ta wymaga specjalnej, bezrozpuszczalnikowej substancji powlekającej. Ze względu na wysokie koszty inwestycyjne, jest obecnie stosowana tylko w przypadku powlekania dużych powierzchni.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [57. VDI 2005]

14.4.5.8. Suszenie/utwardzanie kombinowaną techniką konwekcji i promieniowania IR

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.4. Technika ta jest stosowana przy powlekanii powierzchni drewnianych. Powlekane podłoże powinno być odporne na działanie wysokich temperatur.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

14.4.6. Przetwarzanie gazu odlotowego

14.4.6.1. Separacja mgły lakierniczej na sucho

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.4.4. W przemyśle drzewnym i meblarskim powszechnie stosuje się filtry zatrzymujące farbę w tym filtry papierowe. Za pomocą tej techniki uzyskuje się na ogół wartości emisji pyłu wynoszące 3 mg/m³ lub mniej. Zgłoszone poziomy emisji pyłu dla jednego zakładu w Niemczech są niższe niż 0.25 mg/Nm³ (zob. również sekcja 14.3.2.2).

Literatura źródłowa

[27. VITO 2003] [137. CEI-BOIS 2006] [155. TWG 2016]

14.4.6.2. Filtr elektrostatyczny (elektrofiltr)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.4.5. Technika ta jest stosowana w kabinach lakierniczych. Nie udostępniono jednak żadnych informacji na temat sposobu przetwarzania ścieków i gazów odlotowych. Technika ta jest czasami uważana za nieekonomiczną dla tego sektora.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

14.4.6.3. Płukanie na mokro

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.4.2. Technika ta jest stosowana w kabinach lakierniczych. Nie udostępniono jednak żadnych informacji na temat sposobu przetwarzania ścieków i gazów odlotowych. Nie podano żadnych istotnych danych dotyczących osiągniętych poziomów emisji.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [38. TWG 2004] [137. CEI-BOIS 2006]

14.4.6.4. Oczyszczanie biologiczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.7. W Niemczech tylko jeden zakład wyposażony jest w system biofiltracji, w celu redukcji odoru [5. DFIU i in. 2002].

14.4.6.5. Utlenianie termiczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.5.2.

Technika ta może być uważana za nieopłacalną, gdy stężenia LZO są niskie i/lub przepływy gazu wysokie, ze względu na duże koszty inwestycyjne i operacyjne (dodatkowy wsad ciepła, zużycie energii elektrycznej przez wentylatory). Wiele zakładów przemysłu drzewnego pracuje w sposób nieciągły, jedno- lub dwuzmianowy. To sprawia, że trudno jest osiągnąć stałe warunki, gdyż bezwładność cieplna po schłodzeniu zmniejsza wydajność cieplną, a niektóre instalacje posiadają skomplikowane urządzenia sterujące procesem, które potrzebują czasu na ustabilizowanie się po rozruchu lub regulacji. Ponadto ładunki LZO w strumieniach gazów odlotowych mogą być nieregularne podczas dniówki.

Technikę tą można jednak rozważyć, gdy nie ma alternatywy dla stosowania powłok o wysokiej zawartości rozpuszczalników. Proste utlenianie termiczne dobrze nadaje się do zastosowań okresowych oraz przepływów $< 2\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$, chociaż problemem mogą być zmienne ładunki LZO (zob. załącznik 21.6) [5. DFIU i in. 2002] [96. Presti 2005].

Technika ta została zgłoszona przez jeden zakład, znajdujący się w zbiorze danych, i jest stosowana do przetwarzania gazów odlotowych z kabin lakierniczych i pieców suszących [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [96. Presti 2005] [155. TWG 2016]

14.4.7. Przetwarzanie ścieków

14.4.7.1. Przetwarzanie ścieków z kabin lakierniczych z separacją na mokro

Aby zapoznać się z opisem kabiny lakierniczej z separacją na mokro, zob. sekcja 17.10.4.1. W sekcji 17.11 opisano opcje przetwarzania ścieków.

14.4.7.2. Ultrafiltracja i nanofiltracja

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.11.4.3. Stosuje się kabiny lakiernicze z separacją na mokro, które są wyposażone w urządzenie do ultrafiltracji celem oddzielenia i odzyskania materiału do malowania. Technika ta jest czasami uważana za nieekonomiczną dla tego sektora.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

14.4.8. Przetwarzanie odpadów

14.4.8.1. Odzyskiwanie zużytych rozpuszczalników poprzez zastosowanie destylacji

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.12.3.1.2. Odzysk środków czyszczących jest powszechnie stosowany, np. przy powlekanii drewnianych mebli kuchennych i łazienkowych.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [5. DFIU i in. 2002] [26. CITEPA 2003] [6. DFIU i in. 2002]

15. KONSERWACJA DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI

15.1. Ogólne informacje dotyczące konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi

Wiele gatunków drewna posiada twardziel o niewystarczającej lub żadnej naturalnej odporności na działanie organizmów ją niszczących. Twardziel taka będziegniła (atakowana przez grzyby niszczące drewno), gdy jest wilgotna. W wielu zastosowaniach końcowych twardziel będzie atakowana przez chrząszcze i termyty niszczące drewno. Drewno znajdujące się w morzu jest podatne na uszkodzenia przez zwierzęta morskie i grzyby. Drewno białe wszystkich gatunków jest podatne na atak wszystkich organizmów i grzybów je niszczących. W przypadku, gdy naturalne składniki ochronne są niewystarczające lub nie występują w ogóle, drewno i produkty z drewna poddawane są działaniu środków konserwujących, które chronią je przed szkodliwym działaniem grzybów, bakterii, owadów, wody, warunków atmosferycznych lub ognia, zapewniając długotrwałe zachowanie integralności strukturalnej oraz zwiększając odporność.

Drewno lub produkty z drewna poddane działaniu środków konserwujących (ochronnych) można znaleźć na przykład w sektorze budowlanym (drewniane kraty, mosty, domki górskie lub schroniska itp.), w ogrodnictwie i architekturze krajobrazu (płoty, łuki itp.), a także w rolnictwie (palach do uprawy owoców i winorośli), zabawkach i wyposażeniu placów zabaw, barierach przeciwlawinowych i dźwiękochłonnych, podkładach kolejowych czy słupach telegraficznych. W zależności od miejsca zastosowania drewna, definiuje się klasy użytkowania w zakresie od 0 do 5. W przypadku klas od 1 do 4 wzrasta ryzyko zawilgocenia drewna i związanego z tym ryzyka wystąpienia zgnilizny grzybowej.

Impregnacja drewna może odbywać się w wyspecjalizowanych firmach, jako część produkcji w tartakach (przy czym tartaki oferują nie tylko tarcicę, ale również drewno impregnowane) lub w innych gałęziach przemysłu drzewnego, np. przy produkcji okien i drzwi.

W Europie szacuje się, że istnieje około 250 zakładów o zdolności produkcyjnej przekraczającej 75 m³ na dobę [148. COM 2009]. Brakuje jednak dokładnych danych liczbowych na temat wielkości, produkcji, zatrudnienia lub bilansu handlowego tego sektora w UE. Wyniki procesu gromadzenia danych przeprowadzonego w ramach przygotowań do potencjalnego przeglądu Dyrektywy IPPC (*Gromadzenie danych oraz ocena skutków na potrzeby ewentualnego przeglądu technicznego Dyrektywy IPPC - część 2, arkusz informacyjny B5: Konserwacja drewna, 2007*) przedstawiono w Tabeli 15.1.

Tabela 15-1 Wyniki ankiety dotyczącej liczby i wielkości zakładów do konserwacji/impregnacji drewna.

Państwo	Liczba zakładów	< 50 m ³ /dobę	50-100 m ³ /dobę	> 100 m ³ /dobę
Austria	3 ⁽¹⁾	NI	NI	NI
Republika Czeska	55	53	1	1
Węgry	7	NI	NI	NI
Łotwa	17	12	2	3
Razem	82	65	3	4

⁽¹⁾ Instalacje do konserwacji/impregnacji drewna o zużyciu rozpuszczalnika organicznego przekraczającym 25 ton rocznie.
 Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
 Źródło: [228. IEEP i in. 2007]

Otrzymano tylko jedną odpowiedź na kwestionariusz wysłany do 10 międzynarodowych dostawców środków do konserwacji drewna (od dostawcy kreozotu). Wyniki przedstawiono w Tabeli 15.2. Dają one jednak tylko bardzo niepełny obraz sytuacji. Informacje dotyczą jedynie instalacji stosujących kreozot w niektórych zachodnioeuropejskich państwach członkowskich. Spośród tych instalacji 60 % przetwarza mniej niż 50 m³ drewna na dobę. Nie uzyskano żadnych dodatkowych informacji na temat instalacji stosujących środki konserwujące na bazie wody lub lekkich rozpuszczalników organicznych, ani na temat sytuacji w innych częściach Europy.

Tabela 15-2 Oszacowanie liczby oraz wielkości instalacji do konserwacji drewna w UE na podstawie danych jednego dostawcy kreozotu.

Państwo	Liczba zakładów	< 50 m ³ /dobę	50-100 m ³ /dobę	> 100 m ³ /dobę
Austria	1	0	0	1
Belgia	2	1	1	0
Francja	1	0	1	0
Niemcy	7	6	1	0
Irlandia	1	0	0	1
Holandia	1	1	0	0
Wielka Brytania	4	3	0	1
Razem	17	11	3	3

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [228. IEEP i in. 2007]

Na podstawie analizy sprawozdań z wykonania Dyrektywy w sprawie emisji rozpuszczalników (SED) przedłożonych przez państwa członkowskie uzyskano Tabelę 15.3. Tabela ta jest niekompletna, ponieważ przedstawia jedynie te instalacje, które impregnują drewno przy rocznym zużyciu rozpuszczalnika równym lub większym niż 25 t.

Tabela 15-3 Istniejące instalacje do impregnacji drewna objęte art. 2 ust. 2 Dyrektywy SED, lata 2003-2004.

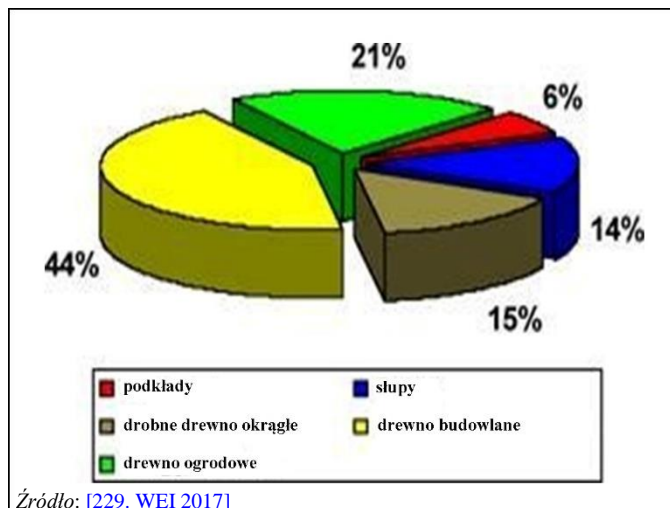
Państwo	Liczba instalacji
Austria	3
Belgia	1
Dania	3
Finlandia	0
Francja	648
Niemcy	10
Grecja	4
Irlandia	72
Włochy	NI
Luksemburg	0
Holandia	0
Portugalia	0
Hiszpania	4
Szwecja	NI
Wielka Brytania	17
Razem	762

Uwagi: NI - nie dostarczono danych.
Źródło: [228. IEEP i in. 2007]

Drewno impregnowane ciśnieniowo

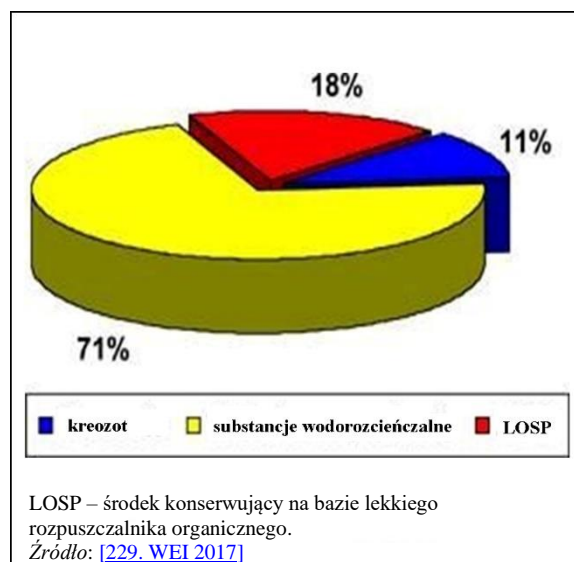
Europejski przemysł konserwacji drewna dostarcza rocznie około 6.5 mln m³ drewna impregnowanego ciśnieniowo do zastosowań w przemyśle drzewnym, budownictwie,

architekturze krajobrazu, przemyśle rekreacyjnym, rolnictwie, przemyśle morskim, kolejnictwie, telekomunikacji, wytwarzaniu i dystrybucji energii elektrycznej. Jak pokazano na Ilustracji 15.1, 44 % produkcji (drewna impregnowanego ciśnieniowo) jest wykorzystywane jako drewno budowlane, 21 % jako drewno ogrodowe, 15 % jako drobne drewno okrągłe, 14 % jako słupy i 6 % jako podkłady kolejowe [229. WEI 2017].



Ilustracja 15-1 Produkcja europejskiego przemysłu impregnacji drewna sklasyfikowana według rodzajów produktów.

W sumie 71 % drewna jest impregnowane środkami konserwującymi na bazie wody, 11 % kreozotem, głównie słupy i podkłady kolejowe, a 18 % środkami konserwującymi na bazie rozpuszczalników, głównie drewno budowlane, takie jak stolarka okienna i drzwiowa (zob. Ilustracja 15.2). Impregnacja kreozotem zasadniczo zmniejsza się ze względu na przepisy dotyczące jego stosowania oraz ze względu na nowe produkty niedrewniane, np. stosowanie betonowych podkładów na nowych liniach kolejowych. Jednak w przypadku słupów, w Europie odnotowano zwiększone wykorzystanie kreozotu do ich impregnacji, przy czym znaczna ich liczba jest eksportowana do krajów spoza UE [229. WEI 2017].



Ilustracja 15-2 Produkcja europejskiego przemysłu ochrony drewna skategoryzowana według rodzaju środka konserwującego.

Przedstawiono jedynie ograniczone informacje na temat całkowitej liczby zakładów w tym ich liczby podlegającej Dyrektywie IED w UE. W przedstawionych danych często brakuje informacji

na temat rodzaju stosowanego środka konserwującego (na bazie wody, rozpuszczalnika lub kreozotu) lub odnoszą się one do danych szacunkowych. Tylko kilka państw członkowskich przekazało informacje (dane statystyczne) na temat swojego przemysłu konserwacji drewna [[229. WEI 2017](#)].

Tabela 15.4 zawiera przegląd dostępnych informacji na temat sektora konserwacji drewna w państwach członkowskich UE.

Tabela 15-4 Liczba zakładów WPC (ogółem) oraz zakładów WPC o zdolności produkcyjnej > 75 m³ według rodzaju środka konserwującego, zgłoszonych przez państwa członkowskie UE (stan na 5/2017).

Państwo członkowskie	Liczba zakładów WPC / IED ⁽¹⁾	Środki konserwujące na bazie wody (WB)	Środki konserwujące na bazie rozpuszczalnika (SB)	Kreozot (C)	Środki konserwujące mieszane WB-C	Środki konserwujące mieszane SB-C	Środki konserwujące mieszane WB-SB
		Liczba zakładów WB / IED	Liczba zakładów SB / IED	Liczba zakładów C / IED	Liczba zakładów WB-C / IED	Liczba zakładów SB-C / IED	Liczba zakładów WB-SB / IED
Austria	NI / 0	NI / 0	NI / 0	NI / 0	NI	NI	NI
Belgia ⁽²⁾	9 / 8	4 / 3	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	NI
Bułgaria	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Chorwacja	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Cypr	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Republika Czeska	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Dania	NI / 2	NI / 2	0	0	NI	NI	NI
Estonia	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Finlandia	21 / 7-11*	18 / 4-8	NI	1 / 1	2 / 2	NI	NI
Francja	NI / zidentyfikowanych 36 (60-100*)	NI / 30* (inne)	NI / 30* (inne)	NI / 6*	NI	NI	NI
Niemcy	NI / 0-25*	60-120 / 0-25	0	2 / 0	3/0	0/0	0/0
Grecja	NI	NI	NI	NI / 1	NI	NI	NI
Węgry	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Irlandia	20 / 8	NI	1 / 1	NI	NI	1 / 1	NI
Włochy	NI / 2	NI / 2	NI	NI	NI	NI	NI
Łotwa	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Litwa	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Luksemburg	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Malta	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Holandia	2 / NI	NI	0	2 / NI	NI	NI	NI
Polska	NI	NI	NI	/	NI	NI	NI
Portugalia	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Rumunia	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Słowacja	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Słowenia	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Hiszpania	NI	68 / 0	78 / 0	3 / 0	NI	NI	NI
Szwecja	70* / 29*	NI / 25*	NI / 1*	0* / 0*	0* / 2*	0* / 0*	NI / 1*
Wielka Brytania	NI	NI / 160*	NI / 35*	NI / 5*	NI	NI	NI

(¹) Zakłady IED to zakłady przekraczające próg określony w Dyrektywie IED, załącznik I, 6.10, tj. zakłady o zdolności produkcyjnej > 75 m³ drewna na dobę. (Nie przedstawiono informacji o zakładach WPC będących zakładami IED z powodu przekroczenia odpowiednich progów określonych w Dyrektywie IED, załącznik I, 6.7 (wydajność zużycia rozpuszczalnika > 150 kg/h lub 200 t/rok)).

(²) Zgłoszono jeden zakład IED (> 75 m³) stosujący nieznaną rodzaj środka konserwującego.

* Dane szacunkowe.

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.

Źródło: [161. TWG 2015] [212. TWG 2018]

Wpływ na środowisko

Kwestie środowiskowe związane z konserwacją drewna środkami chemicznymi są silnie związane z chemikaliami, które są stosowane do impregnacji drewna. Stosuje się środki konserwujące na bazie wody, oleju smołowego (kreozot) lub rozpuszczalników. Impregnacja drewna potencjalnie powoduje emisje do powietrza, uwalnianie substancji niebezpiecznych do wody oraz ryzyko skażenia gleby/wód gruntowych. Ponadto należy wziąć pod uwagę aspekty energetyczne oraz wytwarzanie odpadów.

Emisje w gazach odlotowych

Główna emisja w gazach odlotowych spowodowana jest zawartością rozpuszczalników w środkach konserwujących na bazie rozpuszczalników i kreozotu (lotne związki organiczne (LZO)). Aerozole i opary mogą być emitowane podczas procesów załadunku, magazynowania, obsługi i mieszania z udziałem rozpuszczalników organicznych i produktów zawierających rozpuszczalniki organiczne, jak również podczas postępowania z roztworami konserwującymi.

Emisje w gazach odlotowych są na ogół nieciągłe, co wynika z procesów wsadowych prowadzonych w zakładach WPC. Głównym źródłem emisji aerozoli z procesu konserwacji (ciśnieniowej) może być otwarcie drzwi zbiornika po zakończeniu cyklu obróbki. Podczas konserwacji mogą wystąpić dodatkowe emisje oparów ze zbiornika obróbki podczas wstępnego etapu odsysania, zalewania w warunkach odsysania, upustu ciśnienia i przedmuchu oraz końcowego etapu odsysania. Większość emisji rozproszonych występuje na etapach suszenia, ponieważ drewno poddane działaniu środków na bazie rozpuszczalnika lub kreozotu jeszcze przez pewien czas emituje do powietrza LZO.

Operacje czyszczenia przy użyciu płynów czyszczących na bazie rozpuszczalników organicznych oraz postępowanie z odpadami rozpuszczalników organicznych czy odpadami zanieczyszczonymi rozpuszczalnikami organicznymi i ich magazynowanie mogą również powodować emisję LZO.

Ze względu na skład środka konserwującego, emisja WWA (w tym benzo(a)pirenu) do powietrza i nieprzyjemny zapach stanowią problem w przypadku zakładów produkujących oraz stosujących kreozot. Stosowanie środków konserwujących na bazie wody może powodować emisje do powietrza, takie jak amoniak (jeśli jest obecny w używanym środku konserwującym).

Ruch drogowy na terenie zakładu oraz procesy spalania wykorzystywane do produkcji ciepła lub pary mogą powodować emisje do powietrza (CO, CO₂, NO_x, SO₂ oraz pył). W przypadkach, gdy utlenianie termiczne gazów odlotowych zawierających LZO jest stosowane jako oczyszczanie na końcu rury, to też przyczynia się do emisji do powietrza.

Emisje do wody

Stosowanie niebezpiecznych substancji chemicznych jako środków do konserwacji drewna wiąże się z ryzykiem emisji tych substancji do wody. Krople i wycieki z każdego miejsca, gdzie środki ochrony drewna są dostarczane, magazynowane, mieszane, przenoszone lub stosowane oraz ze świeżo zaimpregnowanego drewna mogą mieszać się z wodami opadowymi i doprowadzać do skażenia wód powierzchniowych i gruntowych. Zanieczyszczenie zależy od użytych chemikaliów i ich składu. Do substancji, które mogą być emitowane w procesie konserwacji drewna należą: sole miedzi, amoniak, biocydy organiczne, kreozot (w skład którego wchodzi takie substancje jak toluen, ksylen i wielopierścieniowe związki aromatyczne) [komentarz WEI/EWPM #64 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Procesy impregnacji przy użyciu koncentratów solnych lub emulsyjnych na bazie wody są w zasadzie procesami bezściekowymi. Aby zapobiec przedostawaniu się kondensatów i wody chłodzącej z instalacji impregnacyjnej lub wód powierzchniowych zanieczyszczonych wodnymi

środkami konserwującymi do gleby, wód gruntowych lub przyległych cieków wodnych, stosuje się systemy wtórnej izolacji i recyrkulacji. Zebrana lub zatrzymana woda może być zawracana do procesu produkcyjnego (obieg zamknięty).

W instalacjach obróbki ciśnieniowej wykorzystujących oleje impregnujące (kreozot) powstają strumienie ścieków w postaci kondensatów, zarówno podczas obniżania ciśnienia w zbiorniku obróbki, jak i podczas okresów podciśnienia. Kondensaty są zbierane, osiadają i są oczyszczane w filtrze z węglem aktywnym. Przetworzona woda jest albo ponownie wykorzystywana (obieg zamknięty), albo odprowadzana do publicznej sieci kanalizacyjnej [[230. VDI 2014](#)] [[231. Niemcy 2013](#)].

Kondensaty z procesów parowania i suszenia, o ile nie są recyrkulowane do procesu, mogą prowadzić do emisji ścieków.

Odór

Emisje odorów związane są głównie z instalacjami stosującymi kreozot ze względu na obecność naftalenu. W przypadku impregnacji na bazie wody, użycie środków amoniakalnych może czasami powodować pewne oddziaływanie zapachowe na środowisko.

Zanieczyszczenie gleby i wód gruntowych

Jeśli chodzi o potencjalne emisje do wody, obszary dostaw, magazynowania, mieszania, przenoszenia, obsługi i składowania świeżo zaimpregnowanego drewna niosą ze sobą ryzyko zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych, o ile dojdzie do wycieków i rozlewów, które nie zostaną odpowiednio zebrane. Zapobieganie wyciekom i przypadkowym rozlewom jest uważane za główny problem w sektorze WPC.

Odpady

Zakłady impregnacji drewna mogą wytwarzać stosunkowo niewielkie ilości różnego rodzaju odpadów niebezpiecznych oraz innych niż niebezpieczne. Odpady inne niż niebezpieczne obejmują nieprzetworzone odpady drewniane i niezanieczyszczone opakowania. Odpady niebezpieczne mogą obejmować przeterminowane i skażone chemikalia, zbędne roztwory konserwujące, opakowania po chemikaliach, skażone materiały do wycierania, trociny lub inne materiały używane do usuwania wycieków, środki absorpcyjne, osad i gruz ze zbiorników i urządzeń technologicznych itp.

Energia

Najbardziej energochłonnym procesem jest impregnacja pod ciśnieniem (pompy ciśnieniowe/próżniowe) oraz ogrzewanie kreozotu.

Hałas

Hałas może wynikać z działań związanych z konserwacją drewna, głównie z ruchu i załadunku/rozładunku lub mechanicznej obróbki drewna. Pompowanie do silosów z cystern samochodowych może powodować zakłócenia, takie jak hałas pomp czy rezonans w rurociągach.

15.2. Stosowane w konserwacji drewna i wyrobów z drewna środkami chemicznymi procesy i techniki

15.2.1. Przegląd

Procesy obróbki drewna i produktów drewnianych można podzielić na kategorie ze względu na sposób nakładania środka konserwującego (proces bezciśnieniowy lub ciśnieniowy) i/lub ze względu na rodzaj stosowanego środka konserwującego (środki konserwujące na bazie wody, rozpuszczalników lub kreozotu).

Procesy bezciśnieniowe obejmują procesy zanurzeniowe (impregnacja nieckowa oraz kąpiele gorące-zimne) a także obróbkę powierzchniową (taką jak malowanie pędzlem, natryskiwanie, zalewanie i krótkie zanurzanie (czasowe zatapianie)).

Procesy ciśnieniowe obejmują szereg procesów opartych na obróbce w autoklawie, różniących się głównie kolejnością i liczbą etapów wysoko- i niskociśnieniowych (próżniowych) stosowanych podczas procesu impregnacji. Procesy obecnie stosowane komercyjnie to:

- wysokoociśnieniowe:
 - proces impregnacji pełnokomórkowej/próżniowo-ciśnieniowy (proces Bethella);
 - proces zmiennociśnieniowy (proces Henrikssona);
 - zmodyfikowany proces zmiennociśnieniowy (proces Hamburgera);
 - proces Ruepinga;
 - podwójny proces Ruepinga;
- niskociśnieniowe:
 - proces przy ciśnieniu obniżonym dwa razy;
 - zmodyfikowany proces Lowry'ego.

Konserwacja drewna środkami na bazie wody (WB)

Środki do konserwacji drewna na bazie wody obejmują sole boru (bor nieorganiczny), sole quat (czwartorzędowe związki amonowe), preparaty quat-boron (z borem i czwartorzędownymi związkami amonowymi), preparaty z miedzią bezchromową (Cu-boron i Cu-HDO, związki Cu, związki boru i triazolu, Cu-quat) oraz preparaty zawierające kombinacje substancji organicznych (na przykład triazole, karbaminian i pyretroidy) [231. Niemcy 2013].

Miedziano-organiczne środki konserwujące są generalnie odpowiednie dla klas użytkowania od 1 do 4 i są nakładane przy użyciu procesów wysokociśnieniowych. Nadają się do sytuacji, w których drewno jest narażone na wysokie ryzyko ataku biologicznego, np. ogrodzenia, płyty brzegowe ścieżek, drewno osadzone w murze. Obróbka powoduje pęcznienie drewna, wypiętrzanie słoików i może powodować pewne odkształcenia [232. WPA 2012].

Organiczne środki konserwujące nadają się do klasy użytkowania 3 (niepowleczone i powleczone), najlepiej do zewnętrznych elementów krajobrazowych i drewna okładzinowego, ale mogą być również stosowane do klas użytkowania 1 i 2. Nakłada się je za pomocą procesów wysokociśnieniowych. Obróbka powoduje pęcznienie drewna, wypiętrzanie słoików i może powodować pewne odkształcenia [232. WPA 2012].

Mikroemulsje (na bazie wody) są generalnie ograniczone do klas użytkowania 1, 2 i 3 (powleczone) i idealnie nadają się do drewna budowlanego stosowanego wewnątrz pomieszczeń.

Są one zwykle nakładane w procesach niskociśnieniowych (podwójnie obniżone ciśnienie). Chociaż są na bazie wody, obróbka ma niewielki wpływ na wymiary drewna, ale może prowadzić do wypiętrzania słoju. Mikroemulsje na bazie wody mogą być stosowane na elementach stolarki, gdzie wygląd powierzchni nie jest najważniejszy. W przypadku zastosowania wysokiego ciśnienia, obróbka powoduje pęcznienie drewna, wypiętrzanie słoju i może powodować pewne odkształcenia [232. WPA 2012].

Produkty na bazie wody zawierające arsen miedziowo-chromowy (CCA) były w przeszłości stosowane jako środki konserwujące. Od 2006 r. CCA nie jest już dopuszczony do stosowania w UE jako biocyd (zgodnie z Dyrektywą 98/8/WE) [148. COM 2009]. Również pentachlorofenol (PCP) - który był stosowany jako środek konserwujący - został zakazany na mocy Konwencji sztokholmskiej dotyczącej trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) (zmiana z 2015 r.).

Konserwacja drewna środkami ochronnymi na bazie rozpuszczalników (SB)

Środki konserwujące na bazie rozpuszczalników to roztwory konserwujące, których składniki aktywne przenoszone są przez rozpuszczalniki organiczne (powszechnie znane również jako środki konserwujące na bazie lekkich rozpuszczalników organicznych (LOSP)). Są one zazwyczaj ograniczone do klas użytkowania 1, 2 i 3 (powleczone) i stosowane w procesach niskociśnieniowych. Ich główną zaletą jest to, że nie zmieniają wymiarów drewna i nie wypiętrzają słoju, przez co szczególnie nadają się do elementów stolarki budowlanej [232. WPA 2012].

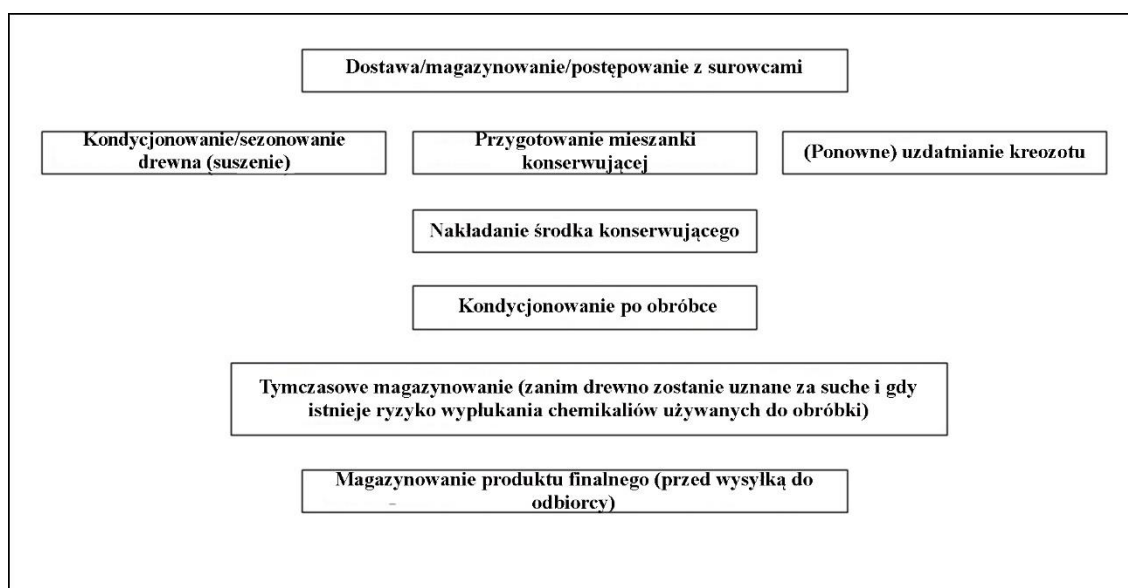
Konserwacja drewna środkami konserwującymi na bazie kreozotu (smoły drzewnej) (C)

Kreozot jest złożoną mieszaniną pochodnych smoły węglowej. Jest to mieszanina setek różnych związków chemicznych, a nie jeden konkretny związek chemiczny. Ze względu na klasyfikację kreozotu jako substancji rakotwórczej, jego zastosowanie w konserwacji drewna ogranicza się wyłącznie do użytku profesjonalnego oraz określonych zastosowań zewnętrznych. Kreozot nadaje się do drewna przeznaczonego do użytku zewnętrznego, nad i pod ziemią oraz w kontakcie z wodą (klasy użytkowania 3 (niepowleczone), 4 i 5). Nakłada się go za pomocą procesów wysokociśnieniowych. Konserwacja kreozotem ogranicza ruch wilgoci w drewnie [232. WPA 2012].

Szczególny przypadek stanowi proces z wykorzystaniem dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym, w którym nośnikiem dla substancji konserwujących (składników aktywnych) jest gaz CO₂ w stanie nadkrytycznym. W 2017 r. odnotowano tylko jeden zakład w Europie, który stosuje ten proces konserwacji.

Inne chemikalia stosowane w konserwacji drewna obejmują chemikalia do impregnacji (np. oleje, emulsje, wosk), środki ognioodporne i chemikalia stosowane do chemicznej modyfikacji drewna lub hydrofobizacji (takie jak bezwodnik octowy, alkohol furfurylowy, silikony i inne).

Proces konserwacji drewna składa się z następujących podstawowych etapów/obszarów.



Ilustracja 15-3 Przegląd etapów procesu konserwacji drewna.

15.2.2. Dostawa, magazynowanie i postępowanie z surowcami

Drewno i produkty drewniane przeznaczone do obróbki magazynowane są na wolnym powietrzu lub w zadaszonych pomieszczeniach. Transport drewna w obrębie zakładu WPC odbywa się z reguły za pomocą wózka widłowego lub dźwigu. Środki ochrony drewna/chemikalia do obróbki przechowywane są w oryginalnych pojemnikach lub w zatwierdzonych do użytku kontenerach, aby zminimalizować ryzyko przypadkowego wycieku [231. Niemcy 2013].

Środki konserwacji drewna dostarczane są do zakładu w postaci koncentratu do rozcieńczania w wodzie lub rozpuszczalniku organicznym lub w postaci gotowej do użycia, nie wymagającej dalszego rozcieńczania (np. kreozot).

Przygotowanie mieszanek konserwujących

Środki konserwujące dostarczane jako koncentraty są rozcieńczane rozpuszczalnikiem (zwykle wodą) zgodnie z instrukcjami producenta. Najczęściej proces ten jest sterowany komputerowo [komentarz WEI/EWPM #75 w [212. TWG 2018]].

(Ponowne) uzdatnianie kreozotu

Podczas procesu obróbki w kreozocie może zgromadzić się woda, którą należy usunąć, zanim będzie można kreozot ponownie zastosować. Limit zawartości wody wynosi zwykle ok. 3% i jest najczęściej obniżany do poziomu poniżej 1%.

Niektóre zakłady posiadają systemy uzdatniania kreozotu, gdzie woda jest wygotowywana w temperaturze powyżej 100 °C (w niektórych przypadkach w temperaturze 120 °C [Zakład DE-5 w [236. TWG 2017]]).

15.2.3. Przygotowanie/kondycjonowanie/sezonowanie drewna

Obróbka mechaniczna

Drewno lub produkt drewniany zwykle trafia do zakładu konserwacji drewna w postaci gotowej do zabiegu impregnacji. Wszelką obróbkę mechaniczną najlepiej jest przeprowadzić przed impregnacją, ponieważ - jeśli zostanie ona przeprowadzona później - może odsłonić drewno niezaimpregnowane. Korowanie, łuszczenie, cięcie, struganie, wiercenie itp. są najczęściej wykonywane w zakładach obróbki drewna, takich jak tartaki. Jednak w niektórych zakładach

WPC obróbka mechaniczna może mieć w pewnym stopniu miejsce. Ponieważ procesy, oddziaływania i techniki obróbki mechanicznej nie są specyficzne dla WPC, a tartaki nie są objęte dyrektywą IED, TWG postanowiła nie uwzględniać tych procesów w niniejszym dokumencie.

Nacinanie to mechaniczny proces obróbki wstępnej stosowany w zakładach WPC celem zwiększenia penetracji i retencji środków konserwujących. Podczas nacinania obracające się ostrza przesuwają się po powierzchni drewna, tworząc wzór nacięć; wzór, gęstość i głębokość różnią się w zależności od specyfikacji produktu.

Drewno/produkt drzewny może być ładowany do zbiorników obróbki ręcznie lub automatycznie. W zależności od rodzaju zbiornika stosowane są wózki widłowe, wózki pchane/ciągane, itp. Drewno/produkty drzewne mogą być ładowane w pakietach, klatkach lub, w przypadku obróbki elementów drewnianych o dużych wymiarach (np. słupów), jako pojedyncze sztuki.

Sezonowanie (dostosowanie zawartości wilgoci)

Aby uzyskać optymalne wyniki konserwacji drewna, drewno musi mieć określoną wilgotność/suchość przed rozpoczęciem procesów impregnacji (np. przed procesem ciśnieniowo-próżniowym). Można to osiągnąć poprzez sezonowanie (suszenie powietrzem atmosferycznym), suszenie w piecu, kondycjonowanie parą (suszenie parą) lub stosując proces Boultona (ogrzewanie w rozpuszczalniku / wrzenie w warunkach obniżonego ciśnienia).

Najczęściej stosowanym procesem w zakładach WPC jest sezonowanie, podczas którego drewno jest składowane przez określony czas na otwartych, dobrze wentylowanych placach magazynowych. W niektórych zakładach drewno może być również suszone w suszarkach. Tylko 4 z 23 zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych na temat WPC (2017), zgłosiły suszenie w piecu, głównie suszenie pośrednie (tj. bez bezpośredniego kontaktu gazów spalinowych z drewnem). Jeden zakład zgłosił suszenie bezpośrednie i suszenie parowe, ale nie przekazano dalszych informacji. Dwa zakłady stosują proces Boultona, ale ponownie nie podano żadnych danych technicznych [236. TWG 2017].

15.2.4. Procesy nakładania środków konserwujących

Procesy nakładania/aplikacji środków konserwujących dzieli się ogólnie na bezciśnieniowe i ciśnieniowe. Tabela 15.5 zawiera przegląd różnych typów procesów nakładania środków konserwujących stosowanych do zabezpieczania drewna środkami chemicznymi.

Tabela 15-5 Procesy nakładania środków konserwujących stosowane w konserwacji drewna.

Procesy bezciśnieniowe	
Malowanie	Powierzchniowe
Natryskiwanie / tunel natryskowy	
Zalewanie	
Zanurzanie/zatapianie <ul style="list-style-type: none"> • Krótkie zanurzanie (czasowe zatapianie) • Impregnacja nieckowa • Kąpiel gorąca-zimna 	Impregnacja
Procesy wysoko- i niskociśnieniowe	
Wysokociśnieniowe: <ul style="list-style-type: none"> • Proces pełnokomórkowy („Bethell”)/proces próżniowo-ciśnieniowy (plus odmiany) • Proces pustokomórkowy (odmiany: proces Lowry’ego, proces Ruepinga) 	Impregnacja
• Proces zmiennociśnieniowy/zmodyfikowany proces zmiennociśnieniowy	
Niskociśnieniowe: <ul style="list-style-type: none"> • Proces przy ciśnieniu obniżonym dwa razy 	

15.2.4.1. Procesy bezciśnieniowe

15.2.4.1.1. Szczotkowanie

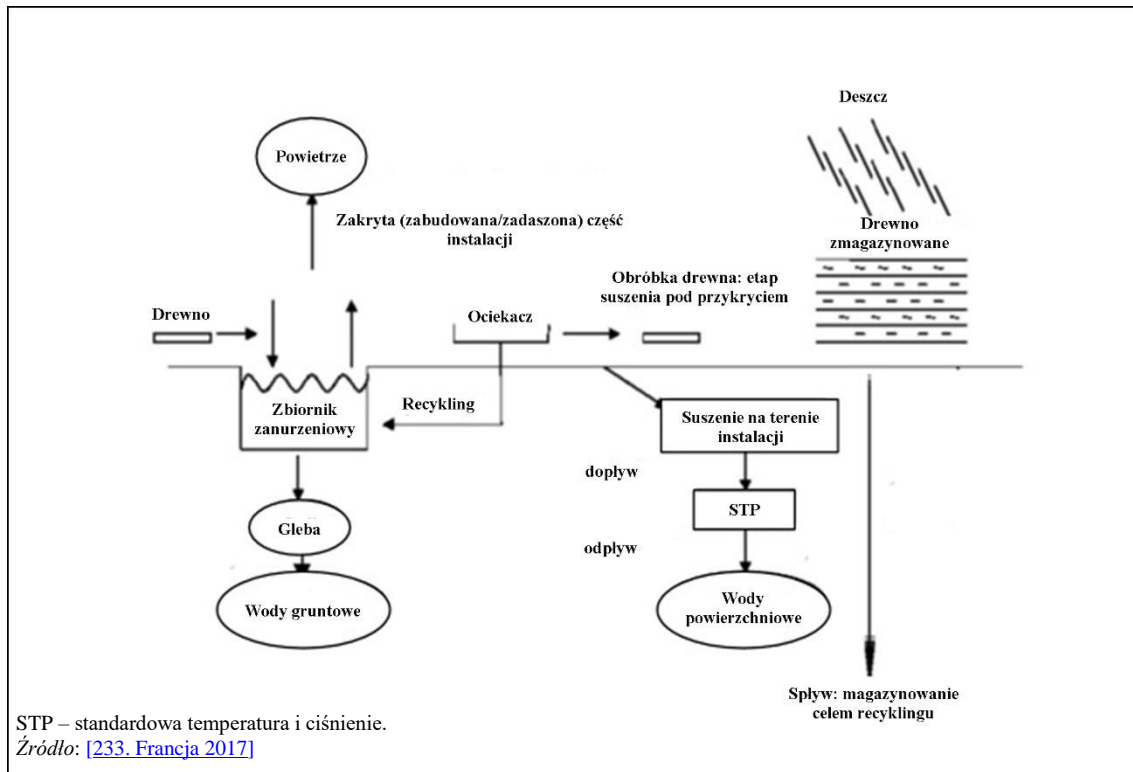
Nie dostarczono danych.

15.2.4.1.2. Krótkie zanurzenie (krótkotrwałe zanurzenie / czasowe zatapianie)

Podczas krótkiego zanurzenia (krótkotrwałego zanurzenia / czasowego zatapiania) drewno (pakiety drewna lub pojedyncze sztuki drewna) jest zanurzane w roztworze konserwującym w zbiorniku zanurzeniowym na okres od kilku sekund do kilku minut. Następnie drewno wynurza się z kąpeli i jest przytrzymywane nad zbiornikiem z roztworem impregnatu przez określony czas celem odsączenia nadmiaru roztworu konserwującego. Obowiązkowy jest czas wiązania roztworu impregnatu w drewnie (czas wiązania pod przykryciem: minimum 4 godziny). Po tym czasie drewno może być przekazane do magazynu.

Sztuczne/wymuszone suszenie nie jest zalecane. Naturalne suszenie trwa od kilku dni w przypadku środków konserwujących na bazie lekkich rozpuszczalników i wody do kilku tygodni w przypadku ciężkich rozpuszczalników. Czas schnięcia różni się również w zależności od nieprzepuszczalności drewna, sposobu przechowywania i warunków klimatycznych [[230. VDI 2014](#)] [[233. Francja 2017](#)].

Krótkie zanurzenie (krótkotrwałe zanurzenie / czasowe zatapianie) jest stosowane głównie w produkcji drewna dla klas użytkowania 1, 2 i 3.1 (np. drewno do użytku wewnątrz pomieszczeń). Ilustracje 15.4 i 15.5 przedstawiają ten proces.



Ilustracja 15-4 Schemat przebiegu procesu krótkiego zanurzenia (krótkotrwałego zanurzenia / czasowego zatapiania).



Ilustracja 15-5 Przykład krótkiego zanurzenia (krótkotrwałego zanurzenia / czasowego zatapiania) - zbiornik umożliwiający jednoczesną obróbkę kilku zestawów, zamocowanych na stojakach obok zbiornika zanurzeniowego.

15.2.4.1.3. Zalewanie

W procesie zalewania drewno umieszcza się na odpowiednim, nieprzepuszczającym cieczy podkładzie i ręcznie, wzdłuż drewna, przesuwają lancę zalewającą. Otwór wylotowy lancy jest tak zaprojektowany, aby środek do konserwacji drewna wydostawał się w postaci pióropuszu cieczy, zalewając powierzchnię, która ma zostać poddana impregnacji. Kropelki i nadmiar cieczy są zbierane i recykulowane; wióry drzewne i inne grubsze zanieczyszczenia są zatrzymywane na sicie typu koszowego (odcedzacz). Odcedzacz jest sprawdzany i czyszczony w regularnych odstępach czasu. W porównaniu z natryskiwaniem, metoda ta pozwala w dużym stopniu uniknąć ryzyka powstawania tzw. mgły lakierniczej [230. VDI 2014].

15.2.4.1.4. Natryskiwanie/tunele natryskowe

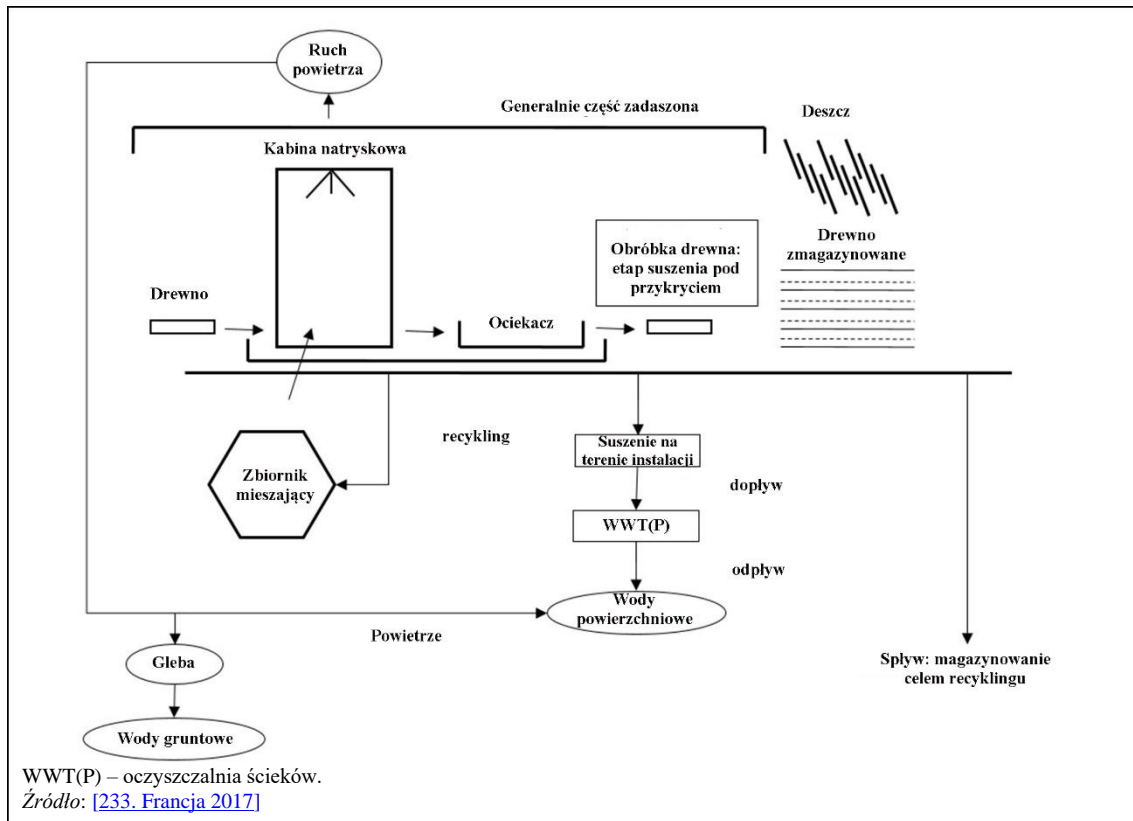
Systemy tuneli natryskowych są dostępne jako systemy mobilne oraz zainstalowane na stałe. Drewno (okorowane kłody oraz całkowicie lub częściowo obrobione drewno) jest przemieszczane przez jedną lub więcej komór przy pomocy stale poruszającego się systemu przenośników. W komorach natryskowych dysze natryskowe są rozmieszczone w taki sposób, aby zapewnić nanoszenie środka konserwującego na wszystkie strony drewna w trakcie jego ciągłego przemieszczania. Natrysk jest zazwyczaj „gruboziarnisty”, tzn. o takiej wielkości cząsteczek, aby zapewnić zwilżenie drewna odpowiednią ilością środka konserwującego. Urządzenia natryskowe są szczelnie zabezpieczone przed dostępem powietrza z otoczenia. Nadmiar środka oraz skropliny są zbierane i odprowadzane do zbiornika magazynowego celem ponownego wykorzystania. Aby zapewnić równomierne nanoszenie środka konserwującego, a jednocześnie zminimalizować straty związane z kapaniem podczas suszenia, za komorą natryskową znajduje się najczęściej urządzenie do ściągania nadmiaru środka [230. VDI 2014] [233. Francja 2017].

Oslony przeciw bryzgowi otaczające komory natryskiwania zapobiegają przedostawaniu się kropeł rozpylonej cieczy do pozostałej części obszaru zakładu i mogą posiadać lokalną wentylację wyciągową.

Po impregnacji drewno jest układane w stosy lub sortowane, mechanicznie lub ręcznie, i schnie na przenośniku taśmowym lub w obszarze sezonowania po konserwacji, zanim zostanie wysłane poza teren zakładu do odbiorców lub wykorzystane na miejscu.

Aparatura do konserwacji jest zazwyczaj umieszczona w zamkniętym lub obwałowanym obszarze wykonanym z materiałów odpornych na stosowany środek do impregnacji drewna. Przewidziane jest zbieranie, recykling i ponowne wykorzystanie środka konserwującego zebranego z przenośnika lub obszaru suszenia. Uwolnienia środków do konserwacji drewna z instalacji do impregnacji lub miejsca magazynowania zakonserwowanego drewna są zbierane z odpływem wód powierzchniowych lub z odpływem podłączonym do oczyszczalni ścieków (WWT(P)) [233. Francja 2017].

Natryskiwanie jest zwykle stosowane w tartakach i zakładach stolarskich/ślusarskich. Ilustracje 15.6 i 15.7 przedstawiają ten proces.



Ilustracja 15-6 Schemat przebiegu procesu natryskiwania / tunelu natryskowego.

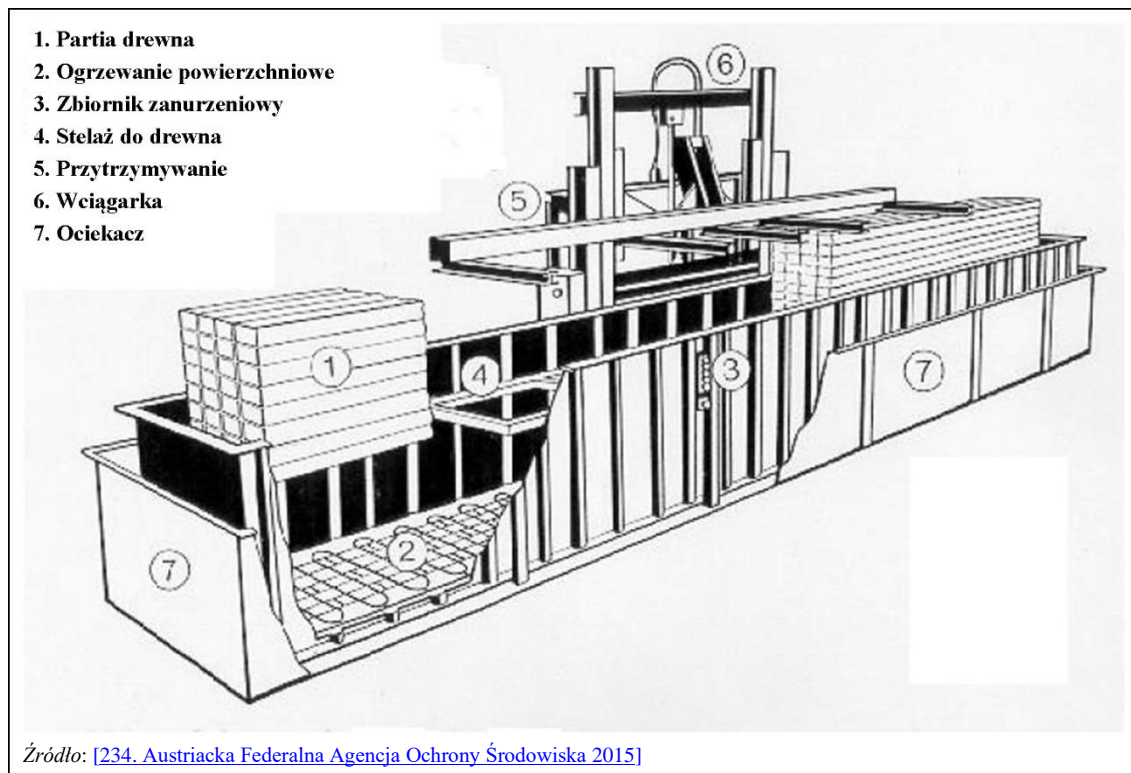


Ilustracja 15-7 Drewno w zamkniętym tunelu natryskowym.

15.2.4.1.5. Impregnacja nieckowa / proces zanurzenia

W przypadku impregnacji nieckowej drewno jest całkowicie zanurzone w zbiorniku wypełnionym środkiem ochrony drewna na okres od jednego do kilku dni. W przypadku impregnacji zanurzeniowej - obecnie przeważającej metody impregnacji drewna budowlanego - jest ono zanurzone na okres od kilku minut do kilku godzin. Nowoczesne niecki (wanny)

impregnujące są zazwyczaj wykonane jako zbiorniki o podwójnych ścianach i posiadają zabezpieczenie antykorozyjne. W przypadku starszych jednopłaszczyznowych zbiorników impregnujących stosuje się oddzielny system wtórnego zamknięcia, aby zapewnić niezawodne zatrzymanie roztworu konserwującego w przypadku wycieku. Nieckiowy system impregnacji jest instalowany pod przykryciem celem zapewnienia ochrony przed opadami atmosferycznymi [230, VDI 2014].



Ilustracja 15-8 Schemat impregnacji nieckowej.

15.2.4.1.6. Proces kąpeli gorącej-zimnej

Proces kąpeli gorącej-zimnej jest stosowany do impregnacji drewnianych słupów/pali (podpory w winnicach i sadach, jak również drewno stosowane w ogrodnictwie i architekturze krajobrazu: np. podpory winorośli, krzewów oraz drzew owocowych). Jeśli słupy mają wilgotność od 20 % do maksymalnie 30 %, umieszcza się je częściowo w zbiorniku wypełnionym olejem impregnującym (kreozotem) przy głębokości kontaktu zależnej od długości zabezpieczanej części słupa (od 70 cm do 90 cm od końca słupa). Impregnacja odbywa się w zamkniętym urządzeniu. Olej impregnujący podgrzewa się do temperatury $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ i utrzymuje w tej temperaturze przez 120 minut, aby umożliwić ucieczkę powietrza z drewna. Po tym czasie ogrzewanie zostaje przerwane, aby umożliwić schłodzenie do temperatury od 40 °C do 50 °C (różnica temperatur zależy od warunków panujących w danym miejscu i wymaganego stopnia konserwacji). Niższa temperatura chłodzenia ($< 40\text{ °C}$) prowadzi do niepożądanego przylegania kreozotu do powierzchni drewna, który później (w trakcie eksploatacji) może się wypłukiwać oraz wywierać negatywny wpływ na środowisko. Wyższa temperatura ($> 50\text{ °C}$) może powodować emisję pary wodnej z wody, która jest jeszcze zawarta w drewnie (wilgoć drewna). Po osiągnięciu odpowiedniej temperatury (czas trwania ~ 12 do 16 godzin) słupy są zabierane z cieczy impregnującej za pomocą podnośnika.

Temperatura kreozotu powinna być odpowiednio dostosowana przed wyjęciem drewna ze zbiornika do konserwacji. Prowadzi to do łatwiejszego ściekania nadmiaru kreozotu z powierzchni słupów oraz pozwala uniknąć zagrożeń dla środowiska w okresie eksploatacji.

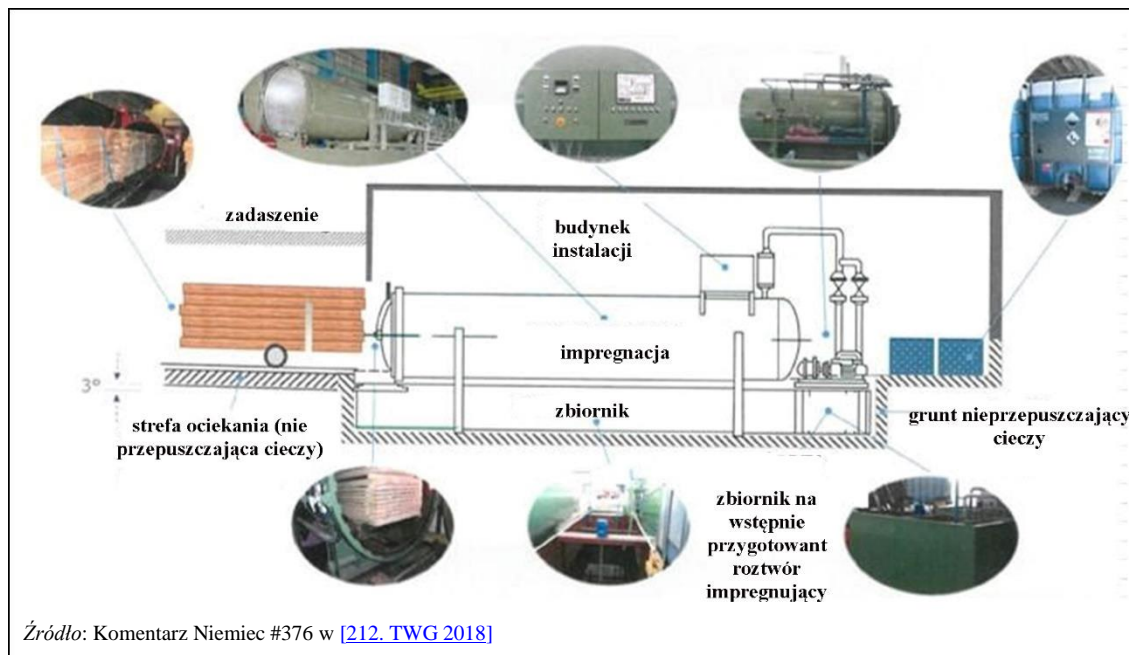
Podnośnik jest utrzymywany nad zbiornikiem do konserwacji w obszarze systemu odprowadzania gazów odlotowych przez minimalny okres 60 minut (faza kapania i kondensacji środka impregnującego), zanim system zostanie otwarty celem wyjęcia zaimpregnowanych elementów [230. VDI 2014] [231. Niemcy 2013] [komentarz DE #377 w [212. TWG 2018]].

Podczas otwierania systemu w celu wyjęcia zaimpregnowanego drewna może dojść do emisji związków organicznych i zapachowych do powietrza. Emisje niezorganizowane tych samych związków, choć w niższych stężeniach, mogą wystąpić podczas późniejszego magazynowania [230. VDI 2014] [231. Niemcy 2013].

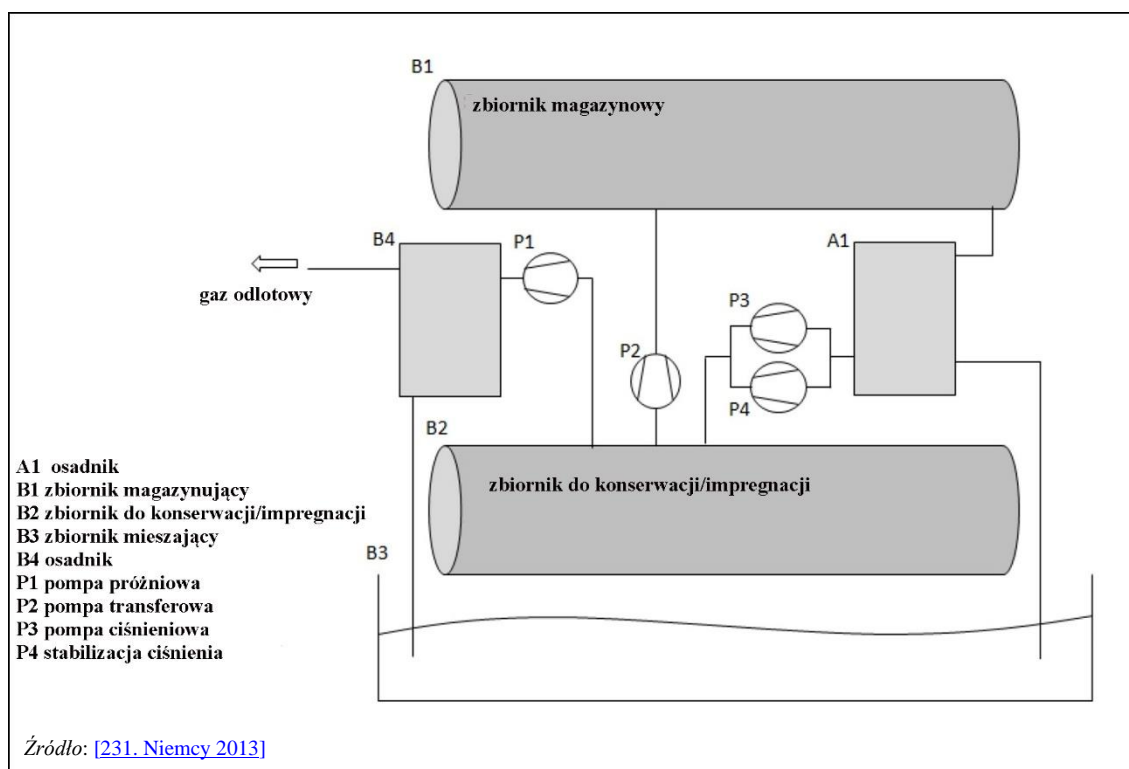
15.2.4.2. Procesy ciśnieniowe

Urządzenia do konserwacji drewna w procesach ciśnieniowych składają się ze zbiornika do konserwacji, którym może być cylindryczny lub prostokątny zbiornik ciśnieniowy (autoklaw), oraz z jednego lub więcej zbiorników magazynowych. W przypadku dwóch zbiorników magazynowych jeden z nich jest zbiornikiem roboczym, w którym przechowuje się środek konserwujący służący do napełniania zbiornika do konserwacji, a drugi jest zbiornikiem magazynującym, który jest wykorzystywany do przyjmowania dostaw nowego środka konserwującego oraz do uzupełniania zbiornika roboczego/konserwującego. Zbiornik do konserwacji wyposażony jest w system załadunku umożliwiający ręczne lub automatyczne przemieszczanie pakietów drewna. Możliwy jest załadunek/wyładunek z jednego końca zbiornika do konserwacji lub z obu końców (tzw. „roll-in roll-out”).

Drzwi zbiornika do konserwacji zawierają urządzenia zabezpieczające, które uniemożliwiają rozpoczęcie procesu do czasu całkowitego zamknięcia i zablokowania drzwi oraz uniemożliwiają ich otwarcie do czasu usunięcia wszystkich środków konserwujących na końcu cyklu impregnacji drewna.



Ilustracja 15-9 Przykład instalacji ciśnieniowej na bazie wody z otwartym zbiornikiem mieszania/magazynowania.



Ilustracja 15-10 Przykładowy schemat instalacji do konserwacji ciśnieniowej drewna z zastosowaniem środków impregnujących na bazie wody.

Po załadunku drewna do zbiornika do konserwacji/impregnacji, drzwi są zamykane i bezpiecznie blokowane. Cykle pracy dla wszystkich procesów ciśnieniowych są zasadniczo odmianami następujących głównych etapów (etap 1 może zostać pominięty lub zastąpiony fazą ciśnieniową z wykorzystaniem powietrza, oraz kolejność występowania lub liczba faz ciśnieniowych może się różnić):

- 1) Cykl podciśnienia (początkowy): wstępne podciśnienie stosowane jest celem usunięcia powietrza z drewna. Długość okresu oraz wartość podciśnienia różnią się w zależności od specyfikacji procesu. Ilość usuniętego powietrza będzie miała wpływ na końcowe wchłanianie oraz penetrację środka konserwującego. W celu kontroli retencji, niektóre procesy przebiegają bez zastosowania wstępnego podciśnienia.
- 2) Cykl zalewania: roztwór konserwujący jest przenoszony ze zbiornika roboczego do zbiornika do konserwacji. Jeśli ma to zastosowanie, to podczas przenoszenia utrzymywane jest podciśnienie.
- 3) Cykl ciśnieniowy: po napełnieniu zbiornika, podciśnienie jest likwidowane i, o ile nie przewidziano stosowania wyłącznie ciśnienia atmosferycznego, za pomocą pompy hydraulicznej wytwarza się nadciśnienie. Drewno jest utrzymywane w środku konserwującym przez określony czas. Następnie nadciśnienie jest w kontrolowany sposób uwalniane.
- 4) Drenaż początkowy: po zakończeniu cyklu ciśnieniowego środek konserwujący przenoszony jest z powrotem do zbiornika roboczego.
- 5) Cykl podciśnienia (końcowy): drewno jest znów poddawane działaniu obniżonego ciśnienia, zarówno celem usunięcia nadmiaru środka konserwującego z powierzchniowej warstwy drewna, jak i ograniczenia kapania środka konserwującego z zaimpregnowanego drewna na końcu procesu. W momencie uwolnienia podciśnienia, powietrze wraca do zbiornika i do komórek powierzchniowych drewna, unosząc ze sobą część roztworu konserwującego pozostałego na powierzchni drewna. Etap ten może być zastąpiony, lub wzmocniony, jeśli celem rozpoczęcia suszenia zaimpregnowanego drewna stosuje się kondycjonowanie parowe.
- 6) Drenaż końcowy: podczas końcowego cyklu podciśnienia, środek konserwujący zebrany w zbiorniku do impregnacji jest pompowany z powrotem do zbiornika roboczego. Często, przed wyjęciem drewna, przez zbiornik przepuszcza się świeże powietrze, aby usunąć opary z obszaru roboczego wokół drzwi i tym samym zwiększyć bezpieczeństwo pracy operatora.

Proces konserwacji kreozotem

Podczas impregnacji drewna kreozotem w procesach ciśnieniowych (powszechnie stosuje się „procesie Ruepinga” lub „podwójnym procesie Ruepinga”) zbiornik do konserwacji zalewa się gorącym olejem impregnacyjnym o temperaturze od 110 °C (według niektórych doniesień minimalna temperatura wynosi 90 °C) do maksymalnie 120 °C, utrzymując jednocześnie stałe ciśnienie powietrza. Straty ciepła oleju impregnacyjnego w zbiorniku do konserwacji uzupełnia się przez ponowne podgrzanie zbiornika do temperatury 110 °C ± 10 °C (na zasadzie wymiany części kreozotu na kreozot gorący). Temperatura ta musi być utrzymywana przez cały cykl ciśnieniowy.

W prostym cyklu technologicznym Ruepinga, przed przejściem do fazy ciśnieniowej można przeprowadzić etap kondycjonowania termicznego. Po ustaleniu wstępnego ciśnienia powietrza, przez zróżnicowany okres, drewno jest kondycjonowane termicznie w kąpeli olejowej w warunkach tego ciśnienia. Kondycjonowanie termiczne zakłada podniesienie temperatury oleju impregnacyjnego (obniżenie lepkości), aby poprawić penetrację drewna przez olej. W kolejnym kroku ciśnienie (bezwzględne) zostaje zwiększone do minimum 9 barów. Poziom ciśnienia oleju i czas trwania tej fazy procesu uzależnione są od wymaganej głębokości penetracji drewna białego aż do jego granicy z twardzielą, oraz wymaganej retencji środka konserwującego, jak również od gatunku drewna, jego stanu i wymiarów. Proces kończy się obniżeniem ciśnienia w zbiorniku do konserwacji do atmosferycznego, powrotem oleju impregnacyjnego do zbiornika

magazynującego i wytworzeniem możliwie dużego podciśnienia końcowego, które musi być utrzymywane przez określony czas [\[231. Niemcy 2013\]](#).

15.2.5. Kondycjonowanie po konserwacji oraz tymczasowe magazynowanie

15.2.5.1. Tymczasowe magazynowanie świeżo zaimpregnowanego drewna

Po zakończeniu impregnacji może wystąpić ociekanie lub wymywanie roztworu konserwującego, przez różny czas, zależnie od zastosowanego procesu lub użytego środka konserwującego. Dlatego też drewno wyjęte ze zbiornika do impregnacji jest przechowywane w specjalnych strefach, w których stosuje się środki zabezpieczające, aby przechwycić ściekające środki konserwujące i/lub chronić drewno przed deszczem. Drewno jest usuwane z tych obszarów dopiero wtedy, gdy zostanie uznane za suche (nie kapiące) lub gdy środek konserwujący w nim zawarty się utrwali.

15.2.5.2. Suszenie zakonserwowanego drewna

Środki konserwujące na bazie wody

Wysokociśnieniowa impregnacja środkami konserwującymi na bazie wody zwiększa zawartość wilgoci w drewnie. Po impregnacji należy ją zmniejszyć do poziomu odpowiedniego dla końcowego zastosowania drewna. Suszenie można przyspieszyć poprzez układanie w stosy z dobrą wentylacją, podwyższenie temperatury lub poprzez zastosowanie innych środków, takich jak suszenie w piecu. Niskociśnieniowa impregnacja środkami konserwującymi na bazie wody podnosi poziom wilgotności tylko w powierzchniowej warstwie drewna i jest to efekt zazwyczaj w krótkim czasie w pełni odwracalny drogą suszenia powietrzem [\[232. WPA 2012\]](#).

Środki konserwujące na bazie rozpuszczalników organicznych

Przy obróbce środkami konserwującymi na bazie rozpuszczalników organicznych zawartość wilgoci nie ulega zwiększeniu. Rozpuszczalniki odparowują stosunkowo szybko, o ile zapewniona jest odpowiednia wentylacja oraz dobry przepływ powietrza. Większość drewna może być użyta w ciągu 2 do 7 dni po impregnacji, w zależności od wchłonięcia środka konserwującego i panujących warunków. Sporadycznie w partii zaimpregnowanego drewna znajdują się kawałki, które mają tzw. „kieszonki” z nienormalnie przepuszczalną bielą. Choć niewidoczne przed impregnacją, po impregnacji mogą być widoczne jako ciemno zabarwione smugi. Takie elementy, gdy zostaną zidentyfikowane, są usuwane z opakowania celem dłuższego suszenia przed klejeniem, malowaniem lub montażem [\[232. WPA 2012\]](#).

Kreozot

Kreozot stosuje się w postaci nierozcieńczonej i jako taki nie posiada on rozpuszczalnika nośnikowego, który mógłby odparować, a więc nie „wysycha” w konwencjonalnym sensie, ponieważ jednak przez wiele lat zawiera płynny środek konserwujący, w naturze drewna pokrytego kreozotem leży możliwość jego ponownego pojawienia się (wypocenia), zwłaszcza gdy drewno jest wystawione na działanie promieni słonecznych [\[232. WPA 2012\]](#).

15.2.5.3. Utrwalanie parą wodną

W przypadku drewna zabezpieczonego nie utrwalającymi się środkami konserwującymi można zastosować utrwalanie parą wodną. Drewno umieszcza się w zamkniętym naczyniu do obróbki (bez podnoszenia ciśnienia) i „płucze się” parą. Wentylatory służą do cyrkulacji pary w naczyniu zabiegowym, aż do uzyskania pożądanego efektu [\[231. Niemcy 2013\]](#).

15.2.5.4. Magazynowanie drewna po impregnacji (przed wysyłką do klienta)

Po utrwaleniu i/lub gdy drewno po impregnacji jest już suche, zazwyczaj usuwa się je z obszaru konserwacji i magazynuje aż do czasu wysyłki do klientów. Niektóre zakłady dostarczają swoje produkty bezpośrednio do klientów (tzw. produkcja na czas „just-in-time”). W przypadku magazynowania, opcje ostatecznego składowania impregnowanego drewna/produktów drewnianych różnią się w zależności od zakładu; niektóre stosują magazynowanie na otwartym powietrzu bez żadnych specjalnych przepisów, inne przechowują swoje produkty na zewnątrz na utwardzonym podłożu/nieprzepuszczalnym gruncie (z lub bez odprowadzania spływu powierzchniowego). Podczas gdy jedni składowują pod dachem, inni stosują plastikowe zabezpieczenia lub plandeki, aby osłonić drewno/produkty drewniane np. przed deszczem.

15.2.6. Impregnowanie środkami hydrofobizującymi

Jednym z wariantów uszlachetniania drewna jest impregnacja środkami hydrofobizującymi, takimi jak oleje, woski lub związki silikonowe. Impregnacja drewna roztopionymi naturalnymi woskami i żywicami lub żywicami parafinowymi znacznie zwiększa jego trwałość i wytrzymałość (na ściskanie). Zakłady tego typu eksploatowane są m.in. w Niemczech, Austrii, Szwecji i we Włoszech [230. VDI 2014] [231. Niemcy 2013] [Zakłady SE-2 i IT-2 w [236. TWG 2017]].

Konserwacja olejem lnianym jest wykonywana w dodatkowym etapie procesu, po impregnacji konwencjonalnej, i jest znana jako tzw. proces *Royal*. Po konwencjonalnej impregnacji autoklaw jest napełniany gorącym (~ 80 °C) pigmentowanym (lub nie pigmentowanym) olejem lnianym oraz wytwarzane jest podciśnienie. Podczas tego etapu odparowująca z drewna woda odprowadzana jest do skraplacza. Proces ten trwa aż do momentu, gdy wilgotność drewna wyniesie około 18 %. Cienka warstwa oleju pozostaje na powierzchni drewna [Zakład SE-2 w [236. TWG 2017]] [komentarz SE #6 i komentarz WEI/EWPM #81 w [212. TWG 2018]].

15.2.7. Czyszczenie sprzętu konserwującego

Płukanie zbiorników procesowych może być niezbędnym etapem procesu czyszczenia. Zbiorniki procesowe i związane z nimi rury łączące, pompy i filtry mogą być czyszczone tylko na miejscu. Stosowany asortyment urządzeń czyszczących oraz metody różnią się w zależności od kształtu zbiorników, systemów uzdatniania, stopnia czystości, jaki należy osiągnąć oraz wymagań jakościowych. Zbiorniki stałe są często czyszczone przy użyciu statycznych głowic natryskowych, które można zamocować nad górną częścią zbiornika, lub przez port czyszczący.

Zazwyczaj w takich systemach jako medium czyszczące stosowany jest rozpuszczalnik organiczny, który jest rozpylany pod niskim ciśnieniem na górną część zbiornika. Inne metody czyszczenia mogą obejmować techniki fizyczne z użyciem szczotek zamiast głowic natryskowych oraz czyszczenie ręczne wykonywane z zewnątrz lub bezpośrednio wewnątrz zbiornika. Środki czyszczące inne niż rozpuszczalnik mogą obejmować roztwory żrące, środki czyszczące na bazie wody i techniki uderzenia ściernego z wykorzystaniem cząstek obojętnych [235. UK DEFRA 2013].

Rurociągi łączące zbiorniki są zwykle czyszczone przez przepłukanie.

Często trudno jest znaleźć jedną maszynę, która mogłaby czyścić wszystkie kształty i rozmiary zbiorników przenośnych i cały czas konieczne jest czyszczenie ręczne, zazwyczaj zewnętrznego płaszcza zbiornika oraz zaworów.

Filtry są czyszczone albo na miejscu w ramach procesu oczyszczania rur, albo w ramach procesu ręcznego na obszarze otwartym, z zastosowaniem lokalnej lub ogólnej wentylacji wyciągowej.

Metoda czyszczenia zależy od rodzaju filtra. Czyszczenia filtrów można uniknąć poprzez stosowanie filtrów jednorazowych, które są dostępne dla niektórych urządzeń oraz odpowiednie dla niektórych produktów [235. UK DEFRA 2013].

15.2.8. Inne działania na terenie zakładu

Inne działania lub obiekty, które mogą być obecne w zakładach WPC, ale które nie zostały szczegółowo omówione w niniejszym dokumencie BREF, obejmują następujące elementy:

- **Instalacje spalania:** do celów grzewczych/ wytwarzania pary (ogrzewanie kreozotu, utrwalanie parą wodną itp.).
- Stacje kompresorów: do wytwarzania sprężonego powietrza do obsługi urządzeń konserwujących, zaworów oraz do uszczelniania drzwi ciśnieniowego zbiornika impregnującego. Instalacja została zaprojektowana w taki sposób, aby zapewnić bezpieczną pracę podczas przerw w dostawie prądu (zapewnić szczelność zbiornika impregnującego).
- Wytwarzanie energii elektrycznej: pompy i sprężarki mogą być głównymi odbiorcami energii/energii elektrycznej, niektóre zakłady wytwarzają energię elektryczną na miejscu; podano przykłady wytwarzania energii elektrycznej z wykorzystaniem energii słonecznej (zakład DE 1: 60 000 kWh z rocznego zużycia 198 900 kWh jest wytwarzane przez panele słoneczne).

15.2.9. Gospodarowanie odpadami

Gospodarka odpadami obejmuje wszystkie działania na terenie zakładu związane z minimalizacją ilości odpadów, postępowaniem z odpadami oraz ich przetwarzaniem na miejscu. Głównymi celami zakładów WPC w tym względzie są: redukcja ilości wytwarzanych odpadów, zwłaszcza niebezpiecznych, oddzielenie odpadów niebezpiecznych od innych niż niebezpieczne oraz ponowne wykorzystanie w miarę możliwości (np. rozlanych środków konserwujących).

Tabela 15.6 zawiera kilka przykładów opcji gospodarowania odpadami.

Tabela 15-6 Przykłady możliwości zagospodarowania odpadów powstających w zakładach WPC.

Odpady (rodzaj)	Opcja gospodarowania
	Redukcja (ilości wytworzonych)
Zanieczyszczone opakowania po partiach drewna	<ul style="list-style-type: none"> • Usunięcie przed konserwacją
Szlam/brud i zanieczyszczone trociny	<ul style="list-style-type: none"> • Umieszczenie zakładu w budynku • Zapewnienie nieprzepuszczalnego podłoża (na świeżym powietrzu) • Czyszczenie drewna przed konserwacją
Zanieczyszczona deszczówka	<ul style="list-style-type: none"> • Zadaszenie zakładu oraz obszaru kondycjonowania/sezonowania drewna po konserwacji
Odcieki po konserwacji drewna	<ul style="list-style-type: none"> • Konserwacja w zbiorniku • Optymalizacja procesu konserwacji • Pozostawienie drewna w zbiorniku
Ścinki drewna (odpady potencjalnie niebezpieczne)	<ul style="list-style-type: none"> • Przyciąć drewno na wymiar przed konserwacją
Chemikalia impregnujące wyciekające na terenie zakładu	<ul style="list-style-type: none"> • Naprawa ciekących zaworów, uszczelnień drzwi, pomp
Zbyteczne środki konserwujące	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić możliwość wykorzystania produktu przez inny zakład
	Ponowne użycie

Zebrańe odcieki po konserwacji	<ul style="list-style-type: none"> Przesyłanie do zakładowych zbiorników magazynujących
Niewykorzystane środki konserwujące	<ul style="list-style-type: none"> Odzysk po zakończeniu procesu konserwacji oraz ponowne użycie
Uchwyty drewniane stosowane na wózkach jezdnych	<ul style="list-style-type: none"> Ponowne użycie/zastosowanie uchwytów metalowych
Recykling/odzyskiwanie	
Zanieczyszczone opakowania/pojemniki	<ul style="list-style-type: none"> Dostarczanie chemikaliów w opakowaniach/pojemnikach nadających się do recyklingu oraz ich zwrot do dostawców
Odpady inne niż niebezpieczne (np. niezakonserwowane drewno, papier, metal)	<ul style="list-style-type: none"> Segregacja/oddzielanie komponentów, np. drewna, papieru od metalu lub od odpadów obojętnych Segregacja i zebranie do wyznaczonych pojemników
Niezakonserwowane odpady drewniane	<ul style="list-style-type: none"> Przeznaczenie na: odzysk włókien drzewnych, wytwarzanie energii lub kompostowanie
Usuwanie	
Zakonserwowane/zaimpregnowane odpady drzewne	<ul style="list-style-type: none"> Bezpieczne usuwanie (poprzez autoryzowane firmy)
Źródło: [236. TWG 2017].	

15.2.10. Gospodarowanie wodą/ściekami

Gospodarowanie wodą/ściekami obejmuje wszystkie działania na terenie zakładu dotyczące zapobiegania powstawaniu ścieków, postępowania ze strumieniami wody (w tym ze spływami powierzchniowymi) oraz przetwarzanie ścieków.

Ścieki mogą pochodzić z wód technologicznych, wód ze spływów powierzchniowych, ale także z wody gaśniczej (OTNOC). Podsumowanie dostarczonych informacji na temat sposobu gromadzenia niezanieczyszczonych wód opadowych/spływów powierzchniowych podano w Tabeli 15.7, a w Tabeli 15.8 przedstawiono to dla potencjalnie zanieczyszczonych wód opadowych/spływów powierzchniowych.

Tabela 15-7 Zbieranie nieskażonej deszczówki / spływu powierzchniowego.

Przykładowy zakład	Typ zakładu	Obszary z których zbierana jest woda	Opis	Ponowne użycie wody	Rodzaj zrzutu	Monitorowanie
DK-2	WB	Powierzchnia dachów oraz powierzchnie utwardzone	Wody opadowe z powierzchni dachów i nawierzchni utwardzonych odprowadzane są do miejskiej oczyszczalni ścieków poprzez system kolektorów kanalizacyjnych	Nie, ponieważ w procesie CO ₂ nie jest używana woda	Zrzut pośredni - system kanalizacyjny, oczyszczalnia ścieków	Nie
DK-1	WB	Obszar suszenia, dach zakładu impregnacji oraz magazynu	Poprzez system kolektorów kanalizacyjnych	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
UK-1	WB+C	Z całości obszaru zakładu	Drenaż	Nie, zebrana woda jest przetwarzana w oczyszczalni ścieków i zrzucana	NI	Tak, okresowe pobieranie próbek
UK-4	WB	Dach hali impregnacji oraz tartaku	Deszczówka jest zbierana w dwóch zbiornikach magazynujących	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
IT-1	WB	Wszystkie nieosłonięte obszary terenu (w tym dachy linii technologicznej)	Wewnętrzna sieć drenażowa z dwoma głównymi kolektorami odprowadzającymi wodę do kanalizacji miejskiej i oczyszczalni ścieków	Nie	Zrzut pośredni - system kanalizacyjny, oczyszczalnia ścieków	Nie
SE-2	WB	Dachy	System rur doprowadzających do stawu	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
FR-4	WB	Wyściowy obszar impregnacji/ obszar utrwalania	Rurociąg do obszaru przechowywania wody na terenie zakładu	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
FR-1	C	Obszary zamknięte	Deszczówka zbierana jest przez całkowicie nową sieć rur	Częściowo, tylko woda technologiczna (para do ogrzewania kreozotu) jest ponownie wykorzystywana	Zrzut bezpośredni - zbiornik wód powierzchniowych	Nie
DE-9	WB+C	Dachy	Zbiornik osadowy (osadnik szlamu) do usuwania pyłu (z wody z dachów), następnie bezpośredni zrzut do kanału nawadniającego pola	Nie w zakładzie impregnacji, ale do nawadniania pól	Zrzut bezpośredni	NI
DE-5	C	Dachy, drogi wewnętrzne	Doprowadzenie na wejście na teren zakładu	Nie	NI	Nie
DE-8	WB+C	Dachy i spływy powierzchniowe z otwartych powierzchni magazynowych	Magazynowanie spływu z dachów w dwupłaszczowym zbiorniku stalowym pod ziemią (ok. 30 m ³). Spływy powierzchniowe z powierzchni magazynowych zaimpregnowanego drewna znajdujących się na świeżym powietrzu są przed odprowadzeniem oczyszczane w zbiorniku sedymentacyjnym (osadowym).	Spływy powierzchniowe z dachów są w całości wykorzystywane do przygotowania roztworu impregnującego	Zrzut bezpośredni (tylko woda z magazynów na świeżym powietrzu) - zbiornik wód powierzchniowych	Nie
DE-6	WB	Dachy i powierzchnie wolne od zacieków ze świeżo zaimpregnowanego drewna	System rur doprowadzający do betonowego basenu (niecki)	Nie	Zrzut pośredni - system kanalizacyjny, oczyszczalnia ścieków	Tak
DE-7	WB	Dachy, magazyn drewna surowego (niezakonserwowanego)	Zbiornik sedymentacyjny (osadowy), następnie przesyłanie	Nie	NI	NI

FR-2	WB+C	Wydzielona sieć do odzysku wody. Wszystkie wody powierzchniowe zbierane są przez sieć kanalizacji deszczowej.	Oddzielna sieć do odzysku wody	Częściowy recykling wody z obszarów przystających do wyjścia z autoklawów i obszarów magazynowych z drewnianymi słupami (po impregnacji, zarówno w przypadku WB jak i C). Gromadzenie wody w dwóch stawach. Zebrana woda jest ponownie wykorzystywana do impregnacji WB.	Zrzut bezpośredni - zbiornik wód powierzchniowych	Tak
Uwagi: WB – na bazie wody, C – kreozot, SB – na bazie rozpuszczalnika, NI - nie dostarczono danych. Źródło: [236. TWG 2017]						

Tabela 15-8 Zbieranie potencjalnie zanieczyszczonej deszczówki / spływu powierzchniowego.

Przykładowy zakład	Typ zakładu	Obszary z których zbierana jest woda	Opis	Analizy zebranej wody	Ponowne użycie wody	Przetwarzanie	Monitorowanie przed zrzutem
DK-1	WB	Obszar suszenia, obiekt	Poprzez system kolektorów kanalizacyjnych	Nie	Przygotowanie roztworu impregującego	NI	NI
PL-1	WB+C	NI	Zbiorniki cementowe 3x10 m ³	Tak, przez przedsiębiorstwo oczyszczania ścieków	Nie, usuwana jako odpad płynny	NI	Nie
UK-1	WB+C	Z całego zakładu / wszystkie wody powierzchniowe	Drenaż	Tak, zrzut z zakładowej oczyszczalni ścieków jest mierzony dla: przepływu, Cu, Cr, WWA (PAH), benzo[a]pirenu	Nie, zrzucana po oczyszczalni ścieków	NI	Tak
UK-2	WB	Cały obszar obsługi drewna	Woda jest zbierana ze studzienek ściekowych zakładu i ponownie wykorzystywana bezpośrednio w procesie mieszania	Nie	NI	NI	NI
IT-1	WB	(Tylko) obszary na terenie zakładu znajdujące się na świeżym powietrzu: przeznaczona do mycia/czyszczenia maszyn obsługujących, które są jedynymi źródłami zrzutu ścieków przemysłowych. Monitorowanie przewidziane w punkcie zrzutu, przed zmieszaniem z wodą używaną na potrzeby własne/deszczówką.	NI	NI	NI	NI	Tak
SE-2	WB	Twarde nawierzchnie asfaltowe	Poprzez system rur i rowów do stawu	Tak, dwa razy na rok próbki wody są wysyłane do analizy	Przygotowanie roztworu impregującego	NI	NI

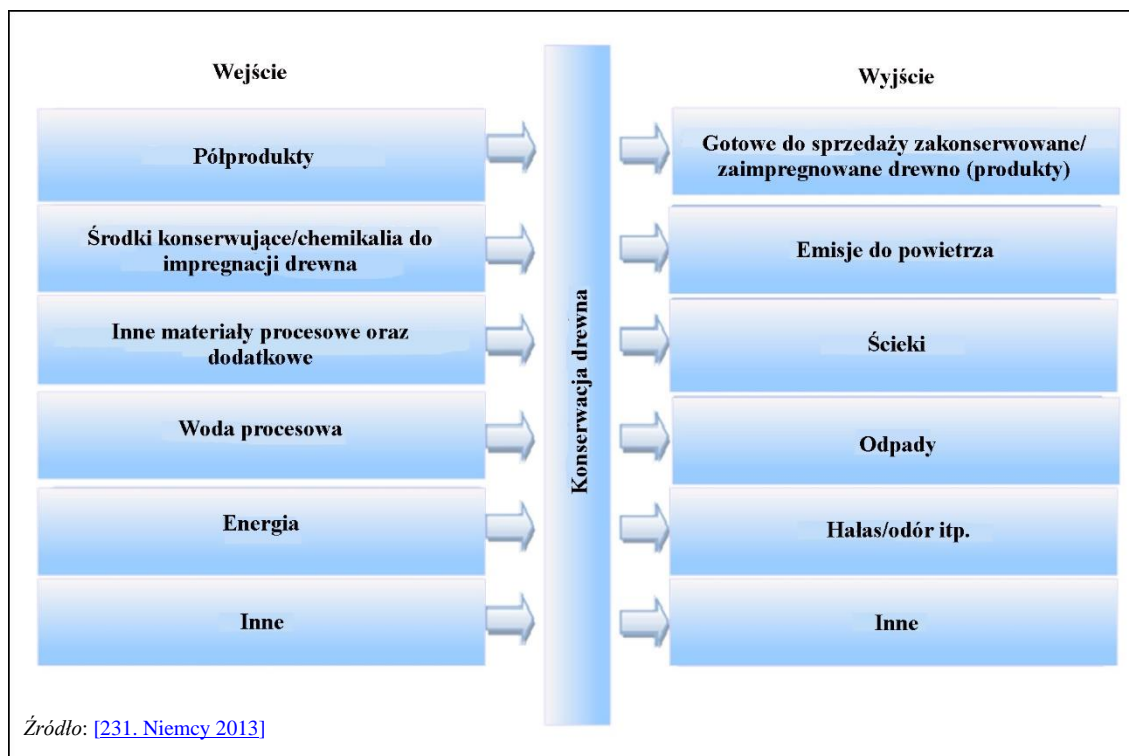
SE-1	WB+C	Obszary magazynowania zrębków drzewnych pokrytych kreozotem	Obszar pokryty asfaltem, który posiada punkty zbierania prowadzące do separatora osadów i olejów	Tak, dwa razy na rok próbki wody z separatora są wysyłane do analizy	NI	Przetwarzanie na terenie zakładu	Tak
FR-3	WB	Z wewnątrz budynków procesu impregnacji	Wodoszczelna pochyla podłoga, która odprowadza wodę po impregnacji do studzienki w niższej części budynku. Studzienka ta jest następnie opróżniana i przesyłana przez pompę do jednego ze zbiorników przetwarzania.	Nie	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	Nie
FR-4	WB	Wyjście z obszaru impregnacji/ obszar utrwalań	Rurociąg do obszaru przechowywania wody na terenie zakładu	Nie	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
FR-1	C	Obszary z tubami, obszar impregnacji i obszar zamknięty	Woda jest zbierana z nieprzepuszczającej ją powierzchni gleby i doprowadzana do obszaru magazynowania zaimpregnowanego w systemie tubowym drewna	Nie	NI	Przetwarzanie na terenie zakładu: filtr z węglem aktywnym i odwrócona osmoza	No
DE-9	WB+C	Drogi, magazyn drewna impregnowanego (WB, C) na świeżym powietrzu,	Zebrana woda kierowana jest do zbiornika sedymentacyjnego (łapacza osadu), a następnie przechowywana w cysternie w celu dalszego recyklingu w ramach procesu WB	Nie	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
DE-5	C	Obszar transportowy między budynkiem schładzania a budynkiem do układania płyt bazowych na podkładach	Zbierana za pomocą folii wodoodpornej i doprowadzana do oczyszczalni ścieków	Tak, monitorowanie oczyszczalni ścieków	NI	NI	Tak
DE-6	WB	Obszary, na których drewno poddane impregnacji jest toczzone bezpośrednio po wyjęciu ze zbiornika konserwującego	Nieprzepuszczalne utwardzone podłoże pomiędzy i obok szyn do rozładunku zbiornika konserwującego ma nachylenie w kierunku zamkniętego obszaru poza zbiornikiem (taca zbierająca)	Nie	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
IT-2	WB	Nieosłonięte powierzchnie utwardzone oraz stabilizowane powierzchnie gruntowe, budynki, powierzchnie, nieosłonięta powierzchnia betonowa	System rur transportujący wodę do zbiornika zbierającego	Tak, okresowa analiza wody	NI	Przetwarzanie na terenie zakładu	Tak

DE-7	WB	Magazynowanie impregnowanych produktów z drewna	Zbiornik sedymentacyjny (osadowy), następnie przesączanie. Zbieranie razem z nieskażoną deszczówką	Nie	NI	Przetwarzanie na terenie zakładu	Nie
FR-5	WB	NI	Zbieranie roztworu impregnującego z uszczelnionych powierzchni i obszaru konserwacji, roztwór impregnujący jest następnie pompowany z powrotem do procesu.	Nie	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	Nie
FR-2	WB+C	Wtryskiwanie i magazynowanie	Staw	Nie	Przygotowanie roztworu impregnującego	NI	NI
<p>Uwagi: WB – na bazie wody, C – kreozot, SB – na bazie rozpuszczalnika, NI - nie dostarczono danych. Źródło: [236. TWG 2017]</p>							

15.3. Bieżące poziomy zużycia i emisji przy konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi

15.3.1. Ogólny przegląd parametrów wejściowych i wyjściowych instalacji WPC

Ilustracja 15.11 zawiera przegląd głównych parametrów wejściowych/zużycia i wyjściowych/emisji związanych z konserwacją drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi.



Ilustracja 15-11 Typowe dane wejściowe i wyjściowe dla zakładów konserwacji drewna.

Chemikalia stosowane w konserwacji drewna obejmują biocydy i odpowiednie „chemikalia nośnikowe”: wodę, rozpuszczalniki, CO₂, ale także chemikalia stosowane do impregnacji (np. oleje, emulsje), środki zmniejszające palność oraz chemikalia stosowane w chemicznej modyfikacji drewna lub hydrofobizacji (takie jak bezwodnik octowy, alkohol furfurylowy, silikony). Ponieważ chemiczna modyfikacja drewna (CWM) i hydrofobizacja są wyłączone z zakresu niniejszego dokumentu BREF, chemikalia te nie zostały omówione w poniższych sekcjach. Pewne informacje i dane na temat tych chemikaliów można jednak znaleźć w części dotyczącej nowych technik związanych z CWM (zob. sekcja 19.6.1) i w części dotyczącej hydrofobizacji (zob. sekcja 15.2.6).

Przegląd rodzajów środków konserwacji drewna i procesów konserwacji drewna, w których są one stosowane, przedstawiono w Tabeli 15.9.

Tabela 15-9 Przegląd rodzajów impregnatów do drewna oraz stosowanych procesów konserwacji.

Proces konserwacji drewna		Rodzaj zastosowanych konserwantów		
Procesy ciśnieniowe	Procesy obróbki ciśnieniowej w retorcie	Proces próżniowo-ciśnieniowy	Koncentraty soli rozpuszczalnych w wodzie	
		Alternatywny proces ciśnieniowy	Koncentraty soli rozpuszczalnych w wodzie	
		Proces Ruepinga	Olej impregnujący (kreozot) lub koncentraty emulsji na bazie oleju impregnującego (kreozotu)	
		Podwójny proces Ruepinga	Olej impregnujący (kreozot) lub koncentraty emulsji na bazie oleju impregnującego (kreozotu)	
	Procesy niskociśnieniowe	Proces z podwójnie obniżonym ciśnieniem	Środki konserwujące na bazie rozpuszczalnika	
Procesy bezciśnieniowe	Procesy zanurzeniowe	Impregnacja nieckowa	Koncentraty soli rozpuszczalnych w wodzie i koncentraty emulsji rozpuszczalnych w wodzie	
		Zanurzanie	Koncentraty soli rozpuszczalnych w wodzie i koncentraty emulsji rozpuszczalnych w wodzie	
		Kąpiel gorąca-zimna	Olej impregnujący (kreozot)	
	Procesy powierzchniowe	Krótkie zanurzanie (krótkotrwałe zanurzanie / czasowe zatapianie)		Gotowe do użycia produkty wodne lub wodorozcieńczalne
			Zalewanie	Gotowe do użycia produkty wodne lub wodorozcieńczalne, w wyjątkowych przypadkach produkty na bazie rozpuszczalników
		Tunel natryskowy	Koncentraty soli rozpuszczalnych w wodzie lub gotowe do użycia wodne roztwory soli, głównie preparaty soli boru	
		Natryskiwanie	Preparaty na bazie wody do zabiegów ochronnych w zakładach produkcyjnych; do stosowania wyłącznie w systemach zamkniętych	
		Nakładanie pędzlami (malowanie)	Gotowe do użycia produkty na bazie wody	
	Źródło: [231. Niemcy 2013]			

15.3.2. Wsady i zużycie

15.3.2.1. Wsad drewna

Impregnowane są różne gatunki drewna, których naturalna odporność na działanie organizmów niszczących lub barwiących drewno jest niewystarczająca lub w ogóle nie występuje w przypadku określonych zastosowań końcowych. Pod względem ilościowym ważne są takie gatunki jak sosna i świerk. Oprócz tego stosuje się buk, dąb oraz inne gatunki drewna.

Rodzaj gatunku drewna, który ma zostać poddany obróbce, ma wpływ na nieprzepuszczalność, zużycie biocydów i/lub klasę obróbki/klasę użytkowania, które można uzyskać przy zastosowaniu określonych ilości biocydów lub technik konserwacji. Informacje przekazane w trakcie gromadzenia danych nie pozwalają jednak na wiarygodne stwierdzenie wielkości tego zużycia w zależności od gatunku drewna lub jego ilości poddanych obróbce.

15.3.2.2. Zużycie biocydów (produktów biobójczych)

Środki do konserwacji drewna składają się z preparatów, które zawierają jeden lub więcej biocydów (substancji czynnych). Biocydy/produkty biobójcze regulowane są rozporządzeniem (UE) 528/2012, rozporządzeniem BPR (uchylającym dyrektywę 98/8/WE w sprawie produktów biobójczych). Zgodnie z BPR, wszystkie produkty biobójcze wymagają uzyskania pozwolenia przed wprowadzeniem do obrotu, a substancje czynne zawarte w danym produkcie biobójczym muszą być wcześniej zatwierdzone. Istnieją jednak pewne wyjątki od tej zasady. Na przykład produkty biobójcze zawierające substancje czynne objęte programem weryfikacji mogą być udostępniane na rynku i stosowane (z zastrzeżeniem przepisów krajowych) do czasu podjęcia ostatecznej decyzji w sprawie zatwierdzenia substancji czynnej (oraz do 3 lat po tej decyzji).

Produkty zawierające nowe substancje czynne, które są nadal w trakcie weryfikacji, mogą być również dopuszczone do obrotu, jeżeli udzielono tymczasowego zezwolenia [237. ECHA 2018].

Ponieważ produkty lub substancje czynne, na które wydano pozwolenie, mogą z czasem ulegać zmianom, w niniejszym dokumencie nie zamieszczono wykazu aktualnie dopuszczonych do obrotu produktów biobójczych lub substancji czynnych. Zamiast tego czytelnika odsyła się do odpowiedniej i aktualizowanej strony internetowej Europejskiej Agencji Chemikaliów - ECHA (<https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-products-regulation>).

W Tabeli 15.11 podsumowano jednostkowe zużycie biocydów na m³ drewna poddanego obróbce, zgłoszone podczas gromadzenia danych na potrzeby niniejszego BREF (2017 r.) w odniesieniu do impregnacji na bazie wody i jednego procesu z wykorzystaniem CO₂. Nie zgłoszono żadnych danych dotyczących konserwacji drewna na bazie rozpuszczalników.

Przekazane dane nie pozwalają na przedstawienie szczegółowych danych liczbowych dotyczących niektórych substancji czynnych lub składników chemicznych w produktach biobójczych, ale w Tabeli 15.10 przedstawiono niepełny przegląd składników poszczególnych typów produktów biobójczych, stosowanych w zakładach, które uczestniczyły w zbieraniu danych.

Tabela 15-10 Niepełny przegląd składników poszczególnych rodzajów produktów biobójczych stosowanych w zakładach WPC, biorących udział w gromadzeniu danych w roku 2017 (WPC 2017).

Rodzaj produktu biobójczego	Przykładowe składniki
a	- zasadowy węglan miedzi, - 2-Aminoetanol, - czwartorzędowe związki amoniowe, - chlorek benzalkoniowy, cyprokonazol.
b	- miedź, - czwartorzędowe związki amoniowe, - kwas borowy.
c	- węglan wodorotlenku miedzi, - propionian n-n-didecylo-n-metylo poli(oksyetylo)amonu.
d	- węglan miedzi, - 2-Aminoetanol, - kwas borowy, - tebukonazol, propikonazol, - polietylenoamina - kwasy organiczne i środki powierzchniowo czynne.
e	- propikonazol, tebukonazol, permetryna.
f	- propikonazol, tebukonazol.

g	<ul style="list-style-type: none">- bis-(N-cykloheksylo-diazenio-dioksy)-miedź- węglan wodorotlenku miedzi,- kwas borowy,- 2-Aminoetanol.
h	- permetryna, propikonazol.
Źródło: [236. TWG 2017]	

Tabela 15-11 Zgłoszone jednostkowe zużycie biocydów do celów impregnacji na bazie wody (okres sprawozdawczy 2014-2016).

Przykładowy zakład	Proces	Towary	Klasa penetracji (EN 351)	Klasa użytkowa	Jednostkowe zużycie produktów biobójczych (kg/m ³)	Rodzaj produktu biobójczego
DK-2	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Ściany i stolarka zewnętrzna, słupy	NI	UC 2 UC 3	1	f
DK-1	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Ściany i stolarka zewnętrzna, słupy	NI	UC 1 UC 3 UC 3 UC 4	8 (dla UC 3) 16 (dla UC 4)	d
PL-1	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Słupy	NP 5	UC 4	8.94–13.69	g
UK-1	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Słupy, podkłady, podpory, sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe	NP 3 NP 5 NP 6	UC 3 UC 4	18.31-28.38*	NI
UK-4	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe, podpory, podkłady, ściany i stolarka zewnętrzna, krokwie	NI	UC 1 UC 2 UC 3 UC 4	3.52	a
SE-2	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe	NP 5 NP 2	UC 3 UC 4 UC 2	2.28-3.08	a, d, g
SE-3	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	NI	NP 1 NP 5	UC 1 UC 3 UC 4	6.74-8.64	a, b
FR-3	Zalewanie/zanurzenie	Drewno budowlane do użytku wewnętrznego	NP 1	UC 2	0.309-0.322*	h
FR-4	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Stolarka wewnętrzna, drewno budowlane wewnętrzne, ściany i stolarka zewnętrzna, sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe, słupy, żerdzie	NP 5 NP 3	UC 4 UC 3	7.5*	NI
DE-6	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Słupy, podkłady, podpory	NP 5 NP 4 NP 3 Inne	UC 4 UC 3	14.5	g, c
FR-5	Zalewanie/zanurzenie	Drewno budowlane do użytku wewnętrznego	NP 1	UC 2	1.005-1.034	NI
FI-1	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Ściany i stolarka zewnętrzna, sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe, słupy	NP 5	UC 3 UC 4	0.8*	g
FR-2	Proces ciśnieniowy (autoklaw)	Ściany i stolarka zewnętrzna, sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe, słupy	NP 5	UC 4	8.5-8.9*	c

* Obliczono na podstawie zgłoszonych danych.
Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [236. TWG 2017]

15.3.2.3. Zużycie kreozotu

Kreozoty to frakcje destylatów składające się z wielu związków chemicznych. Rozróżnia się w nich trzy klasy (A, B i C, zgodnie z EN 13991) o różnych prężnościach par. Zgodnie z IED frakcja kreozotu, której prężność par przekracza wartość 0.01 kPa w temperaturze 293.15 K, jest uznawana za LZO. LZO to frakcja kreozotu o niskiej temperaturze wrzenia [148. COM 2009].

Stosowanie kreozotu jest ograniczone w przypadku drewna do zastosowań zewnętrznych o specjalnych wymaganiach (kontakt z gruntem), np. słupów, żerdzi, pali, podpór, ogrodzeń lub podkładów kolejowych (dyrektywa 76/769/EWG), ze względu na jego klasyfikację jako substancji rakotwórczej kategorii 2, spowodowanej zawartością benzo[a]pirenu. Zgodnie z dyrektywą 2001/90/WE, jeżeli kreozot zawiera mniej niż 0.005 % (wagowo) benzo[a]pirenu i mniej niż 3 % (wagowo) fenoli ekstrahowanych wodą, może być stosowany, ale tylko w instalacjach przemysłowych lub przez profesjonalistów. Dlatego kreozot typu A, który obecnie może zawierać od 0.005 % do 0.05 %, a wcześniej zawierał do 0.1 % benzo[a]pirenu, jest w UE zakazany [148. COM 2009].

Kreozot typu B jest obecnie najczęściej stosowanym olejowym środkiem do konserwacji drewna, o średniej zawartości LZO wynoszącej 20 % i zawartości benzo[a]pirenu mniejszej niż 0.005 %.

Kreozot typu C, o znacznie obniżonej zawartości LZO (~ 2 %) i zawartości benzo[a]pirenu poniżej 0.005 %, charakteryzuje się wysoką lepkością i wysoką temperaturą krystalizacji. Dlatego konieczne jest podgrzewanie systemu magazynowania i impregnacji. Zaletą jest ograniczenie zapachu oraz zmniejszenie skłonności drewna do pocenia się [148. COM 2009].

Do zaimpregnowania 1 m³ drewna potrzeba od 40 do 150 kg kreozotu [148. COM 2009].

W Tabeli 15.12 przedstawiono kilka przykładowych danych dotyczących instalacji do impregnacji kreozotem stosujących obróbkę ciśnieniową lub obróbkę w kąpeli gorąco-zimnej, przedstawionych w analizie BAT złożonej przez Niemcy. Jak można zauważyć, zużycie kreozotu w procesach ciśnieniowych i beciśnieniowych może się różnić. Podczas gdy w przypadku obróbki w kąpeli gorąco-zimnej impregnowana jest tylko powierzchnia drewna, a nie cała jego objętość, głębokość penetracji w przypadku procesów ciśnieniowych jest znacznie większa niż w przypadku procesów beciśnieniowych. Procesy stosowane do impregnacji i ich skuteczność zależą od specyfikacji produktu. Klasyfikacja retencji i penetracji środka konserwującego jest określona odpowiednią normą (EN 351-1).

Tabela 15-12 Przykładowe dane dotyczące zakładów konserwujących kreozotem.

Dane zakładu	Jednostka	Zakres dla procesu konserwacji metodą kąpeli gorąco-zimnej	Zakres dla procesów ciśnieniowych
Stosowane środki konserwujące		Olej impregnujący (klasy B i C wg DIN EN 13991)	Olej impregnujący (klasy B i C wg DIN EN 13991)
Objętość cylindra lub zbiornika do obróbki	m ³	10-15	20-100
Zużycie oleju impregnującego ⁽¹⁾	kg/h	15-18	34-116 (np. dla słupów drewnianych lub elementów ogrodzenia wybiegu dla zwierząt) 58-211 (dla podkładów kolejowych)
Wydajność konserwacji drewna ⁽²⁾	m ³ /h	0.16-0.21 (w zależności od obrabianych elementów)	0.5-0.9 (np. dla słupów drewnianych lub elementów ogrodzenia wybiegu dla zwierząt) 1.5-2.4 (dla podkładów kolejowych)

- (1) Podane zużycie oleju impregnującego odnosi się do objętości drewna, którą można poddać obróbce w ciągu 24 godzin, i zależy m.in. od procesu impregnacji i gatunku drewna.
- (2) Podana wydajność konserwacji drewna odnosi się do objętości drewna, którą można poddać obróbce w ciągu 24 godzin, i zależy m.in. od procesu impregnacji i gatunku drewna.

Źródło: [231. Niemcy 2013]

Jednostkowe zużycie kreozotu (tj. zużycie kreozotu na m³ drewna poddanego konserwacji) zgłoszone podczas gromadzenia danych na potrzeby niniejszego BREF (2017) dla procesów impregnacji ciśnieniowej podsumowano w Tabeli 15.13. W przypadku procesów bezciśnieniowych nie zgłoszono żadnych danych.

Tabela 15-13 Zgłoszone jednostkowe zużycie kreozotu dla ciśnieniowej obróbki kreozotem (okres sprawozdawczy 2014-2016).

Zakład	Towary	Gatunki drewna poddawane konserwacji	Typ kreozotu	Klasa penetracji (EN 351)	Klasa użytkowa	Zużycie kreozotu (kg/m ³)
PL-1	Podkłady, dźwigary drewniane	Buk, sosna, dąb	B, C	NP 5	UC 4	85-94
UK-1	Słupy, podkłady, podpory, sztachety ogrodzeniowe / deski tarasowe	Sosna, daglezwia, modrzew, świerk	NI	NP 5	UC 4	141-213 ⁽¹⁾
SE-1	Słupy, podpory, podkłady	Sosna	B	NP 5	UC 4	91-101
FR-1	Podkłady	Dąb	C	NP 5	UC 4	33-36
DE-5	Podkłady	Buk, dąb	C	NP 6, NP 4	UC 4	77-89
FR-2	Słupy	Świerk	B	NP 4	UC 4	141-163

⁽¹⁾ Obliczono na podstawie zgłoszonych danych. Górna granica wydaje się nietypowo wysoka w porównaniu z wartościami 141 kg/m³ i 143 kg/m³ podanymi dla innych lat.
Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [236. TWG 2017]

15.3.2.4. Zużycie wody

Woda służy do przygotowania roztworu impregnującego w przypadku konserwacji drewna na bazie wody, do wytwarzania pary do suszenia drewna, do wiązania pary oraz do ogrzewania kreozotu.

Jednostkowe zużycie wody zgłoszone podczas gromadzenia danych na potrzeby niniejszego BREF (2017) dla zakładów impregnacji drewna na bazie wody podsumowano w Tabeli 15.14.

Tabela 15-14 Raportowane jednostkowe zużycie wody w procesach konserwacji na bazie wody w latach 2014- 2016.

Zakład	Jednostkowe zużycie wody (m ³ /m ³ obrobionego drewna)
DK-1	0.308
PL-1	0.316-0.331
UK-2 (linia 1)	0.100-0.127
UK-2 (linia 2)	0.012
UK-3	0.012
SE-2	0.131-0.136
SE-3	0.168-0.190
SE-1	0.357-0.360
FR-3	0.022-0.027*

FR-4 (linia 1)	0.299-0.300*
FR-4 (linia 2)	0.069-0.07*
FI-1	0.365-0.372*
DE-6	0.300
FR-5	0.017-0.018
DE-9	0.04
UK-4	0.126*
* Skalkulowano na podstawie dostarczonych danych. Źródło: [236. TWG 2017]	

15.3.2.5. Zużycie rozpuszczalnika

Środki konserwujące na bazie rozpuszczalników zawierają około 5 % składników aktywnych (insektycydów, fungicydów lub środków hydrofobowych) i 95 % rozpuszczalnika organicznego.

Obecnie stosuje się tzw. LOSP - środki konserwujące na bazie lekkich rozpuszczalników organicznych. W środkach tych stosuje się rozpuszczalniki organiczne, takie jak benzyna lakowa lub inne węglowodory ropopochodne, jako substancje rozpuszczające, które przenoszą składniki aktywne (np. środki grzybobójcze, owadobójcze, hydrofobowe) do drewna. Benzyna lakowa składa się głównie (> 80 %) z węglowodorów C9-C11 (alifatycznych, alicyklicznych i aromatycznych); pozostała część to przeważnie węglowodory C7-C8 i C12 [148. COM 2009].

W gromadzeniu danych na potrzeby przeglądu niniejszego dokumentu BREF nie uczestniczył żaden zakład konserwujący stosujący impregnaty na bazie rozpuszczalników. W związku z tym nie można przedstawić danych na temat zużycia rozpuszczalników przez takie zakłady WPC.

Zakład wykorzystujący impregnaty na bazie wody oraz zakład stosujący CO₂ w stanie nadkrytycznym [zakład DK-2 w [236. TWG 2017]] dostarczyły informacje na temat zużycia rozpuszczalników, aczkolwiek bez wyjaśnienia, do czego te rozpuszczalniki są wykorzystywane. Zakład stosujący system konserwacji na bazie wody zgłosił jednostkowe zużycie rozpuszczalnika organicznego wynoszące 0.033 kg/m³ drewna poddanego impregnacji; większość tej ilości (95%) stanowi eter monometylowy glikolu dipropylenowego, reszta to kwas octowy. W zakładzie pracującym w technice CO₂ stwierdzono zużycie rozpuszczalnika w ilości 0.8 kg/m³ impregnowanego drewna, głównie eteru glikolowego.

Należy zauważyć, że produkty biobójcze stosowane do konserwacji drewna środkami na bazie wody mogą zawierać pewne rozpuszczalniki, ale nie przedstawiono szczegółowych informacji ani danych na ten temat.

15.3.2.6. Zużycie innych chemikaliów impregnujących

Jeżeli środki wzmacniające stosowane do hydrofobizacji drewna zawierają emulsje wodne lub roztopione środki hydrofobizujące, nie oczekuje się żadnych istotnych emisji z takiego procesu. Jednakże obecnie nie są dostępne żadne dane z badań poświęconych temu zagadnieniu.

W przypadku stosowania ciekłych organicznych środków hydrofobizujących (np. parafin) należy uwzględnić specjalne aspekty dotyczące LZO [230. VDI 2014] [231. Niemcy 2013].

15.3.2.7. Zużycie materiałów dodatkowych

W zakładach WPC stosuje w bardzo małych ilościach oleje, smary i środki smarne [231. Niemcy 2013].

15.3.2.8. Zużycie energii

Zużycie energii w zakładzie WPC zależy od typu zakładu i stosowanych procesów. TWG określiła zużycie energii i wydajność procesów na bazie kreozytu i z użyciem autoklaw jako kluczowe zagadnienie środowiskowe (KEI). Postanowiono uwzględnić w gromadzeniu informacji i danych zużycie energii (zużycie całkowite oraz jednostkowe/związane z produkcją zużycie w kWh/m³ drewna/produktu drzewnego) oraz efektywność energetyczną wraz z odpowiednimi informacjami kontekstowymi (w tym o zastosowanych granicach procesu). W odniesieniu do tych kwestii przekazano jednak bardzo niewiele danych.

Tabela 15.15 zawiera przegląd danych dotyczących jednostkowego zużycia energii zgłoszonych podczas gromadzenia danych WPC 2017. Generalnie, energia jest wykorzystywana do: wytwarzania ciśnienia/próżni podczas obróbki, ogrzewania roztworu konserwującego, pracy systemu oczyszczania gazów odlotowych oraz transportu/ładowania drewna.

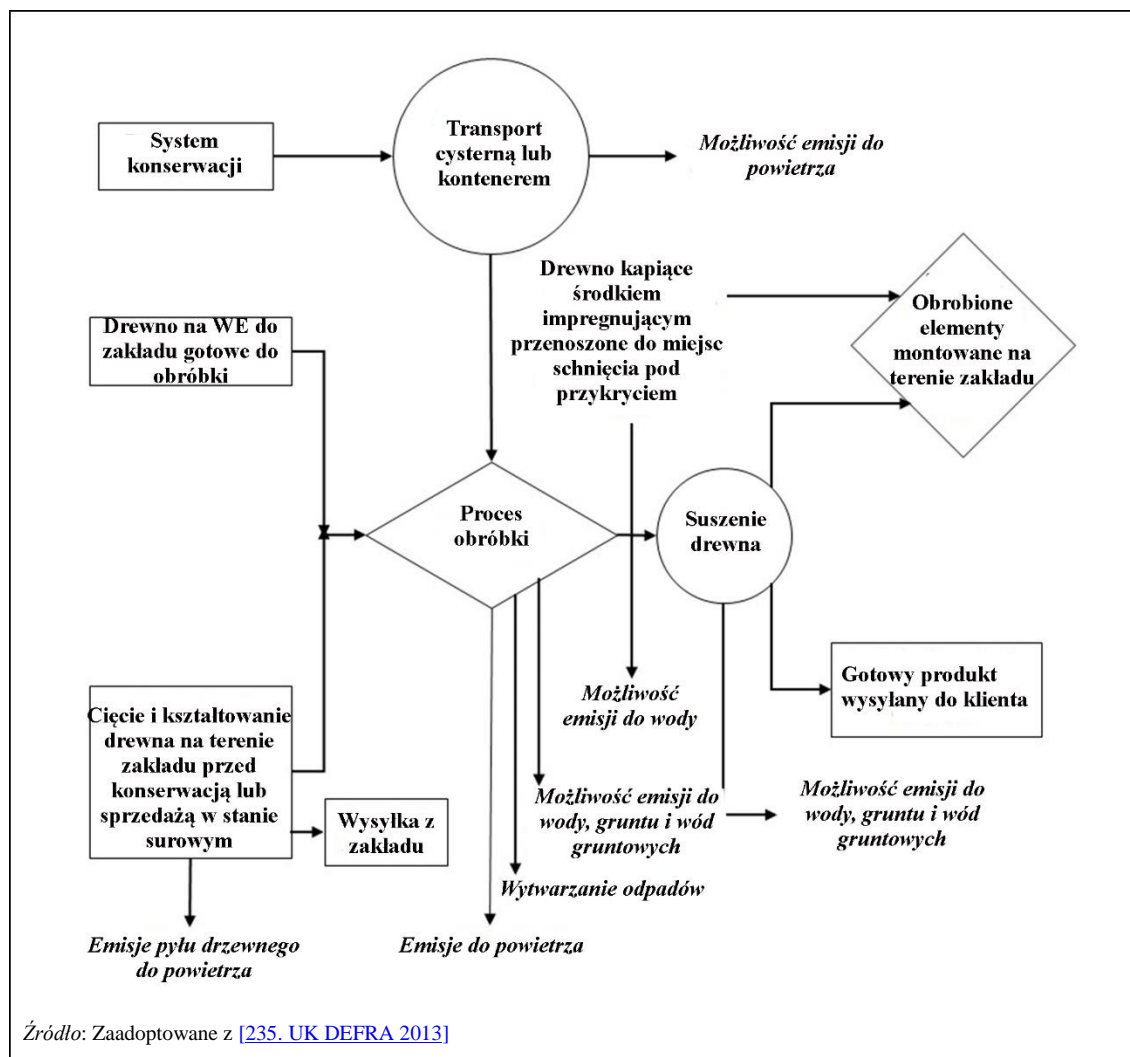
Tabela 15-15 Jednostkowe zużycie energii na potrzeby konserwacji drewna (lata 2014-2016).

Zakład	Jednostkowe zużycie energii (kWh/m ³ obrobionego drewna)
DK-2	20
PL-1	9.75-10.69
UK-3	0.7-1.1
IT-1	12.5-20.5
IT-2	91.04
SE-2	39-61
SE-3	8.3-9.6
DE-5	143.2-177.1
DE-6	25
<i>Źródło:</i> [236. TWG 2017]	

15.3.3. Produkty wyjściowe oraz emisje

15.3.3.1. Ogólny przegląd emisji

Ilustracja 15.12 przedstawia możliwe emisje i uwolnienia z instalacji WPC.



Ilustracja 15-12 Schemat blokowy typowej instalacji do impregnacji drewna pokazujący zużycie oraz emisje.

15.3.3.2. Emisje do gruntu i wód gruntowych

Środki konserwujące stosowane w tej branży są z natury ekotoksyczne. Przemysł ten w przeszłości stosował TZO i/lub PBT. Jest też znaczącym źródłem niektórych TZO, takich jak WWA i PCP. Emisje WWA pochodzące z zastosowania kreozotu to istotny element działalności tej branży. W 1999 r. zgłoszono, że konserwacja drewna przyczyniła się do 30 % całkowitej emisji TZO w UE-15 [99. UKHSE 2006] [100. EEA 1999].

Chociaż stosowanie i emisja tych substancji zmniejszyły się ze względu na nowe przepisy oraz zmiany w przemyśle, substancje takie jak kreozot i sole miedzi są nadal w użyciu.

Dążenie do stosowania środków mniej szkodliwych dla zdrowia ludzkiego (w produkcji i powlekanii) doprowadziło do stosowania substancji takich jak pyretroidy (np. permetryna). Mogą one mieć wysoką toksyczność dla środowiska wodnego.

Wszystkie chemikalia (rozpuszczalniki, kreozot, substancje czynne/biocydy, dodatki, środki hydrofobowe, środki przeciwpożarowe itp.) stosowane w procesie konserwacji drewna niosą ze sobą ryzyko emisji do gleby a docelowo do wód gruntowych, jako przypadkowe uwolnienia z procesu. Substancje chemiczne, które nie są już stosowane, mogą być również emitowane do wód gruntowych, jeżeli na terenie zakładu znajduje się zanieczyszczona gleba z poprzednich operacji konserwacji drewna środkami chemicznymi (WPC).

Informacje o potencjalnych zanieczyszczeniach i parametrach monitorowanych w glebie i/lub wodach gruntowych, które zostały dostarczone podczas zbierania danych w ramach WPC 2017, zestawiono w Tabelach 15.24 i 15.25.

15.3.3.3. Emisje do wody

Zasadniczo ścieki mogą powstawać jako spływy powierzchniowe, przypadkowe uwolnienia (krople lub wycieki) substancji chemicznych stosowanych w konserwacji drewna oraz w postaci wody gaśniczej. Każda substancja chemiczna (lub jej składniki) stosowana w procesie konserwacji drewna może stać się zanieczyszczeniem obecnym w ściekach.

Podsumowanie informacji na temat emisji do wód z zakładów WPC dostarczonych podczas zbierania danych WPC 2017 przedstawiono w Tabeli 15.16. Informacje na temat stosowanych technik oczyszczania ścieków znajdują się w sekcji 15.4.10.

Tabela 15-16 Emisje do wody z zakładów WPC.

Zakład	Parametr (jednostka)	Częstotliwość monitorowania	Rok	Średnia	Maks.
UK-1	Cu (mg/l)	NI	2016	0.017	NI
UK-1	Cr (mg/l)	NI	2016	< 0.002	NI
UK-1	WWA (mg/l)	NI	2016	0.059	NI
UK-1	Benzo[a]piren (mg/l)	NI	2016	< 0.01	NI
SE-1	Cu (mg/l)	2/rok	2016	0.47	NI
SE-1	Cr (mg/l)	2/rok	2016	0.0129	NI
SE-1	WWA (mg/l)	2/rok	2016	0.009	NI
SE-1	Benzo[a]piren (µg/l)	2/rok	2016	0.0135	NI
SE-1	HOI [olej] (mg/l)	2/rok	2016	0.1495	NI
SE-1	As (mg/l)	2/rok	2016	0.0148	NI
SE-1	WWA rakotwórcze (µg/l)	2/rok	2016	0.165	NI
SE-1	Cu (mg/l)	2/rok	2015	0.12	NI
SE-1	Cr (mg/l)	2/rok	2015	0.0022	NI
SE-1	WWA (mg/l)	2/rok	2015	0.013	NI
SE-1	Benzo[a]piren (µg/l)	2/rok	2015	0.01	NI
SE-1	HOI [olej] (mg/l)	2/rok	2015	0.201	NI
SE-1	As (mg/l)	2/rok	2015	0.0058	NI
SE-1	WWA rakotwórcze (µg/l)	2/rok	2015	0.064	NI
SE-1	Cu (mg/l)	2/rok	2014	0.101	NI
SE-1	Cr (mg/l)	2/rok	2014	0.0016	NI
SE-1	WWA (mg/l)	2/rok	2014	0.022	NI
SE-1	Benzo[a]piren (µg/l)	2/rok	2014	0.034	NI
SE-1	HOI [olej] (mg/l)	2/rok	2014	0.11	NI
SE-1	As (mg/l)	2/rok	2014	0.0053	NI
SE-1	WWA rakotwórcze (µg/l)	2/rok	2014	0.5	NI
DE-5	Cu (mg/l)	NI	2016	1. 0.29 2. 0.23	1. 0.38 2. 0.24
DE-5	Cr (mg/l)	NI	2016	1. < 0.01 2. < 0.01	NI
DE-5	WWA (mg/l)	1/rok	2016	81.8	NI
DE-5	Benzo[a]piren (µg/l)	1/rok	2016	< 0.01	NI
DE-5	HOI [olej] (mg/l)	NI	2016	1. < 5 2. < 5	NI
DE-5	Najmniej lotne substancje lipofilowe (mg/l)	NI	2016	1. 18.8 2. 14.4	1. 31 2. 39
DE-5	Indeks fenolowy (mg/l)	NI	2016	1. 1.28 2. 0.77	1. 1.7
DE-5	ChZT (mg/l)	NI	2016	1. 600 2. 281	1. 630

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [236. TWG 2017]

15.3.3.4. Emisje do powietrza

Emisje do powietrza mogą powstawać w wyniku procesów bazujących na rozpuszczalnikach i konserwacji drewna przy użyciu krezotolu ze względu na lotne związki zawarte w środkach konserwujących (np. LZO, WWA, odór, substancje CMR, SVHC) lub gdy stosuje się przetwarzanie gazów odlotowych poprzez utlenianie termiczne (NO_x i CO).

Aerozole (środków konserwujących) mogą być emitowane w przypadku wszystkich rodzajów środków konserwujących do drewna (WB, SB i C) podczas rozpylania tych środków lub na wylocie pomp próżniowych, jeżeli część roztworu środka konserwującego jest odprowadzana.

Podgrzewanie impregnujących środków chemicznych, takich jak olej lub wosk, może powodować emisję związków organicznych do powietrza.

Emisje do powietrza z pojazdów (transport drewna na placu budowy) nie są uważane za specyficzne dla zakładów WPC i mają niewielkie znaczenie.

15.3.3.4.1. Emisje do powietrza z konserwacji drewna środkami na bazie rozpuszczalników oraz krezotolem

Emisje LZO

Głównym źródłem emisji jest obecność rozpuszczalników w zastosowanych substancjach. Rozpuszczalniki, które pozostają w drewnie po całkowitym wysuszeniu, odparowują przez dłuższy czas. Emisje nieorganizowane występują na etapach obróbki, nakładania i suszenia. Jednak większość emisji występuje podczas suszenia.

Na poziomie UE-25 w 2000 r. (zgodnie z modelem RAINS) emisje NMLZO wynosiły 54.9 kt, co stanowiło 0.5 % całkowitych emisji NMLZO (całkowita szacowana emisja w UE-15 wynosiła 47.5 kt/rok w 1990 r.). Całkowita objętość drewna poddanego obróbce w tym przemyśle wynosiła 11.5 mln m^3 , a średni wskaźnik emisji wynosił około 4.8 kg NMLZO/ m^3 , co oznacza, że emisje z tego sektora zostały już częściowo ograniczone w UE-25 (nieobniżony wskaźnik emisji wynosi 19.8 kg/ m^3 , zob. Tabela 15.17). Udział LZO w całkowitej emisji w UE-15 różnił się znacznie w zależności od kraju [91. EGTEI 2005].

Opcje redukcji emisji LZO za pomocą środków pierwotnych (w procesie) i wtórnych (na końcu rury) zostały oszacowane na poziomie europejskim. Dostępne dane z 2005 r., zostały wzięte z dużej instalacji referencyjnej EGTEI [91. EGTEI 2005]:

- objętość drewna do obróbki: 5 000 m^3 /rok;
- wsad rozpuszczalnika: 99 t/rok;
- godziny pracy pod pełnym obciążeniem: 6 000 h/rok;
- wydajność: 22 200 m^3 /h.

Tabela 15-17 Standardowe współczynniki emisji (EF), efektywność ograniczania emisji oraz koszty każdej kombinacji stosowanej do konserwacji drewna.

PMC (kod środka pierwotnego) (zob. Tabela 15.18)	SMC (kod środka wtórnego) (zob. Tabela 15.19)	NMLZO EF (kg/ m^3)
00	00	19.80
00	01	7.30
00	02	7.30
01	00	16.60

01	01	6.10
01	02	6.10
02	00	11.00
03	00	0.25
04	00	0.15
Uwagi: EF - współczynniki emisji Źródło: [91. EGTEI 2005]		

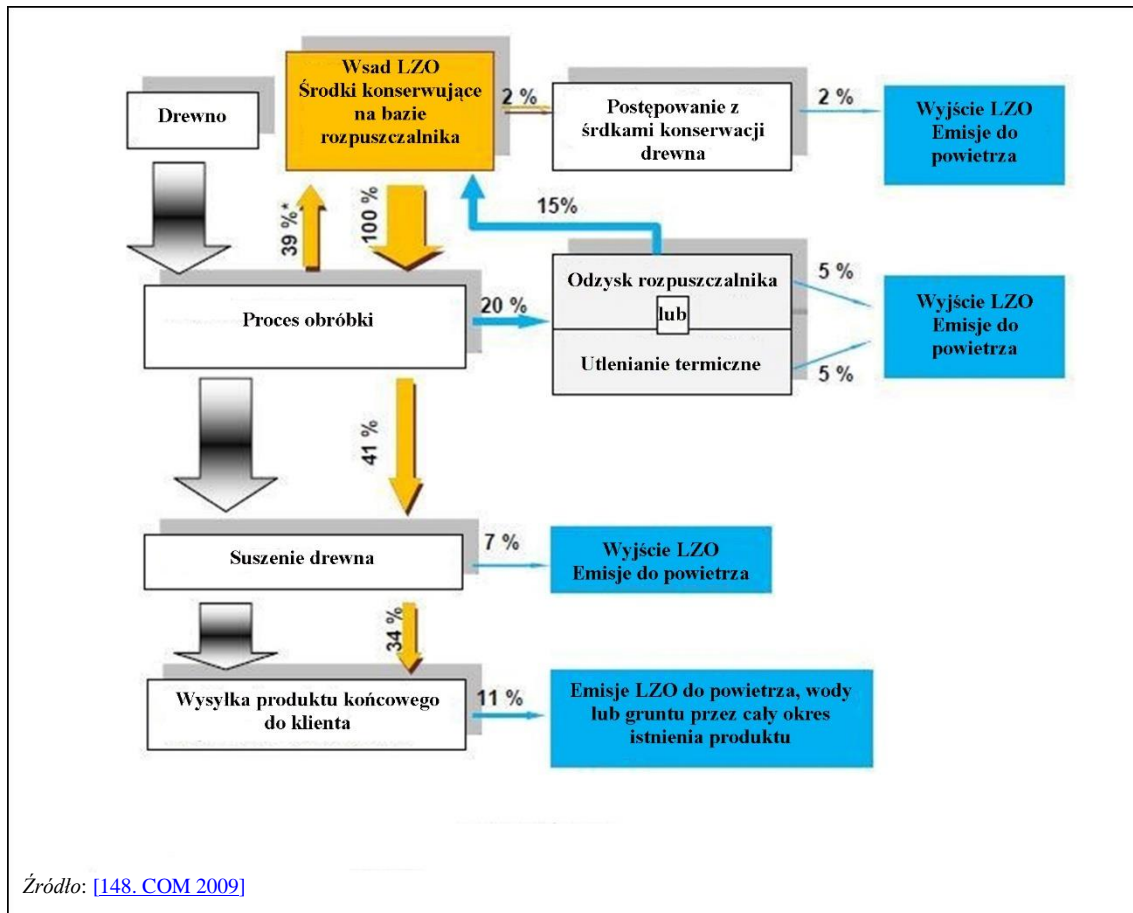
Tabela 15-18 Konserwacja drewna: pierwotne środki ograniczające emisje.

PMC (kod środka pierwotnego)	Opis
00	100 % środków konserwujących na bazie rozpuszczalników, konwencjonalne techniki aplikacji (zanurzanie, malowanie pędzlem, natryskiwanie)
01	100 % środków konserwujących na bazie rozpuszczalników, ulepszona technika nakładania (próżniowy system impregnacji)
02	Optymalizacja procesu, 100 % bardziej stężone środki konserwujące na bazie rozpuszczalników, ulepszona technika stosowania (próżniowy system impregnacji)
03	Środki konserwujące w 100 % na bazie wody, konwencjonalne techniki aplikacji (zanurzanie, malowanie pędzlem, natryskiwanie)
04	Środki konserwujące w 100 % na bazie wody, ulepszona technika nakładania (próżniowy system impregnacji)
Źródło: [91. EGTEI 2005]	

Tabela 15-19 Konserwacja drewna: wtórne środki ograniczające emisje.

SMC (kod środka wtórnego)	Opis
00	Brak środka wtórnego
01	Utlenianie termiczne
02	Adsorpcja i odzyskiwanie rozpuszczalnika
Źródło: [91. EGTEI 2005]	

Schemat blokowy na Ilustracji 15.13 przedstawia etapy procesu impregnacji drewna przy użyciu produktów na bazie rozpuszczalników i pokazuje, gdzie mogą wystąpić emisje LZO. Zawiera również informację o procencie rozpuszczalnika, który jest emitowany z każdego procesu lub który pozostaje w produktach. W przypadku kreozytu schemat przepływu wygląda podobnie, ale odzysk rozpuszczalnika nie jest możliwy.

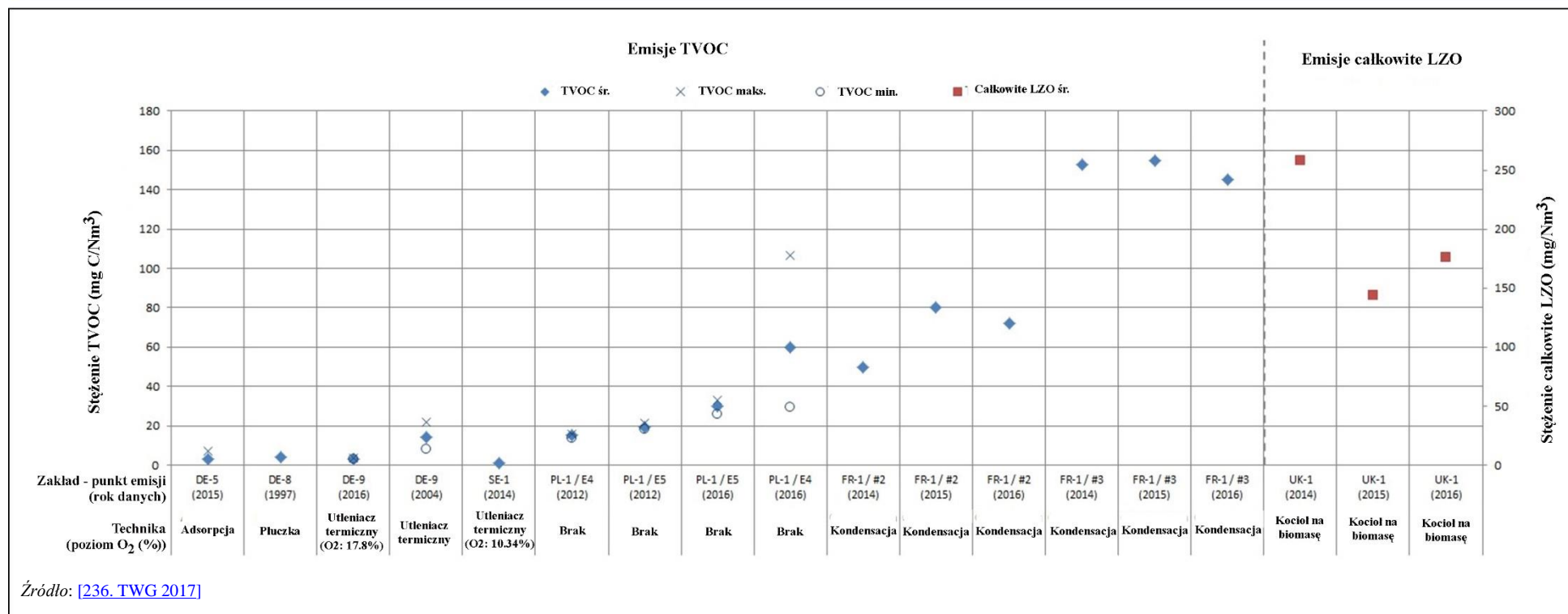


Ilustracja 15-13 Typowe wsady LZO oraz emisje LZO na wyjściu w procesach impregnacji drewna środkami konserwującymi na bazie rozpuszczalników.

Okolo jednej trzeciej rozpuszczalnika, który pozostaje w drewnie po wysuszeniu w zakładzie impregnacji drewna, z czasem wyparuje, ale pozostałe dwie trzecie pozostanie w drewnie przez cały okres jego użytkowania.

Podczas zbierania danych w ramach WPC 2017 [236. TWG 2017], dostarczono informacje o emisjach LZO z siedmiu zakładów stosujących obróbkę kreozotem. Dane zostały przekazane jako emisje TVOC (w mg C/Nm³) lub jako emisje całkowite LZO (w mg/Nm³). Zgłoszony zakres emisji TVOC wynosił od 1.00 mg C/Nm³ do 154.9 mg C/Nm³. Jeden zakład niestosujący żadnej techniki przetwarzania LZO podał wyniki pomiarów dla etapów załadunku i rozładunku autoklawu w zakresie od 13.64 mg C/Nm³ do 106.52 mg C/Nm³. Zakłady stosujące techniki przetwarzania, takie jak utleniacz termiczny, adsorpcja i płuczka, dostarczyły wyniki pomiarów w zakresie 1-22 mg C/Nm³ (w których górny poziom odnosi się do maksymalnej wartości pomiaru z 2004 r.). W przypadku jednego z tych zakładów (DE-5) szczegółowe informacje dostarczone w odniesieniu do pomiarów wskazują, że na podstawie ośmiu pojedynczych pomiarów dla różnych etapów procesu konserwacji kreozotem (tj. rozładunek i załadunek drewna, faza ciśnieniowa, załadunek zbiornika z kreozotem - zalewanie - regeneracja kreozotu, ogrzewanie kreozotu, wytwarzanie próżni w zbiorniku, faza próżniowa) podano wyniki pomiarów w zakresie od 0.8 mg/Nm³ do 6.9 mg/Nm³. W przypadku innego zakładu stosującego kondensację jako technikę ograniczania emisji, w odniesieniu do dwóch autoklawów zgłoszono średnie wartości emisji w zakresie od 49.7 mg C/Nm³ do 154.9 mg C/Nm³. W jednym zakładzie, spalającym gazy odlotowe z instalacji kreozotu razem z niezanieczyszczonymi odpadami drewnianymi w kotle na biomase, zgłoszono całkowite wartości LZO w zakresie od 144.2 mg/Nm³ do 258.1 mg/Nm³ (bez informacji na temat poziomu tlenu w gazie odlotowym z kotła na biomase). Informacje dotyczące emisji LZO do powietrza z instalacji stosujących kreozot,

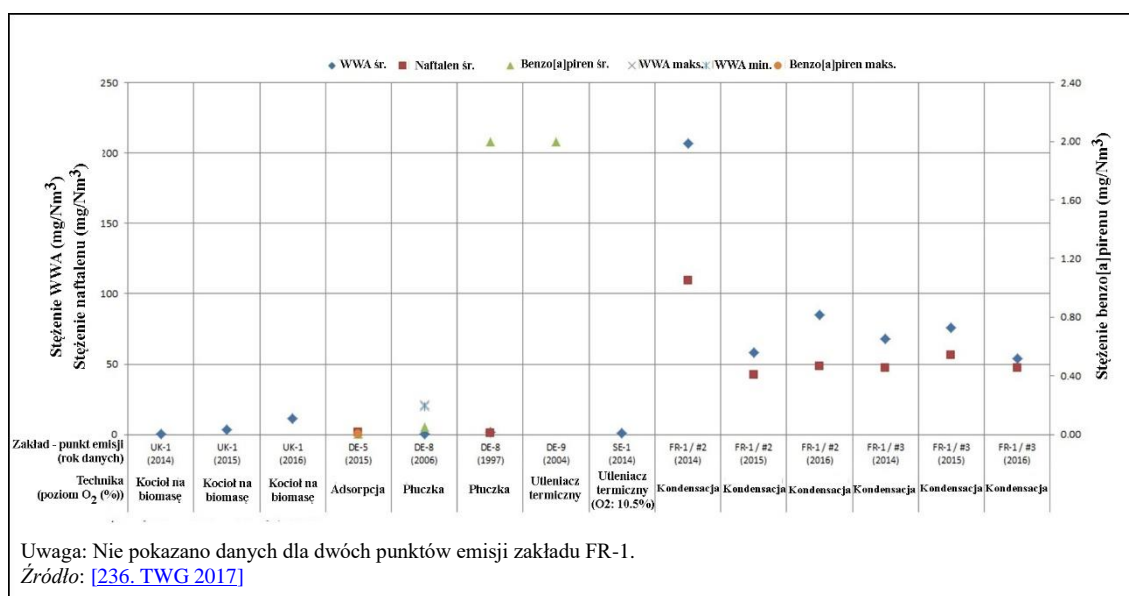
zgłoszone podczas zbierania danych w ramach WPC 2017, przedstawiono na Ilustracji 15.14. Nie przekazano informacji o emisjach LZO z instalacji bazujących na rozpuszczalnikach.



Ilustracja 15-14 Zgłoszone przez zakłady stosujące kreozyt emisje LZO w gazach odlotowych.

WWA (PAH)

Podczas zbierania danych w ramach WPC 2017 [236. TWG 2017] przedstawiono informacje dotyczące emisji WWA, naftalenu i benzo[a]pirenu dla pięciu zakładów stosujących obróbkę krezotem. Zgłoszone wartości emisji WWA wahają się od $< 1 \text{ mg/Nm}^3$ do 85.1 mg/Nm^3 (przy czym zgłoszono jedną skrajną wartość 206.6 mg/Nm^3). Zestawienie danych na Ilustracji 15.15 pokazuje, że zakłady stosujące techniki ograniczania emisji stanowią dolną granicę zakresu, z czterema zakładami zgłaszającymi wartości 0.2 mg/Nm^3 i 1.38 mg/Nm^3 (dla płuczki) oraz 1 mg/Nm^3 (przy 10.5 % poziomie O_2 dla utleniacza termicznego) oraz do 11.1 mg/Nm^3 (dla spalania w kotle na biomasę, bez informacji o poziomach O_2). Jeden zakład zgłaszający wartości WWA (dla dwóch punktów emisji) i stosujący kondensację jako technikę ograniczania emisji wykazuje wyraźnie wyższy zakres emisji, zaczynający się od 53.8 mg/Nm^3 . W przypadku naftalenu, dwa zakłady stosujące technikę ograniczania emisji, które przedstawiły dane (jeden z adsorpcją, drugi z płuczką), zgłosiły wartości 1.2 mg/Nm^3 i $< 1.9 \text{ mg/Nm}^3$, podczas gdy zakład stosujący kondensację jako system ograniczania emisji zgłasza zakres $42.3 - 56.6 \text{ mg/Nm}^3$ (z jedną skrajną wartością 109.4 mg/Nm^3 , odpowiadającą temu samemu pomiarowi, co wartość szczytowa dla WWA powyżej).



Ilustracja 15-15 Zgłoszone przez zakłady stosujące krezot emisje WWA, naftalenu i benzo[a]pirenu w gazach odlotowych.

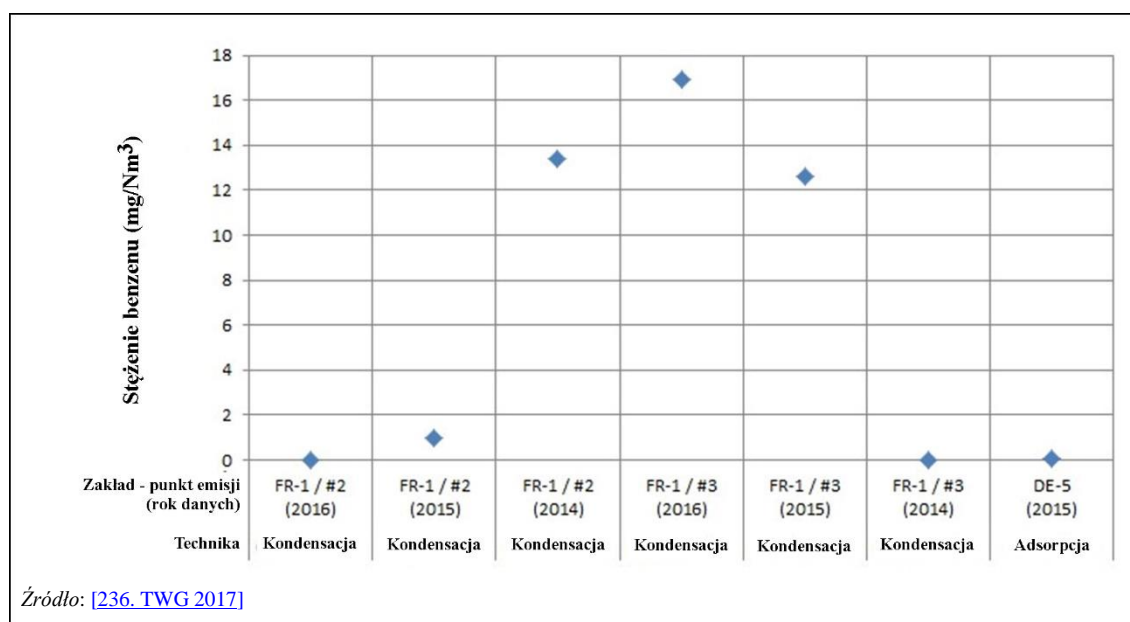
Podczas spotkania inauguracyjnego TWG postanowiła włączyć do gromadzenia informacji i danych emisje niezorganizowane WWA. Nie dostarczono jednak żadnych informacji na temat tych emisji.

(Inne) substancje CMR

Podczas spotkania inauguracyjnego TWG zidentyfikowała emisje substancji CMR do powietrza jako KEI dla zakładów stosujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników (SB) oraz krezot (C). Nie otrzymano żadnych informacji na temat zakładów SB.

Dwa zakłady stosujące krezot dostarczyły informacji na temat emisji benzenu (zob. Ilustracja 15.16). Wartości wynosiły 0.06 mg/Nm^3 dla zakładu z zainstalowaną adsorpcją, oraz wahały się od zera do 16.9 mg/Nm^3 dla zakładu (jego dwóch punktów emisji) stosującego kondensację jako technikę ograniczania emisji.

Jeden zakład przedstawił również dane dotyczące emisji fenolu; wartość zmierzona w 2015 r. wyniosła $< 0,032 \text{ mg/Nm}^3$.



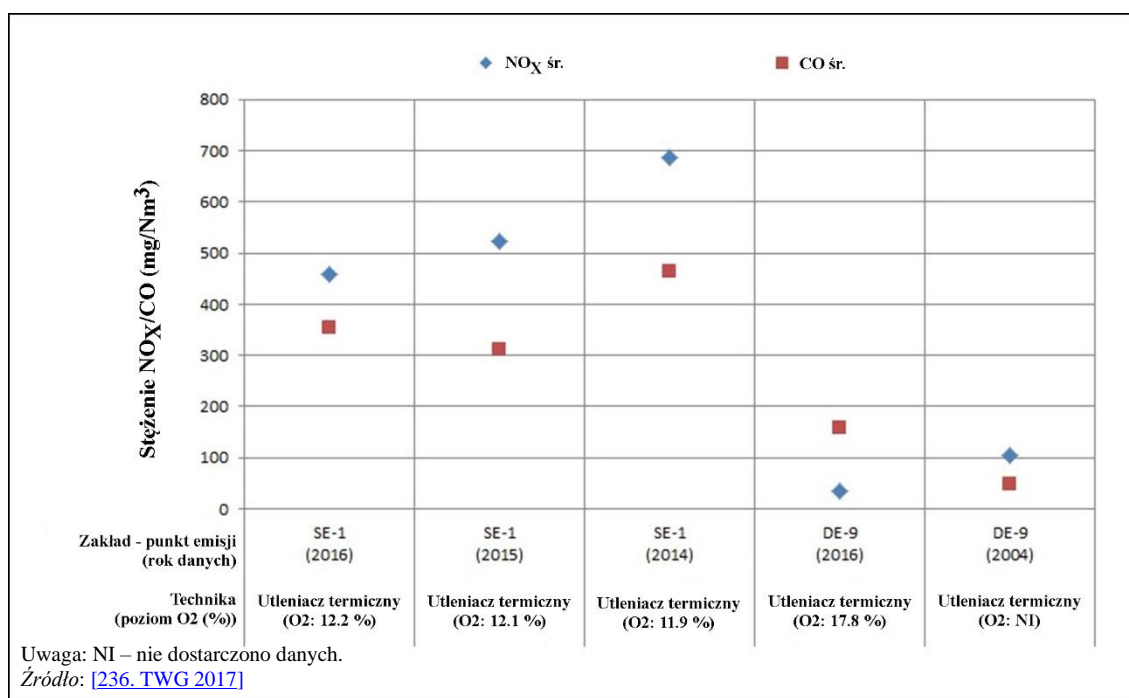
Ilustracja 15-16 Zgłoszone przez zakłady stosujące kreozyt emisje benzenu w gazach odlotowych.

Podczas spotkania inauguracyjnego TWG postanowiła włączyć do gromadzenia informacji i danych emisje niezorganizowane benzenu. Nie dostarczono jednak żadnych informacji na temat tych emisji.

Emisje NO_x i CO

Emisje NO_x i CO nie są emitowane w samym procesie konserwacji drewna, ale mogą być istotne dla zakładów stosujących utlenianie termiczne lub inne procesy spalania celem ograniczenia emisji LZO w gazach odlotowych.

Dwa zakłady stosujące kreozyt wykorzystujące utleniacze termiczne, które wzięły udział w gromadzeniu informacji, dostarczyły dane dotyczące wartości emisji NO_x i CO (zob. Ilustracja 15.17). Emisje NO_x wahają się od 35 mg/Nm³ do 686 mg/Nm³ (przy czym dla górnej granicy zakresu zgłoszono poziom O₂ wynoszący 11.9 %), a odpowiadające im poziomy CO wynoszą odpowiednio 158 mg/Nm³ i 464 mg/Nm³. Odnotowano również niższe wartości CO (49 mg/Nm³ i 312 mg/Nm³).



Ilustracja 15-17 Zgłoszone przez zakłady stosujące kreozot emisje NO_x i CO w gazach odlotowych.

Odór

Podczas spotkania inauguracyjnego TWG stwierdziła, że odór, wraz z emisjami do powietrza, stanowi kluczowe zagadnienie środowiskowe (KEI) w przypadku zakładów stosujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników i impregnację kreozotem. Nie dostarczono jednak żadnych informacji na temat odoru.

W trakcie zbierania danych w ramach WPC 2017 nie przedstawiono żadnych informacji dotyczących zakładów wykorzystujących konserwanty na bazie rozpuszczalników [236. TWG 2017].

15.3.3.4.2. Inne emisje do powietrza związane z konserwacją drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi

Aerozole

Emisje aerozoli i oparów do powietrza z procesów bezciśnieniowych i ciśnieniowych (włączywszy w to zbiornik do obróbki, drzwi cylindra, zbiornik procesowy, odpowietrzniki zbiorników roboczych, itp.) zostały zidentyfikowane na spotkaniu początkowym jako KEI dla sektora WPC jako całości, ale nie otrzymano żadnych danych.

Niektóre aerozole powstają w końcowych fazach procesu obróbki ciśnieniowej, zwłaszcza pod koniec fazy próżni końcowej i powrotu ciśnienia wewnętrznego w zbiorniku do obróbki (konserwacji) do ciśnienia atmosferycznego [243. EOS 2016].

15.3.3.5. Wytwarzanie odpadów

Odpady powstające w zakładach obróbki drewna mogą obejmować:

- zbędny środek konserwujący;
- szlam i osad ze zbiorników;
- trociny i inne materiały, które były używane do zbierania rozlanych cieczy;

- zbędne pojemniki, które nadal zawierają pozostałości produktu;
- zbędny sprzęt (przed dekontaminacją);
- skażoną glebę / pył / brud.

Informacje o rodzajach i ilości wytwarzanych odpadów, które zostały dostarczone podczas zbierania danych w ramach WPC 2017 zestawiono w Tabeli 15.20.

Tabela 15-20 Jednostkowe wartości wytwarzanych odpadów w oparciu o zgłoszone rodzaje i ilości odpadów dla branży konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi.

Zakład	Rodzaj odpadów	Jednostkowe wytwarzanie odpadów (kg/m ³ zakonserwowanego drewna)			
		2014	2015	2016	Średnia z trzech lat
DK-2	Osady z systemu regeneracji	0.248	0.143	0.115	0.152
DK-1	Osady z czyszczenia	-	-	0.233	0.233
PL-1	Popioły paleniskowe, opakowania drewniane, mineralne oleje silnikowe, przekładniowe i smarne, sorbenty, materiały filtracyjne, filtry olejowe, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, zanieczyszczone drewno, opakowania z tworzyw sztucznych, zużyte opony	0.732	0.216	0.075	0.344
UK-1	Impregnowane drewno, przedmioty skażone środkami konserwującymi, odpady inne niż niebezpieczne, sorbenty, osady z oczyszczalni ścieków	4.18	2.91	4.81	3.96
UK-3	Pozostałości z procesu, opakowania z tworzyw sztucznych, uszkodzone odpady drewniane	0.544	0.529	0.635	0.559
IT-2	Osady, materiały opakowaniowe, adsorbenty, materiały filtracyjne, zużyte opony, oleje mineralne, inne emulsje, rozpuszczalniki i ich mieszaniny	81.16	25.31	29.33	44.45
SE-2	Osady z czyszczenia, przedmioty zanieczyszczone środkami konserwującymi	0.025	0.034	0.074	0.045
SE-3	Pył oraz osady z czyszczenia	0.059	-	-	0.059
SE-1	Osady z czyszczenia	-	0.035	0.454	0.251
FR-3	Szlamy i pozostałości ze zbiorników oraz procesu konserwacji	0.024	-	-	0.024
FR-4	Odpady niebezpieczne z czyszczenia	0.021	0.018	0.015	0.018
FR-1	Ścieki, odpady stałe z czyszczenia, odpady olejowe	20.13	10.57	9.16	12.99
FI-1	Obrobione drewno, plastik, trociny	8.58	8.48	9.66	8.90
DE-9	Pozostałości z obrobionego drewna	3.545	3.545	3.545	3.545
DE-5	Rozlewy, osady, odpady niebezpieczne z czyszczenia	3.821	5.832	4.459	4.731
DE-6	Osady z procesu przetwarzania/konserwacji	0.118	0.105	0.105	0.109
DE-8	Obrobione drewno i zanieczyszczone pozostałości (pył)	-	-	0.513	0.513

FR-5	Osady	0.009	-	-	0.009
FR-2	Obrobione drewno	0.025	-	0.023	0.024

Uwagi:
Dla Zakładu PL-1 dodatkowe kategorie odpadów raportowane w następujący sposób: 12.7 kg/m³ trocin za rok 2014 oraz 4.25 kg/m³ zanieczyszczonej wody za rok 2016.
Dla Zakładu IT-2 dodatkowa kategoria odpadów podana w raporcie przedstawia się następująco: 20.1 kg/m³ opakowania drewniane jako średnia z okresu 2014-2016.
Dla zakładu FR-1 dodatkowe kategorie odpadów przedstawiały się następująco: 4.02 kg/m³ i 49.29 kg/m³ gleby zanieczyszczonej kreozotem odpowiednio za rok 2015 i 2016.
Źródło: [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla branży konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi

15.4.1. Systemy zarządzania środowiskowego (EMS)

Opis

Jest to formalny system służący do wykazania zgodności z celami środowiskowymi.

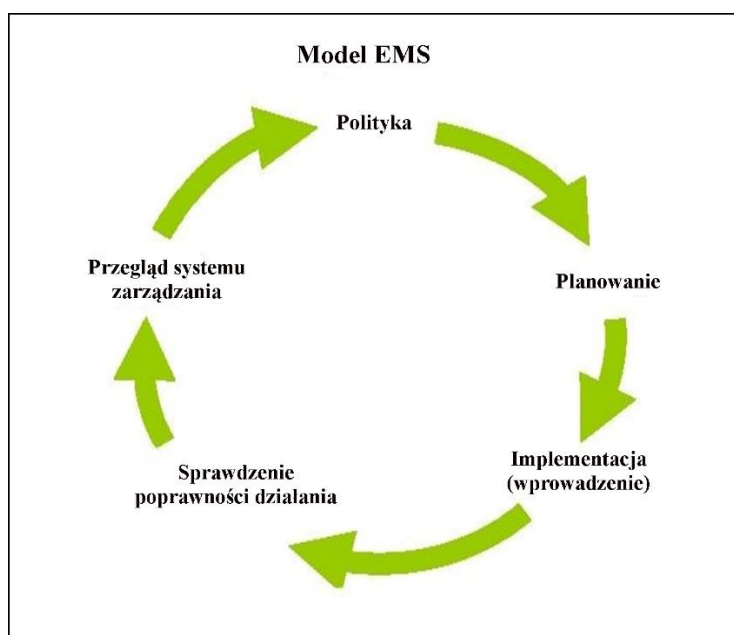
Szczegóły techniczne

Dyrektywa definiuje „techniki” (w ramach definicji „najlepszych dostępnych technik”) jako „zarówno stosowaną technologię, jak i sposób, w jaki dana instalacja jest projektowana, budowana, utrzymywana, eksploatowana i wycofywana z eksploatacji”.

W tym kontekście system zarządzania środowiskowego (EMS) jest techniką pozwalającą operatorom instalacji na zajęcie się kwestiami ochrony środowiska w sposób systematyczny i możliwy do zademonstrowania. EMS są najbardziej efektywne i skuteczne, kiedy stanowią nieodłączną część ogólnego zarządzania oraz funkcjonowania instalacji.

EMS skupia uwagę operatora na wynikach działalności środowiskowej instalacji; w szczególności poprzez zastosowanie jasnych procedur operacyjnych zarówno dla normalnych, jak i innych niż normalne warunków operacyjnych a także poprzez określenie powiązanych zakresów odpowiedzialności.

Wszystkie skuteczne EMS zawierają koncepcję ciągłego doskonalenia, co oznacza, że zarządzanie ochroną środowiska jest procesem ciągłym, a nie projektem, który w końcu dobiega końca. Istnieją różne projekty procesów, ale większość EMS opiera się na cyklu planuj-wykonaj-sprawdź-działaj (który jest również szeroko stosowany w innych procesach zarządzania firmą). Cykl ten jest dynamicznym modelem iteracyjnym, w którym zakończenie jednego etapu prowadzi do rozpoczęcia następnego (zob. Ilustracja 15.8).



Ilustracja 15-18 Ciągłe doskonalenie według modelu EMS.

EMS może mieć formę znormalizowanego lub nieznormalizowanego („indywidualnego”) systemu. Wdrożenie i przestrzeganie międzynarodowo akceptowanego znormalizowanego

systemu, takiego jak EN ISO 14001, może zwiększyć wiarygodność systemu EMS, szczególnie w przypadku poddania go właściwie przeprowadzonej weryfikacji zewnętrznej. System ekozarządzania i audytu (EMAS) zapewnia dodatkową wiarygodność ze względu na interakcję ze społeczeństwem poprzez deklarację środowiskową oraz mechanizm zapewniający zgodność z obowiązującymi przepisami ochrony natury. Jednakże systemy niestandardowe mogą być co do zasady równie skuteczne, pod warunkiem, że są odpowiednio zaprojektowane oraz wdrażane.

Podczas gdy zarówno systemy znormalizowane (EN ISO 14001 lub EMAS), jak i systemy nie znormalizowane mają zasadniczo zastosowanie do przedsiębiorstw, niniejszy dokument przyjmuje węższe podejście, nie obejmując wszystkich działań danej organizacji, np. w odniesieniu do jej produktów i usług, ze względu na fakt, że Dyrektywa IED dotyczy jedynie instalacji/zakładów.

EMS może zawierać następujące elementy:

- i. zaangażowanie, przywództwo i odpowiedzialność kierownictwa, w tym kierownictwa wyższego szczebla, za wdrożenie skutecznego EMS;
- ii. analizę, która obejmuje określenie sytuacji organizacji, identyfikację potrzeb i oczekiwań zainteresowanych stron, rozpoznanie cech instalacji, które są związane z możliwymi zagrożeniami dla środowiska (lub zdrowia ludzkiego), jak również zdefiniowanie mających zastosowanie wymagań prawnych dotyczących środowiska;
- iii. opracowanie polityki ochrony środowiska, która obejmuje ciągłe doskonalenie efektów działalności środowiskowej instalacji;
- iv. ustanowienie celów i wskaźników wydajności w odniesieniu do istotnych aspektów środowiskowych, w tym zapewnienie zgodności z obowiązującymi wymogami prawnymi;
- v. planowanie i wdrażanie niezbędnych procedur i działań (w tym, w razie potrzeby, działań korygujących i zapobiegawczych), aby osiągnąć cele środowiskowe i uniknąć zagrożeń dla środowiska;
- vi. określenie struktur, ról i obowiązków w odniesieniu do aspektów i celów środowiskowych oraz zapewnienie potrzebnych zasobów finansowych i ludzkich;
- vii. zapewnienie niezbędnych kwalifikacji oraz uświadomienie personelu, którego praca może mieć wpływ na ekologiczność instalacji (np. poprzez zagwarantowanie dostępu do informacji oraz szkoleń);
- viii. wewnętrzną i zewnętrzną wymianę informacji;
- ix. wspieranie zaangażowania pracowników w stosowanie dobrych praktyk zarządzania środowiskowego;
- x. ustanowienie i prowadzenie podręcznika zarządzania oraz pisemnych procedur kontroli działań mających znaczący wpływ na środowisko, jak również odpowiednich ewidencji;
- xi. skuteczne planowanie operacyjne oraz kontrola procesu;
- xii. wdrożenie odpowiednich programów konserwacji;
- xiii. protokoły gotowości i reagowania w sytuacjach kryzysowych, w tym zapobieganie i/lub łagodzenie niekorzystnych (środowiskowych) skutków sytuacji nadzwyczajnych;
- xiv. podczas (ponownego) projektowania (nowej) instalacji lub jej części, uwzględnienie jej oddziaływania na środowisko w całym okresie jej życia, który obejmuje budowę, konserwację, użytkowanie oraz wycofanie z eksploatacji;

- xv. wdrożenie programu monitorowania i pomiarów; w razie potrzeby informacje można znaleźć w sprawozdaniu referencyjnym dotyczącym monitorowania emisji do powietrza i wody z instalacji IED;
- xvi. regularne stosowanie sektorowej analizy porównawczej;
- xvii. okresowe, niezależne (w miarę możliwości), audyty wewnętrzne oraz okresowe niezależne audyty zewnętrzne w celu oceny wyników w zakresie ochrony środowiska oraz określenia, czy EMS jest zgodny z zaplanowanymi ustaleniami oraz czy został właściwie wdrożony i prowadzony;
- xviii. ocenę przyczyn niezgodności, wdrożenie działań korygujących w odpowiedzi na te niezgodności, przegląd skuteczności działań korygujących oraz ustalenie, czy istnieją lub mogą potencjalnie wystąpić podobne niezgodności;
- xix. okresowy przegląd, dokonywany przez kierownictwo wyższego szczebla, EMS oraz jego dalszej przydatności, adekwatności i skuteczności;
- xx. śledzenie i uwzględnianie rozwoju technik czyszczenia.

W odniesieniu do konserwacji drewna środkami chemicznymi, BAT mają również obejmować następujące elementy w ramach EMS:

- i. Śledzenie na bieżąco rozwoju produktów biobójczych i związanego z nimi prawodawstwa (np. wydawanie pozwoleń na produkty w ramach BPR) w celu stosowania procesów najbardziej przyjaznych dla środowiska.
- ii. Włączenie bilansu masy rozpuszczalnika do konserwacji środkami na bazie rozpuszczalnika oraz kreozotem.
- iii. Identyfikację i wykaz wszystkich krytycznych dla środowiska urządzeń procesowych i ograniczających emisję (których awaria mogłaby mieć wpływ na środowisko). Wykaz urządzeń krytycznych ma być aktualizowany na bieżąco.
- iv. Włączenie planów zapobiegania i kontroli wycieków i rozlewów, łącznie z wytycznymi w zakresie gospodarki odpadami do metod postępowania z odpadami powstałymi w wyniku kontroli rozlewów.
- v. Rejestrowanie przypadkowych wycieków i rozlewów oraz opracowywanie planów poprawy (środków zaradczych).

Korzyści dla środowiska

EMS promuje oraz wspiera ciągłą poprawę ekologiczności instalacji. Jeśli instalacja ma już dobre ogólne wyniki w zakresie ochrony środowiska, system EMS pomaga operatorowi utrzymać ten wysoki poziom.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie dostarczono danych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak danych. Systematyczna analiza początkowych oddziaływań na środowisko oraz zakres ulepszeń w kontekście EMS stanowi podstawę do oceny najlepszych rozwiązań dla wszystkich mediów środowiskowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Komponenty opisane powyżej mogą być zazwyczaj stosowane do wszystkich instalacji wchodzących w zakres niniejszego dokumentu. Poziom szczegółowości i stopień

sformalizowania EMS będzie generalnie związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływań na środowisko, jakie może ona mieć.

Ekonomika

Trudno jest dokładnie określić koszty i korzyści ekonomiczne wprowadzenia oraz utrzymania dobrego EMS. Istniejące korzyści ekonomiczne wynikające ze stosowania EMS znacznie różnią się w zależności od sektora.

Koszty zewnętrzne związane z weryfikacją systemu można oszacować na podstawie wytycznych wydanych przez Międzynarodowe Forum Akredytacji [250. IAF 2010].

Siła napędowa wdrażania

Siła napędowa wdrożenia systemu EMS obejmuje:

- lepszą efektywność środowiskową;
- lepszy wgląd w aspekty środowiskowe firmy, które mogą być wykorzystane do spełnienia wymagań środowiskowych klientów, organów regulacyjnych, banków, zakładów ubezpieczeń lub innych zainteresowanych stron (np. osób mieszkających lub pracujących w pobliżu zakładu);
- ulepszone zasady podejmowania decyzji;
- zwiększoną motywację personelu (np. menedżerowie mogą mieć pewność, że wpływ na środowisko naturalne jest kontrolowany, a pracownicy mogą odczuwać, że pracują w firmie proekologicznej);
- dodatkowe możliwości redukcji kosztów operacyjnych oraz poprawy jakości produktu;
- poprawę wizerunku firmy;
- zmniejszenie kosztów ubezpieczenia oraz nieprzestrzegania przepisów, a także zmniejszenie odpowiedzialności cywilnej.

Przykładowe zakłady

EMS jest stosowany w wielu zakładach UE.

Literatura źródłowa

[250. IAF 2010] [251. EU 2009] [252. COM 2010] [253. COM 2015] [254. CEN 2015]

15.4.2. Zastępowanie substancji szkodliwych/niebezpiecznych

15.4.2.1. Używanie środków konserwujących na bazie wody

Opis

Środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub krezotu zastępuje się środkami konserwującymi na bazie wody. Woda działa jako nośnik biocydów.

Szczegóły techniczne

Procesy niskociśnieniowe na bazie wody zastępują głównie systemy konserwujące na bazie rozpuszczalników, natomiast procesy wysokociśnieniowe na bazie wody są odpowiednie do zastąpienia systemów wykorzystujących krezot. Impregnaty na bazie wody mogą być stosowane zamiast krezotu w niektórych zastosowaniach końcowych do 30-letniego okresu użytkowania (a nawet dłużej po uzyskaniu indywidualnej zgody producenta środka konserwującego). Przykładami są ogrodzenia o średniej trwałości, pokrycia budynków rolniczych, niektóre zastosowania w ogrodnictwie [148. COM 2009].

Środki konserwujące na bazie wody mogą być również stosowane w otwartych systemach impregnacji, np. w instalacjach zanurzeniowych [148. COM 2009].

Korzyści dla środowiska

- Rezygnacja ze stosowania rozpuszczalników lub kreozotu.
- Unikanie emisji rozpuszczalników (np. LZO).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przejsiecie ze środków konserwujących na bazie rozpuszczalników na systemy na bazie wody pozwala na redukcję LZO o blisko 100 %, a w przypadku systemów mikroemulsyjnych na bazie wody o 99 % [148. COM 2009].

Poziomy zużycia i emisji w przypadku konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi do impregnacji na bazie wody wyszczególniono w sekcji 15.3.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

- Nadaje się do zakładów stosujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub kreozotu.
- W niektórych sytuacjach wymagania jakościowe drewna/produktu drzewnego mogą nie być osiągalne przy użyciu środków konserwujących na bazie wody, np. ze względu na pęcznienie drewna, którego należy unikać przy obróbce niektórych produktów końcowych.
- Ponadto obróbka drewna z wyższą zawartością miedzi (ACQ i CuAz) jest bardziej korozyjna [148. COM 2009].

Ekonomia

Z punktu widzenia ekonomicznego, proces impregnacji środkami na bazie rozpuszczalnika i wody jest bardzo podobny, bez istotnych różnic.

W typowej nowej instalacji drewno jest impregnowane w zbiorniku impregnacyjnym o pojemności 18 m³ i objętości wsadu 14 m³. Cykl impregnacji trwa 4 godziny i dzięki 24-godzinnej pracy zmianowej może być powtarzany sześć razy na dobę. Przy 250 dniach roboczych można osiągnąć roczną produkcję około 20 000 m³. W zależności od planowanego zastosowania, koszty surowca wynoszą od 10 EUR/m³ do 30 EUR/m³, koszty energii są nieznaczące, a koszty wody wynoszą 0.5-1.5 EUR/m³. Koszty inwestycyjne dla tej instalacji wynoszą około 250 000 EUR. W zależności od rodzaju środka konserwującego, koszty impregnacji mogą wynosić od 20 EUR/m³ do 40 EUR/m³ [148. COM 2009].

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, FR-5, IT-2, UK-2 oraz UK-4 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[148. COM 2009] [236. TWG 2017]

15.4.2.2. Zastąpienie substancji chemicznych stosowanych w obróbce innymi, mającymi mniejszy wpływ na środowisko

Opis

Zastąpienie obecnie stosowanych chemikaliów mniej niebezpiecznymi w oparciu o regularne (np. coroczne) sprawdzanie mające na celu zidentyfikowanie potencjalnie nowych dostępnych i bezpieczniejszych alternatyw.

Szczegóły techniczne

Informacje dla dwóch przykładowych zakładów zostały dostarczone i podane poniżej.

Przykładowy zakład: IT-1 (zakład WB) w [\[236. TWG 2017\]](#).

Konserwanty zawierające miedź, chrom i arsen (CCA) zastąpiono biocydami na bazie wody (tj. rodzaj g z Tabeli 15.10).

Przykładowy zakład: DE-3 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

W 2010 roku zakład zmienił sposób impregnacji z zawierających chrom środków konserwacji drewna na bezchromowe. Stosowane są rozpuszczalne w wodzie, płynne, utrwalające środki ochrony drewna na bazie związków kompleksowych miedzi i czwartorzędowego związku amonowego.

Instalacja impregnacyjna i proces impregnacji musiały być dopasowane do zastosowanych środków konserwujących (np. środki strukturalne, obniżony poziom napełnienia zbiornika ze względu na tworzenie się piany, przestrzeganie parametrów procesu).

Korzyści dla środowiska

Stosowane substancje chemiczne mają mniejszy bezpośredni wpływ w przypadku emisji. Powstaje mniej niebezpiecznych odpadów w całym cyklu życia produktów.

Przykładowy zakład: DE-3 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Środek konserwujący zawierający miedź i wolny od chromu nie jest mobilny, tzn. nie ma właściwości adhezyjnych, nawet w drewnie. Bezchromowe środki konserwujące, w przeciwieństwie do produktów zawierających chrom, nie przemieszczają się w glebie. Ze względu na mobilne właściwości chromu(VI), środki do konserwacji drewna zawierające chrom mogą powodować zanieczyszczenie wód gruntowych i związane z tym skażenie terenu.

Bezchromowe środki do konserwacji drewna są samoutrwalające, a proces utrwalań (wiązań na włóknach drewna) przebiega stosunkowo szybko: po 12 godzinach ~ 97 %; po 48 godzinach ~ 99 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

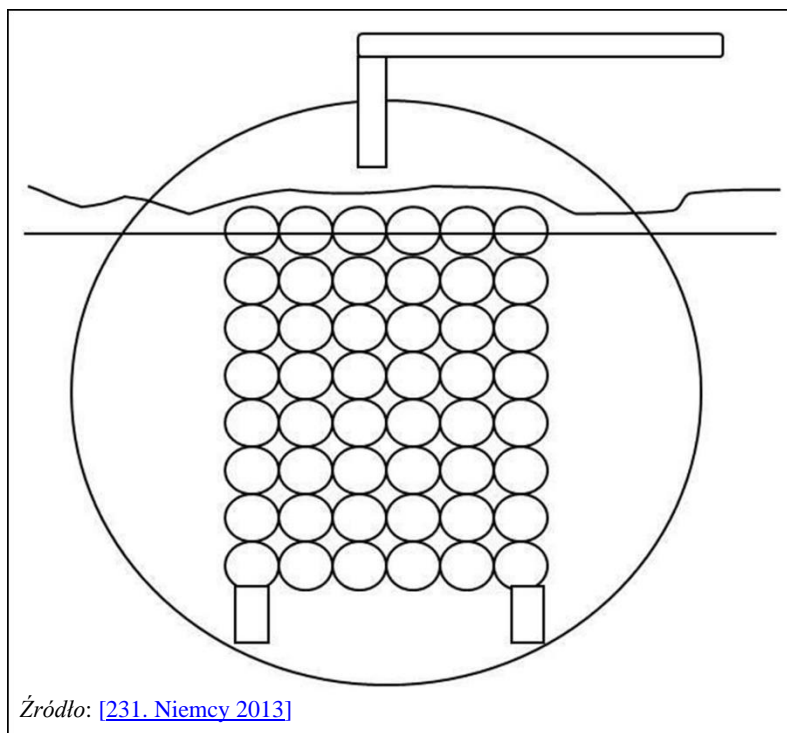
Przykładowy zakład: DE-3 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Ze względu na właściwości konserwantów nie zawierających chromu, należy dokładniej śledzić parametry systemu, niż miało to miejsce przed ich zastąpieniem (wymaga to dodatkowych środków kontrolnych, takich jak wiskozymetr, pomiary elektryczne, przejście z medium kwaśnego (pH 3-4) na zasadowe (pH 10.2-10.4)).

W pojemniku ze środkiem do konserwacji drewna komponenty soli mogą opadać na dno zbiornika, co prowadzi do częściowej segregacji. Po dłuższym czasie nieużytkowania (np. weekend) środek do konserwacji drewna w zbiorniku należy wymieszać przed jego użyciem [\[231. Niemcy 2013\]](#).

W zakładzie DE-3, w którym stosowane są bezchromowe środki konserwacji drewna, należy stopniowo wprowadzać podciśnienie, aby zredukować pienienie się medium alkalicznego. Później konieczne jest dalsze zwiększenie podciśnienia, aby osiągnąć wymaganą głębokość impregnacji (ponieważ bezchromowe środki konserwujące nie mają właściwości adhezyjnych, jest to konieczne, aby poprzez adhezję osiągnąć obszar twardzieli, np. pozostałe 5 mm).

Doświadczenia zakładu DE-3 wykazały, że poziom napełnienia kotła impregnacynego musi być zmniejszony ze względu na zwiększone tworzenie się piany w wyniku zastosowania bezchromowych środków ochrony drewna (około 0.5 m napełnienia mniej). Ponadto należy sprawdzić, czy na górnych krawędziach kotła impregnacynego nie ma suchych miejsc (ze względu na niższy poziom napełnienia impregnat nie dociera do drewna) oraz czy drewno zostało całkowicie zaimpregnowane. Przed rozpoczęciem procesu impregnacji należy dokładnie ustawić stopień napełnienia kotła impregnacynego, a jego wydajność może być wykorzystywana w nieco mniejszym stopniu (mniejsza wydajność produkcyjna, zob. szkic poniżej).



Ilustracja 15-19 Redukcja poziomu napełnienia (przykład instalacji DE-3).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Poprzez zmniejszone napełnienie kotła impregnującego następuje obniżenie stopnia wykorzystania wydajności instalacji. W przypadku powstawania suchych miejsc drewno musi być wielokrotnie impregnowane.

Po okresie użytkowania zaimpregnowane produkty drewniane mogą być spalone, celem uzyskania energii, w odpowiedniej instalacji spalania. Bezchromowy impregnat do drewna wytwarza, w procesie spalania, wolny od chromu popiół [231. Niemcy 2013].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W przypadku impregnacji próżniowo-ciśnieniowej zasadniczo nie ma ograniczeń w stosowaniu bezchromowych środków konserwujących. Należy jednak zwrócić uwagę, *inter alia*, na następujące ograniczenia:

- zwiększone, stosunkowo silne pienienie;
- konieczność dokładnego dopasowania parametrów procesu oraz stosowania dodatkowych środków/przyrządów kontrolnych;
- niższy poziom napełnienia zbiornika do konserwacji, a tym samym niższa wydajność produkcji;
- w razie potrzeby należy stosować podciśnienie w innej lokalizacji zakładu;

- może wystąpić korozja lub inkrustacja.

Ograniczeń tych nie można wykluczyć stosując inne procesy impregnacji, np. w procesie zmiennociśnieniowym również dochodzi do znacznego tworzenia się piany. W tym przypadku wymagany jest precyzyjny dobór odpowiedniego środka impregnującego i procesu impregnacji (np. we współpracy z producentem środka do konserwacji drewna) [231. Niemcy 2013].

Dla konserwacji słupów, na przykład, technika ta ma zastosowanie tylko zgodnie z wymaganiami norm branżowych oraz na życzenie klienta. [Zakład IT-1 w [236. TWG 2017]].

Generalnie zastępowanie może być limitowane z powodu wymagań jakościowych lub specyfikacji produktu.

Ekonomika

Przykładowy zakład: DE-3 w [231. Niemcy 2013].

Bezchromowy środek konserwujący jest o ok. 30 % droższy. W celu dostosowania systemu (impregnacja próżniowo-ciśnieniowa) konieczne są jedynie niewielkie inwestycje, które z reguły nie wykraczają znacząco poza normalne koszty eksploatacji (np. zastąpienie pomp chłodzonych olejem pompami chłodzonymi wodą, z powodu tworzenia się piany; wymiana skorodowanych/podatnych na korozję przewodów/uszczelnień) [231. Niemcy 2013].

Siła napędowa wdrażania

Wymagania wynikające z BPR [231. Niemcy 2013].

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, IT-2, IT-1, SE-2, SE-3, UK-2, UK-4, DK-2 w [236. TWG 2017] oraz zakład DE-3 w [231. Niemcy 2013].

Literatura źródłowa

[231. Niemcy 2013] [236. TWG 2017]

15.4.2.3. Stosowanie olejów impregnacyjnych o niskiej lotności / kreozot klasy C

Opis

Zastąpienie kreozotu klasy B kreozotem klasy C.

Szczegóły techniczne

Zmiana procesu impregnacji z impregnacji kreozotem klasy B na impregnację kreozotem klasy C.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja LZO, WWA i odorów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Kreozot klasy C może nie mieć zastosowania w zimnych strefach klimatycznych.

Kreozot klasy C charakteryzuje się wyższą temperaturą krystalizacji w porównaniu z kreozotem klasy B. Dlatego w przypadku stosowania kreozotu gatunku C zbiorniki magazynowe i system transportowy (np. rury) podgrzewa się o 20 °C powyżej ustalonej temperatury krystalizacji.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, DE-9, DE-8, FR-1, PL-1 oraz UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [komentarz DE #378 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[236. TWG 2017\]](#).

15.4.3. Ochrona gleby, wody i wód gruntowych oraz gospodarka materiałowa

15.4.3.1. Odpowiedni projekt i układ zakładu

Opis

Wybór odpowiedniego projektu oraz rozmieszczenia instalacji w celu kontroli powstawania ewentualnych emisji do gleby, wody i wód gruntowych.

Szczegóły techniczne

Poprawnie przygotowany projekt oraz odpowiednie rozmieszczenie poszczególnych instalacji na terenie zakładu obejmuje:

- podłoga w zakładzie nachylona w kierunku studni lub zbiornika do przechwytywania i magazynowania wycieków;
- zadaszona strefa obróbki;
- równe, nieprzepuszczalne, utwardzone drogi komunikacyjne w obszarze dostawy;
- szczelne pompy, połączenia kołnierzowe, zawory i podajniki.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do gleby, wody i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Niektóre cechy konstrukcyjne, np. gdy mają wpływ na podłogę/podłoże pod instalacją, najlepiej jest rozważyć na etapie projektowania zakładu; modernizacja istniejących zakładów wymaga przerwania produkcji i udostępnienia przestrzeni.

Siła napędowa wdrażania

Ochrona gleby i wód gruntowych.

Przykładowe zakłady

Technika zgłoszona przez większość zakładów objętych zbiorem danych.

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.2. Zamknięcie lub obwałowanie instalacji i wyposażenia

Opis

Elementy zakładu, w których przechowuje się lub obsługuje chemikalia stosowane do obróbki, tj. obszar magazynowania stosowanych substancji, obszary impregnacji, kondycjonowania po obróbce i tymczasowego przechowywania (obejmujące zbiornik do konserwacji, zbiornik roboczy, urządzenia do rozładunku/wyciągania, obszar ociekania/suszenia, strefę chłodzenia),

rury i przewody na środki chemiczne stosowane do konserwacji oraz urządzenia do (re)kondycjonowania kreozotu, mają być zamknięte lub zabezpieczone. Pojemniki i osłony muszą mieć nieprzepuszczalne powierzchnie, być odporne na działanie chemikaliów stosowanych do obróbki i mieć pojemność wystarczającą do przechwycenia i zatrzymania objętości materiałów i substancji przenoszonych lub przechowywanych w urządzeniach zakładu. Ciecze w pojemnikach/obwałowaniach są zbierane dla odzyskania chemikaliów w systemie oczyszczania chemikaliów celem ich ponownego użycia. Osad powstały w systemie zbierania jest usuwany jako odpad niebezpieczny.

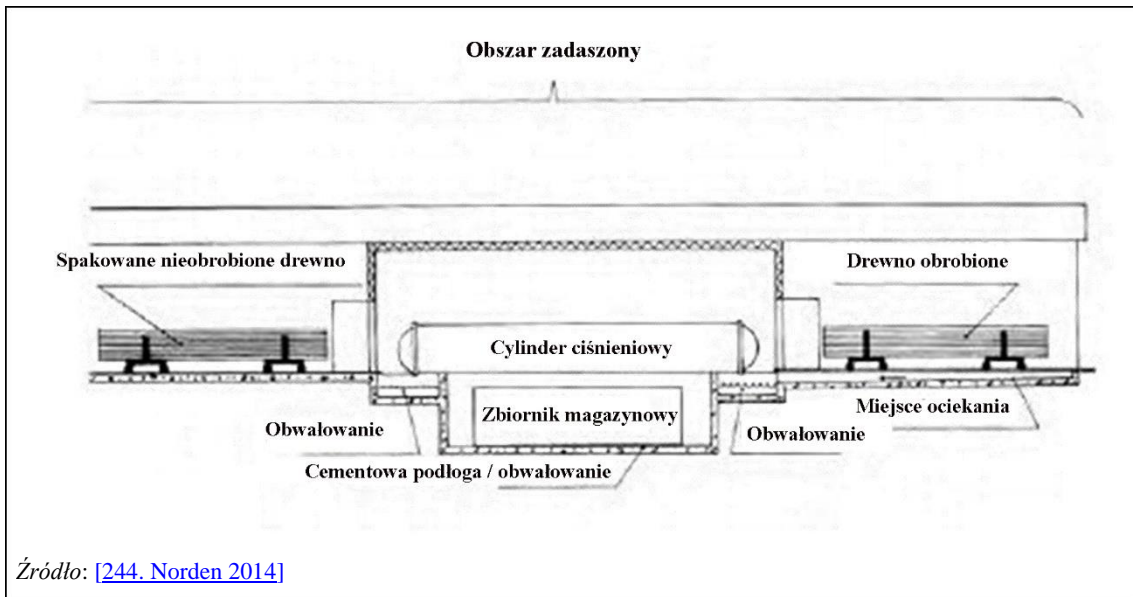
Szczegóły techniczne

Pojemniki lub obwałowania są przeznaczone do zatrzymywania (większych ilości) środków do konserwacji drewna (chemikaliów) w przypadku nieprzewidzianego wycieku, pęknięcia lub awarii zbiorników, przypadkowego rozlania itp. Pojemnik/obwałowanie powinno mieć następujące cechy konstrukcyjne:

- zdolność do zatrzymania całego roztworu konserwującego (chemikaliów) w przypadku wycieku lub awarii;
- nieprzepuszczalność i odporność na chemikalia (stosowane środki konserwujące) oraz uszczelnione albo nieprzepuszczalne powierzchnie lub nieprzepuszczalne systemy powłok;
- zdolność do wytrzymania ciśnienia statycznego przechwytywanych cieczy (ich objętości).

Jedno źródło informacji zasugerowało, że obwałowanie dla zakładów z pojedynczym zbiornikiem magazynowym powinno być skonstruowane w taki sposób, aby jego pojemność wynosiła co najmniej 110 % pojemności składowanego środka konserwującego (chemicznego). W przypadku wielu zbiorników w tym samym obszarze lub sekcji instalacji pojemność ta powinna wynosić 110 % pojemności największego zbiornika lub 25 % całkowitej objętości wszystkich zbiorników - w zależności od tego, która wartość jest większa. W innych scenariuszach (np. przechowywanie środka konserwującego w beczkach) pojemność ta powinna wynosić co najmniej 25 % całkowitej objętości środka, która może być przechowywana w dowolnym momencie [\[241. EWPM/WEI 2016\]](#).

Obszar lub obwałowanie uszczelniające może - w zależności od układu terenu - obejmować cały zakład lub składać się z oddzielnych wydzielonych stref uszczelniających dla poszczególnych jego części, np. strefy dostaw, obszaru przechowywania i mieszania środka do konserwacji drewna, zbiornika(ów) do konserwacji i powiązanych obszarów załadunku/rozładunku. Przykłady potencjalnych konstrukcji przedstawiono na Ilustracjach 15.20, 15.21 oraz 15.22.



Ilustracja 15-20 Schemat przedstawiający różne opcje środków zapobiegających niekontrolowanemu rozlewom (obwałowanie, obszary ociekowe, zadaszenie).



Ilustracja 15-21 Przykład zabezpieczenia procesu konserwacji.



Ilustracja 15-22 Przykład zabezpieczenia procesu konserwacji.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie lub ograniczanie emisji do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do budowy nowych lub dużych modernizacji istniejących zakładów.

Modernizacja istniejących zakładów wymaga przerwania działalności oraz zapewnienia odpowiedniej przestrzeni w pobliżu i pod liniami obróbki. Niekompatybilność z systemami transportu i przeładunku drewna może ograniczyć dostęp do tych obszarów w przypadku stosowania urządzeń przeładunkowych (zamiast systemów automatycznych), ponieważ hermetyzacja obszaru konserwacji może ograniczyć dostęp maszyn do obszarów załadunku/rozładunku [Zakład IT-1 w [236. TWG 2017]].

Siła napędowa wdrażania

Ochrona gleby i wód gruntowych.

Przykładowe zakłady

- Hermetyzacja (zamknięcie) pomieszczenia konserwacji drewna i związanych z nim obszarów załadunku/rozładunku: PL-1, UK-1, UK2, UK-3, UK-4, SE-3, FI-1, DE-5, DE-6, DE-7 i IT-2 w [236. TWG 2017].
- Hermetyzacja obszaru dostaw, magazynowania i mieszania środków impregnacji drewna: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-3, FR-3, FR-4, FR-1, FI-1, DE-9, DE-5, DE-8, DE-6, IT-2 i FR-5 w [236. TWG 2017].
- Obwałowanie powierzchni magazynowania drewna poddanego konserwacji itp.: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE2, SE-3, FR-3, FR-4, FR-1, DE-5, DE-6, IT-2 i FR-5 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017] [241. EWPM/WEI 2016]

15.4.3.3. Stosowanie przenośnych systemów absorbujących rozlewy

Opis

Stosowanie materiałów absorbujących w czasie postępowania z chemikaliami stosowanymi w obróbce (np. podczas rozładunku ze zbiorników, przenoszenia pojemników z chemikaliami) celem uniknięcia ewentualnych wycieków.

Szczegóły techniczne

Materiały pochłaniające (tj. zestawy do usuwania rozlewów, podkładki, wałki itp.) są używane jako środek zapobiegawczy aby zaabsorbować ewentualne kapanie środka podczas postępowania z chemikaliami do konserwacji (np. wyładunek chemikaliów ze zbiorników, przenoszenie pojemników z chemikaliami). Przykładem jest umieszczenie rolek chłonnych po bokach rury rozładunkowej.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie lub ograniczanie emisji do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

- Ochrona gleby i wód gruntowych.
- Cele związane z BHP w miejscu pracy, w tym zmniejszenie ryzyka wypadków, np. zapobieganie śliskim podłogom.

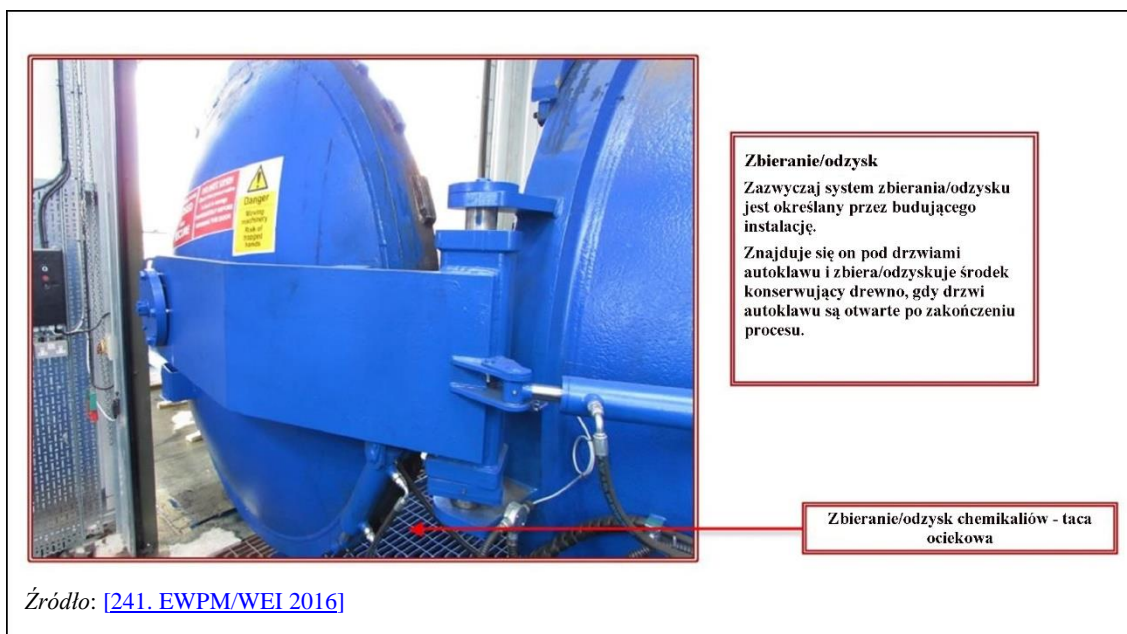
15.4.3.4. Tace ociekowe

Opis

Taca ociekowa (wykonana z materiału odpornego na działanie chemikaliów) jest używana, jako lokalne urządzenie zabezpieczające, do zbierania i odzysku kapiących, rozlanych chemikaliów impregnujących. Umieszcza się ją pod krytycznym sprzętem lub procesami, w czasie których występuje duże prawdopodobieństwo wycieku (np. zawory, wloty/wyloty zbiorników magazynowych, zbiorniki do konserwacji, zbiorniki robocze, strefy rozładunku/wyciągania, obsługa świeżo zaimpregnowanego drewna, strefa chłodzenia/suszenia). Ciecze w tacach ociekowych są zbierane celem odzyskania chemikaliów do ich ponownego wykorzystania jako środki impregnujące. Powstający na tacach osad jest usuwany jako odpad niebezpieczny.

Szczegóły techniczne

Do zbierania i odzyskiwania środków do konserwacji drewna (chemikaliów) z etapów procesu, podczas których może wystąpić kapanie (np. podczas otwierania autoklawów, rozładowywania zbiornika do impregnacji (ciśnieniowej i bezciśnieniowej) lub ze świeżo obrobionego drewna przy przenoszeniu z systemu wyładunku zbiornika do impregnacji), stosuje się tace ociekowe (zwane również wannami ociekowymi, patelniami ociekowymi, podkładami ociekowymi lub tacami zbierającymi). W przeciwieństwie do ekranów i obwałowań, tace ociekowe są mniejsze i zaprojektowane tak, aby podczas normalnej eksploatacji zbierać krople i wycieki, a nie całkowitą objętość zbiornika. Są też zaprojektowane w taki sposób, aby pojazdy transportowe (np. wózki widłowe) nie miały kontaktu z potencjalnie skażonymi powierzchniami tac, co zapobiega skażeniu krzyżowemu chemikaliami stosowanymi w procesie konserwacji. Przykłady potencjalnych konfiguracji tac ociekowych pokazano na Ilustracjach 15.23 i 15.24.



Ilustracja 15-23 Przykład tacy ociekowej pod drzwiami autoklawu.



Ilustracja 15-24 Przykład tacy ociekowej wbudowanej w system rozładunku instalacji impregnującej (poniżej systemu wyciągania drewna).

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie lub ograniczanie emisji do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Ochrona gleby i wód gruntowych.

Przykładowe zakłady

Stosowanie tac ociekowych podczas opróżniania zbiornika do konserwacji (ciśnieniowego i bezciśnieniowego) zostało zgłoszone przez większość zakładów. Wykorzystanie tac ociekowych na innych etapach procesu, takich jak chłodzenie i utrwalanie (obszar roboczy), zostało również zgłoszone, w ramach gromadzenia danych, przez kilka zakładów: UK-1, UK-4, SE-2, SE3, FR-1, FI-1, DE-5, DE-8, IT-1, IT-2 i DE-7 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.5. Nieprzepuszczalne podłogi oraz zbieranie wycieków i spływów powierzchniowych z ponownym wykorzystaniem chemikaliów

Opis

Podłogi w obszarach, które nie są zamknięte lub zabezpieczone, a w których może dojść do ociekania, rozlania, przypadkowego uwolnienia lub wypłukania chemikaliów stosowanych do konserwacji (np. obszary do magazynowania impregnowanego drewna w przypadku, gdy jest to wymagane w zezwoleniu BPR dla środka konserwacji drewna stosowanego do impregnacji), mają być nieprzepuszczalne dla danych substancji. Ciecze na takich podłogach są zbierane celem odzyskania chemikaliów stosowanych w konserwacji oraz ich ponownego wykorzystania w procesie. Osad powstający w systemie zbierania jest usuwany jako odpad niebezpieczny.

Szczegóły techniczne

Podłoga w miejscach, w których może dojść do ociekania, rozlania lub przypadkowego uwolnienia środków konserwujących/środków chemicznych lub rozpuszczalników, jest uszczelniona, a rozlana i/lub spływająca po powierzchni woda jest zbierana i wykorzystywana/używana w systemie konserwującym. Techniki zapobiegania skażeniu wód opadowych i spływów powierzchniowych wyszczególniono w sekcji 15.4.10.1.

Dostarczono informacji na temat kilku zakładów, które podano poniżej.

Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Podłoga, na której znajdują się szyny wyciągowe z instalacji do impregnacji jest w znacznym stopniu uszczelniona (1 500 m²). Woda deszczowa z uszczelnionego obszaru szyn wyciągowych gromadzona jest w zbiorniku o pojemności 50 m³ znajdującym się nad zbiornikiem osadu olejowego i wykorzystywana jest jako woda technologiczna. Zbiornik osadu olejowego jest regularnie czyszczony, a nagromadzone odpady odpowiednio utylizowane (kod Europejskiego Katalogu Odpadów 13 08 99*; różne ilości w zależności od rodzaju odpadu). Jeśli pojemność zbiornika jest niewystarczająca, istnieje możliwość magazynowania wody deszczowej w cysternie. Jeśli w przypadku ulewnego deszczu cysterna też jest pełna, woda powierzchniowa z cysterny jest kierowana do kanału odwadniającego.

Uszczelnienie posadzki składa się z podwójnej płyty dennej zbudowanej z betonu nieprzepuszczającego wody. Zbiornik retencyjny też wykonany jest z betonu nieprzepuszczającego wody.

Przykładowy zakład: DE-2 (instalacja WB) w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Obszar szyn wyciągowych i miejsce składowania świeżo zaimpregnowanego drewna są uszczelnione (ok. 2 500 m²) i zaopatrzone w kanał wlotowy. Kapiąca woda spływa albo do tacy ociekowej albo do kanału wlotowego. Woda ociekowa z kanału wlotowego jest odprowadzana przez kanał odwadniający, kolektor osadu olejowego przez oraz rury i przewody do zbiornika gromadzącego (50 m³) i zwracana z powrotem do procesu.

Uszczelnienie posadzki składa się z betonu nieprzepuszczającego wody zbrojonego górną i dolną siatką stalową (grubość ok. 20 cm).

Uszczelniona powierzchnia jest przykryta i zabezpieczona z boków przed deszczem. Obszar szyn wyciągowych i powierzchnia składowania są nachylone, aby umożliwić spływanie cieczy do tacy ociekowej lub kanału wlotowego, a stamtąd przez kolektor osadu olejowego, rury i przewody do tacy zbiorczej (50 m³). Zbiornik osadu olejowego jest regularnie czyszczony, a nagromadzone odpady odpowiednio utylizowane (około 750 kg/rok).

Zbiornik gromadzący jest dwupłaszczowym podziemnym zbiornikiem pokrytym powłoką z żywicy epoksydowej odpornej na działanie roztworu impregnującego. Umieszczona w zbiorniku pompa sterowana jest jednym wskaźnikiem pływakowym, i po osiągnięciu określonego poziomu zebrana ciecz przepompowywana jest z powrotem do instalacji impregnacyjnej. Akustyczny sygnał ostrzegawczy sygnalizuje awarię pompy.

Przykładowy zakład: DE-3 (instalacja WB) w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Drogi na terenie zakładu są równe i utwardzone. Podłoga, na której znajdują się szyny wyciągowe jest dokładnie uszczelniona. Uszczelnienie składa się z następujących warstw:

- ≥ 3 cm asfaltobeton;
- ≥ 15 cm podkład bitumiczny;
- 20-30 cm podłoże żwirowe (częściowo dostępne).

Kapiąca woda i deszczówka są odprowadzane przez kanał odwadniający do zbiornika gromadzącego i wykorzystywane jako woda technologiczna (ok. 2.5 % nachylenia podłogi). W razie potrzeby woda ta (wraz z wodą spływającą z dachu) może być tymczasowo magazynowana w przeznaczonych do tego celu zbiornikach. Oprócz wody spływającej z dachu i wody zebranej z zamkniętej przestrzeni, w instalacji nie wykorzystuje się dodatkowej wody technologicznej.

Zbiornik gromadzący wykonany z betonu odpornego na działanie wody służy jako bufor. Powrót wody do procesu impregnacji odbywa się automatycznie (automatyczny powrót, przy określonym poziomie wody w zbiorniku gromadzącym mierzonym wskaźnikiem pływakowym, z użyciem pompy zanurzeniowej (1.85 kW)).

Przykładowy zakład: DE-4 (instalacja WB) w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Cała powierzchnia podłogi w miejscu pracy instalacji jest wybrukowana (około 40 m²). Odprowadzana woda spływa z powrotem do koryta.

Uszczelnienie podłogi wykonane jest z betonu. Powierzchnia betonowa jest również zadaszona i zabezpieczona z boków przed deszczem. Obszar szyn wyciągowych i obszar odprowadzania są nachylone, aby ułatwić przepływ zwrotny odprowadzanych cieczy w tacy ociekowej.

Korzyści dla środowiska

- Zapobieganie skażeniu gleby środkami impregnującymi (ociekanie).
- Zmniejszenie zużycia świeżej wody dzięki ponownemu wykorzystaniu wody zebranej.
- Zmniejszenie ilości ścieków [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta wymaga regularnej konserwacji (czyszczenie separatora oleju i osadu oraz usuwanie odpadów) i kontroli (np. co 5 lat) przez uprawnioną jednostkę certyfikującą. Przed każdym przeglądem technicznym należy opróżnić i oczyścić zbiornik gromadzący.

Zakład DE-3 wskazał, że pobrana woda jest nawet bardziej odpowiednia do procesu impregnacji niż woda studzienna (ze względu na duży udział wody opadowej, która jest w zasadzie wodą zdeminieralizowaną). Woda studzienna ma niższą wartość pH 6.14 i umiarkowane zanieczyszczenie azotanami 19.9 mg/l. Można ją określić jako „metaliczną”. Wartość pH roztworu soli konserwującej drewno wynosi 10.2 do 10.4.

Deszczówka spadająca na uszczelnione powierzchnie i dach może być wykorzystywana jako woda technologiczna. W przypadku zakładów DE-1 i DE-3 duże obszary uszczelnionych powierzchni nie są zadane. Dzięki temu można zaoszczędzić znaczne ilości wody słodkiej (DE-1: 570 m³; DE-3: 2 550 m³) [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zasadniczo każde uszczelnienie gleby/powierzchni ma negatywny wpływ na naturalną strukturę hydrologiczną, ponieważ opady nie mogą już przenikać do gleby. W opisanych przykładach przeważają jednak korzyści ekologiczne wynikające z zapobiegania zanieczyszczeniu gruntu [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w nowych i istniejących zakładach.

W niektórych przypadkach zakładów WB, w których sterowanie procesem oparte jest na monitorowaniu przewodności roztworu chemicznego, ponowne wykorzystanie wody (zwłaszcza deszczowej) jest trudne, ponieważ zbyt mocno zmienia ona zakres przewodności roztworu, przez co sterowanie procesem nie jest efektywne [Zakład IT-1 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

W zakładach, w których nie stosuje się środków konserwujących na bazie wody, nie ma zapotrzebowania na wodę technologiczną (brak możliwości ponownego wykorzystania). Ścieki muszą być wtedy przetwarzane, np. w oczyszczalni ścieków, lub odpowiednio usuwane jako odpady ciekłe [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Ekonomika

- Unikanie kosztów likwidacji szkód w środowisku [\[231. Niemcy 2013\]](#).
- Obniżenie kosztów przetwarzania wody oraz ścieków.

Przykładowy zakład: DE-1 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Oszczędność kosztów impregnacji dzięki oszczędności ok. 570 m³ wody rocznie.

Przykładowy zakład: DE-2 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

- Koszty uszczelnienia gruntu / zbiornika gromadzącego: szacowane na około 800 EUR/m².
- Przybliżone koszty eksploatacji i utrzymania (personel, części zamienne, certyfikacja, itp.): co 5 lat ok. 6 000 EUR (3 000 EUR na certyfikację techniczną przez zatwierdzone jednostki certyfikujące; taka sama kwota na przygotowanie do testów).

Przykładowy zakład: DE-3 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

- Koszty inwestycji w uszczelnienie gleby i zbiornik: 85 EUR/m² w 1998 r. (w tym piaskowanie); ok. 24 000 EUR za zbiornik gromadzący z łączną liczbą 125 przyłączonych rur ciśnieniowych (dane dla 1998 r.)
- Przybliżone roczne koszty eksploatacji i utrzymania (personel, części zamienne, certyfikacja itp.): 8 000 EUR/rok.
- Roczne oszczędności kosztów dzięki zmniejszeniu zużycia wody (2 550 m³/rok): samodzielne zaopatrywanie się w wodę za pośrednictwem studni na terenie instalacji jest

do pewnego poziomu rocznego zużycia woda jest bezpłatna. Jeżeli limit zostanie przekroczony dochodzi dodatkowa opłata za pobór wody (w 2011 r. było to 0.045 EUR/m³ wody technologicznej).

Przykładowy zakład: DE-4 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Nie dostarczono danych.

Siła napędowa wdrażania

- Wymogi regulacyjne (pozwolenie na działalność).
- Zapobieganie skażeniu gleby i wody.
- Oszczędność wody i lepsza jakość wody w procesie impregnacji.
- Zmniejszenie kosztów operacyjnych.
- Uniezależnienie się od dostaw wody słodkiej [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Przykładowe zakłady

Zakłady DK-1, PL-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FI-1, DE-9, DE-8, DE6, IT-2, DE-7 i FR-5 w [\[236. TWG 2017\]](#) oraz DE-1, DE-2, DE-3 i DE-4 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.6. Zapobieganie i wykrywanie wycieków substancji szkodliwych/niebezpiecznych z podziemnych zbiorników i kanałów oraz prowadzenie dokumentacji

Opis

Wykorzystanie podziemnych elementów konstrukcyjnych powinno być ograniczone do minimum. Jeżeli elementy podziemne są wykorzystywane do składowania substancji szkodliwych/niebezpiecznych, stosuje się dodatkowe zabezpieczenie (np. dwuścienną obudowę). Podziemne części składowe wyposaża się w urządzenia do wykrywania wycieków.

Prowadzony jest, w celu określenia potencjalnych wycieków, regularny monitoring podziemnych zbiorników i kanałów oparty na analizie ryzyka; w razie potrzeby nieszczelne urządzenia są naprawiane. Prowadzony jest rejestr zdarzeń, które mogą spowodować zanieczyszczenie gleby i/lub wód gruntowych.

Szczegóły techniczne

Podziemne zbiorniki magazynowe są dwu- lub jednopłaszczyznowe w połączeniu z wystarczająco dużą szczelnością. Podzespoły podziemne (np. zbiorniki magazynowe, rurociągi i przewody) są wyposażone w urządzenia do wykrywania wycieków.

Elementy podziemne są regularnie monitorowane z zastosowaniem podejścia opartego na analizie ryzyka; niedociągnięcia są identyfikowane i odpowiednio korygowane. Prowadzone są ciągłe rejestry i dokumentacja zdarzeń, które mogą spowodować zanieczyszczenie gleby i/lub wód gruntowych.

Więcej szczegółów podano w dokumencie BREF dotyczącym emisji pochodzących z magazynowania (EFS) [\[44. COM 2006\]](#).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady SE-3, FR-1, FI-1 oraz DE-8 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[44. COM 2006\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.7. Systemy ostrzegawcze dla urządzeń określonych jako „krytyczne”

Opis

Sprzęt „krytyczny” jest wyposażony w systemy ostrzegawcze wskazujące na jego nieprawidłowe działanie.

Szczegóły techniczne

Wszystkie krytyczne urządzenia procesowe, których awaria mogłaby mieć wpływ na środowisko, są identyfikowane i wyposażane w systemy ostrzegawcze sygnalizujące ich nieprawidłowe działanie.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie lub zmniejszanie emisji do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

15.4.3.8. Stosowanie wydajnego systemu nakładania środków konserwujących

Opis

Systemy nanoszenia, w których drewno jest zanurzone w roztworze konserwującym, są bardziej efektywne niż np. natryskiwanie. Skuteczność aplikacji procesów próżniowych (system zamknięty) jest bliska 100 %. Przy wyborze systemu aplikacji należy wziąć pod uwagę klasę użytkowania oraz wymaganą głębokość penetracji.

Szczegóły techniczne

Różne systemy nakładania środków konserwujących różnią się pod względem skuteczności (tj. ilości środka konserwującego użytego do osiągnięcia określonej retencji w drewnie; ile roztworu konserwującego faktycznie oddziałuje na drewno podczas zabiegu). Systemy aplikacji, w których drewno jest zanurzone w roztworze konserwującym, są bardziej wydajne niż np. natryskiwanie. Skuteczność aplikacji zanurzeniowej i nanoszenia pędzlem wynosi blisko 90 %, a przy zastosowaniu procesu próżniowego z pełnym zamknięciem blisko 100 %. W przypadku natryskiwania wydajność jest znacznie niższa, od 10 % do 50 %.

Korzyści dla środowiska

Poprawa efektywności wykorzystania zasobów oraz zmniejszenie zagrożeń dla środowiska związanych ze stosowaniem chemikaliów do obróbki.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji istniejących instalacji.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład DK-2 oraz UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.9. Kontrola i optymalizacja zużycia środków chemicznych w zależności od końcowego zastosowania drewna/produktu drzewnego**Opis**

Kontrola i optymalizacja zużycia środków do impregnacji poprzez: a) ważenie drewna/produktów drewnianych przed i po impregnacji; lub b) określenie ilości roztworu konserwującego w trakcie i po impregnacji. Zużycie środków chemicznych zgodne z zaleceniami dostawców i nie prowadzące do przekroczenia wymagań retencyjnych (np. określonych w normach jakościowych produktów).

Szczegóły techniczne

Zużycie środków chemicznych w procesie impregnacji kontroluje się poprzez a) ważenie drewna/produktu drzewnego (np. słupów) przed i po impregnacji lub b) określenie ilości roztworu konserwującego w trakcie i po impregnacji [Zakład IT-1 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Ilość środka do impregnacji wprowadzona do drewna powinna mieścić się w zakresie wymaganym przez normy jakościowe wyrobu (np. klasa użytkowania, klasa penetracji) oraz wielkość retencji dla środków do impregnacji zaproponowana przez dostawcę.

Korzyści dla środowiska

Poprawa efektywności wykorzystania zasobów i zmniejszenie zagrożeń dla środowiska związanych ze stosowaniem do konserwacji środków chemicznych.

Siła napędowa wdrażania

Zwiększona wydajność oraz lepsza jakość produktu.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-5, DE-9, DE-8, FI-1, FR-5, FR-4, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.10. Bilans masy rozpuszczalnika**Opis**

Zestawienie, co najmniej raz w roku, ilości rozpuszczalników organicznych na wejściu i wyjściu z instalacji, jak to określono w części 7 pkt 2 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.

Szczegóły techniczne

Nie podano informacji specyficznych dla instalacji WPC. Ogólne informacje na temat bilansów masy rozpuszczalników znajdują się w sekcji 17.3.1.

Korzyści dla środowiska

Oszacowanie i kontrola emisji niezorganizowanych oraz redukcja zagrożeń dla środowiska.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko zakładów stosujących do konserwacji środki chemiczne na bazie rozpuszczalników lub kreozyt.

Siła napędowa wdrażania

Większa wiedza na temat emisji oraz lepsza ocena koniecznych działań.

15.4.3.11. Regularna kontrola i konserwacja instalacji oraz sprzętu

Opis

Instalacje i urządzenia są regularnie kontrolowane i serwisowane w celu zapewnienia ich właściwego funkcjonowania; obejmuje to w szczególności sprawdzanie integralności i/lub szczelności zaworów, pomp, rur, zbiorników, zbiorników ciśnieniowych, tac ociekowych i pojemników/obwałowań oraz właściwego funkcjonowania systemów ostrzegawczych.

Szczegóły techniczne

Regularne kontrole i konserwacje instalacji i urządzeń są w pełni zintegrowane z systemem zarządzania jakością w zakładzie. Szereg aspektów projektu, instalacji i eksploatacji zakładu podlega wymaganiom regularnej kontroli i konserwacji [243, EOS 2016].

Kluczowe aspekty obejmują:

- szczelność zbiornika (zanurzeniowego) lub zbiornika ciśnieniowego;
- bezpieczeństwo działania wyposażenia zakładu zasilanego elektrycznie;
- szczelność zaworów i rur;
- zagwarantowanie, że wytrzymałość obwałowania i fundamentów nie jest zagrożona i że są one w odpowiednim stanie w przypadku katastrofalnej utraty środka konserwującego ze zbiornika do konserwacji lub zbiorników magazynowych, na obszar zabezpieczony obwałowaniem;
- szczelność zamknięcia drzwi (w przypadku autoklaw);
- wizualne sprawdzenie szczelności zbiornika retencyjnego;
- regularne kontrole szczelności zbiorników ciśnieniowych;
- pisemny plan konserwacji;
- zapisy dotyczące utrzymania i kontroli wszystkich rutynowych czynności konserwacyjnych, okresowych przeglądów, kontroli i prac naprawczych [243, EOS 2016].

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie emisji do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska, poprawa warunków eksploatacji.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana, zgłaszana przez większość zakładów.

Literatura źródłowa

[\[243. EOS 2016\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.12. Wydzielone pojazdy transportowe przeznaczone dla obszarów potencjalnie skażonych**Opis**

Pojazdy używane do transportu drewna/produktów drewnianych w obszarach potencjalnie skażonych (np. obszary konserwacji) są używane tylko na tych obszarach i nie są wykorzystywane w innych, nieskażonych rejonach instalacji, aby zapobiec zanieczyszczeniu krzyżowemu chemikaliami.

Szczegóły techniczne

W przypadkach, gdy drewno/produkty drewniane są transportowane przez pojazdy (wózki widłowe itp.), pojazdy te w końcu zostaną zanieczyszczone roztworem do impregnacji. Należy zatem używać pojazdów przeznaczonych do transportu drewna/produktów drewnianych na obszarach potencjalnie zanieczyszczonych (np. na obszarach impregnacji) tylko na tych obszarach.

Są one przechowywane w obszarze impregnacji drewna, aby nie przenosić roztworów konserwujących na obszary niezanieczyszczone. Przed usunięciem pojazdów z tego obszaru, np. w celu konserwacji, należy je zmyć czystą wodą. Woda czyszcząca jest dodawana do systemu obróbki [\[235. UK DEFRA 2013\]](#).

Korzyści dla środowiska

Zanieczyszczenie gleby jest ograniczone do określonych obszarów zakładu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady IT-1, PL-1, SE-3, DE-5 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[235. UK DEFRA 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.13. System suwnicowy do obsługi drewna**Opis**

W miejsce dedykowanego pojazdu transportowego, do transportu pakietów drewna do i z procesu impregnacji, suszenia i wysyłki stosuje się system suwnic, aby zapobiec zanieczyszczeniu krzyżowemu chemikaliami stosowanymi w procesie [Zakład UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Szczegóły techniczne

Technika ta jest systemem suwnicowym działającym na całej powierzchni dachu wiaty oczyszczalni. Suwnica jest obsługiwana z pomieszczenia jej operatora, co gwarantuje, że personel nie znajduje się w obszarach roboczych [Zakład UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

System przenośników pozwala na większe zagęszczenie pakietów drewna i umożliwia pełne wykorzystanie obszaru obróbki, ponieważ drogi przejazdu nie są wymagane, a dostęp pieszych jest ograniczony do „bezpiecznych obszarów”. Większa liczba pakietów drewna zmniejsza powierzchnię wiaty wymaganą do suszenia po impregnacji, co wiąże się ze zmniejszeniem wykorzystania zasobów [Plant UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Systemy suwnic montowane na dachach są powszechnie stosowane do przenoszenia ciężkich ładunków w wielu gałęziach przemysłu. Zastosowanie tej technologii w sektorze WPC w Wielkiej Brytanii jest nietypowe ze względu na tradycyjne poleganie na pojazdach; jednak wraz ze zmianą podejścia do zapobiegania wleczaniu chemikaliów przez pojazdy, systemy te mogą stać się wszechobecne [Plant UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Korzyści dla środowiska

Zanieczyszczenie gleby jest ograniczone do określonych obszarów zakładu.

Wykorzystanie energii elektrycznej zastępuje stosowanie paliw kopalnych wykorzystywanych do zasilania pojazdu. Następuje ograniczenie uwalniania emisji z pojazdów, a także ograniczenie magazynowania paliw na terenie zakładu i związane z tym potencjalne zagrożenie [Zakład UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Brakuje danych pozwalających na określenie zapotrzebowania na energię tego systemu, ze względu na ograniczoną liczbę liczników zużycia prądu na terenie zakładu [Zakład UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Różnice kosztów zakupu i eksploatacji pojazdu w stosunku do kosztów systemu suwnicowego są nieznane [Zakład UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Siła napędowa wdrażania

- Zwiększona ilość drewna w obrębie wiaty.
- Bezpieczeństwo personelu ze względu na eliminację ruchu pojazdów oraz brak konieczności pracy w pobliżu konserwujących chemikaliów [Zakład UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Przykładowe zakłady

UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.3.14. Ograniczenie dostępu do obszarów skażonych / potencjalnie skażonych i/lub zapewnienie chodników żwirowych

Opis

Powstrzymanie personelu przed przechodzeniem przez obszary, gdzie mogą wystąpić wycieki i/lub zapewnienie żwirowych chodników (brak kontaktu obuwia z wyciekami) zapobiega przenoszeniu chemikaliów/skażeń na obszary niezanieczyszczone.

Korzyści dla środowiska

Zanieczyszczenie gleby jest ograniczone do określonych obszarów zakładu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Literatura źródłowa

[\[243. EOS 2016\]](#)

15.4.3.15. System zarządzania (śledzenia) pakietów drewna

Opis

System zarządzania pakietami drewna (śledzenie) pozwala na kontrolę przemieszczania się poszczególnych partii drewna: rejestrowanie, kiedy pakiety są poddawane obróbce, wyjmowane ze zbiornika i umieszczane w obszarze impregnacji celem umożliwienia ociekania. Stosuje się go, aby zapobiec przemieszczaniu opakowań poza nieprzepuszczalny obszar zamknięty i odwodniony, gdy mogą one jeszcze uwalniać środki konserwujące [\[235. UK DEFRA 2013\]](#).

Szczegóły techniczne

Przyczyny stosowania systemów śledzenia są dwojakie [\[235. UK DEFRA 2013\]](#):

- Monitorowanie procesu produkcji i zarządzania partiami drewna. Może to być częścią systemu zarządzania jakością.
- Kontrola przestrzegania ram czasowych wynikających ze specyficznych cech drewna, na przykład okres kondycjonowania po impregnacji.

Pakiety drewna są zwykle śledzone za pomocą tagów (etykiet). Monitorowane są parametry i właściwości obróbki [\[243. EOS 2016\]](#).

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie emisjom do gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Pakiety drewna są obecnie znakowane w celu identyfikacji na potrzeby obróbki i śledzenia - koszty związane są jedynie z rejestracją stanu drewna uznanego za suche.

Siła napędowa wdrażania

Rejestrowanie i śledzenie fazy kondycjonowania po impregnacji pomaga zarówno organom regulacyjnym, jak i operatorom śledzącym pakiety drewna.

Przykładowe zakłady

Zakłady UK-1, UK-3, UK-4, SE-2, DE-9, DE-5, DE-6, IT-2 oraz FR-5 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[235. UK DEFRA 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#) [\[243. EOS 2016\]](#)

15.4.4. Dostawa, przechowywanie oraz postępowanie z chemikaliami stosowanymi w konserwacji

15.4.4.1. Back-venting (równoważenie oparów)

Opis

Określane również jako równoważenie oparów. Opary rozpuszczalników lub kreozotu, które są wypierane ze zbiornika odbiorczego podczas napełniania, są zbierane i zawracane do zbiornika lub pojazdu, z którego dostarczana jest ciecz.

Szczegóły techniczne

Emisje do powietrza, zwłaszcza LZO, są kontrolowane poprzez odprowadzanie wypartego powietrza ze zbiornika przyjmującego do zbiornika z którego dostarczany jest środek (zjawisko to określa się również jako równoważenie oparów). Opary rozpuszczalników lub kreozotu, które są wypierane ze „zbiornika odbiorczego” podczas napełniania, są zbierane i zawracane do zbiornika lub pojazdu, z którego dostarczana jest ciecz („zbiornika dostawczego”). Takie systemy równoważenia wymagają, aby zbiorniki odbiorczy i dostawczy umożliwiały zbieranie i przekazywanie oparów. Więcej szczegółów podano w dokumencie EFS BREF [\[44. COM 2006\]](#).

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza, zwłaszcza LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii elektrycznej.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do zakładów wykorzystujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub kreozot.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5 oraz DE-8 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[44. COM 2006\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.4.2. Zbieranie wypartego powietrza

Opis

Opary rozpuszczalników lub kreozotu, które są wypierane ze zbiornika odbiorczego podczas napełniania, są zbierane i kierowane do urządzenia oczyszczającego, np. filtra z węglem aktywnym lub urządzenia do termicznego utleniania.

Szczegóły techniczne

Emisje do powietrza, zwłaszcza LZO, są kontrolowane przez zbieranie i oczyszczanie powietrza, które jest wypierane ze zbiornika podczas napełniania. Opary rozpuszczalników i kreozotu, które są wypierane ze „zbiornika odbiorczego” podczas napełniania, są zbierane i kierowane do jednostki oczyszczającej, np. filtra z węglem aktywnym lub jednostki utleniania termicznego (oczyszczającej emisje z procesu impregnacji).

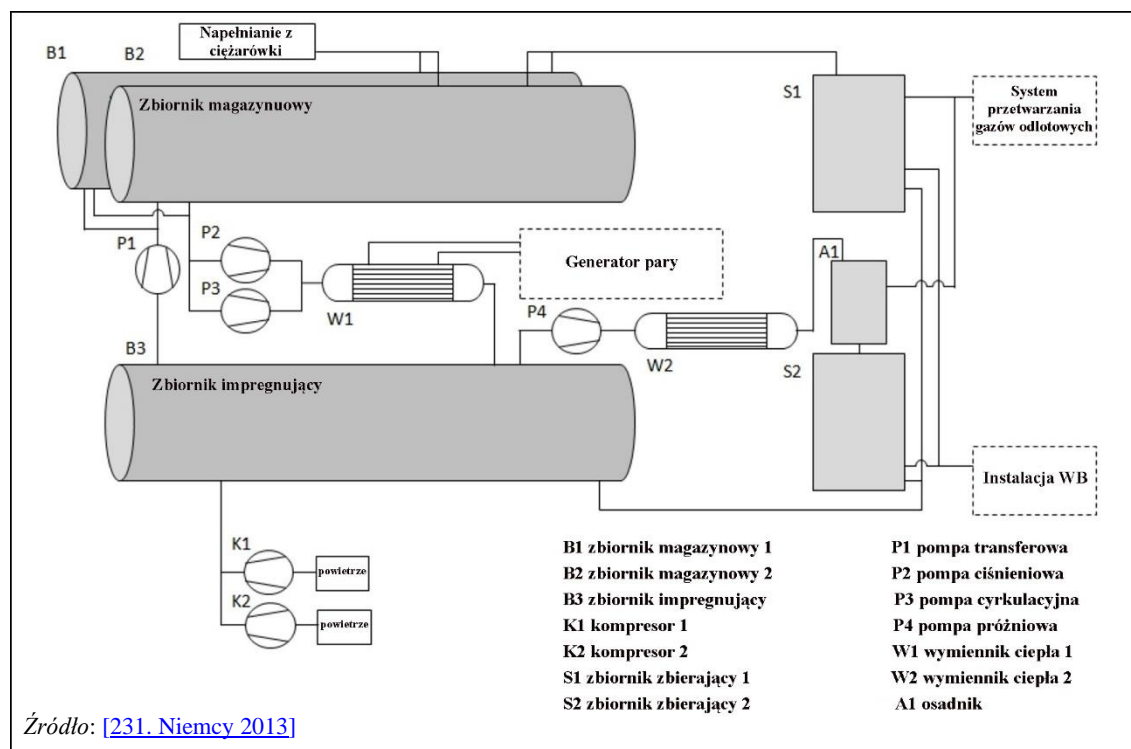
Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [231. Niemcy 2013].

W linii konserwacji kreozotem zbiorniki magazynowe napełniane są z samochodów ciężarowych. Powietrze, które jest wypierane podczas napełniania zbiorników magazynowych (oraz podczas przepompowywania oleju smołowego ze zbiornika roboczego) jest odprowadzane do zbiornika zbiorczego (S1), w którym następuje oddzielenie gazu, wody i oleju smołowego. Te trzy rozdzielone fazy są traktowane w różny sposób:

Faza gazowa jest oczyszczana w systemie termicznego oczyszczania gazów odlotowych.

Woda (około 0.5-1 m³ na jedną partię w zależności od wilgotności drewna) jest pompowana do linii produkcyjnej CK Korasit i tam wykorzystywana lub w rzadkich przypadkach usuwana jako odpad za pomocą cysterny (numer kodu odpadu 130899*, 40 m³/rok, deklaracja z analizą dostępną/ wymagana).

Olej smołowy jest zawracany do systemu za pomocą podciśnienia w zbiorniku roboczym.



Ilustracja 15-25 Schemat instalacji do ciśnieniowej konserwacji kreozotem, zakład DE-1.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji do powietrza, zwłaszcza LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do zakładów używających środków konserwujących na bazie rozpuszczalników lub kreozotu.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-1 w [\[231. Niemcy 2013\]](#) oraz DE-5, UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.4.3. Załadunek zanurzeniowy lub denny

Opis

Załadunek zanurzeniowy i denny może zmniejszyć emisję LZO do powietrza podczas napełniania zbiorników. W przypadku załadunku zanurzonego, rura napełniająca jest przedłużona prawie do dna zbiornika, tak że otwór rury napełniającej znajduje się poniżej powierzchni cieczy przez większość czasu. W przypadku załadunku dennego, rura napełniająca jest przymocowana do dna zbiornika.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza, zwłaszcza LZO.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do zakładów wykorzystujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub kreozot.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady PL-1, UK-2, UK-3, DE-8 oraz DE-9 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.4.4. Rura napełniająca zainstalowana wystarczająco wysoko nad powierzchnią cieczy

Opis

Rura napełniająca (dla roztworu konserwującego) zainstalowana wystarczająco wysoko nad powierzchnią cieczy w zbiornikach magazynowych, zanurzeniowych i mieszających, aby zapobiec efektowi syfonowemu, umożliwiającemu cofanie się roztworu konserwującego [\[244. Norden 2014\]](#).

Szczegóły techniczne

Jeżeli woda pochodzi z publicznej sieci wodociągowej lub wód gruntowych, instalacje wyposaża się w zawór zwrotny, aby zapobiec zassaniu roztworu środka do konserwacji drewna z powrotem do systemu wodociągowego [\[243. EOS 2016\]](#).

W przypadkach, w których zawory zwrotne nie są dozwolone (np. przez lokalne władze wodne), ryzyko cofnięcia się cieczy z rury napełniającej wskutek efektu syfonowego można wyeliminować poprzez umieszczenie punktu wylotu tej rury dostatecznie wysoko ponad maksymalnym poziomem cieczy, którą może mieć zbiornik odbiorczy. Taka konstrukcja jest

wymagana, aby nie zaistniał efekt syfonowy podczas napełniania zbiorników mieszających, co zapobiega cofaniu się roztworu środka konserwacji drewna do sieci wodociągowej wskutek spadku ciśnienia w tej sieci.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie emisjom do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do wszystkich trzech rodzajów środków konserwujących.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady UK-1, UK-4, SE-2, SE-3, FR-1 oraz FI-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#) [\[243. EOS 2016\]](#) [\[244. Norden 2014\]](#)

15.4.4.5. Zapobieganie przelewom podczas pompowania

Opis

Techniki zapobiegania przelewom podczas pompowania gwarantują:

- nadzór nad pracą pomp;
- w przypadku większych ilości, wyposażenie zbiorników w akustyczne i/lub optyczne alarmy wysokiego poziomu, w razie potrzeby z systemami odcinającymi.

Szczegóły techniczne

Można zainstalować urządzenie lub system zapobiegający przepełnianiu się zbiorników mieszających lub zbiorników magazynowych a co za tym idzie przeciekom do obwałowania. Taki system może również zawierać urządzenie do wstępnego ustawiania objętości wody podczas przygotowywania świeżego roztworu do obróbki lub podczas dostosowywania stężenia tego roztworu. Minimalizuje to ryzyko przepełnienia, nawet jeśli w zbiorniku zainstalowany jest, w przypadku osiągnięcia maksymalnego poziomu cieczy, system odcinający.

Aby uniknąć przepełnienia, stosuje się urządzenia zabezpieczające. Bardzo często istnieją automatyczne systemy do napełniania zbiornika mieszającego wymaganą ilością wody oraz środka do konserwacji drewna. Zbiorniki są zamontowane na stałe i wyposażone we wskaźnik. Znajdują się w murowanym (lub podobnym) zagłębieniu i posiadają ogranicznik napełnienia. W pobliżu znajdują się zapasy absorbentów w celu wchłonięcia możliwych wycieków [\[243. EOS 2016\]](#).

Korzyści dla środowiska

- Zapobieganie emisjom do gleby, wody i wód gruntowych.
- Ograniczenie emisji niezorganizowanych z rozlanych rozpuszczalników.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do wszystkich rodzajów środków konserwujących.

Ekonomika

Czas pracy personelu przy nadzorowaniu pracy pomp oraz koszt akustycznych/optycznych systemów alarmowych wysokiego poziomu.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zgłaszana przez większość zakładów w ramach zbierania danych.

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017] [243. EOS 2016]

15.4.4.6. Ogrzewanie naziemnych zbiorników magazynujących kreozyt

Opis

Poniżej pewnej temperatury kreozyt krystalizuje się i blokuje rury; jeśli temperatura na zewnątrz jest zbyt niska, stosuje się ogrzewanie. Z reguły zbiorniki są zawsze ogrzewane, przynajmniej w Europie Północnej.

Korzyści dla środowiska

Poprawa efektywności wykorzystania zasobów oraz zmniejszenie zagrożeń dla środowiska związanych z magazynowaniem kreozytu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w zakładach wykorzystujących kreozyt.

Siła napędowa wdrażania

Poprawa warunków pracy.

Przykładowe zakłady

Zakłady PL-1, UK-1, FR-1 oraz DE-9 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017]

15.4.4.7. Techniki ograniczania strat związanych z parowaniem powstającym na skutek podgrzewania przechowywanych chemikaliów

Opis

Jeżeli wystawienie na działanie promieni słonecznych może prowadzić do parowania rozpuszczalników i/lub kreozytu przechowywanych w naziemnych zbiornikach magazynowych, zbiorniki przykrywa się dachem lub pokrywa jasną farbą w celu zmniejszenia nagrzewania się przechowywanych rozpuszczalników i/lub kreozytu.

Szczegóły techniczne

Kolor zbiornika wpływa na ilość promieniowania cieplnego lub świetlnego pochłanianego przez zbiorniki naziemne, a tym samym na temperaturę znajdującą się w nich cieczy i pary. Środek ten ma zastosowanie do wszystkich typów zbiorników naziemnych, w których ekspozycja na światło słoneczne może prowadzić do parowania przechowywanych rozpuszczalników i/lub kreozytu. Wpływ koloru zbiornika jest ograniczony, jeżeli zbiornik jest już wyposażony w ruchomy dach [44. COM 2006].

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji niezorganizowanych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika wykorzystywana w zakładach stosujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub kreozot.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład PL-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[44. COM 2006\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.4.8. Wyłożenie (istniejących) zbiorników podziemnych nieprzepuszczalną folią oraz wyposażenie ich w system ostrzegania o wyciekach**Opis**

Zob. sekcja 15.4.3.6.

Przykładowe zakłady

Zakłady SE-3, FR-1, FI-1 oraz DE-8 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.4.9. Zamknięte zbiorniki magazynujące**Opis**

Stosowanie zamkniętych (hermetycznych) zbiorników magazynujących chemikalia stosowane do obróbki.

Korzyści dla środowiska

Redukcja/wychwytywanie emisji niezorganizowanych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

15.4.4.10. Mieszanie roztworu konserwującego w układzie zamkniętym**Opis**

Roztwór konserwujący jest mieszany w zamkniętym systemie (rurociągi i system cyrkulacji), aby zapobiec emisjom niezorganizowanym substancji chemicznych.

Szczegóły techniczne

Środki do konserwacji drewna mogą być dostarczane do miejsca obróbki w postaci skoncentrowanej lub gotowej do użycia. Postać gotowa do użycia jest dostarczana bezpośrednio do zbiornika magazynowego i pobierana do i z zbiornika do impregnacji. Skoncentrowane

produkty mogą być dostarczane w pojemnikach IBC, a ich zawartość może być pobierana z pojemników za pomocą systemu odprowadzania. Alternatywnie, skoncentrowany produkt może być odprowadzany z pojemnika zbiorczego do zbiornika magazynującego koncentrat. Wszystkie te transfery odbywają się w zamkniętym systemie rurociągów i cyrkulacji.

Korzyści dla środowiska

Redukcja/wychwytywanie emisji niezorganizowanych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do wszystkich trzech rodzajów środków konserwujących.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DK-2, PL-1, UK-1, UK-4, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FI-1, DE-9, DE-8, IT-1, IT-2, DE-7 oraz FR-5 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.4.11. System wychwytywania gazów odlotowych oraz ograniczania uwolnień do powietrza podczas inspekcji lub czyszczenia zbiorników magazynowych

Opis

Przetwarzanie w utleniaczu termicznym lub równoważne środki kontroli emisji w odniesieniu do gazów odlotowych uwalnianych podczas kontroli lub czyszczenia zbiorników magazynowych.

Systemy wychwytywania gazów odlotowych podczas inspekcji/czyszczenia zbiorników magazynowych mogą nie być zbyt powszechne. Środki bezpiecznej pracy wewnątrz zbiorników różnią się w przypadku zakładów stosujących kreozyt i zakładów stosujących środki konserwujące na bazie wody.

Korzyści dla środowiska

Redukcja/wychwytywanie emisji niezorganizowanych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika wykorzystywana w zakładach stosujących środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub kreozyt.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady UK-1, SE-3 i DE-5 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.5. Przygotowanie/sezonowanie drewna

15.4.5.1. Pomiar i dostosowanie wilgotności drewna przed obróbką

Opis

Wilgotność drewna jest mierzona przed obróbką (np. poprzez pomiar oporu elektrycznego lub ważenie) i w razie potrzeby regulowana (np. poprzez dalsze sezonowanie drewna) celem optymalizacji procesu impregnacji oraz zapewnienia wymaganej jakości produktu [243. EOS 2016].

Szczegóły techniczne

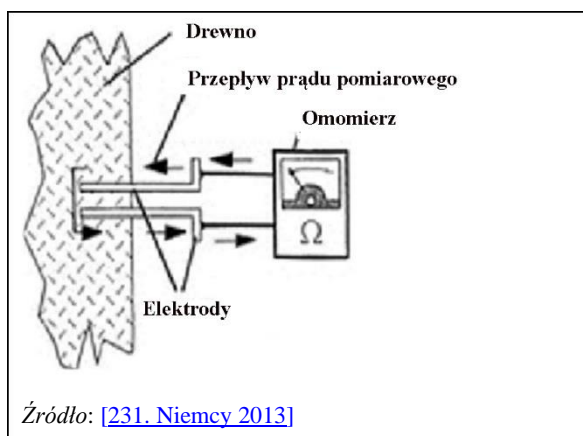
W wielu procesach impregnacji wymagany jest określony poziom wilgotności drewna, aby uzyskać optymalny efekt. Pomiar wilgotności drewna przed konserwacją i w razie potrzeby jej regulacja zapewniają wymaganą jakość impregnowanego drewna. Drewno o wilgotności poniżej optymalnej doprowadzane jest przed impregnacją do wymaganego stanu (np. poprzez przedłużone sezonowanie (suszenie powietrzem) lub aktywne suszenie (suszenie w piecu)). W ten sposób unika się konieczności powtarzania impregnacji.

Określenie zawartości wilgoci („stopnia gotowości do impregnacji”) może zostać dokonane poprzez:

- a) pomiar oporu elektrycznego (ręczny lub automatyczny);
- b) ważenie.

a) Pomiar oporu elektrycznego.

Opór elektryczny drewna wzrasta wraz z malejącą wilgotnością. Jest on mierzony i przeliczany na wartość wilgotności. Podstawowa zasada elektrycznego pomiaru wilgotności drewna przedstawiona została na Ilustracji 15.26.



Ilustracja 15-26 Podstawowa metoda elektrycznego oporowego pomiaru wilgotności drewna.

Pomiar jest wykonywany ręcznie, przy użyciu przenośnego omomierza (zob. Ilustracja 15.27), lub automatycznie [231. Niemcy 2013].



Źródło: [231. Niemcy 2013]

Ilustracja 15-27 Ręczny pomiar wilgotności drewna.

Automatyczny pomiar oporu elektrycznego jest obsługiwany przez komputer, a zmierzone wartości mogą być cyfrowo rejestrowane i dokumentowane.

Przykład automatycznej procedury pomiarowej (zastosowanej w produkcji słupów) wygląda następująco [231. Niemcy 2013]:

- Stół do automatycznego rozdzielania ładunku i podawania pojedynczych kłód do systemu pomiarowego.
- Elektrody wnikają na głębokość ok. 5-6 cm (granica biel - twardziel) w głąb surowego drewna (w przypadku słupów obszar pomiaru znajduje się zwykle na granicy gleba - powietrze, ponieważ ok. 1/6 słupa zostanie wkopana w ziemię).
- Cztery przetworniki/czujniki służą do wykrywania tzw. gniazd wilgoci (które powstają w szczególności w wyniku magazynowania drewna).
- Jeżeli pomierzona wilgotność nie jest optymalna, pomiar powtarza się w punktach położonych 30 cm powyżej i poniżej pierwszego punktu pomiarowego. Jeżeli po drugim pomiarze wilgotność nie jest prawidłowa, surowe drewno należy poddać dalszemu suszeniu.
- Po osiągnięciu optymalnej wilgotności, każdy słup otrzymuje numer i jest przenoszony do zbiornika, gdzie następuje impregnacja.

b) Ważenie.

Nie przekazano informacji.

Korzyści dla środowiska

Pomiar wilgotności drewna zapewnia wymaganą jakość impregnacji i przyczynia się do zmniejszenia zużycia potrzebnych zasobów, takich jak środki konserwacji drewna, samo drewno oraz energia (poprzez unikanie wielokrotnej impregnacji, zwiększenie trwałości produktów i zmniejszenie/zapobieganie przedwczesnemu uszkodzeniu) [231. Niemcy 2013].

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Według operatorów - prosta, solidna oraz niezawodna technologia.

- Znaczna redukcja stopy zwrotu. Zakład DE-2 w [\[231. Niemcy 2013\]](#) wskazał, że stopa zwrotu została zredukowana z 30 do 15 %), optymalizując w ten sposób wykorzystanie magazynu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Pomiar i regulacja wilgotności drewna przed impregnacją ma zastosowanie tylko wtedy, gdy potrzebne jest drewno o określonej wilgotności.

Określanie wilgotności za pomocą pomiaru oporu elektrycznego ma zastosowanie do drewna o wilgotności od 7 do 30 % [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Ekonomika

Ręczny pomiar oporu

Nie przekazano informacji, ale koszty są ogólnie uznawane za niskie.

Automatyczny pomiar oporu

- Koszty inwestycyjne zakładu DE-3: około 300 000 - 400 000 EUR (okres zwrotu około 10 lat).
- Koszty operacyjne zakładu DE-3: elektrody: 1 szpilka = 4 EUR (zużycie szpilek około 350 - 400 sztuk/rok).
- Szacunkowe koszty personelu zakładu DE-3: 70-80 tys. EUR/rok (1.5 pracownika).
- Zapobieganie awariom i związana z tym gwarancja mogą być bardzo kosztowne (250 - 500 EUR za nowy słupek i około 1 000 EUR za wymianę słupka; koszty szkolenia i instalacji) [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Siła napędowa wdrażania

- Wyższa jakość produktu.
- Dokładne określenie wilgotności drewna ma zasadnicze znaczenie przy stosowaniu środków ochrony drewna nie powodujących jego pęcznienia [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Przykładowe zakłady

Ręczne urządzenia do określania wilgotności surowego drewna są w użyciu w całej Europie i zostały zgłoszone przez większość zakładów uczestniczących w zbieraniu danych [\[236. TWG 2017\]](#).

Dokładniej, automatyczny pomiar rezystancji jest stosowany w Zakładzie DE-3, a ręczny pomiar rezystancji (*handset*) jest stosowany w Zakładach DE-1 i DE-2 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#) [\[243. EOS 2016\]](#)

15.4.5.2. Usuwanie zanieczyszczeń przed konserwacją

Opis

Zanieczyszczenia (np. trociny, zrębki) są usuwane z powierzchni drewna/produktów drzewnych przed impregnacją (np. poprzez przedmuchiwanie powietrzem partii drewna, która ma być poddana obróbce).

Szczegóły techniczne

Dostępne są różne metody usuwania zanieczyszczeń z powierzchni elementów drewnianych; jedną z nich jest „przedmuchiwanie”. Przedmuchiwanie powietrzem partii drewna, która ma być poddana obróbce, usuwa trociny oraz inne „nieczystości”.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona potrzeba ponownej konserwacji, zmniejszone zużycie chemikaliów oraz zmniejszone wytwarzanie odpadów (np. ilość osadów w zbiorniku do konserwacji).

Siła napędowa wdrażania

Zwiększona wydajność, lepsze warunki pracy.

Przykładowe zakłady

Zakłady PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3, FR-4, FI-1, DE-8, DE-9, IT-2 oraz FR-5 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.5.3. Usuwanie plastikowej folii z pakietów drewna przed konserwacją

Opis

Plastikowe opakowania są usuwane z paczek z drewnem, aby uniknąć uwięzienia środków do konserwacji drewna w plastiku i ich emisji po obróbce (np. w postaci kropli) lub generowania niebezpiecznych odpadów (np. zanieczyszczonych odpadów plastikowych).

Szczegóły techniczne

Pakiety drewna są zazwyczaj przywożone zabezpieczone folią z tworzywa sztucznego w celu ochrony drewna oraz zapobieżenia wchłanianiu przez nie wilgoci w czasie od przygotowania do końcowego zastosowania. Takie arkusze z tworzywa sztucznego mogą zatrzymywać w fałdach plastiku roztwór środka do konserwacji drewna, który może zostać następnie uwolniony z zaimpregnowanej paczki podczas jej przemieszczania. Plastik zanieczyszczony środkiem do konserwacji drewna musi być również traktowany jako odpad niebezpieczny [\[243. EOS 2016\]](#).

Korzyści dla środowiska

Nie dochodzi do uwięzienia roztworu impregnującego, co zapobiega rozlewom/zanieczyszczeniu gleby.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko drewna/produktów drewnianych, które są dostarczane do zakładu WPC w opakowaniach jednostkowych. Słupy, na przykład, mogą być dostarczane bez żadnego opakowania [Zakład IT-1 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DK-2, PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3 oraz FI-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#) [\[243. EOS 2016\]](#)

15.4.5.4. Optymalizacja wsadu drewna

Opis

Sposób, w jaki drewno lub elementy drewniane są wiązane/piętrzone lub ładowane do zbiornika do konserwacji, ma wpływ na jakość impregnowanego drewna, ale także na emisje związane z procesem. Podstawowymi zasadami optymalnego załadunku drewna są swobodny dostęp, swobodne osuszanie oraz nie zatrzymywanie roztworu konserwującego. Osiąga się to poprzez:

- a) separację drewna w pakietach za pomocą przekładek;
- b) pochylenie pakietów drewna w tradycyjnych poziomych zbiornikach do impregnacji;
- c) stosowanie przechylnych zbiorników ciśnieniowych;
- d) optymalizację rozmieszczenia ukształtowanych elementów drewnianych;
- e) zabezpieczanie pakietów drewna;
- f) maksymalizację wsadu drewna.

Urządzenia wyładowcze (używane do wyjmowania zaimpregnowanego drewna ze zbiornika do konserwacji) są zaprojektowane w taki sposób, aby zapobiec przenoszeniu chemikaliów impregnujących.

Szczegóły techniczne

W celu optymalnego przygotowania wsadu drewna (tj. sposobu, w jaki drewno jest ładowane do zbiornika do konserwacji) można zastosować kilka technik. Głównym celem jest umożliwienie swobodnego przepływu roztworu konserwującego przez elementy drewniane, aby zapewnić odpowiednią jakość impregnacji, a jednocześnie pozwolić na optymalne odprowadzenie roztworu konserwującego po impregnacji, zmniejszając w ten sposób zużycie oraz „ucieczkę” środków konserwujących, a tym samym ryzyko emisji do środowiska. Stosowane są następujące metody:

a) Separacja drewna w pakietach za pomocą przekładek

Drewno w pakietach, przeznaczone do impregnacji, posiada zazwyczaj przekładki. Umieszcza się je w regularnych odstępach w opakowaniu, aby ułatwić przepływ chemikaliów do konserwacji przez pakiet drewna, a także pomóc w odprowadzaniu i odzyskiwaniu nadmiaru chemikaliów po procesie impregnacji. Jednak w niektórych przypadkach (np. w przypadku okładzin), przekładki nie mogą być stosowane, ponieważ spowodowałyby ślady na powierzchni drewna [243. EOS 2016].

b) Pochylenie pakietów drewna w tradycyjnych poziomych zbiornikach do konserwacji

Pakiety drewna są pochylone w zbiorniku do konserwacji, aby ułatwić przepływ chemikaliów oraz drenaż po obróbce.

W metodzie zanurzeniowej podczas fazy ociekania stosuje się system siłowników hydraulicznych.

c) Stosowanie przechylnych zbiorników ciśnieniowych

Niektóre większe autoklawy z dużą wydajnością obróbki drewna alternatywnie stosują przechylne zbiorniki. Umożliwiają one pochylenie całego zbiornika po konserwacji; nadmiar chemikaliów łatwo spływa i może być odzyskany z dna zbiornika.

d) Optymalizacja rozmieszczenia ukształtowanych elementów drewnianych

Uformowane elementy drewniane są rozmieszczone w taki sposób, aby zapobiec uwięzieniu chemikaliów do impregnacji.

e) Zabezpieczanie pakietów drewna

Pakiety drewna są mocowane wewnątrz zbiornika do konserwacji w celu ograniczenia przemieszczania się kawałków drewna, które mogłyby zmienić strukturę pakietu i zmniejszyć skuteczność impregnacji. Istnieje wiele opcji, które są stosowane w zależności od obrabianych pakietów/produktów:

1. Pasy lub łańcuchy do mocowania drewna do wózka. Daje to największą elastyczność i pozwala na konserwację pakietów drewna o nieregularnym kształcie, układanie małych pakietów na innych, większych pakietach itp. Większość zakładów pracuje w ten sposób.
2. Ramiona boczne na wózku pozwalają na przemieszczanie się drewna podczas obróbki, które następnie wraca na wózek, podczas opróżniania zbiornika. System ten jest używany rzadko, ale sprawdza się dobrze tam, gdzie rozmiar pakietu jest zbliżony do rozmiaru zbiornika. Drewniane wsporniki są umieszczane na górze pakietów, aby zapobiec ich uderzaniu o górną część zbiornika.
3. Hydrauliczne mocowanie drewna w zbiorniku. Może to być stosowane z wózkiem lub bez, w zależności od konstrukcji systemu transportu drewna. Najlepiej sprawdza się, gdy pakiety mają podobne wymiary. Gdy występują duże różnice w wysokości pakietów, na wierzchu niższych pakietów umieszcza się dodatkowe sekcje dystansowe w celu wyrównania ładunku i zapewnienia utrzymania pakietów przez klamry [\[242. EWPM/WEI 2016\]](#).

f) Maksymalizacja wsadu drewna

Ładunek drewna w zbiorniku do konserwacji jest maksymalizowany, aby zapewnić najlepszy stosunek drewna poddawanego impregnacji do stosowanych chemikaliów.

Korzyści dla środowiska

Mniejsze zużycie środków konserwujących, energii itp. dzięki mniejszej liczbie powtórnych zabiegów impregnacji, a także zmniejszona emisja roztworu konserwującego i wytwarzanie odpadów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wykorzystanie przechyłnych zbiorników ciśnieniowych może być uważane za technikę do zastosowania w nowych zakładach lub przy większych modernizacjach istniejących instalacji.

Ekonomia

Ze względu na wyższe koszty inwestycyjne zbiorników przechyłnych, celem amortyzacji kosztów wymagany jest przerób dużej ilości drewna.

Siła napędowa wdrażania

Zwiększona wydajność, lepsze warunki pracy.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zgłoszona przez większość zakładów biorących udział w zbieraniu danych.

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#) [\[242. EWPM/WEI 2016\]](#) [\[243. EOS 2016\]](#)

15.4.6. Proces aplikacji środków konserwujących / Procesy bezciśnieniowe

15.4.6.1. Zamknięcie (hermetyzacja) natryskiwaczy i tuneli natryskowych (z systemem odprowadzania gazu i ograniczania emisji)

Opis

Procesy natryskiwania są zamknięte, a nadmiar rozpylonej cieczy (tzw. mgła lakiernicza) jest zbierany i ponownie wykorzystywany do przygotowania roztworu do konserwacji drewna, aby zapobiec emisji aerozoli podczas impregnacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi na bazie wody.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do powietrza.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na odprowadzenie mgły lakierniczej i konserwację.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Literatura źródłowa

[\[212. TWG 2018\]](#)

15.4.6.2. Hermetyzacja procesów kąpielowych: zanurzanie i zatapianie (z systemem odprowadzania gazów i ograniczania emisji)

Opis

Tam, gdzie to możliwe, należy obudować proces, tak aby powietrze mogło być odprowadzane i przetwarzane przez urządzenia do redukcji emisji, utlenianie termiczne lub adsorpcję z odzyskiem rozpuszczalnika.

Szczegóły techniczne

Emisje do powietrza z procesów kąpielowych (zanurzanie, zatapianie) można ograniczyć poprzez zamknięcie procesu oraz odprowadzanie i przetwarzanie emisji gazowych. Możliwe są różne rozwiązania techniczne:

- Zainstalowanie pokrywy na zbiorniku podczas zanurzania drewna/produktu drewnianego w środku konserwującym na bazie rozpuszczalnika oraz posiadanie systemu wyciągowego z przetwarzaniem oparów [\[247. Belgia 2014 r.\]](#).
- Wychwytywanie gazów odlotowych do oczyszczania w procesie konserwacji kreozotem metodą kąpeli gorąco-zimnej (zob. sekcja 15.4.13.2).

Korzyści dla środowiska

- Ograniczenie/wychwytywanie emisji niezorganizowanych.
- Ograniczenie emisji do powietrza, w szczególności LZO i WWA.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na odprowadzenie emisji gazowych i konserwację.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Literatura źródłowa

[[247. Belgia 2014](#)]

15.4.6.3. Jednopłaszczyznowe zbiorniki do obróbki z wystarczająco dużą i odporną na działanie środków konserwujących izolacją, odbojnicą oraz automatycznym systemem wykrywania wycieków

Opis

W przypadku stosowania jednopłaszczyznowych zbiorników do obróbki stosuje się wystarczająco duże i odporne na działanie chemikaliów zbiorniki, odbojnice i urządzenia do automatycznego wykrywania wycieków.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do gleby i wód gruntowych związanych z rozlewami, ociekami i przypadkowymi uwolnieniami chemikaliów stosowanych w obróbce.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady UK-4, FI-1, DE-8 oraz FR-5 w [[236. TWG 2017](#)].

Literatura źródłowa

[[236. TWG 2017](#)]

15.4.6.4. Dwupłaszczyznowe zbiorniki do obróbki z automatycznym urządzeniem do wykrywania nieszczelności

Opis

Stosowanie dwupłaszczyznowych zbiorników do obróbki z automatycznymi urządzeniami do wykrywania wycieków.

Szczegóły techniczne

Stosowane są dwupłaszczyznowe zbiorniki do obróbki, w których druga warstwa działa jako alternatywa dla zamknięcia. Urządzenia do automatycznego wykrywania wycieków są wykorzystywane do ostrzegania operatora w przypadku nieprzewidzianego wycieku, pęknięcia lub awarii zbiorników.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do gleby i wód gruntowych związanych z wyciekami, kroplami i przypadkowymi uwolnieniami chemikaliów stosowanych w konserwacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DK-2, FR-3, DE-7 oraz DE-8 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.6.5. Wystarczający czas ociekania po impregnacji (ociekanie do zbiornika do konserwacji)

Opis

Po obróbce zapewnia się wystarczający czas ociekania, aby umożliwić ściekanie nadmiaru roztworu z drewna poddanego impregnacji bezpośrednio do zbiornika do konserwacji lub przez ociekacz (zob. także sekcja 15.4.8.5).

Szczegóły techniczne

Po obróbce środkami impregnującymi drewno przytrzymuje się przez minimalnie wymagany czas nad zbiornikiem do konserwacji, aby umożliwić ściekanie nadmiaru roztworu bezpośrednio do zbiornika lub przytrzymuje się je nad ociekaczem, nachylnym w kierunku zbiornika umożliwiając spływanie nadmiaru środka do zbiornika a tym samym unikając uwalniania środków konserwujących.



Źródło: [\[231. Niemcy 2013\]](#)

Ilustracja 15-28 Przykład ociekacza z kapiącym roztworem impregnującym spływającym z powrotem do zbiornika do konserwacji.

Korzyści dla środowiska

- Zapobieganie skażeniu gleby i wód gruntowych.
- Zmniejszenie zużycia chemikaliów konserwujących.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady UK-4, SE-3, FR-3, FR-5, FI-1, DE-7 oraz DE-8 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.7. Proces nakładania środków konserwujących / Procesy ciśnieniowe

15.4.7.1. Profilaktyczne cechy konstrukcyjne zbiorników ciśnieniowych (autoklawów)

Opis

Profilaktyczne cechy konstrukcyjne dla zbiorników ciśnieniowych (autoklawów) obejmują następujące techniki:

- a) Kontrole procesu uniemożliwiają działanie, jeśli drzwi zbiornika do konserwacji nie są zamknięte i uszczelnione.
- b) Kontrole procesu zapobiegające otwarciu zbiornika do konserwacji, gdy jest on pod ciśnieniem i/lub wypełniony roztworem impregnującym.
- c) Blokada zamka drzwi zbiornika do konserwacji.
- d) Stosowanie i konserwacja nadmiarowych zaworów bezpieczeństwa.

Szczegóły techniczne

- a) Drzwi zbiornika do konserwacji są zamykane i uszczelniane po jego załadowaniu i przed rozpoczęciem impregnacji. Stosowane są kontrole procesu, które zapobiegają uruchomieniu systemu impregnacji, jeśli drzwi nie są zamknięte oraz uszczelnione.
- b) Sterowniki procesu pokazują ciśnienie i obecność cieczy w zbiorniku do konserwacji. Zapobiegają również otwarciu zbiornika gdy jest jeszcze pod ciśnieniem i/lub napełniony.
- c) Drzwi zbiornika do konserwacji wyposaża się w blokadę zapobiegającą uwolnieniu się cieczy w przypadku, gdy drzwi zbiornika muszą zostać otwarte w sytuacji awaryjnej (np. gdy uszczelka drzwi uległa uszkodzeniu). Blokada zamka pozwala na częściowe otwarcie drzwi celem uwolnienia ciśnienia przy jednoczesnym zatrzymaniu cieczy.
- d) Zbiorniki do konserwacji wyposaża się w nadmiarowe zawory bezpieczeństwa, aby chronić je przed nadmiernym ciśnieniem. Wylot zaworów jest doprowadzany do zbiornika o odpowiedniej pojemności. Zawory bezpieczeństwa są regularnie sprawdzane (np. raz na 6 miesięcy) pod kątem oznak korozji, zanieczyszczenia lub nieprawidłowości w działaniu i w razie potrzeby czyszczone i/lub naprawiane.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do gleby i wód gruntowych związanych z wyciekami, kroplami i przypadkowymi uwolnieniami chemikaliów stosowanych w procesie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zgłoszona przez większość zakładów przekazujących dane.

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.7.2. Kontrola emisji do powietrza z wydechu pompy próżniowej**Opis**

Powietrze usuwane ze zbiorników ciśnieniowych (tj. z wylotu pompy próżniowej) jest poddawane przetwarzaniu (np. w separatorze parowo-cieczowym).

Szczegóły techniczne

Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Pompy próżniowe są wykorzystywane do wytworzenia podciśnienia w zbiorniku do konserwacji. Aby zapobiec przedostawaniu się aerozoli do środowiska, odciągane powietrze z zbiorników do konserwacji stosujących system obróbki na bazie wody kierowane jest do osadnika (5 m³), w którym znajduje się woda chłodząca pompę próżniową.

Jako technikę zgłoszono również zastosowanie separatorów cieczy po stronie tłocznej pomp próżniowych stosowanych celem uniknięcia uwolnień środków konserwujących poprzez aerozole, ale nie podano żadnych informacji na ten temat [\[248. Austria 2014\]](#).

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza / aerozoli.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do wszystkich rodzajów środków konserwujących.

Przykładowe zakłady

Zakład DE-1 w [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[248. Austria 2014\]](#)

15.4.7.3. Ograniczenie emisji do powietrza podczas otwierania zbiornika do konserwacji**Opis**

Pomiędzy okresem obniżania ciśnienia a otwarciem zbiornika do konserwacji musi upłynąć wystarczająco dużo czasu, aby umożliwić kapanie i skraplanie.

Szczegóły techniczne

Aby zapobiec lub ograniczyć tworzenie aerozoli oraz emisję do powietrza, procesy ciśnieniowe mogą być prowadzone razem z fazą ociekania i/lub kondensacji na końcu procesu impregnacji, jeszcze przed otwarciem, celem usunięcia zaimpregnowanego drewna, zbiornika do konserwacji [230. VDI 2014].

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza / aerozoli.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zgłoszona przez większość zakładów przekazujących dane.

Literatura źródłowa

[230. VDI 2014] [236. TWG 2017]

15.4.7.4. Zastosowanie podciśnienia końcowego w celu usunięcia nadmiaru środków chemicznych z powierzchni drewna poddanego konserwacji.

Opis

Aby uniknąć kapania, przed otwarciem zbiornika do konserwacji należy zastosować podciśnienie końcowe, aby usunąć nadmiar środków chemicznych z powierzchni zaimpregnowanego drewna.

Szczegóły techniczne

Ostatnią fazą procesu ciśnieniowego jest końcowa faza podciśnienia, która następuje po opróżnieniu zbiornika do konserwacji z substancji chemicznych, jeszcze przed jego otwarciem. W tej fazie nadmiar chemikaliów z zaimpregnowanego drewna jest usuwany, a kapanie ograniczone do minimum.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowanie podciśnienia końcowego może nie być konieczne, jeżeli usunięcie nadmiaru środków chemicznych z powierzchni zaimpregnowanego drewna jest zapewnione poprzez zastosowanie odpowiedniego podciśnienia początkowego (np. poniżej 50 mbar).

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zgłoszona przez większość zakładów przekazujących dane.

Literatura źródłowa

Komentarz Włoch #104 w [212. TWG 2018]] [236. TWG 2017].

15.4.8. Kondycjonowanie po konserwacji oraz tymczasowe magazynowanie

15.4.8.1. Zadaszenie z orywnowaniem

Opis

Dach przykrywający miejsca, w których magazynuje się lub pracuje z chemikaliami do konserwacji (tj. magazyn chemikaliów, miejsca obróbki, przechowywania po obróbce oraz tymczasowego magazynowania, rury i przewody z chemikaliami do konserwacji, urządzenia do (re)kondycjonowania kreozotu), który chroni świeżo zaimpregnowane drewno przed warunkami atmosferycznymi/opadami deszczu. Deszczówka nie przedostaje się do instalacji impregnującej, a wypłukiwanie środków chemicznych jest uniemożliwione.

Szczegóły techniczne

Przykładowy zakład: DE-2 w [231. Niemcy 2013].

Obszar szyn wyładowniczych oraz obszar transportu do miejsc magazynowania świeżo zaimpregnowanego drewna (magazynowanie pod dachem przez co najmniej 2 dni, często dłużej) są zadaszone i zabezpieczone z boku przed wiatrem i deszczem (budowany jest nowy dach: konstrukcja dachowa krokwiowo-pustakowa z profilowaną blachą, z częściową izolacją i pokryciem dachowym z PCV). Powierzchnia użytkowa dachu wynosi ok. 2 500 m².

Przykładowy zakład: DE-4 w [231. Niemcy 2013].

Zadaszenie w obszarze niecki i strefy ociekowej służy ochronie przed deszczem i wiatrem oraz posiada dodatkowe wyposażenie zapobiegające napływowi wód powierzchniowych. Nachylenie przyległych terenów komunikacyjnych jest kierowane od budynku, aby woda powierzchniowa nie uzyskała dostępu do obszaru impregnacji.

Zadaszenie w obszarze utrwalania służy jako ochrona przed deszczem i wiatrem oraz wymywaniem nie utrwalonych środków konserwacji drewna.

Składowanie pod zadaszeniem zależy od właściwości produktu, jak również od geometrii zaimpregnowanego drewna. Poza tym czas utrwalania zależy od zastosowanych środków ochrony drewna i warunków atmosferycznych. W okresie od wiosny do jesieni czas wiązania wynosi około 24 godzin. Dla miesięcy zimowych brak jest reprezentatywnych danych. Zadaszenie w obszarze niecek i strefy ociekowej wynosi ok. 150-200 m² (odpowiada zadaszeniu w obszarze niecek wraz ze strefą ociekową bez strefy utrwalania i magazynowania środków impregnujących). Zadaszenie w obszarze utrwalania ma powierzchnię ok. 200 m².



Źródło: [231. Niemcy 2013]

Ilustracja 15-29 Przykład zadaszenia w rejonie niecek (Zakład DE-4).

Korzyści dla środowiska

Przykładowy zakład: DE-2 w [231. Niemcy 2013].

Po impregnacji zakonserwowane drewno jest transportowane i magazynowane wyłącznie pod zadaszeniem przez co najmniej 2 dni, aż do całkowitego związania (po 48 godzinach) samoutrwalającego się środka ochrony drewna. W ten sposób zabezpiecza się środki konserwacji drewna, zanim całkowicie zwiążą, przed wypłukaniem przez deszcz.

Przykładowy zakład: DE-4 w [231. Niemcy 2013].

Po impregnacji drewno jest przechowywane w suchym miejscu utwardzania, aż do całkowitego związania środków konserwujących. Dzięki temu środki te nie mogą zostać wypłukane przez deszcz ich całkowitym utwardzeniem.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przykładowy zakład: DE-2 w [231. Niemcy 2013].

Zapobiega się wypłukiwaniu nieutrwalonych środków ochrony drewna.

Przykładowy zakład: DE-4 w [231. Niemcy 2013].

Dzięki istniejącemu odpływowi i późniejszemu magazynowaniu w strefie utrwalań (zadaszonej) zapewnione jest zakończenie utwardzania i ograniczenie do minimum wypłukiwania nieutrwalonych środków ochrony drewna.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Generalnie dotyczy zarówno istniejących, jak i nowych instalacji [231. Niemcy 2013].

Ekonomika

Przykładowy zakład: DE-2 w [231. Niemcy 2013].

- Koszty inwestycji: około 40 EUR/m² powierzchni dachu.
- Koszty eksploatacji i konserwacji są znikome.

Przykładowy zakład: DE-4 w [231. Niemcy 2013].

- Koszty inwestycji: brak specyfikacji, ponieważ obszar impregnacji znajduje się w hali.
- Koszty eksploatacji i konserwacji są znikome.

Siła napędowa wdrażania

Przykładowy zakład: DE-2 w [231. Niemcy 2013].

- Zapewnienie wysokiej jakości produktu końcowego (zapobiega wyplukiwaniu środków ochrony drewna przez opady atmosferyczne).
- Chroni proces przed wodą burzową (w przeciwnym razie zbyt dużo wody opadowej przedostawałoby się przez rynnę wlotową zasobnika do tacy ociekowej).

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-2 i DE-4 w [231. Niemcy 2013].

Literatura źródłowa

[230. VDI 2014] [231. Niemcy 2013]

15.4.8.2. Ochrona przed wpływem warunków atmosferycznych zmagazynowanego, zaimpregnowanego drewna

Opis

Podczas magazynowania zaimpregnowanego drewna stosuje się stałe zabezpieczenia przed warunkami atmosferycznymi (np. zadaszenia, plandeki) w przypadku, gdy jest to wymagane w zezwoleniu BPR dla środka ochrony drewna użytego do impregnacji.

Szczegóły techniczne

Po tym jak świeżo zaimpregnowane drewno zostanie uznane za suche podczas próby kroplowej, opakowania z drewnem są usuwane z zabezpieczonego/obwałowanego i zadaszonego obszaru. Przez pewien okres po konserwacji, aktywne składniki środków ochrony wchodzi w reakcję ze składnikami drewna, aby utrwalić się w nim utrwalić. W tym okresie należy zminimalizować ryzyko wymywania substancji chemicznych przez opady atmosferyczne, gwarantując skuteczność ochrony oraz zapobiegając emisji do gleby i wód gruntowych. Dlatego zaimpregnowane drewno należy magazynować pod stałą ochroną zabezpieczającą przed wpływami atmosferycznymi (np. zadaszenie, plandeki).

Przykładowy zakład: IT-1 w [236. TWG 2017].

Świeżo zaimpregnowane drewno przechowywane jest pod zadaszeniem, przez co najmniej 2 godziny po impregnacji, z odprowadzeniem ocieków. Gdy drewno zostanie uznane za suche (niekapiące), jest ono przenoszone i magazynowane w zadaszonych stosach, pod plandekami, przez co najmniej 24 godziny, aż do całkowitego związania środków ochrony drewna.

Korzyści dla środowiska

Zwiększona skuteczność ochrony oraz zapobieganie zanieczyszczeniom gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Do umieszczania plandek na drewnie potrzebne są dźwigi i stelaże.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład IT-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[Komentarz Niemiec #410 / komentarze Włoch #109, 108 & 110 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[236. TWG 2017\]](#).

15.4.8.3. Utrwalanie za pomocą pary (autoklaw) lub ciepłego powietrza (klimatyzowana komora) po obróbce konserwującej

Opis

W przypadku drewna zabezpieczonego nie utrwalającymi się środkami konserwującymi można zastosować utrwalanie parą wodną. Drewno umieszcza się w zamkniętym naczyniu do obróbki (bez ciśnienia) i „płucze” parą. Wentylatory służą do cyrkulacji pary w zbiorniku do obróbki, aż do uzyskania pożądanego utrwalenia [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Korzyści dla środowiska

Minimalizacja wypłukiwania nie utrwalających się środków konserwujących.

Przykładowe zakłady

Zakłady FI-1 i SE-2 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.8.4. Unikanie kontaktu świeżo zaimpregnowanego drewna z podłożem

Opis

Unikanie kontaktu świeżo zaimpregnowanego drewna z podłożem oraz odpowiednia wentylacja na poziomie gruntu, przyspieszająca schnięcie.

Szczegóły techniczne

Przykładowy zakład: IT-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Drewno poddane konserwacji jest składowane w stosach, z podłożonymi dużymi słupami i betonowymi blokami, aby oddzielić drewno od podłoża.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie skażeniu gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, zgłoszona przez większość zakładów przekazujących dane.

Literatura źródłowa

[Komentarz Włoch #112 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[236. TWG 2017\]](#).

15.4.8.5. Usunięcie zaimpregnowanego drewna z obszaru zabezpieczonego/obwałowanego tylko po uznaniu go, w wyniku próby kroplowej, za suche

Opis

Aby umożliwić ściekanie nadmiaru chemikaliów do zbiornika do konserwacji, zaimpregnowane drewno/pakiety drewna są trzymane nad zbiornikiem lub nad ociekaczem przez dostatecznie długi czas, przed przeniesieniem do obszaru suszenia po obróbce.

Następnie, przed opuszczeniem obszaru suszenia po konserwacji, poddane impregnacji drewno/pakiety drewna są np. podnoszone za pomocą środków mechanicznych i utrzymywane w zawieszeniu przez co najmniej 5 minut. Jeżeli nie wystąpi kapanie roztworu impregnującego, drewno uznaje się za suche.

Szczegóły techniczne

Po impregnacji drewno/pakiety drewna będą ociekać roztworem konserwującym aż do momentu uznania ich za suche. Kapanie to nie jest związane z wiązaniem chemicznym w impregnowanym drewnie, lecz z nadmiarem środka konserwującego, który nie został odessany z powrotem do procesu podczas fazy próżniowej.

Aby dana partia drewna została uznana za suchą, opakowanie powinno być na przykład podniesione za pomocą środków mechanicznych i zawieszona np. na co najmniej 5 minut. W tym czasie na opakowaniu nie powinny tworzyć się krople ani kapać roztwory do impregnacji. Pakiety drewna pozostają w obszarze suszenia po konserwacji do czasu, aż zostaną uznane za suche [[235. UK DEFRA 2013](#)].

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie skażeniu gleby i wód gruntowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Czas schnięcia zależy od specyfiki zakładu, takiej jak lokalizacja, pora roku i warunki meteorologiczne, które mogą się zmieniać z dnia na dzień. Test kroplowy gwarantuje, że pakiety drewna są usuwane z obszaru zabezpieczonego/obwałowanego dopiero wtedy, gdy zostaną uznane za suche. Daje to również możliwość rejestracji stanu pakietów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W ramach procesu transportu przeprowadzana jest próba kroplowa. Impregnowane pakiety drewna/drewna są podnoszone za pomocą środków mechanicznych i utrzymywane w zawieszeniu aż do czasu zakończenia próby kroplowej. Drewno/pakiety drewna, które nie przeszły testu kroplowego są przenoszone w inne miejsce, aby umożliwić ich dalsze suszenie w zabezpieczonym/obwałowanym obszarze.

Siła napędowa wdrażania

Zapobieganie przenoszeniu chemikaliów z obszaru zabezpieczonego/obwałowanego na teren nieuszczelniony.

Przykładowe zakłady

Zakłady UK-4, FI-1, DE-7, DE-8 i FR-5 w [[236. TWG 2017](#)].

Literatura źródłowa

[[235. UK DEFRA 2013](#)][Komentarz Wielkiej Brytanii #168 w [[212. TWG 2018](#)]] [[236. TWG 2017](#)].

15.4.9. Minimalizacja ilości odpadów, gospodarowanie oraz ich przetwarzanie na terenie zakładu

15.4.9.1. Recykulacja zebranych ocieków oraz rozlanych chemikaliów

Opis

Skropliny, ocieki oraz rozlane środki konserwujące/chemikalia do impregnacji zebrane z pojemników/zbiorników, tac/wanien ociekowych lub nieprzepuszczalnych podłoży są recykulowane do systemu chemikaliów impregnujących.

Szczegóły techniczne

Po wyjęciu ze zbiornika do konserwacji pakiety drewna są przechowywane w obszarze zabezpieczonym/obwałowanym, aby zapewnić wystarczający czas na ociekanie. Skropliny są zbierane w pojemnikach/obwałowaniach lub tacach ociekowych. Ciecze są kierowane do systemu chemikaliów impregnujących za pomocą pompy próżniowej (zob. sekcja 15.4.3.5). W idealnym przypadku ciecze są filtrowane celem usunięcia niepożądanych materiałów (np. cząstek drewnopochodnych).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów i ścieków, zapobieganie lub zmniejszenie emisji do gleby i wód gruntowych, zmniejszenie zużycia chemikaliów do konserwacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie tej techniki limituje małą ilość zbieranej cieczy powodująca ograniczenie przepływu.

W przypadku środków do konserwacji drewna na bazie kreozotu lub lekkich rozpuszczalników organicznych nie jest możliwa recykulacja wody zanieczyszczonej środkiem konserwującym z powrotem do produktu i takie ciecze muszą być gromadzone i usuwane zgodnie z przepisami dotyczącymi odpadów niebezpiecznych.

Ekonomia

Redukcja kosztów środków chemicznych do konserwacji.

Siła napędowa wdrażania

Zabezpieczanie wycieków z pakietów drewna podczas kondycjonowania po konserwacji oraz tymczasowego magazynowania.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-7, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-3, FR-4, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-2, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#) [komentarz Wielkiej Brytanii #166 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

15.4.9.2. Dostarczanie chemikaliów do konserwacji dużymi partiami

Opis

Dostawa chemikaliów do konserwacji w zbiornikach celem zmniejszenia ilości opakowań.

Szczegóły techniczne

Dostawy często używanych chemikaliów do konserwacji w dużych zbiornikach zmniejsza ilość opakowań potrzebnych do dostawy.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona ilość odpadów przekazywanych do utylizacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Przykładowe zakłady

Zakłady PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-1, FI-1, DE-5 oraz IT-2 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.9.3. Stosowanie pojemników wielokrotnego użytku**Opis**

Pojemniki wielokrotnego użytku używane do chemikaliów impregnujących (np. IBC) są zwracane dostawcy celem ponownego wykorzystania.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona ilość odpadów przekazywanych do utylizacji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

15.4.9.4. Separacja odpadów niebezpiecznych oraz innych niż niebezpieczne u źródła i oddzielne magazynowanie**Opis**

Odpady są przechowywane w odpowiednich pojemnikach lub na zabezpieczonych powierzchniach, a odpady niebezpieczne są przechowywane oddzielnie w wyznaczonym, chronionym przed warunkami atmosferycznymi i zabezpieczonym/obwałowanym miejscu.

Szczegóły techniczne

Wszystkie strumienie odpadów powstające w zakładzie są przechowywane w odpowiednich pojemnikach lub na zabezpieczonych powierzchniach. Odpady niebezpieczne (np. odpady zanieczyszczone środkami do konserwacji drewna) są przechowywane oddzielnie w miejscu chronionym przed wpływem warunków atmosferycznych oraz zabezpieczonym/obwałowanym.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie skażeniu gleby i wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska związanych z gospodarowaniem odpadami.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.9.5. Ponowne wykorzystanie, recykling oraz odzysk surowców z odpadów

Opis

Odpady powstałe przed i po impregnacji (odpady drzewne) mogą być wykorzystane do odzysku energii lub materiału/surowca poprzez wysłanie ich do uprawnionego zakładu.

Szczegóły techniczne

Odpady drewniane (nawet impregnowane) są przekazywane do uprawnionego zakładu w celu odzysku energii lub materiału.

Korzyści dla środowiska

Optymalizacja gospodarowania odpadami oraz zmniejszenie ilości odpadów kierowanych do ostatecznego usunięcia.

Przykładowe zakłady

Zakłady DK-1, DK-2, FI-1, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-3, UK-1, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[Komentarz Włoch #91 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[236. TWG 2017\]](#).

15.4.9.6. Odzyskiwanie oraz ponowne wykorzystanie wosków i olejów

Opis

Gdy woski lub oleje są używane do impregnacji, ich nadmiar jest odzyskiwany i ponownie wykorzystywany.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów oraz ograniczenie zużycia wosku lub oleju.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zwiększona efektywność wykorzystania zasobów.

Przykładowe zakłady

Zakład IT-2 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.9.7. Zbieranie odpadów drewnianych poddanych obróbce konserwującej w celu właściwego odzysku lub unieszkodliwienia jako odpady niebezpieczne

Opis

Odpady z zaimpregnowanego drewna są zbierane i przekazywane do odzysku energii (zob. sekcja 15.4.9.5) lub usuwane jako odpady niebezpieczne.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-1, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.9.8. Zbieranie pozostałości po środkach konserwujących oraz osadów w celu prawidłowego ich usunięcia jako odpadów niebezpiecznych

Opis

Krople i wycieki chemikaliów do konserwacji zebrane z obszarów, gdzie są one magazynowane lub obsługiwane, spływają po uszczelnionej powierzchni w obrębie zabezpieczonego/obwałowanego i zadaszonego obszaru roboczego, aby zostać zebrane w studziencie przed ponownym skierowaniem do systemu obróbki. Szlam powstały na dnie studzienki, z żwiru i włókien drzewnych zebranych przez chemikalia do obróbki, jest okresowo usuwany i utylizowany jako odpad niebezpieczny.

Szczegóły techniczne

Osad ściekowy zdeponowany w studziencie jest usuwany za pomocą środków fizycznych i umieszczany w pojemnikach, takich jak beczki, które są następnie uszczelniane i magazynowane przed usunięciem, odpowiednim dla odpadów niebezpiecznych.

Korzyści dla środowiska

Zapobiega uwalnianiu się chemikaliów stosowanych w konserwacji poza zabezpieczony/obwałowany obszar roboczy.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Osad odkłada się w studziencie co ogranicza jej pojemność. Duże ilości osadu zwiększają ryzyko przedostania się go do systemu obróbki/konserwacji i związane z tym problemy eksploatacyjne.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-5, DE-8, FI-1, FR-5, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[Komentarz Wielkiej Brytanii #167 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[236. TWG 2017\]](#).

15.4.10. Gospodarowanie wodą/ściekami

15.4.10.1. Separacja czystej, niezanieczyszczonej deszczówki lub spływu powierzchniowego

Opis

Czyste, nieskażone wody deszczowe oraz spływy powierzchniowe trzymane są z dala od obszarów, na których przechowywane lub obsługiwane są chemikalia do konserwacji, od obszarów, na których przechowywane jest świeżo zaimpregnowane drewno oraz od obszarów gdzie mogą znajdować się ścieki, poprzez zastosowanie kanałów odwadniających, krawężników okalających, zadaszeń z rynnami oraz stałej ochrony przed zmiennymi warunkami atmosferycznymi.

Szczegóły techniczne

Utrzymanie czystej, niezanieczyszczonej wody deszczowej lub powierzchniowej z dala od środków konserwujących i/lub skażonych środkami konserwującymi obszarów zakładu osiąga się poprzez kierowanie jej z dala od zakładu lub jakiegokolwiek jego wyposażenia. Osiąga się to poprzez zastosowanie minimum następujących technik:

a) Kanał odwadniający:

Kanał odwadniający (drenażowy) wokół całego zakładu zapobiega przedostawaniu się wód opadowych i spływów powierzchniowych na teren zakładu, a tym samym ich zanieczyszczeniu.

b) Krawężnik okalający:

Podwyższona obręcz wokół całego zakładu lub jego części zapobiega przedostawaniu się wód opadowych i spływów powierzchniowych na teren zakładu, a tym samym ich zanieczyszczeniu.

c) Zadaszenie z orywnowaniem:

Dach chroni przed wodą deszczową obszary, w których przechowuje się lub obsługuje chemikalia stosowane do obróbki (tj. obszar przechowywania chemikaliów stosowanych do konserwacji, obszary impregnacji, kondycjonowania po impregnacji i tymczasowego magazynowania, rury i przewody do chemikaliów stosowanych do obróbki, urządzenia do regeneracji zużytego kreozotu). Woda spływająca z dachów jest zbierana przez orywnowanie i odprowadzana z dala od potencjalnych źródeł zanieczyszczeń.

d) Zabezpieczenie przed warunkami atmosferycznymi (np. zadaszenie, plandeki) miejsc magazynowania zaimpregnowanego drewna w przypadku, gdy jest to wymagane w zezwoleniu BPR dla środka do konserwacji drewna użytego do impregnacji.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W przypadku istniejących instalacji, możliwość zastosowania kanałów odwadniających i okalającego krawężnika może być ograniczona wielkością obszaru instalacji.

Siła napędowa wdrażania

W przypadku obfitych opadów deszczu nadmiar zebranej, potencjalnie zanieczyszczonej deszczówki i/lub spływów powierzchniowych spowodowałby trudności w jej oczyszczaniu lub usuwaniu.

Przykładowe zakłady

Zakłady zgłaszające kandydatów na BAT [\[236. TWG 2017\]](#):

- Krawężnik okalający: UK-1, UK-2, UK-3, SE-2, SE-3, DE-9 oraz IT-2.
- Zadaszony obszar obróbki: zgłoszony przez większość zakładów biorących udział w zbieraniu danych.

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.10.2. Regularna kontrola, opróżnianie i czyszczenie separatorów oleju, kanałów i studzienek ściekowych

Opis

Można wprowadzić program kontroli i konserwacji celem zapobiegania zanieczyszczeniom poprzez minimalizowanie wycieków z rurociągów podpowierzchniowych, studzienek, kanałów oraz separatorów oleju znajdujących się na terenie instalacji.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie emisjom do wód powierzchniowych, wód gruntowych i gleby.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zagrożeń dla środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-5, DE-9, DE-8, FR-5, FR-1, IT-2, PL-1, SE-2 oraz UK-1 w

[\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.10.3. Zbieranie potencjalnie zanieczyszczonej deszczówki i/lub spływów powierzchniowych

Opis

Wody powierzchniowe z obszarów potencjalnie skażonych chemikaliami do konserwacji są zbierane oddzielnie. Zgromadzone ścieki są odprowadzane dopiero po podjęciu odpowiednich środków (np. monitorowanie (zob. sekcja 15.4.12), oczyszczanie (zob. sekcja 15.4.10.6), wykorzystanie (zob. sekcja 15.4.10.4)).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszone emisje do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-5, DE-9, PL-1, UK-1, IT-2, FR-1, FR-2, FR-5 oraz SE-2 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.10.4. Wykorzystanie potencjalnie zanieczyszczonych wód powierzchniowych

Opis

Potencjalnie zanieczyszczone wody powierzchniowe po ich zebraniu są wykorzystywane do przygotowania wodnych roztworów środków ochrony drewna.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszone emisje do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko zakładów stosujących chemię konserwującą na bazie wody. Zastosowanie może być ograniczone przez wymagania jakościowe zamierzonego zastosowania.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszone zużycie świeżej wody.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-5, DE-9, PL-1, UK-1, IT-2, FR-1, FR-2, FR-5 oraz SE-2 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.10.5. Ponowne wykorzystanie oczyszczonej wody

Opis

Woda używana do mycia sprzętu i pojemników jest odzyskiwana i ponownie wykorzystywana do przygotowania roztworów konserwujących do drewna na bazie wody.

Szczegóły techniczne

Sprzęt i pojemniki, które zawierają pozostałości chemikaliów używanych do obróbki, są płukane i czyszczone. Do czyszczenia sprzętu do obróbki stosuje się wydajne metody czyszczenia (np. obrotowe głowice dysz rozpylających lub podobne środki), aby zmniejszyć zużycie wody czyszczącej [\[235. UK DEFRA 2013\]](#). Woda czyszcząca jest odzyskiwana i ponownie wykorzystywana do przygotowania roztworów do konserwacji drewna na bazie wody.

Korzyści dla środowiska

- Zmniejszone zużycie wody do czyszczenia.
- Zmniejszone emisje do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko zakładów stosujących chemię do konserwacji drewna na bazie wody.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszone zużycie wody.

Literatura źródłowa

[\[235. UK DEFRA 2013\]](#)

15.4.10.6. Oczyszczanie ścieków/gromadzenie potencjalnie zanieczyszczonej deszczówki i spływów powierzchniowych

Opis

W przypadku wykrycia lub spodziewanego zanieczyszczenia w zebranych spływach powierzchniowych i/lub wodzie czyszczącej oraz w przypadku, gdy ponowne wykorzystanie wody nie jest wykonalne, ścieki są uzdatniane w odpowiedniej oczyszczalni ścieków (na terenie zakładu lub poza nim).

Szczegóły techniczne

Więcej informacji na temat oczyszczania ścieków można znaleźć w dokumencie CWW BREF [31. COM 2016].

Przykładowy zakład: UK-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [236. TWG 2017]

Woda z całego terenu zakładu jest zbierana i oczyszczana przed odprowadzeniem. Oczyszczalnia ścieków pobiera ścieki do zbiornika retencyjnego, a następnie oczyszcza je poprzez szereg etapów procesu, aby zagwarantować, że są one odpowiednie do odprowadzenia z terenu instalacji do odpływu miejskiego, który z kolei zasila kanał *South Forty-Foot Drain*. Nie ma zrzutów do publicznego kanału ściekowego [Zakład UK-1 w [236. TWG 2017]].

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja do wody.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przykładowy zakład dostarczył dane dotyczące emisji do wody z zakładowej oczyszczalni ścieków, przedstawione w Tabeli 15.21. Pomiary są wykonywane w ramach monitoringu zgodności. Nie przedstawiono żadnych informacji kontekstowych w odniesieniu do pomiarów (np. częstotliwość, normy/metody monitorowania oraz niepewność pomiarów).

Tabela 15-21 Emisje do wody zgłoszone za rok 2016 przez mieszaną instalację WPC (konserwacja na bazie wody i kreozotu).

Mierzony parametr	Przepływ ścieków (m ³ /h)	Biocydy (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	OWO [rozpuszczalniki] (mg/l)	WWA (mg/l)	Benzo[a]piren (mg/l)
Wartość średnia (próbek pobranych podczas monitorowania)	NI	NI	0.017	< 0.002	NI	0.059	< 0.01
Czas trwania monitorowania (h)	NI	NI	4	4	NI	4	4
Liczba próbek/pomiarów na jedno monitorowanie	NI	NI	20	20	NI	20	20
Uwagi: NI: nie dostarczono danych. Źródło: [Zakład UK-1 w [236. TWG 2017]].							

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-8, FR-1, IT-2 oraz UK-1 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.10.7. Usuwanie jako odpady niebezpieczne ścieków, zebranych potencjalnie zanieczyszczonych wód deszczowych oraz spływów powierzchniowych

Opis

W przypadku wykrycia lub spodziewanego zanieczyszczenia w zebranych wodach spływu powierzchniowego i/lub wodach po czyszczeniu oraz gdy uzdatnianie lub wykorzystanie ścieków nie jest wykonalne, zebrane ścieki spływu powierzchniowego i/lub po czyszczeniu są usuwane jako odpady niebezpieczne.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład PL-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.10.8. Zbieranie i przetwarzanie kondensatów z obniżania ciśnienia i okresów podciśnienia w zbiorniku do konserwacji oraz z regeneracji kreozotu

Opis

Kondensaty są zbierane, pozostawiane celem osiadania i oczyszczane w filtrze z węglem aktywnym lub piaskiem. Oczyszczona woda jest albo ponownie wykorzystywana (obieg zamknięty), albo odprowadzana do publicznej sieci kanalizacyjnej. Alternatywnie, zebrane kondensaty mogą być usuwane jako odpady niebezpieczne [\[230. VDI 2014\]](#) [\[231. Niemcy 2013\]](#) [komentarz DE #381 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Szczegóły techniczne

W instalacjach do konserwacji ciśnieniowej wykorzystujących oleje impregnujące (kreozot) powstają strumienie ścieków w postaci kondensatów (np. z separatorów skroplin) podczas obniżania ciśnienia w zbiorniku do konserwacji oraz podczas okresów podciśnienia. Kondensaty te są zbierane, pozostawiane celem osiadania i oczyszczane w filtrze z węglem aktywnym lub piaskiem. Oczyszczona woda jest albo ponownie wykorzystywana (obieg zamknięty), albo odprowadzana do publicznej sieci kanalizacyjnej [\[230. VDI 2014\]](#) [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Oczyszczone ścieki mogą być recykulowane, jeśli na miejscu stosowane są rozpuszczalne w wodzie koncentraty soli lub emulsje. Jeśli oczyszczanie ścieków odbywa się na terenie zakładu, obejmuje ono zbiornik magazynowy, flotację i przetwarzanie chemiczne/strącanie.

Kondensaty procesowe powstające podczas „fazy kondycjonowania kreozotu” przed procesem przetwarzania można zbierać i przetwarzać w taki sam sposób jak kondensaty z fazy podciśnienia/wytwarzania obniżonego ciśnienia w autoklawach.

Konstrukcje mogą się różnić, ale techniki kontroli obejmują zazwyczaj zamknięte pętle i bezpieczne systemy z układem powrotu kondensatu w granicach instalacji. Kondensat/woda mogą być gotowane, a opary odzyskiwane i usuwane za pomocą systemów wysokotemperaturowych (> 850 °C) lub systemów płukania oparów [243. EOS 2016].

Gazy odlotowe z przetwarzania ścieków są oczyszczane, np. za pomocą węgla aktywnego. W tym celu gaz odlotowy z przetwarzania ścieków może być połączony z gazem odlotowym z obróbki kreozotem i oba strumienie mogą być oczyszczane razem.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja do wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, DE-8, FR-1, PL-1, UK-1 (zbieranie z dekompresji zbiornika do konserwacji oraz okresów podciśnienia) w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[230. VDI 2014] [231. Niemcy 2013] [243. EOS 2016] [236. TWG 2017] [komentarz DE #381 w [212. TWG 2018]].

15.4.11. Zarządzanie energią i efektywność energetyczna

15.4.11.1. Odzyskiwanie ciepła z gazów odlotowych pochodzących z utleniania termicznego

Opis

Ciepło odpadowe z utleniaczy termicznych jest wykorzystywane za pomocą wymienników ciepła do wstępnego podgrzania wody wytwarzającej parę.

Szczegóły techniczne

Więcej informacji na temat odzysku ciepła można znaleźć w dokumencie ENE BREF [109. COM 2009].

Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [231. Niemcy 2013].

Aby zapoznać się z układem i szczegółami technicznymi zakładu DE-1, zobacz Ilustrację 15.30 przedstawiającą schemat konserwacji kreozotem.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zużycia energii.

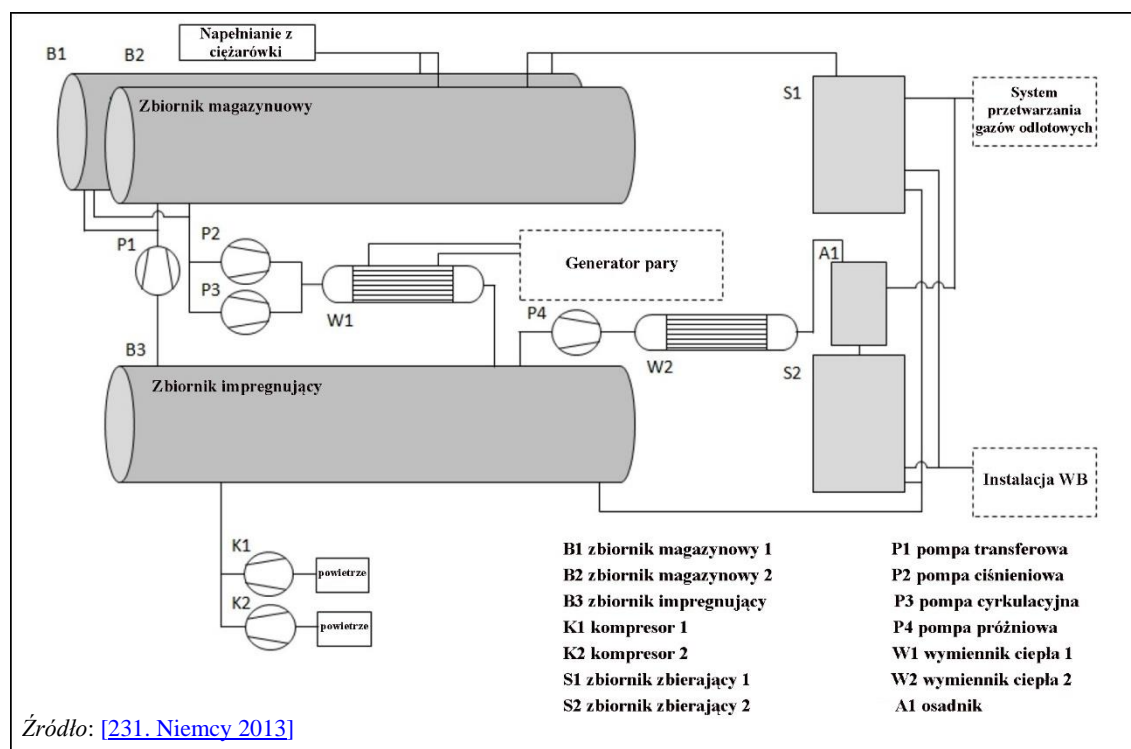
Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [231. Niemcy 2013].

Około 98 % zużywanego przez firmę gazu ziemnego (1 440 000 kWh/rok) jest wykorzystywane do wytwarzania pary. Wytwornica pary ma wydajność 9.2 t/h. Rzeczywiste wytwarzanie pary wynosi około 3.25 t/h. Temperatura wody zasilającej jest podnoszona do 80 °C za pomocą wymiennika ciepła systemu termicznego przetwarzania gazów odlotowych, a ciśnienie 9 barów w wytwornicy pary jest osiągane za pomocą pompy zasilającej o mocy 3.0 kW. Wentylator na palniku ma moc 7.0 kW, a pompa obiegowa do rozprowadzania pary 1.09 kW.

Kondensaty są zbierane, oczyszczane i zwracane do systemu za pomocą pompy do kondensatu (0.55 kW).

Para jest wykorzystywana do ogrzewania krezotu oraz do utrwalania parą w systemie utrwalania. Wartości emisji do powietrza z wytwornicy pary były kiedyś mierzone (ale nie jest to już wymagane przez władze).



Ilustracja 15-30 Schemat zakładu DE-1.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie kosztów energii.

Przykładowe zakłady

Zakład DE-1 w [231. Niemcy 2013].

Literatura źródłowa

[109. COM 2009], [231. Niemcy 2013].

15.4.11.2. Zmiana pompy kontrolującej

Opis

Po osiągnięciu wymaganego ciśnienia roboczego, w procesach ciśnieniowych (autoklawy) system konserwacji jest przełączany na pompę o zmniejszonej mocy i zużyciu energii.

Szczegóły techniczne

Pompa ciśnieniowa o stosunkowo dużej mocy jest używana do wytworzenia pożądanego ciśnienia roboczego w zbiorniku do konserwacji. Po osiągnięciu ciśnienia roboczego system jest przełączany na bardziej energooszczędną pompę ciśnieniową o mniejszej mocy.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie kosztów energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Operator szacuje zmniejszenie zużycia energii o 25 % (6 000 kWh/rok/pompę).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona w przypadku procesów z ciśnieniem oscylującym.

Ekonomika

Koszty inwestycji: około 5 000 EUR (okres zwrotu przy średniej cenie energii elektrycznej dla odbiorców przemysłowych w Niemczech w 2011 r. (0.113 EUR/kWh): około 7 lat).

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie zużycia energii (oszczędność kosztów).

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-1 w [\[231. Niemcy 2013\]](#) oraz PL-1, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-4, FI-1, DE-5, DE-6, DE-8 i DE-9 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[231. Niemcy 2013\]](#) [komentarz DE #409 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[236. TWG 2017\]](#).

15.4.12. Monitorowanie

15.4.12.1. Monitorowanie ścieków i wód spływu powierzchniowego

Opis

Ścieki i spływy powierzchniowe, które nie są ponownie wykorzystywane w procesie konserwacji, są analizowane pod kątem zawartości istotnych zanieczyszczeń, tj. substancji zależnych od rodzaju środka impregnującego i biocydów stosowanych w procesie obróbki, np. rozpuszczalników, specyficznych substancji czynnych, metali.

Szczegóły techniczne

Jedno państwo członkowskie przekazało informacje, że obowiązkiem regulacyjnym jest monitorowanie ścieków co najmniej raz w roku w przypadku przekroczenia określonych progów przepływu (15 m³/h, 300 m³/dobę lub 7 500 m³/rok). Żaden z zakładów z tego państwa członkowskiego nie uczestniczył jednak w gromadzeniu danych, w związku z czym nie są dostępne dalsze szczegóły dotyczące monitorowania [\[247. Belgia 2014\]](#).

Monitorowanie emisji prowadzi się zgodnie z normami EN lub, jeżeli normy EN nie są dostępne, zgodnie z normami ISO, normami krajowymi lub innymi normami międzynarodowymi, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Korzyści dla środowiska

Kontrola emisji do wody, utrzymanie prawidłowego działania oczyszczalni ścieków oraz wykrywanie przypadkowych uwolnień.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dostępne informacje dotyczące monitorowania ścieków i wód spływu powierzchniowego (na podstawie zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych) podsumowano w Tabeli 15.22.

Tabela 15-22 Informacje na temat monitorowania ścieków i spływów powierzchniowych.

Zakład	Rodzaj zakładu	Częstotliwość monitorowania	Monitorowane parametry
UK-1	mieszany: WB+C	monitorowanie zgodności; okresowe	Cu, Cr, WWA, benzo(a)piren
SE-1	na bazie wody (WB)	dwa razy w roku	Cu, Cr, As, WWA, benzo(a)piren, HOI (olej)
DE-5	kreozot (C)	monitorowanie zgodności; okresowe	Cu, Cr, WWA, benzo(a)piren, HOI (olej), najmniej lotne substancje lipofilowe, indeks fenolowy, ChZT
DE-6	na bazie wody (WB)	cztery razy w roku	Cu

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [236. TWG 2017]

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebne są określone urządzenia, materiały pomocnicze oraz energia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Koszty związane z monitorowaniem ścieków i spływów powierzchniowych dotyczą personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek i pomiarów.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-6, DE-5, IT-2, IT-1, SE-2, SE-1, SE-3, UK-1 oraz FR-2 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017] [247. Belgia 2014]

15.4.12.2. Monitorowanie gleby

Opis

Regularne monitorowanie emisji do gleby.

Szczegóły techniczne

Spośród zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych w 2017 r., pięć zakładów potwierdziło, że zanieczyszczenie gleby jest monitorowane regularnie (PL-1, UK-1, UK-2, UK-3 i UK-4) z częstotliwością „w miarę potrzeb”, albo co 5 lub co 10 lat.

Przykładowy zakład: PL-1 w [236. TWG 2017]

Monitoring gleby prowadzony jest co 5 lat i określana jest zawartość metali, Cu, Cr, benzo[a]pirenu, styrenu, toluenu, ksylenu, węglowodorów aromatycznych, oleju mineralnego, fenolu, naftalenu i sumarycznego WWA w glebie (w mg/kg). W zakładzie zidentyfikowano historyczne zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych na terenie instalacji (badanie stanu wyjściowego w 2015 r.).

Korzyści dla środowiska

Kontrola emisji do gleby oraz wykrywanie przypadkowych uwolnień.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje dostępne w odniesieniu do monitorowania gleby (na podstawie zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych) podsumowano w Tabeli 15.23.

Tabela 15-23 Informacje na temat monitorowania zanieczyszczenia gleby.

Zakład	Rodzaj zakładu	Częstotliwość monitorowania	Monitorowane parametry (jednostki)
PL-1	mieszany: WB+C	co 5 lat	metale, Cu, Cr, benzo[a]piren, styren, toluen, ksylen, węglowodory aromatyczne, olej mineralny, fenol, naftalen, sumaryczne WWA
UK-1	mieszany: WB+C	w zależności od potrzeb	NI
UK-2	na bazie wody (WB)	co 10 lat	biocydy (mg/kg)
UK-3	na bazie wody (WB)	co 10 lat	biocydy (mg/kg)
UK-4	na bazie wody (WB)	co 10 lat	Cu, azotan, 2-aminoetanol (monitorowane w celu wykrycia zmian w stężeniach)

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [\[236. TWG 2017\]](#)

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebne są określone urządzenia, materiały pomocnicze oraz energia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Koszty związane z monitorowaniem emisji do gleby dotyczą personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek i pomiarów.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, PL-1, SE-2, UK-1, UK-2, UK-3 oraz UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.12.3. Monitorowanie jakości wód gruntowych

Opis

Regularne monitorowanie jakości wód gruntowych.

Szczegóły techniczne

Spośród zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych w 2017 r., 14 zakładów potwierdziło, że jakość wód podziemnych jest regularnie monitorowana z częstotliwością monitoringu obejmującą okresy od 2 razy w roku do jednego razu na 5 lat. Nie przekazano informacji na temat standardów pobierania próbek lub standardów pomiarowych stosowanych w monitoringu wód gruntowych. Trzy zakłady poinformowały, że posiadają zainstalowane piezometry w celu kontroli potencjalnych emisji do gleby i wód gruntowych.

Piezometry są wykorzystywane do pomiaru poziomu wód gruntowych w punkcie poboru próbek. Liczba i lokalizacja piezometrów, które muszą być zainstalowane, jest określana na podstawie specyfikacji zakładu celem śledzenia kierunku ruchu złożonych warstw wodonośnych (np. jeden piezometr powyżej zakładu, patrząc względem biegu wody, i dwa piezometry poniżej) [komentarz EPF #42 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Monitorowanie emisji prowadzi się zgodnie z normami EN lub, jeżeli normy EN nie są dostępne, zgodnie z normami ISO, normami krajowymi lub innymi normami międzynarodowymi, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Korzyści dla środowiska

Kontrola jakości wód gruntowych oraz wykrywanie przypadkowych uwolnień.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dostępne informacje dotyczące monitoringu jakości wód gruntowych (na podstawie zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych) podsumowano w Tabeli 15.24.

Tabela 15-24 Informacje na temat monitorowania wód gruntowych.

Zakład	Rodzaj zakładu	Częstotliwość monitorowania	Monitorowane parametry (jednostki)
DK-1	na bazie wody (WB)	raz na rok	Cu, Cr, As, B (µg/l)
UK-2	na bazie wody (WB)	NI	azole, pyretroidy
UK-3	na bazie wody (WB)	co 2 lata	biocydy (µg/l), ChZT
UK-4	na bazie wody (WB)	co 5 lat	Cu, azotan, 2-aminoetanol (monitorowany w celu wykrycia zmian).
SE-2	na bazie wody (WB)	dwa razy na rok	As, Cu, Cr
SE-1	mieszany: WB+C	dwa razy na rok	Cu, Cr, WWA (PAH), benzo[a]piren, HOI (olej)
FR-3	na bazie wody (WB)	dwa razy na rok	propikonazol (%)
FR-4	na bazie wody (WB)	dwa razy na rok	tebukonazol propikonazol, permetryna, cypermetryna, Cu (µg)
FR-1	kreozot (C)	dwa razy na rok	WWA, benzo[a]piren (µg/l)
FI-1	na bazie wody (WB)	co 3 lata	As, Cu, Cr
DE-9	mieszany: WB+C	raz na rok (w przyszłości co 2 lata)	WWA (µM/l) naftalen, BTEX (suma benzenu, toluenu, etylobenzenu i ksylenu), fenol, siarczany, azotany, Fe (siarczany, azotany oraz Fe tylko w celu wykazania, że degradacja jest w toku)
DE-6	na bazie wody (WB)	dwa razy na rok	Cu
FR-5	na bazie wody (WB)	dwa razy na rok	NI
FR-2	mieszany: WB+C	dwa razy na rok	As, Cr, Cu, Hg

Uwagi: NI – nie dostarczono danych.
Źródło: [\[236. TWG 2017\]](#)

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebne są określone urządzenia, materiały pomocnicze oraz energia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomia

Koszty związane z monitorowaniem jakości wód gruntowych dotyczą personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek i pomiarów.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, PL-1, SE-2, UK-1, UK-3, UK-4 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.12.4. Monitorowanie potencjalnych wód przyjmujących w pobliżu zakładów WPC**Opis**

Regularne monitorowanie potencjalnych powierzchniowych wód przyjmujących znajdujących się w pobliżu zakładów WPC.

Szczegóły techniczne

Pośród zakładów, które wzięły udział w gromadzeniu danych, trzy mają potencjalnie odbierające wody powierzchniowe znajdujące się w pobliżu instalacji WPC; dwa zgłosiły, że są one regularnie monitorowane. W zakładzie UK-1 woda jest kontrolowana *ad hoc* przez właściwy organ administracji; w zakładzie SE-1 monitorowanie odbywa się dwa razy w roku (brak informacji, kto prowadzi monitorowanie).

Korzyści dla środowiska

Kontrola emisji do potencjalnie przyjmujących wód powierzchniowych znajdujących się w pobliżu zakładów WPC.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebne są określone urządzenia, materiały pomocnicze oraz energia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomia

Koszty związane z monitorowaniem jakości wód gruntowych dotyczą personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek i pomiarów.

Przykładowe zakłady

Zakłady SE-2 (brak informacji w przekazanym kwestionariuszu), SE-1 i UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017]

15.4.12.5. Monitorowanie emisji w gazach odlotowych

Opis

Regularne monitorowanie emisji w gazach odlotowych.

Szczegóły techniczne

Monitorowanie odpowiednich parametrów może być realizowane poprzez pomiary na bieżąco (które ułatwiają szybką interwencję i kontrolę) lub wyniki analityczne uzyskane z próbek powietrza. Parametry, które mają być monitorowane oraz częstotliwość monitorowania zależą od charakterystyki rodzaju procesów i materiałów oraz technik redukcji emisji stosowanych w zakładzie WPC.

Spośród zakładów, które wzięły udział w gromadzeniu danych w 2017 r., sześć zakładów potwierdziło, że emisje do powietrza są monitorowane regularnie (SE-1, UK-1, DE-9, FR-1, PL-1 i DE-5) z roczną częstotliwością monitorowania lub co 3 lata.

Ponadto emisje TVOC do powietrza mogą być stale monitorowane w celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania systemu oczyszczania gazów odlotowych (np. w przypadku filtra z węglem aktywnym w celu określenia obciążenia materiału na wczesnym etapie w oparciu o skuteczność redukcji systemu). Zakłady WPC, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, nie przedstawiły jednak żadnych informacji w tym zakresie.

Monitorowanie emisji prowadzi się zgodnie z normami EN lub, jeżeli normy EN nie są dostępne, zgodnie z normami ISO, normami krajowymi lub innymi normami międzynarodowymi, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Korzyści dla środowiska

Kontrola emisji w gazach odlotowych, utrzymanie prawidłowego działania systemu oczyszczania tych gazów oraz wykrywanie przypadkowych uwolnień.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dostępne informacje dotyczące monitorowania emisji w gazach odlotowych (na podstawie zakładów, które wzięły udział w zbieraniu danych) podsumowano w Tabeli 15.25.

Tabela 15-25 Informacje na temat stosowanego monitorowania emisji w gazach odlotowych.

Zakład	Rodzaj zakładu	Cel	Monitorowane parametry (jednostki)
SE-1	mieszany: WB+C	monitorowanie zgodności NO _x / CO: ciągle Co 3 lata	TVOC (mg C/Nm ³) WWA (mg/Nm ³) PCDD/PCDF (TCSS-ekv I-TEQ) (mg/h) NO _x , CO (mg/Nm ³) O ₂ (%)
UK-1	mieszany: WB+C	monitorowanie zgodności; roczne	WWA (w tym naftalen) (mg/Nm ³) TVOC (mg/Nm ³)
DE-9	mieszany: WB+C	monitorowanie zgodności; co 3 lata	przepływ gazu odlotowego (Nm ³ /h) TVOC (mg C/Nm ³) NO _x , CO (mg/Nm ³) O ₂ (%)

FR-1	kreozot (C)	monitorowanie zgodności; roczne	przepływ gazu odlotowego (Nm ³ /h) TVOC (mg C/Nm ³) WWA (mg/Nm ³) naftalen (mg/Nm ³) benzen (mg/Nm ³)
PL-1	Mixed: WB+C	monitorowanie zgodności; roczne	TVOC (mg C/Nm ³)
DE-5	kreozot (C)	monitorowanie zgodności; co 3 lata	benzen (mg/Nm ³) benzo(a)piren (mg/m ³) fenole (mg/m ³)
Źródło: [236. TWG 2017]			

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebne są określone urządzenia, materiały pomocnicze oraz energia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Koszty związane z monitorowaniem gazów odlotowych dotyczą personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek i pomiarów.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-9, DE-5, FR-1, PL-1 oraz UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.13. Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych

15.4.13.1. Kontrola emisji oparów z obszaru (re)kondycjonowania kreozotu

Opis

Hermetyzacja obszaru (re)kondycjonowania kreozotu z odprowadzaniem gazów odlotowych i ich oczyszczaniem za pomocą węgla aktywnego lub utleniacza termicznego.

Emisja oparów z tego procesu jest podłączona do systemu zbierania kondensatu [\[243. EOS 2016\]](#).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji do powietrza.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE-5, FR-1 oraz UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#) [\[243. EOS 2016\]](#)

15.4.13.2. Wychwytywanie gazów odlotowych do oczyszczania w zakładzie konserwacji kreozotem metodą kąpeli gorąco-zimnej

Opis

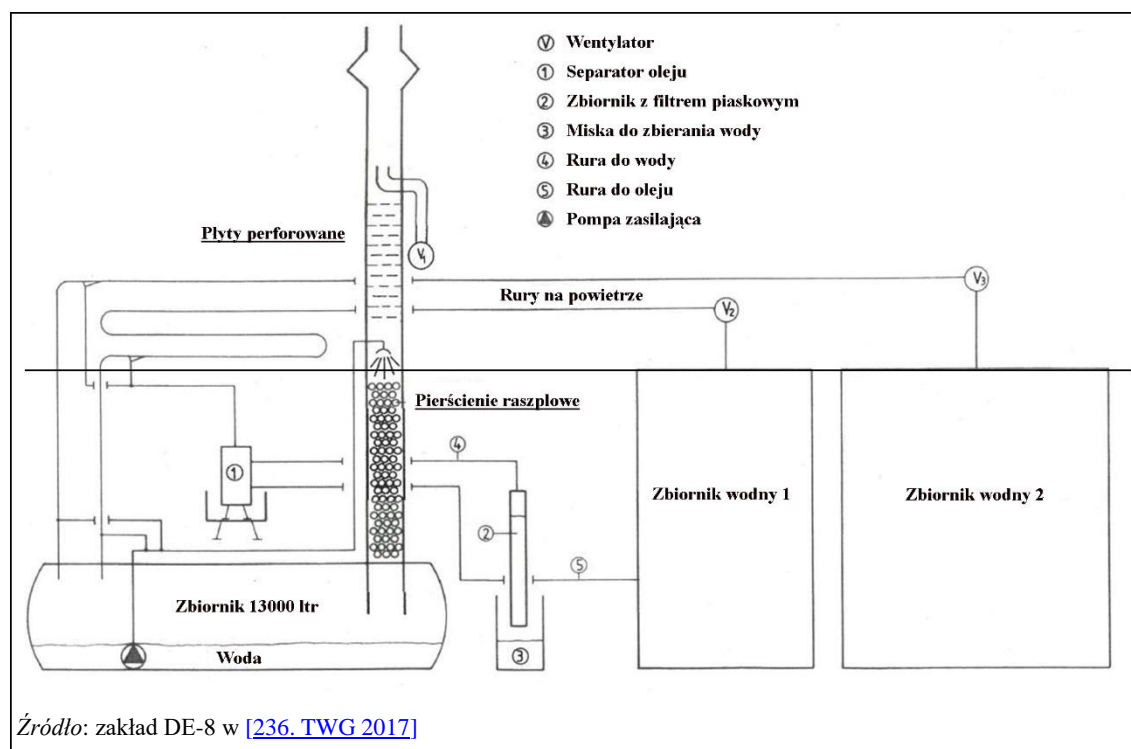
Obudowa z drzwiami otwieranymi do załadunku/rozładunku jest zainstalowana na niecie impregnacyjnej i wychwytyuje emisje podczas całego procesu konserwacji: impregnacji, podnoszenia wsadu drewna oraz schładzania.

Emisje są odprowadzane aż do momentu schłodzenia drewna do temperatury otoczenia. Gazy odlotowe kierowane są do urządzenia kontrolującego zanieczyszczenie powietrza, np. do płuczki gazów odlotowych lub filtra z węglem aktywnym.

Szczegóły techniczne

Podczas procesu impregnacji i etapu schładzania zbiornik do konserwacji metodą kąpeli gorąco-zimnej jest zamknięty ruchomą górną pokrywą, a gazy odlotowe z tak zamkniętego zbiornika są odprowadzane do dalszej obróbki (np. do płuczki) [231. Niemcy 2013].

Odprowadzane emisje są redukowane przez płuczkę (zob. Ilustracja 15.31).



Ilustracja 15-31 Schemat układu ograniczania emisji (płuczka) zainstalowanego w zakładzie konserwacji drewna kreozotem metodą kąpeli gorąco-zimnej.

Korzyści dla środowiska

- Redukcja/ wychwytywanie emisji niezorganizowanych.
- Redukcja emisji do powietrza, zwłaszcza LZO i WWA.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Zakład DE-8 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[231. Niemcy 2013] [236. TWG 2017]

15.4.13.3. Zamknięcie (hermetyzacja) urządzeń lub procesów emitujących oraz odprowadzanie gazów odlotowych**Opis**

Zamknięcie (hermetyzacja) emitujących urządzeń lub procesów (np. zbiorniki magazynowe i impregnujące, dekompresja, regeneracja kreozytu) w zakładach stosujących kreozyt i/lub chemikalia na bazie rozpuszczalników oraz odprowadzanie gazów odlotowych, a następnie ich oczyszczanie.

Szczegóły techniczne

W procesie impregnacji kreozytem i/lub środkami chemicznymi na bazie rozpuszczalników powietrze jest usuwane ze zbiorników impregnowanych, podgrzewających i magazynowych. Powietrze to jest zanieczyszczone i musi być zbierane i oczyszczane za pomocą techniki przetwarzania gazów odlotowych.

W celu ograniczenia emisji niezorganizowanych, obszar wokół otwarcia zbiorników impregnowanych może być również zamknięty (hermetyczny). Podczas i po otwarciu zbiorników odciągane powietrze jest zbierane w górnej części obudowy i oczyszczane w systemie przetwarzania gazów odlotowych. Jeżeli otwarcie zbiorników jest hermetycznie obudowane, musi istnieć możliwość otwarcia zbiorników z zewnątrz obudowy, ze względu na BHP. Ponadto, zamknięcie (hermetyzacja) obszaru roboczego w połączeniu z lekkim podciśnieniem (ujemnym) (gazy odlotowe przesyłane do systemu oczyszczania) może zmniejszyć emisje niezorganizowane do powietrza.

Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [231. Niemcy 2013].

Powietrze, które jest wypierane ze zbiornika do konserwacji lub wypompowywane przez pompę próżniową P4 (18.5 kW), jest schładzane przez wymiennik ciepła W2 i gromadzone w osadniku A1. Faza gazowa jest przekazywana z osadnika do systemu termicznego oczyszczania gazów odlotowych. Istniejąca faza ciekła składająca się z wody i oleju smołowego jest pośrednio magazynowana w zbiorniku zbiorczym S2. Faza wodna może być ponownie wykorzystana do przygotowania środków do konserwacji drewna na bazie wody (np. w linii produkcyjnej CK Korasit). Olej smołowy jest zasysany z powrotem do systemu za pomocą podciśnienia w zbiorniku do konserwacji (zob. także Ilustracja 15.25).

Korzyści dla środowiska

Redukcja/ wychwytywanie emisji niezorganizowanych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Wszystkie zakłady stosujące techniki oczyszczania gazów odlotowych w sekcjach od 15.4.13.4 do 15.4.13.8.

Literatura źródłowa

[231. Niemcy 2013] [236. TWG 2017]

15.4.13.4. Utlenianie termiczne

Opis

Utlenianie LZO poprzez ogrzewanie gazów odlotowych powietrzem lub tlenem do temperatury powyżej ich punktu samozapłonu w komorze spalania i utrzymywanie wysokiej temperatury wystarczająco długo, aby zakończyć spalanie LZO do dwutlenku węgla i wody. Ciepło spalin może być odzyskiwane za pomocą wymienników ciepła.

Szczegóły techniczne

Gaz procesowy ze zbiorników do impregnacji olejem smołowym jest doprowadzany do utleniacza termicznego. Składniki organiczne w gazie procesowym są utleniane gazem ziemnym w temperaturze 750 °C. Ciepło wylotowe może być odzyskiwane za pomocą wymienników ciepła.

Gazy odlotowe powstające w zbiornikach instalacji do impregnacji kreozotem są doprowadzane do termicznego utleniania (zob. VDI 2442 [260. VDI 2014]). Składniki organiczne w spalinach ulegają spalaniu. Utleniacz termiczny realizuje proces utleniania gazów palnych i substancji aromatycznych w spalinach, gdzie mieszanina powietrza lub tlenu z zanieczyszczeniami jest ogrzewana gazem ziemnym w komorze spalania na tyle długo, aby znalazła się powyżej punktu samozapłonu celem uzyskania prawie całkowitego spalania do CO₂ i wody [231. Niemcy 2013].

Przykładowy zakład: DE-1 (instalacja mieszana, impregnacja WB i C) w [231. Niemcy 2013].

Utlenianie termiczne odbywa się przy użyciu gazu ziemnego o temperaturze 750 °C. Gorące spaliny są wykorzystywane do wstępnego podgrzewania powietrza do spalania, jak również do podgrzewania wody do temperatury 80 °C w celu wytworzenia pary dla generatora pary. Utleniacz termiczny pracuje tylko wtedy, gdy gaz technologiczny jest wypierany lub pobierany przez zasysanie ze zbiorników linii konserwacji kreozotem. W tym celu system jest podgrzewany do temperatury 750 °C przez 15 minut. Przez 15 minut do układu wdmuchiwany jest gaz technologiczny. W ciągu kolejnych 15 minut temperatura jest kontrolowana i stopniowo obniżana, aby uniknąć zbyt szybkiego schłodzenia. Przewód doprowadzający gaz procesowy do utleniania wyposażony jest w zabezpieczenie przeciwpożarowe.

Wentylator palnika ma moc 0.76 kW, a wentylator wyciągowy ma moc 7.5 kW. Gorąca woda zgromadzona w wymienniku ciepła utleniacza termicznego jest zawracana do systemu obiegu parowego przez pompę skraplacza (0.46 kW) i podgrzewana do 80 °C w obróbce termicznej. Gaz odlotowy z termicznego utleniania jest regularnie kontrolowany (pomiar zgodnie z § 28 BIMSchG).

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza (LZO, WWA i odoru).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wartości w Tabeli 15.26 pochodzą z typowego protokołu pomiarowego (normalne warunki eksploatacji, właściwe dla utleniania termicznego, stężenia masowego, odniesione do suchych gazów odlotowych, warunki standardowe, 273 K, 101.3 kPa, brak ustawionego referencyjnego poziomu tlenu, dokładność pomiaru: ± 5 %) [231. Niemcy 2013].

Tabela 15-26 Podane wartości emisji po utlenianiu termicznym w instalacji do impregnacji kreozotem (olejem ze smoły węglowej); zakład DE-1.

Parametr	Półgodzinne wartości średnie	Wartości dopuszczalne (z pozwolenia na eksploatację)	Punkt pobierania próbek	Procedura pomiaru

CO	49 mg/m ³	100 mg/m ³	Punkt pobierania próbek znajduje się w kanale wydechowym bezpośrednio przed wentylatorem (1).	Zgodnie z VDI 2459, część 6
NO _x	104 mg/m ³	200 mg/m ³		Zgodnie z VDI 2459, część 9
C razem	14 mg/m ³	50 mg/m ³		VDI 3481, część 1 oraz EN 12619
Benzo[a]piren	< 0.002 mg/m ³	0.1 mg/m ³		Pobieranie próbek zgodnie z DIN EN 1948 a analiza zgodnie z VDI 3873, część 1
<p>(¹) Punkt pobierania próbek nie jest zgodny z zaleceniem VDI 2066 część 1. Ze względów praktycznych warunki wlotu i wylotu nie są przestrzegane. Uzyskane wyniki są reprezentatywne w rozumieniu nr 5.3.2.2 TA Luft z 24.07.2002. Kontrola wiarygodności jest podawana w protokole pomiarowym. Źródło: [231. Niemcy 2013]</p>				

Całkowita objętość gazów odlotowych wynosi 500 000 m³ rocznie. Na podstawie określonych stężeń odpowiada to rocznym ładunkom zanieczyszczeń wynoszącym 24.5 kg/rok CO, 52 kg/rok NO_x, 7 kg/rok węgla całkowitego i mniej niż 0.001 kg/rok benzo[a]pirenu. Emisje występują nieregularnie, ponieważ termiczne oczyszczanie gazów odlotowych jest prowadzone tylko okresowo. Roczne ładunki zanieczyszczeń mieszczą się w zakresie wartości godzinowych Instrukcji Technicznych dotyczących kontroli jakości powietrza (TA Luft) dla benzo[a]pirenu i tlenków azotu (zob. punkt 4.6.1.1 TA Luft; dla tlenków azotu 20 kg/h; 0.0025 kg/h dla benzo(a)pirenu) [231. Niemcy 2013].

Zużycie gazu ziemnego wynosi 1 440 000 kWh/rok do termicznego oczyszczania gazów odlotowych i związanego z tym wytwarzania pary (wykorzystywanej jako źródło ciepła dla procesów impregnacji w systemie).

Wydajność oczyszczania przez utleniacz termiczny wynosi około 500 000 m³/rok [231. Niemcy 2013].

Tabela 15-27 Zgłoszone poziomy emisji dla instalacji do ciśnieniowej konserwacji kreozotem wyposażonej w utleniacze termiczne.

Parametr	Osiągnięte poziomy emisji					
	Przepływ gazu odlotowego (Nm ³ /h)	TVOC (mg C/Nm ³)	WWA (mg/Nm ³)	PCDD (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)
Zakład: DE-9 (pomiar w roku 2016)						
Wartość średnia	1 723	3.3	-	-	35	158
Czas trwania monitorowania (h)	1.5	1.5	-	-	1.5	1.5
Ilość pobranych próbek	3	3	-	-	3	3
Sposób/metoda monitoringu	ISO 10780 oraz VDI 2066 Bl. 1	EN 12619:2013	-	-	DIN 33962	EN 15058:2006
Niepewność pojedynczego pomiaru	-	2.3g/m ³ EN 12619 oraz VDI 3481 Bl4	-	-	0.002 g/m ³ DIN 33962	0.007 g/m ³
Zakład: SE-1 (pomiar w roku 2014, dla NO_x/CO dodatkowo w latach 2016 oraz 2015)						
Wartość średnia	10700	1	1	0	686 (2014) 522 (2015) 459 (2016)	464 (2014) 312 (2015) 353 (2016)

Czas trwania monitorowania (h)	24	24	24	24	8 776	8 776
Ilość pobranych próbek	1	1	1	1	Pomiar ciągły	Pomiar ciągły
Sposób/metoda monitoringu	-	-	-	-	-	-
Niepewność pojedynczego pomiaru (%)	5	5	7	6	-	-
Niepewność odjęta od podanych wartości ?	Tak	Tak	Tak	Tak	-	-
Źródło: [Zakłady DE-9 oraz SE-1 w [236. TWG 2017]]						

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii przez utleniacz termiczny (emisja CO₂; wykorzystanie gazu ziemnego) [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomia

- Koszty inwestycji: nie dostarczono danych.
- Koszty operacyjne: koszt za niesprecyzowany udział gazu ziemnego w wysokości 1 440 000 kWh/rok.
- Koszty osobowe związane z obsługą, konserwacją i certyfikacją techniczną. Konkretnie koszty nie są dostępne [\[231. Niemcy 2013\]](#).

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakłady DE 1 w [\[231. Niemcy 2013\]](#) oraz DE-9 i SE-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

Zob. również sekcja 17.10.5.2.

[\[31. COM 2016\]](#) [\[231. Niemcy 2013\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.13.5. Przesyłanie gazów odlotowych do instalacji spalania

Opis

Część lub całość gazów odlotowych jest przesyłana jako powietrze do spalania oraz paliwo uzupełniające do instalacji spalania (w tym elektrociepłowni) i wykorzystywana do produkcji pary i/lub energii elektrycznej.

Szczegóły techniczne

Przykładowy zakład: UK-1 (spalanie w kotle na biomase drzewną pochodzącą z oczyszczonych odpadów) w [\[236. TWG 2017\]](#)

Instalacja posiada kocioł opalany drewnem, w którym spalane są nieobrobione ścinki i odpady technologiczne. Jednakże, jako część planów modernizacji zakładu, ma on zostać zastąpiony nowym, energooszczędnym kotłem na biomasę o mocy 2 MW w ciągu pierwszego roku od wydania zezwolenia. W kotle tym spalane będą wyłącznie oczyszczone odpady drzewne pochodzące z instalacji. Ma on dostarczać energię elektryczną i ciepłą, a dodatkowo został zaprojektowany w taki sposób, aby odbierać emisje z procesów impregnacji kreozotem i poddawać je obróbce termicznej we wtórnej komorze spalania urządzenia, znacznie ograniczając potencjalne emisje odorów i resztkowych LZO do środowiska [Zakład UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#)].

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do powietrza (LZO) z konserwacji kreozotem.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Tabela 15-28 Raportowane poziomy emisji dla instalacji ciśnieniowej konserwacji kreozotem przy zastosowaniu spalania w kotle na biomasę z oczyszczonych odpadów drzewnych.

Mierzony parametr	Przepływ gazu odlotowego (Nm ³ /h)	Całkowite LZO (mg/Nm ³)	WWA (w tym naftalen) (mg/Nm ³)
Wartość średnia (z próbek pobranych w trakcie monitorowania)	NI	176.1 (2016)	11.1 (2016)
		144.2 (2015)	3.73 (2015)
		258.1 (2014)	< 0.12 (2014)
Czas trwania monitorowania (h)	NI	6	1.5
Liczba pobranych próbek/pomiarów na jedno monitorowanie	NI	2	2
Poziom O ₂ (%)	NI	NI	NI
Sposób/metoda monitoringu	NI	NI	NI
Niepewność pojedynczego pomiaru (%)	NI	NI	NI
Niepewność odjęta od podanych wartości ?	NI	NI	NI
Skuteczność ograniczania emisji (%)	NI	NI	NI
Jak określono skuteczność ograniczania emisji ?	NI	NI	NI
Uwagi: NI: nie dostarczono danych. Źródło: [Zakład UK-1 w [236. TWG 2017]]			

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

- Technika ma zastosowanie do instalacji konserwacji drewna stosujących kreozot lub chemikalia impregnujące na bazie rozpuszczalników.
- Technika może nie nadawać się do stosowania w przypadku gazów odlotowych zawierających substancje, o których mowa w art. 59 ust. 5 Dyrektywy IED, lub jej zastosowanie może być ograniczone ze względów bezpieczeństwa.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład UK-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)**15.4.13.6. Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego****Opis**

Związki organiczne są adsorbowane na powierzchni węgla aktywnego. Zaadsorbowane związki mogą być następnie desorbowane, np. za pomocą pary wodnej (często na terenie instalacji) celem ponownego wykorzystania lub usunięcia, a adsorbent jest ponownie używany.

Szczegóły techniczne

Ogólny opis technik adsorpcyjnych znajduje się w sekcji 17.10.6.2.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji LZO do powietrza.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dane dotyczące emisji dostarczone dla przykładowej instalacji WPC stosującej kreozot (DE-5) za rok 2017 przedstawiono w Tabeli 15.29.

Tabela 15-29 Raportowane poziomy emisji dla instalacji do ciśnieniowej konserwacji kreozotem wyposażonej w adsorpcję.

Mierzony parametr	Przepływ gazu odlotowego (Nm ³ /h)	TVOC (mg C/Nm ³)	CMR (mg/Nm ³)	Naftalen (mg/Nm ³)	Benzen (mg/Nm ³)	Benzo(a)piren (mg/m ³)	Fenole (mg/m ³)
Wartość średnia	4 480	3.1	0.00034	< 1.91	< 0.06	0.000004	< 0.032
Czas trwania monitorowania (h)	4	4	4	4	4	4	4
Liczba pobranych próbek/pomiarów na jedno monitorowanie	8	8	8	8	8	8	8
Dodatkowe informacje dotyczące monitorowania	-	Maks. 6.9	Maks. 0.0014	-	-	Maks. 0.000005	Maks. < 0.055
Sposób/metoda monitoringu	NI	EN 12619:2013	DIN EN 13649/ VDI 3874 pobieranie próbek	DIN EN 13649 / VDI 3874 pobieranie próbek	DIN EN 13649	VDI 3874 pobieranie próbek	VDI 3874 pobieranie próbek
Niepewność pojedynczego pomiaru (%)	10	-	-	-	-	-	-
Niepewność odjęta od podanych wartości ?	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Uwagi: Rok pomiaru - 2015. Źródło: [Zakład DE-5 w [236. TWG 2017]]							

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład DE-5 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017]

15.4.13.7. Absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy

Opis

Zastosowanie odpowiedniej cieczy do usuwania zanieczyszczeń z gazów odlotowych poprzez absorpcję, w szczególności związków rozpuszczalnych.

Szczegóły techniczne

Płukanie na mokro to przenoszenie masy pomiędzy rozpuszczalnym gazem lub pyłem a rozpuszczalnikiem - często wodą - pozostającymi ze sobą w kontakcie. Pełny opis procesu płukania na mokro oraz rodzaje dostępnych urządzeń podano w dokumencie CWW BREF [31. COM 2016].

Przykładowy zakład: DE-8 w [236. TWG 2017]

Strumień gazów odlotowych wpływa do płuczki gazowej mokrej w jej dolnej części i przepływa w górę przez strefę płukania. Aby zwiększyć powierzchnię, płuczka jest wypełniona pierścieniami Raschiga (metal). Perforowane płyty są zainstalowane w kominie nad strefą płukania, aby zwiększyć recyrkulację wody ze strumienia gazów odlotowych (eliminacja wilgoci). Woda płuczająca jest zbierana/magazynowana w zbiorniku poniżej płuczki i ponownie wykorzystywana w procesie oczyszczania.

Kreozot i woda częściowo skraplają się w systemie rur. Kondensaty te są zbierane w specjalnym zbiorniku i oczyszczane zgodnie z opisem w sekcji 15.4.10.8. Schemat układu ograniczania emisji, w tym płuczki gazowej mokrej, przedstawiono na Ilustracji 15.31.

Korzyści dla środowiska

- Ograniczenie emisji do powietrza, w szczególności LZO i WWA.
- Ponowne użycie wody z płuczki.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Tabela 15-30 Zgłoszone poziomy emisji dla instalacji do konserwacji kreozotem z obróbką w kąpeli gorąco-zimnej wyposażonej w płuczkę.

Parametr	Osiągnięte poziomy emisji				
	Przepływ gazu odlotowego (Nm ³ /h)	TVOC (mg C/Nm ³)	WWA (mg/Nm ³)	Naftalen (mg/Nm ³)	Benzo(a) piren
Rok pomiaru: 2006					
Wartość średnia (z próbek pobranych w trakcie monitorowania)	1260	NI	0.198 (1)	NI	< LoD (LoD: 0.05 µg/m ³)
Czas trwania monitorowania (h)	NI	NI	NI	NI	NI
Liczba pobranych próbek/pomiarów na jedno monitorowanie	NI	NI	2	NI	2

Skuteczność ograniczania emisji (%)	NI	NI	NI	NI	NI
Rok pomiaru: 1997					
Wartość średnia (z próbek pobranych w trakcie monitorowania)	NI	3.9*	1.38	1.21	< LoD (LoD: 0.002 mg/m ³)
Czas trwania monitorowania (h)	NI	0.5	0.5	0.5	0.5
Liczba pobranych próbek/pomiarów na jedno monitorowanie	NI	1	1	1	1
Skuteczność ograniczania emisji (%)	NI	98.7**	97.9**	97.9**	NI
<p>(¹) Poszczególne wartości WWA dla próbek pobranych podczas monitoringu: 0.192 mg/Nm³ i 0.204 mg/Nm³. * Obliczone, z uwzględnieniem 1- i 2-metylnaftalenu. ** Jednoczesne pomiary gazu surowego i oczyszczonego. NI - nie dostarczono danych. Źródło: [Zakład DE-8 w 236. TWG 2017]</p>					

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W przykładowej instalacji DE-8 ilość zebranych ścieków z kondensatów wynosi 2 m³ na rok, i mogą być one wykorzystane w impregnacji na bazie wody do przygotowania roztworu konserwującego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Przykładowe zakłady

Zakład DE-8 w [236. TWG 2017](#).

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017](#)

15.4.13.8. Kondensacja

Opis

Technika usuwania związków organicznych poprzez obniżenie temperatury poniżej ich punktu rosy, co powoduje skroplenie oparów. W zależności od wymaganego zakresu temperatur roboczych stosuje się różne czynniki chłodnicze, np. wodę chłodzącą, wodę lodową (temperatura zwykle ok. 5 °C), amoniak lub propan.

Kondensację stosuje się w połączeniu z inną techniką ograniczania emisji.

Szczegóły techniczne

Więcej informacji można znaleźć w dokumencie CWW BREF [31. COM 2016](#)].

Przykładowy zakład: FR-1 w [236. TWG 2017](#)

Skraplacz jest umieszczony pomiędzy autoklawami a pompą próżniową. Kondensuje on w procesie schładzania opary kreozotu i zbiera je celem uzyskania oparów kreozotu o mniejszej zawartości LZO. Urządzenie jest wykonane z dwoma oddzielnymi obiegami, jeden dla gazu kreozotowego, a drugi dla wody chłodzącej, która poprzez sieć rur chłodzi gaz kreozotowy za

pomocą powierzchni kontaktowej. Zainstalowana jednostka chłodnicza ma na celu utrzymanie wody chłodzącej w maksymalnej temperaturze 15 °C [komentarz EPF #31 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Korzyści dla środowiska

- Ograniczenie emisji LZO.
- Zebrane rozpuszczalniki mogą być ponownie wykorzystane lub poddane recyklingowi.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przykładowy zakład: FR-1 w [\[236. TWG 2017\]](#)

Średnie wartości emisji w zakresie od 49.7 mg C/Nm³ do 154.9 mg C/Nm³ odnotowano dla dwóch punktów emisji (autoklawy).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowanie techniki może być ograniczone w przypadku, gdy zapotrzebowanie na energię do odzysku, ze względu na niską zawartość LZO, jest nadmierne.

Ekonomika

Zob. CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

Siła napędowa wdrażania

- BHP w miejscu pracy.
- Wstępne oczyszczanie gazów odlotowych przed zastosowaniem innej techniki ograniczania emisji.

Przykładowe zakłady

Zakład FR-1 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[Komentarz EPF #31 w [\[212. TWG 2018\]](#)] [\[31. COM 2016\]](#) [\[236. TWG 2017\]](#)

15.4.14. Hałas

Opis

Wdrożenie technik operacyjnych i konserwacyjnych mających na celu redukcję emisji hałasu.

Szczegóły techniczne

Emisję hałasu można ograniczyć poprzez zastosowanie poniższych technik:

- a) instalacja ekranów akustycznych i wykorzystanie/optimalizacja efektu pochłaniania hałasu przez budynki;
- b) wytlumienie (np. obudowanie) lub częściowe wytlumienie hałaśliwych operacji;
- c) wykorzystanie systemów transportu samochodowego o niskim poziomie hałasu;
- d) środki redukcji hałasu dla wentylatorów stosowanych do suszenia w piecu;
- e) środki zarządzania hałasem (np. ulepszone kontrole i konserwacja sprzętu, zamykanie drzwi i okien).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie poziomu hałasu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość zastosowania jest ograniczona do przypadków, w których oczekuje się lub uzasadniono uciążliwość hałasu dla obiektów wrażliwych.

Siła napędowa wdrażania

Przepisy dotyczące ochrony środowiska. Zmniejszenie ilości skarg sąsiadów zakładu.

Przykładowe zakłady

Zakłady zgłaszające kandydatów na BAT:

- a) DE-7 oraz DE-8;
- b) PL-1, UK-1, UK-4, FI-1, DE-7, DE-8 oraz DE-9;
- c) PL-1 oraz DE-9;
- d) nie dostarczono danych;
- e) PL-1, UK-1, SE-2, FI-1, DE-5, DE-7 oraz DE-8 w [\[236. TWG 2017\]](#).

Literatura źródłowa

[\[236. TWG 2017\]](#)

16. SEKTORY DODATKOWE

Niniejszy rozdział zawiera informacje dotyczące dwóch sektorów STS nieobjętych gromadzeniem danych: produkcja lusterek oraz produkcja materiałów ściernych.

16.1. Produkcja lusterek

[25. GEPVP i in. 2004] [184. AGC GLASS EUROPE 2017]

16.1.1. Ogólne informacje na temat produkcji lusterek

Produkcja lusterek jest głównie prowadzona przez duże międzynarodowe korporacje w zakładach o mocy produkcyjnej przekraczającej 2 mln m²/rok (dane z 2004 r.). Największe zakłady znajdują się w Niemczech, Francji, Hiszpanii, Włoszech, Belgii, Polsce, Zjednoczonym Królestwie, Luksemburgu i Republice Czeskiej. Istnieje również kilku małych producentów.

Na podstawie danych z 2004 r. szacuje się, że całkowite zapotrzebowanie na lustra w Europie wynosi 40 mln m²/rok. Prowadzi to do rocznego zakresu zużycia rozpuszczalników wynoszącego około 2 000-3 600 ton. Ogólne zastosowania lusterek w Europie to:

- lustra do łazienek;
- lustra do mebli;
- zastosowania architektoniczne, np. okładziny ścienne;
- motoryzacja.

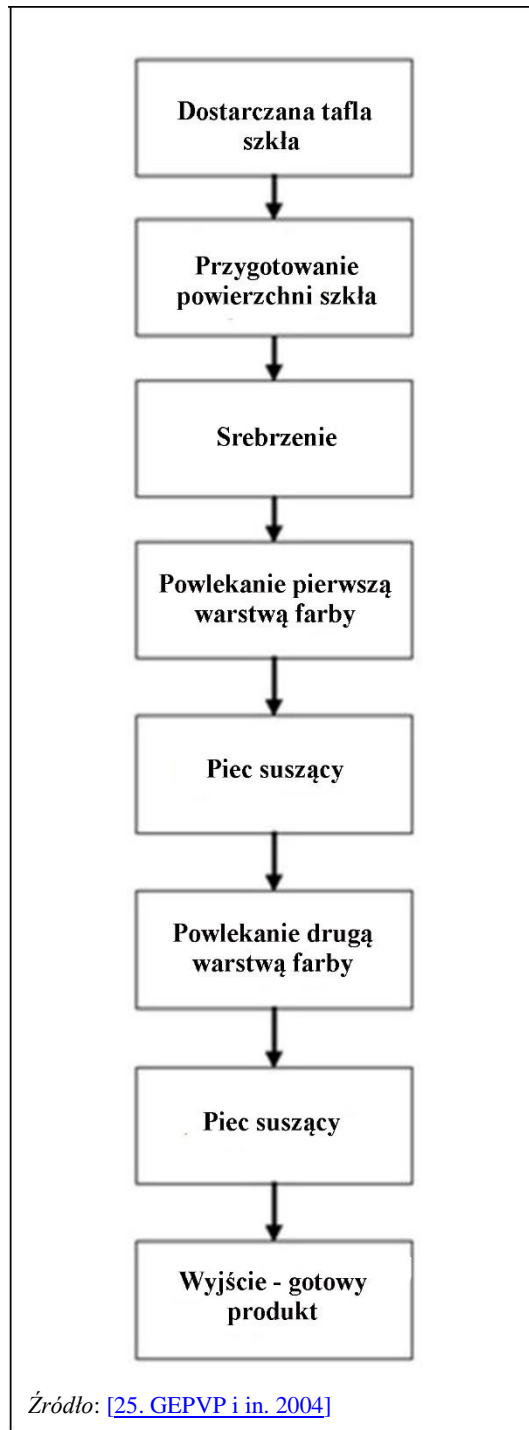
Jednostkowe zużycie rozpuszczalnika organicznego, tj. godzinowe, każdej instalacji jest uzależnione od powierzchni produkowanych lusterek. Największe linie mogą produkować lustra o wymiarach 6 x 3.2 m, tj. 19 m². Ponieważ produkcja lusterek jest procesem ciągłym, prędkość linii ma również wpływ na godzinowe wskaźniki zużycia. Dlatego też niektóre linie przekraczają próg rocznego i godzinowego zużycia, podczas gdy inne przekraczają tylko próg roczny.

Szacuje się, że liczba linii, które istnieją w Europie wynosi od 15 do 20 (dane z 2004 r.). Zazwyczaj liczba pracowników zatrudnionych w linii produkcji lusterek jest niewielka, a większość z nich to część dużego przedsiębiorstwa produkcyjnego.

16.1.2. Stosowane w produkcji lusterek procesy i techniki

Linia produkcyjna jest zaprojektowana jako proces ciągły. Tafla szkła leży na dużym przenośniku, który prowadzi lustro przez poszczególne etapy produkcji. Przenośniki mają szerokość do 3.5 m i długość ponad 150 m, co pozwala na produkcję dużych lusterek. Zazwyczaj lustra składają się z jednej tafli szkła pokrytej metaliczną warstwą odbijającą, która jest zabezpieczona jedną lub kilkoma powłokami lakierniczymi. Po nałożeniu powłoki lakierniczej lustro przechodzi przez piec do suszenia.

Ilustracja 16.1 przedstawia w skrócie poszczególne etapy produkcji lusterek. Zostały one szczegółowo opisane w kolejnych sekcjach.



Ilustracja 16-1 Schemat przepływu w produkcji luster.

16.1.2.1. Przygotowanie powierzchni szkła

Szkło jest najczęściej dostarczane do fabryki luster przez ciężarówki. Następnie jest magazynowane na stojakach i rozładowywane na linię do produkcji luster za pomocą podciśnieniowych urządzeń przenoszących.

16.1.2.2. Przygotowanie powierzchni szkła

Przygotowanie powierzchni szkła polega na lekkim polerowaniu przy użyciu wodnej zawiesiny ścierniej zawierającej tlenki ceru. Na tym etapie nie stosuje się rozpuszczalników. Powstałe ścieki są oczyszczane, a osad odzyskiwany w celu recyklingu lub utylizacji.

16.1.2.3. Srebrzenie

Metaliczna warstwa odblaskowa jest zazwyczaj wykonana ze srebra, które jest wrażliwe na korozję i dlatego jest chronione przez następującą po nim warstwę farby. Opis procesu srebrzenia i kontroli emisji srebra, cyny i palladu znajduje się w STM BREF [23. COM 2006]. Obecnie większość producentów stosuje do utrwalania warstwy srebra proces cynowania zamiast procesu miedziowania. Na tym etapie nie stosuje się rozpuszczalnika. Do wykonania metalicznej warstwy odblaskowej stosuje się również aluminium.

16.1.2.4. Powlekanie farbą (malowanie)

Szkło przechodzi przez laminarną kurtynę farby, która spada w sposób ciągły z zespołu rynnowego. Nadmiar materiału powłokowego jest w sposób ciągły wykorzystywany ponownie, ale dodaje się dodatkowy rozpuszczalnik, aby zapewnić odpowiednią lepkość aplikacji. Stosowana farba jest na bazie rozpuszczalnika i zawiera go 30-40 wt-%. Zużycie farby waha się od 150 g/m² do 200 g/m². Całkowita grubość wysuszonej powłoki (powłok) farby wynosi od 40 μm do 70 μm.

16.1.2.5. Suszenie

Po pokryciu farbą, lustro jest przenoszone do pieca suszącego, gdzie rozpuszczalnik jest odparowywany, a farba suszona, co umożliwia jej polimeryzację. Promowane jest suszenie poprzez ogrzewanie produktu za pomocą promieniowania podczerwonego z lub bez ciepła konwekcyjnego.

16.1.2.6. Wyjście – gotowy produkt

Z końca linii lustro jest zabierane za pomocą podciśnieniowych urządzeń podnoszących a następnie układane w stosy.

16.1.3. Obecne poziomy zużycia i emisji przy produkcji luster

Ponieważ zidentyfikowano jedynie niewielką liczbę zakładów przekraczających próg wydajności IED, postanowiono nie zbierać danych za pomocą kwestionariuszy. Poniższe sekcje są takie same jak w oryginalnym dokumencie STS BREF (2007).

16.1.3.1. Bilanse masy

Nie dostarczono danych.

16.1.3.2. Zużycie

16.1.3.2.1. Materiały

Całkowita ilość zużywanego rozpuszczalnika wynosi 50-90 g/m², w zależności od rodzaju wytwarzanego produktu. Ponadto pewna ilość rozpuszczalnika jest używana do czyszczenia. Używanym rozpuszczalnikiem jest ksylen.

Największa część rozpuszczalnika jest używana do regulacji lepkości farby i jej poprawnego nakładania na produkt. Niewielka ilość jest używana do czyszczenia (< 10 %). Jeżeli rozpuszczalnik używany do czyszczenia nie zostanie zabrudzony, dodaje się go do rozpuszczalnika używanego do regulacji lepkości farby.

Z reguły oczekuje się, że 100 % szkła użytego jako wsad zostanie przekształcone w lustro. Mogą wystąpić jedynie przypadkowe straty (np. z powodu problemów z jakością). W większości przypadków odrzucone szkło/lustro jest poddawane recyklingowi.

16.1.3.2.2. Woda

Zużycie wody zawiera się w przedziale od 15 l/m² do 30 l/m².

16.1.3.2.3. Energia

Nie dostarczono danych.

16.1.3.3. Emisje

16.1.3.3.1. Emisje do powietrza

Zawartość rozpuszczalników w gazie oczyszczonym może być zmniejszona do < 50 mg C/Nm³ przy zastosowaniu urządzeń redukujących. Niższe wartości można osiągnąć w nowych instalacjach. W istniejących instalacjach, ze względu na zużycie części ruchomych (np. zaworów), poziomy emisji wzrastają. Rodzaj stosowanych rozpuszczalników może mieć również wpływ na poziom redukcji, który można osiągnąć. Tabela 16.1 przedstawia wartości emisji do powietrza zmierzone w trzech różnych instalacjach.

Tabela 16-1 Wartości emisji do powietrza z trzech różnych linii produkcji luster.

Linia	TVOC (mg C/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)
1	57 (zakres 20–100)	65	43
2	16	120	< 25
3	55	98	41

Źródło: [25. GEPVP i in. 2004]

W zakładzie stosującym dobrą praktykę wszystkie obszary, w których używane są rozpuszczalniki, są zamknięte (hermetyczne), a powietrze zawierające rozpuszczalnik jest odprowadzane. Łącznie 97.4 % rozpuszczalnika jest oczyszczane i niszczone. Pozostała część, tj. 2.6 %, jest uwalniana do powietrza, a ma to miejsce gdy stężenie rozpuszczalnika jest zbyt niskie, aby można go było odzyskać.

16.1.3.3.2. Emisje do wody

Ponieważ na żadnym etapie procesu nie ma kontaktu pomiędzy wodą a rozpuszczalnikiem, rozpuszczalnik nie jest obecny w ściekach.

Woda jest używana do przygotowania powierzchni i nakładania warstwy cyny (lub miedzi) i srebra (zob. STM BREF [23. COM 2006]). W związku z tym konieczne jest uzdatnianie wody w celu usunięcia zanieczyszczeń i zapewnienia recyklingu srebra. Stosowane są techniki konwencjonalne; na przykład, gdy zamiast cyny stosowana jest miedź, do jej usunięcia ze ścieków można zastosować wymianę jonową oraz odpędzanie amoniakiem. Tabela 16.2 przedstawia wielkości emisji w wodzie po oczyszczeniu.

Tabela 16-2 Wielkość emisji w wodzie po oczyszczeniu.

Składnik	Wartość (mg/l)
NH ₃	100
Ag	0.5
Cu	4
Ce	5
Źródło: [25. GEPVP i in. 2004]	

16.1.3.3.3. Wytwarzanie odpadów

Odpady zawierające rozpuszczalniki składają się głównie z zużytych ścierek do czyszczenia oraz zużytego rozpuszczalnika zanieczyszczonego farbą powlekającą. Gospodarka odpadami i ich usuwanie podyktowane są ich składem, a ze względu na zawartość rozpuszczalnika mogą być konieczne szczególne środki ostrożności. Jeżeli zużyty rozpuszczalnik nie zawiera żadnych zanieczyszczeń, które mogłyby wpłynąć na jakość produktu końcowego, to jest on ponownie wykorzystywany do regulacji lepkości farby. W produkcji luster powszechnie stosuje się pojemniki na farbę wielokrotnego użytku lub nadające się do recyklingu.

16.1.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla produkcji luster

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do produkcji luster. W Tabeli 16.3 przedstawiono ogólne techniki istotne dla produkcji luster, które zostały opisane w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branżowych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 16-3 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

16.1.4.1. Zastąpienie konwencjonalnych farb na bazie rozpuszczalników (substytucja)

16.1.4.1.1. Farby o wysokiej zawartości cząstek stałych

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.2.1. Ten rodzaj farby jest już stosowany w przemyśle produkcji luster. Zawartość rozpuszczalnika w farbie wynosi od 30 do 40 % wt-%.

16.1.4.2. Techniki nakładania farb oraz stosowany sprzęt

16.1.4.2.1. Powlekanie kurtyną

Opis

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.7.3.4. Szkło jest przepuszczane przez laminarną kurtynę farby, która w sposób ciągły spada z zespołu korytkowego. Pozwala to na produkcję luster o dużych wymiarach przy jednoczesnym zapewnieniu wymaganej jakości warstw. Nadmiar materiału powłokowego jest odprowadzany i ponownie wykorzystywany, ale dodawany jest dodatkowy rozpuszczalnik, aby zapewnić odpowiednią lepkość aplikacji.

Stosuje się farby na bazie rozpuszczalnika, zawierające 30-40 % rozpuszczalnika. Ich zużycie wynosi od 150 g/m² do 200 g/m². W przeszłości farby zawierały duże ilości ołowiu (do 15 %). Obecnie nowe osiągnięcia w dziedzinie produkcji luster pozwalają przemysłowi na stosowanie farb o niskiej zawartości ołowiu (< 0.5 %) i bez chromianów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest szeroko stosowana w zakładach produkujących duże lustra.

Literatura źródłowa

[25. GEPVP i in. 2004]

16.1.4.3. Suszenie/utwardzanie

Stosuje się następujące techniki:

- utwardzanie promieniowaniem podczerwonym (zob. sekcja 17.8.5.1);
- suszenie/utwardzanie z zastosowaniem konwekcji i promieniowania podczerwonego (reaktor termiczny) (zob. sekcja 17.8.4);
- utwardzanie promieniowaniem ultrafioletowym (UV) (zob. sekcja 17.8.5.4).

16.1.4.4. Przetwarzanie gazu odlotowego

Opis

Obszary, w których farba jest mieszana i nakładana na lustro są zamknięte i wyposażone w system odprowadzania powietrza (zob. sekcja 17.10.2) kierujący emisje rozpuszczalników do urządzeń oczyszczających gazy odlotowe. Obecnie można zastosować dowolną z technik utleniania opisanych w sekcji 17.10.5.

Szczegóły techniczne

Biorąc pod uwagę ilość rozpuszczalnika na metr sześcienny w gazach spalinowych, wielu producentów luster stosuje regeneracyjne dopalacze termiczne (zob. sekcje 17.10.5.4 i 17.10.5.5). Ponieważ rozpuszczalnikiem jest głównie ksylen, można stosować niską temperaturę spalania (750-800 °C). W związku z tym poziomy emisji NO_x są niewielkie. Regeneracyjne dopalacze termiczne są szczególnie przydatne w zakładach pracujących w sposób ciągły, tj. 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu. Dla instalacji pracujących tylko 8 godzin na dobę i 5 dni w tygodniu, technika ta może nie być odpowiednia, ponieważ temperatura instalacji musi być utrzymywana w godzinach wolnych od pracy. W tym przypadku, inne techniki utleniania mogą być korzystniejsze.

Literatura źródłowa

[25. GEPVP i in. 2004]

16.2. Produkcja materiałów ściernych

[4. Niemcy 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [150. FEPA/VDS 2016]

16.2.1. Ogólne informacje na temat przemysłu materiałów ściernych

16.2.1.1. Obszary zastosowania

Szlifowanie jest jednym z najstarszych procesów produkcyjnych. Podstawową cechą szlifowania jest działanie licznych, nieukierunkowanych materiałów ściernych na obrabiany przedmiot. Współczesne substancje ścierne to korund syntetyczny lub węgiel krzemu, sześcienny azotek boru (CBN) lub diament.

Obrabiane mogą być różne materiały, takie jak metale żelazne i nieżelazne, szkło, ceramika, kamień naturalny, beton, tworzywa sztuczne i drewno. Zakres zastosowania szlifowania jest szeroki i obejmuje takie czynności jak zgrubne szlifowanie żeliwa lub precyzyjne szlifowanie igieł medycznych do zastrzyków. Liczne produkty w przemyśle narzędziowym, budowie pojazdów, samolotów, elektrowni czy mebli uzyskują swoje wykończenie i wysoką jakość powierzchni tylko dzięki szlifowaniu.

16.2.1.2. Informacje ogólne

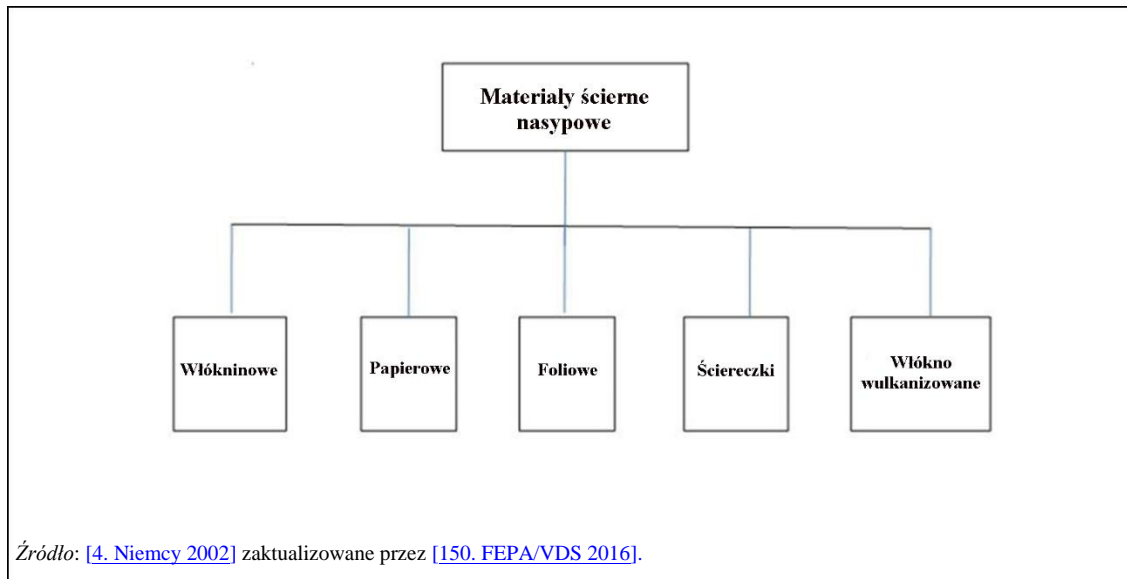
Szacuje się, że w Europie istnieje ponad 200 firm produkujących wszelkiego rodzaju materiały i substancje ścierne (stosowane również nazwy to: ścierniwo, ziarno ścierne) (a nie tylko materiały ścierne nasypowe). Z obrotem szacowanym na 3.5 mld EUR i 20 000 miejsc pracy w UE, przemysł materiałów ściernych i ścierniw ma duże znaczenie dla Unii Europejskiej [150. FEPA/VDS 2016].

Należy wziąć pod uwagę, że nie zidentyfikowano żadnej instalacji, która przekraczałaby kryteria (progi zużycia) określone w pkt 6.7 załącznika I do Dyrektywy IED. Poniższe informacje opierają się na wiadomościach dostarczonych w celu przygotowania STS BREF opublikowanego w 2007 r. i zaktualizowanego o dostępne dane. Nie są dostępne dane żadnych instalacji referencyjnych.

16.2.1.3. Charakterystyka produktu „ściernego” i wymagania jakościowe

Zasadniczo w produkcji materiałów ściernych można rozróżnić twarde ściernice spojone, wyroby ścierne z materiałów supertwardych, materiały ścierne elastyczne (nasypowe) oraz środki ścierne stosowane luzem, które nie mają żadnego stałego połączenia z podłożem (np. pasty polerskie). Dla niniejszego dokumentu istotne jest jedynie wytwarzanie materiałów ściernych nasypowych.

Ilustracja 16.2 przedstawia uproszczony przegląd różnych typów materiałów ściernych nasypowych.



Ilustracja 16-2 Przegląd różnych typów materiałów ściernych nasypowych.

Rozpuszczalniki organiczne są częściowo stosowane w produkcji nasypowych i używanych luzem materiałów ściernych. Można założyć, że instalacje europejskie nie stanowią działalności w rozumieniu załącznika I, pkt 6.7 Dyrektywy IED. W związku z tym, procesy produkcyjne związane z tymi działaniami nie są wymienione w poniższych punktach.

Działalność polegająca na wytwarzaniu materiałów ściernych nasypowych może podlegać Dyrektywie IED. Jednakże w UE nie zidentyfikowano żadnej instalacji do produkcji materiałów ściernych nasypowych, która przekraczałaby wartości progowe określone w załączniku I, pkt 6.7 do Dyrektywy.

Materiały ściernie nasypowe są podstawowym surowcem wielu szlifierek z elementami takimi jak ostrza, listwy, tarcze lub zmontowanymi z tych elementów (np. podkładki zdzierające, ściernice, taśmy). Ze względu na przeznaczenie i podłoże, używa się wielu spoiw.

Materiały ściernie włókninowe zajmują szczególną pozycję pomiędzy materiałami ściernymi nasypowymi i twardymi ściernicami spojonymi, ponieważ mogą być stosowane zarówno jako materiał ścierny, jak i element ścierny. Składają się one np. z włókien poliamidowych, do których za pomocą spoiwa mocowane jest ścierniwo. Proces produkcji jest porównywalny do wytwarzania materiałów ściernych nasypowych.

Materiały ściernie nasypowe składają się z:

- podłoża, np. papieru, gotowej tkaniny, włókna wulkanizowanego, folii;
- spoiwa czyli materiału wiążącego, np. systemy klejowe, żywica fenolowa, żywica epoksydowa, poliuretan, żywica mocznikowa;
- ziarna ściernego, np. krzemienia, węgla krzemu, korundu, korundu cyrkonowego, rzadko stosowanego diamentu i CBN (sześciennego azotku boru).

16.2.1.3.1. Podłoże

Termin „materiały ściernie nasypowe” odnosi się do ważności podłoża. W zależności od zastosowania końcowego i obciążenia ścierniwa, podłoże musi wykazywać specyficzne właściwości. Do szlifowania ręcznego lub piaskowania wymagana jest szczególna elastyczność i wysoka odporność na wypaczanie. W przypadku wysokowydajnego szlifowania przy użyciu taśm ściernych, krążków ściernych i tulei cylindrycznych wymagane są doskonałe właściwości

mechaniczne, takie jak odporność na spęcznienie, wytrzymałość, odporność na ścieranie lub naprężenia zmienne.

Aby spełnić wszystkie te wymagania, stosuje się przede wszystkim następujące grupy materiałów nośnych (podłoży):

- papier;
- folia;
- tkanina;
- włókno wulkanizowane.

Tabela 16.4 przedstawia przykładową klasyfikację stosowanych podłoży.

Tabela 16-4 Podłoża stosowane w materiałach ściernych nasypowych.

Material podłoża	Gramatura w stanie gotowym do użytku (g/m ²)
papier A	≤ 85
papier B	86 - 110
papier C	111 - 135
papier D	136 - 220
papier E	221 - 270
papier F	271 - 350
papier G	351 - 500
papier H	> 500
papier wodoodporny A	≤ 115
papier wodoodporny C	> 115
wytrzymałe płótno bawełniane/ typu X (<i>X-weight</i>)	370 - 400
folia	100 - 200
elastyczne płótno bawełniane/typu J (<i>J-tissue</i>)	270 - 290
bardzo elastyczne płótno bawełniane/ <i>elastyczne typu J (J-flex-tissue)</i>	200 - 220
wytrzymały poliester /typu X (<i>X-tissue</i>)	475 - 505
bardzo wytrzymały poliester/typu Y (<i>Y-tissue</i>)	630 - 665

Źródło: [4. Niemcy 2002] uaktualnione przez [150. FEPA/VDS 2016]

Papier

Papiery używane do produkcji materiałów ściernych nasypowych składają się z bardzo mocnych i wytrzymałych włókien. Są one produkowane w różnej jakości, gramaturze, wielkości i szerokości, w zależności od ich zastosowania. Rozróżnia się między innymi:

- papiery elastyczne;
- papiery jednowarstwowe o identycznej wytrzymałości na rozciąganie w każdym kierunku odkształcania;
- ciężkie, wielowarstwowe cylindry papierowe, które charakteryzują się szczególnie wysoką stabilnością w każdym kierunku stosowania.

Wszystkie rodzaje podłoży (od A do F z Tabeli 16.4) przystosowane są do szlifowania na sucho. Papiery A i C z zabezpieczeniem wodoodpornym (lateks lub lakier) są odpowiednie do szlifowania na mokro.

Materiały ściernie na podłożu papierowym A, B i C są stosowane w szlifowaniu ręcznym i w maszynach obsługiwanych ręcznie (np. ołówek szlifierski). Papiery D i E są niezbędne jako podkłady do szlifierek stołowych i stacjonarnych, aż do najwyższych wymagań.

Folia

Do produkcji materiałów ściernych nasypowych używane są folie, które składają się z bardzo odpornego na rozdarcie tworzywa sztucznego. W zależności od przeznaczenia używa się folii o różnej jakości, wadze, wytrzymałości i szerokości. Materiały ściernie na bazie folii są stosowane głównie do szlifowania na sucho.

Podłoża tekstylne

Podłoża tekstylne stosowane są do materiałów ściernych nasypowych, które są produkowane w postaci szerokich taśm lub używane w szlifowaniu taśmowym, powierzchniowym i wgłębnym. Ze względu na wysokie obciążenia, na jakie są narażone, składają się one z tkanin o mocnych włóknach. Te „tkaniny techniczne” są wykonane z surowej bawełny (tkanych lub łączonych szwem). Rozróżnia się między ciężkimi tkaninami typu X i lekkimi tkaninami typu J. Rozróżnienie to jest dokonywane ze względu na układ nici, który oznacza liczbę włókien użytych jako osnowa i wątek. Ciężka tkanina X ma stosunkowo małą liczbę nitok w porównaniu z lekką tkaniną J.

Przed powleczeniem ziarnem ściernym, „tkanka” podłoża tekstylnego musi zostać poddana specjalnej obróbce. Nieobrobiona „tkanka” jest najpierw zmniejszana i powlekana, a następnie kurczona do ostatecznej gęstości. Tkanina jest wykańczana od strony nacisku klejami, żywicami syntetycznymi/plastikami lub podobnymi substancjami, a na koniec spłaszczana.

Włókno wulkanizowane

W wielu przemysłowych procesach produkcyjnych potrzebne są specjalne, wysokowydajne materiały ściernie o dużej odporności na ścieranie. W tym przypadku jako materiał nośny stosuje się włókno wulkanizowane. Włókno wulkanizowane jest bardzo twardym, wielowarstwowym materiałem włóknistym. W trakcie jego produkcji liczne wstęgi włókninowo-papierowe łączone są ze sobą poprzez spłaszczenie/sprasowanie z użyciem kleju kontaktowego. Włókno wulkanizowane może być produkowane w każdej grubości. W przemyśle ściernym najważniejsze są grubości wulkanizowanych włókien 0.8 mm, 0.6 mm i 0.4 mm. Grubszy materiał jest stosowany do materiałów ściernych o wysokiej odporności na ścieranie, a cieńszy do materiałów o większej elastyczności. Substancje ściernie (ścierniwa) nakładane mechanicznie na podłoża z włókna wulkanizowanego charakteryzują się bardzo wysoką odpornością na obciążenia. Tego typu materiały ściernie nasypowe znalazły zastosowanie w prawie wszystkich gałęziach przemysłu, np. w przemyśle samochodowym, maszynowym, stoczniowym lub w konstrukcji różnego rodzaju urządzeń.

16.2.1.3.2. Spoiwo

Skuteczność materiałów ściernych nasypowych zależy w dużym stopniu od spoiwa (materiału wiążącego). W związku z tym spoiwa odgrywają ważną rolę. Aby uzyskać dobre związanie ścierniwa oraz inne wymagane właściwości, materiały wiążące są nakładane kolejno, w kilku warstwach.

Najważniejsze są następujące materiały wiążące:

- klej skórny (znany również jako klej zwierzęcy lub klej proteinowy);
- żywica syntetyczna;
- lakier.

W zależności od zastosowanego spoiwa rozróżnia się następujące systemy wiążące:

- Spoiwo klejowe (bezzpuszczalnikowe). Ta substancja wiążąca składa się z kleju kryjącego i podłoża z papieru lub tkaniny. Tego rodzaju materiały ściernie nasypowe stosuje się przy mniejszych siłach ścinających lub gdy trwałość materiału nie jest istotna (np. przy obróbce materiałów smarnych).
- Spoiwo częściowo z żywicy syntetycznej (bezzpuszczalnikowe, żywica nad klejem). System spoiwa składa się z warstwy wstępnej z kleju i warstwy wierzchniej z żywicy syntetycznej. Papiery ściernie lub tkaniny ściernie związane tym spoiwem mogą być stosowane uniwersalnie, szczególnie w przypadku szlifowania materiałów średniej twardości. Dzięki elastycznej warstwie pośredniej z kleju skórnego oraz odpornej warstwie wierzchniej z żywicy syntetycznej, nadają się bardzo dobrze do obróbki powierzchniowej przedmiotów uformowanych.
- Spoiwo z żywicy syntetycznej (w miarę możliwości bezzpuszczalnikowe). Ścierniwa o wysokiej wydajności usuwania materiału są wiązane żywicami syntetycznymi. W tym przypadku ścierniwo jest wyjątkowo mocno związane z podłożem dzięki stosunkowo silnemu żywicznemu materiałowi wiążącemu. Materiały ściernie związane tą techniką są odporne na bardzo duże siły skrawania. Dzięki temu można uzyskać wysoką wydajność.
- Lakier, spoiwo wodoodporne (na bazie rozpuszczalnika). Wiele obrabianych przedmiotów oraz specyficzne metody stosowania wymagają używania środków chłodzących lub płuczących na bazie wody. Z tego powodu nie można zastosować wyżej wymienionych spoiw, ponieważ środek chłodzący rozpuści materiał wiążący lub wykończeniowy. W takich przypadkach konieczne jest zastosowanie całkowicie wodoodpornych tkanin. Jako spoiwa stosowane są specjalne żywice syntetyczne. Takie wodoodporne materiały ściernie stosuje się do szlifowania na mokro stali, szkła, ceramiki, kamienia naturalnego i sztucznego oraz tworzyw sztucznych. Na przykład przy szlifowaniu podkładu, wypełniaczy i lakierów bezbarwnych lub pigmentowych często powstają zapychające się lub pyłące pozostałości. Obciążają one lub szkliwią materiał ścierny. Dlatego przy szlifowaniu konieczna jest praca na mokro z użyciem wodoodpornych papierów ściernych. Papiery te mają elastyczne podłoża papierowe, które jest impregnowane lateksem lub lakierem, dzięki czemu jest odporne na działanie wody. Do wykonania warstwy klejącej i wierzchniej spoiwa używa się specjalnych żywic i lakierów. Wodoodporne papiery ściernie są nie tylko wodoodporne, ale również odporne na obciążenie i zeszklenie.

16.2.1.3.3. Ziarno ściernie (ścierniwo)

Do produkcji materiałów ściernych nasypowych stosuje się różne rodzaje obojętnych ziaren ściernych. Podstawowymi materiałami są stopiony tlenek glinu, węgiel krzemu i tlenek cyrkonu.

- Tlenek glinu:
 - korund;
 - korund półspiekany;
 - korund różowy specjalnie spiekany;
 - korund czerwony specjalnie spiekany;
 - korund biały specjalnie spiekany;
 - korund ceramiczny;
 - korund cyrkonowy.

- Węglik krzemu (SiC):
 - czarny węglik krzemu;
 - zielony węglik krzemu.

Istnieje szeroki zakres produktów opartych na chemii, wielkości cząstek, kształcie ziaren i specjalnej obróbce. W przypadku materiałów ściernych, wielkość cząstek jest szczególnie starannie kontrolowana zgodnie z normami europejskimi (FEPA), amerykańskimi (ANSI) i japońskimi (JIS).

Tabela 16.5 przedstawia wykorzystanie rozpuszczalników przypisane do różnych produktów.

Tabela 16-5 Stosowanie rozpuszczalników przypisane do różnych produktów.

Podłoże	Produkt	Kształt produktu	Zastosowanie	System materiału wiążącego	Stosowanie rozpuszczalnika
Papier A	Papier ścierny stosowany na sucho	Arkusze, rolki	Szlifowanie lakieru i drewna (farby)	Klej skórny, spoiwo z żywicy syntetycznej	Nie
Papier B	Papier ścierny stosowany na sucho	Arkusze, rolki	Szlifowanie lakieru i drewna (farby)	Klej skórny, spoiwo z żywicy syntetycznej	Nie
Papier C	Papier ścierny stosowany na sucho	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie lakieru, drewna i metalu (maszynowe)	Spoiwo częściowo lub całkowicie wykonane z żywicy syntetycznej	Nie
Papier D	Papier ścierny stosowany na sucho	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie lakieru, drewna i metalu (maszynowe)	Spoiwo częściowo lub całkowicie wykonane z żywicy syntetycznej	Nie
Papier E	Papier ścierny stosowany na sucho	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie lakieru, drewna i metalu (maszynowe)	Spoiwo częściowo lub całkowicie wykonane z żywicy syntetycznej	Nie
Papier F	Papier ścierny stosowany na sucho	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie lakieru, drewna i metalu (maszynowe)	Spoiwo częściowo lub całkowicie wykonane z żywicy syntetycznej	Nie
Papier wodoodporny A	Papier ścierny stosowany na mokro	Arkusze	Zwykle szlifowanie lakieru (ręczne)	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Tak
Papier wodoodporny C	Papier ścierny stosowany na mokro	Arkusze, pasy	Zwykle szlifowanie lakieru (ręczne); szlifowanie maszynowe	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Tak
Folia	Stosowany na sucho	Dyski z rzepem	Szlifowanie szpachli, powłok bazowych, wypełniaczy i powłok nawierzchniowych	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Częściowo
Bawełna typu X	Stosowany na sucho i mokro	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie metali, szkła, drewna (maszynowe)	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Częściowo
Bawełna typu J	Stosowany na sucho	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie metali, szkła, drewna (maszynowe)	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Częściowo
Bawełna elastyczna typu J	Stosowany na sucho	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie metali, szkła, drewna (maszynowe)	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Częściowo
Poliester typu X	Stosowany na sucho i mokro	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie metali, szkła, drewna (maszynowe)	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Częściowo
Poliester typu Y	Stosowany na sucho i mokro	Arkusze, rolki, pasy	Szlifowanie metali, szkła, drewna (maszynowe)	Spoiwo z żywicy syntetycznej	Częściowo

Źródło: [4. Niemcy 2002] uaktualnione przez [150. FEPA/VDS 2016]

16.2.1.4. Wymagania dotyczące jakości

Najważniejszym kryterium jakości jest zachowanie znormalizowanej wielkości ziarna. Ważna jest również wytrzymałość, twardość, niska zawartość pyłu, brak składników kwarcowych i włóknistych oraz struktura ziarna. Wymagania jakościowe, które stawiają klienci to:

- wytrzymałość;
- antyalergiczną podczas ręcznego szlifowania na mokro;

- ilość ziaren nałożonych na materiał ścierny dla bardzo drobnych ziaren.

Ze względu na te wymagania, w przypadku materiałów ściernych do szlifowania na mokro, konieczne jest obecnie stosowanie rozpuszczalników organicznych.

16.2.2. Procesy i techniki stosowane w produkcji materiałów ściernych nasypowych

16.2.2.1. Przegląd procesu

Materiały ścierne nasypowe produkowane są w następujący sposób:

- powlekanie podłoża materiałami wiążącymi;
- elektrostatyczne lub mechaniczne powlekanie substancją ścierną, jak to określono w sekcji 16.2.2.2.3;
- wstępne suszenie;
- wielokrotne powlekanie materiałami wiążącymi;
- suszenie;
- zwijanie w duże rolki (tzw. rolka jumbo - *jumbo roll*);
- powlekanie nawierzchniowe (opcjonalnie).

Różnice w procedurach obejmują rodzaj pieców do suszenia (suszarka festonowa (*festoon dryer*) lub suszarka beznapięciowa (*tensionless dryer*)), procedurę nakładania i oczyszczania gazów odlotowych (oczyszczanie biologiczne, spalanie termiczne lub brak oczyszczania).

Powłoki rozpuszczalnikowe są częściej stosowane w produkcji *jumbo rolls* niż produkty samoprzylepne lub bezkońcowe pasy ścierne.

Powłoki rozpuszczalnikowe są częściej stosowane w produkcji rolek jumbo niż produktów samoprzylepnych lub bezkońcowych pasów ściernych.

W przypadku materiałów ściernych nasypowych stosowanych w procesach szlifowania na mokro, np. w przemyśle samochodowym, tradycyjne systemy wiążące (spoiny) na bazie rozpuszczalników są nadal najlepsze. Aby osiągnąć wymagane właściwości wodoodporne, konieczne jest stałe zwilżanie powierzchni materiałem wiążącym i równomierne suszenie, oraz stosowanie rozpuszczalników (zob. również Tabela 16.5).

Procesy szlifowania na mokro są niezbędne w szerokim zakresie zastosowań high-tech, aby uzyskać powierzchnie o odpowiedniej jakości i gładkości. Takie wymagania odnośnie do jakości detali można spełnić tylko przy użyciu wysokiej jakości papierów ściernych, które z kolei wymagają zastosowania systemów wiążących na bazie rozpuszczalników z różnych powodów, które podano poniżej.

Do drobnoziarnistych papierów ściernych (wielkość ziarna od 3 μm do 20 μm) oraz wysokiej jakości papierów ściernych wymagane są przede wszystkim systemy wiążące o niskiej lepkości i wysokiej zawartości substancji stałych. Cząstki ścierne muszą być przytwierdzone do powierzchni podłoża bez całkowitego zakrywania końcówek, aby zagwarantować wystarczającą ilość usuwanego szlifowaniem materiału. Kontrolowane, równomierne wysychanie jest kolejnym ważnym czynnikiem przy ocenie systemów wiążących dla wodoodpornych produktów ściernych. Tylko wtedy, gdy warstwa systemu wiążącego w połączeniu z cząstkami ściernymi jest całkowicie i równomiernie suszona w pionie i poziomie, można osiągnąć wystarczającą jakość otrzymanego produktu ściernego. Ponadto w większości przypadków podłoża stosowane w takich zastosowaniach wykazują bardzo niepolarną powierzchnię, ponieważ tylko folie lub silnie

powlekane papiery spełniają wymagania dotyczące gładkości i jakości powierzchni. Zwilżanie takich niepolarnych powierzchni może być osiągnięte tylko przez systemy wiążące na bazie rozpuszczalników, gdyż inne systemy, głównie na bazie wody, charakteryzują się znacznie większymi kątami kontaktu. Zastosowanie tych systemów spowodowałoby wady zwilżania, prowadzące do osłabienia wiązania cząstek ściernych z podłożem, a tym samym do obniżenia jakości produktu ściernego.

Materiały ściernie nasypowe o stałej jakości wytwarzane są w zakładach produkcyjnych o wysokim poziomie produkcji. Zakłady takie składają się zazwyczaj z następujących jednostek:

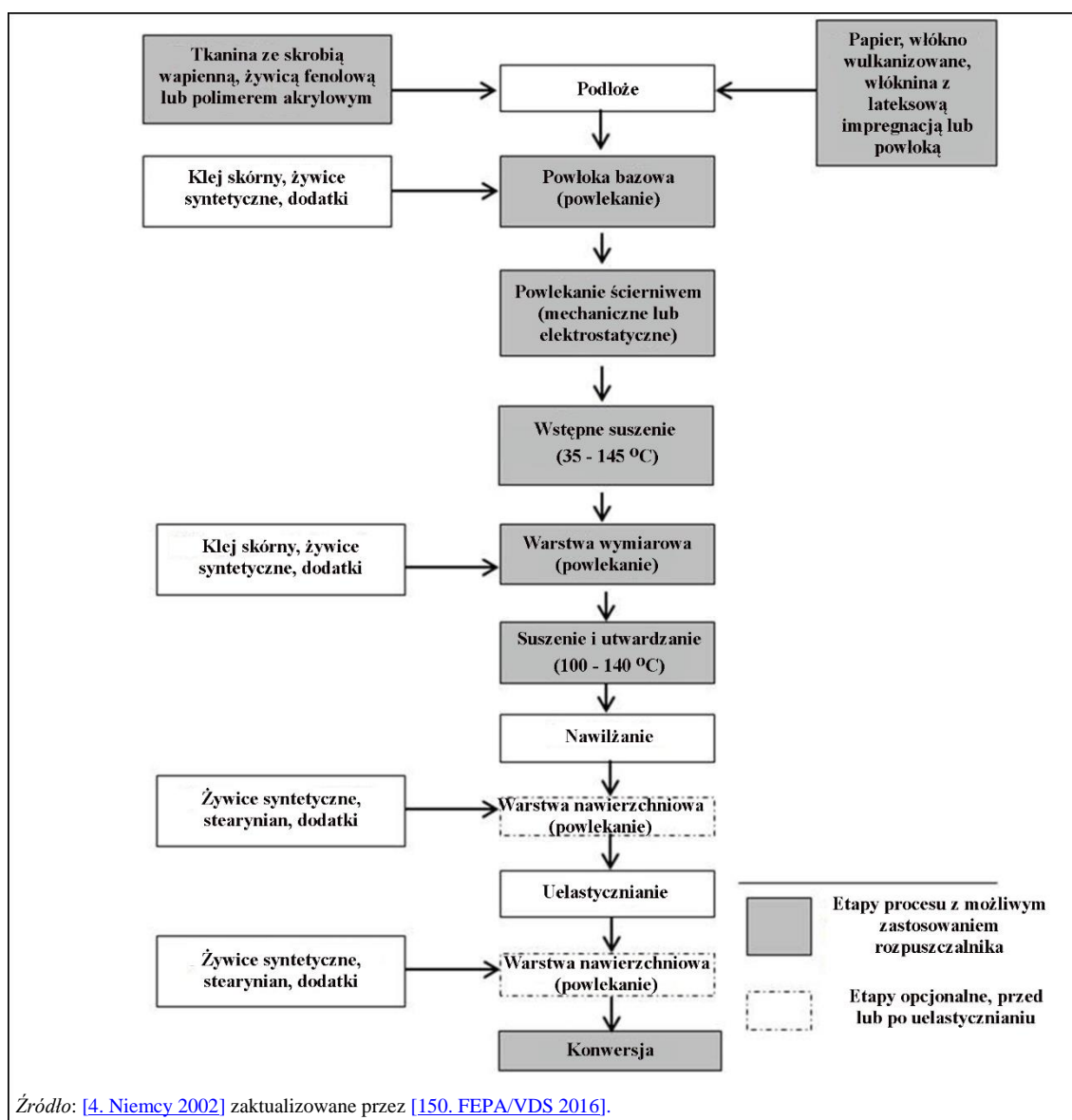
- powłoki bazowej (*maker*);
- wstępnego suszenia;
- warstwy wymiarowej (*sizer*);
- suszenia;
- zwijania;
- powłoki nawierzchniowej (opcjonalnie).

W pierwszym etapie na odwrotnej stronie podłoża drukowane są wymagane informacje (np. marka i znaki jakości). Następnie na przednią stronę podłoża nanoszona jest powłoka bazowa. Potem następuje powlekanie ziarnami ściernymi (ścierniwem). W drugiej części instalacji - wstępnego suszenia - gorące powietrze suszy lub utwardza powłokę bazową. W trzeciej jednostce produkcyjnej podkład, który jest teraz pokryty ziarnami ściernymi, zostaje wyposażony w warstwę wymiarową. W czwartej jednostce znajduje się suszarka, przez którą gotowy materiał ścierny przepływa przez z góry określony czas. Po tej procedurze, materiał opuszcza zakład wysuszony i utwardzony, i jest zwijany w duże rolki (jumbo rolki). Opcjonalnie nakładana jest powłoka nawierzchniowa, jako dodatkowa warstwa.

Liczne elektroniczne i termiczne urządzenia pomiarowe kontrolują cały proces i ustalają określone granice tolerancji. Dotyczy to m.in. powłoki ziarna na podłożu.

16.2.2.2. Szczegółowe etapy procesu

Ilustracja 16.3 przedstawia schemat typowej instalacji.



Ilustracja 16-3 Schematyczny przebieg procesu technologicznego dla materiałów ściernych nasypowych.

16.2.2.2.1. Wstępna obróbka podłoży

Obróbka wstępna jest opcjonalnym etapem procesu w zakładzie produkcji materiałów ściernych.

Papier

W zależności od dalszego zastosowania papieru, obróbka wstępna jest różna. Na przykład, podłoże dla wodoodpornych papierów ściernych jest impregnowane długołańcuchowymi żywicami alkidowymi. Alternatywą bezrozpuszczalnikową może być dyspersja lateksowa stosowana czasami w połączeniu z wodorozcieńczalnymi żywicami fenolowymi (dla lepszej odporności na ciepło).

Tkaniny

Na podłoże stosuje się następujące tkaniny:

- bawełniane;
- syntetyczne;

- mieszane (bawełna z materiałem syntetycznym).

Wybór materiału wiążącego zależy od wymaganej elastyczności (mechanicznej) produktu. Żywice fenolowe, kauczuk (kauczuk naturalny) lub dyspersje syntetyków są materiałami powszechnie stosowanymi do tego celu.

Włókno wulkanizowane

W obróbce wstępnej zazwyczaj nie jest stosowane.

16.2.2.2. Powlekanie podłoża materiałami wiążącymi

Podłoża są powlekane materiałem wiążącym w maszynie powlekającej, np. za pomocą wałka rozprzodającego (nakładanie powłoki).

W zależności od profilu zastosowania ścierniwa, istnieją różne materiały wiążące. Oprócz produktów naturalnych, takich jak klej i skrobia lub żywice (np. żywice epoksydowe, mocznikowe, alkidowe i poliuretanowe), najczęściej stosowane są żywice fenolowe. Zaletami żywic fenolowych w porównaniu z innymi materiałami wiążącymi jest lepsza przyczepność, mniejsza wrażliwość na wilgoć oraz większa odporność termiczna. Wodne żywice fenolowe są często preferowane w stosunku do nieco bardziej elastycznych produktów z zawartością rozpuszczalnika ze względu na łatwiejszy proces obsługi.

Proces wstępnego suszenia i utwardzania odbywa się w suszarce festonowej. Materiał podłoża przesuwa się w dużych pętłach zawieszonych na prętach przez różne strefy temperaturowe suszarki lub utwardzacza, który jest ogrzewany krążącym gorącym powietrzem. W ten sposób zapewniony jest określony czas przebywania odpowiadający rodzajowi materiału podłoża.

W razie potrzeby wstęga podłoża jest rozciągana na końcu suszarki. W celu ostatecznego osadzenia i utrwalenia (powlekanie wymiarowe) można nałożyć kilka warstw wiążących.

Ostateczne utwardzenie żywic fenolowych przeprowadza się w temperaturach zakresu 100-140 °C, w zależności od spoiwa i ziarna ściernego. Proces ten odbywa się w kanale suszącym (jak w przypadku suszenia wstępnego) lub po nawinięciu na szpulę, w piecu do utwardzania.

16.2.2.2.3. Pokrycie podłoża ziarnem ściernym

Powlekanie elektrostatyczne

Podłoże przechodzi przez pole elektrostatyczne. Strona z warstwą bazową jest ustawiona w dół. Równocześnie ziarno ściernie przesuwa się na przenośniku taśmowym w pewnej odległości pod powleczonym podłożem. Gdy ziarno ściernie znajdzie się w polu elektrostatycznym, zostaje naładowane i przyciągnięte przez znajdujące się powyżej podłoże. Dociera do powlekanego podłoża i wsiąka w powłokę. Podczas tego procesu, ziarna są zorientowane ostrymi końcami prostopadle w stronę podłoża. Dzięki temu materiał ścierny uzyskuje znakomite właściwości tnące.

Powlekanie mechaniczne

Przed elektrostatyczną metodą powlekania ziarnem ściernym, materiały ściernie nasypowe były powlekane z zastosowaniem metody „gravitacyjnego powlekania ziarnem”. Ta metoda jest nadal stosowana w niektórych specjalnych obszarach zastosowań. Ziarno ściernie podawane przez lej nasypowy swobodnie opada na pokryte powłoką bazową podłoże. Większość ziarna przywiera do warstwy wiążącej. Po odwróceniu wstęgi nośnej nadmiar ziarna ściernego spada do leja zbierającego. Stamtąd ziarno ściernie może być poddawane recyklingowi oraz ponownie użyte.

Inne rodzaje powlekania

Do specjalnych zastosowań, gdzie wymagana jest drobna wielkość ziarna ściernego, materiały ściernie są powlekane w trzecim procesie - procesie elutrializacji. Ziarno, proszek polerski lub materiał wypełniający jest bezpośrednio dodawany do materiału wiążącego. W przesiewaczu dobrze wymieszana masa przechodzi przez przeciwnie poruszające się walce i jest nakładana na materiał podłoża. Nie jest tu konieczne nakładanie powłoki bazowej.

16.2.2.2.4. Uelastycznianie

Aby zagwarantować jakość produktów w zależności od ich dalszego przeznaczenia należy poddać materiał ścierny dalszej obróbce. W tym celu sztywna powłoka z ziarnem ściernym i materiałami wiążącymi jest po utwardzeniu i kondycjonowaniu uelastyczniana. W zależności od rodzaju użytego materiału ściernego istnieje kilka szczególnych metod uelastyczniania. Rozróżnia się przy tym uelastycznianie pod kątem 90° i uelastycznianie krzyżowe. W przypadku uelastyczniania pod kątem 90°, nieposypana ścierniwem strona materiału ściernego jest przeciągana przez walec uelastyczniający.

Stopień uelastycznienia zależy od promienia walca uelastyczniającego. Uelastycznianie jest realizowane zgodnie z konkretnym przeznaczeniem i właściwościami każdego materiału ściernego. Jeśli w wyniku zbyt dużego uelastycznienia zostanie przerwana warstwa spoiwa i ziarna ściernego, doprowadzi to do zmniejszenia wydajności ścierniej produktu.

16.2.2.2.5. Powlekanie nawierzchniowe produktu

[150. FEPA/VDS 2016]

Opcjonalnie, rolki materiału ściernego wychodzące z urządzenia nawijającego lub uelastyczniającego są powlekane dodatkową warstwą nawierzchniową. Powłoka ta składa się głównie z żywic syntetycznych, stearynianu i dodatków. Dzięki tej powłoce uzyskuje się określone właściwości.

16.2.2.3. Części składowe instalacji

Opisane procesy są zazwyczaj przeprowadzane w instalacjach z elementami wymienionymi w Tabeli 16.6.

Tabela 16-6 Elementy instalacji oraz ich przeznaczenie.

Rozwijanie	Stosowane są stojaki do rozwijania o szerokości roboczej 900-1650 mm i prędkości 10-50 m/min.
Drukowanie	Zwykle stosuje się dwa do trzech wałków drukarskich.
Powlekanie wałkami (alternatywa: natryskiwanie)	Wykonywane za pomocą dwóch wałków drukujących ze zbiornikiem kadziowym lub alternatywnie za pomocą natrysku strumieniowego.
Powlekanie ziarnem ściernym (elektrostatyczne lub mechaniczne)	Zastosowanie pola elektrostatycznego do powlekania ścierniwem z kondensatorem płytowym (napięcie około 30 kV i więcej) lub leja do powlekania mechanicznego (otwór leja nad podłożem).
Suszarka (pętłowa lub beznapięciowa)	Temperatura 35-140 °C (w suszarce pętłowej powlekana wstęga przechodzi w pętłach; w suszarce beznapięciowej wstęga jest transportowana płasko i bezkontaktowo przez suszarkę).
Nawilżanie	Zwykle na końcu suszarki w strefie pary.
Nawijanie	Realizowane przez działającą nawijarkę.
Suszenie końcowe	Użycie małej suszarki, zwykle o pojemności wystarczającej na jedną rolkę jumbo.

Oczyszczanie powietrza odlotowego	Zastosowanie separatorów pyłu i obróbka termiczna lub regeneracyjna w temperaturze 700 °C (lub wyższej) z odzyskiem energii lub bez (w zależności od warunków panujących w danym miejscu oraz zapotrzebowania na energię lub ciepło).
Uzdatnianie wody	Biologiczna stacja uzdatniania wody lub bioreaktor.
Uelastycznianie	Maszyny uelastyczniające składające się z rozwijarki, prętów uelastyczniających (wstęga biegnie tylną stroną pod niewielkim kątem nad prętem uelastyczniającym w celu uelastycznienia produktu), zwijarki.
Konwersja	Pasy ściernie na pasy bezkońcowe przycina się w maszynach do cięcia na odpowiednie odcinki przed sklejeniem pod ciśnieniem i w warunkach wysokiej temperatury w agregatach ciśnieniowych. Mogą być stosowane kleje poliuretanowe zawierające rozpuszczalnik. Urządzenia tnące i wykrawające produkują arkusze, dyski i rolki.
Źródło: [4. Niemcy 2002] uaktualnione przez [150. FEPA/VDS 2016]	

Różnice systemowe związane z ochroną przeciwwybuchową

Zazwyczaj konieczne jest zainstalowanie urządzeń przeciwwybuchowych wokół jednostek aplikacyjnych i otwartego obszaru przebiegu zwojów. Urządzenia aplikacyjne i otwarte obszary przebiegu zwojów są wyposażone w prawidłowo działające urządzenia ssące. Monitoring odbywa się za pomocą odpowiednich urządzeń dostosowanych do warunków panujących w danym miejscu.

Tam, gdzie jest to wymagane, wszystkie urządzenia elektryczne są chronione przed wybuchami zgodnie z podanymi tu wytycznymi. Wszystkie urządzenia napędzające pętle znajdują się poza strefą pętli. Strefa pętli jest ogrzewana wyłącznie pośrednio.

Maksymalna prędkość linii produkcyjnej jest kontrolowana celem zagwarantowania maksymalnego poziomu 50 % LEL substancji o najniższej temperaturze zapłonu.

W celu uzyskania obniżonego ciśnienia oraz zagwarantowania 50 % LEL, suszarka jest stale zasilana pewną ilością powietrza odlotowego.

Strumienie gazów odlotowych są zbierane i kierowane do instalacji oczyszczania gazów odlotowych. Strumienie powietrza są monitorowane. Pomieszczenie powlekania ziarnem ściernym jest wyposażone w urządzenie wyciągowe i również jest monitorowane.

Maszyny do powlekania wraz z instalacjami do elektrostatycznego powlekania ziarnem ściernym są chronione przez systemy gaśnicze.

Suszarka wstępna i suszarka główna są całkowicie zabezpieczone wewnętrznymi systemami gaśniczymi (suche rury wznoszące).

16.2.3. Obecne poziomy zużycia i emisji w produkcji materiałów ściernych nasypowych

Ponieważ nie zidentyfikowano zakładów przekraczających próg wydajności IED, STS TWG uznała, że nie będzie gromadzić danych za pomocą kwestionariuszy. Poniższe sekcje są takie same jak w oryginalnym dokumencie STS BREF (2007).

16.2.3.1. Bilanse masy

W Tabelach 16.7, 16.8 i 16.9 przedstawiono bilanse masy trzech istniejących instalacji.

Tabela 16.7 pokazuje bilans masy dla zakładu produkującego materiały ściernie z typową mieszanką produktów o różnych rodzajach spoiw:

- klej skórny (nie zawierający rozpuszczalników);
- częściowo syntetyczna żywica (nie zawierająca rozpuszczalników);
- żywica syntetyczna (prawie nie zawierająca rozpuszczalnika).

Bilans został sporządzony stosując wartości rzeczywiste z wartościami jednostkowymi odnoszącymi się do 10 kiloton produktu końcowego rocznie. Wydajność zakładu odpowiada w przybliżeniu tej ilości. Wartości wyjściowe są wartościami średnimi półgodzinnymi.

Tabela 16-7 Bilans masy produkcji materiałów ściernych w Zakładzie 1.

Wsad		Wyjście	
Surowce ⁽¹⁾			
Papier/tkanina	4 701 t/rok	Produkt	10 000 t/rok
Ścierniwo	3 214 t/rok	Odpady do spalania	77 t/rok
Materiał wiążący, w tym fenole i inne żywice syntetyczne	2 436 t/rok	Odpady do unieszkodliwienia	37 t/rok
		Odpady niebezpieczne	116 t/rok
Rozpuszczalniki ⁽²⁾			
Woda	827 t/rok	Woda	827 t/rok
Rozpuszczalniki organiczne ⁽³⁾	275 t/rok	Emisje niezorganizowane LZO	38 t/rok
		LZO po przetworzeniu termicznym	< 20 mg/m ³
		NO _x po przetworzeniu termicznym	< 100 mg/m ³
		CO po przetworzeniu termicznym	< 100 mg/m ³
		Wartość względna tlenu do przetworzenia termicznego lub regeneracyjnego	18-21 %
Energia (kWh/rok)			
Prąd elektryczny	3 007 243		
Gaz	21 871 076		
Gorąca woda	16 379 075		
Uwagi:			
(1) Wsad surowca wynosi 10 351 t, a produkcja tylko 10 230 t (bilans masy nie jest zamknięty).			
(2) Podobnie z rozpuszczalnikiem organicznym (wsad 1 102 t, wyjście 865 t).			
(3) Różnice w bilansach masy wynikają ze spalania rozpuszczalników i innych dodatków w systemach oczyszczania gazów odlotowych. [4. Niemcy 2002] [78. TWG 2005].			
Źródło: [38. TWG 2004]			

Tabela 16.8 przedstawia bilans masy w Zakładzie 2, gdzie tylko tkanina jest wytwarzana poprzez impregnację. Wyprodukowana tkanina wykorzystywana jest jako podłoże dla materiałów ściernych nasypowych. Impregnowane są lekkie i ciężkie tkaniny bawełniane oraz ciężkie tkaniny poliestrowe. Podane wartości są wyłącznie wartościami dotyczącymi impregnacji tkaniny. Został sporządzony stosując wartości rzeczywiste z wartościami jednostkowymi odnoszącymi się do 10 kiloton produktu końcowego rocznie. Zdolność produkcyjna tego zakładu wynosi około 5 kiloton produktu końcowego rocznie. Odpowiadająca Zakładowi 2 produkcja materiałów ściernych odbywa się w Zakładzie 3, który opisano w Tabeli 16.9.

Tabela 16-8 Bilans masy instalacji impregnującej do produkcji materiałów ściernych w Zakładzie 2.

Wsad		Wyjście	
Surowce ⁽¹⁾			
Tkanina	8 101 t/rok	Zaimpregnowana tkanina	10 000 t/rok
Odpowiednio m ² /rok	24 261 025	Odpowiednio m ² /rok	24 261 025

Żywiec fenolowe	1 002 t/rok	Odpady niebezpieczne	185 t/rok
Siatki	2 104 t/rok	Odpady do unieszkodliwienia	133 t/rok
Klej skórnym/skrobia	585 t/rok	Odpady do przetworzenia	484 t/rok
Dodatki	670 t/rok	Odpady papierowe	117 t/rok
Rozpuszczalniki ⁽²⁾			
Rozpuszczalniki organiczne ⁽³⁾	125 t/rok	Emisje niezorganizowane LZO	12 t/rok
		LZO po przetwarzaniu termicznym	< 20 mg/m ³
		NO _x po przetwarzaniu termicznym	< 100 mg/m ³
		CO po przetwarzaniu termicznym	< 100 mg/m ³
		Pył	< 10 mg/m ³
		Wartość względna tlenu do przetwarzania termicznego lub regeneracyjnego	18-21 %
Środki pomocnicze			
Woda (m ³ /rok)	101 630	Ścieki	
		z produkcji	46 750 m ³ /rok
		z chłodzenia	8 794 m ³ /rok
		z wytwarzania pary	21 752 m ³ /rok
		sanitarne	7 692 m ³ /rok
		z czyszczenia	16 639 m ³ /rok
Energia (kWh/rok)			
Energia	46 258 325		
Uwagi:			
(1) Wsad surowca wynosi 12 462 t, a produkcja tylko 10 919 t (bilans masy nie jest zamknięty).			
(2) Podobnie z rozpuszczalnikiem organicznym (wsad 125 t, wyjście 12 t).			
(3) Różnice w bilansach masy wynikają ze spalania rozpuszczalników i innych dodatków w systemach oczyszczania gazów odlotowych. [4. Niemcy 2002] [78. TWG 2005] .			
Źródło: [38. TWG 2004]			

Tabela 16.9 przedstawia bilans masy Zakładu 3, który jest zakładem produkującym materiały ściernie nasypowe. Składa się on z kilku maszyn, jednak bez wstępnej obróbki podłoża. Produkcja obejmuje papiery ściernie do szlifowania ręcznego i na sucho, papiery ściernie wodoodporne i bibułowe, lekkie i średnie oraz ciężkie gatunki tkanin i włókniny ściernie. Bilans został sporządzony stosując wartości rzeczywiste z wartościami jednostkowymi odnoszącymi się do 5 000 000 m² produktu końcowego rocznie. Zdolność produkcyjna tego zakładu jest nieco wyższa od tej wielkości. Wartości wyjściowe są wartościami średnimi półgodzinnymi.

Tabela 16-9 Bilans masy produkcji materiałów ściernych w Zakładzie 3.

Wsad ⁽¹⁾		Wyjście ⁽¹⁾	
Surowce			
Zaimpregnowane podłoże	5 000 000 m ² /rok	Produkt	5 000 000 m ² /rok
Ziarno ściernie	992 t/rok		
Rozpuszczalniki			
Rozpuszczalniki organiczne ⁽²⁾	259 t/rok	Emisje niezorganizowane LZO	30.1 t/rok
		LZO po przetwarzaniu termicznym	< 20 mg/m ³
		NO _x po przetwarzaniu termicznym	< 100 mg/m ³
		CO po przetwarzaniu termicznym	< 100 mg/m ³

		Pył	< 10 mg/m ³
		Wartość względna tlenu do przetwarzania termicznego lub regeneracyjnego	18-21 %
Żywice fenolowe i inne	520 t/rok		
Siatki	22.2 t/rok		
Środki pomocnicze			
Woda	32 063 m ³ /rok		
Energia			
Prąd i gaz	34 831 581 kWh/rok		
Uwagi: (1) Bilans masy nie jest zamknięty. (2) Różnice w bilansach masy wynikają ze spalania rozpuszczalników i innych dodatków w systemach oczyszczania gazów odlotowych. [4. Niemcy 2002] [78. TWG 2005] Źródło: [38. TWG 2004]			

16.2.3.2. Zużycie

Zużycie surowców, rozpuszczalników, wody i energii - zob. sekcja 16.2.3.1.

16.2.3.3. Emisje

16.2.3.3.1. Emisje do powietrza

Przykłady emisji z trzech zakładów w Niemczech podano w sekcji 16.2.3.1.

Po oczyszczeniu gazów odlotowych osiągnięte poziomy emisji są niższe niż 20 mg C/m³ dla TVOC i niższe niż 100 mg /m³ dla CO i NO_x. Maksymalne limity dla fenolu (20 mg/m³) są również przestrzegane.

16.2.3.3.2. Emisje do wody

Ścieki powstają w wyniku czyszczenia części maszyn, zawierają głównie fenol i fluorki. Przed odprowadzeniem do komunalnej oczyszczalni ścieków przeprowadza się zwykle następujące procesy oczyszczania:

- neutralizacja;
- strącanie fluorków;
- filtracja;
- oczyszczanie biologiczne.

Wyżej wymienione techniki zostały szczegółowo opisane w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) oraz w CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

Osiągane są następujące lub niższe poziomy emisji:

- fenol ogółem 75 mg/l;
- LZO w oparach fenolu: 20 mg/l;
- fluor: 40 mg/l;
- siarczany: 200 mg/l;
- żelazo: 1 mg/l;

- aluminium: 1 mg/l;
- cynk: 1 mg/l.

16.2.3.3.3. Odpady

W zależności od spektrum produktu, podczas obróbki powstają odpady w postaci ścinków (np. krawędzie, wykrawki). W niektórych przypadkach, część tych ścinków może być oddzielona, ponownie pocięta i sprzedana.

16.2.4. Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla produkcji materiałów ściernych nasypowych

W rozdziale 17 omówiono techniki, które mogą być również stosowane do produkcji materiałów ściernych nasypowych. W Tabeli 16.10 przedstawiono ogólne techniki istotne dla produkcji materiałów ściernych nasypowych, które zostały opisane w Rozdziale 17. Techniki te nie są powtarzane w tym rozdziale, chyba że udostępniono informacje specyficzne dla tej branży. Opis rodzaju informacji branych pod uwagę dla każdej techniki podano w Tabeli 17.1.

Tabela 16-10 Odniesienie do technik ogólnie stosowanych w sektorze.

Technika	Numer sekcji
Techniki zarządzania środowiskiem	17.1
Magazynowanie i obsługa surowców	17.2
Monitorowanie	17.3
Zużycie wody i wytwarzanie ścieków	17.4
Zarządzanie energią i efektywność energetyczna	17.5
Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)	17.6
Procesy i urządzenia do powlekania	17.7
Techniki suszenia i/lub utwardzania	17.8
Techniki oczyszczania	17.9
Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych	17.10
Techniki uzdatniania ścieków	17.11
Techniki gospodarowania odpadami	17.12
Emisje odorów	17.13

Dokument informacyjny EGTEI dotyczący innych sektorów powlekania (zob. załącznik 21.3) zawiera pewne dane na temat kosztów i korzyści niektórych technik redukcji emisji LZO na poziomie europejskim. Podejście EGTEI musi jednak z konieczności ograniczać swoją złożoność i podano jedynie kluczowe techniki bez uwzględnienia innych czynników BAT, takich jak oddziaływanie na procesy i środowisko, lub charakterystyki techniczne poszczególnych instalacji [[83. EGTEI 2005](#)].

16.2.4.1. Zastąpienie konwencjonalnych materiałów wiążących na bazie rozpuszczalników

16.2.4.1.1. Materiały wiążące nie zawierające rozpuszczalników

Opis

Bezrozpuszczalnikowymi materiałami wiążącymi są klej skórny i skrobia oraz częściowo żywice syntetyczne. W przypadku tkanin mogą być one stosowane dla określonych cech produktu. Najczęściej jednak stosuje się żywice, ponieważ mają one lepszą przyczepność, mniejszą

wrażliwość na wilgoć i większą odporność termiczną. Żywice fenolowe na bazie wody są często preferowane w stosunku do nieco bardziej elastycznych produktów z zawartością rozpuszczalnika, ze względu na łatwiejszy proces obróbki.

Właściwości wodoodporne wymagane dla papieru ściernego mogą być osiągnięte tylko przez zastosowanie materiałów wiążących na bazie rozpuszczalnika.

Korzyści dla środowiska

Unika się emisji rozpuszczalników.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Materiały wiążące na bazie rozpuszczalników są niezbędne do produkcji materiałów ściernych do szlifowania na mokro. Są one również powszechnie stosowane do produkcji papierów ściernych do szlifowania na sucho.

Literatura źródłowa

[\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#)

16.2.4.2. Suszenie

16.2.4.2.1. Suszenie konwekcyjne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.8.6. Suszarki pętlowe lub beznapięciowe są powszechnie stosowane w temperaturze 35-110 °C. W suszarce pętlowej powlekana wstęga jest transportowana w pętłach. W suszarce beznapięciowej wstęga jest transportowana płasko i bezdotykowo przez suszarkę. [\[4. Niemcy 2002\]](#)

16.2.4.3. Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych

16.2.4.3.1. Zwiększenie stężenia wewnętrznego rozpuszczalnika

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.3.2.

Jest to technika powszechnie stosowana celem zwiększenia skuteczności redukcji rozpuszczalników w systemie oczyszczania gazów odlotowych. Maksymalna prędkość linii produkcyjnej jest kontrolowana tak, aby zagwarantować maksymalny poziom 50 % LEL substancji o najniższej temperaturze zapłonu. Prędkość jest w tym celu elektronicznie blokowana. Aby uzyskać podciśnienie i zagwarantować 50 % LEL, suszarka jest stale napędzana pewną ilością powietrza odlotowego [\[4. Niemcy 2002\]](#).

16.2.4.3.2. Zatrzymywanie oraz gromadzenie gazów odlotowych

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.2.

Gazy odlotowe z miejsc, w których przebiega odkryta wstęga, z jednostek nakładających materiał wiążący i z suszarki są zbierane i kierowane do systemu oczyszczania gazów odlotowych. Emisje nieorganizowane rozpuszczalników są redukowane do zakresu 9.6-13.8 % wsadu rozpuszczalnika. [\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

16.2.4.3.3. Systemy filtrów suchych

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.4.4.

Stosuje się kilka rodzajów filtrów workowych. Uzyskane wartości emisji zależą od charakterystyki pyłu, konstrukcji filtra i samego filtra. Statyczne stężenie pyłu < 10 mg/m³

zostało zgłoszone jako osiągalne (dane z 2002 r.). Więcej informacji na temat technik ograniczania emisji pyłu i osiągalnych poziomów emisji znajduje się w sekcji 17.10.4. [\[4. Niemcy 2002\]](#)

16.2.4.3.4. Utlenianie termiczne

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.10.5.2.

Przy objętości powietrza wylotowego do 66 000 Nm³/h instalacje osiągają wartości emisji < 20 mg LZO/m³ (wartość średnia półgodzinna) [\[4. Niemcy 2002\]](#).

16.2.4.3.5. Regeneracyjne utlenianie termiczne

Ogólny opis znajduje się w sekcjach 17.10.5.4 i 17.10.5.5.

Jest to powszechnie stosowane do oczyszczania gazów odlotowych z suszarek, miejsc, w których wstęga jest odkryta i jednostek nakładających materiał wiążący.

Podczas produkcji dopalacz regeneracyjny może pracować, w normalnych warunkach, autotermicznie (powyżej 2-3 g/m³ rozpuszczalnika organicznego w gazie odlotowym). Przy objętości powietrza wylotowego do 66 000 Nm³/h instalacje osiągają wartości emisji < 20 mg C/m³, < 100 mg CO/m³ i 100 mg NO_x/m³ (wartości średnie półgodzinne). Osiągane są poziomy fenolu < 20 mg/m³ [\[4. Niemcy 2002\]](#).

16.2.4.3.6. Oczyszczanie biologiczne

Technika ta nie ma zastosowania ze względu na specyficzne warunki panujące w przemyśle materiałów ściernych. Testowano instalacje pilotażowe. Jednakże, ze względu na wysokie i zmienne stężenia całkowitego C w gazie surowym, technologia ta nie ma zastosowania w przemyśle materiałów ściernych z technicznego lub ekonomicznego punktu widzenia.

Utlenianie termiczne i regeneracyjne utlenianie termiczne są obecnie postrzegane jako BAT w produkcji materiałów ściernych nasypowych.

17. TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU BAT STOSOWANYCH W WIĘCEJ NIŻ JEDNYM SEKTORZE STS

W niniejszym rozdziale opisano techniki (lub ich kombinacje), oraz związane z nimi monitoring, które uznano za mogące potencjalnie przyczynić się do osiągnięcia wysokiego poziomu ochrony środowiska w ramach działalności objętych niniejszym dokumentem i które są stosowane w więcej niż jednym sektorze (branży). Intencją jest ułatwienie czytelnikowi znalezienia ogólnych wiadomości na temat tych technik. Dołożono starań, aby ograniczyć powtórzenia informacji o tych technikach, które zostały już opisane w sekcjach X.4 (Techniki do rozważenia dla każdej konkretnej branży, gdzie X jest rozdziałem dotyczącym tej branży). Techniki, które są istotne tylko dla konkretnego sektora, przedstawiono głównie w odpowiednich sekcjach X.4. Techniki te obejmują zarówno zastosowaną technologię, jak i sposób, w jaki instalacje są projektowane, budowane, utrzymywane, eksploatowane i wycofywane z eksploatacji.

Niniejszy rozdział obejmuje systemy zarządzania środowiskiem, techniki zintegrowane z danym procesem oraz tzw. techniki końca rury. Uwzględniono również zapobieganie powstawaniu oraz gospodarowanie odpadami, w tym procedury minimalizacji ich ilości oraz recyklingu, a także techniki zmniejszające zużycie surowców, wody i energii poprzez optymalizację ich wykorzystania i ponowne użycie. Opisane tutaj techniki obejmują również zapobieganie lub ograniczanie środowiskowych skutków wypadków i incydentów, a także rekultywację terenu. Podano również dane dotyczące zapobiegania lub ograniczania emisji w warunkach eksploatacji innych niż normalne (takich jak rozruch i wyłączenie, wycieki, niesprawność, chwilowe przestoje oraz ostateczne zaprzestanie eksploatacji).

W załączniku III do Dyrektywy wymieniono szereg kryteriów ustalania BAT, a informacje zawarte w niniejszym rozdziale odnoszą się do tych rozważań. W miarę możliwości standardowa struktura przedstawiona w tabeli 17.1 została wykorzystywana do przedstawienia informacji na temat każdej z nich, aby umożliwić porównanie i ocenę poszczególnych technik w odniesieniu do definicji BAT zawartej w Dyrektywie.

Niniejszy rozdział oraz sekcje X.4 niekoniecznie zawierają wyczerpujący wykaz technik, które można zastosować w danej branży. Mogą istnieć lub zostać już opracowane inne techniki, które można uwzględnić przy ustalaniu BAT dla poszczególnych instalacji.

Tabela 17-1 Podział informacji dla każdej techniki opisanej w rozdziale 17 oraz we wszystkich Sekcjach 4 każdego z rozdziałów od 2 do 16.

Nagłówki w ramach sekcji
Opis
Szczegóły techniczne
Korzyści dla środowiska
Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne
Oddziaływanie na procesy i środowisko
Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania
Ekonomika
Siła napędowa wdrażania
Przykładowe zakłady
Literatura źródłowa

17.1. Techniki zarządzania środowiskiem

17.1.1. System zarządzania środowiskowego (EMS)

Opis

Jest to formalny system służący do wykazania zgodności z celami środowiskowymi.

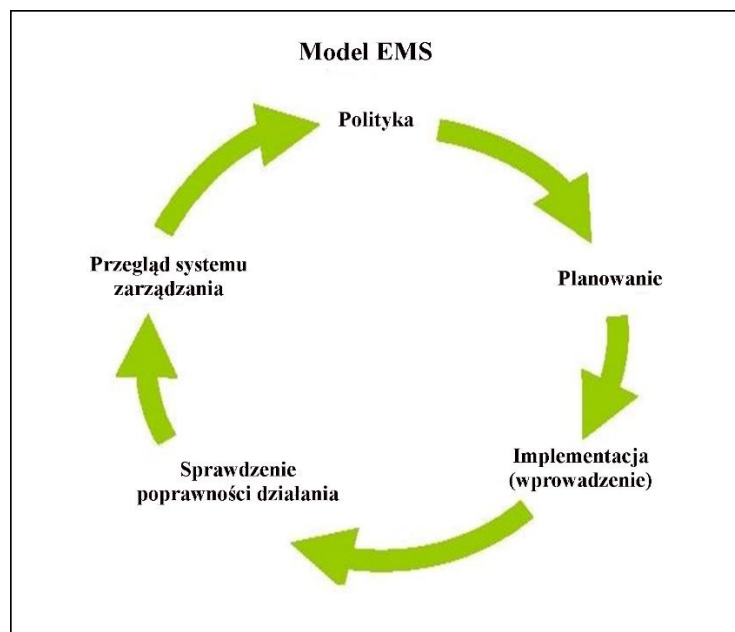
Szczegóły techniczne

Dyrektywa definiuje „techniki” (w ramach definicji „najlepszych dostępnych technik”) jako „zarówno stosowaną technologię, jak i sposób, w jaki dana instalacja jest projektowana, budowana, utrzymywana, eksploatowana i wycofywana z eksploatacji”.

W tym kontekście system zarządzania środowiskowego (EMS) jest techniką pozwalającą operatorom instalacji na zajęcie się kwestiami ochrony środowiska w sposób systematyczny i możliwy do zademonstrowania. EMS są najbardziej efektywne i skuteczne, kiedy stanowią nieodłączną część ogólnego zarządzania oraz funkcjonowania instalacji.

EMS skupia uwagę operatora na wynikach działalności środowiskowej instalacji; w szczególności poprzez zastosowanie jasnych procedur operacyjnych zarówno dla normalnych, jak i innych niż normalne warunków operacyjnych a także poprzez określenie powiązanych zakresów odpowiedzialności.

Wszystkie skuteczne EMS zawierają koncepcję ciągłego doskonalenia, co oznacza, że zarządzanie ochroną środowiska jest procesem ciągłym, a nie projektem, który w końcu dobiega końca. Istnieją różne projekty procesów, ale większość EMS opiera się na cyklu planuj-wykonaj-sprawdź-działaj (który jest również szeroko stosowany w innych procesach zarządzania firmą). Cykl ten jest dynamicznym modelem iteracyjnym, w którym zakończenie jednego etapu prowadzi do rozpoczęcia następnego (zob. Ilustracja 17.1).



Ilustracja 17-1 Ciągłe doskonalenie według modelu EMS.

EMS może przyjąć formę standardowego lub niestandardowego („indywidualnego”) systemu. Wdrożenie i przestrzeganie znormalizowanego systemu akceptowanego na szczeblu międzynarodowym, takiego jak EN ISO 14001, może nadać EMS większą wiarygodność, szczególnie w przypadku poddania go odpowiednio przeprowadzonej weryfikacji zewnętrznej.

System ek zarządzania i audytu Unii Europejskiej (EMAS) zgodnie z Rozporządzeniem (WE) nr 1221/2009 zapewnia dodatkową wiarygodność ze względu na interakcję ze społeczeństwem poprzez oświadczenie środowiskowe oraz mechanizm zapewniający zgodność z obowiązującymi przepisami w zakresie ochrony środowiska. Systemy nieznormalizowane mogą być jednak równie skuteczne, pod warunkiem że są odpowiednio zaprojektowane oraz wdrażane.

Podczas gdy zarówno systemy znormalizowane (EN ISO 14001:2015 lub EMAS), jak i systemy nieznormalizowane mają generalnie zastosowanie do przedsiębiorstw, niniejszy dokument przyjmuje węższe podejście, nie obejmując wszystkich działań danej organizacji, np. w odniesieniu do jej produktów i usług, ze względu na fakt, że Dyrektywa IED dotyczy jedynie instalacji/zakładów.

EMS może zawierać następujące elementy:

- i. zaangażowanie, przywództwo i odpowiedzialność kierownictwa, w tym kierownictwa wyższego szczebla, za wdrożenie skutecznego EMS;
- ii. analizę, która obejmuje określenie sytuacji organizacji, identyfikację potrzeb i oczekiwań zainteresowanych stron, rozpoznanie cech instalacji, które są związane z możliwymi zagrożeniami dla środowiska (lub zdrowia ludzkiego), jak również zdefiniowanie mających zastosowanie wymagań prawnych dotyczących środowiska;
- iii. opracowanie polityki ochrony środowiska, która obejmuje ciągłe doskonalenie efektów działalności środowiskowej instalacji;
- iv. ustanowienie celów i wskaźników wydajności w odniesieniu do istotnych aspektów środowiskowych, w tym zapewnienie zgodności z obowiązującymi wymogami prawnymi;
- v. planowanie i wdrażanie niezbędnych procedur i działań (w tym, w razie potrzeby, działań korygujących i zapobiegawczych), aby osiągnąć cele środowiskowe i uniknąć zagrożeń dla środowiska;
- vi. określenie struktur, ról i obowiązków w odniesieniu do aspektów i celów środowiskowych oraz zapewnienie potrzebnych zasobów finansowych i ludzkich;
- vii. zapewnienie niezbędnych kwalifikacji oraz uświadomienie personelu, którego praca może mieć wpływ na ekologiczność instalacji (np. poprzez zagwarantowanie dostępu do informacji oraz szkoleń);
- viii. wewnętrzną i zewnętrzną wymianę informacji;
- ix. wspieranie zaangażowania pracowników w stosowanie dobrych praktyk zarządzania środowiskowego;
- x. ustanowienie i prowadzenie podręcznika zarządzania oraz pisemnych procedur kontroli działań mających znaczący wpływ na środowisko, jak również odpowiednich ewidencji;
- xi. skuteczne planowanie operacyjne oraz kontrola procesu;
- xii. wdrożenie odpowiednich programów konserwacji;
- xiii. protokoły gotowości i reagowania w sytuacjach kryzysowych, w tym zapobieganie i/lub łagodzenie niekorzystnych (środowiskowych) skutków sytuacji nadzwyczajnych;
- xiv. podczas (ponownego) projektowania (nowej) instalacji lub jej części, uwzględnienie jej oddziaływania na środowisko w całym okresie jej życia, który obejmuje budowę, konserwację, użytkowanie oraz wycofanie z eksploatacji;

- xv. wdrożenie programu monitorowania i pomiarów; w razie potrzeby informacje można znaleźć w sprawozdaniu referencyjnym dotyczącym monitorowania emisji do powietrza i wody z instalacji IED;
- xvi. regularne stosowanie sektorowej analizy porównawczej;
- xvii. okresowe, niezależne (w miarę możliwości), audyty wewnętrzne oraz okresowe niezależne audyty zewnętrzne w celu oceny wyników w zakresie ochrony środowiska oraz określenia, czy EMS jest zgodny z zaplanowanymi ustaleniami oraz czy został właściwie wdrożony i prowadzony;
- xviii. ocenę przyczyn niezgodności, wdrożenie działań korygujących w odpowiedzi na te niezgodności, przegląd skuteczności działań korygujących oraz ustalenie, czy istnieją lub mogą potencjalnie wystąpić podobne niezgodności;
- xix. okresowy przegląd, dokonywany przez kierownictwo wyższego szczebla, EMS oraz jego dalszej przydatności, adekwatności i skuteczności;
- xx. śledzenie i uwzględnianie rozwoju technik czyszczenia.

W odniesieniu do obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych BAT mają również obejmować następujące elementy w ramach EMS:

- i. Interakcja z kontrolą i zapewnieniem jakości, jak również kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy.
- ii. Planowanie celem zmniejszenia śladu środowiskowego instalacji. Obejmuje to w szczególności następujące działania:
 - a. Ocenę ogólnej efektywności środowiskowej zakładu (zob. sekcja 17.1.2).
 - b. Uwzględnianie aspektów związanych z różnymi mediami, zwłaszcza utrzymanie właściwej równowagi pomiędzy redukcją emisji rozpuszczalników a zużyciem energii (zob. sekcja 17.5), wody (zob. sekcja 17.4) i surowców. Istotnym jest, aby operator rozumiał, co dzieje się z materiałami wsadowymi (zrozumienie procesu), np. rozpuszczalnikami, oraz w jaki sposób ich użycie prowadzi do emisji, a tym samym wpływu na środowisko. Równie ważne jest, aby kontrolując znaczące wsady materiałów oraz ich wielkości na wyjściu, zachować właściwą równowagę pomiędzy redukcją emisji rozpuszczalników a oddziaływaniem na procesy i środowisko, takim jak zużycie energii, wody i surowców. Jedynie poprzez uwzględnienie i zbilansowanie efektów wzajemnych powiązań pomiędzy różnymi komponentami środowiska można w optymalny sposób ograniczyć ślad środowiskowy instalacji. Chociaż bilans masy rozpuszczalników (zob. sekcja 17.3.1) jest ważny w omawianych tutaj gałęziach przemysłu, wszystkimi istotnymi rozchodami i emisjami należy zarządzać w sposób skoordynowany w perspektywie krótko-, średnio- i długoterminowej, w powiązaniu z planowaniem finansowym i cyklami inwestycyjnymi, np. przyjęcie krótkoterminowych rozwiązań dotyczących emisji rozpuszczalników „na końcu rury” może „wiązać” operatora z długoterminowym wyższym zużyciem energii i wynikającym z tego uwalnianiem CO₂ oraz powodować odkładanie na później inwestycji w bardziej zrównoważone, korzystne dla środowiska rozwiązania. Będzie to wymagało rozważenia kwestii związanych z wzajemnymi powiązaniem pomiędzy poszczególnymi mediami, a pomoc w tych kwestiach, jak również w kwestiach związanych z kalkulacją kosztów oraz kosztów i korzyści, została podana w ECM REF [\[50. COM 2006\]](#).
 - c. Zmniejszenie emisji LZO z procesów czyszczenia (zob. Sekcja 17.9).
- iii. Uwzględnienie w EMS:

- a. planu zapobiegania i kontroli wycieków i rozlewów (zob. sekcja 17.2.1);
- b. systemu oceny surowców celem stosowania surowców o niskim wpływie na środowisko a także planu optymalizacji wykorzystania rozpuszczalnika w procesie (zob. sekcja 17.6);
- c. bilansu masy rozpuszczalnika (zob. pkt 17.3.1);
- d. programu konserwacji mającego na celu zmniejszenie częstotliwości występowania oraz konsekwencji środowiskowych OTNOC (zob. sekcja 17.2.6);
- e. planu efektywności energetycznej (zob. sekcja 17.5.1);
- f. planu gospodarowania wodą (zob. sekcja 17.4.1);
- g. planu gospodarowania odpadami (zob. sekcja 17.12.1);
- h. planu zarządzania emisją odorów (zob. sekcja 17.13.1).

Korzyści dla środowiska

EMS promuje oraz wspiera ciągłą poprawę ekologiczności instalacji. Jeśli instalacja ma już dobre ogólne wyniki w zakresie ochrony środowiska, system EMS pomaga operatorowi utrzymać ten wysoki poziom.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak danych. Systematyczna analiza początkowych oddziaływań na środowisko oraz zakres ulepszeń w kontekście EMS stanowi podstawę do oceny najlepszych rozwiązań dla wszystkich mediów środowiskowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Komponenty opisane powyżej mogą być zazwyczaj stosowane do wszystkich instalacji wchodzących w zakres niniejszego dokumentu. Poziom szczegółowości i stopień sformalizowania EMS będzie generalnie związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływań na środowisko, jakie może ona mieć.

Ekonomika

Trudno jest dokładnie określić koszty i korzyści ekonomiczne wprowadzenia oraz utrzymania dobrze funkcjonującego EMS. Istniejące korzyści ekonomiczne wynikające ze stosowania EMS znacznie różnią się w zależności od sektora.

Koszty zewnętrzne związane z weryfikacją systemu można oszacować na podstawie wytycznych wydanych przez Międzynarodowe Forum Akredytacji [\[250. IAF 2010\]](#).

Siła napędowa wdrażania

Siła napędowa wdrażania systemu EMS obejmuje:

- lepszą efektywność środowiskową;
- lepszy wgląd w aspekty środowiskowe firmy, które mogą być wykorzystane do spełnienia wymagań środowiskowych klientów, organów regulacyjnych, banków, zakładów ubezpieczeń lub innych zainteresowanych stron (np. osób mieszkających lub pracujących w pobliżu zakładu);
- ulepszone zasady podejmowania decyzji;
- zwiększoną motywację personelu (np. menedżerowie mogą mieć pewność, że wpływ na środowisko naturalne jest kontrolowany, a pracownicy mogą mieć odczucie, że pracują w firmie proekologicznej);

- dodatkowe możliwości redukcji kosztów operacyjnych oraz poprawy jakości produktu;
- poprawę wizerunku firmy;
- zmniejszenie kosztów ubezpieczenia oraz kar za nieprzestrzeganie przepisów, a także zmniejszenie odpowiedzialności cywilnej.

Przykładowe zakłady

EMS jest stosowany w wielu zakładach UE.

Literatura źródłowa

[\[250. IAF 2010\]](#) [\[251. EU 2009\]](#) [\[252. COM 2010\]](#) [\[253. COM 2015\]](#) [\[254. CEN 2015\]](#)

17.1.2. Ogólne efekty działalności środowiskowej

Opis

Identyfikacja obszarów/sekcji/etapów procesu, które w największym stopniu przyczyniają się do emisji LZO i zużycia energii oraz identyfikacja i wdrożenie działań mających na celu minimalizację emisji LZO i zużycia energii oraz regularna aktualizacja danych.

Szczegóły techniczne

W celu poprawy ogólnych efektów działalności środowiskowej, następujące czynności uważa się za ważne:

- zidentyfikowanie obszarów/sekcji/etapów procesu, które w największym stopniu przyczyniają się do emisji LZO i zużycia energii i oraz posiadają największy potencjał poprawy;
- zidentyfikowanie i wdrożenie działań mających na celu zminimalizowanie emisji LZO i zużycia energii;
- regularnie (co najmniej raz w roku) aktualizowanie sytuacji oraz monitorowanie wdrażania określonych działań.

Korzyści dla środowiska

- Ograniczenie zużycia materiałów, energii i wody.
- Ograniczenie emisji, głównie LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Sukcesywne ulepszenia, które utrzymują i poprawiają ekologiczność instalacji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Wymagany dodatkowy czas pracy personelu.

Siła napędowa wdrażania

Możliwość oszczędności na materiałach oraz wzrost wydajności produkcji.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana; przykładowy zakład: #146 w [\[155. TWG 2016\]](#).

17.1.3. Analiza porównawcza zużycia i emisji oraz wynikające z niej działania

Opis

Analiza porównawcza (*benchmark*) polega na systematycznym rejestrowaniu danych wejściowych (surowców, wody i energii) i wyjściowych (emisji do powietrza i wody oraz wytworzonych odpadów) i na regularnym porównywaniu ich z poprzednimi wynikami instalacji, danymi sektora, kraju lub regionu (zob. sekcja 17.1.1 (xvi)). Kiedy analiza porównawcza danych odbywa się w zakładzie, dobrą praktyką jest utrzymywanie systemu identyfikacji wszelkich działań wymaganych na podstawie zebranych danych i doprowadzenie tych działań do końca (zob. sekcja 17.1.1 (xv, v, xvii)), w tym:

- wskazanie osoby lub osób odpowiedzialnych za ocenę danych oraz podjęcie działań na ich podstawie;
- informowanie osób odpowiedzialnych za funkcjonowanie zakładu, w tym szybkie i skuteczne ostrzeżenie operatorów o odchyleniach od normalnej pracy;
- inne dochodzenia mające na celu ustalenie, dlaczego wyniki uległy zmianie lub odbiegają od zewnętrznych wzorców.

Korzyści dla środowiska

Analiza porównawcza pomaga poszczególnym instalacjom ocenić efektywność środowiskową ich zakładu w stosunku do innych instalacji oraz ułatwia identyfikację technik stosowanych przez instalacje osiągające najlepsze wyniki. Może ona określić lub pomóc w identyfikacji nieplanowanych lub niezauważonych zdarzeń, takich jak wyciek z uszczelnienia rury lub pompy, straty do gleby i wód gruntowych itp.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta zapewnia analizę porównawczą oraz ocenę efektywności operacyjnej instalacji i stosowanych przez nią technik ochrony środowiska. Informacje mogą być gromadzone i porównywane na różnych poziomach, takich jak technika lub działalność (prasa, zbiornik procesowy lub linia technologiczna), zakład, sektor, region lub kraj, o ile pozwalają na to przepisy i praktyki antymonopolowe. Dane można upublicznić, zachowując jednocześnie poufność tożsamości poszczególnych zakładów. Analizie porównawczej można poddać następujące elementy:

- Zużyte i wyemitowane rozpuszczalniki. Emisje niezorganizowane, a tym samym emisje całkowite, można określić jedynie przy użyciu bilansu masy rozpuszczalnika (zob. sekcja 17.3.1). Odpowiednie zagadnienia do analizy porównawczej można zidentyfikować podczas przeprowadzania takiego bilansu (zob. załącznik 21.5).
- Zużycie wody.
- Zużycie energii, np. na urządzenia do suszenia i ograniczania emisji.
- Zużycie surowców, np. farby, ściereczki, papier; w procesie przygotowania do druku można zmarnować do 10 % podłoża.
- Wytwarzane odpady.
- Istotne substancje zanieczyszczające emitowane do wody, powietrza lub gleby/wód gruntowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Właściwa analiza porównawcza wymaga porównywalności danych, np. dla działań związanych z obróbką powierzchniową najlepiej byłoby to osiągnąć na podstawie powierzchni poddanej obróbce lub innego zużycia, lub podstawy, która jest w znaczący sposób związana z procesem. Szczegółowość analizy porównawczej, w tym kwestie, które mają być przedmiotem benchmarku, będą zależeć od zużycia.

Ekonomika

Wykorzystanie danych uzyskanych celem poprawy efektywności środowiskowej zakładu zwykle prowadzi do optymalizacji ekonomicznej.

Siła napędowa wdrażania

Analiza porównawcza jest współmierna z dobrymi wynikami ekonomicznymi. Benchmarking oraz optymalizacja działań środowiskowych (takich jak wsad surowców, wody i energii, a także straty materiałowe) pozwoli na jednoczesne osiągnięcie optymalizacji ekonomicznej.

Literatura źródłowa

[23. COM 2006] [38. TWG 2004] [43. Envirowise 1998] [78. TWG 2005]

17.2. Magazynowanie i obsługa surowców

Niniejsza sekcja obejmuje obszary, procesy i działania instalacji STS, które nie zostały ujęte gdzie indziej, ponieważ odnoszą się do kwestii wspólnych dla większości sektorów STS. W szczególności obejmuje zapobieganie emisjom do gleby, wód gruntowych i powierzchniowych, chociaż techniki te są również istotne dla zapobiegania emisjom niezorganizowanym do powietrza wynikającym z dostarczania/odbierania rozpuszczalników organicznych i innych chemikaliów do/z instalacji STS, aż do ostatniego etapu ich przygotowania przed zastosowaniem. Jednakże, biorąc pod uwagę kompleksowość i złożoność instalacji IED, nakładanie się i powielanie informacji podanych w innych sekcjach jest nieuniknione. Tam gdzie udało się to znaleźć, podano odsyłacze.

Projekt, budowa i eksploatacja, określane również jako „dobre gospodarowanie” lub „dobra praktyka”, odgrywają ważną rolę w ograniczaniu emisji niezorganizowanych i ochronie zdrowia pracowników. W wielu instalacjach proste, przystępne środki dobrego gospodarowania są skutecznie stosowane celem zminimalizowania zużycia rozpuszczalników, poprawy wydajności, osiągnięcia czystszej miejsc pracy i obniżenia kosztów. Przegląd z praktycznymi przykładami został jasno opisany w odpowiedniej literaturze [42. [Envirowise 2003](#)].

Środki zapobiegania rozlewom i wyciekom zostały szeroko opisane w innych dokumentach BREF, np. ogólnie w dokumencie EFS BREF [44. [COM 2006](#)], oraz w krajowych dokumentach z wytycznymi [42. [Envirowise 2003](#)] [69. [RIZA 1999](#)] [70. [INRS 1998](#)]. Poniższe rozdziały stanowią zatem krótkie podsumowanie kluczowych kwestii ważnych dla tego sektora, wraz z bardziej szczegółowymi informacjami odnoszącymi się do skali i rodzaju działalności.

17.2.1. Przygotowanie i wdrażanie planu zapobiegania oraz kontroli wycieków i rozlewów

Opis

Przygotowanie i wdrożenie planu zapobiegania oraz kontroli potencjalnych wycieków i rozlewów powstających wskutek incydentów/wypadków.

Szczegóły techniczne

Plan zapobiegania oraz kontroli wycieków i rozlewów obejmuje, choć nie tylko:

- plany postępowania na wypadek małych i dużych rozlewów w miejscu prowadzenia działalności;
- określenie ról i obowiązków osób zaangażowanych;
- zadbanie o to, aby personel miał świadomość ekologiczną oraz został przeszkolony w zakresie zapobiegania/radzenia sobie z przypadkami rozlewów (zob. sekcja 17.2.5.1);
- identyfikację obszarów zagrożonych rozlewem i/lub wyciekami materiałów niebezpiecznych oraz uszeregowanie ich według ryzyka; obejmuje to wszelkie możliwe dostępy do kanalizacji, takie jak drenaż czy włązy inspekcyjne;
- identyfikację oraz instalację odpowiednich systemów zapobiegania rozprzestrzenianiu się skażenia w zidentyfikowanych obszarach, np. nieprzepuszczalne podłogi i bariery ochronne zainstalowane i w dobrym stanie;
- identyfikację oraz zakup odpowiedniego sprzętu do usuwania i neutralizacji rozlewów oraz regularne dbanie o jego dostępność, odpowiedni stan techniczny i bliskość do miejsc, w których może być użyty;

- wytyczne w zakresie gospodarowania odpadami dotyczące postępowania z odpadami powstałymi w wyniku zabezpieczania rozlewów;
- regularne (co najmniej raz w roku) kontrole obszarów magazynowania oraz obszarów operacyjnych, testowanie i kalibracja sprzętu do wykrywania wycieków oraz niezwłoczna likwidacja wycieków z zaworów, dławików, kołnierzy itp.; zob. również sekcję 17.2.6 dotyczącą kontroli i konserwacji.

Korzyści dla środowiska

Technika ta zapobiega lub minimalizuje skażenie wód powierzchniowych, gruntowych i gleby oraz pomaga w dekontaminacji (odkażeniu) terenu zakładu po zaprzestaniu działalności. Zmniejsza również emisje niezorganizowane z rozlanych rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Małe wycieki mogą zdarzać się częściej, a ich łącznym skutkiem, jeśli nie zostaną wykryte i usunięte, jest znaczny wzrost emisji niezorganizowanych do powietrza, gleby i wód gruntowych.

Skutki wycieków w obszarach ryzyka można zminimalizować z wyprzedzeniem, np. poprzez:

- uszczelnianie odpływów i kanalizacyjnych włączów inspekcyjnych (studzienek);
- dopilnowanie aby miejsca, w których przechowywane są rozpuszczalniki, zostały obwałowane i uszczelnione za pomocą nieprzepuszczalnych barier i podłóg;
- zbudowanie „studzienek wychwytyjących” w miejscach, gdzie rozpuszczalniki są regularnie używane, np. w miejscach czyszczenia.



Źródło: [180.COM 2017] Zakład #133 w [155.TWG 2016].

Ilustracja 17-2 Zestaw do usuwania wycieków w strefie tranzytowej pomiędzy magazynem a obszarem produkcji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak negatywnych skutków.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Zakres (np. poziom szczegółowości) planu będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji, jak również z rodzajem i ilością używanych materiałów.

Ekonomika

- Czas potrzebny na szkolenie personelu oraz aktualizację planów.
- Materiały do usuwania rozlanych cieczy.

Siła napędowa wdrażania

- Mniejsze ryzyko wystąpienia zanieczyszczeń za które zakład będzie odpowiedzialny.
- Mniejsze ryzyko wystąpienia innych wypadków, np. zapobieganie śliskim podłogom, zmniejszenie ryzyka pożaru.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana; przykładowy zakład: #133 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[180. COM 2017\]](#)

17.2.2. Techniki magazynowania

17.2.2.1. Uszczelnianie lub przykrywanie pojemników oraz obwałowanie powierzchni magazynowych

Opis

Magazynowanie rozpuszczalników, materiałów niebezpiecznych, odpadów rozpuszczalników i odpadów środków czyszczących w szczelnych lub zakrytych pojemnikach odpowiednich do związanego z tymi odpadami ryzyka i zaprojektowanych tak, aby zminimalizować emisje. Obszar składowania pojemników powinien być obwałowany i mieć odpowiednią pojemność.

Szczegóły techniczne

Należy zachować ostrożność podczas magazynowania i przenoszenia materiałów. Pojemniki powinny być odpowiednio zwymiarowane i zamknięte (np. za pomocą pokryw), aby zmniejszyć straty związane z parowaniem, pozostawiając jednocześnie wystarczającą przestrzeń związaną z rozszerzalnością cieplną przechowywanego rozpuszczalnika. Rury doprowadzające powinny być uziemione. Należy również unikać źródeł ciepła i przeciągów, aby zmniejszyć możliwość parowania. Pojemniki powinny być ognioodporne oraz posiadać samozamykające się pokrywy. Należy promować odpowiednie obchodzenie się, użytkowanie oraz minimalizację wytwarzania odpadów, np. automatyczne/ściśle kontrolowane dozowanie materiałów, stosowanie wstępnie nasączonych ściereczek itp. Tam, gdzie jest to możliwe i wykonalne, rozpuszczalnik powinien być doprowadzony bezpośrednio do miejsca jego użycia, z odpowiednim odzyskiem nadmiaru.

Obszar składowania pojemników powinien być obwałowany i mieć odpowiednią pojemność, aby zagwarantować, że wszelkie przypadkowe uwolnienia zostaną zatrzymane wewnątrz obwałowania i będą mogły zostać łatwo uprzątnięte.

Korzyści dla środowiska

- Zmniejszenie emisji LZO do powietrza.

- Zapobieganie skażeniu gleby i wód gruntowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wiele rozpuszczalników ulega znacznemu rozszerzeniu lub skurczeniu pod wpływem zmian temperatury otoczenia. W zbiorniku magazynowym należy przewidzieć w związku z tym wystarczającą ilość miejsca, odpowiednią dla stosowanych rozpuszczalników, np. w pojemnikach powinno to być około 10 %.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Kwestie zdrowia i bezpieczeństwa mogą decydować o tym, czy i jak pojemnik z rozpuszczalnikiem powinien być przykryty.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w branży.

Literatura źródłowa

[\[23. COM 2006\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.2.2.2. Minimalizowanie magazynowania materiałów niebezpiecznych w obszarach produkcyjnych

Opis

Materiały niebezpieczne mają być obecne w obszarach produkcyjnych tylko w ilościach niezbędnych do produkcji; większe ilości są magazynowane oddzielnie.

Szczegóły techniczne

Ilość materiałów zawierających rozpuszczalniki lub inne materiały niebezpieczne, na obszarach produkcyjnych, powinna być ograniczona do bieżących potrzeb produkcji oraz kolejnych przebrojeń. Pełne lub częściowo opróżnione pojemniki z poprzednich serii produkcyjnych mają być usuwane do miejsc magazynowania. Większe ilości materiałów zawierających rozpuszczalniki lub innych materiałów niebezpiecznych mają być przechowywane oddzielnie i ewentualnie połączone ze scentralizowanymi systemami transferu (zob. sekcja 17.2.4.2).

Korzyści dla środowiska

- Zmniejszone ryzyko przypadkowych rozlewów podczas pracy personelu, urządzeń podnoszących itp.
- Pomoc w księgowaniu materiałów zawierających rozpuszczalniki do celów bilansów masy rozpuszczalników (zob. sekcja 17.3.1).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Czas zużyty przez personel na transport pojemników.

Siła napędowa wdrażania

Pomaga w realizacji celów związanych z BHP.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[212. TWG 2018\]](#)

17.2.3. Techniki pompowania i transportu cieczy

17.2.3.1. Zapobieganie wyciekom i rozlewom podczas pompowania

Opis

Wyciekom i rozlewom zapobiega się poprzez stosowanie pomp i uszczelnień odpowiednich dla danych rozpuszczalników oraz zapewniających właściwą hermetyczność. Dotyczy to takich urządzeń jak motopompy przenośne, pompy z napędem magnetycznym, pompy z wieloma uszczelnieniami mechanicznymi i systemem chłodzenia lub buforowania, pompy z wieloma uszczelnieniami mechanicznymi i uszczelnieniami przeciwko emisjom do atmosfery, pompy membranowe lub pompy mieszkowe.

Szczegóły techniczne

Należy dopilnować, aby pompy, rurociągi (zwłaszcza tymczasowe/elastyczne) i związane z nimi sprzęt (np. pojemniki odbiorcze) były odpowiednie dla rozpuszczalników, zapewniające właściwą szczelność oraz odpowiednio zabezpieczone i konserwowane.

Należy stosować wyłącznie pompy przystosowane do pracy z rozpuszczalnikami, tzn. ognioszczelne i z uszczelkami odpornymi na działanie rozpuszczalników. Dodatkowe informacje na ten temat można znaleźć w [\[213. Niemcy 2002\]](#).

Tam, gdzie jest to możliwe, unika się ręcznego przenoszenia, pompując rozpuszczalniki i materiały na bazie rozpuszczalników przez system doprowadzający (np. rurociąg) do punktu użycia. Zalety tego rozwiązania obejmują:

- zmniejszone ryzyko rozlewu podczas przenoszenia i dekantacji;
- lepszą szczelność systemu i mniejsze ryzyko narażenia na zanieczyszczenia;
- możliwość zamontowania przepływomierzy umożliwiających dokładny nadzór.

Korzyści dla środowiska

Technika ta zapobiega lub minimalizuje skażenie wód powierzchniowych, gruntowych oraz gleby a także pomaga w odkażeniu terenu po zaprzestaniu działalności. Zmniejsza również ilość emisji niezorganizowanych np. mniej rozlewów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Szkolenia i odpowiedni nadzór są konieczne, aby zagwarantować, że pracownicy nie będą wykonywać czynności pompowania w pośpiechu i bez należytej staranności.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

- Mniejsze ryzyko wystąpienia zanieczyszczeń za które zakład będzie odpowiedzialny.

- Mniejsze ryzyko wystąpienia innych wypadków, np. zapobieganie śliskim podłogom, zmniejszenie ryzyka pożaru.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[38. TWG 2004] [44. COM 2006] [7. Niemcy 2003] [78. TWG 2005] [212. TWG 2018] [213. Niemcy 2002]

17.2.3.2. Zapobieganie przelewom podczas pompowania

Opis

Środki, które gwarantują, że:

- operacja pompowania będzie nadzorowana;
- w przypadku większych ilości substancji, zbiorniki do magazynowania wyposażone będą w akustyczne i/lub optyczne alarmy wysokiego poziomu, w razie potrzeby z systemami odcinającymi.

Korzyści dla środowiska

Technika ta zapobiega lub minimalizuje skażenie wód powierzchniowych, gruntowych oraz gleby a także pomaga w odkażaniu terenu po zaprzestaniu działalności. Zmniejsza również ilość emisji nieorganizowanych np. mniej rozlewów.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomia

Czas pracy personelu nadzorującego pracę pomp oraz koszt akustycznych/optycznych systemów alarmowych wysokiego poziomu.

Sila napędowa wdrażania

- Mniejsze ryzyko wystąpienia zanieczyszczeń za które zakład będzie odpowiedzialny.
- Mniejsze ryzyko wystąpienia innych wypadków, np. zapobieganie śliskim podłogom, zmniejszenie ryzyka pożaru.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[212. TWG 2018]

17.2.3.3. Wychwytywanie oparów LZO podczas dostawy materiału zawierającego rozpuszczalnik

Opis

W przypadku dostarczania materiałów zawierających rozpuszczalniki (np. załadunek lub rozładunek zbiorników), opary wypierane ze zbiorników odbiorczych są wychwytywane, zwykle przez odpowietrzanie zwrotne.

Szczegóły techniczne

Pompowane rozpuszczalniki lub ciecze zawierające rozpuszczalniki będą wypierać opary rozpuszczalników ze zbiorników odbiorczych. Opary te mogą być wychwytywane oraz:

- zwracane z powrotem do zbiornika wyladowczego (system odzysku oparów);
- adsorbowane i odzyskiwane lub niszczone;
- odprowadzane do systemu oczyszczania gazów odlotowych.

Odpowietrzanie zwrotne (system równoważenia gazów, *back-venting*) działa w sposób, który gwarantuje, że przepływ ciekłych substancji organicznych może mieć miejsce tylko wtedy, gdy system równoważenia gazów jest podłączony i funkcjonuje w sposób uniemożliwiający uwalnianie gazów do atmosfery, z wyjątkiem emisji uwalnianych ze względów bezpieczeństwa.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji niezorganizowanych rozpuszczalników do powietrza.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Odpowietrzanie zwrotne może obejmować jedynie 0.01 do 0.03 % ilości rozpuszczalnika przepływającego przez zbiorniki i prawdopodobnie będzie brane pod uwagę jedynie w przypadku, gdy może przynieść większe korzyści.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika może nie nadawać się do stosowania w przypadku rozpuszczalników o niskiej prężności par lub ze względu na koszty.

Przykładowe zakłady

Instalacje #149 (kierowanie oparów ze zbiorników farb do systemu odzysku) i #151 (odprowadzanie powietrza z oddychania zbiorników i jego kierowanie do systemu oczyszczania) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#)

17.2.3.4. Zapobieganie wyciekom oraz ich szybka likwidacja podczas pracy z materiałami zawierającymi rozpuszczalniki

Opis

Podczas pracy z materiałami w pojemnikach, zawierającymi rozpuszczalniki, unika się możliwych wycieków poprzez zapewnienie szczelności lub szybkiego odbioru, np. stosowanie zabezpieczonych przed wyciekiem wózków, palet i/lub koszy (np. „miski wychwytywające”) i/lub szybkiej likwidacji wycieku poprzez zastosowanie materiałów chłonnych.

Szczegóły techniczne

Przykłady wbudowanych barier przedstawiono na Ilustracji 17.3.



Źródło:

a) [180. COM 2017] Zakład #133 w [155. TWG 2016].

b) [182. COM 2017] Zakład #152 w [155. TWG 2016].

Ilustracja 17-3 Oslona do przenoszenia i magazynowania beczek w obszarach produkcyjnych.

Korzyści dla środowiska

Technika ta zapobiega lub minimalizuje skażenie wód powierzchniowych, gruntowych oraz gleby a także pomaga w odkażaniu terenu po zaprzestaniu działalności. Zmniejsza również ilość emisji niezorganizowanych np. mniej rozlewów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

- Mniejsze ryzyko wystąpienia zanieczyszczeń za które zakład będzie odpowiedzialny.
- Mniejsze ryzyko wystąpienia innych wypadków, np. zapobieganie śliskim podłogom, zmniejszenie ryzyka pożaru.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. Przykładowe zakłady: #133 oraz #152 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[155. TWG 2016] [180. COM 2017] [182. COM 2017]

17.2.4. Minimalizacja zużycia surowców

Zob. sekcja 17.12 dotycząca technik gospodarowania odpadami.

17.2.4.1. Zaawansowane systemy mieszania

Opis

Komputerowo sterowane urządzenia mieszające pozwalające na uzyskanie pożądanej farby / powłoki / tuszu / kleju.

Szczegóły techniczne

Przy zastosowaniu automatycznych systemów mieszania nie jest bezwzględnie konieczne używanie kolorów standardowych do uzyskania wymaganej barwy. Określone kolory mogą być komponowane z kolorów niestandardowych za pomocą urządzeń sterowanych komputerowo. Wymaga to jednak bardzo zaawansowanego oprogramowania oraz dokładnej wiedzy na temat kolorów niestandardowych, które mają zostać użyte. W tym celu kolory niestandardowe muszą być mierzone za pomocą fotospektrometru, a wynik wprowadzany do komputera.

Przykładowo, w systemie mieszania online dla produktów dwuskładnikowych, takich jak farby lub spoiwa, bezpośrednio przed dozowaniem i mieszaniem należy dokładnie ustalić ilość, jaka jest potrzebna. Jednostka mieszająca nie jest częścią narzędzia do nakładania farby lub spoiwa. Jest to urządzenie niezależne.

Podobne korzyści w zakresie proporcji można uzyskać stosując programowalne wagi lub skomputeryzowane systemy dopasowywania kolorów Pantone.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują oszczędność zasobów oraz zmniejszenie ilości odpadów. Podczas mieszania ręcznego występują straty rozpuszczalników rzędu 1 lub 2 %. Mogą one stanowić 15% całkowitej emisji LZO. Zautomatyzowane mieszanie w zamkniętych maszynach redukuje większość tych emisji. Ponadto, potrzeba mniej środków czyszczących.

W drukowaniu, ilość zużytego tuszu może zostać zredukowana o 75% w zależności od liczby mieszanych tuszy i ich ilości. Zautomatyzowana technika pozwala na idealne dozowanie, tak że nie jest konieczna korekta koloru, i w związku z tym przygotowywana jest tylko dokładna ilość farby.

Dzięki systemowi mieszania online dla produktów dwuskładnikowych można osiągnąć redukcję odpadów o 10-30 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ta metoda pracy umożliwia wykorzystanie zwróconych farb lub tuszy jako składników do wytworzenia nowych farb lub tuszy (zob. sekcja 17.12.3). Zwrócone farby lub tusze miesza się zgodnie z zasadą zbliżonego koloru, tzn. jasne zielenie, ciemne zielenie, jasne czerwienie i ciemne czerwienie. Po osiągnięciu określonej ilości mierzy się uzyskany kolor, a komputer jest zaprogramowany tak, aby używać tego koloru zawsze, gdy jest to możliwe.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Automatyka wymaga dodatkowej energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Technika ta jest powszechnie stosowana we fleksografii i rotograwiurze niepublikacyjnej, do tuszy na bazie rozpuszczalników, gdzie miesza się ponad 200 ton gotowych do druku tuszy rocznie.



Ilustracja 17-4 Automatyczny system mieszania w zakładzie fleksograficznym.

W przemyśle powlekania metodą ciągłą, zautomatyzowane mieszanie kolorów jest zazwyczaj przeprowadzane w fabryce produkującej farbę, a nakładanie jest oferowane na liniach powlekania metodą ciągłą, chociaż nie zawsze jest to odpowiednie. Zależy od koloru i mieszanki produktów. Istnieją przykłady linii do powlekania metodą ciągłą, w których stosuje się własne, sterowane komputerowo systemy mieszania kolorów.

Systemy mieszania online dla produktów dwuskładnikowych mają zastosowanie w przypadku produkcji przy użyciu urządzeń dedykowanych dla jednej linii produktów. Nie ma ograniczeń co do kolejnych technik nakładania. W Holandii zaleca się firmom stosowanie tej techniki w przypadku konieczności zmieszania ponad 2000 litrów farby dwuskładnikowej. W przypadku spoiw miesza się stosunkowo niewielkie ilości. Technika ta jest powszechnie stosowana przy malowaniu drewna i mebli. Stosuje się ją również do powlekania pociągów, np. do nakładania farby gruntowej i podkładu/wypełniacza.

Ekonomika

W przypadku drukowania koszt inwestycji zależy od wielkości instalacji i dokładnych wymagań i zaczyna się od około 50 000 EUR (dane z 2006 r.). Oszczędności wynikają jednak z mniejszego zużycia tuszu oraz mniejszej ilości odpadów do usunięcia. W zależności od wielkości operacji, oszczędności te mogą prowadzić do korzystnej stopy zwrotu z inwestycji.

W przypadku systemów mieszania online dla produktów dwuskładnikowych koszty inwestycji wynoszą 9 000-18 000 EUR w przypadku urządzenia o napędzie mechanicznym używanego do mieszania powłoki bazowej. W przypadku urządzenia z napędem elektronicznym koszty wynoszą 27 000-37 000 EUR (dane z 2006 r.). W przypadku przedsiębiorstw nakładających małe serie powłok czas zwrotu z inwestycji wynosi najczęściej kilka lat. Zależy to jednak od ilości unikniętych odpadów, ceny mieszanych materiałów oraz kosztów ich utylizacji.

Siła napędowa wdrażania

Oszczędność zasobów oraz zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów.

Przykładowe zakłady

Zakład #133 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[180. COM 2017\]](#)

17.2.4.2. Scentralizowane dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące)

Opis

Dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) do miejsca zastosowania bezpośrednio (rurociągami), w tym czyszczenie systemu, np. pigowanie lub przedmuchiwanie sprężonym powietrzem.

Szczegóły techniczne

Materiały zawierające LZO (np. farby lub tusze, spoiwa, środki czyszczące, rozpuszczalniki do regulacji lepkości) są przesyłane rurociągami bezpośrednio z obszaru magazynowania do obszaru zastosowania (np. do urzędzeń do malowania lub drukowania).

Ta metoda napędza system tylko taką ilością materiału, jaka jest konieczna do przeprowadzenia procesu. Nadmiar materiału jest wypychany z powrotem z (elastycznej) rury do jednostki zasilającej przez elastyczny moduł separacji (tzw. pigowanie) i jest ponownie wykorzystywany. Wypłukane rozpuszczalniki mogą być odzyskane i ponownie użyte.

Korzyści dla środowiska

- Praktycznie zamknięte systemy z niską emisją LZO oraz zapobieganiem wyciekom podczas transportu i dekantacji.
- Mniejsze zużycie środków czyszczących, redukcja strat farby i rozpuszczalnika, zmniejszenie liczby procesów wykonywanych ręcznie podczas zmiany koloru.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dla lepszej kontroli instaluje się rurociągi nadziemne, ponieważ podziemne rury do rozpuszczalników są znanym źródłem poważnego zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych.

Praca z zastosowaniem techniki pigowania lub przedmuchiwania sprężonym powietrzem optymalizuje korzyści w zakresie oszczędności materiału i redukcji emisji LZO.

Zmniejsza się ryzyko narażenia personelu na kontakt z zanieczyszczeniami.

Montaż przepływomierzy, umożliwiając precyzyjny pomiar oraz dokładniejsze obliczanie bilansu masy rozpuszczalnika, znacznie ułatwia stosowanie tej techniki.

Mniej jest odpadów farb i tuszy, mniej pojemników i mniej materiałów do czyszczenia. Na przykład, osiągalny poziom pozostałości w drukarniach stosujących gorący offset rolowy wynosi < 1% zakupionego tuszu.

System jest skuteczny, jeśli jest połączony z regularną kontrolą i konserwacją. W przeciwnym razie, straty rozpuszczalnika z pomp, zaworów i kołnierzy mogą się sumować i stanowić znaczące źródło emisji LZO.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika może nie nadawać się do stosowania w przypadku częstych zmian tuszy / farb / powłok / spoiw lub rozpuszczalników.

Scentralizowane dostarczanie jest zazwyczaj stosowane w dużych zakładach, gdzie używane są duże pojemniki na farby lub tusze, nadające się do wielokrotnego użytku.

Technika znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym.

W przemyśle drukarskim technika ta ma zastosowanie w zakładach o większym zużyciu tuszu i jest powszechnie używana w dużych drukarniach stosujących gorący offset rolowy. W przypadku rotograviury publikacyjnej jest to technika standardowa, ponieważ stosuje się tylko toluen i dlatego łatwo jest zastosować scentralizowane dostarczanie. Jednak w przypadku fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej sytuacja jest bardziej złożona ze względu na wiele setek różnych kolorów, które są stosowane, w związku z czym kontrolę lepkości należy przeprowadzać za pomocą różnych rozpuszczalników, w zależności od wykonywanej pracy. Generalnie stosuje się etanol (do fleksografii) lub octan etylu lub określone mieszaniny etanolu i octanu etylu (do rotograviury), czasem MEK (do spoiw i farb), a czasem nawet inne rozpuszczalniki.

Technika ta jest powszechnie stosowana w powlekanii powierzchni drewnianych, gdy używane są duże ilości farby.

Pigowanie nie ma zastosowania w przypadku stosowania zasady stopniowanego przepływu zwrotnego (system rur o różnych średnicach).

Ekonomia

W przypadku nowych instalacji jest to technika niskokosztowa, jednak modernizacja może być bardzo droga.

Inwestycje w rurociągi i pompy są znaczne. Na przykład, w przemyśle drukarskim minimalna inwestycja wynosi od 5 000 do 24 000 EUR (dane z 2006 r.). Oszczędności wynikają z nieco tańszego tuszu oraz niższych kosztów utylizacji.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie czasu przestojów jednostek do malowania lub drukowania.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.2.4.3. Dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) do miejsca nakładania przy użyciu systemu zamkniętego

Opis

W przypadku częstych zmian tuszy / farb / powłok / spoiw i rozpuszczalników lub przy ich użyciu na małą skalę, dostarczanie tuszy / farb / powłok / spoiw i rozpuszczalników z małych pojemników transportowych umieszczonych w pobliżu miejsca nakładania (kabina lakiernicza, prasa drukarska itp.) za pomocą systemu zamkniętego.

Szczegóły techniczne

Tusze / farby / powłoki / spoiwa i rozpuszczalniki są dostarczane do procesu z małych pojemników transportujących umieszczonych w pobliżu obszaru nakładania. Aby zminimalizować emisję LZO i uniknąć wycieków, stosowany jest system zamknięty.



Źródło: [182. COM 2017], Zakład #152 w [155. TWG 2016].

Ilustracja 17-5 Podawanie farby do głowicy powlekającej przy powlekanii metodą ciągłą.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zmniejszenie emisji niezorganizowanych oraz minimalizacja ryzyka wycieków.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Koszt systemu dostarczania.

Przykładowe zakłady

Zakłady #152 oraz #166 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[155. TWG 2016] [179. COM 2017] [182. COM 2017] [212. TWG 2018]

17.2.5. Automatyizacja urządzeń

Opis

Wiele operacji w instalacji, takich jak natryskiwanie, powlekanie wałkiem, powlekanie kurtyną, mieszanie kolorów, zmiana kolorów, dostarczanie rurociągiem rozpuszczalników i materiałów na bazie rozpuszczalników oraz czyszczenie, może zostać zautomatyzowanych, chociaż malowanie ręczne jest nadal stosowane w przypadku obszarów trudno dostępnych lub elementów o dużej zmienności kształtu.

Szczegóły techniczne

Wiele operacji w instalacji może zostać zautomatyzowanych, w zależności od rodzaju działalności i branży. Przykłady to:

- roboty nakładające powłoki i/lub uszczelniacze na powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne w branży:
 - pojazdów, zob. sekcje 2.4.4.2 i 2.2;
 - OMS i tworzyw sztucznych, zob. sekcje 2.4.4.2 i 3.2;
- zautomatyzowane natryskiwanie przy użyciu maszyn, zob. sekcja 2.4.4.1;
- automatyczne zmiany koloru, zob. sekcja 2.4.5.1 dotycząca automatycznych zmieniaczy koloru do powlekania pojazdów, oraz sekcja 2.2.3.2.3 zawierająca dodatkowe informacje na temat stosowanych technik zmiany koloru i związanych z nimi strat materiałowych;
- drukowanie, w zakresie automatycznych systemów mieszania, zob. sekcja 17.2.4.1 (dotyczy opakowań elastycznych);
- powlekanie wałkiem, zob. sekcja 17.7.3.1;
- powlekanie kurtyną, zob. sekcja 17.7.3.4;
- dostawa rozpuszczalników i materiałów na bazie rozpuszczalników przewodami, zob. sekcja 17.2.2.

Korzyści dla środowiska

Podano w wielu sekcjach.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W zależności od techniki: minimalizacja mgły lakierniczej, optymalizacja nakładania i grubości warstwy (w przypadku malowania), zmniejszenie ilości pyłów i odpadów, zwiększenie efektywności użycia materiału, zmniejszenie wymagań dotyczących czyszczenia, redukcja ilości zużytych rozpuszczalników itp.

W tabelach 17.2 i 17.3 przedstawiono przykłady wprowadzenia robotów do natryskiwania na linii do malowania samochodów.

Tabela 17-2 Przykład wprowadzenia robota do natrykowego powlekania wnętrza karoserii na linii do malowania samochodów.

Samochód wyższej klasy średniej, 500 sztuk na dobę. Malowanie wnętrza:		
Zmiana z ręcznego malowania natrykiem na:	ESTA (nakładanie elektrostatyczne)	Z automatów powietrznych na roboty ESTA
Oszczędność farby:	138 000 l/rok 1.2 l/pojazd	60 950 l/rok 0.53 l/pojazd
Oszczędność kosztów rocznie (dane z 2005 r.):	EUR 1 380 000/rok	EUR 609 500/rok
Oszczędność CPU (koszt na pojazd):	EUR 12	EUR 5.3
Czas zwrotu nakładów, tylko koszty farby (ROI)	20 miesięcy	13 miesięcy

<p>Uwagi: Drzwi przednie 145 ml, drzwi tylne 130 ml, komora silnika 255 ml, bagażnik 150 ml. Koszt farby EUR 10/l. Nie podano innych danych wyjściowych. Wydajność transferu: powietrze 25-35 %, ESTA wewnątrz: 55-65 %, ESTA na zewnątrz 70-75 %, ESTA malowanie części z tworzyw sztucznych: 55 %. Długość linii produkcyjnej zredukowana nawet o 60 %. Prędkość pracy linii zredukowana nawet o 30 % (w zależności od geometrii części). Skrócenie czasu malowania nawet o 40% (w zależności od geometrii detali). Lepsza jakość pomalowanej powierzchni oraz zwiększona ochrona przed korozją. Zmniejszenie emisji pyłów (mgła lakiernicza) i LZO dzięki wyższej wydajności transferu. Źródło: [110. Eurocar 2005] zaktualizowane przez [212. TWG 2018]</p>

Tabela 17-3 Przykład wprowadzenia robota do natryskowego powlekania farbami metalicznymi zewnętrznej strony karoserii pojazdu.

Samochód wyższej klasy średniej, 500 sztuk na dobę. Malowanie farbami metalicznymi:	
Oszczędności farby rocznie Na pojazd	41 641 l/rok 0.45 l/pojazd
Oszczędności kosztów rocznie (dane z roku 2005) Oszczędność CPU (koszt na pojazd):	EUR 416410/rok EUR 4.5
Amortyzacja (ROI)	10 miesięcy
<p>Uwagi: Powierzchnia malowana jednego pojazdu 9.5 m². Grubość dwuwarstwowej powłoki bazowej 5 μm, zawartość cząstek stałych 15 %. Koszt farby EUR 10/l. Nie podano innych danych wyjściowych. Źródło: [110. Eurocar 2005] zaktualizowane przez [212. TWG 2018]</p>	

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zobacz odpowiednie sekcje niniejszego dokumentu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zobacz odpowiednie sekcje niniejszego dokumentu.

Ekonomika

Zobacz odpowiednie sekcje niniejszego dokumentu. Oszczędność materiałów i czasu przy malowaniu pojazdów.

Siła napędowa wdrażania

Zwiększona jakość i wydajność.

Przykładowe zakłady

Zobacz odpowiednie sekcje niniejszego dokumentu.

Części do samolotów: Airbus, Nantes, Francja; Airbus, Broughton, Wielka Brytania.

Pojazdy: Seat Martorell, Hiszpania; VW Pamplona, Hiszpania, i VW, RPA; Renault, Flins i Douai, Francja.

Literatura źródłowa

Zobacz sekcje wskazane w opisie technicznym [110. Eurocar 2005] [212. TWG 2018].

17.2.5.1. Miękkie oczyszczanie (soft purge) przy natryskiwaniu

Opis

Napełnianie pistoletu nową farbą bez przepłukiwania.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia rozpuszczalnika do płukania.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie odpadów w wyniku mieszania nowej i starej farby.

Ekonomika

Oszczędność rozpuszczalników i czasu na czyszczenie/sprzątanie.

Literatura źródłowa

[Komentarz ACEA #28 w [212. TWG 2018]]

17.2.6. Emisje podczas innych niż normalne warunków eksploatacji (OTNOC)

Opis

Identyfikacja sprzętu krytycznego. Sprzęt krytyczny z punktu widzenia ochrony środowiska jest identyfikowany na podstawie oceny ryzyka. Generalnie dotyczy to wszystkich urządzeń i systemów, w których pracuje się z LZO (np. system oczyszczania gazów odlotowych, system wykrywania wycieków).

Inspekcja, konserwacja i monitorowanie. Program działań mający na celu maksymalizację dostępności i wydajności sprzętu krytycznego, obejmujący standardowe procedury operacyjne, konserwację zapobiegawczą, konserwację regularną i nieplanowaną. Monitorowane są okresy OTNOC, ich czas trwania, przyczyny oraz, w miarę możliwości, emisje jakie wtedy wystąpiły.

Szczegóły techniczne

Wszystkie urządzenia i systemy pracujące z LZO wymagają konserwacji, zarówno zapobiegawczej, jak i w przypadku awarii. Nieoczyszczone emisje gazów odlotowych oraz wycieki można zminimalizować poprzez:

- planowe przeprowadzanie większych zadań związanych z naprawą i wymianą;
- regularne przeglądy konserwacyjne.

Plan konserwacji urządzeń do wychwytywania i oczyszczania gazów odlotowych obejmuje regularne kontrole, działania zapobiegawcze i naprawcze gwarantujące, że urządzenia te działają zgodnie ze swoimi specyfikacjami oraz z optymalną wydajnością a także minimalizują występowanie, czas trwania i wpływ OTNOC. Aby zapobiec zanieczyszczeniom powodowanym przez OTNOC lub je zminimalizować, można określić (w stosownych przypadkach) minimalną dostępność instalacji dla potrzeb firm zajmujących się likwidacją emisji OTNOC.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują zmniejszenie całkowitego ładunku emisji. Generalnie, wady w urządzeniach do utleniania gazów odlotowych mogą powodować emisje LZO równoważne 0.4 % rocznego wsadu na dobę (w oparciu o 250 dni roboczych/rok).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Awarie w systemie oczyszczania gazów odlotowych mogą powodować znaczny wzrost emisji LZO.

Środki zapobiegawcze, służące zmniejszeniu liczby wystąpienia OTNOC oraz ograniczeniu nieplanowanych emisji

Należy stosować następujące praktyki zapobiegawcze:

- planowa konserwacja wymagająca wyłączenia urządzeń/systemów kontroli emisji (np. zabezpieczeń, systemów wyciągowych, systemów oczyszczania gazów odlotowych), powinna być prowadzona w okresach kiedy:
 - nie ma żadnych emisji (np. okresy wyłączenia) lub gdy poziomy emisji są niskie;
 - emisje będą miały najmniejszy wpływ, tj. w przypadku emisji LZO, w okresach niskiego poziomu nasłonecznienia, niskiego prawdopodobieństwa wystąpienia warstw inwersyjnych itp.; zależy to od pogody, pory roku i warunków lokalnych;
- zaplanowanie wymiany części, które wymagają tego regularnie tak, aby miały miejsce przed wystąpieniem awarii;
- przechowywanie części, które są niezbędne do normalnej pracy urządzeń kontroli emisji, w magazynie skąd mogą być szybko dostarczone celem wymiany lub naprawy, przy minimalnym czasie przestoju;
- prowadzenie rutynowej i innej niż rutynowa konserwacji, w tym sprawdzanie pokryw i połączeń rurowych systemów magazynowania i dostarczania rozpuszczalników.

Kontrole regularne

Stosowany jest plan konserwacji, w tym zapis wszystkich kontroli i czynności konserwacyjnych, obejmujący:

- wizualne sprawdzanie szczelności uszczelek, kołnierzy, zaworów, spawów, zbiorników i obwałowań;
- inspekcje przeprowadzane przez ekspertów zewnętrznych (w razie potrzeby);
- monitorowanie kluczowych urządzeń pod kątem problemów, takich jak wibracje, wycieki emisji i planowanie napraw (jak wyżej);
- programy testowe, np. próby ciśnieniowe rurociągów i zbiorników, kalibracja urządzeń pomiarowych i monitorujących;
- sprawdzenie nakrętek i śrub mocujących;
- sprawdzenie zużycia maszyn, zaworów, stanu obwałowania, przegrzewających się łożysk itp.;
- ponowna kalibracja urządzeń pomiarowych;
- dopilnowanie, aby urządzenia odprowadzające i ograniczające były w pełni sprawne, oraz:
 - suszarki lub piece były szczelne;
 - przewody były szczelne;
 - obejścia (*bypasses*) były w dobrym stanie technicznym (tzn. nie są zatkane).

Nieplanowane naprawy i konserwacje

Operatorzy procesu oraz personel utrzymania ruchu powinni identyfikować i zgłaszać wycieki, zepsute urządzenia, pęknięte rury itp., celem ich szybkiej naprawy.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Dodatkowy czas pracy personelu.

Siła napędowa wdrażania

- Mniejsza liczba przestojów.
- Pomoc w utrzymaniu jakości i wydajności.
- BHP.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w sektorze STS.

Literatura źródłowa

[\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.3. Monitorowanie

Informacje na temat monitorowania zawarte zostały w dokumencie referencyjnym dotyczącym monitorowania emisji do powietrza i wody z instalacji IED (ROM) [266. COM 2018], który zawiera wytyczne i procedury dotyczące:

- monitorowania bezpośredniego - metod i harmonogramów;
- uwzględniania emisji całkowitych, w tym monitorowania emisji niezorganizowanych i rozproszonych, parametrów zastępczych i bilansów masy;
- sposobów radzenia sobie z niepewnościami.

17.3.1. Bilans masy rozpuszczalnika

Opis

Zestawienie, co najmniej raz w roku, ilości rozpuszczalników organicznych na wejściu i wyjściu z instalacji, jak to określono w części 7 pkt 2 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.

Szczegóły techniczne

W ramach zrozumienia śladu środowiskowego/planu zarządzania instalacją, operator musi wiedzieć:

- jakiego rozpuszczalnika używa;
- jak dużo używa tego rozpuszczalnika i gdzie;
- jak dużo rozpuszczalnika jest emitowane i gdzie.

Emisje rozpuszczalników organicznych w gazach odlotowych oraz jako emisje niezorganizowane są trudniejsze do określenia niż inne emisje, np. do wody. Jednakże nie wszystkie rozpuszczalniki emitowane do wody mogą być dokładnie zmierzone, gdyż dla niektórych nie jest dostępna żadna metoda monitoringu. Emisje są określane za pomocą bilansu masy, zwanego bilansem masy rozpuszczalnika (SMB). Bilans masy rozpuszczalnika jest narzędziem służącym do uzyskania danych dotyczących ilości rozpuszczalnika na wejściu i wyjściu z procesu. Bilans masy rozpuszczalnika dostarcza informacji do planu gospodarowania rozpuszczalnikami, który obejmuje cele, obowiązki, procesy i środki kontroli. Część 7 załącznika VII do Dyrektywy IED zawiera wytyczne dotyczące tego, co jest wymagane w planie gospodarowania rozpuszczalnikami. Obejmuje zasady, które należy stosować, oraz ramy bilansu masowego.

Dla zachowania spójności i jasności stosuje się definicje ilości rozpuszczalnika na wejściu i wyjściu z procesu określone w części 7(2) załącznika VII do Dyrektywy IED:

Wkład rozpuszczalników organicznych (I):

- I1: Ilość rozpuszczalników organicznych lub ich ilość w zakupionych mieszaninach, które są stosowane jako wkład do procesu w przedziale czasu, dla którego oblicza się bilans masy.
- I2: Ilość rozpuszczalników organicznych lub ich ilość w mieszaninach odzyskanych i ponownie użytych jako wkład rozpuszczalnika do procesu. Rozpuszczalnik poddany recyklingowi liczy się za każdym razem, gdy jest używany do prowadzenia danej czynności.

Ilości rozpuszczalników organicznych na wyjściu (O):

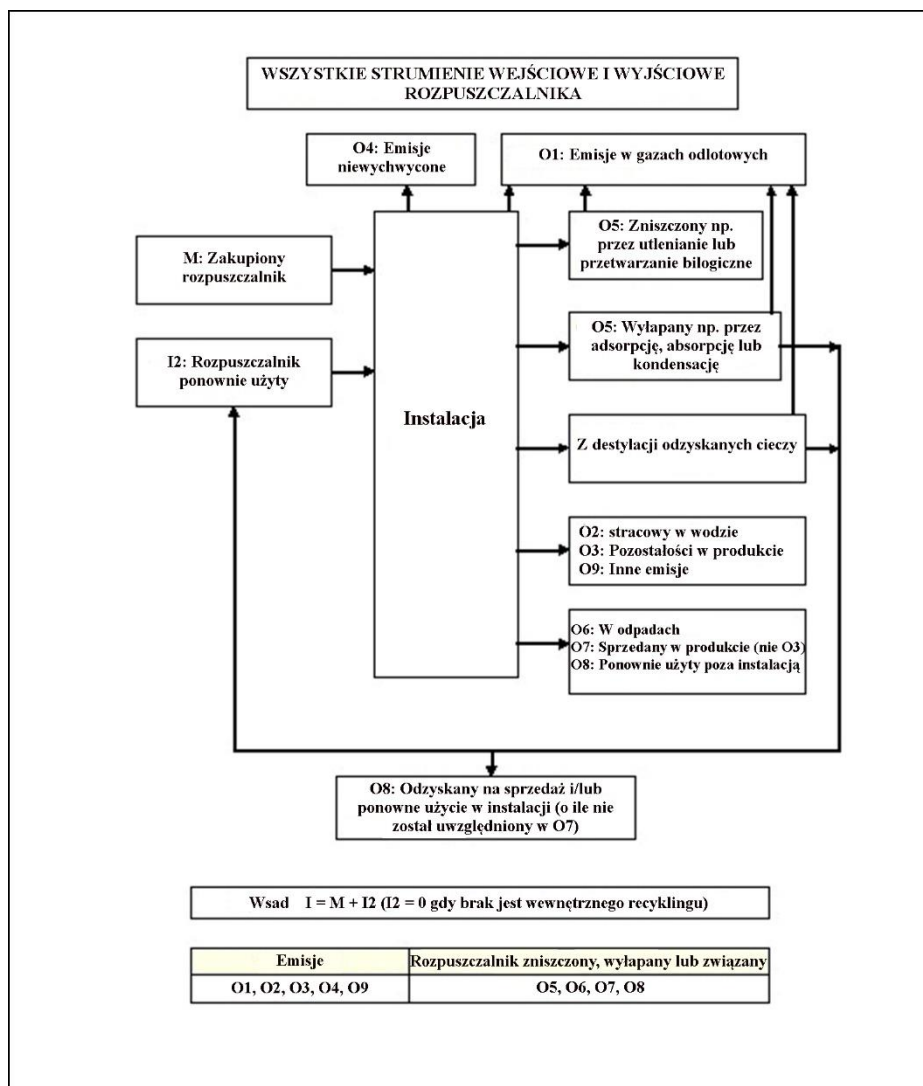
- O1: Emisje w gazach odlotowych.

- O2: Rozpuszczalniki organiczne utracone w wodzie, z uwzględnieniem oczyszczania ścieków przy obliczaniu O5.
- O3: Ilość rozpuszczalników organicznych, która pozostaje jako zanieczyszczenie lub pozostałość w produktach wychodzących z procesu.
- O4: Niewychwycone emisje rozpuszczalników organicznych do powietrza. Obejmuje to wentylację ogólną pomieszczeń, gdzie powietrze jest uwalniane do środowiska zewnętrznego przez okna, drzwi, otwory wentylacyjne i podobne otwory.
- O5: Rozpuszczalniki organiczne i/lub związki organiczne utracone w wyniku reakcji chemicznych lub fizycznych (w tym te, które zostały zniszczone przez spalanie lub inne oczyszczanie gazów odlotowych lub ścieków, lub wychwycone, o ile nie zostały zaliczone do O6, O7 lub O8).
- O6: Rozpuszczalniki organiczne zawarte w zebranych odpadach.
- O7: Rozpuszczalniki organiczne lub rozpuszczalniki organiczne zawarte w mieszaninach, które są sprzedawane lub które są przeznaczone do sprzedaży jako produkt mający wartość handlową.
- O8: Rozpuszczalniki organiczne zawarte w mieszaninach odzyskanych w celu ich ponownego użycia, ale nie jako wsad do procesu, o ile nie zostały uwzględnione w O7.
- O9: Rozpuszczalniki organiczne uwalniane w inny sposób.

Ilustracja 17.6 przedstawia wszystkie typowe opcje wejściowe i wyjściowe rozpuszczalników.

Pięć najczęstszych przypadków (przedstawionych w załączniku 21.5.1) to:

- brak redukcji „końca rury” bez wewnętrznego ponownego użycia rozpuszczalnika;
- brak redukcji „końca rury” z wewnętrznym ponownym użyciem rozpuszczalnika;
- odzyskiwanie i ponowne wykorzystanie rozpuszczalników (wewnętrznie lub zewnętrznie);
- stosuje się redukcję „końca rury”, a emisje niezorganizowane (np. ze środków czyszczących) są łatwe do bezpośredniego określenia;
- stosuje się redukcję „końca rury”, a emisje niezorganizowane nie są łatwe do określenia.



Ilustracja 17-6 Wszystkie strumienie wejściowe i wyjściowe rozpuszczalnika (przy użyciu definicji z IED).

Emisje całkowite $E = O1 + F$ (emisje niezorganizowane).

Emisje niezorganizowane (F) można obliczyć (pośrednio) jako:

$$F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

(O7 prawdopodobnie nie ma zastosowania do branż rozpatrywanych w niniejszym dokumencie).

Jeżeli emisje niezorganizowane (F) muszą być jednoznacznie określone (np. z powodu wymagań uzyskanego pozwolenia), można je określić poprzez bezpośredni pomiar wejść (I) i wyjść (O) jako:

$$F = O2 + O3 + O4 + O9$$

Wyznaczenie bilansu masy zwykle wymaga zastosowania kombinacji pomiarów bezpośrednich i obliczeń, które zostaną opracowane dla konkretnej sytuacji (zob. załączniki 21.4 i 21.5). Technika stosowana w kilku gałęziach przemysłu (np. do zastosowania w przemyśle produkującym pojazdy, zob. załącznik 21.5.1) opiera się na wykorzystaniu skuteczności wychwytywania i niszczenia systemu gazów odlotowych przy zastosowaniu następujących kroków:

- pomiar ilości wprowadzonego rozpuszczalnika ($I = I1 + I2$);

- pomiar wielkości emisji w wodzie oraz strat w postaci odpadów itp. (straty = O2, O3, O6, O7, O8, O9);
- pomiar lub obliczenie skuteczności usuwania zanieczyszczeń przez technikę ograniczania emisji;
- oszacowanie ilości rozpuszczalnika wysłanego do redukcji (I - straty);
- pomnożenie ilości rozpuszczalnika przez procentową skuteczność redukcji = emisje gazów odlotowych O1;
- określenie emisji niezorganizowanych (jak wyżej): $F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$ lub $F = O2 + O3 + O4 + O9$.

Przy stosowaniu bezpośredniej metody określania emisji niezorganizowanych nie jest konieczne obliczanie O1 w celu określenia tych emisji. Ponadto, O1 jest potrzebny przy obliczaniu emisji całkowitych.

Bilanse masy rozpuszczalników, których zadaniem jest wykazanie zgodności z przepisami lub pozwoleniami środowiskowymi, sporządzane są zazwyczaj raz w roku. Bilanse te mogą być jednak sporządzane częściej, np. co miesiąc lub co kwartał, z następujących powodów:

- Początkowo operatorzy będą musieli zaangażować zasoby w celu ustanowienia właściwego systemu gromadzenia danych oraz sporządzania i sprawdzania bilansów masy rozpuszczalników, np. w dużych przedsiębiorstwach będzie to wymagało jednego lub dwóch osobodni w miesiącu. Po ustanowieniu systemu i zidentyfikowaniu kluczowych pomiarów, można je łatwo monitorować.
- Częste bilanse rozpuszczalnika mogą być łatwiejsze do obliczenia niż bilanse roczne. Na przykład można je wprowadzić do arkusza kalkulacyjnego i/lub określić kluczowe wskaźniki do regularnego sprawdzania, takie jak zmiany w zapasach, które można uzyskać ze źródeł administracyjnych, a nie z rzeczywistej fizycznej inwentaryzacji.
- Uzyskanie bilansów masy rozpuszczalników nie zawsze jest łatwe. Firma musi się tego nauczyć. Bilanse masy rozpuszczalników muszą być wypracowane wiele razy, zanim będzie można oczekiwać poprawności ich obliczenia.
- Częste bilanse pokazują trendy umożliwiając uzyskania ostrzeżenia, z odpowiednim wyprzedzeniem, w przypadku pojawienia się problemów. Bilansowanie odkryje, gdzie limity emisji mogą zostać przekroczone, tak aby możliwe było naprawienie sytuacji na czas oraz zachowanie zgodności w momencie sporządzania bilansu masy rozpuszczalnika za cały rok.

W celu dodatkowego sprawdzenia poprawności bilansów pośrednich, bilans roczny nie powinien być zwykłą sumą wszystkich tych bilansów, ale powinien być, w miarę możliwości, uzyskany oddzielnie na podstawie danych pierwotnych. Bilans roczny można następnie porównać z sumą bilansów pośrednich w celu wykrycia ewentualnych rozbieżności.

Korzyści dla środowiska

Bilanse masy rozpuszczalników są niezbędne do oszacowania emisji niezorganizowanych, a tym samym ich kontroli. Częste bilanse wskazują wszelkie nieprawidłowości, zmniejszają zagrożenia dla środowiska oraz umożliwiają redukcję emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dane dotyczące emisji powinny być porównywalne i ważne jest, aby w całej branży stosowane były te same definicje, zwłaszcza w odniesieniu do tego, co jest klasyfikowane jako „rozpuszczalnik” do celów bilansu masy. Należy zauważyć, że Dyrektywa IED definiuje LZO

nie tylko poprzez prężność par w warunkach standardowych, ale również obejmuje wszelkie związki o odpowiedniej lotności w szczególnych warunkach użytkowania.

Przy sporządzaniu bilansu masy zwykle przyjmuje się założenia dotyczące efektywnego działania każdego systemu odprowadzania i oczyszczania gazów odlotowych. Na przykład, wentylowana przestrzeń jest taka sama jak w projekcie (tj. brak niezarejestrowanych połączeń), urządzenia takie jak wentylatory działają z wydajnością projektową itp. Objętości przepływów powietrza mogą być duże (np. w niektórych przypadkach rzędu 106 m³/h), więc błędy w tych danych mogą powodować duże pomyłki w obliczeniu wielkości emitowanych emisji (zob. załączniki 21.4 i 21.5).

Aby założenia były ważne, system wentylacyjny musi być sprawdzany i utrzymywany w dobrym stanie technicznym (zob. załącznik 21.4 i sekcja 17.2.6). Przykłady napotkanych problemów to (zob. załącznik 21.4):

- system wyciągowy nie został wykonany zgodnie z projektem lub został zmieniony bez uaktualnienia schematów;
- automatyczne regulatory ciśnienia, zawory i przepustnice nie działają zgodnie z projektem;
- systemy pracują w niewłaściwy sposób, tj. przedmuchiwanie zamiast wyciągania, przepływ w niewłaściwym kierunku itp.;
- silniki wentylatorów, paski napędowe i/lub koła pasowe mogły zostać zmienione, dając inne natężenie przepływu.

Celem wyznaczenia przepływu objętościowego należy zapoznać się z podaną na końcu literaturą źródłową oraz sekcją 17.3.5.

Należy określić dokładność wyliczonych danych źródłowych dla bilansu masy (zob. załączniki 21.4 i 21.5). Jeżeli maksymalny błąd w jakimkolwiek źródle nie ma wpływu na cel bilansu masy, nie są konieczne dalsze prace nad uściśleniem szacunków. Jeżeli jednak niedokładności są zbyt duże, aby osiągnąć cel bilansu masy (np. sprawdzić zgodność z dopuszczalnymi wielkościami emisji), należy zebrać więcej informacji, aby poprawić poziom dokładności, zob. sekcja 17.3.3. Wskazówki dotyczące tego, jak można poprawić dokładność określania emisji niezorganizowanych, podano w załączniku 21.4.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie do wszystkich gałęzi przemysłu stosujących rozpuszczalniki i jest wykorzystywana do obliczania emisji niezorganizowanych oraz całkowitych.

Bilanse masy rozpuszczalników mogą być niedokładne w złożonych sytuacjach, z dużymi odchyleniami w przypadku stosowania technik redukcji emisji (zob. wyżej „Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne”).

Wiele krajów i organizacji przemysłowych opracowało wytyczne dotyczące sposobu sporządzania bilansu masy rozpuszczalników i konstruowania planu gospodarowania rozpuszczalnikami. Jeden z nich zawiera bezpłatny arkusz kalkulacyjny pomocny przy sporządzaniu bilansu masy (w języku angielskim).

Poziom szczegółowości bilansu masy rozpuszczalnika będzie proporcjonalny do charakteru, skali i złożoności instalacji oraz zakresu wpływu, jaki może ona wywierać na środowisko, jak również do rodzaju i ilości zużytych materiałów.

Ekonomika

Redukcja kosztów poprzez optymalizację wykorzystania rozpuszczalników.

Siła napędowa wdrażania

Lepsza wiedza na temat ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu oraz ocena koniecznych działań.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [130. ADEME 2006]
[181. COM 2017] [212. TWG 2018], [266. COM 2018]

17.3.2. Wdrożenie systemu śledzenia rozpuszczalników

Opis

System śledzenia rozpuszczalników kontroluje zarówno zużyte, jak i niewykorzystane ilości rozpuszczalników (np. poprzez ważenie niewykorzystanych ilości zwróconych do magazynu z obszaru ich stosowania).

Szczegóły techniczne

Współczynnik II (ilość zakupionych rozpuszczalników/mieszanin rozpuszczalników, które są stosowane w procesach) jest wykorzystywany w bilansie masy. W praktyce trudno jest jednak ustalić ilość zużytej farby w okresie referencyjnym, ze względu na problemy z uzyskaniem następujących danych:

- Dokładnej inwentaryzacji w firmie, w której używa się tysięcy beczek, czasami przechowujących i używanych wielokrotnie, i gdzie normą są setki różnych specyfikacji farb. W celu uzyskania jak najdokładniejszego obliczenia zużytych ilości, w zależności od systemu dystrybucji surowców (np. centralny automatyczny system dystrybucji lub ręczna dostawa przy użyciu kontenerów), można stosować różne procesy, takie jak: komputerowa rejestracja ilości dostarczonych do zastosowania, ważenie beczek powracających do magazynu po użyciu itp.
- Szczegółowej informacji na temat dokładnej zawartości rozpuszczalnika i substancji stałych w zakupionych materiałach. Zazwyczaj specyfikacje techniczne materiałów (i/lub karty charakterystyki) podają zawartość suchej masy jako przedział wartości a także nie istnieje wyraźna zależność pomiędzy zawartością suchej masy objętościowo a wagowo. Ponadto metodologie pośredniego szacowania zawartości rozpuszczalnika (jako różnica w zawartości suchej masy) mogą „ucierpieć”, z powodu wpływu usuwania innych lotnych produktów ubocznych reakcji chemicznych, które zachodzą w wysokiej temperaturze i przez długi czas. Istnieją różne standardowe metody oznaczania substancji nielotnych⁴³, ale nie mogą być one stosowane we wszystkich przypadkach.

Korzyści dla środowiska

⁴³ np. ISO 3233-3:2015: Farby i lakiery. „Określanie procentowej objętości substancji nielotnych - Część 3: Określanie metodą obliczeniową na podstawie zawartości substancji nielotnych określonej zgodnie z ISO 3251, gęstości materiału powłokowego i gęstości rozpuszczalnika w materiale powłokowym” lub PN-EN 16074:2011: Farby i lakiery. „Oznaczanie zawartości substancji nielotnych i wydajności farb do powlekania metodą ciągłą”.

Możliwość lepszej kontroli emisji niezorganizowanych i całkowitych LZO poprzez dokładniejsze ustalenie bilansu masy rozpuszczalnika.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana, niezbędna do obliczenia SMB.

Ekonomika

Konieczność zaangażowania personelu.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[177. ECCA 2017] [212. TWG 2018]

17.3.3. Pełna identyfikacja i kwantyfikacja ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu

Opis

Obejmuje:

- identyfikację i dokumentację ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu (np. emisje w gazach odlotowych, emisje z każdego źródła emisji niezorganizowanych, ilość rozpuszczalnika w odpadach);
- określenie ilościowe każdej istotnej zawartości rozpuszczalnika na wejściu i wyjściu z procesu a także zapis zastosowanej metodologii (np. pomiar, obliczenie przy użyciu współczynników emisji, oszacowanie na podstawie parametrów operacyjnych);
- identyfikację głównych źródeł niepewności kwantyfikacji oraz wdrożenie działań korygujących celem zmniejszenia tej niepewności
- regularną aktualizację danych wejściowych i wyjściowych rozpuszczalnika.

Charakterystyka i ilościowe określenie odnośnych wsadów oraz wyjściowych wartości rozpuszczalników jest dokonywana przez osobę/osoby posiadające wystarczającą wiedzę fachową w zakresie zestawiania bilansu masy rozpuszczalników, w zależności od złożoności procesów, źródeł emisji, stosowanych technik redukcji emisji oraz innych warunków wpływających na dokładność.

Po analizie niedokładności zastosowanej metodologii następuje ocena, czy niedokładności te są do przyjęcia, co oznacza, że nie mają one wpływu na decyzję, czy instalacja spełnia wymagane dla niej dopuszczalne wielkości emisji, czy też nie. Jeżeli niedokładności są nie do przyjęcia, należy zebrać więcej informacji celem poprawy poziomu dokładności (np. zastosowanie współczynników emisji lub bezpośredni pomiar emisji niezorganizowanych w miejsce odejmowania zniszczonych lub wychwyconych emisji od ilości rozpuszczalnika na wejściu).

Szczegóły techniczne

Należy określić dokładność obliczonych wielkości źródłowych dla bilansu masy (zob. załączniki 21.4 i 21.5). Typowe źródła niedokładności obejmują następujące elementy:

Szacunki: Niedokładność jest często wynikiem dokonywania szacunków zamiast stosowania wartości zmierzonych. Przykładowo, może to dotyczyć zawartości rozpuszczalnika w odpadach lub ilości rozpuszczalnika poddanego recyklingowi w zakładzie.

Pomiar: Niedokładność występuje również jako wynik pojedynczego pomiaru lub ograniczonej liczby pomiarów, które są ekstrapolowane i wykorzystywane do określenia rocznych emisji lub rocznego zużycia. Może to mieć miejsce w przypadku, gdy stężenie rozpuszczalnika w emisji z kominą jest wykorzystywane do obliczenia rocznej emisji w gazach odlotowych.

Obliczenia: Niedokładność pojawia się również wtedy, gdy dwie liczby, które same w sobie są mniej więcej równe i dokładne, zostaną odjęte jedna od drugiej. Niewielka różnica między tymi dwiema liczbami zawiera sumę możliwych błędów występujących w pierwotnych dwóch liczbach. Niedokładność może być tego samego rzędu wielkości, co wynik obliczenia.

Jeżeli maksymalny błąd jakiegokolwiek źródła nie ma wpływu na cel bilansu masy, nie ma potrzeby prowadzenia dalszych działań celem zwiększenia dokładności obliczeń. Jeżeli jednak niedokładności są zbyt duże, aby osiągnąć cel bilansu masy (np. sprawdzić zgodność z dopuszczalnymi wielkościami emisji), należy zebrać więcej informacji tak, aby zwiększyć poziom dokładności. Szybkim sposobem oceny, czy potrzebna jest szczegółowa analiza źródeł emisji, jest początkowe przyjęcie podejścia opartego na najgorszym scenariuszu, w którym szacuje się najwyższy możliwy poziom emisji niezorganizowanych, uwzględniając niedokładności pomiarów oraz obliczeń.

Wybór odpowiedniej metody zależy od rodzaju i wielkości instalacji. Istnieją różne opcje poprawy kwantyfikacji źródeł emisji niezorganizowanej, takie jak pomiar bezpośredni. Przykładem jest zastosowanie kombinacji próbników pasywnych oraz charakterystyk przepływu źródeł emisji niezorganizowanej w przypadku zamkniętego (hermetycznego) miejsca pracy. Wytyczne dotyczące sposobu, w jaki można poprawić dokładność określania emisji niezorganizowanych, podano w załączniku 21.4.

Korzyści dla środowiska

Dokładna identyfikacja, charakterystyka i kwantyfikacja odnośnych danych rozpuszczalnika na wejściu i wyjściu umożliwia lepsze określenie i kontrolę emisji (niezorganizowanych). W ten sposób umożliwia się redukcję rzeczywistych emisji rozpuszczalników.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma ogólne zastosowanie. Wymagany poziom szczegółowości scharakteryzowania oraz kwantyfikacji zależy od złożoności instalacji i możliwości osiągnięcia celu bilansu masowego (np. sprawdzenia zgodności z dopuszczalnymi wielkościami emisji).

Ekonomika

Koszty są uzależnione od wymaganej dokładności pobierania próbek i ich analizy. Dobre scharakteryzowanie oraz ilościowe określenie ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu może umożliwić ukierunkowaną, skuteczną redukcję emisji, zmniejszając ryzyko kosztów związanych z nadmiernym, nieefektywnym wykorzystaniem zasobów itp.

Sila napędowa wdrażania

Lepsza wiedza na temat emisji/wartości na wyjściu oraz ocena koniecznych działań.

Przykładowe zakłady

Technika stosowana we wszystkich zakładach STS w Europie; przykład częstego monitorowania SMB to zakład #146 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[181. COM 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.3.4. Monitorowanie zmian, które mogą wpływać na niepewność danych dotyczących bilansu masy rozpuszczalnika

Opis

Odnotowanie każdej zmiany, która mogłaby wpłynąć na niepewność zestawu danych dotyczących bilansu masy rozpuszczalnika, np.:

- niesprawności systemu oczyszczania gazów odlotowych: rejestruje się datę i czas trwania;
- zmiany, które mogą mieć wpływ na natężenie przepływu powietrza/gazu, np. wymiana wentylatorów, kół pasowych napędu, silników; data i rodzaj zmiany muszą zostać zarejestrowane.

Szczegóły techniczne

Wydajność systemu oczyszczania gazów odlotowych może być monitorowana poprzez pomiary ciśnienia i temperatury w określonych punktach, a mianowicie na wlocie gazów odlotowych i na ich wylocie. Wyniki powinny być zapisywane oraz sprawdzane.

System monitorowania może wysyłać automatyczne alarmy w przypadku wystąpienia ciśnienia i/lub temperatury wykraczającej poza poziom tolerancji.

Korzyści dla środowiska

Zwiększona dokładność obliczeń bilansu masy rozpuszczalnika.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Zaangażowanie personelu.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[212. TWG 2018\]](#)

17.3.5. Monitorowanie emisji w gazach odlotowych

Opis

Regularne monitorowanie emisji w gazach odlotowych.

Szczegóły techniczne

Monitorowanie odpowiednich parametrów może być realizowane poprzez pomiary online (które ułatwiają szybką interwencję i kontrolę) lub wyniki analityczne uzyskane z próbek powietrza.

Parametry, które mają być monitorowane, oraz częstotliwość monitorowania zależą od charakterystyki procesów i wykorzystywanych materiałów oraz technik redukcji emisji stosowanych w danym zakładzie STS (zob. również sekcje dotyczące emisji w poszczególnych sektorach). Monitorowanie emisji LZO w gazach odlotowych przyczynia się również do opracowania bilansu masy rozpuszczalników (określenie parametrów emisji O1 i O5).

Monitorowanie emisji prowadzi się zgodnie z normami EN lub, jeżeli normy EN nie są dostępne, zgodnie z normami ISO, normami krajowymi lub innymi normami międzynarodowymi, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują kontrolę emisji w gazach odlotowych, utrzymanie właściwego działania urządzeń oczyszczających gazy odlotowe oraz wykrywanie nieplanowanych uwolnień. Ponadto technika ta przyczynia się do zwiększenia dokładności danych bilansu masy rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wyniki te (o ile są dostępne) zostały wyszczególnione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności osobno (Rozdziały 2 do 15).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebne są określone urządzenia, materiały pomocnicze oraz energia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana we wszystkich zakładach STS, w których występują emisje kierowane do powietrza.

Ekonomia

Koszty związane z monitorowaniem gazów odlotowych odnoszą się do personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek oraz pomiarów.

Siła napędowa wdrażania

Regulacje prawne dotyczące zanieczyszczenia powietrza.

Przykładowe zakłady

Zobacz przykłady w rozdziałach od 2 do 15.

Literatura źródłowa

[\[266. COM 2018\]](#)

17.3.6. Monitorowanie emisji do wody

Opis

Regularne monitorowanie emisji do wody.

Szczegóły techniczne

Monitorowanie odpowiednich parametrów może być realizowane poprzez pomiary online (które ułatwiają szybką interwencję oraz kontrolowanie oczyszczalni ścieków) lub wyniki analityczne uzyskane z próbek ścieków. Parametry, które należy monitorować oraz częstotliwość monitoringu zależą od działalności prowadzonych w oczyszczalni ścieków oraz od przeznaczenia oczyszczonych ścieków (bezpośredni zrzut lub dalsze oczyszczanie w oczyszczalni przemysłowej lub komunalnej).

Monitorowane parametry znajdują się w odpowiednich sekcjach dotyczących emisji i obejmują: TSS, ChZT, OWO, Zn, Ni, Cr_{total}, Cr(VI), indeks fenolowy, AOX, fluorki i fosforany jako P.

Monitorowanie emisji prowadzi się zgodnie z normami EN lub, jeżeli normy EN nie są dostępne, zgodnie z normami ISO, normami krajowymi lub innymi normami międzynarodowymi, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Korzyści dla środowiska

Monitorowanie ścieków z oczyszczalni pomaga utrzymać prawidłowe działanie oczyszczalni, wykrywa przypadkowe uwolnienia, a tym samym zapobiega wszelkim możliwym niekorzystnym wpływom na środowisko pochodzącym z odprowadzania ścieków.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wyniki te (o ile są dostępne) zostały wyszczególnione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności osobno (Rozdziały 2 do 15).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu wymagane są określone urządzenia, materiały pomocnicze i energia. Pomiar ChZT opiera się na wykorzystaniu bardzo toksycznych związków (np. rtęci i chromianu).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana we wszystkich zakładach STS, w których występują emisje kierowane do wody.

Ekonomika

Koszty związane z monitorowaniem emisji do wody odnoszą się do personelu i sprzętu używanego do pobierania próbek oraz pomiarów.

Siła napędowa wdrażania

Regulacje prawne dotyczące zanieczyszczenia wody.

Przykładowe zakłady

Zobacz przykłady w rozdziałach od 2 do 15.

Literatura źródłowa

[\[23. COM 2006\]](#), [\[31. COM 2016\]](#), [\[266. COM 2018\]](#)

17.4. Zużycie wody i wytwarzanie ścieków

Więcej informacji na temat opisu procesów stosowanych w gospodarowaniu wodą można znaleźć w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

17.4.1. Plan gospodarowania wodą i kontrole jakości wody

Opis

Plan gospodarowania wodą i kontrole jakości wody są częścią systemu zarządzania środowiskowego (EMS) i obejmują:

- diagramy przepływu i bilans masy wody w zakładzie;
- ustanowienie celów w zakresie oszczędnego gospodarowania wodą;
- wdrożenie technik optymalizacji zużycia wody (np. kontrola wykorzystania wody, recykling, wykrywanie i naprawa wycieków).

Kontrole jakości wody przeprowadza się co najmniej raz w roku celem zwiększenia wiarygodności prowadzonych działań oraz zagwarantowania, że zadania planu gospodarowania wodą są realizowane.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia wody i odprowadzania ścieków.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak raportów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Poziom szczegółowości i charakter planu gospodarowania wodą i kontroli jakości wody będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością zakładu. Może nie mieć zastosowania, jeżeli działalność w instalacji STS prowadzona jest w ramach większego zakładu, pod warunkiem że plan gospodarowania wodami i kontrole jakości wody większego zakładu w wystarczającym stopniu obejmują działalność w zakresie STS.

Ekonomia

- Czas pracy personelu.
- Koszt wszelkich dodatkowych wymaganych pomiarów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Redukcja kosztów w zależności od cen i dostępności wody.

Przykładowe zakłady

Zakład #114 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#)

17.4.2. Optymalizacja zużycia i odprowadzania wody

Opis

Zużycie wody oraz odprowadzanie ścieków są optymalizowane poprzez kontrolę przepływu i jakości wody, np. wody płuczającej i procesowej. Może to również pomóc w ponownym wykorzystaniu i recyklingu wody.

Szczegóły techniczne

Zużycie wody i zrzut mogą być optymalizowane w celu spełnienia wymogów jakościowych, np. poprzez analizę porównawczą, obliczenia, analizę chemiczną lub fizyczno-chemiczną (która może być przeprowadzana online lub ręcznie). Następnie przepływ wody jest kontrolowany przez upoważnioną osobę przy użyciu różnych technik, takich jak stosowanie zaworów blokujących lub monitorowanie kluczowych parametrów, np. czasowe lub stałe mierzenie przepływających objętości. Przykładowo, w przypadku płukania, przewodność w ostatnim etapie płukania wody jest związana z maksymalnym dopuszczalnym ładunkiem zanieczyszczeń, które mogą mieć wpływ na dalsze procesy obróbki powierzchni. Monitorowanie odpływu z płukania za pomocą pomiarów przewodności może zmniejszyć ilość zużywanej wody, ponieważ pomaga kontrolować objętość wymaganej wody uzupełniającej.

Określenie jakości różnych wód procesowych dostarcza informacji dla ponownego wykorzystania i recyklingu wody, bezpośrednio lub po odpowiednim jej uzdatnieniu.

Korzyści dla środowiska

Zużycie wody i odpady związane z wodą płuczającą zostaną zredukowane, a okres użytkowania do obróbki chemicznej substancji, np. w wannach, wydłużony.

Zmniejszy się ilość ścieków.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zmniejszenie zużycia wody może skutkować wyższymi stężeniami w zrzutach, takimi jak emisje BZT i ChZT oraz potencjalnym większym obciążeniem oczyszczalni ścieków.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Urządzenia do pomiaru przewodności oraz inne urządzenia do monitorowania online muszą być solidne w obsłudze i łatwe w konserwacji.

W odniesieniu do powlekania metodą ciągłą, przewodność dopuszczalna dla ostatniego etapu płukania wodą zależy od późniejszego procesu, ale ogólnie wynosi od 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ do 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (w temperaturze 20 °C). Pomiar musi być kompensowany temperaturą.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Uważa się, że jest to standardowy proces, w którym stosowane są techniki oparte na wodzie, np. czyszczenie środkami na bazie wody, kąpiele służące obróbce/przetwarzaniu, powłoki lub płuczki gazowe mokre.

Technika ta jest szeroko stosowana w przemyśle powlekania metodą ciągłą oraz w przemyśle powlekania pojazdów.

Ekonomika

Urządzenia do pomiaru przepływu charakteryzują się niskimi kosztami inwestycyjnymi. Oszczędności uzyskuje się dzięki zmniejszeniu zużycia wody i ilości wytwarzanych odpadów.

Siła napędowa wdrażania

Względy ekonomiczne oraz ogólna stabilność procesu.

Literatura źródłowa

[22. ECCA 2004] [23. COM 2006] [31. COM 2016]

17.4.3. Płukanie odwróconą kaskadą

Opis

Płukanie wieloetapowe, w którym woda przepływa w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu elementów/podłoża. Pozwala to na uzyskanie wysokiej jakości płukania przy niskim zużyciu wody.

Technika ta i techniki pokrewne zostały opisane w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Techniki używa się tam, gdzie stosowane są procesy płukania.

17.4.4. Ponowne wykorzystanie i/lub recykling wody

Opis

Strumienie wody (np. zużyta woda płuczająca, ścieki z płuczki gazowej mokrej) są ponownie wykorzystywane i/lub poddawane recyklingowi, w razie potrzeby po oczyszczeniu, z wykorzystaniem technik takich jak wymiana jonowa lub filtracja. Stopień ponownego użycia wody i/lub recyklingu jest ograniczony przez bilans wodny zakładu, zawartość zanieczyszczeń i/lub charakterystykę strumieni wody.

Oszczędności w zużyciu wody uzyskuje się w połączeniu z redukcją ilości ścieków do oczyszczenia, co zmniejsza koszty inwestycyjne związane z oczyszczaniem ścieków, zużyciem energii i środków chemicznych. Należy jednak wziąć pod uwagę koszt urządzeń do regeneracji oraz koszty bieżące. Technika ta i związane z nią technologie niezbędne do osiągnięcia tego celu zostały opisane w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Systemy z zamkniętym obiegiem mogą być stosowane w systemach takich jak wieże chłodnicze lub wymienniki ciepła, zmniejszając ilość wody używanej w linii technologicznej. W przypadku stosowania wież chłodniczych należy wdrożyć specjalne przepisy dotyczące kontroli legionelli, ponieważ wieże chłodnicze są uważane za jedno z największych i najczęstszych źródeł ognisk chorób wywoływanych przez legionellę (legionelloza)⁴⁴.

17.4.4.1. Recykling wody z płuczki gazowej mokrej/venturiego

Opis

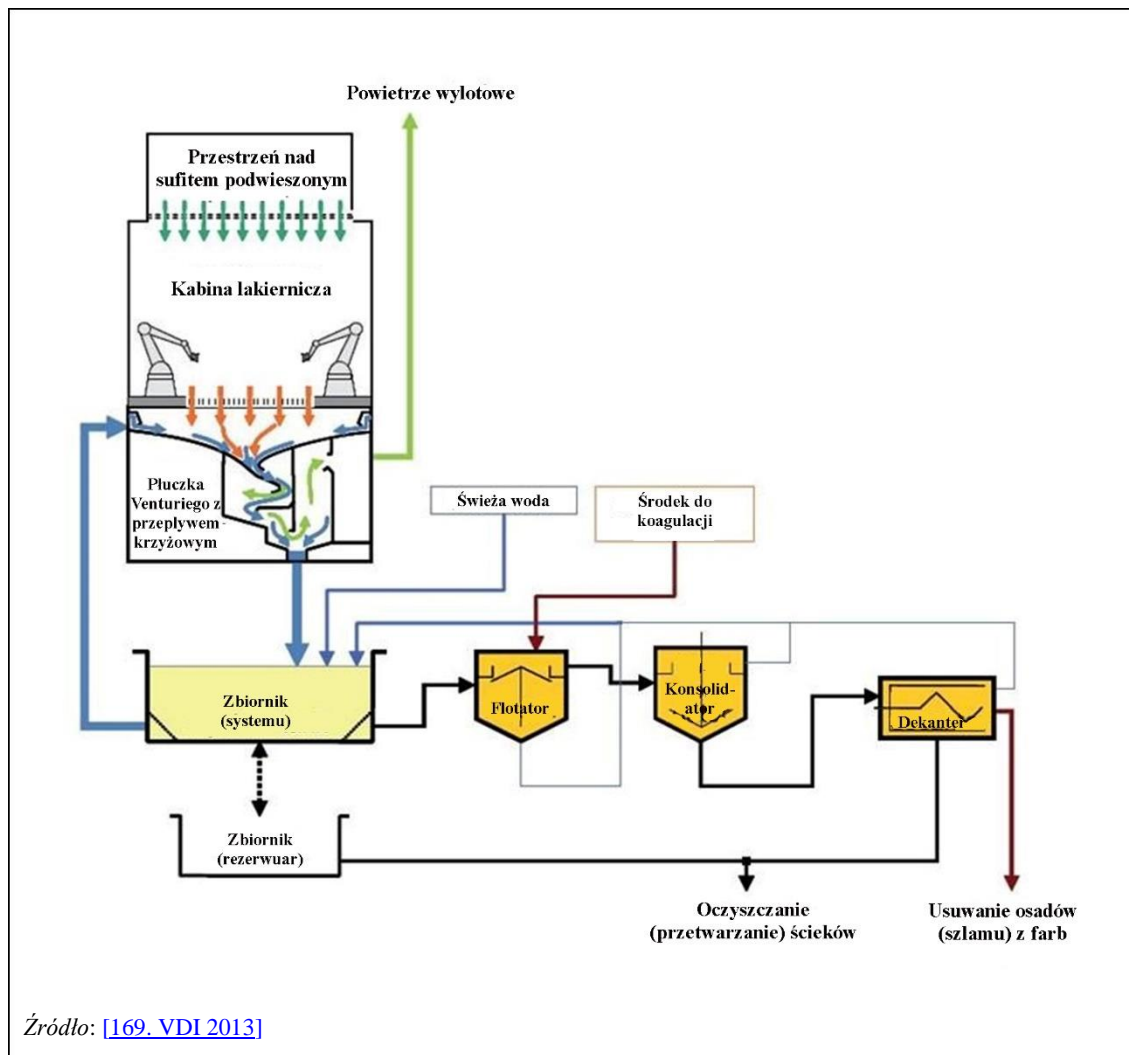
Ścieki z płuczek gazowych mokrych/venturiego są oczyszczane w sposób ciągły. Cząsteczki farby są koagulowane i flokulowane, a powstały osad jest usuwany na bieżąco, co pozwala na ponowne wykorzystanie wody.

Szczegóły techniczne

Ze względu na duże natężenie przepływu, koagulacja osadów farby pochodzących ze ścieków z płuczek Venturiego jest zwykle przeprowadzana w sposób ciągły. Cząsteczki farby są koagulowane przy użyciu polimerów organicznych, a następnie poddawane flokulacji przy użyciu soli żelaza i mleka wapiennego (wody wapiennej) lub bentonitu. Koagulowany osad z

⁴⁴ García-Fulgueiras, Ana; Navarro, Carmen; Fenoll, Daniel; i in. (Sierpień 2003). „Legioniści” Epidemia choroby wśród legionistów w Murcji, Hiszpania. Pojawiające się choroby zakaźne. (*‘Legionnaires’ Disease Outbreak in Murcia, Spain. Emerging Infectious Diseases.*) 9 (8): 915-921. DOI:10.3201/eid0908.030337. Ponownie opracowana 16 czerwca 2017 r.

farby jest usuwany w sposób ciągły poprzez sedimentację lub flotację, co pozwala na ponowne wykorzystanie wody w systemie płuczek. Cienka warstwa powstałego szlamu jest zwykle odwadniana za pomocą wirówek dekantacyjnych, a po zagęszczeniu usuwana jako odpad.



Ilustracja 17-7 Uproszczony schemat procesu recyklingu wody z kabiny lakierniczej z koagulacją osadu farby.

Korzyści dla środowiska

- Znaczne zmniejszenie zużycia wody.
- Ilość odpadów zostaje zredukowana poprzez zagęszczanie szlamu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana w systemach płuczek gazowych mokrych/venturiego używanych do wychwytywania mgły lakierniczej.

Siła napędowa wdrażania

Oszczędności na kosztach zużycia wody.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. W szczególności wykorzystywana jest w przemyśle powlekania pojazdów i pociągów.

Literatura źródłowa

[\[169. VDI 2013\]](#)

17.4.4.2. Odzysk poprzez wymianę jonową

Opis

Wymiana jonowa polega na usuwaniu niepożądanych lub niebezpiecznych składników jonowych ze ścieków i zastępowaniu ich jonami H⁺ i OH⁻ z żywicy jonowymiennej. Technika ta i związane z nią techniki niezbędne do osiągnięcia tego celu zostały opisane w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do zanieczyszczeń jonowych w strumieniach wodnych.

17.4.4.3. Separator magnetyczny

Opis

Materiał magnetyczny jest wydobywany z wody przy użyciu pola magnetycznego. Zob. również sekcja 17.11.1.3.

17.4.4.4. Filtracja (ultra- i nanofiltracja oraz odwrócona osmoza)

Zob. sekcja 17.11.4.3.

17.5. Zarządzanie energią i efektywność energetyczna

17.5.1. Plan efektywności energetycznej

Opis

Plan efektywności energetycznej (nazywany również planem na rzecz efektywności energetycznej) jest częścią systemu zarządzania środowiskowego (EMS, zob. sekcja 17.1.1) i obejmuje określenie i obliczenie konkretnego zużycia energii przez daną działalność, ustalenie kluczowych wskaźników efektywności w skali rocznej (np. MWh/t produktu) oraz zaplanowanie celów poprawy i związanych z nimi działań. Plan jest dostosowany do specyfiki zakładu pod względem przeprowadzanych procesów, materiałów, produktów, itp.

Plan efektywności energetycznej zawiera zestaw środków organizacyjnych i technicznych mających na celu efektywne wykorzystanie energii. Jest on częścią systemu zarządzania energią i jest ściśle powiązany z systemem zarządzania środowiskowego (EMS).

Szczegóły techniczne

Obszerne informacje na temat efektywności energetycznej można znaleźć w dokumencie ENE BREF [109. COM 2009]. Niektóre techniki mające zastosowanie w zwiększeniu efektywności energetycznej działań branży STS to:

- a. Ocena kosztów i korzyści różnych opcji energetycznych.
- b. Monitorowanie przepływów energii (zużycie i wytwarzanie według źródeł) oraz identyfikacja obszarów, w których należy dokonać redukcji.
- c. Określenie i obliczenie określonego zużycia energii w ramach danej działalności (lub działań) oraz ustalenie kluczowych wskaźników efektywności w ujęciu rocznym (np. MWh/tonę produktu lub tonę zużytego rozpuszczalnika). Na przykład w oparciu o zużycie energii pierwotnej na produkty lub wsad surowców, które najbardziej odpowiadają głównemu celowi lub zdolności produkcyjnej zakładu.
- d. Przeprowadzenie analizy energetycznej w celu zidentyfikowania możliwości dalszych oszczędności energii.
- e. Wykorzystanie skojarzonej gospodarki energetycznej czyli kogeneracji (CHP).
- f. Zastosowanie środków operacyjnych, konserwacyjnych i porządkowych w najbardziej zużywających energię częściach instalacji, takich jak:
 - klimatyzacja, schładzanie procesów i systemy chłodzenia (nieszczelności, uszczelnienia, kontrola temperatury, konserwacja parownika/skraplacza);
 - praca silników i napędów (np. stosowanie wysokowydajnych silników);
 - systemy sprężonego gazu (nieszczelności, procedury użycia);
 - systemy dystrybucji pary (przecieki, odwadniacze, pochłaniacze, izolacja);
 - systemy ogrzewania pomieszczeń i ciepłej wody użytkowej;
 - systemy smarowania celem uniknięcia wysokich strat spowodowanych tarciem (np. smarowanie mgłą olejową);
 - konserwacja kotła, np. likwidacja nadmiaru powietrza;
 - inne prace konserwacyjne związane z działalnością prowadzoną w instalacji;
 - regularna aktualizacja wymagań sprzętowych.

- g. Stosowanie technik, które zmniejszają zużycie energii, a tym samym redukują zarówno emisje bezpośrednie (ciepło i emisje generowane na miejscu), jak i pośrednie (emisje z elektrowni zewnętrznej). Na przykład:
- izolacja budynków;
 - stosowanie na terenie instalacji oświetlenia energooszczędnego;
 - przeglądy i konserwacja używanych na terenie instalacji pojazdów;
 - zaplanowanie obiektów instalacji tak, aby zmniejszyć dystanse pompowania surowców;
 - optymalizacja fazowa silników elektronicznych;
 - odzysk ciepła;
 - wyłączanie sprzętu, o ile jest to bezpieczne, gdy nie jest on używany;
 - minimalizacja ruchu pojazdów na terenie instalacji oraz wyłączanie ich, gdy nie są używane.
- h. Stosowanie zwykłych, tanich, fizycznych technik celem uniknięcia rażących nieefektywności, w tym instalacja prostych elementów izolacyjnych (na przykład uszczelki i samozamykające się drzwi) oraz unikanie niepotrzebnych zrzutów ogrzanej wody lub powietrza (na przykład poprzez montaż prostych systemów kontrolnych).
- i. Stosowanie technik efektywności energetycznej podczas budowy.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zużycia energii i związanych z tym emisji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Poziom szczegółowości i charakter planu efektywności energetycznej będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz wykorzystywanymi rodzajami energii. Może on nie mieć zastosowania w przypadku, gdy działalność instalacji STS prowadzona jest w ramach większej instalacji, pod warunkiem że plan efektywności energetycznej większej instalacji w wystarczającym stopniu obejmuje działalność STS.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[109. COM 2009\]](#)

17.5.2. Rejestr bilansu energetycznego

Opis

Rejestr (zapis) bilansu energetycznego dostarcza informacji na temat podziału zużycia i wytwarzania energii (w tym jej eksportu) według rodzaju źródła (np. energia elektryczna, paliwa kopalne, energia odnawialna, importowane ciepło lub chłodzenie). Obejmuje on:

- (i) określenie limitów energetycznych dla działalności STS;
- (ii) informacje na temat zużycia energii w przeliczeniu na energię dostarczoną;
- (iii) informacje na temat energii eksportowanej z zakładu;

- (iv) informacje o przepływie energii (np. diagramy Sankeya lub bilanse energetyczne) pokazujące, w jaki sposób energia jest wykorzystywana w całym procesie prowadzonym w instalacji.

Rejestr bilansu energetycznego jest dostosowany do specyfiki zakładu pod względem przeprowadzanych procesów, materiałów itp.

Monitorowanie i pomiary stanowią zasadniczą część kontroli w systemie „planuj-wykonaj-sprawdź-działaj”, jak np. w przypadku zarządzania energią (zob. również dokument ENE BREF [109. COM 2009]). Jest to także element skutecznej kontroli procesów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Poziom szczegółowości i charakter zapisu bilansu energetycznego będzie zasadniczo związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz wykorzystywanymi rodzajami energii. Może nie mieć zastosowania, jeżeli działalność bieżąca jest prowadzona w ramach większego obiektu, pod warunkiem że zapis bilansu energetycznego większego obiektu w wystarczającym stopniu obejmuje działalność bieżącą instalacji.

Literatura źródłowa

[109. COM 2009]

17.5.3. Izolacja termiczna zbiorników i kadzi zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze oraz systemów spalania i wytwarzania pary

Opis

Można to osiągnąć np. poprzez:

- stosowanie zbiorników dwupłaszczowych;
- stosowanie zbiorników wstępnie izolowanych;
- stosowanie izolacji w urządzeniach do spalania, przewodach parowych i przewodach zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze.

Więcej informacji można znaleźć w dokumencie ENE BREF [109. COM 2009].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

17.5.4. Odzysk ciepła poprzez kogenerację - CHP (skojarzoną gospodarkę energetyczną) lub trójgenerację - CCHP (skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu)

Opis

Odzysk ciepła (głównie z systemu parowego) używanego do produkcji gorącej wody/pary, które może być ponownie wykorzystane w procesach/aktywnościach przemysłowych. CCHP to system kogeneracyjny z chłodziarką absorpcyjną, który wykorzystuje ciepło niskiej jakości do produkcji wody lodowej. Nazywa się go również trójgeneracją.

Więcej informacji można znaleźć w dokumencie ENE BREF [109. COM 2009].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona przez układ instalacji, charakterystykę strumieni gorącego gazu (np. natężenie przepływu, temperatura) lub brak odpowiedniego zapotrzebowania na ciepło.

17.5.5. Odzysk ciepła z gorących strumieni gazowych

Opis

Odzyskiwanie energii ze strumieni gorących gazów (np. z suszarek lub stref chłodzenia), poprzez ich recyrkulację jako powietrze procesowe, za pomocą wymienników ciepła, w ramach prowadzonego procesu lub poza nim.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona przez układ instalacji, charakterystykę strumieni gorącego gazu (np. natężenie przepływu, temperatura) lub brak odpowiedniego zapotrzebowania na ciepło.

17.5.6. Utrzymywanie temperatury utleniacza podczas okresów wyłączenia

Opis

Temperatura wewnątrz komór utleniacza jest utrzymywana na tym samym poziomie podczas okresów przestoju w produkcji (np. w weekendy).

Przykładowe zakłady

Zakład #121 w [\[155. TWG 2016\]](#).

17.5.7. Regulacja przepływu powietrza procesowego i gazów odlotowych

Opis

Regulacja przepływu powietrza procesowego i gazów odlotowych w zależności od potrzeb. Obejmuje to zmniejszenie wentylacji podczas pracy jałowej lub konserwacji. Zob. również sekcję 17.10.3.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

17.5.8. Recyrkulacja gazów odlotowych kabiny lakierniczej

Opis

Wychwytywanie i recyrkulacja gazów odlotowych z kabiny lakierniczej w połączeniu z skuteczną separacją mgły lakierniczej. Zużycie energii jest mniejsze niż w przypadku zastosowania świeżego powietrza.

Szczegóły techniczne

Gazy odlotowe z kabiny lakierniczej, zwykle w połączeniu z separacją na sucho mgły lakierniczej, są wychwytywane i recyrkulowane. W niektórych przypadkach recyrkulacja gazów odlotowych z osuszaniem powietrza była montowana w istniejących instalacjach w połączeniu z separacją mgły lakierniczej na mokro. Zob. również sekcję 17.10.3.2.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowanie techniki może być ograniczone ze względu na wymagania BHP.

17.5.9. Z optymalizowana cyrkulacja ciepłego powietrza w wielkogabarytowej kabinie utwardzającej przy użyciu turbulizatora

Opis

Powietrze jest wdmuchiwane do jednej części kabiny utwardzającej i rozprowadzane za pomocą turbulizatora przekształcającego laminarny strumień powietrza w pożądany strumień turbulentny.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia energii podczas utwardzania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika dotyczy tylko sektorów powlekania natryskowego.

Przykładowe zakłady

Zakład #078 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#)

17.5.10. Prawidłowe zwymiarowanie systemu odprowadzania gazów odlotowych oraz systemu ograniczania emisji

Opis

Wymiarowanie instalacji odprowadzającej podczas jej projektowania oraz wybór techniki ograniczania emisji powinny uwzględniać:

- rodzaj oczekiwanej emisji (ciągła/nieciągła);
- zawartość energii w gazach odlotowych oraz wpływ zużycia energii poniżej warunków autotermicznych;
- koszty i korzyści, pod względem zużycia energii, związane z przetwarzaniem emisji o niskim stężeniu LZO.

Zob. również sekcję 17.10.1.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Uznaje się ją za standardową przy projektowaniu zakładu lub w przypadku większych modernizacji.

17.5.11. Optymalizacja procesów odprowadzania i oczyszczania gazów odlotowych

Opis

Zob. również sekcję 17.10.1.

Optymalizacja procesów odprowadzania i oczyszczania gazów odlotowych bazuje na:

- ilości powietrza, która ma być odprowadzana;
- rodzaju i prawdopodobnym poziomie rozpuszczalników;

- rodzaju obróbki oraz jej kosztach i korzyściach, a także oddziaływaniu na procesy i środowisko (np. zużycie materiałów, energii);
- liczbie godzin eksploatacji w ciągu roku.

17.6. Gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie)

17.6.1. Stosowanie surowców o niskim oddziaływaniu na środowisko

Opis

Systematyczna ocena niekorzystnego wpływu na środowisko zastosowanych surowców (w szczególności substancji CMR i substancji wzbudzających szczególnie duże obawy) oraz zastępowanie ich innymi, nie wywierającymi wpływu na środowisko i zdrowie lub wywierającymi go w mniejszym stopniu, jeżeli jest to możliwe, biorąc pod uwagę wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.

Bardzo skuteczną techniką jest zastępowanie substancji LZO o wysokiej lotności innymi, zawierającymi związki organiczne, które nie są LZO lub są LZO o niższej lotności (np. estry). Zob. również sekcja 17.7.2.

Szczegóły techniczne

Obróbka powierzchni przy użyciu rozpuszczalników wykorzystuje szeroki zakres chemikaliów w wielu różnych procesach. W Dyrektywie IED jednym z kryteriów określania BAT jest stosowanie mniej niebezpiecznych substancji (Załącznik III (2)).

Stosowanie mniej szkodliwych substancji (zastępowanie) można osiągnąć na jeden z trzech sposobów:

1. Bezpośrednie zastąpienie jednej substancji inną, mniej niebezpieczną. Jest to zwykle ograniczone do prostszych systemów, na przykład zastąpienie środków czyszczących o niskiej temperaturze zapłonu środkami o wysokiej temperaturze zapłonu (zob. sekcja 17.9.5).
2. Zastąpienie stosowanych procesów chemicznych lub technik przez inne, wykorzystujące mniej niebezpieczne substancje. Rozwiązanie to jest używane, gdy nie ma możliwości bezpośredniego zastąpienia jakiejś substancji. Różne chemikalia stosowane w procesach powlekania umożliwiają obróbkę o innych właściwościach, nawet w przypadku tych samych materiałów. Przykłady można znaleźć w tabeli 17.4. Jest to główny sposób zastępowania substancji szkodliwych w tym sektorze i został omówiony w odpowiednich rozdziałach dotyczących działalności i branży.
3. Wyeliminowanie procesu obróbki powierzchni w instalacji i stosowanie w produkcji, przykładowo, materiałów wstępnie powleczonych (np. w produkcji sprzętu AGD lub paneli budowlanych). Można wykazać, że tego rodzaju substytucja jest korzystna dla środowiska (np. na podstawie badań cyklu życia) i powinna być rozważana przez operatora dla osiągnięcia różnych celów, w tym zmniejszenia emisji LZO. Jednak Dyrektywa IED odnosi się do instalacji i stosowanych działań. Ten rodzaj substytucji (w efekcie zaprzestanie procesu w instalacji) nie jest zatem techniką, która może być brana pod uwagę przy określaniu BAT i nie jest dalej omawiana w niniejszym dokumencie.

Tabela 17-4 Przykłady substytutów dla substancji na bazie rozpuszczalników stosowanych w sektorze STS.

Powłoki o niskiej zawartości rozpuszczalnika	Wysoka zawartość cząstek stałych
	Dwuskładnikowe (reagujące chemicznie)
	Na bazie wody
	Zawiesina proszkowa

Powłoki bezzropuszczalnikowe	Topiące się w wysokiej temperaturze
	Powłoki proszkowe
	Powłoki proszkowe poliestrowe
	Powłoki utwardzane promieniowaniem

Substytucja dotyczy nie tylko rozpuszczalników stosowanych do czyszczenia podłogi, sprzętu i urządzeń, ale także innych składników stosowanych w procesach takich jak pigmenty, środki konserwujące, spoiwa, środki powierzchniowo czynne itp.

Niektóre substancje są objęte różnymi europejskimi i/lub krajowymi przepisami lub wytycznymi, dlatego informacje wskazujące na rodzaj zagrożenia i dostarczane wraz z danymi producentów mogą być użytecznym początkiem identyfikacji materiałów o dużej szkodliwości dla zdrowia i środowiska. Poniżej wymieniono możliwe rodzaje zagrożeń stwarzanych przez substancje stosowane w tym sektorze.

A. Sklasyfikowanie substancji jako SVHC (substancje stanowiące bardzo duże zagrożenie)

Substancja może być zaproponowana jako SVHC, jeżeli spełnia jedno lub więcej z następujących kryteriów podanych w art. 57 rozporządzenia REACH [\[47. UE 2006\]](#):

- jest rakotwórcza;
- jest mutagenna;
- działa szkodliwie na rozrodczość;
- jest trwała, wykazuje zdolność do bioakumulacji i jest toksyczna zgodnie z kryteriami określonymi w załączniku XIII do rozporządzenia REACH (substancje PBT);
- istnieją „naukowe dowody prawdopodobnych poważnych skutków dla zdrowia ludzkiego lub środowiska naturalnego, dające podstawę do poważnych obaw”; takie substancje są określane indywidualnie dla każdego przypadku.

Artykuł 58 dyrektywy IED wymaga zastąpienia substancji CMR w możliwie jak największym stopniu i w jak najkrótszym czasie mniej szkodliwymi substancjami lub mieszaninami, stanowiąc, że: „Substancje lub mieszaniny, którym ze względu na zawartość lotnych związków organicznych zaklasyfikowanych jako rakotwórcze, mutagenne lub działające szkodliwie na rozrodczość zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 1272/2008⁴⁵, przypisano lub które powinny być oznaczone zwrotami wskazującymi rodzaj zagrożenia H340, H350, H350i, H360D lub H360F, zastępuje się w możliwie najkrótszym czasie mniej szkodliwymi substancjami lub mieszaninami.

B. Aktualna sytuacja w przypadku Cr(VI)

Tradycyjne płukanki chromu(VI) (chromianowe) stosowane w powłokach konwersyjnych w powlekanii metodą ciągłą po obróbce wstępnej i/lub przygotowaniu powierzchni przed malowaniem zostały na ogół zastąpione alternatywami niezawierającymi Cr(VI). Zgodnie z rozporządzeniem REACH związki Cr(VI) stosowane w tych płukankach są wymienione w jego załączniku XIV i wymagają specjalnego zezwolenia na każde zastosowanie po dacie ich ostatecznego wycofania przypadającej na dzień 21 września 2017 r.

⁴⁵ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006.

W czasie sporządzania niniejszego dokumentu zarejestrowano wnioski o udzielenie takiego zezwolenia, ale tylko jeden został zatwierdzony. Rozważania w niniejszym dokumencie oparto na prawdopodobieństwie dalszego stosowania Cr(VI) w przemyśle lotniczym i kosmicznym oraz ewentualnie w niektórych produktach powlekanych metodą ciągłą. Pigmenty farb zawierały poprzednio metale toksyczne, takie jak kadm, sześciowartościowy chrom, nikiel i ołów, stosowane celem nadania koloru oraz zapewnienia odporności na korozję. Jednak stosowanie tych metali jest obecnie ograniczone przepisami ściśle do działań, które nie są objęte zakresem niniejszego dokumentu, zob. sekcja 1.2.3. Dla różnych substancji Cr(VI) potencjalnie stosowanych w pigmentach farb, z których niektóre mają niewielką rozpuszczalność w wodzie, wyznaczono rozporządzeniem REACH datę wygaśnięcia na 22 stycznia 2019 r. W październiku 2017 r. pojawiły się wnioski od około 10 producentów dla numeru CAS 7789-06-2 (chromian strontu) do stosowania w powłokach lotniczych i jeden dla CAS 11103-86-9 do nieokreślonego zastosowania w podkładach, uszczelniaczach i powłokach.

C. Inne czynniki

Można wziąć pod uwagę inne czynniki, które są związane ze szczególnym oddziaływaniem stosowanych rozpuszczalników:

- **Skutki fizyczno-chemiczne:** następujące zwroty wskazujące rodzaj zagrożenia nie są uważane za środki oddziaływania na środowisko (z wyjątkiem przypadków, gdy podlegają pod [\[53. COM 2003\]](#)): wybuchowy, utleniający, skrajnie łatwopalny, wysoce łatwopalny i łatwopalny.
- **Fotochemiczne tworzenie się utleniaczy (potencjał ozonotwórczy, OFP).**
- **Potencjał niszczenia ozonu w stratosferze (ODP).**
- **Współczynnik globalnego ocieplenia (GWP):** GWP substancji jest miarą dodatkowej ilości ciepła, które zostaje uwięzione w atmosferze, gdy 1 kg substancji zostaje błyskawicznie uwolniony do powietrza, w porównaniu z sytuacją, gdy uwolniony zostaje 1 kg dwutlenku węgla.
- **Odór:** wiele LZO wydziela odór. W pewnych okolicznościach emisje LZO mogą powodować lokalne problemy związane z uciążliwością zapachową (zob. sekcja 17.13).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zużycia substancji szkodliwych, np. rozpuszczalników, oraz ilości niebezpiecznych substancji LZO emitowanych w związku z tym do środowiska, zarówno w wyniku planowych (np. w gazach odlotowych), jak i nieplanowanych emisji (np. emisje niezorganizowane, wycieki, wypadki podczas obsługi).

Mogą również wystąpić inne korzyści dla środowiska, takie jak oszczędność energii w procesie lub przy oczyszczaniu gazów odlotowych, zużycie mniejszej ilości surowców w procesie lub przy oczyszczaniu ścieków, mniejsze zużycie wody, wytwarzanie mniejszej ilości odpadów sklasyfikowanych jako niebezpieczne itp.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Karty charakterystyki mogą być wykorzystywane jako ważny wkład w ocenę wpływu stosowanych materiałów na środowisko a także mogą dostarczać użytecznych danych, które można wykorzystać przy podejmowaniu decyzji o zastąpieniu (substytucji).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Oddziaływania te zależą od konkretnych technik alternatywnych. Niektóre z nich mogą powodować skutki takie jak zwiększone zużycie energii, zwiększone wytwarzanie odpadów lub zwiększone zużycie wody lub surowców. Niektóre materiały alternatywne mogą zwiększać

zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa, wykazywać wyższą reaktywność fotochemiczną lub zwiększać inne zagrożenia dla środowiska. Jedną z prostych metod oceny, czy ryzyko dla zdrowia jest zwiększone, to zastosowanie wskaźnika względnego zagrożenia oparami VHR (zob. wzgledy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania, poniżej). Dalsze informacje można znaleźć w ECM REF [\[50. COM 2006\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Zakres (np. poziom szczegółowości) i charakter oceny będzie na ogół związany z naturą, skalą i złożonością obiektu oraz zakresem wpływu, jaki może on wywierać na środowisko, a także z rodzajem i ilością wykorzystywanych materiałów.

Decyzje o zastąpieniu muszą być podejmowane indywidualnie dla każdego przypadku, a substytut musi zapewniać wymaganą końcową charakterystykę działania (tj. posiadać odpowiednią funkcjonalność). We wszystkich przypadkach należy omówić zmiany z klientem przed dokonaniem zastąpienia. Dobrą praktyką jest nie wprowadzanie zmian bez pełnej wiedzy na temat wymaganych końcowych właściwości użytkowych. Ze względu na ryzyko niespełnienia tych wymagań, wskazane jest, aby zarówno operator, jak i klient monitorowali jakość i osiągi zgodnie z żądanymi specyfikacjami oraz wymieniali się informacjami na ten temat.

W niektórych procesach wykorzystujących pojedyncze substancje substytucja może być niemożliwa, np. obecnie nie jest możliwe zastąpienie toluenu w rotograviurze publikacyjnej.

Biorąc pod uwagę szeroki zakres chemikaliów stosowanych w tym sektorze, wątpliwe jest, aby wszystkie chemikalia potencjalnie szkodliwe dla środowiska mogły zostać odpowiednio zastąpione. Niektóre procesy mogą być uzależnione od substancji szkodliwych, w przypadku gdy nie ma odpowiedniego substytutu lub gdy oddziaływanie na procesy i środowisko (zob. powyżej) przeważa nad korzyściami.

Aby pomóc w znalezieniu możliwych substancji alternatywnych, można wyprowadzić współczynniki. Na przykład, w przypadku skutków fizjologicznych, wskaźnik względnego zagrożenia oparami (VHR) porównuje tendencję produktu do parowania z jego dopuszczalną wartością narażenia zawodowego (OEL), jak pokazano poniżej:

$$VHR = \text{Równowagowe ciśnienie pary (w temp. 20 °C)} / OEL$$

W konsekwencji:

- dla produktów o podobnej wartości OEL, należy wybrać produkt o najniższej lotności;
- dla produktów o podobnej lotności należy wybrać produkt o wyższej wartości OEL.

Tam, gdzie nie można w sposób prosty zinterpretować posiadanych danych, może zaistnieć konieczność obliczenia VHR.

Inne czynniki, takie jak toksyczność i ekotoksyczność, mogą być określone na prostej zasadzie, np. poprzez zastosowanie substancji o niższym wskaźniku zagrożenia. Alternatywnie można stosować inne wskaźniki (takie jak reaktywność ozonotwórcza). W niektórych przypadkach, takich jak w przypadku OFP, można opracować współczynnik analogiczny do VHR.

Ekonomia

Substytuty mogą być bardziej opłacalne, ale należy to ustalać indywidualnie dla każdego przypadku. Mogą one umożliwić instalacji spełnienie więcej niż jednego zestawu wymagań prawnych (zob. siła napędowa wdrażania, poniżej). Oszczędności można znaleźć na przykład w:

- zmniejszonym zużyciu energii, wody i surowców;

- zmniejszonej ilości gazów odlotowych i ścieków do oczyszczenia;
- większej zgodności z BHP w miejscu pracy;
- poprawie jakości i niezawodności procesu.

Siła napędowa wdrażania

Zdrowie i bezpieczeństwo pracowników jest głównym czynnikiem skłaniającym do stosowania mniej szkodliwych substancji. (Uwaga: przy zastępowaniu substancji, ze względu na zdrowie pracowników należy zadbać o to aby substytuty, zgodnie ze wszystkimi dostępnymi danymi, były rzeczywiście mniej szkodliwe).

Kolejną siłą napędową są wymagania klientów (zdrowotne) dotyczące jakości.

Inne środowiskowe czynniki legislacyjne obejmują rozporządzenie REACH oraz Dyrektywę Seveso III⁴⁶.

Kolejnym czynnikiem są limity wprowadzane przez odnośne przepisy: w niektórych przypadkach, osiągnięta redukcja rozpuszczalników może skutkować obniżeniem ich zużycia poniżej wartości progowych rozważanych w Dyrektywie IED lub innych regulacjach.

Przykładowe zakłady

Zob. sekcje 2.4.3, 3.4.2, 4.4.4, 6.4.2, 10.4.1, 3.4.2 oraz 14.4.2.

Literatura źródłowa

[\[23. COM 2006\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[42. Envirowise 2003\]](#) [\[50. COM 2006\]](#) [\[52. COM 2000\]](#) [\[73. COM 2012\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[116. ESIG 2005\]](#)

17.6.1.1. Zastępowanie rozpuszczalników fluorowanych

Opis

Rozpuszczalniki fluorowane (halogenowane) mogą zostać zastąpione mniej niebezpiecznymi rozpuszczalnikami, np. tam, gdzie do czyszczenia wymagane jest silne działanie rozpuszczalnika. Można stosować silnie działające rozpuszczalniki, takie jak etanoloamina. Tam, gdzie farby oparte są na rozpuszczalnikach fluorowanych, można stosować alternatywne systemy (zob. sekcja 17.7).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszone ryzyko emisji podczas obsługi i do powietrza oraz zmniejszone wytwarzanie odpadów niebezpiecznych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Fluorowane węglowodory są czasami stosowane do odtłuszczenia powierzchni w produkcji okładzin ciernych oraz jako rozpuszczalnik niektórych powłok do powlekania pojazdów rolniczych i budowlanych.

W opakowaniach elastycznych, do usuwania trwałych zanieczyszczeń stosowano rozpuszczalniki fluorowane, takie jak chlorek metylenu. Zostały one jednak zastąpione przez rozpuszczalniki nietłotne, takie jak etanoloamina.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

⁴⁶ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/18/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie kontroli zagrożeń poważnymi awariami związanymi z substancjami niebezpiecznymi, zmieniająca, a następnie uchylająca Dyrektywę Rady 96/82/WE.

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość zastosowania zależy od konkretnej techniki i jej wykorzystania. Substytucja została z powodzeniem zastosowana w przemyśle drukarskim (poprzez ustawodawstwo i ogólnoeuropejskie porozumienia branżowe), w produkcji okładzin ciernych i jest powszechnie stosowana we wszystkich sektorach przemysłu. Dostępne są systemy farb, które mogą zastąpić farby wykorzystujące rozpuszczalniki fluorowane.

Sila napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy. Dyrektywa IED określa dopuszczalną wartość emisji 20 mg/Nm³, gdy masowe natężenie przepływu fluorowanych LZO o rodzajach zagrożenia H341 lub H351 jest równe lub większe niż 100 g/h.

W Niemczech stosowanie rozpuszczalników fluorowanych jest uważane za przestarzałe.

Przykładowe zakłady

Rozpuszczalniki fluorowane zostały zastąpione na szeroką skalę (np. w Niemczech).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

17.6.2. Optymalizacja stosowania w procesie rozpuszczalników organicznych

Opis

Optymalizacja stosowania rozpuszczalników w procesie dzięki planowi gospodarowania (jako część EMS (zob. BAT 1)), który ma na celu określenie i wdrożenie niezbędnych działań (np. dozowanie kolorów, optymalizacja pulweryzacji natryskowej).

Szczegóły techniczne

Technika ta polega na opracowaniu i wdrożeniu planu gospodarowania celem optymalizacji wykorzystania rozpuszczalnika organicznego w procesie. Plan gospodarowania ma na celu identyfikację i wdrożenie działań pozwalających na optymalizację wykorzystania rozpuszczalników. Istnieją różne techniki, które można wziąć pod uwagę, np. dozowanie kolorów, optymalizacja pulweryzacji natryskowej. Plan gospodarowania w zakresie optymalizacji wykorzystania rozpuszczalników organicznych stanowi ważną część systemu zarządzania środowiskowego (EMS), a decyzje dotyczące technik, które należy zastosować, opierają się na interakcji z innymi składnikami EMS. Bilans masy rozpuszczalnika (SMB) dostarcza odpowiednich danych ilościowych.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji LZO do powietrza.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana, zob. przykłady w rozdziale o powlekanii pojazdów (zob. sekcję 17.6.2.1).

Literatura źródłowa

[155. TWG 2016]

17.6.2.1. Grupowanie kolorów (malowanie partiami)

Opis

Modyfikacja kolejności obróbki produktów celem uzyskania dużych partii o tym samym kolorze.

Szczegóły techniczne

Grupowanie kolorów, zwane również malowaniem partiami lub malowaniem blok w blok (*block-to-block*), oznacza, że seria określonych produktów jest malowana na ten sam kolor. Dzięki temu rzadziej dochodzi do zmiany koloru na inny.

W powlekanii pojazdów, w celu ograniczenia operacji płukania pomiędzy dwoma różnymi kolorami farby samochodowej w lakierniach pracujących na bazie rozpuszczalników, produkcja jest reorganizowana tak, aby uzyskać duże partie produktu o tym samym kolorze. Na końcu etapu gruntowania, za piecem, przenośniki stosowane do opróżniania pieca są także używane do magazynowania i zmiany kolejności ustawienia karoserii w celu stworzenia „konwoju” karoserii do dalszego powlekania tym samym kolorem.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują minimalizację zużycia rozpuszczalnika do płukania poprzez zmniejszenie liczby operacji płukania pomiędzy zmianami koloru. Korzyść ta jest bezpośrednio związana z długością przewodu transportującego farbę pomiędzy zbiornikiem koloru a narzędziem do malowania. Powstaje mniej pozostałości farby.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dla produktów musi być dostępna wystarczająca przestrzeń magazynowa, jak również odpowiedni system planowania logistycznego. Zależy to także od liczby stosowanych kolorów i udziału każdego koloru w programie produkcyjnym. W przemyśle motoryzacyjnym średnia długość serii tego samego koloru wynosi od dwóch do sześciu sztuk (karoserii).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest powszechnie stosowana w powlekanii samochodów osobowych, ciężarowych i pojazdów użytkowych oraz w powlekanii opakowań metalowych. Restrykcje w jej stosowaniu mogą wystąpić ze względu na planowanie produkcji, wymagania klientów oraz ograniczenia logistyczne [komentarz ACEA #201 w [212. TWG 2018]].

Analogiczną technikę stosuje się w produkcji taśm samoprzylepnych, koncentrując się na zmniejszeniu liczby różnych produktów wytwarzanych w trakcie jednego okresu produkcyjnego (w związku z tym dłuższe serie produkcyjne) i unikając w ten sposób potrzeby okresowego czyszczenia (zob. również sekcja 7.3.2.2).

Ekonomika

Oszczędności na farbie, rozpuszczalnikach i czyszczeniu/czasie przestoju mogą zostać zniwelowane przez wyższe koszty większej pojemności magazynowej.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana w większości zakładów motoryzacyjnych.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7. Procesy i urządzenia do powlekania

17.7.1. Obróbka wstępna przed malowaniem (inna niż czyszczenie)

Obróbka wstępna na bazie wody jest stosowana z trzech powodów: celem usunięcia smaru i brudu z poprzednich operacji, poprawy odporności na korozję oraz dla poprawy przyczepności kolejnych warstw farby. Najczęściej stosowane działania wstępne to odtłuszczenie, fosforanowanie i chromianowanie. Techniki te zostały opisane w dokumencie STM BREF [23. COM 2006], wraz z powiązаныmi z nimi najlepszymi dostępnymi technikami konserwacji i zabezpieczenia, i dlatego nie będą tutaj omawiane w całości.

17.7.1.1. Fosforanowanie

Opis

Powłoki konwersyjne fosforanowe są stosowane w celu zwiększenia odporności na korozję oraz poprawienia przyczepności kolejnych powłok lakierniczych do podłoża stalowych. Zazwyczaj zawierają one żelazo, cynk, nikiel i mangan. Mogą być nakładane metodą natryskową, ale obecnie najczęściej aplikuje się je poprzez zanurzenie, aby uzyskać bardziej kompletną i spójną powłokę. Więcej informacji można znaleźć w STM BREF [23. COM 2006].

17.7.1.2. Powłoki konwersyjne niezawierające chromu(VI)

Aktualna sytuacja w zakresie stosowania Cr(VI)

Tradycyjne płukanki chromu(VI) (chromianowe) stosowane w powłokach konwersyjnych w powlekanii metodą ciągłą po obróbce wstępnej i/lub przygotowaniu powierzchni przed malowaniem zostały na ogół zastąpione alternatywami niezawierającymi Cr(VI). Zgodnie z rozporządzeniem REACH [47. EU 2006] związki Cr(VI) stosowane w tych płukankach są wymienione w jego załączniku XIV i wymagają specjalnego zezwolenia na każde zastosowanie po dacie ich ostatecznego wycofania przypadającej na dzień 21 września 2017 r.

W czasie sporządzania niniejszego dokumentu zarejestrowano wnioski o udzielenie zezwolenia, ale tylko ograniczona liczba została zatwierdzona. Rozważania w niniejszym dokumencie oparto na prawdopodobieństwie dalszego stosowania Cr(VI) w przemyśle lotniczym i kosmicznym oraz ewentualnie w przypadku niektórych wyrobów powlekanych metodą ciągłą. Dodatkowe informacje na temat rozwiązań alternatywnych znajdują się w sekcji 6.4.2.1.

Opis

Dostępne są już bezchromowe systemy powłok konwersyjnych, oparte na obróbce roztworami organicznych kompozytów fluorku cyrkonu, fluorku tytanu, winianu, kwasu fosforowego lub obróbce organicznymi pochodnymi krzemu (silanami). Mogą one wymagać później nakładanej warstwy polimerowej, aby osiągnąć wymaganą odporność na korozję.

W przemyśle samochodowym, aby uzyskać wysokiej jakości ochronę przed korozją, elektroforetyczna powłoka gruntująca (*e-coat*) nakładana jest bezpośrednio na warstwę fosforanową, bez chromowania. Bezchromowa obróbka wstępna z tytanem, kwasem fosforowym i polimerem organicznym została rozwinięta, wraz z rozwojem chemii, dla zwykłych procesów natryskowych i zanurzeniowych. Od 1998 roku z powodzeniem stosuje się tą metodę w urządzeniach do powlekania metodą ciągłą.

Do anodowania w przemyśle lotniczym stosuje się obecnie bezchromowe powłoki konwersyjne na bazie winianu i kwasu fosforowego.

17.7.2. Techniki oparte na materiałach

W kolejnych sekcjach omówiono podstawowe techniki oparte na materiałach, które są wspólne dla więcej niż jednego sektora STS. Należy zauważyć, że generalnie wybór technik obróbki powierzchniowej może być ograniczony charakterem działalności, rodzajem i kształtem podłoża oraz wymaganiami dotyczącymi jakości produktu, jak również potrzebą zapewnienia wzajemnej kompatybilności stosowanych materiałów, technik nakładania powłok, technik suszenia/utwardzania oraz systemów oczyszczania gazów odlotowych.

17.7.2.1. Stosowanie farb / powłok / lakierów / tuszy / spoiw o wysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

Stosowanie farb, powłok, tuszy w stanie ciekłym, lakierów i spoiw zawierających niewielką ilość rozpuszczalników organicznych oraz zwiększoną zawartość substancji stałych.

Szczegóły techniczne

Zawartość cząstek stałych wynosi ponad 65%: np. w do powłok jachtowych na obszary pod linią wodną stosuje się epoksydy w ilości 450 g/l; w procesach powlekania metodą ciągłą stosuje się zawartość cząstek stałych wynoszącą 70-95%. Stosowane do formowania powłok substancje oparte są głównie na żywicach epoksydowych, dwuskładnikowych (2-K) poliuretanach, polisiloksanach, oksiranach lub żywicach alkidowych.

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia rozpuszczalników oraz emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zastosowanie farb o wyższej zawartości cząstek stałych zmniejsza zużycie rozpuszczalników w porównaniu z konwencjonalnymi farbami na bazie rozpuszczalników, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej grubości powłoki. Mniejsze zawartości LZO wymagają mniejszego zapotrzebowania na urządzenia do ograniczania emisji. Zmniejszone wsady rozpuszczalnika w piecach pozwalają na zmniejszenie ilości odprowadzanego powietrza lub zwiększenie prędkości pracy linii dla określonego stężenia emisji w powietrzu. Zmniejsza to zużycie gazu w utleniaczu, zużycie rozpuszczalników oraz obniża ilość powietrza do odprowadzenia.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zmniejszenie ilości oparów rozpuszczalnika w strumieniu odpadów może zwiększyć zapotrzebowanie na gaz/paliwo kopalne w utleniaczu i/lub zmniejszyć ilość energii odzyskanej do wstępnego podgrzania powietrza w piecu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Generalnie, wybór technik obróbki powierzchni może być ograniczony rodzajem działalności, charakterem i kształtem podłoża oraz wymaganiami dotyczącymi jakości produktu, jak również potrzebą zagwarantowania, że użyte materiały, techniki nakładania powłok, techniki suszenia/utwardzania oraz systemy oczyszczania gazów odlotowych będą wzajemnie kompatybilne.

Do malowania maszyn rolniczych i budowlanych lub urządzeń gospodarstwa domowego stosuje się najczęściej farby o dużej zawartości cząstek stałych na bazie izocyjanianu akrylowego i poliestrowego.

Niektóre pigmenty nie działają zbyt dobrze w farbach o wysokiej zawartości cząstek stałych i powodują problemy z jakością.

W przypadku powlekania statków i jachtów, powłoki epoksydowe o wysokiej zawartości cząstek stałych są powszechnie stosowane na części podwodne.

W przypadku powlekania samolotów, powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych są czasami nakładane jako warstwa nawierzchniowa.

W powlekanii pociągów farba o wysokiej zawartości cząstek stałych jest stosowana tylko w jednowarstwowej powłoce nawierzchniowej.

W powlekanii autobusów farby o wysokiej zawartości cząstek stałych stosowane są w systemie nawierzchniowym jednowarstwowym.

W powlekanii metodą ciągłą powszechnie stosuje się powłoki o wysokiej zawartości cząstek stałych.

W produkcji drutów nawojowych powszechnie stosuje się powłoki emaliowe o wysokiej zawartości cząstek stałych.

W fleksografii i rotograpiurze niepublikacyjnej stosuje się lakiery i spoiwa o wysokiej zawartości cząstek stałych.

Ekonomika

Farby o wysokiej zawartości cząstek stałych są droższe niż farby konwencjonalne, jednak ponieważ mają większe pokrycie, koszt na m² jest zwykle niższy. Można spodziewać się oszczędności na kosztach robocizny.

Siła napędowa wdrażania

- Potencjalne obniżenie kosztów w przypadku niektórych czynności związanych z powlekanii (np. powlekanie metodą ciągłą, zob. sekcja 6.4.2.3).
- Wymagania dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa w zakresie poziomów LZO w obszarach operowania farbami/powłokami/tuszem/spoiwami.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[11. InfoMil 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.2.2. Stosowanie farb / powłok / tuszy / lakierów i spoiw na bazie wody

Opis

Stosowanie farb, powłok, tuszy w stanie ciekłym, lakierów i spoiw, w których rozpuszczalnik organiczny został częściowo zastąpiony wodą.

Szczegóły techniczne

Farby

Farby wodorozcieńczalne zawierają środki tworzące powłokę na bazie wody lub dyspergowane w wodzie. Systemy farb na bazie wody mogą być substancjami jednoskładnikowymi, jednak głównie stosuje się farby dwuskładnikowe oraz utwardzane promieniowaniem UV. Bazują one

najczęściej na żywicach alkidowych, poliestrowych, akrylanowych, melaminowych i epoksydowych. Farby proszkowe na bazie wody omówiono w sekcji 17.7.2.6.

Systemy farb na bazie wody mają zwykle zawartość wody 10-65 wt-% i często zawierają również < 3-18% rozpuszczalników organicznych jako środek rozpuszczający oraz poprawiający właściwości mokrej warstwy. Dostępne są również farby całkowicie pozbawione rozpuszczalników organicznych. Biocydy mogą być częścią składową tych farb jako środki konserwujące ułatwiające ich dłuższe przechowywanie, w zastosowaniach architektonicznych oraz do elektroforezy (stosowanej w zbiornikach).

Główne zalety tych materiałów to ochrona przed korozją oraz odporność na czynniki klimatyczne.

Dwuskładnikowe farby na bazie wody wykazują podwyższoną odporność, szczególnie mechaniczną, a także bardzo dobrą funkcję izolacyjną nawet na drewnie bogatym w naturalne oleje.

Spoiwa

Spoiwa na bazie wody nie zawierają rozpuszczalników organicznych lub zawierają do 0.5 % rozpuszczalnika jako środka zmiękczonego (zob. również sekcję 7.4.1.2).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Farby

Głównymi zaletami farb na bazie wody jest zmniejszenie emisji LZO oraz możliwość recyklingu tych farb w niektórych zastosowaniach, np. przy zastosowaniu ultrafiltracji. Czyszczenie urządzeń natryskowych i innych narzędzi można przeprowadzać za pomocą mieszanin woda/roztwór rozpuszczalnika o proporcji rozpuszczalnika od ok. 5 % do 20 %.

Ponadto, w przypadku tych farb nie istnieją zagrożenia związane z temperaturą zapłonu, co minimalizuje ryzyko pożaru lub wybuchu.

Farby na bazie wody mogą powodować poważne problemy z korozją w urządzeniach magazynowych, pompujących i nakładających, zwłaszcza w systemach natryskowych, ze względu na obecność wody i tlenu. Przejście na farby na bazie wody w konwencjonalnych instalacjach wymaga zazwyczaj znacznych modyfikacji obiektu, takich jak wymiana przewodów doprowadzających farbę na wykonane z wysokiej jakości stali nierdzewnej.

Mogą również wystąpić problemy z korozją w piecach i przewodach wyciągowych powietrza.

W przypadku powlekania powierzchni drewnianych odnotowano zwiększone blokowanie się urządzeń natryskowych. Nie wiadomo, czy jest to problem związany z samym procesem, czy też może zostać rozwiązany poprzez odpowiednie szkolenie i przystosowanie pracowników.

Jeśli stosowane są farby na bazie wody, to z reguły muszą być spełnione następujące wymagania:

- temperatura otoczenia musi mieścić się w zakresie od 18 - 28 °C;
- temperatura powierzchni powlekanych przedmiotów nie może być niższa niż 15 °C;
- optymalne nakładanie farby odbywa się przy wilgotności powietrza pomiędzy 55 a 75 %;
- farby na bazie wody nie mogą być przechowywane w temperaturze poniżej 0 °C (uszkodzenia spowodowane mrozem);
- należy zapewnić dobry przepływ powietrza wzdłuż malowanej powierzchni.

Ponieważ farby na bazie wody mają niższą wydajność aplikacji, ich zużycie może być większe. W praktyce jednak obniżona wydajność nakładania obowiązuje przy elektrostatycznej aplikacji dzwonem o wysokich obrotach, jeśli stosuje się ładowanie zewnętrzne (maksymalnie 5 % mniej niż maksimum). Zmniejszona wydajność nakładania może również wystąpić w przypadku elektrostatycznie wspomaganiej aplikacji ręcznej, gdzie napięcie jest ograniczone ze względów bezpieczeństwa. Alternatywne techniki (ładowanie wewnętrzne) są dostępne i szeroko stosowane. Ponieważ powłoki na bazie wody są najczęściej stosowane w nowych lub przeprojektowanych instalacjach, wydajność jest zazwyczaj lepsza ze względu na lepszą skuteczność sprzętu i ewentualnie lepszy wskaźnik „dobrego pokrycia za pierwszym razem”. Dane z zastosowań motoryzacyjnych wskazują na wydajność powlekania porównywalną z systemami na bazie rozpuszczalników.

W porównaniu z rozpuszczalnikami organicznymi, woda wymaga większej energii na odparowanie. Dlatego też można oczekiwać, że zapotrzebowanie na energię do suszenia farb wodnych będzie wyższe, jeśli ma zostać osiągnięta taka sama szybkość suszenia jak w przypadku farb na bazie rozpuszczalników. Jednak w porównaniu z rozpylaniem, klimatyzacją kabin lakierniczych, ogrzewaniem podłogi, stratami w piecach itp. zapotrzebowanie na energię do odparowania lotnych związków wynosi w wielu procesach przemysłowych zaledwie ok. 1 %. Woda, stosowana zamiast rozpuszczalników organicznych, ma niewielki wpływ na całkowitą energię zużywaną przez proces. Dodatkowe zapotrzebowanie na energię jest istotne jedynie w przypadku suszenia w warunkach otoczenia oraz w przypadku procesów „mokre na mokre”.

Systemy na bazie wody do stabilizacji pH wykorzystują zazwyczaj aminy. Jedna z firm napotkała na poważne problemy związane z ochroną pracowników przed tymi aminami.

Systemy na bazie wody mogą stwarzać trudności w czyszczeniu urządzeń powlekających, wymagając silniejszych środków czyszczących niż te stosowane w przypadku powłok na bazie rozpuszczalników.

Spoiwa

Spoiwa na bazie wody eliminują związaną z nimi emisję rozpuszczalników.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Farby i tusze

Powlekanie metodą ciągłą: Ze względu na zawartość rozpuszczalnika ok. 10-35 % oraz wysokie obciążenie roczne, konieczne jest oczyszczanie gazów odlotowych. Termiczne przetwarzanie gazów odlotowych może wymagać dodatkowego gazu ziemnego, aby osiągnąć pożądane poziomy emisji.

Może wystąpić zwiększone obciążenie BZT i ChZT w ściekach oraz więcej substancji takich jak biocydy, katalizatory organotinowe i amoniak, które muszą być odpowiednio oczyszczane.

Odpady na bazie rozpuszczalników oraz na bazie wody muszą być rozdzielone celem dalszego recyklingu lub unieszkodliwienia. Chemikalia na bazie wody są trudniejsze do usunięcia ze ścieków [komentarz ACEA #312 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Charakter odpadów powstałych w procesach na bazie wody będzie się różnił od odpadów powstających w procesach opartych na rozpuszczalnikach. Niekoniecznie będą one znacząco lepsze lub gorsze, lub mniejsze czy większe ilościowo niż w przypadku procesów opartych na rozpuszczalnikach, ale osady będą prawdopodobnie zawierały więcej pozostałości olejowych lub węglowodorowych niż w przypadku pozostałości z procesów na bazie rozpuszczalników [komentarz ACEA #313 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Spoiwa

Do suszenia potrzebna jest większa ilość energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Farby na bazie wody są dostępne na rynku od wielu lat i mają szerokie zastosowanie. Dzięki ciągłemu rozwojowi tych materiałów, zakres ich użycia stale się zwiększa.

Farby na bazie wody są powszechnie stosowane w przemyśle powlekania pojazdów, chociaż nie są używane do nakładania powłok bezbarwnych. W lakierowaniu samochodów ciężarowych i pojazdów użytkowych są one powszechnie wykorzystywane w kataforowych powłokach zanurzeniowych, podkładach/wypełniaczach oraz w powłokach bazowych na pojazdach użytkowych, kabinach i podwoziach samochodów ciężarowych oraz na osiach. W przypadku powlekania autobusów farby na bazie wody są używane tylko do niektórych zastosowań (kataforowe powłoki zanurzeniowe i ochrona podwozia). Głównym potencjalnym ograniczeniem w stosowaniu wodorozcieńczalnych technologii malowania jest niezbędna wielkość instalacji. W przypadku instalacji powlekania na bazie wody linia do malowania pojazdów zwiększa się o ok. 30 % i niektóre zakłady nie są w stanie fizycznie spełnić tego wymagania.

W przypadku powlekania detali z tworzyw sztucznych systemy powłokowe na bazie wody są powszechnie stosowane jako warstwa podkładowa, bazowa i czasami bezbarwna.

W przypadku powlekania pociągów dwuskładnikowe, bezchromianowe farby wodne na bazie epoksydów są stosowane jako warstwa gruntowa, podkład/wypełniacz, a czasami jako powłoka nawierzchniowa. Farby wodne są również stosowane do ochrony podwozia.

W powlekanii maszyn rolniczych i budowlanych farby na bazie wody są powszechnie stosowane w kataforowych powłokach zanurzeniowych, a także w jednowarstwowych powłokach nawierzchniowych.

W powlekanii statków i jachtów, chociaż farby na bazie wody są dostępne dla kilku zastosowań, używa się ich tylko w ograniczonej liczbie. Do aplikacji na bazie wody stosuje się natryskiwanie *airless* lub wałek, a nie wysokoobrotowy dzwon elektrostatyczny.

W powlekanii metodą ciągłą, jeżeli stosowane są powłoki na bazie wody, ich nakładanie ogranicza się głównie do podkładów i warstw spodnich (zob. również sekcję 6.4.2.4).

Do powlekania opakowań metalowych także można stosować farby na bazie wody, zawierające jednak do 38 % rozpuszczalników organicznych. Przy powlekanii zewnętrznych powierzchni beczek stosuje się powłoki na bazie wody zawierające < 10 % rozpuszczalników organicznych.

W przypadku powlekania powierzchni drewnianych, dwuskładnikowe i utwardzane promieniowaniem UV farby na bazie wody są powszechnie stosowane na niektóre płaskie części mebli przed ich zmontowaniem. W zależności od podłoża istnieją jednak ograniczenia techniczne, jak np. pęcznienie włókien. Przy przejściu na produkty na bazie wody zwiększa się całkowita objętość produktów do suszenia, ponieważ konieczne jest stosowanie większej liczby etapów malowania i suszenia, a także dodatkowe szlifowanie i polerowanie pośrednie. Zarówno szlifowanie, jak i dodatkowe suszenie powodują wzrost zużycia energii i surowców, a także zwiększoną pracochłonność. Alternatywą mogłoby być wprowadzenie innych systemów suszenia. Wymaga to być może nowych prac rozwojowych i zwiększyłoby koszty. Wykończenie zmontowanych mebli nie jest możliwe przy użyciu farb utwardzanych promieniowaniem UV.

W produkcji taśm samoprzylepnych spoiwa na bazie wody znajdują zastosowanie w nowych i istniejących zakładach. Nadają się do produkcji niższej jakości asortymentu taśm opakowaniowych i maskujących, jak również do taśm dwustronnych.

Ekonomia

Systemy powłok na bazie wody nie powodują znacznego wzrostu kosztów eksploatacyjnych. Natomiast większe są koszty kapitałowe związane z wymianą sprzętu na alternatywny ze stali nierdzewnej, celem przeciwdziałania korozji.

Koszty wymiany istniejących zautomatyzowanych linii do malowania mogą być w niektórych przypadkach bardzo wysokie.

Modernizacja jest zazwyczaj przeprowadzana pod koniec okresu technicznej żywotności istniejącej instalacji. W przypadku malowania ręcznego, koszty modernizacji są niższe, ale nadal znaczące, i będą zależeć od stosunku wyposażenia ręcznego do automatycznego.

Zakłady mogą uzyskać potencjalne oszczędności w zakresie wymagań dotyczących specjalistycznego sprzętu związanego ze stosowaniem rozpuszczalników.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja emisji LZO, choć zauważa się, że technologia ta może mieć zwiększone wymagania energetyczne skutkujące dodatkową emisją CO₂.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[2. IFARE i in. 2002\]](#) [\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[6. DFIU i in. 2002\]](#) [\[11. InfoMil 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[116. ESIG 2005\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[96. Presti 2005\]](#) [\[212 TWG 2018\]](#)

17.7.2.3. Stosowanie tuszy / powłok / farb / lakierów i spoiw utwardzanych promieniowaniem

Opis

Stosowanie ciekłych tuszy, powłok, farb, lakierów i spoiw nadających się do utwardzania przez aktywację określonych grup chemicznych promieniowaniem UV lub IR, lub szybkimi elektronami, bez ciepła i bez emisji LZO.

Szczegóły techniczne

Powłoki utwardzane radiacyjnie bazują w procesie utwardzania na aktywacji określonych grup chemicznych poprzez promieniowanie UV lub IR (zob. sekcja 17.8.5.1), lub szybkie elektrony (zob. sekcja 17.8.5). Właściwość ta występuje zarówno w żywicach, jak i w rozcieńczalnikach, dzięki czemu możliwe jest wytwarzanie ciekłych systemów powłokowych, które utwardzają się bez udziału ciepła oraz bez emisji LZO. Alternatywnie, podobna funkcjonalność chemiczna może być zastosowana w powłokach na bazie wody lub nawet w powłokach stałych (proszkowych). Żywice bazowe obejmują żywice epoksydowe, poliestrowe, poliuretanowe, ale wszystkie z zawartością akrylu lub winylu. Reakcja utwardzania jest inicjowana bezpośrednio przez promieniowanie wiązki elektronów (EB) lub przez promieniowanie ultrafioletowe (UV) za pomocą dodanego fotoinicjatora.

Skład powłok utwardzanych promieniowaniem

[\[216. Kopeliovich D. 2018\]](#)

Powłoka utwardzana promieniowaniem składa się z następujących składników:

- Oligomery (prepolimery) - reaktywne substancje o stosunkowo małej masie cząsteczkowej (pośredniej między monomerem a polimerem), które są zdolne do dalszej polimeryzacji. Utwardzone (spolimeryzowane) oligomery decydują o głównych właściwościach powłoki utwardzanej radiacyjnie (przyczepność do podłoża, wytrzymałość, elastyczność, ochrona

przed korozją). Funkcja oligomerów jest podobna do funkcji spoiw w farbach na bazie rozpuszczalników i farbach na bazie wody. W powłokach utwardzanych radiacyjnie stosowane są następujące oligomery:

- akrylan epoksydu (najpopularniejszy oligomer);
 - akrylan uretanu;
 - akrylan poliestru;
 - akrylan polieteru;
 - akrylan akrylu;
 - akrylan silikonu.
- Monomery - małowczątkowe substancje zmniejszające lepkość powłok utwardzanych radiacyjnie. Monomery działają podobnie jak rozpuszczalniki w farbach konwencjonalnych. Jeżeli jedyną funkcją monomeru jest obniżanie lepkości, to nazywamy go monofunkcyjnym (np. akrylan izobornylu). Monomery wielofunkcyjne (di-, tri-, tetra-, itd.) mają również inne funkcje, na przykład biorą udział w tworzeniu sieci polimerowej uczestnicząc w sieciowaniu oligomerów podczas utwardzania radiacyjnego.
 - Fotoinicjatory absorbują światło (UV lub widzialne) i inicjują reakcje sieciowania. Mechanizm inicjacji polega na wytworzeniu wolnych rodników (w układach polimeryzowanych wolnymi rodnikami) lub kationów (w układach fotoinicjowanych kationami). Fotoinicjatory dodaje się w stężeniach 1-20 %.
 - Dodatki są stosowane do modyfikacji i poprawy różnych funkcji powłok utwardzanych promieniowaniem: pigmenty, wypełniacze do kontroli lepkości, środki zwilżające, defoamery i inne dodatki do farb.

Więcej informacji na temat:

- utwardzania promieniowaniem UV (ultrafioletowym): zob. sekcja 17.8.5.4;
- spoiw utwardzanych promieniowaniem UV: zob. sekcja 7.4.1.3;
- utwardzania promieniowaniem podczerwonym: zob. sekcja 17.8.5.1;
- utwardzania promieniowaniem EB (wiązką elektronów): zob. sekcja 17.8.5.5.

Korzyści dla środowiska

- Farby na bazie wody oraz bezrozpuszczalnikowe farby utwardzane radiacyjnie nie generują ścieków ani emisji LZO.
- Niskie zużycie energii.
- Niskie zagrożenie pożarowe.
- Duża wydajność produkcji.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Farby utwardzane promieniowaniem UV mogą być nakładane za pomocą kilku technik, takich jak pędzel, wałek, wylewanie, natryskiwanie czy powlekanie próżniowe.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Są szeroko stosowane na podłożach drewnianych i z tworzyw sztucznych, w mniejszym stopniu na metalach.

W powlekanii opakowań metalowych, powłoki utwardzane promieniowaniem UV są szeroko stosowane w produkcji puszek trzyczęściowych przeznaczonych do szerokiej gamy produktów: aerozoli, puszek na żywność, pojemników ogólnego przeznaczenia, zamknięć i kapsli. Lakiery UV są również stosowane do aerozoli, puszek na żywność i niektórych pojemników ogólnego przeznaczenia, głównie na zewnętrznej stronie puszek, ponieważ istnieją ograniczenia dotyczące kontaktu z żywnością. Nie są one jednak stosowane w produkcji puszek DWI oraz rur aluminiowych.

W przypadku powlekania elementów z tworzyw sztucznych, powłoki utwardzane promieniowaniem UV są nakładane jako powłoki bezbarwne, np. na kołpaki kół.

W lakiernictwie meblowym i drewnianym powszechnie stosuje się powłoki na bazie wody utwardzane promieniowaniem UV. Dotyczy to zazwyczaj sytuacji, gdy płaskie panele mogą być powlekane oddzielnie, i odbywa się to przed złożeniem mebla.

Powłoki utwardzane promieniowaniem UV nie są obecnie stosowane w przemyśle motoryzacyjnym (z wyjątkiem części samochodowych z tworzyw sztucznych), w powlekanii samolotów, statków, pociągów, sprzętu rolniczego i budowlanego ani w powlekanii metodą ciągłą (zob. również sekcję 19.4.1).

Ekonomika

Koszty będą zależały od specyfikacji, ilości i dostawcy. Przykładowo, koszty farb UV na bazie wody (około 50 % substancji stałych) wynoszą około 6.50 EUR za kg, czyli więcej niż w przypadku farb konwencjonalnych (np. dwuskładnikowa farba poliuretanowa kosztuje 4.35 EUR za kg) (dane z 2006 r.). Jednakże w przypadku czystych farb utwardzanych promieniowaniem UV (które są w 100 % ciałami stałymi), całkowite koszty na m² będą niższe, ponieważ przy wysokiej zawartości cząstek stałych osiągnie się większą wydajność, i co najmniej 50 % mgły lakierniczej może zostać ponownie wykorzystane.

Przybliżona cena za kg farby proszkowej utwardzanej promieniowaniem UV mieści się w przedziale 3.01-5.38 EUR (dane z 2006 r.).

Koszty inwestycyjne nowego urządzenia do powlekania proszkowego utwardzanego promieniowaniem UV wynoszą około 875 000 EUR - w tym około 275 000 EUR na kabinę lakierniczą i instalację suszącą oraz 600 000 EUR na automatykę, zasobniki na materiał, system transportu itp. (dane z 2006 r.). Koszty operacyjne są mniej więcej takie same, jak w przypadku konwencjonalnego, istniejącego urządzenia do aplikacji opartego na rozpuszczalnikach.

Przykładowe zakłady

Powlekanie powierzchni z tworzyw sztucznych: Zakład 128.

Opakowania metalowe: Zakłady #112, #121, #122, #123, #116, #118, #119, #114, #111, #120 (w druku stosował tylko tusze utwardzane UV), #117 oraz #124 [[155. TWG 2016](#)].

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [38. TWG 2004] [105. CEPE 2006] [155. TWG 2016] [216. Kopeliovich D. 2018]

17.7.2.4. Stosowanie bezrozpuszczalnikowych spoiw dwuskładnikowych

Opis

Dwuskładnikowe spoiwa bezrozpuszczalnikowe składają się z składnika, który działa jako żywica i składnika, który działa jako utwardzacz. Zob. także sekcję 12.4.2.7.

17.7.2.5. Stosowanie spoiw termoplastycznych

Zob. sekcja 7.4.1.1.

17.7.2.6. Stosowanie powłok proszkowych

Opis

Stosowanie bezrozpuszczalnikowej powłoki, która jest nakładana jako drobny proszek a następnie utwardzana w piecach termicznych.

Szczegóły techniczne

Powłoki proszkowe są materiałami bezrozpuszczalnikowymi, które składają się z proszku o wielkości cząstek w zakresie 25-60 μm . W sekcji 17.7.2.3 omówiono rozwój radiacyjnego utwardzania powłok proszkowych, jednak większość powłok proszkowych jest utwardzana w konwencjonalnych piecach wysokotemperaturowych.

Głównymi środkami tworzącymi powłokę są żywice poliestrowe lub epoksydowe. Cząsteczki proszku są zwykle nakładane przez ładowanie elektrostatyczne w pistoletach natryskowych lub w komorze Wilsona (*cloud chamber*), a następnie przyciągane do uziemionego podłoża.

W celu utwardzenia, materiał jest podgrzewany w piecu konwekcyjnym, gdzie topi się i tworzy warstwę.

Ta technika posiada następujące wady:

- Kontrola grubości powłoki jest trudna (zob. wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne, poniżej). Na przykład, w przemyśle samochodowym, tworzona jest warstwa o większej grubości (ok. 65 μm) niż jest to konieczne, co powoduje wyższe zużycie farby; jednak coraz częściej możliwe jest uzyskanie cieńszych powłok (ok. 55-60 μm).
- Konieczne są wyższe temperatury utwardzania (ok. 140-200 °C) i z tego powodu technika ta nie może być stosowana na wszystkich podłożach. Jednak dostępne są już niskotemperaturowe farby proszkowe, które utwardzają się w temperaturze ok. 60-100 °C.
- Warunki stosowania mają mały zakres tolerancji (temperatura, wilgotność).
- Ręczne nakładanie jest możliwe tylko wtedy, gdy przestrzegane są określone przepisy bezpieczeństwa (pył, napięcia elektrostatyczne).

Korzyści dla środowiska

Emisje LZO są wyeliminowane lub znacznie ograniczone.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Grubość warstwy przy powłokach proszkowych nie jest zagadnieniem prostym. Możliwy zakres grubości powłoki jest ograniczony przez rozkład wielkości cząstek proszku, jak również przez prędkość aplikacji oraz warunki utwardzania. Technicznie możliwe jest nałożenie warstwy o grubości 5 mikronów, ale proszek musi być bardzo drobno zmielony i precyzyjnie kontrolowany. Może to zwiększać koszty. Ponadto, bardzo drobne proszki mają słabe właściwości przepływu i transportu (dostarczania ich do miejsca nakładania), więc są trudne do zastosowania. Powłoki proszkowe zdolne do nałożenia warstwy o grubości 30 mikronów mogą być już dostępne dla niektórych zastosowań końcowych. Z drugiej strony, bardzo grube powłoki mogą być nakładane poprzez spiekanie proszków, ale tutaj ograniczeniem jest czas potrzebny na podgrzanie, przepływ i stopienie proszku. Jeżeli preparat jest termoutwardzalny, powierzchnia może zostać utwardzona przed pełnym stopieniem proszku, co spowoduje uwięzienie pęcherzyków powietrza wewnątrz powłoki. O ile nie jest to wymagane przez konkretne zastosowanie końcowe, grubość warstwy powyżej 90 mikronów jest ze względów ekonomicznych czymś rzadko spotykanym.

Efektywność środowiskowa oraz informacje operacyjne

Systemy powlekania proszkowego wykazują następujące pozytywne właściwości:

- praktycznie nie występują emisje rozpuszczalników;
- istnieje możliwość zmniejszenia zużycia gazu, ponieważ utlenianie odprowadzanego powietrza może już nie być konieczne;
- do absorpcji cząsteczek lakieru w kabinie lakierniczej nie jest potrzebna woda;
- nie powstają ścieki, więc nie jest konieczne ich uzdatnianie i stosowanie dodatków (np. środków koagulujących);
- niskie wytwarzanie odpadów, jeśli korzysta się z możliwości recyklingu farb;
- recykling farb jest technicznie możliwy (do 95 %) i konieczny ze względów ekonomicznych;
- wysoka skuteczność stosowania, do 100 %;
- wszystkie narzędzia i kompletne kabiny mogą być czyszczone próżniowo lub za pomocą sprężonego powietrza; w ten sposób oszczędza się zasoby naturalne oraz unika emisji rozpuszczalników;
- duży udział powietrza obiegowego w kabinie lakierniczej powoduje zmniejszenie zużycia energii.

Istnieją potencjalne zagrożenia dla zdrowia w miejscu pracy, wynikające na przykład z zastosowania substancji mutagennych, takich jak izocyjanuran triglicydyłu (TGIC).

Mogą wystąpić potencjalne zagrożenia elektrostatyczne.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Ograniczenia co do grubości powłoki mogą zwiększyć ilość stosowanych materiałów powłokowych. Proces reakcji w piecu do utwardzania może powodować wydzielanie nieprzyjemnego zapachu podczas stapiania się proszku, co może wymagać ciągłego stosowania technik ograniczania emisji odorów.

Wymagane są wysokie temperatury utwardzania. Jednakże, utwardzanie poprzez połączenie techniki podczerwieni i cyrkulacji powietrza ma wyższą wydajność energetyczną w porównaniu do konwencjonalnych technik utwardzania.

Niskie wartości LZO mogą być emitowane podczas utwardzania - ze względu na chemię reakcji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W wielu sektorach zastosowanie farb proszkowych jest już dobrze ugruntowaną techniką. Ze względu na korzyści dla środowiska, możliwości automatyzacji i dobrą rentowność dzięki możliwości recyklingu nadmiaru farby, zastosowanie farb proszkowych stale wzrasta. Farby proszkowe wymagają elektrostatycznych technik nakładania i dlatego nadają się przede wszystkim do metalu.

W przemyśle motoryzacyjnym farby proszkowe nie są stosowane w Europie do powlekania samochodów osobowych i dostawczych, a jedynie przez niektórych producentów do malowania kabin CV i podwozi (zob. sekcja 2.4.3.2). Obecnie, ze względu na problemy operacyjne (takie jak utrzymanie właściwych kolorów i wykończenia), system farb proszkowych nie spełnia specyfikacji jakościowych większości europejskich producentów.

Powłoki proszkowe nie są stosowane do powlekania samolotów, statków lub pociągów. Stosuje się je w powlekanii niektórych elementów pojazdów (jak to opisano w rozdziale 3 dotyczącym

powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych i innych metali). W przypadku powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych, stosuje się je tylko w małych seriach do powlekania małych elementów, takich jak części kompozytowe z metalu i tworzyw sztucznych do chłodnic samochodowych. Powodem, dla którego techniki te nie są stosowane do powlekania samolotów i statków, jest to, że konieczny jest etap wymuszonego suszenia, a zatem w tych branżach mogłyby być stosowane tylko do elementów wystarczająco małych, aby mogły zostać hermetycznie zamknięte.

Technika ta jest gotowa do stosowania w seryjnej produkcji maszyn rolniczych i budowlanych.

W przypadku powlekania metodą ciągłą, nakładanie proszkowe jest stosowane tylko w ograniczonym zakresie, ze względu na trudności związane z prędkością linii produkcyjnej i kontrolą. Stosuje się je przede wszystkim do produktów sektora budowlanego, np. do płyt płaskich, ram okiennych, kabin sanitarnych oraz w przemyśle obróbki blach.

W powlekanii opakowań metalowych, powłoka proszkowa może być stosowana na zgrzewy puszek trzyczęściowych. Nie może być jednak stosowana na powłoki puszek DWI.

W lakiernictwie meblowym i drewnianym technika ta jest obecnie z powodzeniem stosowana tylko na płytach MDF.

Ekonomika

Koszty zależą od specyfikacji, ilości i dostawcy. Obecnie cena systemów powlekania proszkowego jest nadal wyższa niż w przypadku konwencjonalnych systemów powlekania. Cena za kg mieściła się w przedziale 3.01-5.38 EUR (dane za rok 2006).

Koszty inwestycyjne i operacyjne linii proszkowej są niższe niż w przypadku konwencjonalnych linii na bazie powłok ciekłych⁴⁷.

Modernizacja konwencjonalnego systemu aplikacji na bazie rozpuszczalników na urządzenie do malowania proszkowego wymaga jedynie wymiany systemów nakładania farby; piece nie muszą być wymieniane. Jednakże w przemyśle motoryzacyjnym farby proszkowe wymagają całkowicie nowych kabin lakierniczych, systemów zasilania i pieców do utwardzania.

Siła napędowa wdrażania

Eliminacja rozpuszczalników.

Przykładowe zakłady

W sektorze powlekania metodą ciągłą istnieje w Europie kilka instalacji do pełnowymiarowego powlekania proszkowego zwojów aluminiowych i stalowych.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[105. CEPE 2006\]](#) [\[116. ESIG 2005\]](#) [\[42. Envirowise 2003\]](#) [\[43. Envirowise 1998\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.2.7. Materiały wstępnie powlekane

Opis

Stosowanie materiałów, które są powlekane przed cięciem i/lub kształtowaniem i/lub montażem. Chociaż jest to powszechnie stosowana technika, nie jest ona związana z efektywnością środowiskową zakładu, ponieważ odnosi się głównie do „outsourcingu” emisji.

⁴⁷ Ewolucja procesu powlekania karoserii samochodowych - przegląd (*Evolution of the Automotive Body Coating Process-A Review*), [w:] Powłoki (*Coatings*) 2016, 6, 24.

Szczegóły techniczne

Materiały wstępnie powlekane mogą być stosowane przy montażu wyrobów, zmniejszając liczbę powłok lakierniczych lub eliminując konieczność malowania. W przypadku powlekania podłoży o jednolitych wymiarach, takich jak metale powlekane metodą ciągłą, drewno lub płyty pilśniowe itp., powłoki można nakładać przy użyciu technik, które są trudniejsze do zastosowania na zmontowanych wyrobach lub częściach wyrobów, ale które są bardziej korzystne dla środowiska (zob. sekcja 17.7.3).

Korzyści dla środowiska

- Znaczna redukcja emisji LZO w przypadku zastąpienia czynności natryskiwania przez stosowanie materiałów powlekanych metodą ciągłą.
- Bardziej efektywne użycie materiałów.
- Bardziej efektywne suszenie i utwardzanie.
- Bardziej efektywne wychwytywanie i niszczenie emisji podczas powlekania metodą ciągłą, ponieważ nakładanie powłok i odprowadzanie gazów odlotowych w przypadku ciągłej powierzchni płaskiej jest łatwiejsze i bardziej efektywne niż w przypadku powlekania uformowanych elementów czy korpusów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Materiały wstępnie powlekane są produkowane przez powlekanie metodą ciągłą, zob. rozdział 6.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Emisje zostają „przekazane” na instalację do powlekania metodą ciągłą i tam są redukowane (zob. korzyści dla środowiska, powyżej).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Metal powlekany metodą ciągłą jest zazwyczaj dostarczany w komplecie z powłoką wykończeniową, ale może być również dostarczany powleczony tylko podkładem gotowym do nałożenia kolejnej warstwy (warstw). Technika ta jest używana w coraz większej liczbie zastosowań, w tym: w budownictwie, urządzeniach elektrycznych (AGD), przemyśle motoryzacyjnym, przyczepach kempingowych i domach mobilnych („na kółkach”), szafkach metalowych itp.

W powlekanii pociągów, do produkcji wagonów towarowych coraz częściej stosuje się materiały powlekane metodą ciągłą.

W maszynach rolniczych i budowlanych niektórzy producenci stosują powłoki galwaniczne i nawierzchniowe przed montażem; materiały powlekane metodą ciągłą mogą być tutaj opcją.

W powlekanii opakowań metalowych, materiały powlekane metodą ciągłą są powszechnie stosowane w produkcji trzyczęściowych puszek.

Ekonomika

Redukcja etapów produkcji i skupienie się na podstawowej działalności.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja emisji w miejscu pracy i do środowiska.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w produkcji opakowań metalowych oraz powlekanii metodą ciągłą.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005]

17.7.2.8. Stosowanie folii laminowanej do powlekania wstęgi lub zwoju

Opis

Stosowanie folii polimerowych nakładanych na zwój lub wstęgę podłoża celem nadania im właściwości estetycznych lub funkcjonalnych, co zmniejsza liczbę potrzebnych warstw powłoki.

Szczegółowe informacje na temat zastosowania tej techniki do powlekania metodą ciągłą znajdują się w sekcji 6.4.2.6. Stosuje się ją również do powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych i innych metali, powlekania i zadrukowywania opakowań metalowych, w fleksografii i rotograwiurze niepublikacyjnej, do powlekania samolotów, powierzchni drewnianych, tekstyliów, folii i papieru oraz do produkcji taśm samoprzylepnych.

17.7.3. Procesy i urządzenia do nakładania farb

Procesy o wysokiej wydajności nakładania obejmują napełnianie, powlekanie wałkami, zalewanie, zanurzanie, zatapianie i powlekanie próżniowe. Procesy te generują mniej mgły lakierniczej niż natryskiwanie, ale nie są powszechnie stosowane. Istnieją dwa procesy zanurzania: konwencjonalny oraz elektropowlekania.

Natryskiwanie może odbywać się z lub bez wspomaganie elektrostatycznego. W przypadku natryskiwania wspomaganego elektrostatycznie, pomiędzy przedmiotem obrabianym a pistoletem natryskowym wytwarzane jest pole elektryczne. W ten sposób uzyskuje się następujące zalety dotyczące ochrony środowiska i skuteczności powlekania:

- mniejsze zużycie materiałów, mniejsza emisja, mniejsza ilość szlamu z farby i mniejsze zabrudzenie powierzchni malowania (mniej czyszczenia);
- lepsze możliwości automatyzacji procesów malowania, szybsze nakładanie powłok i tym samym większa wydajność;
- mniejsze zużycie powietrza (mniejsze zapotrzebowanie na energię).

Wadą natrysku wspomaganego elektrostatycznie jest ryzyko powstawania zacieków na krawędziach oraz zbyt głębokich grubości warstw w zagłębieniach i na krawędziach wewnętrznych, ze względu na koncentrację materiałów malujących na tych obszarach. W użyciu są różne metody natrysku wspomaganego elektrostatycznie, które zostały opisane w następnych sekcjach. Ponadto, mogą istnieć specjalne wymagania dotyczące osiągalnej jakości, geometrii, farby, przewodności elektrycznej (np. wpływające na możliwość ponownego malowania powierzchni) i bezpieczeństwa pracy związane z stosowaniem wysokich napięć.

Pomimo rosnącego wykorzystania technik elektrostatycznych, natryskiwanie bez ładunku elektrostatycznego jest nadal szeroko stosowane w różnych aplikacjach, a tradycyjne ręczne systemy natryskowe mogą być bardziej odpowiednie w niektórych okolicznościach, na przykład dla mniejszych producentów. W porównaniu z procesami elektrostatycznymi, inwestycje są też znacznie mniejsze. Nie ma także specjalnych wymagań dotyczących geometrii, materiałów do malowania, przewodności elektrycznej i bezpieczeństwa pracy. Wadą tych technik nakładania jest niska wydajność. W związku z tym opracowano kilka technik minimalizacji ilości mgły lakierniczej, a ich skuteczność jest porównywalna z procesami elektrostatycznymi [78. TWG 2005] [212. TWG 2018].

Należy zauważyć, że wybór technik nakładania może być ograniczony w zakładach o małej wydajności i/lub dużej różnorodności produktów, jak również ze względu na rodzaj i kształt podłoża, wymagania dotyczące jakości produktu oraz potrzebę zapewnienia wzajemnej

zgodności stosowanych materiałów, technik nakładania powłoki, technik suszenia/utwardzania oraz systemów oczyszczania gazów odlotowych.

Techniki nakładania powłok przedstawiono w następującej kolejności:

- beznatryskowe techniki powlekania (sekcje 17.7.3.1, 17.7.3.2, 17.7.3.3, 17.7.3.4, 0, 17.7.3.6, 17.7.3.7);
- natryskowe techniki powlekania (sekcje 17.7.3.8, 17.7.3.9, 17.7.3.10, 17.7.3.11, 17.7.3.12, 17.7.3.13; dla techniki „natrysk, ściągaczka i splukiwanie”, zob. sekcja 17.7.3.14).

Automatyzacja nakładania została omówiona w sekcji 17.2.5.

17.7.3.1. Powlekanie wałkami

Opis

Nakładanie powłoki w maszynie, w której wałki są używane do przenoszenia lub odmierzania ciekłej powłoki lub tuszu z pojemnika na przesuwającą się taśmę podłoża.

Szczegóły techniczne

Nakładanie odbywa się za pomocą obracających się wałków powlekanych gumą lub pianką; możliwe jest również powlekanie dwustronne. Nanoszona warstwę można regulować poprzez zmianę odstępów pomiędzy wałkami. Jeżeli obrabiany przedmiot (podłoże) i wałek poruszają się w tym samym kierunku, to można nakładać tylko warstwy o grubości do 12 μm i tylko materiały powłokowe o określonej lepkości mogą być stosowane. Problemy te nie występują w procesach powlekania odwrotnego, w których wałek obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu przedmiotu obrabianego. Zob. także sekcję 6.4.3.3 oraz Ilustrację 6.18.

Można również zamontować rakłę (zob. sekcja 17.7.3.2) w celu regulacji grubości farby/powłoki na wałku dociskowym lub dozującym.

Szczególnym zastosowaniem odwrotnego powlekania jest nakładanie wypełniaczy na drewno. W procesach zautomatyzowanych materiał wypełniający nakładany jest wałkami w powlekarkach odwrotnych, a nadmiar materiału jest usuwany. Po utwardzeniu konieczne jest szlifowanie, aby uzyskać gładką powierzchnię.

Korzyści dla środowiska

W zależności od obrabianego przedmiotu i warunków obróbki można osiągnąć efektywność zużycia materiału wynoszącą około 90-100 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zob. sekcję 6.4.3.3.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zob. sekcję 6.4.3.3.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się tylko do płaskich powierzchni.

Powlekanie wałkiem ma zastosowanie szczególnie w przypadku materiałów jedno- i dwuskładnikowych oraz materiałów polimeryzacyjnych o wysokiej lepkości lub 100-procentowej zawartości substancji stałych.

Powlekanie wałkami stosuje się powszechnie w przypadku powlekania opakowań metalowych, do nakładania powłoki na zewnętrzne powierzchnie puszek. W produkcji puszek trzyczęściowych powlekanie wałkami stosuje się wyłącznie do malowania arkuszy, przy czym „paski boczne”

mogą być również наносzone za pomocą wałków. W produkcji wytłaczanych rur aluminiowych powlekanie wałkami stosuje się tylko do nakładania powłoki bazowej.

Technika ta jest szeroko stosowana w powlekanii metodą ciągłą, zob. sekcja 6.4.3.3.

W powlekanii powierzchni drewnianych wałki stosuje się głównie do płaskich przedmiotów, takich jak panele wykonane z kompozytów drewnianych, ale można również obrabiać lekko zakrzywione produkty, takie jak płyty drewniane. W przypadku bardziej zakrzywionych powierzchni, wypełniacze nakładane są za pomocą urządzeń ręcznych, takich jak szpachelki.

Technika ta jest również stosowana w przemyśle rybołówstwa do powlekania sieci rybackich.

Ekonomika

Lekka maszyna do wypełniania stosowana w przemyśle powlekania drewna i mebli, o szerokości roboczej 1.3 m i mocy 5.5 kW kosztowała w 2000 r. 55 000 EUR. W innym przykładzie, wałek piankowy o szerokości roboczej 1.3 metra i mocy 3 kW kosztował około 26 000 euro. Maszyna z dwoma wałkami (system podwójny) o tej samej szerokości roboczej i mocy 6 kW kosztowała 52 000 EUR. Oba przykłady pochodzą z roku 2000.

Siła napędowa wdrażania

Bardzo wysoka wydajność transferu, a tym samym minimalne straty materiałów.

Przykładowe zakłady

Technika stosowana głównie w instalacjach powlekania metodą ciągłą, powlekania drewna oraz powlekania opakowań metalowych.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.7.3.2. Rakiel (przecierak, *doctor blade*) nad wałkiem

Opis

Powłoka jest nakładana na podłoże przez szczelinę pomiędzy raklą a wałkiem. Nadmiar jest zbierany (zeskrobywany).

Szczegóły techniczne

Rakiel (przecierak) usuwa nadmiar tuszu/farby oraz umożliwia przeniesienie na podłoże tylko wymaganej jej masy (grubości).

Proces ten polega na nakładaniu powłoki na podłoże, które następnie przechodzi przez „szczelinę” pomiędzy „raklą” a wałkiem podtrzymującym. Gdy powłoka i podłoże przechodzą przez szczelinę, nadmiar powłoki jest usuwany.

Korzyści dla środowiska

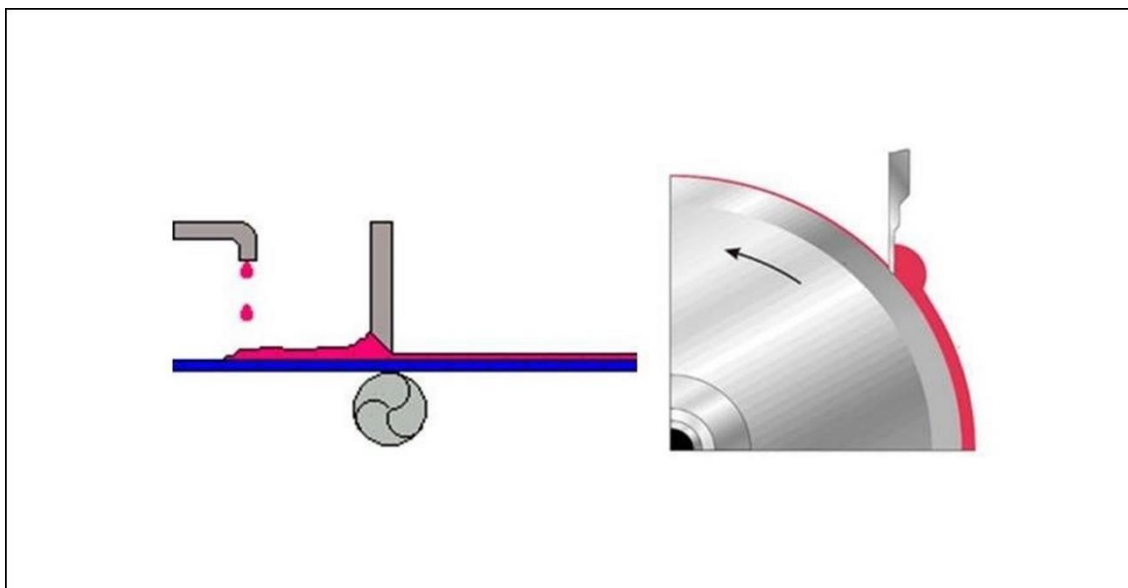
Niskie zużycie surowców.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Proces ten może być stosowany do powłok o wysokiej lepkości i bardzo dużych ciężarach powłoki, jak np. plastizole czy powłoki gumowe. Istnieją różne wersje tego stosunkowo prostego procesu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.



Źródło: [208. TCI i in. 2017]

Ilustracja 17-8 Rakiel (*doctor blade*).

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w fleksografii i powlekanii tekstyliów, folii oraz papieru.

Literatura źródłowa

[208. TCI i in. 2017]

17.7.3.3. Nakładanie powłok metodą „bez płukania” (*no rinse*) lub „na sucho” (*dry-in-place*) w powlekanii metodą ciągłą

Opis

Nakładanie powłok konwersyjnych, które nie wymagają dalszego spłukiwania wodą, za pomocą wałka do powlekania (tzw. *chemcoater*) lub wałków z rakłą (*squeegee rollers*).

Zob. sekcja 6.4.3.2.

17.7.3.4. Powlekanie kurtyną

Opis

Obrabiane elementy przechodzą przez laminarną warstwę powłoki wypływającą ze zbiornika głównego.

Szczegóły techniczne

Farba lub powłoka jest utrzymywana w rynnie wlewowej (zlewni) i wypuszczana jako warstwa laminarna, przez którą przechodzą obrabiane przedmioty/podłoża. Nadmiar materiału powlekającego jest wychwytywany w zbiorniku i pompowany z powrotem do głowicy zlewni.

Najczęściej stosuje się lakiery bezrozpuszczalnikowe na bazie poliestru, ale można również nakładać inne rodzaje materiałów powlekających. Przy powlekanii kurtyną można uzyskać bardzo równomierne warstwy.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują optymalizację materiałów. W zależności od obrabianego przedmiotu i warunków procesu można osiągnąć wydajność wykorzystania materiału rzędu 90-98 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Systemy powlekania kurtyną zawierają system wychwytywania i recyrkulacji pracujący w obiegu zamkniętym.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie tylko do płaskich podłoży. Przy powlekanii kurtyną powlekane są gładkie lub prawie gładkie przedmioty. W zależności od typu maszyny można stosować gramatury od 40 g/m² do 500 g/m².

Powlekanie kurtyną jest stosowane głównie w przemyśle meblarskim do powlekania drzwi, jednostek ściennych oraz innych paneli.

Jest również szeroko stosowana w powlekanii płytek obwodów drukowanych (więcej informacji można znaleźć w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#)).

W sektorze opakowań metalowych technika ta stosowana jest do ochrony zewnętrznej powierzchni puszek z żywnością. Stosuje się ją także w produkcji dwuczęściowych puszek tłoczonych i przeciąganych (DWI).

Ekonomika

Instalacja do powlekania kurtyną stosowana w przemyśle powlekania drewna i mebli o szerokości roboczej 1.3 metra i mocy 3 kW kosztowała w 2000 roku 35 000 euro.

Siła napędowa wdrażania

Koszty oraz korzyści środowiskowe.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[23. COM 2006\]](#) [\[29. UKDEFRA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.3.5. Zalewanie

Opis

Obrabiane elementy są transportowane za pomocą przenośników do zamkniętego (hermetycznego) kanału, który jest następnie zalewany materiałem powłokowym za pomocą rur wtryskowych. Nadmiar materiału jest zbierany i ponownie wykorzystywany.

W produkcji drutu nawojowego stosuje się odmianę tej techniki, w której druty nawojowe przechodzą przez urządzenie do nakładania emalii, gdzie emalie są dostarczane w nadmiarze, a ten nadmiar po powleczeniu jest usuwany przez matrycę emalierską i przenoszony z powrotem do zbiornika emalii celem 100 % ponownego użycia.

Korzyści dla środowiska

W zależności od obrabianego przedmiotu i warunków procesu można osiągnąć wykorzystanie substancji powlekającej na poziomie 95-99 %.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W porównaniu do zatapiania straty na skutek parowania są wyższe.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Proces ten nadaje się szczególnie do dużych przedmiotów o dużej powierzchni, jak np. elementy grzejne, elementy samochodów ciężarowych lub maszyn rolniczych, nadaje się także do nakładania uszczelnień wnek w przemyśle samochodowym. Można obrabiać materiały o gramaturze 60-200 g/m².

Technika znajduje również zastosowanie przy produkcji drutu nawojowego.

Przykładowe zakłady

Wszystkie zakłady produkujące drut nawojowy; dla innych sektorów nie otrzymano informacji.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [212. TWG 2018]

17.7.3.6. Powlekanie elektroforetyczne

Opis

Cząsteczki farby rozproszone w roztworze wodnym osadzane są na zanurzonych podłożach pod wpływem pola elektrycznego (osadzanie elektroforetyczne). Jest to specyficzny rodzaj powlekania zanurzeniowego.

Szczegóły techniczne

Technika powlekania elektroforetycznego znana jest również pod nazwą *e-coating*, *electrocoating*, EC, ELPO lub katodowego powlekania zanurzeniowego.

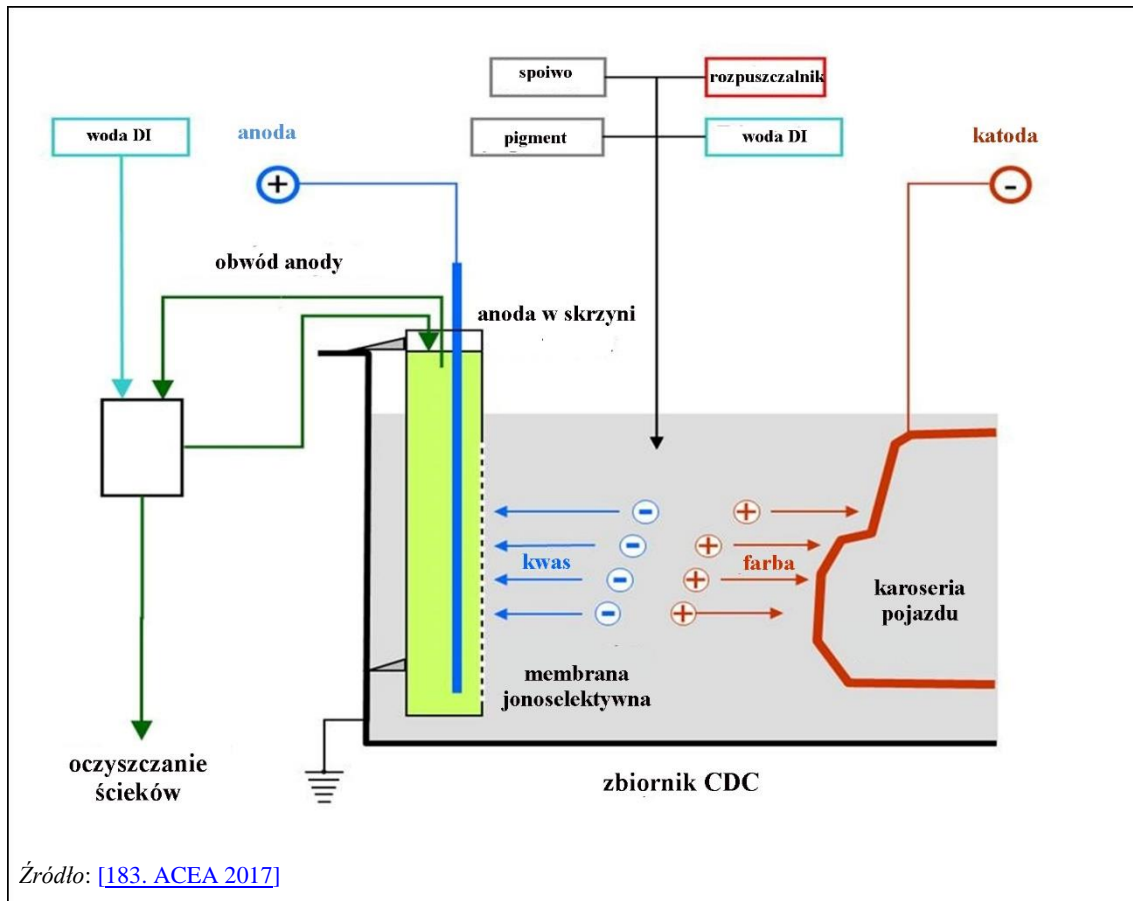
Wstępnie przygotowane karoserie pojazdów są ładowane elektrycznie podczas przechodzenia przez kąpiel lakieru elektroimersyjnego. Składniki stałe lakieru *e-coat* osadzają się na karoserii w procesie elektroforetycznym. Dzięki temu procesowi możliwe jest pokrycie wszystkich wewnętrznych i zewnętrznych części karoserii, łącznie z wnękami. Skalkulowana powierzchnia powłoki *e-coat* potrzebna na jeden pojazd wynosi zazwyczaj od 70 m² do 130 m², w zależności od wielkości i konstrukcji auta.

Konieczne jest rozróżnienie pomiędzy osadzaniem katodowym i anodowym. Katodowe powlekanie zanurzeniowe jest szeroko stosowane i jest w stanie spełnić wysokie wymagania jakościowe.

Stosowane powłoki są zazwyczaj na bazie wody i są rozcieńczane wodą dejonizowaną. Najczęściej bazują na modyfikowanej żywicy epoksydowej z funkcją aminową.

Kombinacja żywicy i procesu osadzania tworzy po utwardzeniu bardzo odporną powłokę, która w znacznym stopniu przyczynia się do ochrony antykorozyjnej części wewnętrznej i zewnętrznej obrabianego przedmiotu. Zawartość rozpuszczalników w farbie *e-coat* wynosi najczęściej od 2 do 4%.

Po procesie powlekania następuje wieloetapowe płukanie kaskadowe w celu usunięcia cząstek farby, które nie zostały poddane procesowi elektrodepozycji. Medium płuczące jest oczyszczane poprzez ultrafiltrację. Składniki farby skoncentrowane w retencji są kierowane z powrotem do zbiornika katodowego powlekania zanurzeniowego CDC (*cathodic dip coating*), filtrat (woda i niskocząsteczkowe chemikalia z CDC) może być ponownie wykorzystany w cyklu płukania. Opcjonalnie, farba transportowana z ostatniego etapu płukania wodą dejonizowaną (DI) może zostać odseparowana i ponownie wprowadzona do procesu.



Ilustracja 17-9 Proces elektroforezy.

Korzyści dla środowiska

Wraz z wprowadzeniem dwuskładnikowych farb *e-coat* (roztwór spoiwa i pasta pigmentowa), zawartość rozpuszczalnika mogła zostać zminimalizowana. Ze względu na niską zawartość rozpuszczalnika w farbie *e-coat* oraz fakt, że nie jest ona rozpylana jak to ma miejsce w przypadku operacji natryskowych, poziomy emisji LZO są bardzo niskie.

Typowa emisja wynosi od 2 g do 4 g LZO/m², w zależności od powierzchni samochodu pokrytej elektroforetycznie. Dzięki ograniczeniu emisji gazów odlotowych z pieca, można osiągnąć poziom emisji niższy niż 1 g LZO/m².

Wszystkie stosowane powłoki elektroforetyczne nie zawierają ołowiu.

Bardzo duża część farby usuniętej podczas płukania jest odzyskiwana (prawie 100%), dzięki połączeniu płukania odwrotną kaskadą z filtracją membranową.

Oprócz niewielkiego zużycia farby, powstaje również niewielka ilość odpadów.

Katodowe powlekanie zanurzeniowe charakteryzuje się bardzo wysoką wydajnością aplikacji.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nakładanie odbywa się w specjalnie do tego celu zbudowanym obiekcie z odprowadzaniem powietrza. Przed naniesieniem kolejnych powłok karoserii z powłoką elektroforetyczną muszą przejść przez piec.

Powlekanie odbywa się w zamkniętym zbiorniku zanurzeniowym. Napięcie osadzania mieści się w zakresie od 300 V do 450 V. Przy wysokim natężeniu prądu do wanny CDC doprowadzana jest energia w ilości od 5 do 10 kWh na jedną karoserię pojazdu. Ze względu na proces osadzania

i ciepło tarcia pomp, wanna nagrzewa się i musi być schładzana do temperatury $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ za pomocą systemu chłodzenia farby. Farby elektroforetyczne są stale mieszane w zbiorniku zanurzeniowym, aby uniknąć osadzania się pigmentów, wypełniaczy i środków wiążących.

Istnieje potrzeba biologicznej/bakteryjnej kontroli ścieków oraz duże wymagania dotyczące oczyszczania ścieków, w tym magazynowania oraz oczyszczania dużych ilości ścieków o wysokiej zawartości ChZT/BZT.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie tylko do podłoża metalowych. Może być stosowana do całych karoserii pojazdów i elementów metalowych (w tym tych spoza branży motoryzacyjnej), łącznie z wewnętrznymi wgłębieniami i innymi trudno dostępnymi obszarami powierzchni.

Obecnie technika zanurzeniowa jest szeroko stosowana, ale tylko do nakładania *e-coat* (katodowe powlekanie zanurzeniowe). W produkcji samochodów bardzo ważna jest optyczna jakość wykończenia lakieru, dlatego do nakładania podkładu i powłoki nawierzchniowej stosuje się wyłącznie techniki natryskowe.

Ekonomika

Ponieważ powlekanie elektroforetyczne jest najczęściej wysoce zautomatyzowane i wyposażone w przeciwprądowe systemy wielokrotnego płukania oraz filtrację membranową do odzyskiwania odsączonego nadmiaru farby, koszty inwestycji i materiałów są zazwyczaj wysokie.

Siła napędowa wdrażania

- Niskie emisje LZO.
- Możliwość powlekania powierzchni wewnętrznych.
- Niskie koszty pracownicze.
- Niewielki wpływ na ewentualne pogorszenie bezpieczeństwa w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w przemyśle produkcji pojazdów; wszystkie zakłady VW; Cropu SA, Burgos, Hiszpania (dla komponentów).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[23. COM 2006\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[127. TWG i in. 2003\]](#) [\[128. Republika Czeska 2006\]](#) [\[129. ACEA 2003\]](#) [\[169. VDI 2013\]](#) [\[183. ACEA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.3.7. Współwytlaczanie

Szczegółowy opis znajduje się w sekcji 12.4.2.8.

Współwytlaczanie znajduje zastosowanie we fleksografii i rotograviurze niepublikacyjnej, produkcji taśm klejących oraz powlekanii powierzchni drewnianych.

17.7.3.8. Natryskiwanie *airless* wspomagane powietrzem

Opis

Strumień powietrza (powietrze kształtujące) jest używany do modyfikacji stożka natrysku pistoletu *airless*.

Korzyści dla środowiska

Efektywność wykorzystania materiału w przypadku techniki *airless* wspomaganą powietrzem wynosi około 35-70 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Natryskiwanie *airless* wspomaganą powietrzem osiąga najczęściej lepsze wyniki niż zwykle natryskiwanie *airless*. Przy dobrym wyszkoleniu operatora można osiągnąć taką samą wydajność, jak w przypadku natrysku konwencjonalnego, szczególnie w przypadku warstwy podkładowej. Szybka zmiana koloru nie jest możliwa ze względu na niezbędne pompy wysokociśnieniowe, chociaż nie są one wymagane w przemyśle motoryzacyjnym, gdyż natryskiwanie *airless* jest stosowane do farb o wysokiej lepkości, a nie wykończeniowych. Zastosowanie natryskiwania *airless* daje szorstką powłokę, która może wymagać szlifowania przed nałożeniem kolejnych, bardziej wyrafinowanych powłok [komentarz ACEA 325 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Mgła lakiernicza wytwarza mniej odpadów, ale odpady z odszlamiania są większe. Możliwe, że ogólnie odpadów jest nieco mniej, ale charakter, a zatem i gospodarowanie odpadami różnią się. Brak zapotrzebowania na sprężone powietrze powoduje również pewne oszczędności energii [komentarz ACEA 324 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana, głównie do powlekania dużych elementów lub powierzchni. Jest powszechnie wykorzystywana do malowania drewna i mebli. Wykorzystanie natryskiwania *airless* wspomaganego powietrzem staje się coraz bardziej powszechne w wykańczaniu jachtów.

Ekonomika

Koszty inwestycyjne obejmujące pistolet natryskowy, pompę i inne niezbędne urządzenia mieszczą się w przedziale 2 600-5 200 EUR (dane z 2005 r.). Dodatkowe koszty są niezbędne do przeszkolenia operatorów.

W jednym konkretnym przypadku koszty początkowe zastosowania tej techniki wyniosły 2 900 EUR, natomiast na zużyciu farby zaoszczędzono 3 100 EUR miesięcznie. W tym konkretnym przypadku czas zwrotu wyniósł mniej niż miesiąc (dane z 2005 r.).

Siła napędowa wdrażania

Natryskiwanie *airless* jest skutecznym sposobem powlekania materiałem o wysokiej lepkości [komentarz ACEA 326 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

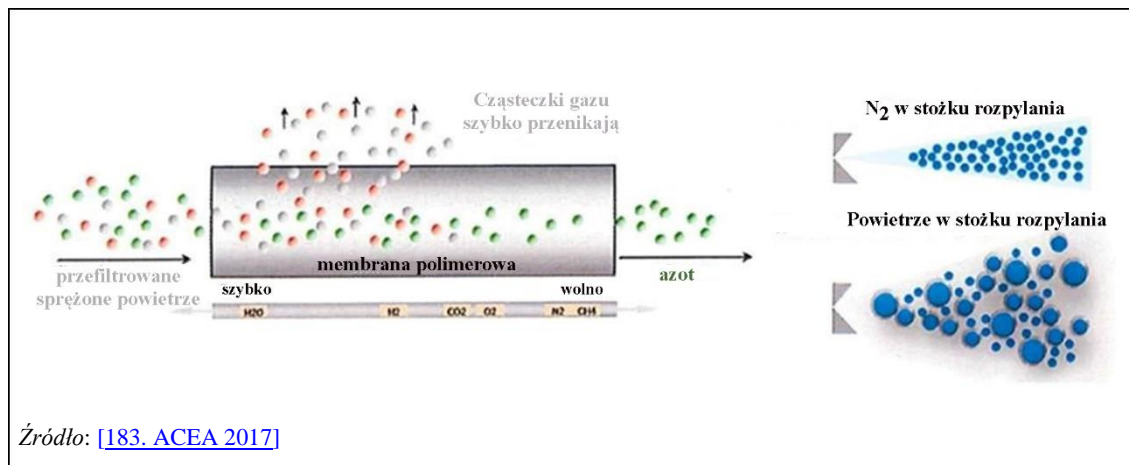
17.7.3.9. Rozpylanie pneumatyczne z użyciem gazów obojętnych

Opis

Pneumatyczne nanoszenie farby za pomocą gazów obojętnych pod ciśnieniem (np. azot, dwutlenek węgla).

Szczegóły techniczne

Natryskiwanie wspomagane azotem to metoda malowania, która umożliwia użycie azotu zamiast zwykłego sprężonego powietrza. Azot można wytwarzać bezpośrednio ze sprężonego powietrza za pomocą membrany polimerowej („dyskryminator molekularny”).



Ilustracja 17-10 (a) produkcja azotu przy użyciu membrany polimerowej i (b) porównanie stożków rozpylających.

Bogate w azot powietrze może być wykorzystane do rozpylania farby i kształtowania strumienia natrysku.

Cząsteczki azotu są około dwa razy szybsze niż powietrza i mają mniejsze turbulencje. Dzieje się tak dlatego, że w zwykłym powietrzu występuje mieszanina cząsteczek, które poruszają się nieregularnie, nie jak w przypadku prawie czystego azotu, który porusza się w sposób harmonijny, zob. Ilustracja 17.10.

Alternatywną opcją jest zastosowanie dwutlenku węgla (CO_2). W tym procesie powietrze jest zastępowane przez CO_2 , który jest dodawany do substancji malującej o wysokiej lepkości. Mieszanka farby i CO_2 jest przetwarzana w temperaturze 40-70 °C i pod ciśnieniem ok. 100 barów. Rozpylanie odbywa się poprzez natryskiwanie *airless*. Ze względu na szybkie odparowanie CO_2 stosuje się rozpylacz w kształcie dzwonu o mniejszej prędkości cząstek farby w porównaniu do zwykłego natrysku *airless*.

Korzyści dla środowiska

Technika malowania natryskowego wspomaganego azotem daje częściowo wyższą wydajność przenoszenia farby. Możliwy wzrost wydajności transferu zależy od kształtu obrabianego przedmiotu i należy go traktować jako „najlepszy przypadek”. W przypadku znacznie wyższej wydajności transferu, może to zmniejszać ilość mgły lakierniczej, a tym samym zmniejszać ilość zużywanej farby. Poprzez zmniejszenie ilości zużywanej farby, emisja pyłu i LZO również ulega obniżeniu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta posiada wiele zalet:

- mniejsza ilość mgły lakierniczej / lepsza wydajność transferu;
- lepsza kontrola nakładanego wzoru;
- mniejszy rozmiar dyszy, a tym samym dokładniejsze rozpylanie;
- lepsza kontrola temperatury procesu;
- lepsza kontrola jonizacji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Dla azotu nie dostarczono żadnych informacji.

W przypadku stosowania CO₂, energia jest wykorzystywana do ogrzewania. Uwolniony CO₂ ma wpływ na globalne ocieplenie, chociaż jego ilość może nie być znacząca.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta nie nadaje się do powlekania powierzchni drewnianych.

Rozpylanie z wykorzystaniem CO₂ ma zastosowanie w wielu branżach. Natomiast nie działa w przypadku żywic epoksydowych, ponieważ CO₂ reaguje z utwardzaczem. Podłoże powinno być odporne na wysoką temperaturę, gdyż mieszanina farby i CO₂ jest nakładana w temperaturze 40-70 °C. Ta temperatura jest czasami zbyt wysoka dla drewna (ryzyko przebarwień).

Siła napędowa wdrażania

Lepsza efektywność transferu.

Przykładowe zakłady

Zakład #065 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[183. ACEA 2017\]](#) [\[191. Nitrosystem 2017\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.3.10. Rozpylanie wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe (HVLP)

Opis

Atomizacja farby w dyszy rozpylającej poprzez mieszanie farby z dużą ilością powietrza przy niskim ciśnieniu (maksymalnie 1.7 bar). Pistolety HVLP mają wydajność przenoszenia farby > 50 %.

Szczegóły techniczne

Rozpylanie substancji malującej odbywa się mechanicznie za pomocą sprężonego powietrza. W celu rozpylenia, materiał do malowania i sprężone powietrze wprowadzane są do pistoletu natryskowego gdzie następuje rozpylanie farby. Wylatujące powietrze przenosi cząsteczki farby na powierzchnię malowania. Przy wyższym ciśnieniu powietrza, więcej farby zostanie rozpylone, ale straty z powodu mgły lakierniczej będą również wyższe. Natomiast jeśli ciśnienie powietrza będzie zbyt niskie to i słaba będzie jakość powleczonej warstwy. Rozpylanie HVLP daje mniejszą ilość rozpylonych małych cząstek farby w porównaniu z konwencjonalnymi technikami natryskiwania, ponieważ stosowane jest mniejsze ciśnienie powietrza.

Koncepcja HVLP została opracowana w latach 80-tych, a jej głównym założeniem było osiągnięcie 60 % wydajności transferu poprzez ograniczenie ciśnienia rozpylania do 0.7 bar. Takie ciśnienie nie pozwala jednak osiągnąć wymaganej jakości wykończenia ani szybkości nakładania. Nowe konstrukcje nasadek powietrznych zostały tak zaprojektowane, aby zapewnić wymaganą wydajność transferu, jak również pożądaną jakość wykończenia i szybkość aplikacji, ale pracując pod wyższym ciśnieniem powietrza rozpylającego. Ciśnienie atomizacji w tych pistoletach jest wyższe niż ciśnienie związane z rozpylaniem HVLP, ale nadal jest mniejsze niż połowa ciśnienia używanego w konwencjonalnych pistoletach natryskowych z rozpylaczem powietrznym. Pistolety niskociśnieniowe mogą być zasilane z każdego rodzaju pojemnika na farbę dołączonego do pistoletu, zbiornika ciśnieniowego lub pompy. Pojemnik z farbą może znajdować się powyżej pistoletu lub być umieszczony pod pistoletem; pojemnik umieszczony powyżej może być używany aż do całkowitego opróżnienia.

Korzyści dla środowiska

Rozpylanie HVLP pozwala na wykorzystanie materiału w zakresie 40-80 %. W porównaniu z wysokociśnieniowym natryskiwaniem sprężonym powietrzem oszczędność materiału wynosi do 20%, o ile pojemnik z farbą znajduje się powyżej pistoletu natryskowego.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Techniką tą można powlekać większość powierzchni. Można osiągnąć wysoką jakość powlekaney nawierzchni, chociaż stosowanie konwencjonalnego natryskiwania wysokoobjętościowego, niskociśnieniowego nie jest uważane za najbardziej odpowiednią metodę dla wysokiej jakości wykończenia [komentarz ACEA #321 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Ze względu na wytwarzanie większych cząstek lakieru, wygląd optyczny może być inny niż w przypadku natrysku konwencjonalnego. Nowoczesne pistolety niskociśnieniowe dają jednak przy podobnym nakładzie pracy powłoki o jakości równej tej, jaką uzyskuje się przy użyciu pistoletów wysokociśnieniowych. Wydajność pracy przy rozpylaniu HVLP może być niska, a kontrola grubości suchej powłoki niewielka.

Można stosować gramaturę do 250 g/m².

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie zasobów jest wysokie w porównaniu z innymi technikami nakładania, a technika ta wiąże się z wyższą emisją LZO ze względu na niską wydajność transferu. Proces ten generuje również wysoki poziom osadów [komentarz ACEA #320 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Rozpylanie HVLP może być stosowane na wszystkich powierzchniach. W malowaniu drewna i mebli rozpylanie HVLP stosuje się do bejc o niskiej lepkości, ale coraz częściej także do innych systemów malowania. W przemyśle samochodowym malowanie HVLP jest czasami stosowane w połączeniu z elektrostatycznie wspomaganymi dzwonami do nakładania farb metalicznych (powłoka bazowa), ale nie jest stosowane do nakładania farb nawierzchniowych. W tym przypadku za pomocą HVLP nakładana jest tylko cienka warstwa [komentarz ACEA #320 w [\[212. TWG 2018\]](#)]. W mniejszym stopniu technika ta może być opcją w powlekanii sprzętu rolniczego i budowlanego. Ponieważ pociągi są powlekane ręcznie, rozpylanie HVLP może być stosowane do powłok nawierzchniowych. Technikę tą stosuje się również do powlekania detali z tworzyw sztucznych, ale nie do i na częściach do samochodów osobowych [komentarz DE #183 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Technika ta raczej nie jest stosowana do powlekania statków (rozpylanie HVLP jest stosowane tylko w niektórych aplikacjach powłoki nawierzchniowej i ewentualnie lakieru) lub samolotów.

Ekonomika

Pistolety natryskowe HVLP kosztują około 275-550 EUR (dane z 2005 r.), nie licząc kosztów dostosowania sprężarki i przewodów sprężonego powietrza do wyższych przepływów. Należy również wziąć pod uwagę koszty szkolenia personelu trwającego około 1 do 2 dni.

Czas zwrotu inwestycji jest często krótszy niż 1 rok, w zależności od ilości zastosowanej farby i osiągniętej wydajności.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.3.11. Rozpylanie elektrostatyczne (w pełni zautomatyzowane)

Opis

Rozpylanie za pomocą wirujących z dużą prędkością tarcz lub dzwonów oraz kształtowanie strumienia rozpylonej cieczy za pomocą pól elektrostatycznych i powietrza kształtującego.

Szczegóły techniczne

Wprawdzie dzwony rozpylają farbę fizycznie za pomocą sił odśrodkowych, ale bardzo ważne są właściwości elektryczne materiału do malowania. W porównaniu z rozpylaniem elektrostatycznym bez dodatkowego powietrza kształtującego, ta technika wykazuje większą elastyczność w odniesieniu do farb i strumieni materiałów.

Materiał może być ładowany elektrostatycznie na zewnątrz lub wewnątrz rozpylacza. Ładowanie wewnętrzne realizowane za pomocą galwanicznie izolowanych systemów jest droższe, ale często prowadzi do wyższej sprawności transferu.

W urządzeniu z ładowaniem zewnętrznym cząsteczki farby po opuszczeniu kielicha dzwonowego ładowane są w polu elektrostatycznym poza rozpylaczem. Ładowanie zewnętrzne jest często stosowane przy nakładaniu farb na bazie wody.

W przypadku stosowania specjalnych i delikatnych systemów malowania (farby metaliczne) mogą wystąpić odchylenia w kolorze i jakości powierzchni, ale można je skorygować poprzez odpowiednią zmianę parametrów nakładania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zużycie materiałów i wytwarzanie odpadów w procesie jest zminimalizowane dzięki wysokiej wydajności transferu.

W zależności od obrabianego przedmiotu oraz warunków obróbki, można osiągnąć wydajność w zakresie od 70 do 95 %. W porównaniu z konwencjonalnym natryskiwaniem, powstaje mniej mgły lakierniczej, a kabiny lakiernicze są mniej zanieczyszczone, więc potrzeba mniej środków czyszczących.

Ze względu na możliwe wysokie przepływy materiału i osiągalną wydajność transferu od 70 do 95 %, proces ten jest najbardziej efektywną metodą aplikacji dla uniwersalnych przemysłowych operacji malowania, takich jak seryjna produkcja samochodów osobowych i tworzyw sztucznych dla przemysłu samochodowego, ciężarowego i pojazdów użytkowych.

Można również nakładać wysoko przewodzące farby na bazie wody.

Farby na bazie wody mogą być również ładowane elektrostatycznie przed opuszczeniem dzwonu (ładowanie wewnętrzne). W przypadku zastosowania specjalnych lakierów (farby metaliczne) mogą wystąpić odchylenia w kolorze i jakości powierzchni.

W porównaniu z rozpylaniem pneumatycznym, procesy te wykazują większą wrażliwość na oporność farby lub jej przewodność elektryczną.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Typowe zastosowania to m.in. malowanie profili oraz ram rowerowych. Proces ten nadaje się do prawie wszystkich materiałów do malowania, w tym farb na bazie wody.

Można osiągnąć przepływ materiału powlekającego do 1 000 ml/min. Zmiana koloru może nastąpić w ciągu kilku sekund.

Ze względu na przepływ materiału do 1 500 ml/min i wydajność materiałową do 95 %, proces ten może być stosowany w uniwersalnych przemysłowych operacjach malowania.

Technika ta może być stosowana tylko w automatycznych systemach nakładania z powodu dużej prędkości obrotowej dzwonów.

Elektrostatycznie wspomagane dzwony wysokoobrotowe są szeroko stosowane w przemyśle motoryzacyjnym do nakładania podkładu, powłoki bazowej i powłoki bezbarwnej, a także coraz częściej do części samochodowych.

W powlekanii ciężarówek i pojazdów użytkowych powszechnie stosuje się natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie.

Ekonomika

Procesy ładowane wewnętrznie kosztują zazwyczaj od 250 000 EUR do 1 600 000 EUR (dane z 2005 r.) w zależności od wielkości i stopnia automatyzacji.

Siła napędowa wdrażania

Elektrostatycznie wspomagane dzwony wysokoobrotowe mają wysoką wydajność przenoszenia, co zmniejsza zużycie materiału oraz emisję LZO. Dają one również spójne i wysokiej jakości wykończenie powłoki lakierniczej i mogą sprostać wysokim prędkościom produkcji. Skraca się także czas malowania.

Przykładowe zakłady

Technika ta jest standardową techniką nakładania farb na pojazdy oraz powłok na części z tworzyw sztucznych na całym świecie.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.3.12. Elektrostatycznie wspomagane rozpylanie pneumatyczne lub natryskiwanie *airless*

Opis

Kształtowanie strumienia w rozpylaczu pneumatycznym lub *airless* za pomocą pola elektrostatycznego. Elektrostatyczne pistolety do malowania mają wydajność przenoszenia > 60 %. W przypadku urządzeń stacjonarnych wydajność transferu wynosi do 75 %.

Szczegóły techniczne

W przypadku natrysku sprężonym powietrzem wspomaganego elektrostatycznie, natrysku *airless* oraz *air-assisted* rozpylanie materiału powlekającego jest podobne do zwykłego natrysku sprężonym powietrzem, z wyjątkiem techniki *airless*. Tam rozpylanie odbywa się drogą wykorzystania ciśnienia hydrostatycznego materiału. Dodatkowo cząsteczki farby są naładowane elektrostatycznie, co jednak nie ma miejsca w przypadku farb na bazie wody. W zależności od warunków aplikacji przepływ materiału w przypadku sprężonego powietrza wynosi do 1 000 ml/min. W przypadku techniki *airless* lub *airless* wspomaganego powietrzem przepływ materiału może wynosić do 3 000 ml/min.

Technika ta jest również wykorzystywana do nakładania powłok proszkowych. Cząsteczki proszku są ładowane elektrostatycznie i rozpylane na uziemiony przedmiot za pomocą sprężonego powietrza. Osiąga się wydajność materiałową w zakresie 80-95 %. Kabiny

lakiernicze i narzędzia aplikacyjne mogą być czyszczone metodą próżniową lub przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem. W ten sposób oszczędza się zasoby naturalne oraz unika emisji LZO.

Korzyści dla środowiska

Wydajność zużycia materiału (farby) wynosi około 85 %. Przy zastosowaniu farb proszkowych wydajność może wynosić do 95 %. W przypadku malowania mebli i drewna można osiągnąć wydajność w zakresie 50-70%. W porównaniu z tradycyjnym natryskiwaniem powstaje mniej resztek, a kabiny lakiernicze są mniej zanieczyszczone, więc potrzeba mniej środków czyszczących. Czas malowania może być również skrócony.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Czas malowania jest najczęściej krótszy.

W powlekaniu przedmiotów z tworzyw sztucznych powszechnie stosuje się natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie, chociaż wymagane jest do tego przewodzące podłoże [komentarz ACEA #334 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

W zależności od zastosowanych urządzeń zasilających (tylko jedna pompa lub jedna pompa dla każdego koloru), czas potrzebny do zmiany koloru jest różny.

Złożone geometrie z wgłębieniami mogą być malowane poprzez natryskiwanie sprężonym powietrzem.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie odpadów jest głównym efektem oddziaływania na procesy i środowisko. Jednak ze względu na wyższą wydajność transferu w porównaniu z innymi systemami, które nie są wspomagane elektrostatycznie, powstaje mniej odpadów.

Sprężenie powietrza wymaga energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Wszystkie techniki wspomagane elektrostatycznie mogą być stosowane do materiałów na bazie wody oraz konwencjonalnych. Techniki te mogą być w pełni zautomatyzowane lub stosowane ręcznie. W malowaniu mebli i drewna, techniki *airless* lub *airless* wspomaganej powietrzem są stosowane głównie przy dużym zużyciu farby lub dużych ilościach powlekanego materiału, takich jak zautomatyzowane powlekanie mebli (elementy z wgłębieniami), zautomatyzowane powlekanie ram okiennych lub ręczne powlekanie dużych elementów.

Przy powlekanii samolotów powszechnie stosuje się natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie.

W przypadku powlekania pociągów do nakładania warstw gruntowych można stosować systemy natryskiwania *airless*; nie dostarczono jednak żadnych informacji na temat natryskiwania pociągów wspomagane elektrostatycznie.

Przy powlekanii detali z tworzyw sztucznych powszechnie stosuje się natryskiwanie wspomagane elektrostatycznie.

Technika ta nie jest powszechnie stosowana przy powlekanii statków, ponieważ na otwartej przestrzeni występuje zbyt duży ruch powietrza, a w innych słabiej wentylowanych pomieszczeniach istnieje ryzyko wybuchu. Jest jednak stosowana w niektórych stoczniach w Holandii.

Siła napędowa wdrażania

Mniejsze wytwarzanie odpadów i krótszy czas malowania.

Przykładowe zakłady

Zakład #141 w [155. TWG 2016]. Zob. także względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania, powyżej.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018]

17.7.3.13. Natryskiwanie na gorąco

Opis

Pneumatyczne rozpylanie z użyciem gorącego powietrza lub podgrzanej farby, stosowane do nakładania farb o wysokiej lepkości.

Szczegóły techniczne

Rozpylanie materiału malującego może odbywać się za pomocą sprężonego powietrza lub za pomocą natrysku *airless* na gorąco. Materiał do malowania i/lub sprężone powietrze są podgrzewane, dzięki czemu obniża się lepkość powłoki i można zmniejszyć ilość rozcieńczalników, co skutkuje niższą emisją LZO. Podgrzewanie (do 60-70 °C) farby odbywa się w zbiorniku pistoletu natryskowego lub poprzez podgrzewane przewody sprężonego powietrza i materiału do malowania. Dla materiałów malarskich, które w przypadku bezpośredniego podgrzewania zaczęłyby reagować w podanych wyżej temperaturach, stosuje się przepływowe podgrzewacze sprężonego powietrza. Taka potrzeba może wystąpić w przypadku dwuskładnikowych systemów epoksydowych na bazie wody, rozpuszczalników lub bezrozpuszczalnikowych.

Korzyści dla środowiska

Dzięki zmniejszonej ilości rozcieńczalników emisja LZO jest niższa lub wręcz nie występuje. W porównaniu z tradycyjnym natryskiwaniem można zredukować liczbę warstw.

Technika pozwala osiągnąć wydajność wykorzystania materiału na poziomie 40-60 %. W porównaniu z konwencjonalnym natryskiwaniem można osiągnąć poprawę wydajności do 10%.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta jest powszechnie stosowana do farb o wysokiej zawartości cząstek stałych, ale może być również stosowana do natryskiwania gorącym woskiem. Można ją stosować w następujących warunkach:

- 60-200 bar przy natryskiwaniu farb zawierających dużą ilość rozpuszczalnika lub wody;
- 200-400 bar przy natryskiwaniu farb o dużej zawartości cząstek stałych;
- do farb dwuskładnikowych, jeśli stosuje się mieszanie online (zob. sekcja 17.2.4.1).

Dzięki podwyższonej temperaturze można nakładać większe grubości warstw bez tworzenia się zacieków na krawędziach. Obowiązują jednak następujące ograniczenia:

- możliwy czas użytkowania pojemnika z farbą jest bardzo krótki;
- sprzęt jest drogi;
- wymagana jest jednorodna mieszanka;
- należy stosować farbę epoksydową o wysokiej zawartości cząstek stałych/nie zawierającą rozpuszczalników;

- operator potrzebuje szkolenia, ponieważ sprzęt jest trudny w obsłudze.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na podgrzanie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Konieczność ponownego podgrzewania po zmianie koloru sprawia, że technika ta nie nadaje się do procesów z częstą zmianą barw.

Natryskiwanie na gorąco jest czasami stosowane w malowaniu mebli, np. szafek. Technika ta może być również stosowana do powlekania statków i jachtów.

Ekonomika

Ponieważ nakładane są grubsze warstwy, koszty robocizny są niższe w porównaniu z tradycyjnymi powłokami i metodami ich nakładania.

Przykładowe zakłady

Lakiernia osi Mercedes-Benz Kassel, Niemcy.

Literatura źródłowa

[\[183. ACEA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.7.3.14. Nakładanie powłok metodą „natrysku, ściągania i spłukiwania” (*spray, squeegee and rinse*).

Natryskiwacze są używane do nanoszenia środków czyszczących, obróbki wstępnej i płukania. Po natrysku stosuje się ściągaczki, aby zminimalizować wleczenie roztworu, a następnie płukanie.

Szczegółowy opis znajduje się w sekcji 6.4.3.1.

17.8. Techniki suszenia i/lub utwardzania

Suszenie/utwardzanie jest jednym z najbardziej energochłonnych procesów. Stosowane jest do:

- suszenia/utwardzania farb;
- suszenia/utwardzania tuszy;
- suszenia/utwardzania spoiw;
- odparowania zatrzymanej wody lub innych płynów ze stref obróbki wstępnej lub płukania;
- żelowania i krzepnięcia spoiw lub materiałów zabezpieczających podwozia;
- wstępnej obróbki przedmiotów (ochrona przed zbyt zimnymi powierzchniami lub uwięzionym powietrzem w powlekanii drewna lakierem).

W następnych sekcjach omówiono główne zidentyfikowane techniki suszenia/utwardzania. Należy zauważyć, że wybór tych technik może być ograniczony przez rodzaj i kształt podłoża, wymagania jakościowe produktu oraz potrzebę zapewnienia wzajemnej kompatybilności stosowanych materiałów, technik nakładania powłok, technik suszenia/utwardzania i systemów oczyszczania gazów odlotowych.

17.8.1. Suszenie/utwardzanie konwekcyjne w gazie obojętnym

Opis

Gaz obojętny (azot) jest ogrzewany powietrzem lub parą, za pomocą wymienników ciepła lub oleju opałowego, co umożliwia wprowadzenie rozpuszczalnika w ilości powyżej wartości LEL. Dzięki zastosowaniu gazu obojętnego, zamiast zwykłego powietrza, możliwe jest uzyskanie wsadu rozpuszczalnika $> 1\ 200\ \text{g/m}^3$ azotu.

Korzyści dla środowiska

Gaz obojętny może zawierać znacznie więcej rozpuszczalnika niż zwykłe powietrze. Na przykład w procesie suszenia w gazie obojętnym, przy ilości rozpuszczalnika 400 kg/h potrzeba 2 000 m³ gazu. Suszenie powietrzem wymagałoby do 10 razy większej objętości, aby osiągnąć 40 % wartości LEL.

Oszczędza się energię, a systemy oczyszczania gazów odlotowych mogą być zaprojektowane dla mniejszych wydajności w porównaniu z użyciem zwykłego powietrza. Zmniejsza się zagrożenie pożarowe.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Jeżeli do suszenia stosuje się gaz obojętny, jako technikę odzyskiwania rozpuszczalników można zastosować kondensację (zob. sekcja 17.10.6.1).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika możliwa do zastosowania w nowych i istniejących zakładach i instalacjach. Jednakże modernizacja może być trudna.

Technika ta jest powszechnie stosowana jako etap wstępnego suszenia w produkcji taśm samoprzylepnych.

Techniki nie stosuje się w przypadku, gdy suszarki muszą być regularnie otwierane. Po otwarciu suszarki konieczne jest jej przedmuchanie, tj. zastąpienie powietrza gazem obojętnym. Jest to kosztowne i czasochłonne. Z tego powodu nie jest ona stosowana w branżach, w których zmiany zleceń są codziennością, jak np. w niektórych procesach drukowania.

Literatura źródłowa

[6. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [95. CEI-BOIS 2006] [212. TWG 2018]

17.8.2. Suszenie/utwardzanie indukcyjne

Opis

Termiczne utwardzanie lub suszenie za pomocą elektromagnetycznych induktorów, które generują ciepło wewnątrz metalowego przedmiotu obrabianego za pomocą prądu oscylacyjnego indukowanego przez piec.

Szczegóły techniczne

Cewki elektromagnetyczne zamontowane w pobliżu malowanego zwoju indukują prądy oscylacyjne w metalu, które mogą zostać przetworzone na ciepło ogrzewające, z szybkością setek stopni na sekundę.

Korzyści dla środowiska

Brak emisji związanych z wykorzystaniem paliw kopalnych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ogrzewanie prądem elektrycznym jest łatwe do kontrolowania i wydajne, bez lokalnych emisji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wykorzystanie energii elektrycznej w celu zastąpienia gazu, a następnie przeniesienie emisji do zakładów wytwarzających energię elektryczną.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się tylko do podłoży metalowych.

W przypadku działających instalacji istnieje konieczność przeprojektowania urządzenia do oczyszczania gazów odlotowych, ponieważ czasy nagrzewania są znacznie krótsze w porównaniu z konwencjonalnymi suszarkami.

Technologia ta jest rutynowo stosowana do hartowania i wyżarzania metali, ale jest również odpowiednia do szybkiego utwardzania farb. Stosuje się ją, jeśli suszone podłoże lub przedmiot przewodzi prąd elektryczny. Może być stosowana jako zamiennik lub uzupełnienie istniejących pieców na gaz ziemny. Potencjalnie bardzo wysokie zapotrzebowanie na energię elektryczną może ograniczyć możliwość zastosowania.

W przypadku drukowania na opakowaniach metalowych ma ona zastosowanie do wszystkich materiałów powlekających lub drukujących w wysokiej temperaturze oraz do podłoży ferromagnetycznych. Jednak receptury powłok mogą wymagać dostosowania do różnych szybkości nagrzewania. Mogą wystąpić pewne ograniczenia w grubości powłoki farby osiągalnej przy bardzo szybkim nagrzewaniu.

Indukcja jest używana głównie w specjalnych zastosowaniach, takich jak utwardzanie spoiw konstrukcyjnych (klejów) w przemyśle motoryzacyjnym. Jest ona wykorzystywana na kilku liniach stosujących powlekanie metodą ciągłą.

Ekonomika

Technika ekonomicznie opłacalna tylko w przypadku nowych instalacji lub gdy piec wymaga wymiany.

Przykładowe zakłady

Zakłady powlekania metodą ciągłą #152, #172 i #173 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[95. CEI-BOIS 2006\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)
[\[212. TWG 2018\]](#)

17.8.3. Suszenie/utwardzanie mikrofalami oraz wysokimi częstotliwościami (HF)

Opis

Suszenie lub utwardzanie przy użyciu promieniowania mikrofalowego lub wysokiej częstotliwości.

Szczegóły techniczne

W procesie tym mokra warstwa farby jest podgrzewana za pomocą mikrofal elektromagnetycznych. Dwie dostępne techniki to suszenie mikrofalowe i suszenie wysoką częstotliwością (HF). W wyniku oddziaływania fal elektromagnetycznych dipole oscylują i w ten sposób energia elektromagnetyczna zamieniana jest na energię cieplną. Zawarta woda zostaje szybko odparowana i musi zostać odprowadzona.

Suszarki HF składają się z generatora wysokiej częstotliwości, jednostki nadawczej, elektrod kolektorowych i odpowiedniej strefy odparowania do usuwania odparowanej wody. Alternatywnie, mokra warstwa farby jest ogrzewana za pomocą mikrofal elektromagnetycznych. Parowanie i suszenie następują począwszy od wewnątrz farby w kierunku na zewnątrz powłoki. Ogrzewanie jest jednorodne.

Korzyści dla środowiska

Brak emisji związanych z wykorzystaniem paliw kopalnych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Suszarki na fale elektromagnetyczne mają zastosowanie wyłącznie do powłok i tuszy na bazie wody oraz podłoży niemetalicznych.

Suszarki HF nie są stosowane w produkcji materiałów ściernych, taśm klejących lub w przemyśle drutu nawojowego [komentarz DE #194 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Suszenie mikrofalowe stosuje się do powlekania drewna, elementów przed montażem i do elementów o małych wymiarach, ponieważ duże produkty wymagają dużej suszarki mikrofalowej o wyższym zużyciu energii.

Ekonomika

Susząca w 2 minuty suszarka mikrofalowa stosowana do powlekania powierzchni drewnianych, o mocy 60 kW i przepływie powietrza 1 500 m³/h, kosztowała w 2000 r. 75 000 EUR. Cena nie obejmuje elektrycznych jednostek sterujących i transportowych.

Susząca w 2 minuty suszarka HF stosowana do powlekania powierzchni drewnianych o mocy 120 kW i przepływie powietrza 1 500 m³/h kosztowała w 2000 r. 150 000 EUR. Cena nie obejmuje elektrycznych jednostek sterujących i transportowych.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[95. CEI-BOIS 2006\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.8.4. Kombinowane suszenie/utwardzanie przez konwekcję i promieniowanie IR

Opis

Suszenie mokrej powierzchni za pomocą kombinacji krążącego gorącego powietrza (konwekcja) i promiennika podczerwieni.

Szczegóły techniczne

Suszarka z konwekcją i promieniowaniem podczerwonym (zwana również reaktorem termicznym) jest grzejnikiem, który emituje promieniowanie podczerwone oraz ciepło konwekcyjne. Promieniowanie podczerwone jest generowane przez spalanie gazu ziemnego lub propanu.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zużycia energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zapotrzebowanie na energię jest niższe w porównaniu z suszarkami wykorzystującymi tylko powietrze obiegowe.

W zależności od systemu malowania i rodzaju produkcji, całkowity czas schnięcia wynosi od 6 do 10 minut.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Nadaje się do wszystkich materiałów powłokowych lub drukarskich, zarówno na bazie rozpuszczalnika, jak i bezrozpuszczalnikowych oraz do farb proszkowych. Reaktory termiczne nadają się również do farb na bazie wody.

Geometria powlekanego lub zadrukowanego podłoża nie jest istotna, jednak powinno być ono odporne na wysoką temperaturę.

Chociaż niektóre koszty są podane poniżej, technika ta nie jest znana z komercyjnego zastosowania w powlekaniu drewna. Istnieje ryzyko przebarwienia i spalania drewna, jeśli temperatury są zbyt wysokie.

Ekonomika

Reaktor termiczny o 6-minutowym czasie suszenia do powlekania powierzchni drewnianych, mocy 10 kW i przepływie powietrza 2 000 m³/h, ogrzewany gazem ziemnym, kosztował w 2000 r. 95 000 EUR. Cena nie obejmuje elektrycznych jednostek sterujących i transportowych.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004] [95. CEI-BOIS 2006] [212. TWG 2018]

17.8.5. Utwardzanie radiacyjne

Utwardzanie radiacyjne jest stosowane w oparciu o żywice i reaktywne rozcieńczalniki (monomery), które reagują pod wpływem promieniowania (podczerwonego (IR), bliskiej podczerwieni (NIR), ultrafioletu (UV)) lub wysokoenergetycznej wiązki elektronów (EB).

Żywice to zazwyczaj poliestry, poliuretany lub epoksydy, o funkcjonalności akrylanu lub metakrylanu, choć mogą być również stosowane inne chemikalia powlekające. Preparaty są ciekłe, a utwardzanie może być bardzo szybkie, w zaledwie kilka sekund, najczęściej w temperaturze otoczenia lub lekko podwyższonej.

Poszczególne procesy utwardzania radiacyjnego omówiono w kolejnych sekcjach.

17.8.5.1. Suszenie/utwardzanie promieniowaniem podczerwonym

Opis

Suszenie/utwardzanie farb za pomocą promieniowania podczerwonego.

Szczegóły techniczne

W przypadku suszenia/utwardzania za pomocą promieniowania podczerwonego, obrabiany przedmiot jest ogrzewany poprzez absorpcję promieniowania. Proces suszenia rozpoczyna się od wnętrza warstwy w kierunku jej powierzchni. Intensywność promieniowania podczerwonego zależy od zakresu długości fali, a tym samym od temperatury promiennika (radiatora). Absorpcja promieni zależy od gładkości powierzchni, jej koloru lub jasności, współczynnika odbicia oraz składu chemicznego.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie zużycia energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zapotrzebowanie na energię jest niższe w porównaniu z suszarkami wykorzystującymi powietrze obiegowe.

Jest to szybka technika ogrzewania (1-5 sekund w przypadku fal NIR średnich lub długich, zob. sekcja 17.8.5.3, chociaż może trwać i dłużej) i, gdy temperatura podłoża podczas suszenia/utwardzania farby jest niska, wymaga tylko krótkich czasów chłodzenia. Skład rozpuszczalnika musi być dostosowany do energii pochodzącej z promieniowania.

Istnieje ryzyko powstawania zacieków na krawędziach i we wnękach.

Dostępne są różne promienniki, w zależności od stosowanej długości fali. W zależności od warunków suszenia i jakości powierzchni stosuje się instalacje sterowane szybkością procesu lub programem.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Dzięki ciepłu z promieniowania suszarek, rozpuszczalniki są odparowywane jak w przypadku konwencjonalnych procesów grzewczych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się do określonych powłok i tuszy. Nie ma ograniczeń co do grubości warstwy, z wyjątkiem sytuacji, gdy wymagane są bardzo krótkie czasy utwardzania (np. gdy podłoże szybko się przemieszcza, jak w przypadku powlekania metodą ciągłą).

Geometria powlekanego lub drukowanego podłoża nie jest istotna. Powinno być ono jednak odporne na działanie wysokich temperatur. W niektórych przypadkach temperatura może być zbyt wysoka dla drewna, gdzie istnieje ryzyko poplamienia i zwęglenia.

Utwardzanie promieniowaniem podczerwonym jest stosowane na niewielkiej liczbie linii do powlekania metodą ciągłą. W przypadku istniejących linii powlekania metodą ciągłą istnieje potrzeba przeprojektowania jednostki oczyszczania gazów odlotowych, ponieważ czasy nagrzewania są znacznie krótsze w porównaniu z suszarkami konwencjonalnymi.

Technika ta jest powszechnie stosowana w przemyśle motoryzacyjnym do wstępnego suszenia powłok nawierzchniowych, które są nakładane techniką mokro na mokro. Jest ona również coraz częściej stosowana w produkcji taśm samoprzylepnych.

Technika ta nie jest stosowana w produkcji materiałów ściernych.

W przemyśle drukarskim nie jest już stosowana ze względu na ulepszone tusze. Wadą stosowania utwardzania promieniowaniem podczerwonym było ciepło wytwarzane w stosie drukowanych arkuszy i przebicie (tj. drukowany obraz kopiował się na odwrocie arkusza leżącego powyżej).

Ekonomika

Koszty inwestycyjne są stosunkowo niskie, jednak modernizacja istniejących suszarek może być kosztowna. W przemyśle powlekania metodą ciągłą technika ta jest ekonomicznie opłacalna tylko w przypadku nowych instalacji lub gdy piec wymaga wymiany.

Siła napędowa wdrażania

- Niskie zapotrzebowanie na energię.
- Szybkość suszenia.
- Elastyczność procesu.

Przykładowe zakłady

Powlekanie pojazdów: Opel Eisenach GmbH, Niemcy, Powlekanie metodą ciągłą: zakłady #099, #105 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[95. CEI-BOIS 2006\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.8.5.2. Suszenie i utwardzanie katalityczne w podczerwieni z ograniczeniem emisji LZO

Opis

Promieniowanie IR jest generowane przez katalityczne utlenianie gazu, w tym utlenianie odparowanych LZO z suszarek. Metoda ta zużywa mniej energii w porównaniu z tradycyjnymi metodami suszenia oraz zapewnia niską temperaturę i krótki czas schnięcia. Jednocześnie ponad 50 % emisji LZO z suszarki jest spalane razem z gazem.

Szczegóły techniczne

Promieniowanie podczerwone jest generowane przez katalityczne bezpłomieniowe spalanie gazu przy użyciu powietrza z pieca suszącego zawierającego LZO. Temperatura suszenia wynosi zaledwie 110 °C w porównaniu z 200 °C w tradycyjnych piecach suszących. Jest to zaleta w przypadku suszenia materiałów drewnianych i innych surowców, które nie są odporne na wysokie temperatury.

Panele katalityczne produkowane są w różnych rozmiarach i o różnej sprawności - typowo od 17 kW/m² do 26 kW/m².

Proces może być stosowany na linii płaskiej, w procesie przenośnikowym lub w suszarce. Możliwe jest również zastosowanie przenośnej, uniwersalnej instalacji IR tam, gdzie instalacja stacjonarna nie jest odpowiednia.

Korzyści dla środowiska

Emisje LZO są zredukowane o co najmniej 50 %, ponieważ powietrze zawierające LZO z procesu suszenia jest wykorzystywane do procesu utleniania katalitycznego. Zużycie energii zostaje zmniejszone o 60-80 %, ponieważ czas suszenia jest krótki, a temperatura niska. Również zużycie

lakieru jest niższe niż w przypadku tradycyjnego procesu suszenia, ponieważ powłoka ma lepsze właściwości mechaniczne, więc do uzyskania określonej jakości potrzeba mniej lakieru.

Zalety techniki to:

- skrócenie czasu suszenia (60-80 %);
- znacznie niższe koszty/zużycie energii w porównaniu z innymi metodami suszenia (60-80 % mniej);
- zmniejszone emisje LZO (60 %);
- technika ta wymaga mniej miejsca niż większość innych metod suszenia (60-90 % mniej);
- zmniejszone zużycie lakieru (10-45 % mniej);
- prosty proces suszenia, który jest szybki i łatwy w montażu;
- technika zatwierdzona przez ATEX⁴⁸.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Powietrze zawierające LZO z procesu suszenia jest wykorzystywane w systemie katalitycznym do generowania promieniowania podczerwonego. Zmniejsza to emisje LZO o 50-60 %. Ponadto w palniku katalitycznym można również stosować zawierające LZO przefiltrowane powietrze z procesu natryskiwania. W ten sposób można zredukować emisje LZO łącznie o 70-80 % w porównaniu z wartością po malowaniu. Osiąga się to bez konieczności inwestowania w kosztowny system oczyszczania gazów odlotowych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

System suszenia IR może być stosowany do wszystkich metali, ale aluminium i jasne metale mogą odrzucać promieniowanie IR. Można go również stosować do suszenia mokrych elementów przed powlekaniami oraz przed malowaniem proszkowym.

Nadaje się szczególnie do suszenia drewna, tworzyw sztucznych i wyrobów włókienniczych, gdzie wymagana jest niska temperatura powierzchni. W razie potrzeby temperatura powierzchni może być utrzymywana nawet na poziomie 45-50 °C lub w zakresie 45-100 °C.

Kolejną zaletą utwardzania w podczerwieni jest dobra relacja pomiędzy długością fali IR a długością fali odbiorczej dla lakierów, farb, wody i tworzyw sztucznych (6-8 µm).

Ten system można również stosować w przypadku suszenia/utwardzania elementów turbin wiatrowych, w przemyśle morskim i hutniczym. W przypadku tych branż temperatura powierzchni wynosi często od 75 °C do 200 °C.

Ekonomika

Kompletny system suszenia IR będzie prawdopodobnie kosztował 25-50 % więcej niż większość tradycyjnych systemów suszenia. Jednak oszczędność energii i lakieru, jak również redukcja emisji LZO, bardzo krótki czas suszenia i niewielka ilość zajmowanego miejsca wskazują, że czas zwrotu inwestycji wyniesie 13 lat.

⁴⁸ Zgodnie z Dyrektywą 94/9/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 marca 1994 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Żywotność urządzeń wynosi ponad 10 lat, ale materiały katalityczne muszą być wymieniane po 20 000-25 000 godzin pracy.

Siła napędowa wdrażania

- Niższe koszty operacyjne.
- Niższe zużycie energii (mniej CO₂).
- Bardzo krótki czas schnięcia i co najmniej o 50 % niższa emisja LZO w porównaniu z tradycyjnym procesem suszenia.

Przykładowe zakłady

Ponad 100 tego typu systemów suszenia w podczerwieni zostało zainstalowanych w Danii, Norwegii, Finlandii, Szwecji, Niemczech, Polsce, na Węgrzech, w Czechach, Chinach, Malezji i Kanadzie. Z tych instalacji 50 % przeznaczonych jest do obróbki materiałów metalowych, 40 % do obróbki materiałów drewnianych i 10 % do obróbki tworzyw sztucznych. Malowane przedmioty obejmują części do turbin wiatrowych, telefonów komórkowych, meble, elementy kuchenne i pojemniki.

Ogółem 40 % stosowanych systemów to skrzynie suszące, 20 % to linie przenoszące, 10 % to linie płaskie, a 30 % to przenośne skrzynie suszące.

Przykładowe zakłady:

- Dancoat A/S, Gram, Dania/ Powlekanie bardzo dużych elementów dla turbin wiatrowych i przemysłu offshore. Zainstalowano system IR o mocy 585 kW. Skrócenie czasu suszenia z 18 do 2 godzin dzięki zastosowaniu podczerwieni zamiast konwencjonalnego procesu suszenia.
- Cimbria Manufacturing A/S, Thisted, Dania, Powlekanie pojemników i silosów używanych do magazynowania i transportu nasion. Instalacja przenośnikowa IR o mocy 225 kW i skrzynia susząca IR o mocy 80 kW.

Literatura źródłowa

[Komentarz Danii #17 w [\[212. TWG 2018\]](#)]

17.8.5.3. Utwardzanie promieniowaniem bliskiej podczerwieni (NIR)

Opis

Termiczne utwardzanie farb za pomocą światła podczerwonego o bardzo krótkiej długości fali.

Korzyści dla środowiska

Krótszy czas utwardzania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Utwardzanie promieniowaniem bliskiej podczerwieni (NIR) jest stosowane tam, gdzie istnieje potrzeba skrócenia czasu utwardzania z minut do sekund. Absorpcja NIR zależy od doboru pigmentów.

Emitory NIR działają w bardzo wysokich temperaturach, wytwarzając promieniowanie podczerwone o bardzo krótkiej długości fali przy bardzo dużej gęstości mocy. Absorpcja określonej długości fali przez powłokę i krótkie czasy przebywania mogą zmniejszyć nagrzewanie się podłoża.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zapotrzebowanie na energię elektryczną jest wysokie. NIR wymaga niezawodnego zasilania elektrycznego wysokiej mocy.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Ze względu na bardzo krótkie (1-5 sekund) czasy utwardzania, technika ta jest bardzo odpowiednia dla materiałów wrażliwych na ciepło, takich jak drewno i plastik. Powłoki proszkowe są powszechnie utwardzane poprzez zastosowanie techniki NIR, podobnie jak farby na bazie wody powleczone na drewnie. W przypadku powlekania powierzchni drewnianych, technika NIR osiąga najkrótsze czasy suszenia.

Utwardzanie NIR zaczyna być już stosowane w powlekanii metodą ciągłą do szybkiego utwardzania cienkich powłok oraz w powlekanii proszkowym. Rozszerzenie techniki na ogólne linie technologiczne będzie zależało od dalszych prób.

Siła napędowa wdrażania

Krótsze, bardziej kompaktowe piece, wysoka prędkość i sterowalna moc.

Przykładowe zakłady

Zakład #086 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.8.5.4. Utwardzanie promieniowaniem ultrafioletowym (UV)

Opis

Sieciowanie „na zimno” odpowiednich farb za pomocą światła UV (farby muszą być utwardzalne promieniowaniem UV).

Szczegóły techniczne

Średnioprężne lampy rtęciowe lub bezelektrodowe lampy gazowe wytwarzają promieniowanie ultrafioletowe o długości fali 200-400 nanometrów. Promieniowanie to rozpoczyna chemiczne sieciowanie w warstwie farby lub tuszu. Utwardzanie promieniowaniem UV wymaga obecności fotoinicjatora.

Korzyści dla środowiska

Systemy z utwardzaniem promieniowaniem UV zużywają mniej rozpuszczalników lub nie zużywają ich wcale. Zużycie energii jest niskie.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Podłoża drewniane lub plastikowe mogą ulec zażółceniu i stać się kruche. Technika ta wymaga niewiele miejsca, a utwardzanie następuje w ciągu kilku sekund (wysoka prędkość).

Lampy mogą być wyposażone w półeliptyczne lub paraboliczne reflektory, aby skupić światło na utwardzanej powłoce. Lampy UV są również wyposażone w osłonę chroniącą personel przed promieniowaniem ultrafioletowym.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Występuje emisja ozonu, który jest zwykle wyodrębniany i kierowany do eliminatora ozonu z katalizatorem lub do utleniacza termicznego. Stosowane są lampy z oparami rtęci, które zawierają rtęć i muszą być utylizowane w odpowiednich zakładach przetwarzania odpadów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się tylko do farb utwardzanych promieniowaniem UV.

Technika używana w nowych oraz istniejących instalacjach.

Technika ta ma zastosowanie do nienasyconych poliestrów, poliakrylanów, żywic epoksydowych itp. Jest ona szczególnie przydatna do powłok bezbarwnych i lazur, aż do dużych grubości warstw. W przypadku powłok pigmentowych, utwardzanie UV jest możliwe tylko przy małych grubościach warstw. Również tusze utwardzane promieniami UV są suszone poprzez utwardzanie promieniowaniem ultrafioletowym.

Podłoża powlekane lub drukowane powinny być odporne na utwardzanie promieniowaniem UV i najlepiej płaskie lub prawie płaskie. Utwardzanie powlekanych proszkowo elementów drewnianych lub plastikowych o skomplikowanej geometrii jest trudniejsze, chociaż dostępne są już dobrze działające systemy.

Promieniowanie UV ma szerokie zastosowanie na podłożach z papieru i tektury. Stosuje się je do suszenia pomalowanych mebli, gdzie płaskie płyty mogą być powlekane oddzielnie, a malowanie odbywa się przed złożeniem mebla. Coraz częściej stosuje się tą technikę w produkcji taśm klejących.

W przypadku powlekania metodą ciągłą technika ta jest obecnie na etapie testowania (zob. również sekcja 19.4.1).

Ekonomika

W porównaniu z tradycyjnymi suszarkami koszty energii można obniżyć nawet o 70 %. W porównaniu z konwencjonalnym piecem zasilanym gazem (wraz z wentylatorem) do farb na bazie wody, koszty energii są zredukowane o 40-50 %. W przypadku drukowania zużycie energii może być tak wysokie, jak w przypadku konwencjonalnego suszenia. Zużycie energii zmniejsza się o 50 % przy zastosowaniu systemów utwardzania błyskowego, w których lampa działa tylko wtedy, gdy podłoże znajduje się pod lampą. Daje to korzyści ekonomiczne, na przykład w przypadku druku innego niż rolowy.

Przykładowe zakłady

Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna: Zakłady #012, #019 i #028.

Opakowania metalowe: Zakład #122.

Powlekanie powierzchni drewnianych: Zakład #177.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.8.5.5. Utwardzanie wiązką elektronów (EB)

Opis

Sieciovanie „na zimno” farb utwardzanych metodą EB za pomocą elektronów o dużej prędkości.

Szczegóły techniczne

Utwardzanie EB jest inicjowane przez wiązkę elektronów emitowaną z gorącej katody. Polimeryzacja, a tym samym utwardzenie farby, następuje w wyniku oddziaływania elektronów na monomery. Możliwy jest wysoki stopień automatyzacji. Elektrony są przyspieszane do dużych prędkości, wnikają w substancję powłoki utwardzając ją w bardzo krótkim czasie.

W przeciwieństwie do energii UV, która jest skoncentrowana na powierzchni, energia wiązki elektronów jest w stanie przeniknąć przez wiele materiałów, umożliwiając pełne utwardzenie

bardzo grubych warstw powłoki. Na absorpcję energii EB nie ma wpływu kolor powłoki ani rodzaj podłoża.

Korzyści dla środowiska

- W systemach utwardzanych techniką EB używa się mniej rozpuszczalnika lub nie używa się go wcale.
- Niskie zużycie energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Istnieje ryzyko, że podłoże stanie się kruche i ulegnie przebarwieniu.
- Wymagana jest bardzo mała ilość miejsca.
- Promieniowanie stwarza zagrożenie dla pracowników. Pracownicy muszą być osłonięci przed wiązką elektronów za pomocą płyt ołowianych lub betonowych ścian.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowany do farb utwardzanych EB: nienasyconych poliestrów, poliakrylanów, poliuretanów, żywic epoksydowych itp. Nie ma ograniczeń co do grubości warstwy i pigmentacji.

Wszystkie kształty geometryczne są odpowiednie dla podłoży „przezroczystych” dla promieniowania EB (dotyczy to zwłaszcza papieru, drewna i folii); w przypadku metali EB jest ograniczone do podłoży płaskich. Ze względu na wysokie koszty inwestycyjne, technika ta jest obecnie stosowana tylko w przypadku dużych mocy produkcyjnych.

Utwardzanie metodą EB jest coraz częściej stosowane w produkcji taśm klejących.

W przemyśle powlekania metodą ciągłą, EB można uznać za technologię przyszłościową (zob. również sekcja 19.4.1).

Ekonomika

Utwardzanie przy użyciu suszarki EB wiąże się z wyższymi kosztami inwestycyjnymi niż w przypadku suszarek konwencjonalnych. Zużycie energii podczas utwardzania metodą EB może być jednak znacznie niższe.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

17.8.6. Suszenie/utwardzanie konwekcyjne z odzyskiem ciepła

Opis

Ciepło z gazów odlotowych jest odzyskiwane i wykorzystywane do wstępnego podgrzania powietrza wejściowego suszarki konwekcyjnej/pieca utwardzającego. Powietrze jest w bezpośrednim kontakcie z przedmiotem lub powierzchnią, która ma być suszona.

Szczegóły techniczne

W suszeniu konwekcyjnym w suszarce lub piecu krąży ogrzane powietrze, które transportuje ciepło do obrabianego przedmiotu. Powietrze jest w bezpośrednim kontakcie z suszonym przedmiotem lub powierzchnią. Czas suszenia zależy od przedmiotu lub podłoża, rodzaju i grubości powłoki i waha się od kilku sekund do pełnej godziny. Ponowne wykorzystanie nadmiaru energii z utleniania gazów odlotowych zmniejsza zużycie energii potrzebnej do suszenia.

Do suszenia powłok na bazie wody lub do wstępnego suszenia powłok typu „mokre na mokre” stosuje się osuszone powietrze, przy czym suszarki konwekcyjne posiadają dodatkowy stopień osuszania. Dzięki absorpcji wody czasy suszenia mogą zostać znacznie skrócone.

Suszarki budowane są jako suszarki płaskie, dyszowe, systemy tacowe lub wieżowe. Zapotrzebowanie na energię zależy w dużej mierze od strat cieplnych suszarki.

Zazwyczaj podczas procesu suszenia w wyniku odparowania i utwardzania uwalniane są substancje palne.

Norma europejska EN 1539 definiuje dozwolone zakresy robocze w odniesieniu do dopuszczalnej temperatury suszenia oraz maksymalnego dopuszczalnego stężenia uwolnionych wewnątrz suszarki substancji palnych.

Urządzenia te zawierają zazwyczaj od trzech do sześciu niezależnych stref i mogą mieć długość do 50 metrów.

Korzyści dla środowiska

Ogólny wpływ techniki utwardzania na ekologiczność zależy nie tylko od samych pieców, ale także od otaczających je urządzeń do uzdatniania i cyrkulacji powietrza. W przypadku stosowania technik utwardzania opartych na rozpuszczalnikach (jak w przypadku powlekania metodą ciągłą), konieczne jest rozcieńczenie stężenia LZO w piecach, poniżej wartości LEL, za pomocą znacznego dopływu powietrza. Powietrze zawierające LZO musi następnie zostać utlenione w wysokiej temperaturze. Bilans energetyczny sekcji utwardzania jest wtedy wynikiem wydajności utleniacza i ponownego wykorzystania nadmiaru energii w nim uwolnionej.

Optymalna konfiguracja i zużycie energii będzie zależało od rodzaju produktów obsługiwanych przez linię, sposobu jej zaprogramowania oraz stopnia ponownego wykorzystania gorącego powietrza.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Stabilny profil operacyjny tej techniki i jej niezawodność oznacza, że jest ona w stanie zapewnić wysokiej jakości utwardzone powłoki.

W przypadku suszenia konwekcyjnego w przemyśle powlekania metodą ciągłą, zob. sekcja 6.4.4.1.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i dystrybucji powietrza.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

W suszarkach stosowanych do szybko poruszających się, ciągłych podłoży, takich jak wstęgi papieru i folii z tworzyw sztucznych lub ciągłe strumienie małych przedmiotów, takich jak puszkki do napojów, czas suszenia jest mierzony w sekundach, a długość suszarki w centymetrach. Najważniejsza jest nie temperatura, lecz przepływ powietrza. Energię można zaoszczędzić poprzez recyrkulację powietrza, ale jest to ograniczone koniecznością uniknięcia pożaru lub wybuchu oraz uniknięcia nieprzyjemnego odoru w produkcie końcowym. Suszarki są ogrzewane płomieniem, parą, olejem termicznym lub energią elektryczną.

Stosuje się do wszystkich materiałów stosowanych do powlekania lub drukowania typu *heatset*, zarówno na bazie rozpuszczalników, jak i bezrozpuszczalnikowych. Nie ma ograniczeń co do grubości warstwy lub pigmentacji. Geometria powlekanego podłoża nie jest istotna, jednak powinno ono być odporne na wysoką temperaturę.

Suszarki konwekcyjne mogą być stosowane do suszenia warstw farb na bazie wody, do etapu suszenia wstępnego lub do powłoki warstwowej typu „mokre na mokre”. Są one powszechnie

stosowane przy powlekanii zderzaków z tworzyw sztucznych, w procesach powlekania metodą ciągłą (zob. poniżej), przy malowaniu drewna i mebli, przy produkcji taśm klejących oraz w przemyśle samochodowym.

Piece z gorącym powietrzem są najczęściej stosowaną techniką utwardzania w liniach do powlekania metodą ciągłą (zob. również sekcję 6.4.4.1). Zakres stosowania procesu jest duży, a wydajność tej techniki nie zależy od podłoża.

Proste piece z gorącym powietrzem są piecami sieciowymi, posiadającymi od trzech do sześciu niezależnych stref, które umożliwiają dobrą kontrolę profilu temperatury. Całkowita długość takich pieców zależy od prędkości linii i zwykle mieści się w przedziale 25-50 metrów.

Piece flotacyjne są alternatywną techniką opartą na strumieniach gorącego powietrza umieszczonych bardzo blisko taśmy podłoża. Chociaż zużycie energii elektrycznej w tych urządzeniach jest wyższe niż w przypadku pieców katalitycznych, technika flotacyjna umożliwia skrócenie czasu utwardzania ze względu na efektywny transfer ciepła do taśmy. Ponadto, w piecu nie ma kateningu taśmy. Dlatego zakres stosowania jest większy niż w przypadku zwykłych pieców konwekcyjnych, a piece są bardziej kompaktowe.

Suszarki konwekcyjne są powszechnie stosowane przy produkcji materiałów ściernych oraz przy produkcji drutów nawojowych.

Ekonomika

Jeśli chodzi o koszty inwestycyjne, piece z gorącym powietrzem są tańsze niż alternatywne techniki utwardzania. Koszty operacyjne zależą w dużym stopniu od rodzaju produktów, sposobu zaprogramowania linii i ogólnej konstrukcji systemu utwardzania, spalania i recyrkulacji.

Koszty suszenia sięgają 15-20 % całkowitych kosztów energii linii do malowania w przemyśle samochodowym.

10-minutowa suszarka konwekcyjna stosowana do powlekania powierzchni drewnianych, o mocy 30 kW i przepływie powietrza 1 500 m³/h, kosztowała w 2000 r. 60 000 EUR. Cena nie obejmuje elektrycznej jednostki sterującej i transportowej.

Siła napędowa wdrażania

Nie ma żadnych ograniczeń co do możliwości zastosowania tej techniki i jest ona dobrze znana oraz uważana za „normalny” sposób utwardzania.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach, np. w powlekanii metodą ciągłą, produkcji drutu nawojowego, opakowań metalowych i powlekanii pojazdów.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.9. Techniki oczyszczania

[97. TWG 2006] [108. ESVCCG 2006] [155. TWG 2016]

Działania związane z czyszczeniem mogą mieć znaczący wpływ na emisję LZO, zwłaszcza na emisje niezorganizowane, jak również na inne parametry środowiskowe (np. wytwarzanie odpadów). Dlatego też wybór odpowiedniej techniki czyszczenia (procesu i materiałów czyszczących) ma wpływ na ogólną efektywność środowiskową zakładu. W kolejnych sekcjach omówiono główne zidentyfikowane techniki czyszczenia. Należy zauważyć, że wybór technik czyszczenia może być ograniczony przez rodzaj procesu, podłoża lub sprzętu, który ma być czyszczony oraz rodzaj zanieczyszczenia.

17.9.1. Minimalizacja stosowania środków czyszczących na bazie rozpuszczalników

Opis

Zminimalizowanie konieczności czyszczenia oraz wybranie takich metod, które:

- są kompatybilne z czyszczonymi powierzchniami i rodzajem zanieczyszczeń;
- zmniejszają zużycie środków czyszczących na bazie rozpuszczalników, wytwarzanie odpadów i emisje.

Istnieją różne opcje czyszczenia elementów wyposażenia i / lub podłoży, takie jak [komentarz ACEA 347 w [212, TWG 2018]]:

- użycie maszyny czyszczącej (w razie potrzeby wielokrotnie);
- stosowanie silnych rozpuszczalników o niskiej lotności;
- stosowanie wody pod wysokim ciśnieniem wzbogaconej silnymi rozpuszczalnikami lub z dodatkiem środka ściernego;
- stosowanie czyszczenia ultradźwiękami;
- wykorzystanie przedmuchiwanie suchym lodem (CO₂);
- oczyszczanie w złożu fluidalnym;
- gorąca kąpiel kaustyczna;
- czyszczenie parą.

Niektóre z tych opcji zostały omówione bardziej szczegółowo w kolejnych sekcjach.

Czyszczenie ręczne przy użyciu lotnych rozpuszczalników może być konieczne w różnych przypadkach (np. trudno dostępny sprzęt, sprzęt wrażliwy), ale generalnie należy go unikać, ze względu na podwyższoną emisję LZO, o ile tylko możliwe jest zastosowanie opcji czyszczenia automatycznego.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wybór właściwego systemu czyszczenia może ograniczyć emisję rozpuszczalników. Przy wyborze technik czyszczenia, które mają być zastosowane, należy rozważyć następujące kwestie.

1. Sposób czyszczenia

- Czyszczenie urządzeń procesowych. Stosowane we wszystkich sposobach czyszczenia. Przyjmuje dwie formy:
 - Czyszczenie eksploatacyjne lub okresowe. Czyszczenie systemu nakładania powłoki jest konieczne w regularnych odstępach czasu, np.
 - ze względu na zmianę koloru i wymaganą jakość;
 - czyszczenie kabin lakierniczych;
 - pomiędzy kolejnymi zleceniami.
 - Konserwacja, czyszczenie okresowe lub dogłębne. Od czasu do czasu konieczne jest gruntowne czyszczenie sprzętu do nakładania powłok w celu usunięcia nagromadzonych osadów oraz wyczyszczenia elementów sprzętu, które są trudniejsze do szybkiego mycia. Zazwyczaj wymaga to również częściowego demontażu.

Rodzaj zastosowanej techniki będzie zależał od tego, czy sprzęt jest czyszczony *in situ*, czy też demontowany całkowicie lub częściowo.

- Czyszczenie podłoża lub przedmiotu obrabianego. W przypadku niektórych czynności, takich jak malowanie i lakierowanie, przed powlekaniami konieczne jest oczyszczenie podłoża lub przedmiotu obrabianego w celu usunięcia smaru, brudu itp. W przypadku niektórych czynności, takich jak drukowanie, nie jest to konieczne.

2. Rodzaj zanieczyszczenia:

- W przypadku urządzeń procesowych:
 - Zanieczyszczenia nietrwałe. Gdy zanieczyszczenie jest świeże, np. jest niewyschnięte, nadal zawiera część oryginalnego rozpuszczalnika lub reakcja powlekania nie została zakończona. Tego typu zanieczyszczenia są łatwe do usunięcia, np. ręcznie (zob. sekcja 17.9.4), za pomocą oryginalnego lub podobnego rozpuszczalnika jak ten użyty do powlekania, za pomocą rozpuszczalników o niskiej lotności (w zależności od potrzeby wysuszenia składników, zob. sekcja 17.9.5), w maszynach czyszczących (zob. sekcja 17.9.7) itp.
 - Zanieczyszczenia trwałe. Mogą to być zaschnięte produkty na bazie rozpuszczalników, produkty utwardzane promieniowaniem UV lub innym, produkty na bazie wody lub reaktywne (dwuskładnikowe) itp. Czyszczenie ręczne przy użyciu lotnych rozpuszczalników nie jest skuteczne. Części mogą być czyszczone na przykład:
 - w maszynie czyszczącej (w razie potrzeby wielokrotnie), (zob. sekcja 17.9.7);
 - za pomocą silnych rozpuszczalników o niskiej lotności (zob. sekcja 17.9.5);
 - wodą pod wysokim ciśnieniem wzbogaconą silnymi rozpuszczalnikami lub z dodatkiem środka ściernego (zob. sekcja 17.9.9);
 - stosując czyszczenie ultradźwiękami (zob. sekcja 17.9.10); stosując przedmuchiwanie suchym lodem (zob. sekcja 17.9.11).
- W przypadku podłoży i przedmiotów obrabianych zanieczyszczenie zależy od wcześniejszych procesów i może obejmować korozję powstałą podczas magazynowania, oleje z prasy, zabrudzenia i pozostałości po cięciu, kształtowaniu i szlifowaniu, ślady palców pozostawione w czasie obsługi itp. Te możliwości czyszczenia zostały omówione w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#). W tym sektorze części są zazwyczaj czyszczone ręcznie

za pomocą ściereczek lub szmatek (zob. sekcja 17.9.4) lub w systemach detergentów na bazie wody w przypadku dużych zakładów (zob. pkt 17.9.6). W przypadku mniejszych elementów w płuczkach można stosować rozpuszczalniki (zob. sekcja 17.9.7). Można również stosować techniki ultradźwiękowe lub wykorzystywać suchy lód (zob. sekcje 17.9.10 i 17.9.11).

3. Wybór sposobu czyszczenia i/lub rozpuszczalnika. Zastosowana technika i/lub rozpuszczalnik powinny:
 - być zdolne do uzyskania czystości wymaganej w procesie;
 - być kompatybilne z czyszczonymi częściami (niezależnie od tego, czy są to podłoża, przedmioty obrabiane czy części wyposażenia);
 - być kompatybilne z procesem i obróbką powierzchni; na przykład, w druku opakowań elastycznych system musi być osuszony ze wszystkich rozpuszczalników przed dodaniem nowych tuszy; w innych działaniach, systemy czyszczące mogą być kompatybilne z procesem i suszenie nie będzie konieczne;
 - zmniejszać emisje rozpuszczalników;
 - uwzględniać dostępny czas; w niektórych przypadkach czas przeznaczony na czyszczenie jest ograniczony; w pozostałych przypadkach można zastosować systemy czyszczące, które potrzebują więcej czasu.

W niektórych procesach, w przypadku konserwacji, demontaż urządzeń i ręczne czyszczenie są nieuniknione.

Do czyszczenia w trakcie operacji można stosować systemy zautomatyzowane.

Techniki omówione w tej sekcji pokrywają się z czynnościami omówionymi w sekcji 17.7.2 (Techniki oparte na materiałach). Metody tutaj omawiane zostały podsumowane w tabeli 17.5, wraz z możliwymi technikami z dwóch sekcji. Techniki mogą być również łączone i/lub powtarzane w celu osiągnięcia wymaganej czystości.

Tabela 17-5 Przykłady możliwości zastosowania technik i opcji czyszczenia.

Sekcja	Techniki czyszczenia Technika	Sprzęt procesowy		Podłoże lub obrabiany przedmiot
		Zanieczyszczenia nietrwale	Zanieczyszczenia trwałe	
Ta sekcja	Minimalizacja stosowania środków czyszczących na bazie rozpuszczalników	Tak	Tak	Tak
17.9.2	Ochrona obszarów i urządzeń do natryskiwania	Tak	Tak	Nie
17.9.3	Usuwanie ciał stałych przed całkowitym oczyszczeniem	Tak	Nie	Nie
17.9.4	Czyszczenie ręczne nasączonymi ściereczkami	Tak	Nie	Tak
17.9.5	Stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności	Tak	Tak	Tak
17.9.6	Czyszczenie środkami na bazie wody	Tak	Tak	Tak
17.9.7	Zamknięte (hermetyczne) maszyny czyszczące	Tak	Tak	Nie
17.9.8	Oczyszczanie z odzyskiem rozpuszczalnika	Tak	Nie	Nie
17.9.9	Czyszczenie za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody	Nie	Tak	Nie
17.9.10	Czyszczenie ultradźwiękami	Nie	Tak	Tak
17.9.11	Czyszczenie suchym lodem (CO ₂)	Nie	Tak	Tak

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Odejście od technik konwencjonalnych może spowodować większe zużycie energii, większą ilość ścieków do oczyszczenia lub większą ilość wytwarzanych odpadów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zob. opis techniczny powyżej oraz poszczególne techniki w sekcjach od 17.9.2 do 17.9.12. Możliwość zastosowania technik czyszczenia w niektórych gałęziach przemysłu została również omówiona w sekcjach poświęconych poszczególnym branżom.

Ekonomika

Zależnie od miejsca i zastosowanej techniki.

Siła napędowa wdrażania

- BHP w miejscu pracy.
- Jakość i wymagania klientów.

Przykładowe zakłady

Czyszczenie przeprowadza się we wszystkich instalacjach.

Literatura źródłowa

[\[108. ESVCCG 2006\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.9.2. Ochrona obszarów i urządzeń do natryskiwania

Opis

Obszary zastosowania i wyposażenie (np. ściany kabin lakierniczych i roboty) narażone na mgłę lakierniczą, krople itp. są pokrywane osłonami z tkaniny lub foliami jednorazowego użytku, o ile nie są one narażone na rozdarcie lub zużycie.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta minimalizuje konieczność czyszczenia i zużycie stosowanych środków czyszczących, zwłaszcza rozpuszczalników.



Ilustracja 17-11 Robot, aplikator masy uszczelniającej chroniony osłoną z tkaniny.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Odpady z zużytych osłon ochronnych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana przy powlekanii natryskowym lub tam, gdzie występuje nakładanie szczeliw/wosku robotami, np. przy seryjnym powlekanii pojazdów (zob. Ilustracja 17.11).

Siła napędowa wdrażania

Oszczędność surowca oraz rzadsze czyszczenie.

Przykładowe zakłady

Zakład #146 w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[181. COM 2017] [155. TWG 2016]

17.9.3. Usuwanie ciał stałych przed całkowitym oczyszczeniem

Opis

Substancje stałe są usuwane w (suchej) skoncentrowanej formie, zazwyczaj ręcznie, z lub bez pomocy niewielkiej ilości rozpuszczalnika czyszczącego. Zmniejsza to ilość materiału, który musi zostać usunięty przez rozpuszczalnik i/lub wodę w kolejnych etapach czyszczenia, a tym samym ilość stosowanego rozpuszczalnika i/lub wody.

Szczegóły techniczne

Usunięcie jak największej ilości materiału powłokowego, farby lub tuszu ze sprzętu, w jego skoncentrowanej postaci, zmniejsza ilość materiału do usunięcia przy użyciu rozpuszczalników i/lub wody. Można stosować techniki oszczędzania surowca, takie jak opisane w sekcji 17.2.4.

Części wyposażenia są czyszczone przy użyciu rozpuszczalników lub systemów detergentów na bazie wody. W zależności od stopnia zanieczyszczenia stosuje się fizyczne pocieranie, skrobanie lub szorowanie za pomocą szczotek, ścierek, klocków ściernych, narzędzi ręcznych itp. Rozpuszczalnik nanosi się szmatką lub pędzlem z niewielkiego zapasu (np. z dzbanka), używa się kranu, natrysku lub wanny. Można stosować ściereczki wstępnie nasączone rozpuszczalnikami (zob. również sekcje 5.2.2.2, 6.4.3.4 i 17.2.2).

Korzyści dla środowiska

Zredukowane zużycie rozpuszczalników oraz mniejsza emisja LZO w kolejnych etapach czyszczenia.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta zmniejsza zużycie rozpuszczalników, materiałów czyszczących i wody, które mogą jednak wymagać wstępnego oczyszczenia przed zrzutem. Pozwala to zaoszczędzić surowce.

W przypadku stosowania rozpuszczalników, emisje LZO można kontrolować poprzez następujące działania:

- Ograniczanie ilości rozpuszczalnika (np. poprzez odmierzanie i ograniczanie ilości do użycia w dzbanku, stosowanie wstępnie nasączonych ściereczek).
- Nanoszenie lotnych rozpuszczalników ręcznie, oraz natychmiastowe przelanie zużytego rozpuszczalnika do zamkniętego pojemnika. Na stanowisku pracy w pobliżu czyszczonego obiektu nie powinna znajdować się żadna otwarta powierzchnia z ciekłym rozpuszczalnikiem. Zmniejsza to również narażenie zawodowe. Dostępne są urządzenia składające się z zamkniętej beczki zawierającej rozpuszczalnik, które w razie potrzeby mogą być pompowane przez kran lub rozpylane na czyszczony przedmiot w częściowo zamkniętej przestrzeni roboczej nad beczką. Nadmiar rozpuszczalnika spływa z powrotem (przez filtry zgrubne) do beczki. Rozpuszczalnik jest pompowany z jego powierzchni, umożliwiając osadzanie się zanieczyszczeń. Rozpuszczalnik może zostać poddany recyklingowi, gdy nie nadaje się już do użytku.
- Stosowanie rozpuszczalników o niskiej lotności (zob. sekcja 17.9.5).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie odpadów, a w przypadku stosowania rozpuszczalników: zużycie rozpuszczalników, emisja LZO oraz odpady rozpuszczalników/farb.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, podłoża lub sprzętu, który ma być czyszczony oraz charakterem zanieczyszczeń.

Czyszczenie ręczne jest prawie nieuniknione we wszystkich sektorach, chociaż względy BHP często ograniczają jego stosowanie.

Technika ta może wydłużać czas przestoju. Może również zwiększyć kontakt personelu z materiałami niebezpiecznymi. Względy BHP mogą ograniczać jej stosowanie.

Ekonomika

Niski koszt, ale technika ta może wydłużyć czas przestoju.

Siła napędowa wdrażania

- Niski koszt stosowania.
- Oszczędność w zużyciu rozpuszczalnika na kolejnych etapach czyszczenia.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [5. DFIU i in. 2002] [27. VITO 2003] [180. COM 2017]

17.9.4. Czyszczenie ręczne nasączonymi ściereczkami

Opis

Do czyszczenia ręcznego stosuje się ściereczki lub szmatki wstępnie nasączone środkami czyszczącymi. Środki czyszczące mogą być na bazie rozpuszczalników, rozpuszczalników o niskiej lotności lub bezrozpuszczalnikowe.

Szczegóły techniczne

Ściereczki wstępnie nasączone środkami czyszczącymi, w tym lepkie szmatki (wysuszona i nasączona, lepka szmatka) są używane tam, gdzie konieczne jest czyszczenie ręczne; ogranicza to ilość i rodzaj stosowanych rozpuszczalników. Ściereczki mogą być jednorazowe lub poddawane recyklingowi w celu oczyszczenia i ponownego użycia.

Korzyści dla środowiska

- minimalizacja i kontrola zużycia rozpuszczalników;
- zmniejszenie emisji rozpuszczalników;
- niewielkie oszczędności energii, wody i surowców.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Wymagana jest praca fizyczna. Należy rozważyć środki bezpieczeństwa w miejscu pracy, aby zapobiec narażeniu dróg oddechowych lub skóry.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie odpadów w przypadku stosowania jednorazowych ściereczek wstępnie nasączonych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, czyszczonego podłoża lub sprzętu oraz charakterem zanieczyszczeń.

Ponadto względy BHP w miejscu pracy mogą limitować możliwość jej zastosowania.

Ekonomika

Niski koszt stosowania.

Przykładowe zakłady

Stosowany w powlekanii metodą ciągłą i w przemyśle lotniczym.

Literatura źródłowa

[212. TWG 2018]

17.9.5. Stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności

[78. TWG 2005]

Opis

Czyszczenie ręczne lub automatyczne przy użyciu rozpuszczalników organicznych o niskiej lotności i dużej sile czyszczenia.

Szczegóły techniczne

Ponieważ stosowana powłoka jest zwykle najłatwiej rozpuszczalna lub ulega resuspensji w oryginalnych rozpuszczalnikach, tylko okazjonalnie konieczne będzie stosowanie tradycyjnych środków czyszczących o niskiej temperaturze zapłonu, aby wspomóc trudniejsze zadania czyszczenia. Niewielka ich ilość (np. ok. 5 % całości) musi być przechowywana w magazynie.

Szybkość odparowywania rozpuszczalników określa ilość rozpuszczalnika, która wyparuje podczas czyszczenia i późniejszego magazynowania zanieczyszczonych chusteczek (można zastosować standardowy test: DIN 53170⁴⁹). Środki czyszczące o niskiej lotności mogą być sklasyfikowane w następujących podklasach:

- a) temperatura zapłonu > 40 °C;
- b) temperatura zapłonu > 55 °C;
- c) temperatura zapłonu > 100 °C (rozpuszczalniki wrzące w wysokiej temperaturze, HBS);
- d) roślinne środki czyszczące (VCA);
- e) silnie nielotne rozpuszczalniki.

Szybkość odparowywania tradycyjnych rozpuszczalników jest znacznie wyższa niż szybkość odparowywania rozpuszczalników o temperaturze zapłonu > 40 °C. W związku z tym parowanie podczas czyszczenia można zmniejszyć poprzez zastosowanie rozpuszczalników o średniej temperaturze zapłonu. Rozpuszczalniki te mogą być przydatne jako etap pośredni przy przechodzeniu z lotnych środków czyszczących na mniej lotne.

W porównaniu z rozpuszczalnikami o temperaturze zapłonu powyżej 55 °C, szybkość odparowania tradycyjnych rozpuszczalników może być około 100 razy większa. W związku z tym, dzięki zastosowaniu rozpuszczalników o wysokiej temperaturze zapłonu, można znacznie zmniejszyć parowanie podczas czyszczenia.

Środki czyszczące o temperaturze zapłonu > 100 °C nazywane są również rozpuszczalnikami wrzącymi w wysokiej temperaturze (HBS). Charakteryzują się one jeszcze mniejszym odparowaniem (prawie zerowym) niż rozpuszczalniki o temperaturze zapłonu > 55 °C.

Roślinne środki czyszczące (VCA) są zaliczane do grupy środków czyszczących o temperaturze zapłonu > 100 °C. Pierwszą generację VCA stanowiły rafinowane oleje roślinne, które okazały się dość gęste i trudne w obróbce. Obecna generacja VCA to monoestry różnych kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia (liczby jodowe) i zawartości kwasów tłuszczowych (liczby kwasowe). Dostępne są automatyczne systemy czyszczące, specjalnie skonstruowane do stosowania z VCA.

Silne rozpuszczalniki mogą być stosowane tam, gdzie wymagane jest ich intensywne działanie, zazwyczaj przy czyszczeniu. Mogą zastąpić rozpuszczalniki fluorowane.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują zmniejszenie emisji do powietrza podczas stosowania, jak również podczas magazynowania zużytych rozpuszczalników i materiałów czyszczących a także zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów niebezpiecznych. Ogranicza się również ryzyko skażenia gleby powietrzem wzbogaconym rozpuszczalnikami.

⁴⁹ DIN 53170: Rozpuszczalniki do farb i lakierów - określanie szybkości parowania, Niemiecki Instytut Standaryzacji.

Ponieważ mniej rozpuszczalnika odparowuje, pozostaje on dłużej w kontakcie z zabrudzeniami i zmniejsza się jego zużycie.

Zmniejszenie emisji LZO do powietrza zależy od początkowej sytuacji: zastępując rozpuszczalniki o temperaturze zapłonu < 21 °C można uzyskać zmniejszenie emisji o około 90 %; zastępując rozpuszczalniki o temperaturze zapłonu 21-55 °C można uzyskać zmniejszenie emisji o około 50 %.

Roślinne środki czyszczące (VCA) są produkowane z odnawialnego źródła i dlatego są neutralne pod względem emisji gazów cieplarnianych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Rozpuszczalniki o wyższej temperaturze zapłonu mogą nie być tak skuteczne i wydajne w czyszczeniu jak tradycyjne rozpuszczalniki, a czyszczenie będzie wymagało więcej czasu, ale wraz z rosnącym doświadczeniem pracownika, wyniki stają się w niektórych przypadkach akceptowalne.

Ważne jest, aby rozważyć wpływ substancji o niskiej lotności na zdrowie i bezpieczeństwo oraz środowisko (zob. sekcja 17.6.1). Na przykład, czasami występują bardzo niskie wartości OEL, 1 ppm lub 2 ppm w porównaniu z 150 ppm dla octanu etylu. Niektóre VCA mogą zawierać do 15 % rozpuszczalników lub składników toksycznych (choć nie zostały one dokładnie zdefiniowane). Oczywiście, takie VCA nie mogą wnosić żadnej wartości dodanej dla środowiska ani ochrony zdrowia i bezpieczeństwa. Zastosowanie VCA omówione w tej sekcji opiera się na VCA, które nie zawierają rozpuszczalników i składników toksycznych.

W przypadku stosowania w temperaturze pokojowej, silne rozpuszczalniki o niskiej lotności nie powodują żadnych emisji i wymagają jedynie ograniczonego wyposażenia BHP. Jednakże, gdy są stosowane w wyższej temperaturze celem poprawy ich skuteczności, te zalety mogą zniknąć.

Korzyści pojawiają się, gdy alternatywny środek czyszczący spełnia następujące kryteria:

- nie ma właściwości znacząco ograniczających BHP czy też dużo większej toksyczności;
- zmiana rozpuszczalnika nie prowadzi do konieczności podgrzewania;
- rozpuszczalnik nie jest suszony przez wymuszone odparowanie gdy zastosuje się powietrze pod wysokim ciśnieniem (HP).

N-metylo-2-pirolidon (NMP, silny, nielotny rozpuszczalnik) został obecnie sklasyfikowany jako substancja CMR.

Czyszczenie z użyciem HBS wymaga etapu płukania z użyciem wody po jego zastosowaniu. Zużycie wody i odprowadzanie ścieków także się zwiększy, ponieważ HBS jest zwykle rozcieńczany wodą. Mieszaniny wody z HBS mogą być oczyszczone poprzez filtrację, po której HBS może być ponownie użyty, a pozostałości wody odprowadzone do kanalizacji.

Oto kilka przykładów sytuacji, w których konieczne może być zastosowanie lotnych środków czyszczących:

- czyszczenie wałków nawilżających;
- konserwacja;
- czyszczenie zanieczyszczeń z tuszu utwardzanego promieniowaniem UV;
- duże zmiany kolorów.

Jeżeli do czyszczenia podłóg stosowane są alternatywne rozpuszczalniki o niższej lotności/wyższej temperaturze zapłonu, rozpuszczalniki te nie odparowują (z definicji) szybko, a

zatem pozostawiają podłogę śliską. Dlatego konieczne jest osuszanie podłóg, czasami przy użyciu niewielkich ilości rozpuszczalników lotnych [97. TWG 2006].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Podczas drukowania mogą wzrosnąć straty papieru, ponieważ po pośrednim czyszczeniu potrzeba więcej czasu, aby środki czyszczące zniknęły, co może doprowadzić do zerwania wstęgi.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, czyszczonego podłoża lub sprzętu oraz charakterem zanieczyszczeń.

Zanim rozpuszczalnik o niskiej lotności zostanie wybrany do konkretnego zastosowania, musi być poddany testom, aby uniknąć niewystarczających wyników czyszczenia spowodowanych złe dobranym składem chemicznym środka czyszczącego.

Rozpuszczalniki o niskiej lotności stosuje się w czyszczeniu ręcznym i automatycznym. Są one powszechnie stosowane w gorącym offsecie rolowym, gdzie często stosuje się mieszaniny VCA i rozpuszczalników o wysokiej temperaturze zapłonu (55-100 °C) celem uzyskania odpowiedniej szybkości suszenia.

W przemyśle poligraficznym, gdzie w drukarniach offsetowych stosowane są automatyczne systemy czyszczące, należy potwierdzić, że nie ma zastrzeżeń producentów co do stosowania VCA. Niektóre systemy automatyczne mogą ulec uszkodzeniu w wyniku stosowania tych produktów. W szczególności systemy automatyczne sprzed 1996 roku mogą wymagać pewnych zmian w systemach dozowania i natryskiwania. Czasami konieczna jest wymiana uszczelek.

Stosowanie HBS lub VCA wymaga innej metody pracy w porównaniu z rozpuszczalnikami konwencjonalnymi. Rezultaty stosowania HBS lub VCA są więc zmienne, ale często korzystne. Dzieje się tak głównie wtedy, gdy prasy drukarskie czyszczone są ręcznie. Pomaga w tym trening i doświadczenie.

VCA znajduje zastosowanie w offsetowych urządzeniach do drukowania na arkuszach. W gorących i zimnych procesach rolowego druku offsetowego stosuje się go tylko do końcowego czyszczenia maszyny. Wynika to z faktu, że podczas drukowania woda płuczająca może łatwo uszkodzić wstęgę papieru. Badanie przeprowadzone w Danii wykazało, że około 65 % offsetowych pras drukujących na arkuszach regularnie stosuje VCA, używając lotnych rozpuszczalników tylko wtedy, gdy konieczne jest usunięcie zaschniętych tuszy. Zużycie VCA w tych zakładach stanowi około 2 % wszystkich stosowanych rozpuszczalników. Inne sprawozdania, np. z Holandii, wskazują, że te środki czyszczące nie mają zastosowania w przypadku gorącego offsetu rolowego i nie zawsze w przypadku druku na arkuszach. Podaje się również, że w przypadku gorącego offsetu rolowego różnica w emisjach pomiędzy HBS a VCA nie uzasadnia dodatkowych kosztów i straty czasu.

We fleksografii i rotograviurze niepublikacyjnej rozpuszczalniki o wysokiej temperaturze zapłonu są powszechnie stosowane w małych ilościach do usuwania bardzo uporczywych zanieczyszczeń. Jednak do codziennego czyszczenia nie są stosowane, chociaż prowadzone są pewne eksperymenty, które jak do tej pory nie zakończyły się sukcesem.

Zastosowanie VCA powinno być ograniczone do tych substancji, których toksykologia i inne wzajemne oddziaływanie na media są znane. Rozpuszczalniki VCA mogą nie być odpowiednie dla większości preparatów do farb na bazie wody stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym i przy powlekaniu powierzchni z tworzyw sztucznych, w związku z tym ich zastosowanie należy zbadać, biorąc pod uwagę skuteczność czyszczenia w stosunku do czasu jakim dysponujemy w danym cyklu produkcyjnym.

Ekonomika

W poligrafii, ponieważ czyszczenie może wymagać więcej czasu, a czas pracy prasy jest bardzo drogi, stosowanie rozpuszczalników o niższej lotności szybko staje się zaporowo drogie, jeśli czas użytkowania prasy jest rzeczywiście tracony. Na przykład strata czasu w produkcji spowodowana wolniejszym odparowywaniem rozpuszczalnika może łatwo prowadzić do kosztów przekraczających 1 000 EUR na godzinę w gorącym offsecie rolowym (dane z 2006 r.).

Silnie nietlone substancje są droższe niż tradycyjne rozpuszczalniki.

VCA są często czterokrotnie droższe niż konwencjonalne środki czyszczące.

Objętość VCA potrzebna do oczyszczenia określonej powierzchni jest o połowę mniejsza niż w przypadku konwencjonalnych środków czyszczących. Generalnie, technika ta samofinansuje się, jednakże należy wziąć pod uwagę następujące warunki (np. w przemyśle drukarskim):

- koszty doposażenia starych instalacji w automatyczne systemy czyszczenia mogą być wysokie;
- nowoczesne automatyczne urządzenia czyszczące, jeśli stosują rozpuszczalniki o wysokiej lotności, to ich zużywają tylko kilka ml na jeden cykl czyszczenia;
- nawet niewielka strata czasu produkcji ze względu na cykl czyszczenia sprawia, że technika ta jest bardzo kosztowna, jeśli porównać ją z EUR/kg niewyemitowanych zanieczyszczeń.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana, ale nie we wszystkich sytuacjach.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [7. Niemcy 2003] [8. Nordycka Rada Ministrów 1998] [11. InfoMil 2003] [12. Holandia 1996] [14. Aminal i in. 2002] [38. TWG 2004] [19. Austria 2003] [78. TWG 2005] [97. TWG 2006] [116. ESIG 2005] [212. TWG 2018]

17.9.6. Czyszczenie środkami na bazie wody

Opis

Systemy czyszczące wykorzystujące detergenty na bazie wody lub mieszalne z wodą rozpuszczalniki, takie jak alkohole, glikole lub aminy.

Szczegóły techniczne

Czyszczenie środkami na bazie wody może być stosowane w sposób ciągły w kadziach przy użyciu wodnych technik czyszczenia lub odtłuszczenia opartych na systemach detergentów. Stosuje się je również do czyszczenia podłóży lub przedmiotów przeznaczonych do późniejszej obróbki środkami na bazie wody, zob. sekcja 17.7.1. Systemy na bazie wody mogą być również stosowane do czyszczenia elementów i podzespołów, ręcznie lub w myjkach, do urządzeń rozpylających i narzędzi do czyszczenia linii technologicznych, sprzętu i infrastruktury (zob. również sekcje 17.9.7, 17.9.8 i 17.9.9).

Stosowane są różne systemy chemiczne, oparte na połączeniu detergentów z zasadami (głównie aminami) i innymi substancjami, w zależności od podłoża i materiałów, które mają być usunięte. Systemy te oraz związane z nimi możliwości konserwacji zostały omówione w dokumencie STM BREF [23. COM 2006].

Przewody doprowadzające oraz podłączony do nich sprzęt do nakładania powłok (dzwony lub pistolety natryskowe) stosujący farby na bazie wody mogą być oczyszczane za pomocą mieszaniny 10 % do 15 % glikolu butylowego z wodą lub za pomocą wodnego środka płuczącego

na tenzydach zawierającego do 1 % rozpuszczalników organicznych [komentarz ACEA #505 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Korzyści dla środowiska

Zmniejszone zużycie rozpuszczalników oraz mniej emisji niezorganizowanych LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Czyszczenie komponentów może trwać dłużej niż przy użyciu technik opartych na rozpuszczalnikach i wymagane jest urządzenie czyszczące. Alternatywne metody (np. ściereczki nasączone rozpuszczalnikiem) mogą wymagać jedynie stacji czyszczącej.

Chociaż zawartość rozpuszczalnika może być znacznie zmniejszona, należy zauważyć, że środki czyszczące na bazie wody mogą ciągle zawierać do 15 % rozpuszczalnika.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wymagany jest etap suszenia/piec, a zatem proces może wymagać dodatkowego ogrzewania. Ponieważ zużywana jest woda, konieczne może być późniejsze oczyszczenie powstających ścieków.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, podłoża lub sprzętu do czyszczenia oraz charakterem zanieczyszczenia (np. powłoki 2K lub utwardzane promieniowaniem UV są uważane za trudne do czyszczenia wodą).

Środki czyszczące na bazie wody są stosowane w przemyśle motoryzacyjnym tam, gdzie używane są farby na bazie wody. Stosuje się je do różnych części z tworzyw sztucznych, w tym zderzaków, lusterek bocznych, przednich błotników itp.

Technika ta jest również stosowana w fleksografii i rotograpiurze niepublikacyjnej.

Ekonomika

Technika ta jest droższa niż stosowanie rozpuszczalników konwencjonalnych.

Siła napędowa wdrażania

Minimalizacja stężenia emisji oraz względy jakościowe.

Przykładowe zakłady

We wszystkich zakładach VW środki czyszczące na bazie wody są stosowane po gruntowaniu oraz nałożeniu powłoki bazowej.

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[183. ACEA 2017\]](#) [\[197. FPE 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.9.7. Zamknięte (hermetyczne) maszyny czyszczące

Opis

Automatyczne czyszczenie/odtłuszczenie pras/części maszyn w zamkniętych myjniach. Można to robić za pomocą:

- a) rozpuszczalników organicznych (z odprowadzaniem powietrza połączonym z redukcją LZO i/lub odzyskiem zużytych rozpuszczalników); lub
- b) rozpuszczalników nie zawierających LZO; lub

- c) alkalicznych środków czyszczących (z oczyszczaniem ścieków na terenie instalacji lub poza zakładem).

Szczegóły techniczne

Stosuje się zamknięte maszyny, do których komponenty ładowane są partiami. Mogą to być zarówno elementy do powlekania, jak i części maszyny technologicznej, które należy oczyścić podczas konserwacji lub pomiędzy kolejnymi zleceniami.

Urządzenie zawiera materiał czyszczący (rozpuszczalniki zawierające LZO, niezawierające LZO lub alkaliczne środki czyszczące), który jest używany do czyszczenia części przez (i) zanurzenie, (ii) natryskiwanie lub (iii) fazę parową rozpuszczalnika wrzącego w niskiej temperaturze i skraplającego się na elementach. W przypadku stosowania rozpuszczalnika, jest on zamknięty i zbierany celem ponownego użycia. Rozpuszczalnik jest najczęściej podgrzewany.

Korzyści dla środowiska

Emisje rozpuszczalników są znacznie zredukowane w porównaniu z czyszczeniem w warunkach otwartych (bez zamknięcia/hermetyzacji maszyny czyszczącej).



Źródło: [180. COM 2017], Zakład #133 w [155. TWG 2016]

Ilustracja 17-12 Zamknięta automatyczna maszyna czyszcząca.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Emisje LZO z odpowietrzania można znacznie ograniczyć kierując je do systemu oczyszczania gazów odlotowych na terenie instalacji (np. utlenianie termiczne lub adsorpcja na węglu aktywnym).

Niektóre przypadki trudnych osadów lub uporczywych zanieczyszczeń mogą wymagać usunięcia za pomocą rozpuszczalników fluorowanych, w przypadku gdy rozpuszczalniki niehalogenowe nie mają takiej samej skuteczności. Rozpuszczalniki te należy stosować w całkowicie zamkniętych systemach z oczyszczaniem uwalnianych rozpuszczalników. Artykuł 57 Dyrektywy

IED wymaga zastąpienia tych substancji tak szybko, jak to możliwe, oraz zastosowania odpowiedniej wartości ELV (załącznik VII).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zbiornik maszyny, w którym znajdują się części, wymaga odprowadzenia oparów rozpuszczalnika, zanim jego zawartość może zostać usunięta. Te odprowadzone opary są czasami uwalniane do powietrza.

Podczas pompowania rozpuszczalnika zużywana jest energia.

W systemach adsorpcyjnych stosowany jest węgiel aktywny, który wymaga regeneracji lub jest usuwany jako odpad.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, czyszczonego podłoża lub sprzętu oraz charakterem zanieczyszczeń.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy. Dyrektywa IED określa konkretne wartości ELV dla niektórych rozpuszczalników fluorowanych.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w wielu gałęziach przemysłu.

Literatura źródłowa

[\[108. ESVCCG 2006\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.9.8. Oczyszczanie z odzyskiem rozpuszczalnika

Opis

Zbieranie, magazynowanie i, jeśli to możliwe, ponowne wykorzystanie rozpuszczalników używanych do oczyszczania pistoletów/aplikatorów i linii produkcyjnych pomiędzy zmianami koloru.

Szczegóły techniczne

Rozpuszczalnik jest używany w systemie zamkniętym do oczyszczania pistoletów/aplikatorów oraz linii produkcyjnych pomiędzy zmianami koloru, aby zapobiec zanieczyszczeniu krzyżowemu. Rozpuszczalnik czyszczący i płuczący jest zbierany, magazynowany i, jeśli to możliwe, ponownie wykorzystywany.

Oczyszczanie rozpuszczalnikiem jest stosowane do czyszczenia rozpylaczy, pistoletów/aplikatorów, systemów podwójnych drzwi wejściowych i wyjściowych, narzędzi do obsługi oraz linii produkcyjnych pomiędzy zmianami kolorów, aby zapobiec zanieczyszczeniu krzyżowemu. Rozpuszczalnik czyszczący jest używany do czyszczenia sprzętu i kabin. Może on być zbierany, przechowywany i ponownie wykorzystany lub zniszczony. Nie wszystkie rozpuszczalniki poddane recyklingowi mogą być później wykorzystane do wszystkich procesów, np. ze względu na resztkową zawartość wody. Niektóre nowoczesne instalacje wyposażone są w instalacje do odzysku zużytych środków czyszczących.

Powszechnie stosowane są nowoczesne urządzenia doprowadzające farbę z odzyskiem rozpuszczalników oczyszczających. Odzysk odbywa się poprzez odprowadzenie środków czyszczących przewodami z urządzeń powlekających do zbiorników magazynowych.

Korzyści dla środowiska

Zazwyczaj większość rozpuszczalników czyszczących i płuczących można odzyskać do ponownego użycia.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zgłaszane są problemy z materiałami dwuskładnikowymi, które często prowadzą do zatkania rurociągow zbiornika na odzyskane rozpuszczalniki.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, czyszczonego podłoża lub sprzętu oraz charakterem zanieczyszczeń. Technika ta jest najczęściej stosowana w procesach czyszczenia opartych na rozpuszczalnikach, chociaż modernizacja aby ją stosować jest kosztowna.

Ekonomia

W przemyśle motoryzacyjnym instalacja typowego systemu odzyskiwania rozpuszczalników kosztowała w 2004 r. 0.4 mln EUR na jedną kabinę lakierniczą.

Oszczędności są osiągane dzięki mniejszemu zużyciu rozpuszczalników i mniejszej ilości odpadów niebezpiecznych. W dużych zakładach oszczędności w przybliżeniu przewyższają koszty inwestycji.

Sila napędowa wdrażania

Recykling rozpuszczalników oraz redukcja emisji LZO.

Przykładowe zakłady

Technika ta jest standardową praktyką w przemyśle motoryzacyjnym a także jest szeroko stosowana w innych sektorach.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [5. DFIU i in. 2002] [26. CITEPA 2003] [32. ACEA 2004] [38. TWG 2004] [212. TWG 2018]

17.9.9. Czyszczenie za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody

Opis

Wysokociśnieniowe systemy natrysku wody i wodorowęglanu sodu lub podobne używane do automatycznego czyszczenia prasy drukarskiej/części maszyn.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują zmniejszenie emisji rozpuszczalników. Mycie krtek podłogowych w kabinach lakierniczych razem zainstalowaniem w pobliżu systemów redukcji mgły lakierniczej zapewnia utrzymanie optymalnego jej odprowadzania oraz pozwala utrzymać skuteczność systemów ograniczania emisji na niezmiennym poziomie [komentarz ACEA #365 w [212. TWG 2018]].

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W sektorze motoryzacyjnym technika ta jest stosowana do mycia wodą części wyposażenia, po ich zanurzeniu w żrącym roztworze, oraz do regularnego czyszczenia krtek podłogowych i przenośników karoserii (regularne czyszczenie krtek podłogowych pomiędzy kabiną lakierniczą a płuczką Venturiego). Czyszczenie wysokociśnieniowe jest dozwolone przy ciśnieniu hydrostatycznym od 40 do 250 barów. Ze względu na wysokie ciśnienie strumienia wody (40-

250 barów) karoserie pojazdów nie są czyszczone tą metodą. Jednak czyszczenie natryskowe przy niskim ciśnieniu (5-20 bar) jest standardem i zazwyczaj jest zintegrowane z procesem czyszczenia zanurzeniowego [komentarz ACEA #365 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zwiększa się zużycie wody oraz powstaje więcej ścieków, chociaż można to zminimalizować stosując wysokociśnieniowe mycie natryskowe.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, podłoża lub sprzętu, który ma być czyszczony oraz charakterem zanieczyszczenia. Technika ta jest stosowana do dogłębnego czyszczenia rakli, cylindrów i wałków aniloksowych używanych we fleksografii i rotograwiurze niepublikacyjnej. Do wody pod wysokim ciśnieniem dodaje się węgiel sodu. Technika ta była również stosowana w zakładach powlekania metodą ciągłą.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy oraz utrzymanie skuteczności systemów ograniczania emisji.

Przykładowe zakłady

Technika stosowana w różnych sektorach; do powlekania metodą ciągłą: Zakład #105 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.9.10. Czyszczenie ultradźwiękami

Opis

Technika czyszczenia w cieczy z wykorzystaniem drgań wysokiej częstotliwości celem odciążenia/usunięcia przyklejonych zanieczyszczeń.

Szczegóły techniczne

Myjka ultradźwiękowa wytwarza w cieczy (zazwyczaj detergentach na bazie wody) drgania o wysokiej częstotliwości, tj. od około 20 000 do 100 000 cykli na sekundę. Wibracje powodują powstawanie w cieczy mikroskopijnych pęcherzyków powietrza, które opadają na zanurzone w nich przedmioty, wywołując efekt czyszczenia.

Skuteczność czyszczenia może zostać poprawiona jeśli temperatura mieszaniny na bazie wody wynosi od 40 °C do 60 °C [komentarz PT #3 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Korzyści dla środowiska

Nie są stosowane środki czyszczące na bazie rozpuszczalników, a emisja LZO jest wyeliminowana. Czasami jednak może być konieczny niewielki proces czyszczenia końcowego z użyciem rozpuszczalników zawierających LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Może wzrosnąć poziom hałasu. Może też wzrosnąć zużycie energii ze względu na konieczność podgrzania mieszaniny na bazie wody.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania może być ograniczona rodzajem procesu, podłoża lub sprzętu, który ma być czyszczony oraz charakterem zanieczyszczeń.

Technika ta jest stosowana we fleksografii i rotograviurze niepublikacyjnej do dogłębnego czyszczenia cylindrów i wałków aniloksowych.

Nie ma zastosowania do podłoży i części, które mogłyby zostać uszkodzone przez wibracje spowodowane ultradźwiękami.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Literatura źródłowa

[\[8. Nordycka Rada Ministrów 1998\]](#) [\[23. COM 2006\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.9.11. Czyszczenie suchym lodem (CO₂)

Opis

Czyszczenie części maszyn i podłoży metalowych lub z tworzyw sztucznych poprzez przedmuchiwanie strumieniem CO₂ (suchym lodem).

Zaschniętą farbę lub tusz można usunąć przez wdmuchiwanie granulek suchego lodu. Informacje na temat czyszczenia za pomocą suchego lodu CO₂ znajdują się w sekcji 17.9.11.1.

Korzyści dla środowiska

Całkowicie unika się emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przygotowanie zajmuje dużo czasu, ponieważ części maszyny przeznaczone do czyszczenia muszą być całkowicie odizolowane od innych elementów, aby zapobiec ich uszkodzeniu.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

„Piaskowanie” suchym lodem wymaga energii i powoduje hałas (w budynku) oraz wytwarza pył z usuwanej farby lub tuszu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma szerokie zastosowanie w czyszczeniu serwisowym, ale nie w codziennych procesach czyszczenia, ponieważ zazwyczaj wymagany jest demontaż części maszyn.

W przemyśle poligraficznym technika ta jest używana do usuwania bardzo uporczywych zanieczyszczeń na częściach maszyn drukarskich. Stosuje się ją co kilka miesięcy celem okresowego intensywnego czyszczenia w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną i gorący offset rolowy, gdzie jako środek czyszczący używa się najczęściej toluenu lub specjalnej mieszaniny rozpuszczalników.

Czyszczenie suchym lodem jest dobrze ugruntowane w obróbce wstępnej dla części z tworzyw sztucznych, przed nakładaniem powłok. Proces czyszczenia suchym lodem CO₂ usuwający zanieczyszczenia z urządzeń natryskowych w kabinie lakierniczej nie jest jeszcze dopracowany [komentarz ACEA #440 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Ekonomika

Koszty są porównywalne z konwencjonalnymi technikami czyszczenia.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika ta jest stosowana w drukarniach stosujących fleksografię, rotograwiurę niepublikacyjną, rotograwiurę publikacyjną oraz gorący offset rolowy na terenie całej Europy. Stosuje się ją również w obróbce wstępnej powierzchni z tworzyw sztucznych przed ich powlekaniami.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [7. Niemcy 2003] [23. COM 2006] [38. TWG 2004] [212. TWG 2018]

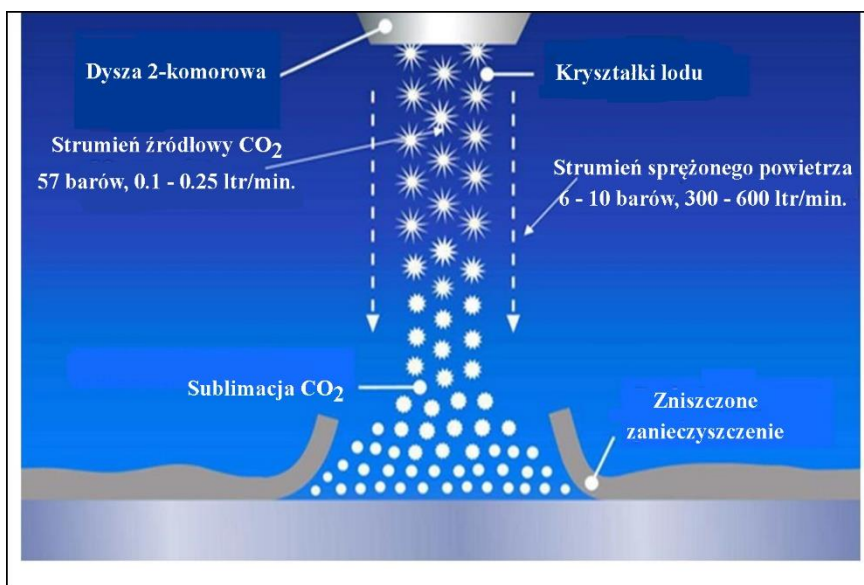
17.9.11.1. Czyszczenie suchym śniegiem (CO₂)

Opis

Czyszczenie powierzchni za pomocą rozpylonego śniegu CO₂ z aplikatorem (układem dysz) zainstalowanym na robocie.

Szczegóły techniczne

Ciekły CO₂ przechodzi przez dyszę pod ciśnieniem i ochładza się na skutek rozprężania za dyszą. Kryształki lodu CO₂ są rozpylane przez powietrze (zob. Ilustracja 17.13).



Źródło: [190. ESVOC 2017]

Ilustracja 17-13 Wyrzut ciekłego CO₂.

Energia, która uwalnia się podczas zderzenia kryształków lodu z czyszczoną powierzchnią, usuwa kurz i inne zanieczyszczenia.

Instalacja do oczyszczania śniegiem CO₂ składa się z następujących elementów:

- robot o sześciu lub siedmiu przegubach wyposażony w urządzenia aplikacyjne;
- zawory procesowe zainstalowane na obudowie robota pomiędzy Ramieniem 1 i Ramieniem 2;
- aplikator (układy dysz) zainstalowany na „ręce” robota;
- szafa aplikacyjna poza strefą pracy robota składająca się z:
 - o chłodnicy CO₂;
 - o urządzenia filtrującego powietrze;

- o szafy sterującej robotem;
- system zasilania w CO₂ składający się ze zbiornika CO₂, kompresora i systemu chłodzenia.



Ilustracja 17-14 (a) Robot aplikujący, (b) Zbiornik wysokociśnieniowy CO₂, (c) Zbiornik niskociśnieniowy CO₂.

Korzyści dla środowiska

- Mniejsze zużycie energii.
- Technika nie wymaga suszarki.
- Nie stosuje się wody/chemikaliów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta zastępuje obróbkę wstępną typu „*power wash*” oraz suszarkę do wody.

Mniejsza ilość zabiegów konserwacyjnych:

- nie wymaga dozowania środków chemicznych;
- system jest elastyczny, a dzięki zastosowaniu robota uzyskuje możliwość czyszczenia trudno dostępnych miejsc;
- stosuje się takie same operacje jak w przypadku robotów aplikacyjnych/nakładających powłoki;
- używa się takich samych części zamiennych jak w przypadku robotów aplikacyjnych.

Zalety procesu:

- nie stosuje się wody/chemikaliów;
- jest tylko kilka parametrów procesu do regulacji;
- eliminuje się uszkodzenia powierzchni spowodowane wodą.

Wymagane środowisko pracy:

- dźwiękoszczelna konstrukcja kabiny procesu (poziom hałasu na zewnątrz kabiny: < 75 dBA, poziom hałasu na dyszach ok. 105-110 dBA);
- wystarczająca przestrzeń odprowadzająca powietrze pod przenośnikiem (taśmowym);
- brak niewentylowanych obszarów w kabinie;
- zabezpieczane drzwi oraz wejście do kabiny;

- kabina musi pracować w warunkach podciśnienia;
- zapadki do świeżego powietrza na wejściu i wyjściu z kabiny w celu utrzymania stężenia CO₂ wewnątrz kabiny;
- wartości MAK (maksymalne dopuszczalne stężenie w miejscu pracy) muszą być kontrolowane wewnątrz i na zewnątrz kabiny za pomocą czujników CO₂, kategoria 3, redundantne:
 - prędkość spływu (przepływu w dół) powietrza: 0.4-0.5 m/s;
 - udział świeżego powietrza: ok. 20-25 %;
 - temperatura: > 20 °C;
 - wilgotność względna: maks. 55 %;
 - jonizacja za strefą czyszczenia.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta znajduje zastosowanie w czyszczeniu elementów z tworzyw sztucznych oraz ogólnie w czyszczeniu elementów przemysłowych.

Niektórych pozostałości nie da się usunąć śniegiem CO₂, dlatego należy spełnić następujące warunki wstępne:

- nie magazynować części na zewnątrz, na wolnym powietrzu;
- nie pozostawiać odcisków palców, smarów, olejów, środków antyadhezyjnych i innych silnych zabrudzeń/pozostałości spoiwa na elementach;
- zachować krótki okres pomiędzy procesem formowania elementu a jego malowaniem;
- trzymać się zasady czystego pomieszczenia dla całej linii do malowania.

Ekonomika

- Koszt inwestycji w modernizację.
- Redukcja kosztów dzięki oszczędności materiału i energii.
- Brak błędów powierzchniowych spowodowanych przez wodę.

Siła napędowa wdrażania

- Wyższa jakość, brak plam wodnych na powierzchni np. zderzaka. Eliminacja błędów powierzchniowych spowodowanych przez wodę.
- Zmniejszenie kosztów jednostkowych.
- Nie ma potrzeby tworzenia strefy nadmuchu.
- Zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez urządzenie. Tylko jedna kabina dla robota czyszczącego. Brak konieczności stosowania strefy chłodzenia.

Przykładowe zakłady

Rehau Viechtach, Niemcy, 2008.

Plastic Omnium, Gliwice, Polska, 2012.

Rehau Győr, Węgry, 2013.

Volkswagen Wolfsburg, Niemcy, 2013.

Rehau, Port Elizabeth, RPA, 2009 and 2013.

Plastic Omnium, Meksyk.

Plastic Omnium, Chattanooga, USA.

Literatura źródłowa

[\[190. ESVOC 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.9.12. Czyszczenie strumieniem tworzyw sztucznych

Opis

Nadmiar farby jest usuwany z elementów i przenośników karoserii poprzez piaskowanie (śrutowanie) cząsteczkami tworzywa sztucznego.

Szczegóły techniczne

Dostosowane do potrzeb klienta kabiny piaskowania są używane do czyszczenia elementów, z określonymi zakresami ciśnień śrutowania oraz rozmiarami dysz, aby osiągnąć optymalne czyszczenie, w zależności od rozmiaru i poziomu zanieczyszczenia elementów.

Większe urządzenia, takie jak wózki do malowania i złomowane elementy zderzaków wymagają specjalnego pomieszczenia.

Technika ta jest również stosowana przy usuwaniu powłok z samolotów lub innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.

Korzyści dla środowiska

Eliminacja stosowania niebezpiecznych środków czyszczących, które wcześniej były niezbędne.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- W tej metodzie czyszczenia nie stosuje się szkodliwych środków chemicznych.
- Technika przedłuża żywotność urządzeń i narzędzi do produkcji.
- Możliwość zminimalizowania ilości odpadów z pomalowanych części z tworzyw sztucznych poprzez możliwość usunięcia farby i ponownego powlekania.
- Do wypróbowania na złomowanych zderzakach z tworzyw sztucznych, aby umożliwić ich ponowne malowanie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Do piaskowania brano pod uwagę kilka innych materiałów. Należały do nich metal, piasek i szkło. Wszystkie były zbyt ścierne i powodowały uszkodzenia elementów po kilkukrotnym czyszczeniu.

Rozważano również inne technologie czyszczenia:

- Zbiornik wodny z energią pochodzącą z ultradźwięków nie był w stanie zniszczyć powłoki bezbarwnej 2K.
- Izolowany reaktor zawierający piasek podgrzany do 450 °C uległ uszkodzeniu z powodu ściernego charakteru procesu.

Ekonomia

- Redukcja kosztów czyszczenia o 50 %.

- Technika wymaga początkowych nakładów na zakup sprzętu do piaskowania oraz zbudowania na zamówienie komory do czyszczenia większych przerośników karoserii.

Siła napędowa wdrażania

- Zmniejszenie kosztów czyszczenia.
- Zmniejszone zanieczyszczenie urządzeń oraz przenoszenie zanieczyszczeń na malowane karoserie.
- Lepsza jakość i mniejsza ilość poprawek.

Przykładowe zakłady

Honda, UK Manufacturing Ltd. (HUM), Swindon, Wielka Brytania.

Konserwacja samolotów: EAB AE, GR.

Literatura źródłowa

[\[190. ESVOC 2017\]](#)

17.10. Odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych

W tej sekcji omówiono stosowane systemy oczyszczania gazów odlotowych. Omówiono tu nie tylko różne rodzaje dostępnych metod oczyszczania, ale także ich projekt i układ. Sekcja obejmuje również techniki optymalizacji lub minimalizacji przepływu powietrza, które musi być poddawane oczyszczaniu oraz techniki odzyskiwania rozpuszczalników, takie jak destylacja.

W odniesieniu do emisji LZO, załącznik 21.6 zawiera podsumowanie technik oczyszczania gazów odlotowych celem ograniczenia tych emisji (utlenianie, adsorpcja, kondensacja i oczyszczanie biologiczne) oraz możliwości ich zastosowania. Porównanie skuteczności usuwania najczęściej stosowanych technik podano dla różnych rodzajów rozpuszczalników i dla różnych zakresów stężenia wlotowego [97. TWG 2006]. Przedstawiono i omówiono również skuteczność usuwania zgłoszoną do zbioru danych STS [155. TWG 2016].

17.10.1. Wybór, projektowanie i optymalizacja systemu

Opis

System oczyszczania gazów odlotowych jest wybierany, projektowany i optymalizowany przy uwzględnieniu takich parametrów jak:

- ilość odprowadzanego powietrza;
- rodzaj i stężenie rozpuszczalników w odprowadzonym powietrzu;
- rodzaj systemu ograniczania emisji (dedykowany/wielozadaniowy);
- zdrowie i bezpieczeństwo;
- efektywność energetyczna.

Przy wyborze systemu można uwzględnić następującą kolejność priorytetów:

- rozdzielanie gazów odlotowych o wysokim i niskim stężeniu LZO;
- techniki homogenizacji i zwiększenia stężenia LZO (zob. sekcje 17.10.3.2 i 17.10.3.3);
- techniki odzyskiwania rozpuszczalników z gazów odlotowych (zob. sekcja 17.10.6);
- techniki ograniczania emisji LZO z odzyskiem ciepła (zob. sekcja 17.10.5);
- techniki ograniczania emisji LZO bez odzysku ciepła (zob. sekcja 17.10.5).

Szczegóły techniczne

Systemy odprowadzania powietrza zawierającego rozpuszczalniki są zazwyczaj zaprojektowane przede wszystkim w celu utrzymania atmosfery w obszarach roboczych i urządzeniach znacznie poniżej wartości LEL, a stężenia rozpuszczalników poniżej wartości OEL. Wyciągane powietrze z kluczowych źródeł emisji rozpuszczalników jest kierowane do systemów oczyszczania gazów odlotowych.

W niektórych przypadkach (takich jak piece do suszenia, maszyny czyszczące wykorzystujące rozpuszczalniki) powietrze jest odprowadzane do oczyszczania, którego głównym celem jest zmniejszenie emisji rozpuszczalników. Ponadto, w wielu przypadkach, pierwotnym celem oczyszczania gazów odlotowych jest zmniejszenie uciążliwości zapachowych.

Wychwytywanie emisji jest ułatwione, jeżeli procesy prowadzone są w przestrzeniach zamkniętych (hermetycznych). Rozmiar obudowy powinien być minimalny, niezbędny dla praktycznego funkcjonowania danego etapu procesu. Przepływ powietrza powinien stanowić minimum niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa procesu i kontroli ryzyka narażenia

zawodowego (OEL). Należy skupić się na wychwytywaniu emisji w możliwie najmniejszych objętościach powietrza o najwyższym możliwym ich stężeniu w celu zmaksymalizowania wydajności dalszego przetwarzania przy jednoczesnej optymalizacji zużycia energii. W zależności od procesu można rozważyć miejscowe zamknięcie i wyciąg danego elementu lub urządzenia zamiast opcji pełnego zamknięcia i wyciągu z całej instalacji. Szczegółowy projekt i odpowiednie wymiarowanie są ważne, aby zapobiec wprowadzaniu do systemu niepotrzebnie dużych ilości powietrza rozcieńczającego, co zwiększa koszty oraz zmniejsza skuteczność ograniczania emisji.

Przy wymiarowaniu instalacji wyciągowej oraz wyborze techniki ograniczania emisji należy uwzględnić:

- rodzaj emisji (ciągła/nieciągła);
- zawartość energii w gazach odlotowych oraz wpływ zużywania energii poniżej warunków autotermicznych;
- koszty i korzyści związane z przetwarzaniem emisji o niskim stężeniu LZO, pod względem zużycia energii.

Projekt instalacji wyciągowych powinien uwzględniać:

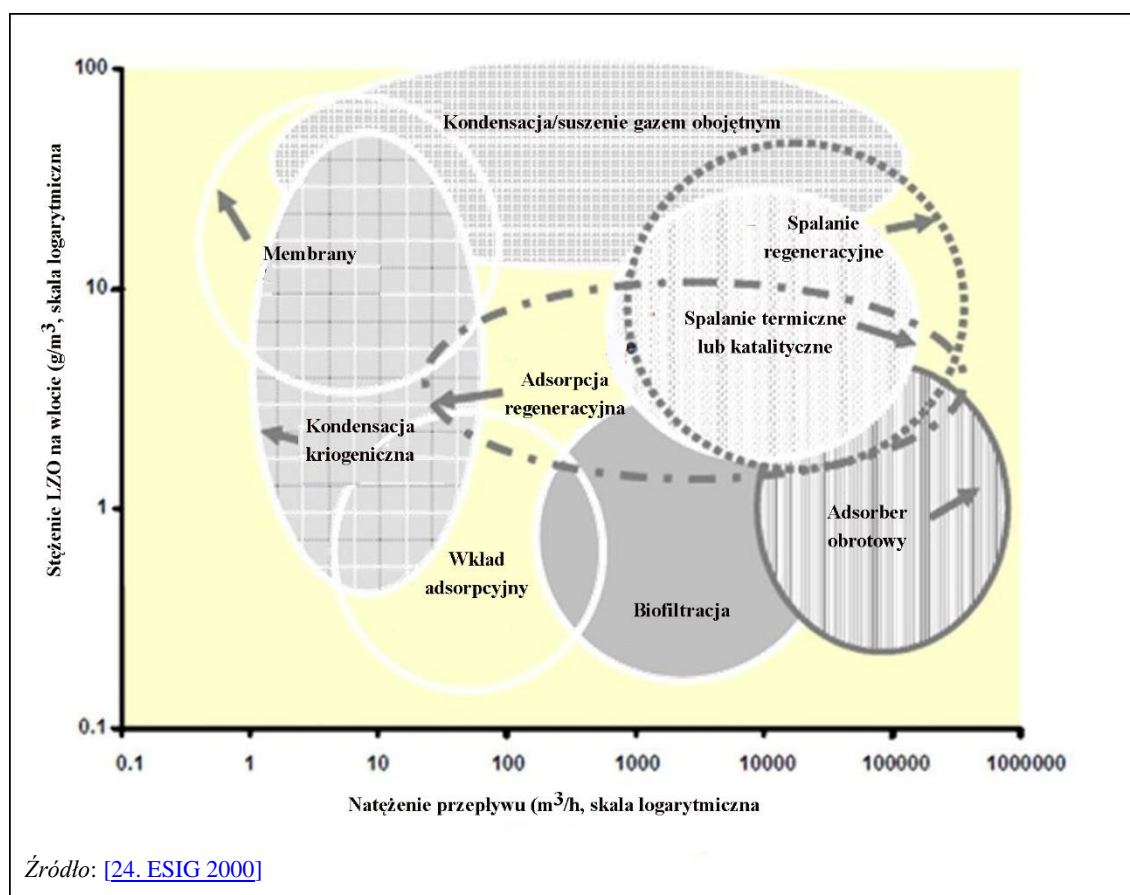
- ilość powietrza, które ma być odprowadzone;
- rodzaj i prawdopodobne stężenie rozpuszczalników;
- rodzaj i prawdopodobne stężenie substancji towarzyszących, które same lub ich produkty spalania mogą powodować korozję, osady lub pozostałości;
- rodzaj oczyszczania oraz jego koszty i korzyści, a także efekty oddziaływania na procesy i środowisko (np. zużycie materiałów, energii);
- ilość godzin eksploatacji instalacji w ciągu roku;
- stosowanie zdecentralizowanych/dedykowanych systemów oczyszczania, tak aby ewentualna awaria/naprawa dotyczyła tylko tych systemów;
- zagadnienia dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa.

Odprowadzanie dużej ilości powietrza w stosunku do rozpuszczalnika zwiększa rozmiar systemu redukcji emisji i może zwiększyć ilość energii wymaganej jako paliwo pomocnicze do spalania.

Emisje niezorganizowane, które nie są wychwytywane przez systemy wyciągowe, oraz emisje po oczyszczeniu gazów odlotowych składają się na całkowitą emisję rozpuszczalnika. Należy to uwzględnić przy projektowaniu systemu odprowadzania i ograniczania emisji.

Przykład uwzględniający efekty oddziaływania na procesy i środowisko w druku fleksograficznym stosującym tusze na bazie wody i rozpuszczalnika podano w ECM REF [\[50. COM 2006\]](#).

Ilustracja 17.15 przedstawia schematyczny przegląd dostępnych technik ograniczania emisji LZO w odniesieniu do dwóch ważnych kryteriów: stężenia LZO i natężenia przepływu. Przedstawiono go w celach orientacyjnych i nie ma on charakteru wyczerpującego. Szczegółową ocenę należy przeprowadzić dla każdego przypadku osobno.



Ilustracja 17-15 Przegląd zakresów zastosowania dostępnych technologii ograniczających emisję LZO.

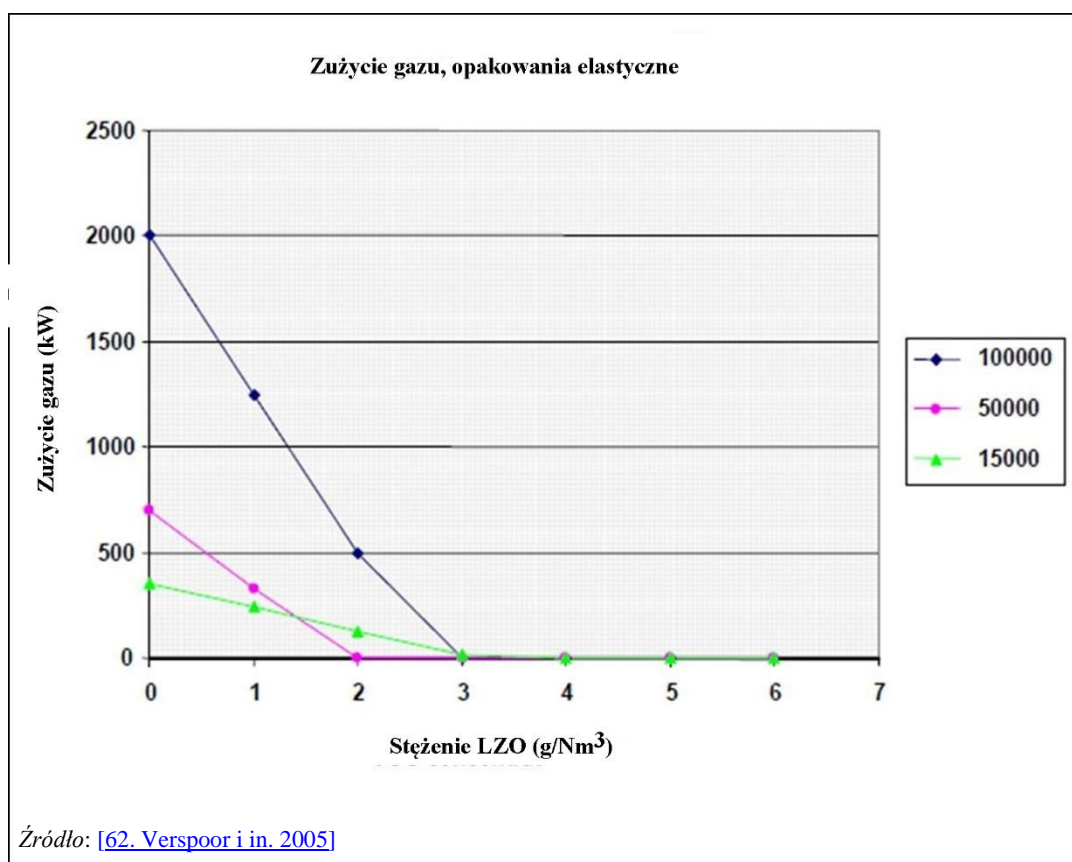
Poniższe rozważania mogą pomóc w wyborze, projektowaniu i optymalizacji systemu, przy czym należy skorzystać z porad ekspertów:

- **Emisje nieciągłe:** w przypadku procesów nieciągłych najbardziej opłacalne są techniki o zmiennym i małym obciążeniu, takie jak proste utlenianie termiczne lub adsorpcja.
- **Wybór przetwarzania termicznego dla pracy ciągłej** [62. Verspoor i in. 2005]: w przypadku gdy emisje są ciągłe, zob. sekcja 17.10.5 dotycząca odpowiednich technik. Zob. również sekcja 17.10.3 w odniesieniu do technik związanych z utrzymaniem stężenia LZO przed oczyszczeniem.

W technikach oczyszczania z regeneracyjnym podgrzewaniem wstępnym (regeneracyjne utlenianie termiczne, instalacje RTO) zdecydowanie największą część energii procesowej jest odzyskiwana przez zintegrowane wymienniki ciepła (> 95 %). Dlatego zapotrzebowanie na energię w oczyszczaniu gazów odlotowych dla osiągnięcia stężenia LZO rzędu 20 mg C/m³ w oczyszczonym gazie nie jest znacząco wyższe niż energia potrzebna do osiągnięcia jedynie 50 mg C/m³ lub 100 mg C/m³. Większe jest jednak zużycie energii przez główny wentylator systemu wyciągowego a także wyższe koszty konserwacji. Jeżeli temperatury procesu są obniżane, ponieważ dopuszcza się wyższe stężenia LZO w gazie oczyszczonym, emisje CO mogą znacznie wzrosnąć.

- **Wpływ zużycia energii poniżej warunków autotermicznych:** w odniesieniu do wpływu na koszty bieżące systemu przetwarzania termicznego, gdy średnia zawartość rozpuszczalnika zmniejsza się strukturalnie w czasie, z powodu (na przykład) zmniejszenia zawartości rozpuszczalnika w stosowanych materiałach powlekających, zob. Ilustracja 17.16. Przedstawia ona dane dotyczące utleniacza termicznego w drukarni stosującej

fleksografię i rotograwiurę niepublikacyjną. Ilość gazu zużywanego po punkcie autotermicznym rośnie wykładniczo dla średnich i niskich przepływów.



Ilustracja 17-16 Przykład zużycia gazu poniżej punktu autotermicznego dla zakładu stosującego fleksografię i rotograwiurę niepublikacyjną, dla trzech scenariuszy natężenia przepływu.

- Koszty i korzyści zużycia energii do celów kontroli niskiego poziomu emisji rozpuszczalników:** ECM REF [50. COM 2006] opisuje sposoby obliczania i interpretowania przekrojowych efektów oddziaływania na procesy i środowisko dla alternatywnych opcji procesu poprzez zestawienie emisji w siedem efektów środowiskowych (tematów). Efekty te można porównywać, stosując skalę względnego efektu dla poszczególnych uwalnianych substancji lub ich toksyczności (zob. sekcja 17.6.1). Trudno jest jednak porównywać jeden efekt z drugim i konieczna jest dalsza ocena przekrojowa.

Alternatywną metodą porównania różnych efektów jest zestawienie negatywnych kosztów efektów zewnętrznych (szkód lub negatywnych krańcowych kosztów społecznych), w tym przypadku szkód dla środowiska obejmujących zdrowie ludzkie. Może być mniej dostępnych danych na ten temat, ale dostępne są dane dotyczące emisji do powietrza (zob. dalej). Technika tę można wykorzystać do porównania efektywności różnych kierunków działania. Na przykład, spalanie paliwa wspomagającego w celu osiągnięcia niższej emisji LZO w gazie odlotowym może być porównane z kolejnymi środkami mającymi na celu zmniejszenie emisji niezorganizowanych. Tona CO₂ uwalnianego rocznie można obliczyć dla spalania dodatkowego paliwa prowadzonego celem zniszczenia znanej ilości (w tonach) emisji LZO (np. zmniejszenie poziomów emisji z 10 mg C/m³ do 3 mg C/m³ dla opisanego przepływu gazów odlotowych). Można je następnie pomnożyć przez odpowiedni krańcowy koszt społeczny i porównać. Porównanie szkód dla CO₂ z tymi dla LZO jest uproszczone: zmiany w NO_x również muszą być brane pod uwagę (jeśli są znane). Należy również dodać wkład CO₂ pochodzący ze spalanych lotnych związków organicznych.

Na poziomie UE zakres średnich szkód powodowanych przez LZO w porównaniu ze średnią wartością granicznych kosztów CO₂ daje wartość od 32 do 140 ton CO₂ potrzebnych na obniżenie emisji o jedną tonę LZO (40 000-175 000 m³ gazu ziemnego), zob. Tabela 17.6. Z tych wskaźników wynika, że koszt redukcji jednej tony LZO wynosi od 14 000 do 63 000 EUR, co 10 do 66 razy przekracza krańcową szkodę spowodowaną przez jedną tonę LZO (w oparciu o koszt gazu ziemnego w wysokości od 7.52 do 10.48 EUR za GJ w 2006 r.). Dwa kraje (Belgia i Holandia) stosują poziomy odniesienia dla kosztów i korzyści w wysokości 3 200 EUR i 4 500 EUR (odpowiednio) jako całkowity koszt redukcji emisji LZO o jedną tonę. Wskazywałoby to, że porównania te znacznie przekraczają ekonomiczną opłacalność spalania tej ilości gazu na poziomie UE-25. (Być może zastosowany krańcowy koszt społeczny CO₂ jest zbyt niski).

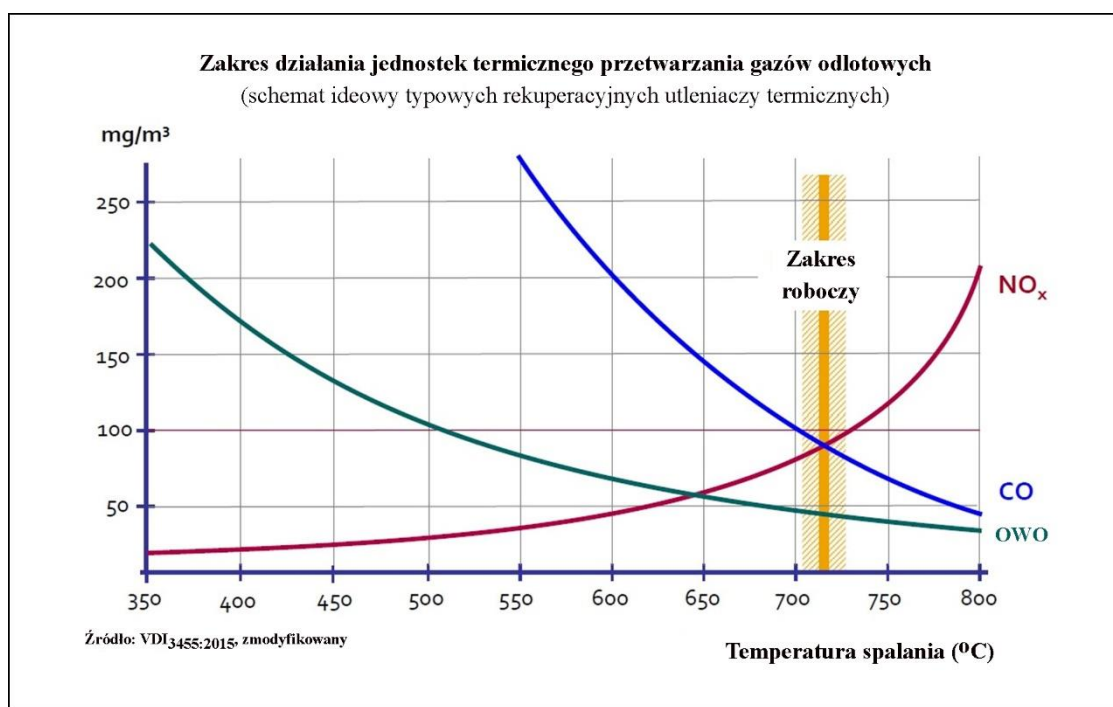
Wartości te nie uwzględniają wpływu CO₂ ani NO_x pochodzącego z utleniania LZO.

Tabela 17-6 Porównanie krańcowych kosztów społecznych zmian klimatu z krańcowymi kosztami szkód spowodowanych emisją LZO.

Krańcowe koszty społeczne zmian klimatycznych (EUR/t CO ₂)	Krańcowe szkody dla LZO (EUR/t emisji)	Tony CO ₂ potrzebne do obniżenia emisji LZO o 1 tonę	Objętość gazu ziemnego w tysiącach m ³ potrzebna do zmniejszenia emisji LZO o 1 tonę ⁽¹⁾
10	950	95	119
10	1400	140	175
20	950	48	60
20	1400	70	88
30	950	32	40
30	1400	46	58

(¹) W oparciu o gęstość gazu ziemnego wynoszącą 0.8 kg/m³ przy STP (dane z 2006 r.).

- **Wpływ wartości granicznej na CO:** poziom emisji CO z utleniacza termicznego zależy głównie od temperatury w komorze spalania i czasu przebywania w niej gazów odlotowych. Obniżenie poziomów emisji dla CO oznacza:
 - Zwiększenie temperatury komory spalania (powoduje wyższe koszty eksploatacji). Zazwyczaj wystarczy zwiększyć temperaturę spalania do ok. 850 °C dla regeneracyjnych dopalaczy termicznych lub do ok. 750 °C dla rekuperacyjnych dopalaczy termicznych. Przy stężeniach LZO w pobliżu lub powyżej punktu autotermicznego zostanie to osiągnięte automatycznie. Całkowity wpływ na koszty eksploatacyjne i kapitałowe w odniesieniu do niższych poziomów CO można uznać za nieistotny.
 - Zwiększenie rozmiaru komory spalania w celu uzyskania dłuższego czasu przebywania w komorze (powoduje wyższe koszty inwestycyjne).
- **Równowaga między redukcją CO, NO_x i LZO:** należy ustanowić równowagę pomiędzy emisjami LZO, CO i NO_x (krzywe optymalizacji), a ta będzie inna dla każdego zakładu. Generalnie, emisje CO i NO_x są lustrzanym odbiciem, gdzie jedna wzrasta, tam druga maleje. Schematyczny wykres osiągalnych poziomów emisji TVOC, NO_x i CO dla typowego rekuperacyjnego dopalacza termicznego przedstawiono na Ilustracji 17.17.



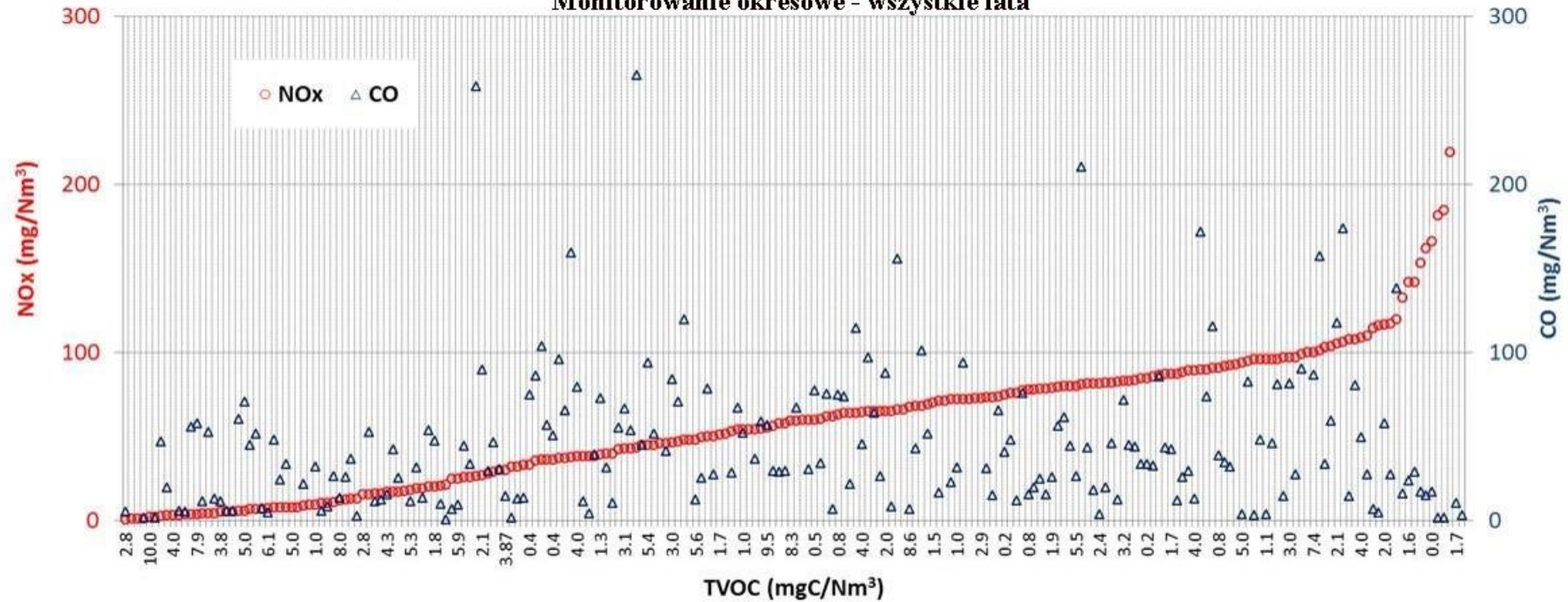
Ilustracja 17-17 Schematyczny wykres osiągalnych poziomów emisji TVOC, NO_x i CO dla typowego rekuperacyjnego dopalacza termicznego.

Przedstawione dane dotyczące osiągalnych poziomów emisji TVOC, NO_x i CO ze wszystkich sektorów STS, w których stosuje się termiczne przetwarzanie gazów odlotowych pokazują, że niskie poziomy TVOC są skorelowane z niskimi stężeniami NO_x/CO w gazach odlotowych (zob. Ilustracja 17.18 (a), (b) i (c)).

Dane przedstawiono w trzech przedziałach w zależności od uzyskanych poziomów TVOC: a) dla poziomów TVOC niższych niż 10 mg C/Nm³, b) dla poziomów TVOC w przedziale od 10 mg C/Nm³ do 20 mg C/Nm³ oraz c) dla poziomów TVOC wyższych niż 20 mg C/Nm³.

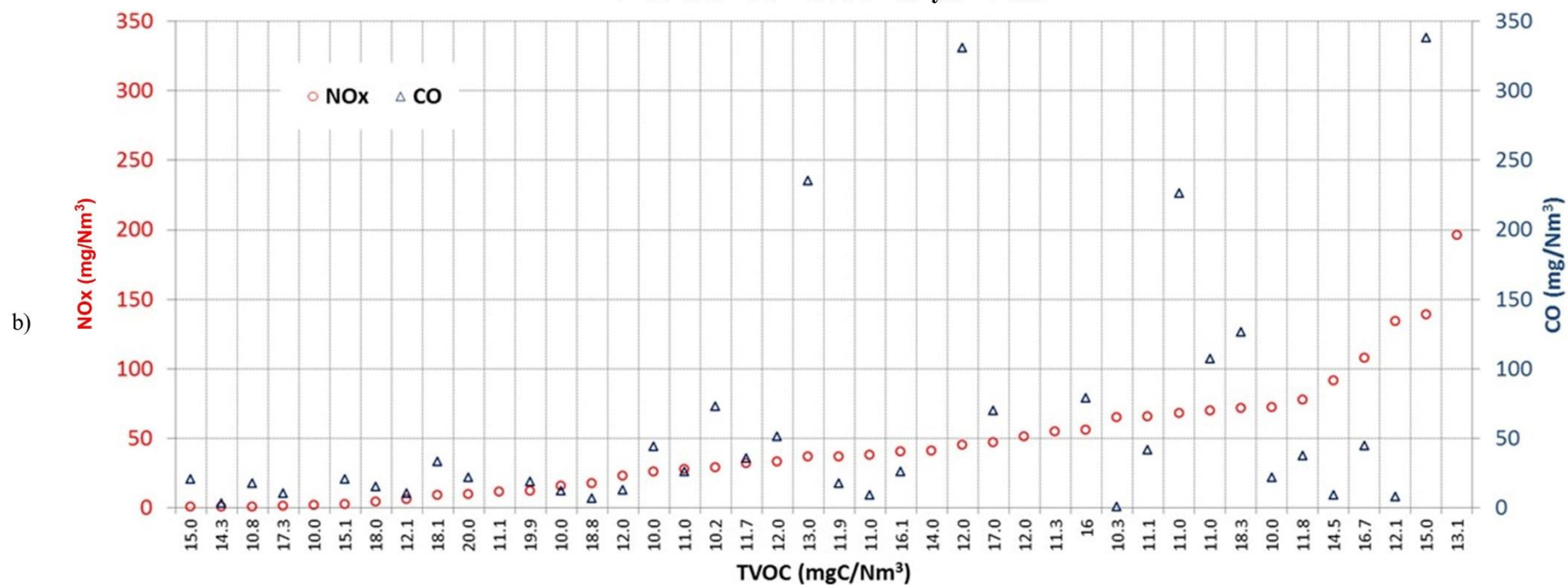
Wszystkie sektory: TVOC (tylko wartości z zakresu 0-10 mg C/Nm³) - NO_X - CO wartości stężeń (w mg/Nm³)

Monitorowanie okresowe - wszystkie lata



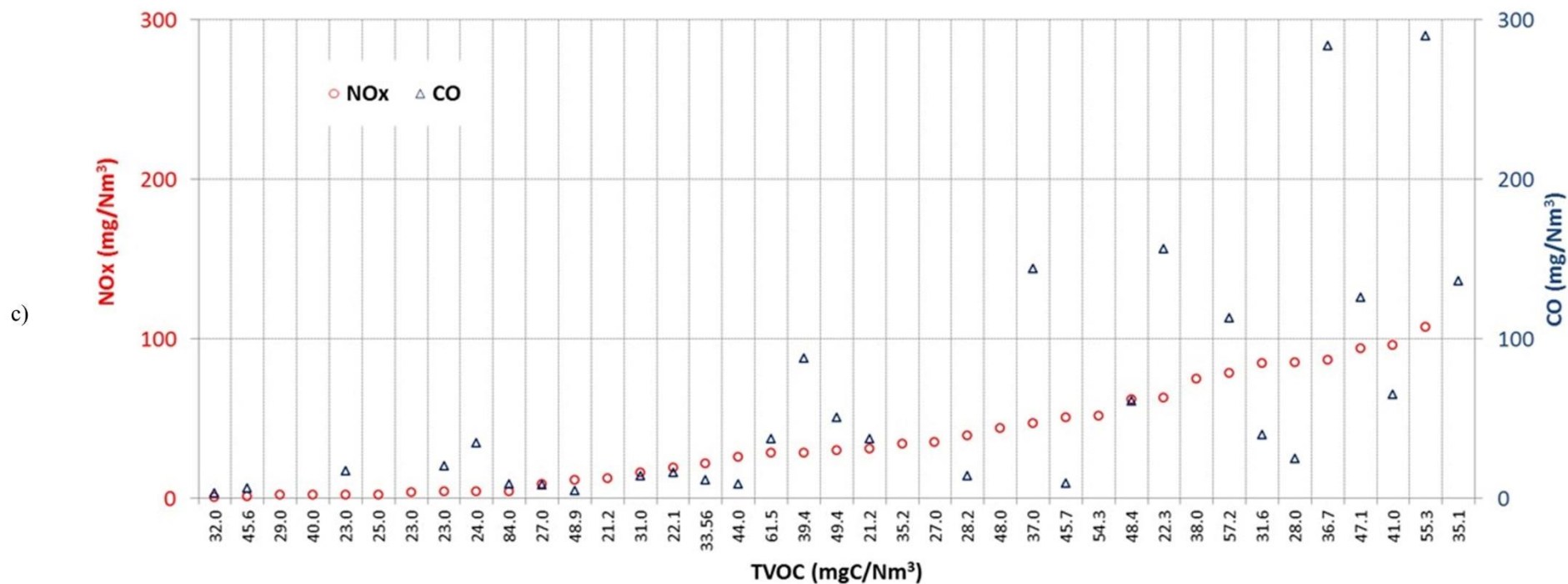
Uwaga: Wykres zawiera punkty emisji dla których dostępne są dane dla TVOC oraz dla NO_X i/lub CO

Wszystkie sektory: TVOC (tylko wartości z zakresu 10-20 mg C/Nm³) - NO_x - CO wartości stężeń (w mg/Nm³)
Monitorowanie okresowe - wszystkie lata



Uwaga: Wykres zawiera punkty emisji dla których dostępne są dane dla TVOC oraz dla NO_x i/lub CO

Wszystkie sektory: TVOC (wartości > 20 mg C/Nm³) - NO_x - CO wartości stężeń (w mg/Nm³)
Monitorowanie okresowe - wszystkie lata



Uwaga: Wykres zawiera punkty emisji dla których dostępne są dane dla TVOC oraz dla NO_x i/lub CO

Źródło: [\[155. TWG 2016\]](#)

Ilustracja 17-18 Zgłoszone poziomy emisji TVOC, NO_x i CO z zakładów wszystkich sektorów STS, w których stosuje się przetwarzanie termiczne.

- Konserwacja: zob. sekcja 17.2.6.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie LZO i odorów można osiągnąć w przypadku odpowiedniego doboru, zaprojektowania i optymalizacji systemu oczyszczania gazów odlotowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dane dotyczące poszczególnych technik znajdują się w odpowiednich sekcjach.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii w systemach odprowadzania powietrza może być znaczące. Również znacząca może być energia zużyta na osiągnięcie niskich stężeń LZO. Hałas też może być istotnym czynnikiem.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Zależnie od miejsca i zastosowanej techniki. Dane dotyczące poszczególnych technik znajdują się w odpowiednich sekcjach.

Siła napędowa wdrażania

- Odprowadzanie: BHP w miejscu pracy.
- Inne względy: uciążliwość zapachowa, ustawodawstwo krajowe/lokalne.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach STS, wszędzie tam gdzie systemy odprowadzania gazów odlotowych są stosowane.

Literatura źródłowa

[\[38. TWG 2004\]](#) [\[50. COM 2006\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[113. ECN 2005\]](#) [\[66. AEA i in. 2005\]](#) [\[114. AEA i in. 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.2. Zatrzymywanie i gromadzenie gazów odlotowych

Opis

W niniejszej sekcji opisano zatrzymywanie i gromadzenie gazów odlotowych z procesów powlekania/utwardzania i suszenia. Techniki związane z wewnętrznym lub zewnętrznym stężeniem rozpuszczalnika (wzrost stężenia rozpuszczalnika w gazie surowym) są również omówione w sekcjach 17.10.3.2 i 17.10.3.3. Postępowanie z rozpuszczalnikami i ich przechowywanie omówiono w sekcji 17.2.2. Wybór systemów gromadzenia i oczyszczania gazów odlotowych omówiono także w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.10.2.1. Wyciąg powietrza jak najbliżej obszaru nakładania tuszu/powłoki

Opis

Wyciąg powietrza jak najbliżej miejsca nakładania powłoki z pełnym lub częściowym zamknięciem obszarów stosowania rozpuszczalników (np. urządzenia lub maszyny do nakładania powłok, kabiny lakiernicze) i ewentualnym późniejszym oczyszczaniem odprowadzanego powietrza.

Korzyści dla środowiska

- Zmniejszenie hałasu i emisji niezorganizowanych.
- Zmniejszenie objętości powietrza do odprowadzenia (a tym samym energii zużywanej przez wentylatory).
- Zmniejszenie zużycia energii w procesie oczyszczania gazów odlotowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

Części maszyn lub całe linie produkcyjne mogą być hermetyczne/zamknięte w celu uniknięcia emisji niezorganizowanych. Obudowy mogą być również stosowane ze względu na BHP, w celu zmniejszenia ryzyka obrażeń spowodowanych przez maszyny, lub w celu zmniejszenia hałasu.

Powietrze może być odprowadzane z maszyn do nakładania używanych w procesie głównym, takich jak prasy drukarskie, linie do powlekania metodą ciągłą lub linie do powlekania samochodów. Urządzenia aplikacyjne mogą być otwarte (w rzeczywistości odprowadzanie powietrza odbywa się z całego pomieszczenia: jest to stosowane w niektórych gałęziach przemysłu ze względów bezpieczeństwa i higieny pracy), lub częściowo albo całkowicie zamknięte.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na odprowadzanie i oczyszczanie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika może nie nadawać się do stosowania w przypadku, gdy zamknięcie/hermetyzacja prowadzi do utrudnionego dostępu do maszyn podczas pracy. Możliwość zastosowania może być również uzależniona od kształtu i wielkości powierzchni, która ma zostać zamknięta.

Ekonomia

W przypadku istniejących maszyn gotowy system zatrzymywania gazów odlotowych często nie jest dostępny u dostawców, lecz musi być zaprojektowany indywidualnie, co wiąże się z wyższymi kosztami. Dodatkowo hermetyzacja może zwiększyć koszty eksploatacji i konserwacji, jeżeli dostęp do maszyny będzie utrudniony.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach.

Literatura źródłowa

[\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.2.2. Wyciąg powietrza jak najbliższej miejsca przygotowywania farb/powłok/spoiw/tuszy

Opis

Wyciąg powietrza jak najbliższej miejsca przygotowywania farb/powłok, spoiw/lakierów (np. obszar mieszania). Odprowadzane powietrze może być oczyszczane przez system oczyszczania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji niezorganizowanych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na odprowadzanie i oczyszczanie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana tylko w przypadku przygotowywania farb/powłok/spoiw/tuszy na terenie instalacji.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w powlekanii metodą ciągłą. Przykładowe instalacje dla innych sektorów: Zakłady #015 (fleksografia), #128 i #136 (powlekanie tekstyliów, folii i papieru) oraz #166 (powlekanie powierzchni z tworzyw sztucznych) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[179. COM 2017\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.2.3. Minimalizacja emisji niezorganizowanych i strat ciepła z pieców/suszarek poprzez uszczelnienie ich wejść i wyjść lub poprzez zastosowanie podciśnienia podczas suszenia**Opis**

Uszczelnienie wejść oraz wyjść z pieców/suszarek do utwardzania celem minimalizacji emisji niezorganizowanych LZO oraz strat ciepła. Uszczelnienie może być zapewnione przez dysze lub kurtyny powietrzne (*air knives*), drzwi, kurtyny metalowe lub z tworzyw sztucznych, ragle itp. Alternatywnie, piece/suszarki są utrzymywane w warunkach podciśnienia.

Korzyści dla środowiska

Minimalizacja emisji niezorganizowanych i strat ciepła (oszczędność energii).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika stosowana tylko wtedy gdy do utwardzania używane są piece/suszarki.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana, zgłoszona przez większość zakładów z prawie wszystkich sektorów STS.

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.2.4. Odprowadzanie powietrza z procesów suszenia/utwardzania

Opis

Wyposażenie pieców/suszarek do utwardzania w system odprowadzania powietrza. Wyciągane powietrze może być oczyszczane przez system przetwarzania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji LZO.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Odprowadzanie powietrza wymaga energii.
- Poziom hałasu może wzrosnąć.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosuje się tylko do procesów suszenia/utwardzania.

Sila napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana, zgłoszona przez większość zakładów prawie wszystkich sektorów STS.

Literatura źródłowa

[\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.2.5. Odprowadzanie powietrza ze strefy chłodzenia

Opis

Gdy po suszeniu/utwardzaniu ma miejsce chłodzenie podłoża, powietrze ze strefy chłodzenia jest usuwane i może być oczyszczane przez system przetwarzania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Chociaż wpływ tej techniki na emisję LZO może być ograniczony, uważa się ją za istotną dla zdrowia w miejscu pracy lub, w niektórych przypadkach, można ją wykorzystać do odzyskiwania energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

W przypadku sektora opakowań metalowych dostępne informacje wskazują, że emisje TVOC ze strefy chłodzenia mogą zawierać się w przedziale 16-180 mg/Nm³ (dane z jednego zakładu za 2017 r.) [\[226. MPE 2018\]](#).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii na odprowadzanie i oczyszczanie.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko sytuacji, gdy po wyschnięciu/utwardzeniu następuje chłodzenie podłoża.

Technika ta jest powszechnie stosowana w instalacjach do powlekania metodą ciągłą (zob. sekcja 6.4.5.7). Jest ona również zgłaszana przez zakłady z różnych innych sektorów STS np.: powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych, powlekania pojazdów, gorącego offsetu rolowego, fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej (zobacz również przykładowe zakłady poniżej).

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy oraz ograniczenie emisji niezorganizowanych.

Przykładowe zakłady

Zakłady: #001, #003, #021, #039, #042, #043, #108, #109, #113, #115, #116, #121 oraz #122 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[226. MPE 2018\]](#)

17.10.2.6. Odprowadzanie powietrza z magazynów surowców, rozpuszczalników i odpadów zawierających rozpuszczalniki

Opis

Powietrze z magazynów surowców i/lub indywidualnych pojemników na surowce, rozpuszczalniki i odpady zawierające rozpuszczalniki jest odprowadzane i może zostać oczyszczone przez system przetwarzania gazów odlotowych.

Szczegóły techniczne

Ze względów bezpieczeństwa pojemniki z materiałami niebezpiecznymi o wysokiej prężności par lub wysokiej toksyczności są przechowywane w zamkniętych i wentylowanych magazynach. Duże pojemniki magazynowe z takimi substancjami mogą mieć indywidualne punkty odprowadzania powietrza. Wyciągane powietrze może być kierowane do systemu przetwarzania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji niezorganizowanych w przypadku oczyszczania odprowadzonych gazów odlotowych.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

Generalnie, emisjom LZO zapobiega się poprzez zastosowanie systemów hermetycznych, co oznacza, że zbiorniki są zawsze zamknięte podczas magazynowania. W przypadku większych zbiorników, w których panuje nadciśnienie, do tzw. oddychania zbiornika stosuje się zawory nadmiarowe, w miarę możliwości połączone z systemem oczyszczania gazów. Przy załadunku/rozładunku ze zbiorników stosuje się równoważenie oparów lub gazy kierowane są do instalacji oczyszczania gazów. Odprowadzanie powietrza z magazynu surowców może być uważane za ostateczny środek redukcji emisji LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Poziom hałasu może wzrosnąć.
- Odprowadzanie powietrza wymaga energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta może nie mieć zastosowania do małych zamkniętych pojemników lub do składowania surowców, rozpuszczalników oraz odpadów zawierających rozpuszczalniki o niskiej prężności par i niskiej toksyczności.

Ma ona zastosowanie w nowych i istniejących zakładach oraz we wszystkich zamkniętych magazynach odpadów zawierających rozpuszczalnik, chociaż to, czy odprowadzane powietrze jest kierowane do oczyszczania gazów odlotowych, będzie zależało od ich objętości i stężenia. Stężenia LZO są zazwyczaj niskie.

Technika jest powszechnie stosowana w drukarniach rotograviurowych.

Ekonomia

Koszty techniki są niskie w porównaniu z całkowitym kosztem systemu odzyskiwania rozpuszczalników. Oszczędności na każdy kilogram odzyskanego toluenu wynoszą około 0.50 EUR (dane z 2006 r.). Potrzebna dodatkowa wydajność jest jednak kosztowna. Koszt jednego niewyemitowanego kilograma jest wysoki.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Odprowadzanie powietrza z obszaru magazynowania jest powszechnie stosowane. Oczyszczanie wyciąganego powietrza nie jest już tak powszechne.

Literatura źródłowa

[\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.2.7. Odprowadzanie powietrza z obszarów czyszczenia

Opis

Powietrze z obszarów, gdzie części maszyn i wyposażenie są czyszczone rozpuszczalnikami organicznymi, ręcznie lub automatycznie, jest odprowadzane i może być oczyszczane przez system przetwarzania gazów odlotowych.

Szczegóły techniczne

Zob. sekcja 17.8.6; w przypadku czyszczenia w urządzeniu, zob. sekcja 17.9.7.

Szczegóły techniczne różnią się w zależności od sytuacji. Na przykład:

- do regularnego czyszczenia, np. pomp używanych do przenoszenia powłok, czyszczonych przez przepompowywanie czystego rozpuszczalnika, obszar może być zamknięty, z odprowadzeniem powietrza;
- może być możliwe przeniesienie czyszczenia ręcznego do obszaru, który jest zamknięty a powietrze z niego odprowadzane, np. do mieszalni farb.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji niezorganizowanych rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te (o ile są dostępne) zostały szczegółowo przedstawione w niniejszym dokumencie dla każdego rodzaju działalności, w odpowiednich sekcjach (rozdziały od 2 do 15).

Zamknięcie i odprowadzanie gazów z ich przetwarzaniem zależy od wielkości i rodzaju czyszczenia oraz ilości stosowanego rozpuszczalnika. Czynnikiem ograniczającym może być również wymagana przestrzeń w zamkniętym pomieszczeniu oraz wydajność urządzenia do wyciągania powietrza i oczyszczania gazów odlotowych.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Systemy wyciągowe wymagają energii. Może wzrosnąć poziom hałasu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika dotyczy tylko tych obszarów, w których części maszyn i urządzeń są czyszczone rozpuszczalnikami organicznymi.

Maszyny do czyszczenia mogą być używane rzadko i w nieregularnych odstępach czasu. Podłączenie ich do urządzeń oczyszczających gazy odlotowe może wymagać zastosowania sit molekularnych lub adsorberów wirnikowych w celu uniknięcia dodatkowej wydajności, która jest rzadko wykorzystywana.

Oczyszczanie ręczne prowadzi do bardzo niskich stężeń rozpuszczalników, ale może być konieczne ich odprowadzenie, aby utrzymać się znacznie poniżej wartości OEL. Przesyłanie strumienia gazów odlotowych o niskim stężeniu do systemu przetwarzania termicznego nie zawsze jest praktyczne.

Technika nie ma zastosowania w przemyśle drutu nawojowego ze względu na wysoką temperaturę wrzenia rozpuszczalników stosowanych w emalii.

Zob. również sekcję 17.9.

Ekonomika

Koszty zależą od istniejącej instalacji wyciągowej oraz wydajności techniki oczyszczania gazów odlotowych. Modernizacja może być zatem bardzo kosztowna. Jednakże sita molekularne, adsorbery wirnikowe lub małe utleniacze termiczne mogą być montowane bezpośrednio w maszynach czyszczących.

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. Zakłady: #019, #016, #161, #166 oraz #137 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[179. COM 2017\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[265. TWG 2019\]](#)

17.10.3. Utrzymywanie stałego stężenia LZO przed oczyszczaniem

17.10.3.1. Utrzymywanie stałego stężenia LZO w powietrzu wysyłanym do systemu oczyszczania gazów odlotowych poprzez zastosowanie napędów o zmiennej częstotliwości

Opis

Wykorzystanie wentylatora z napędem o zmiennej częstotliwości w scentralizowanych systemach oczyszczania gazów odlotowych celem regulacji przepływu gazu, aby dopasować jego pracę do ilości powietrza odprowadzanego z urządzeń, które mogą być w użyciu.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji rozpuszczalników przy jednoczesnym zminimalizowaniu zużycia energii na odprowadzenie i utlenianie.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotyczy tylko centralnego systemu termicznego oczyszczania gazów odlotowych w procesach okresowych, takich jak drukowanie.

Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna to procesy okresowe. Poszczególne prasy mogą być wyłączone z eksploatacji przez 30-50 % czasu w celu ustawienia i przezbrojenia. Jest to szczególnie ważne w przypadku regeneracyjnych dopalaczy termicznych, ponieważ spalane jest tylko powietrze zawierające rozpuszczalnik i często można utrzymywać tryb autotermiczny, gdzie nie jest wymagane dodatkowe paliwo.

Przykładowe zakłady

Technika zgłaszana przez różne sektory: gorący offset rolowy: Zakład #001; fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna: Zakłady #009, #014, #015, #017, #018, #022, #024 i #155; rotograwiura publikacyjna: Zakłady #030 i #149; powlekanie pojazdów: Zakłady #045, #057, #065 i #070; powlekanie metodą ciągłą: Zakłady #081, #082, #083, #084, #086, #090, #100, #101 i #106; powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych: Zakład #121; powlekanie powierzchni z tworzyw sztucznych: Zakład #131; powlekanie tekstyliów, folii i papieru: Zakłady #138, #139 i #171 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.3.2. Wewnętrzne stężenie rozpuszczalników w gazach odlotowych

Opis

Gazy odlotowe są recykulowane w ramach procesu (wewnętrznie) w piecach do utwardzania/suszarkach i/lub w kabinach lakierniczych, więc stężenie LZO w gazach odlotowych wzrasta, a w związku z tym wzrasta skuteczność redukcji systemu ich oczyszczania.

Szczegóły techniczne

Istnieją dwa główne przypadki, oparte na tej samej ogólnej zasadzie:

1. wewnętrzne nagromadzenie gorącego powietrza w suszarce;
2. wewnętrzne nagromadzenie gazów odlotowych w kabine lakierniczej.

Umożliwienie cyrkulacji powietrza zawierającego rozpuszczalnik w suszarkach lub kabinach lakierniczych (po wystarczającym oddzieleniu cząstek i osuszeniu) spowoduje wzrost stężenia rozpuszczalnika w powietrzu, a co za tym idzie wzrost skuteczności redukcji rozpuszczalników przez system oczyszczania gazów odlotowych. Zjawisko to można również nazwać „wewnętrznym stężaniem”.

Zmniejszenie przepływu powietrza jest ograniczone potrzebą uniknięcia ryzyka pożaru i eksplozji: im mniejszy przepływ powietrza, tym wyższe stężenie rozpuszczalnika i tym samym większe niebezpieczeństwo pożaru i eksplozji. Warunkiem wstępnym stosowania tej techniki w suszarkach jest zatem zainstalowanie urządzenia do kontroli dolnej granicy wybuchowości w celu zagwarantowania, że stopień wentylacji w suszarkach został zaprojektowany w taki sposób, aby maksymalne stężenia rozpuszczalników, które mogą ewentualnie wystąpić, nie przekraczały określonego procentu ich LEL.

W Tabeli 17.7 przedstawiono wartości LEL, które są uważane za bezpieczne dla fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej.

Tabela 17-7 Maksymalne dopuszczalne poziomy LEL w suszarkach dla fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej.

Sytuacja	Maksymalny % LEL
Suszarki ogrzewane otwartym płomieniem lub elektrycznością	25
Suszarki ogrzewane otwartym płomieniem lub elektrycznie z rozbudowanymi funkcjami bezpieczeństwa	50
Suszarki ogrzewane olejem termicznym lub parą	50

Źródło: [1. Intergraf oraz EGF 1999]

Oprócz wewnętrznego stężania, możliwe jest również „zewnątrzne” stężanie poprzez zastosowanie, na przykład, etapu adsorpcji przed utlenianiem; zob. sekcja 17.10.6.2.

Korzyści dla środowiska

- Zwiększenie stężenia LZO w gazie surowym, a tym samym zmniejszenie zużycia energii potrzebnej do ich dalszego przetwarzania.
- Zmniejszony pobór energii przy niższych temperaturach, ponieważ powietrze zostało już ogrzane i zatrzymuje ciepło resztkowe, w związku z czym powietrze recykulowane wymaga mniej energii do osiągnięcia optymalnej temperatury powietrza w kabinie lakierniczej.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W zakładach fleksografii lub rotograwiury niepublikacyjnej, w których nie podjęto żadnych środków w celu zmniejszenia przepływu powietrza z suszarek, średnie stężenie rozpuszczalnika w gazie surowym może wynosić nie więcej niż 1-2 g/m³.

W przypadku rozpuszczalników takich jak etanol, octan etylu czy MEK, wartość LEL w odpowiednich temperaturach pracy wynosi około 50 g/m³. Poziom 25 % LEL będzie wynosił około 10 g/m³ lub 12 g/m³. Będzie to maksymalne stężenie w każdej indywidualnej suszarce, a stężenie to nie może być osiągnięte we wszystkich suszarkach jednocześnie. Tam, gdzie podjęto środki w celu zmniejszenia przepływu powietrza, średnie stężenie rozpuszczalnika może wzrosnąć do 4-6 g/m³. Poziomy te umożliwiają utlenianie regeneracyjne bez potrzeby dodawania dodatkowego paliwa.

Tam, gdzie koszt urządzeń służących do obniżania emisji nie stanowi problemu, często stosuje się duże marginesy bezpieczeństwa. Należy je jednak poddać ponownej ocenie, gdy konieczna jest inwestycja w urządzenia obniżające emisję. Margines bezpieczeństwa określa maksymalny przepływ powietrza, a tym samym minimalny rozmiar urządzeń obniżających emisję.

Podaje się, że recyrkulacja bez aktywnej kontroli LEL może być przeprowadzana. Maksymalna dozwolona recyrkulacja zależy od przepisów bezpieczeństwa. Często poziom 25 % LEL jest

dozwolony w przypadku ogrzewania parą lub olejem termicznym. W przypadku ogrzewania elektrycznego lub z wykorzystaniem otwartego płomienia przepisy mogą być bardziej rygorystyczne (zob. Tabela 17.7).

W lakierniach samochodowych (samochody osobowe, dostawcze, kabiny samochodów ciężarowych), w liniach do malowania, które zostały zbudowane lub całkowicie zmodernizowane w ciągu ostatnich 10 lat, instaluje się recyrkulację powietrza w kabinie lakierniczej w połączeniu z oddzielaniem suchej mgły lakierniczej.

W większości istniejących instalacji instaluje się oczyszczanie mgły lakierniczej na mokro, a ze względu na zużycie energii na osuszanie powietrza w kabinie (aby spełnić wymagania eksploatacyjne); recyrkulacja w połączeniu z płuczką gazową moką jest stosowana tylko w nielicznych przypadkach.

Zasadniczo recykling powietrza w kabinie jest możliwy w przypadku farb na bazie wody jak i na bazie rozpuszczalników, jednakże bardziej rygorystyczne parametry pracy, w zakresie wilgotności, wymagane w kabinie lakierniczej używającej farby na bazie wody mogą ograniczyć możliwość jego zastosowania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona przez czynniki związane ze zdrowiem i bezpieczeństwem, takie jak wartość LEL oraz wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.

W sytuacjach, w których niskie stężenie rozpuszczalnika jest połączone z dużym natężeniem przepływu powietrza odlotowego, do ekonomicznego przetwarzania konieczne jest określone stężenie rozpuszczalnika. Zwiększanie stężenia rozpuszczalnika w przepływie powietrza jest możliwe w przypadku konwencjonalnych suszarek i kabin lakierniczych.

W przypadku suszarek technika ta jest powszechnie stosowana w procesach drukowania, takich jak rotograwiura publikacyjna (w celu poprawy odzysku toluenu), fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna oraz w przemyśle motoryzacyjnym. W rotograwiurze publikacyjnej nowe prasy mają tak duże przepływy powietrza, że rozbudowa istniejących instalacji do odzysku jest nieekonomiczna.

W przypadku gazów odlotowych z kabin lakierniczych akumulacja wewnętrzna jest stosowana w nowych i w kilku istniejących instalacjach w sektorze motoryzacyjnym (patrz wyżej „wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne”).

Jest ona powszechnie stosowana w produkcji materiałów ściernych, gdzie maksymalna prędkość linii produkcyjnej jest regulowana tak, aby utrzymać poziom 50 % LEL substancji o najniższym punkcie samozapłonu: regulacja odbywa się elektronicznie.

Ekonomika

W sektorze drukarskim koszt zwiększenia stężenia rozpuszczalnika i zmniejszenia przepływu powietrza zależy nie tylko od wieku i układu pras drukarskich, ale także od wielkości uzyskanej redukcji. Tam, gdzie „na końcu rury” ma być zainstalowane urządzenie ograniczające emisję, zasadniczo rozsądne jest zmniejszanie przepływu powietrza do momentu, gdy koszt krańcowy dalszych redukcji zrównoważy się z kosztem krańcowym dodatkowej wydajności urządzeń ograniczających emisję. W przypadku utleniaczy termicznych stosowanych w zakładach drukarskich wynosi to około 10-15 EUR za m³/h (dane z 2006 r.).

Zmniejszenie przepływu powietrza zmniejsza również zużycie energii. Ponieważ zużywana jest mniejsza ilość powietrza, mniej trzeba go ogrzewać. W sytuacjach, gdy temperatury suszenia są niskie (40-60 °C), oszczędności te same w sobie nie uzasadniają inwestycji.

Siła napędowa wdrażania

Niższe nakłady inwestycyjne i niższe koszty eksploatacji urządzeń służących do redukcji emisji, w tym niższe zapotrzebowanie na energię.

Przykładowe zakłady

Wszystkie nowoczesne prasy do rotograwiury niepublikacyjnej, nowe lakiernie do powlekania pojazdów, powlekania tekstyliów, folii i papieru: przykładowy zakład #139 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.3.3. Zewnętrzne stężenie, poprzez adsorpcję, rozpuszczalników w gazach odlotowych

Opis

Stężenie rozpuszczalnika w gazach odlotowych jest zwiększane przez ciągły, okrężny przepływ powietrza procesowego z kabiny lakierniczej, ewentualnie połączonego z gazami odlotowymi z pieca do utwardzania/suszarki, przez urządzenie adsorpcyjne. Sprzęt ten może zawierać:

- adsorber ze stałym złożem z węglem aktywnym lub zeolitem;
- adsorber z złożem fluidalnym z węglem aktywnym;
- adsorber rotacyjny z węglem aktywnym lub zeolitem;
- sito molekularne (zob. pkt 17.10.3.3.1).

Szczegółowy opis techniki adsorpcji na węglu aktywnym lub zeolitach - zob. sekcja 17.10.6.2.

Korzyści dla środowiska

Osiągane jest przeniesienie ładunku rozpuszczalnika do zewnętrznego strumienia gorącego powietrza w stosunku 1:6 do 1:30 (w zależności od stężenia na wejściu). Stosunkowo niewielkie stężenie rozpuszczalnika w strumieniu gazów odlotowych może być ze względów ekonomicznych niszczone poprzez utlenianie, lub można ten rozpuszczalnik odzyskać stosując kondensację np. celem użycia go jako środek czyszczący.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Adsorber rotacyjny (koncentrator rotacyjny) [\[261. TWG 2016\]](#):

Gazy odlotowe o niskim stężeniu LZO przechodzą przez zeolitowy koncentrator rotacyjny, w którym LZO są absorbowane, a oczyszczone powietrze może być emitowane do atmosfery. Rotor posiada 12 komór. Gdy komora zostanie nasycona, nowa komora jest używana do oczyszczania powietrza, podczas gdy nasycony zeolit jest regenerowany. Gorące powietrze o temperaturze powyżej 82 °C wykorzystuje się do desorpcji LZO. Wilgotność względna gazów odlotowych powinna być niższa niż 90 %, a stężenie LZO wynosi zazwyczaj mniej niż 500 mg/m³. W zależności od rzeczywistych warunków, możliwe jest użycie do desorpcji bardzo małej ilości powietrza, dzięki czemu stężenie LZO może wzrosnąć od 5 do 20 razy w powietrzu poddawanym desorpcji w porównaniu z powietrzem oczyszczonym.

Technologia ta może być stosowana zarówno dla małych jak i dużych przepływów powietrza (od 7 500 m³/h do 100 000 m³/h), ale szczególnie opłacalne jest stosowanie rotora zeolitowego, gdy przepływ powietrza jest większy niż 30 000 m³/h, w trybie 24 h/dobę.

W przemyśle motoryzacyjnym, strumień powietrza musi być oczyszczony przed fazą adsorpcji aby usunąć pył; w przeciwnym razie funkcja adsorpcji może zostać zakłócona. Konieczny jest poziom pyłu poniżej 13 mg/m^3 , który można osiągnąć za pomocą kilku technik, w tym:

- wytrącanie elektrostatyczne na mokro (zob. sekcja 17.10.4.5);
- wysokociśnieniowa płuczka Venturiego (zob. sekcja 17.10.4.2.1);
- systemy płukania na sucho (zob. sekcja 17.10.4.4).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zwiększone zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie może być ograniczone, gdy zapotrzebowanie na energię jest nadmierne ze względu na niską zawartość LZO. Nie ma to znaczenia, gdy stężenia są wystarczająco wysokie dla utleniania autotermicznego. Technika ta jest stosowana tylko wtedy, gdy koszt zwiększenia stężenia i zmniejszenia przepływu powietrza jest mniejszy niż koszt uzyskania dodatkowej wydajności przetwarzania.

Technikę tą stosuje się zazwyczaj tam, gdzie strumienie powietrza o niskich stężeniach muszą być oczyszczane (np. $< 2 \text{ g/m}^3$), aby osiągnąć warunki autotermicznego utleniania.

Jest ona również ograniczona do pewnych rodzajów rozpuszczalników. Muszą one być uwalniane z zeolitu lub węgla w rozsądnie niskich temperaturach; w przeciwnym razie zatykają zeolit lub węgiel i skracają jego żywotność.

W przemyśle motoryzacyjnym technika ta jest powszechnie stosowana w przypadku gazów odlotowych z kabin lakierniczych nakładających powłoki na bazie rozpuszczalników. Można ją stosować w kabinach lakierniczych nakładających powłoki na bazie wody, ale jest to zwykle nieekonomiczne ze względu na niską zawartość rozpuszczalnika w przepływie powietrza.

Technika ta jest również powszechnie stosowana w produkcji spoiw.

Adsorbent rotacyjny z węglem aktywnym lub polimerami zeolitowymi wykazują dramatyczny spadek efektywności, gdy temperatura gazów z rozpuszczalnikami przekracza $38 \text{ }^\circ\text{C}$. Suszarki na prasach produkujących opakowania giętkie mają zwykle gazy odlotowe o temperaturze przekraczającej $38 \text{ }^\circ\text{C}$. To sprawia, że koncentratory rotacyjne nie są dobrym wyborem dla fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej. Nie są one również stosowane w rotograviurze publikacyjnej i gorącym offsecie rolowym.

Ekonomika

Koszt stężania rozpuszczalnika w celu ponownego wykorzystania w porównaniu z zakupem materiału oznacza, że zastosowanie to jest uzależnione od lokalnych warunków cenowych i kosztów kupna materiału pierwotnego. Dane z zastosowania adsorbenta rotacyjnego o przepływie powietrza ok. $75\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ pokazują dziewięciokrotne zwiększenie stopnia stężenia LZO, a tym samym zmniejszenie zużycia gazu w następującym po nim RTO o 76 % [261. TWG 2016].

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszona emisja LZO oraz zmniejszone zużycie energii do końcowego oczyszczenia skoncentrowanego strumienia gazów odlotowych.

Przykładowe zakłady

Szeroko stosowana jako technika obróbki wstępnej, zgłoszona przez liczne zakłady z różnych sektorów.

Literatura źródłowa

[38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [212. TWG 2018] [261. TWG 2016]

17.10.3.4. Bufor z sitem molekularnym do eliminacji szczytowych wartości stężeń LZO

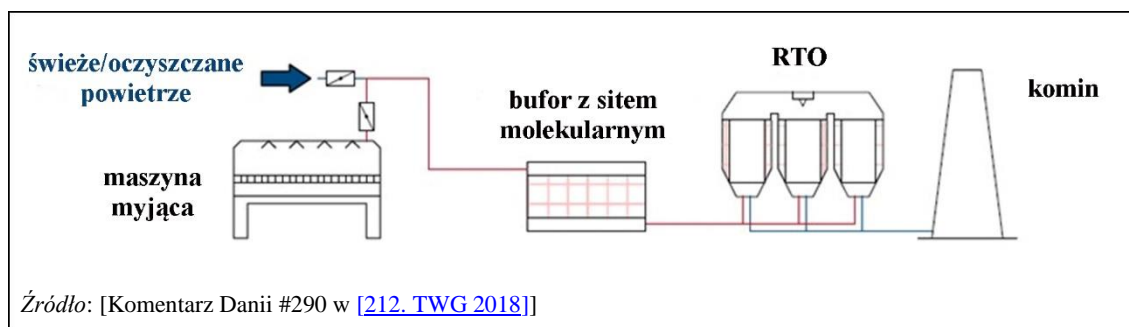
[Komentarz Danii #290 w [212. TWG 2018]]

Szczegóły techniczne

System bufora z sitem molekularnym składa się z:

- Miernika monitorującego stężenie wlotowe oraz jednostki bezpiecznego obejścia (*bypass*);
- płaskiego złoża z sitem molekularnym z materiału specyficznego dla danego rozpuszczalnika, do homogenizacji LZO;
- urządzenia kontrolującego różnicę ciśnień.

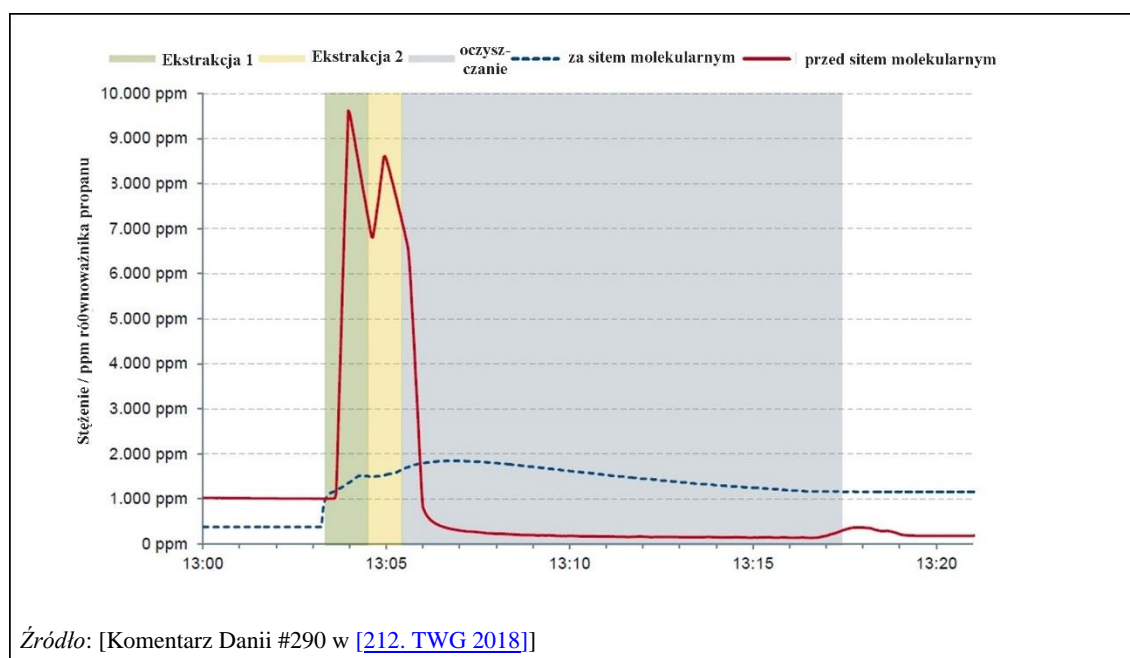
Ilustracja 17.19 przedstawia schemat bufora z sitem molekularnym podłączonego do odpływu z maszyny myjącej.



Ilustracja 17-19 Schemat układu oczyszczania gazów odlotowych wspomaganego buforem z sitem molekularnym.

System bufora z sitem molekularnym składa się z płaskiego złoża z sitem molekularnym z materiału specyficznego dla danego LZO. Sita molekularne to materiały z porami o stałej wielkości (zob. Ilustracja 17.20). Gaz przepływa przez materiał, a cząsteczki LZO są przyciągane i adsorbowane przez jego wewnętrzną powierzchnię. Pojemność adsorpcyjna sita molekularnego jest określana przez stężenie wlotowe przy stałej temperaturze i ciśnieniu. Bufor będzie dążył do stanu równowagi w zależności od stężenia wejściowego.

Jeżeli stężenie na wejściu spada, bufor równoważący będzie uwalniał rozpuszczalnik. Jeśli stężenie wlotowe wzrośnie, bufor będzie adsorbował więcej rozpuszczalnika. Wynikiem tego jest spłaszczona krzywa stężenia LZO na wyjściu. Szczyty, które występują na wlocie są zmniejszane a niskie stężenia podwyższane z użyciem wcześniej zaadsorbowanego rozpuszczalnika.



Ilustracja 17-20 Krzywa obciążenia LZO maszyny myjącej przed i po zastosowaniu buforu z sitem molekularnym.

Maszyna myjąca, która jest źródłem gazów odlotowych, wyposażona jest w automatyczną kontrolę procesu. Po ręcznym załadunku, program mycia rozpoczyna się bez udziału wentylacji wyciągowej. Po wypłukaniu wyczyszczonych części sterowanie uruchamia dwustopniowy wyciąg powietrza, nasyconego wewnątrz maszyny rozpuszczalnikiem, zanim zostanie odblokowana pokrywa i operator będzie mógł ją otworzyć. Strumień objętości wynosi 2 000 m³/h w pierwszej fazie ekstrakcji i zostaje zredukowany do 1 000 m³/h w drugiej fazie ekstrakcji. Podczas rozładowywania i ponownego załadowania maszyny myjącej przez operatora, bufor z sitem molekularnym jest przez 12 minut oczyszczany świeżym powietrzem.

Na zarejestrowanej krzywej obciążenia LZO na Ilustracji 17.20 stężenie wlotowe zaznaczono kolorem czerwonym. Podczas całego procesu ekstrakcji poziom stężenia mieści się w zakresie wybuchowym. Za sitem molekularnym stężenie utrzymuje się poniżej 2 000 ppm i nie wymaga zastosowania środków ATEX⁵⁰.

⁵⁰ Zgodnie z Dyrektywą 94/9/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 marca 1994 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.



Źródło: [Komentarz Danii #290 w [\[212. TWG 2018\]](#)]

Ilustracja 17-21 Granulowane naturalne sito molekularne (zeolit).

Charakterystyka przykładowego zakładu (powlekanie metali):

- maszyna myjąca na bazie rozpuszczalników;
- czyszczenie narzędzi i części maszyn zabrudzonych farbami i lakierami;
- przepływ oczyszczanych gazów odlotowych: 2 000 m³/h;
- żywotność sita molekularnego: 10 lat.

Korzyści dla środowiska

Zamiast dodatkowego, rozcieńczającego powietrza wykorzystuje się sito molekularne, aby uniknąć przekroczenia stężenia. W opisanym przypadku całkowita objętość powietrza wylotowego ze źródła emisji zostaje zmniejszona do jednej szóstej. Zamiast tego, przez krótki okres zbyt wysokiego stężenia, RTO znajdujące się za buforem jest zaopatrywane w powietrze o stałym stężeniu rozpuszczalnika wystarczającym do autotermicznego oczyszczania gazów odlotowych przez dłuższy czas.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- System oczyszczania gazów odlotowych jest znacznie mniejszy.
- Zagrożenie wybuchem jest eliminowane samoistnie bez udziału powietrza rozcieńczającego.
- Zużycie gazu ziemnego przez RTO zostaje zredukowane, ponieważ emisje rozpuszczalników są wykorzystywane, podczas cyklu oczyszczania, jako energia pomocnicza.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii: Sito molekularne działa jako element pasywny, ale dodaje niewielki spadek ciśnienia do całego układu wyciągowego. Biorąc pod uwagę brak powietrza rozcieńczającego, wymagana energia elektryczna do wentylacji jest niższa w porównaniu do sytuacji początkowej.

Ścieki: Nie powstają ścieki.

Odpady: W okresie eksploatacji nie powstają żadne odpady. Kiedy materiał sita molekularnego osiągnie koniec swojego okresu użytkowania (> 10 lat), może być oczyszczony z pozostałości rozpuszczalników poprzez zwiększenie temperatury.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Bufory z sitem molekularnym do wygładzania krzywej obciążenia LZO mogą być stosowane w nowych instalacjach oraz przy modernizacji istniejących instalacji celem poprawy efektywności

energetycznej. System może być stosowany do oczyszczania wszystkich lotnych związków organicznych powstających zazwyczaj podczas powlekania lub drukowania. Typowe przepływy objętościowe wahają się od 1 000 m³/h do 200 000 m³/h.

Ekonomika

Koszty inwestycyjne i operacyjne zależą od objętości gazów odlotowych i poziomu stężenia związków organicznych, które mają być oczyszczone:

- objętość gazu odlotowego: 2 000 m³/h przy STP (standardowa temperatura i ciśnienie);
- stężenie LZO w gazie odlotowym: > 100 % LEL;
- koszty inwestycji: około 50 000 EUR (dane z 2018 r.);
- oszczędność energii: około 8 m³ gazu ziemnego na godzinę pracy;
- konserwacja: 1 godz. w miesiącu.

Jednostkowe koszty operacyjne: Gaz ziemny: 0.45 EUR/m³ (dane z 2018 r.).

Zmniejszają się koszty operacyjne systemu na „końcu rury”. W zależności od zastosowania, zwrot z inwestycji w ciągu ~ 2 lat jest raczej prawdopodobny.

Siła napędowa wdrażania

Głównym powodem stosowania bufora z sitem molekularnym do usuwania szczytowych wartości stężenia LZO jest redukcja kosztów eksploatacji i zmniejszenie rozmiarów systemu oczyszczania gazów odlotowych. Ponadto można kontrolować ryzyko wybuchu.

Przykładowe zakłady

Fleksografia i laminacja: Zakład #159.

Powlekanie powierzchni metalowych: Zakład #176 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[259. COM 2017\]](#)

17.10.3.5. Technika plenum redukująca objętość gazów odlotowych

Opis

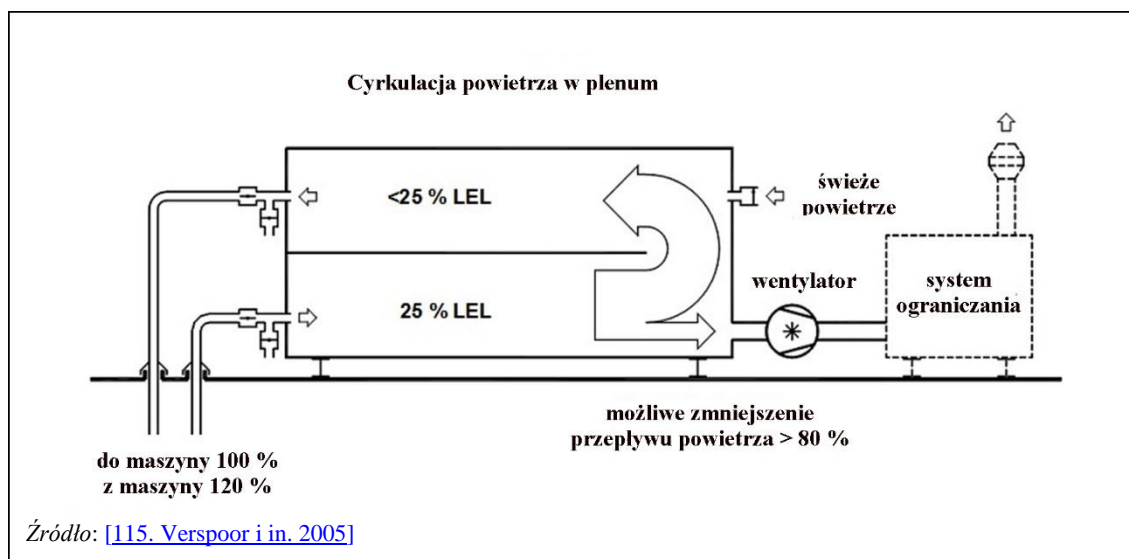
Gazy odlotowe z pieców suszących/suszarek są przesyłane do dużej komory (tzw. plenum) i częściowo recykulowane. Nadmiar powietrza z plenum jest przesyłany do systemu oczyszczania gazów odlotowych. Cykl ten zwiększa zawartość LZO w powietrzu znajdującym się w piecach/suszarkach oraz zmniejsza objętość gazów odlotowych.

Szczegóły techniczne

Plenum jest definiowane jako wypełniona powietrzem przestrzeń w strukturze, która otrzymuje powietrze z dmuchawy do dystrybucji (jak w systemie wentylacyjnym). W tej technice jest to kluczowa część systemu zewnętrznej recykulacji powietrza z suszarek prowadzona celem zwiększenia stężenia rozpuszczalnika oraz zmniejszenia objętości powietrza netto, które należy poddać przetworzeniu w ramach techniki ograniczania emisji. Zob. Ilustracja 17.22.

Powietrze odlotowe z kilku suszarek, często z kilku różnych maszyn powlekających, kierowane jest do jednej dużej komory - tzw. plenum. Z tej komory suszarki pobierają znaczną część swojego powietrza wlotowego. Dodatkowo uzupełniają swoje powietrze wlotowe powietrzem zewnętrznym, pochodzącym z otoczenia maszyny powlekającej. W ten sposób więcej powietrza

zostaje wysłane do plenum niż z niego pobrane przez osuszacze. Nadmiar powietrza z komory plenum jest przesyłany do urządzeń ograniczania emisji na „końcu rury”.



Ilustracja 17-22 Komora plenum.

Stężenie rozpuszczalnika w plenum jest stale mierzone. Stężenie w powietrzu usuwanym z komory przez suszarki może wzrosnąć do poziomu bliskiego 25 % wartości LEL, zgodnie z EN 1539. Osuszacze pobierają z otoczenia wystarczającą ilość świeżego powietrza, aby stężenie w powietrzu wylotowym nie przekroczyło 25 % LEL. Gdy stężenie rozpuszczalnika w plenum staje się zbyt wysokie, usuwana jest z niego większa ilość powietrza, i zastąpiona świeżym.

Plenum jest alternatywą dla wewnętrznej recyrkulacji powietrza w suszarkach (zob. sekcja 17.10.3.2).

Korzyści dla środowiska

Objętość powietrza netto, która ma być przetwarzana przez technikę ograniczania emisji, ulega znacznej redukcji. Możliwa staje się praca autotermiczna techniki ograniczania emisji. Możliwe staje się odzyskiwanie energii z utleniania.

Oszczędza się również energię, ponieważ ilość netto powietrza do ogrzania w suszarkach zostaje zredukowana do ilości pobieranej z ich otoczenia.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W przypadku gdy suszarki są używane bez żadnej recyrkulacji wewnętrznej, a stężenie rozpuszczalnika na wylocie nie jest większe niż jeden lub dwa gramy na m³, przepływ powietrza netto, który ma zostać poddany działaniu techniki redukcji emisji zanieczyszczeń, można zmniejszyć nawet o 80 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ogólnie stosowana.

Technika ta ma zastosowanie w sytuacjach, gdy występują niskie stężenia rozpuszczalnika w powietrzu wylotowym z suszarki, a wewnętrzna recyrkulacja powietrza suszarki nie jest technicznie możliwa lub jest nieproporcjonalnie droga ze względu na dużą liczbę suszarek w zakładzie. Taka sytuacja może wystąpić na przykład wtedy, gdy używanych jest kilka starszych pras fleksograficznych lub rotograwiurów z ośmioma lub więcej suszarkami każda.

Temperatura wlotowa wszystkich suszarek będzie taka sama. Może to powodować trudności w sytuacji, gdy niektóre suszarki wymagają wysokich temperatur na wlocie, a inne nie.

Ekonomika

Plenum nie jest tanią techniką. W przypadku, gdy możliwa jest recyrkulacja wewnętrzna w suszarkach, oraz ich liczba jest ograniczona, koszt netto recyrkulacji wewnętrznej w połączeniu z większym utleniaczem może być niższy niż koszt plenum.

Siła napędowa wdrażania

W stosownych przypadkach (zob. powyżej) siłą napędową jest sytuacja, w której zastosowanie tej techniki będzie korzystne ekonomicznie w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi.

Przykładowe zakłady

LPF, Leeuwarden, Holandia.

Gorący offset rolowy: Zakład #002 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[115. Verspoor i in. 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.4. Ograniczanie emisji pyłów

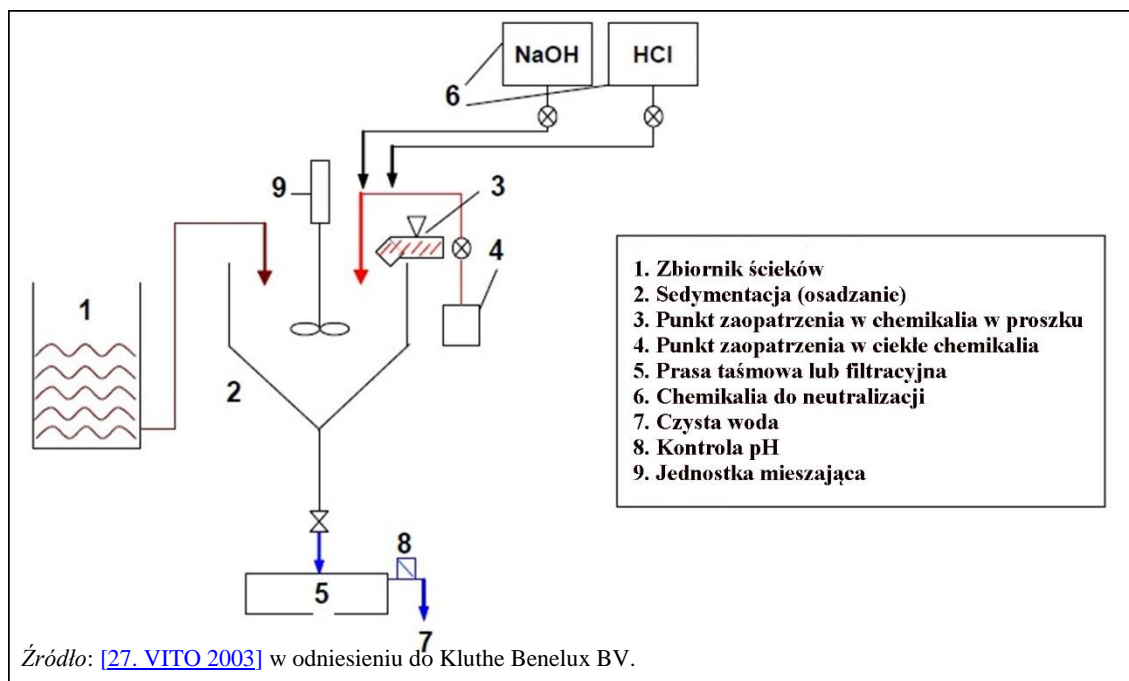
17.10.4.1. Kabina lakiernicza z separacją na mokro (płukanie kurtyną)

Opis

Kurtyna wodna opadająca pionowo w dół na tylnej ścianie kabiny lakierniczej wychwytuje cząsteczki farby z mgły lakierniczej. Mieszanina wody i farby jest gromadzona w zbiorniku, gdzie woda jest recyrkulowana.

Szczegóły techniczne

Mgła lakiernicza w kabine lakierniczej, w której przeprowadza się natryskiwane farbą, może być wychwytywana przez zastosowanie kurtyny wodnej. Wychwycona mieszanina wody i farby jest zatrzymywana i przetwarzana w zbiorniku znajdującym się pod kabiną lakierniczą. Ścieki są najczęściej oczyszczane.



Ilustracja 17-23 Schemat oczyszczania ścieków zastosowany w kabinie lakierniczej z separacją na mokro.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja pyłu do powietrza.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Usuwanie pyłu. Można osiągnąć wydajność na poziomie 98-99 %. Czasami zebrana farba może zostać ponownie wykorzystana.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Ponieważ woda jest wielokrotnie recykulowana, dochodzi do wytwarzania ścieków resztkowych (które będą wymagały uzdatniania i usuwania podczas okresowego czyszczenia systemu) oraz zanieczyszczonego osadu, który może być poddany recyklingowi, ale może również wymagać utylizacji [komentarz ACEA #337 w [212. TWG 2018]].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Kabiny lakiernicze z separacją na mokro używa się zarówno do farb na bazie wody jak i na bazie rozpuszczalników. Są one powszechnie stosowane w:

- malowaniu drewna i wyrobów z drewna;
- przemyśle motoryzacyjnym; w tej branży do seryjnego powlekania pojazdów powszechnie stosuje się specjalny rodzaj separacji na mokro (płuczka Venturiego, zob. sekcja 17.10.4.2);
- powlekanii części do samolotów;
- powlekanii powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych;

Ekonomia

Szacunkowy koszt instalacji o zdolności zatrzymywania ścieków 2-5 m³/h i powlekającej jednorazowo powierzchnię około 4 m² wynosi około 20 000 EUR lub 1-2 EUR za Nm³ (dane z

2006 r.). Taka wielkość instalacji jest odpowiednia dla dużych stref natryskiwania z kilkoma kurtynami wodnymi.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.4.2. Płukanie na mokro

Opis

Cząsteczki farby i inne pyły zawarte w gazach odlotowych są oddzielane w systemach płuczek poprzez intensywne mieszanie powietrza z wodą.

W przypadku usuwania LZO, zob. sekcja 17.10.6.3.

Szczegóły techniczne

Cząsteczki farby w gazach odlotowych są oddzielane w systemach płuczek poprzez intensywne mieszanie tych gazów z odpowiednią cieczą (zazwyczaj wodą). Płuczki wodne mogą być również stosowane do usuwania innych zanieczyszczeń, takich jak NO_x.

W przemyśle samochodowym stosuje się specjalny rodzaj płuczki zwany płuczką Venturiego (opartą na zasadzie Venturiego), zob. sekcja 17.10.4.2.1.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja pyłu do powietrza. W płuczce przepływowej cząsteczki farby są oddzielane w około 95 %.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Podczas natryskiwania farby powstaje zwykle mgła lakiernicza, która może wymagać wychwycenia i oczyszczenia. Zawartość pozostałych cząstek zależy od tego, czy oczyszczone gazy odlotowe z kabiny lakierniczej są dostarczane bezpośrednio do systemu przetwarzania. Do oddzielania cząstek farby po płuczce gazowej mokrej (płuczce Venturiego) mogą być konieczne dodatkowe separatory. W szczególności wtórne metody separacji stosuje się, jeśli istnieje obieg powietrza mający na celu odzyskanie rozpuszczalnika lub wymagana jest ochrona kolejnych części instalacji (wirnik, wymiennik ciepła).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Filtrowanie wymaga energii i może generować hałas, odpady oraz ścieki.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta może być stosowana zarówno do farb na bazie wody, jak i na bazie rozpuszczalników.

Ekonomika

Koszt kapitałowy: 2 000 EUR do 30 000 EUR na 1 000 Nm³/h (płuczka z pompą recykulacyjną) (dane z 2006 r.); koszt jest mocno uzależniony od zastosowania, np. od rodzaju zanieczyszczeń w gazach.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach powlekania.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[94. VITO 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.4.2.1. Separacja cząstek stałych w płuczce Venturiego

Opis

Separacja cząstek farby (mgły lakierniczej) z powietrza odprowadzanego z kabiny lakierniczej za pomocą płuczki Venturiego z przepływającą wodą.

Szczegóły techniczne

Gaz odlotowy ze strefy powlekania zawiera cząsteczki farby. Powietrze to jest doprowadzane do płuczki Venturiego znajdującej się poniżej kabiny lakierniczej. Płuczka Venturiego składa się z trzech sekcji: zwężki, gardzieli i części rozbieżnej. Wlotowy strumień gazu wchodzi do zwężki, gdzie wraz ze zmniejszaniem się przekroju wzrasta prędkość gazu. Ciecz jest wprowadzana albo w gardzieli, albo na wejściu do zwężki. W płuczce Venturiego krople wody są oddzielane od kurtyny wodnej. Kropelki wody wchodzi w reakcję z cząsteczkami farby, przez co cięższe cząsteczki osadzają się w wodzie.

Woda i osad są stale odsysane z obiegu i poddawane koagulacji.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja cząstek stałych do powietrza. W płuczce Venturiego cząstki farby są oddzielane w około 99%, a pozostałe stężenie cząstek wynosi zazwyczaj $< 3 \text{ mg/m}^3$. Niektóre starsze konstrukcje mogą osiągać stężenia emisji do 5 mg/Nm^3 .

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Podczas natryskiwania farby powstaje zwykle mgła lakiernicza, którą należy przechwycić i poddać obróbce. Taka separacja jest konieczna, aby zapewnić bezpieczną pracę całej instalacji, umożliwić cyrkulację powietrza oraz spełnić wymagania prawne dotyczące BHP i ochrony środowiska.

Ze względu na zużycie energii przez klimatyzację, recyrkulacja powietrza np. na poziomie 80 % jest nieekonomiczna i nie została, ze względów zdrowotnych, opracowana.

Ponadto systemy separacji na mokro wymagają mniej miejsca niż systemy suche, w których występują duże kanały filtracyjne, a także zmniejsza się ilość odpadów w porównaniu z systemami suchymi, które wymagają utylizacji medium filtrującego.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Ponieważ woda jest wielokrotnie recykulowana, dochodzi do wytwarzania ścieków resztkowych (które będą wymagały uzdatniania i usuwania podczas okresowego czyszczenia systemu) oraz zanieczyszczonego osadu, który może być poddany recyklingowi, ale może również wymagać utylizacji [komentarz ACEA #337 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Jest ona powszechnie stosowana w lakierniach o dużej wydajności, np. przy powlekanii pojazdów.

Przykładowe zakłady

Technika stosowana we wszystkich lakierniach VW w Europie zbudowanych przed 2008 rokiem.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[32. ACEA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[94. VITO 2004\]](#) [\[169. VDI 2013\]](#) [\[190. ESVOC 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[265. TWG 2019\]](#)

17.10.4.3. Sucha separacja mgły lakierniczej z użyciem wstępnie powleczonych filtra (materiału wstępnego oczyszczania)

[183. ACEA 2017]

Opis

Proces suchej separacji mgły lakierniczej z wykorzystaniem filtrów membranowych w połączeniu z wapieniem jako materiałem wstępnego powlekania membran oraz zapobiegania ich zanieczyszczeniu.

Szczegóły techniczne

Bezwodne usuwanie mgły lakierniczej w przemysłowych kabinach lakierniczych za pomocą filtrów membranowych pokrytych wapieniem. Zapobiega to bezpośredniemu kontaktowi lepkich cząstek mokrej mgły lakierniczej z powierzchnią filtra oraz wnętrzem modułu filtrującego.

Na początku cyklu filtracji do kosza pod filtrem wprowadzany jest świeży wapień (czyli materiał wstępnego powlekania). Dysze powietrzne wdmuchują wapień do strumienia powietrza z kabiny lakierniczej. Wapień przechodzi przez kanał filtra przylegając do powierzchni filtra i modułu filtracyjnego tworząc pełną, cienką warstwę ochronną. Zapobiega to bezpośredniemu kontaktowi lepkich cząsteczek mgły lakierniczej z powierzchnią filtra oraz wnętrzem modułu filtracyjnego.

Proces czyszczenia filtra jest w pełni zautomatyzowany:

Podczas przepływu powietrza z kabiny lakierniczej przez filtr cząsteczki farby z mgły lakierniczej gromadzą się na materiale powłoki wstępnej (wapieniu) tworząc tzw. placki filtracyjny. Powoduje to wzrost oporów powietrza przy jego przechodzeniu przez filtr. W ustalonych odstępach czasu automatycznie uruchamiane jest wydmuchiwanie placka filtracyjnego. Strumień sprężonego powietrza od strony oczyszczonego gazu (po filtrze) wystrzelony jest w stronę filtra przez ok. 0.25 sekundy, co powoduje oderwanie placka i oczyszczenie filtra. Czyszczenie filtra odbywa się mniej więcej co 25 minut. Związane cząsteczki powłoki wstępnej (wapienia) i mgły lakierniczej opadają na dno kosza pod filtrem i pozostają tam do momentu osiągnięcia określonego punktu nasycenia. Po osiągnięciu tego punktu zużyty materiał powłoki wstępnej zanieczyszczony cząsteczkami mgły lakierniczej jest usuwany i zastępowany nowym materiałem.

Materiał stosowany jako powłoka wstępna to naturalny wapień.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona emisja pyłu do powietrza.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zoptymalizowany procesowo, automatycznie regenerowany filtr, pokryty warstwą wapienia, zapewnia filtrację cząstek do ich zawartości w oczyszczonym powietrzu na poziomie 0.1 mg/m³. Ten proces filtracji, bliski 100 % pozwala na bezpośrednią recyrkulację powietrza do kabin lakierniczych bez konieczności stosowania dodatkowych poziomów filtracji. Proces filtracji odbywa się na powierzchni elementu filtrującego, co umożliwia bezpośrednią recyrkulację oczyszczonego powietrza, gdyż przez membranę filtra nie przedostaje się ani wapień ani cząsteczki farby.

Można wymienić następujące zalety:

- zmniejszenie zużycia wody oraz brak ścieków;
- znaczne zmniejszenie zużycia energii i emisji CO₂ (brak konieczności kondycjonowania zużywanego powietrza);
- znaczna redukcja emisji cząstek stałych;
- brak uzależnienia od warunków atmosferycznych.

Zalety te są spowodowane przez:

- bezpośrednią recyrkulację powietrza procesowego;
- redukcję wielkości wentylatora nawiewowego ze względu na mniejszą ilość gazów odlotowych do oczyszczenia;
- odzysk ciepła.

Inne względy które należy wziąć pod uwagę to:

- Czystość procesu (zob. poniżej, brak ścieków, redukcja emisji pyłów):
 - redukcja zużycia wody i ilości ścieków: nie jest wymagana woda do oddzielania mgły lakierniczej;
 - zmniejszenie zużycia wody na potrzeby klimatyzacji.
- Ograniczenie stosowania chemikaliów niebezpiecznych:
 - nie stosuje się chemikaliów detaszujących ani biocydów używanych do stabilizacji systemów wodnych płuczek gazowych mokrych.
- Gospodarowanie odpadami:
 - wytwarzanie odpadów jest wprost proporcjonalne do produkcji;
 - wytworzone odpady są kwalifikowane jako odpady inne niż niebezpieczne;
 - brak możliwości utylizacji osadów z farb zawierających pozostałości rozpuszczalników;
 - zebrane odpady są ponownie wykorzystywane w zakładach produkcji klinkieru cementowego lub wapna.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Zużycie surowców naturalnych (wapień).
- Wytwarzanie nowego rodzaju odpadów, w ilościach przemysłowych.
- Zwiększenie ruchu drogowego samochodów ciężarowych w związku z dostawą w dużych ilościach nowego wapienia oraz wywożeniem zużytego.
- Zwiększenie ilości odpadów folii z tworzyw sztucznych (do ochrony wewnętrznych powierzchni kabiny lakierniczej i płyt przegrodowych).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Technika ta może być wdrażana w istniejących instalacjach, zarówno stosujących farby na bazie rozpuszczalnika, jak i wody, w zależności od układu instalacji. Nie jest wymagana znacząca modyfikacja procesu, ale system suchej separacji wymaga wyższego pomieszczenia [\[256. COM 2018\]](#). Instalacja w istniejących zakładach nie jest możliwa, jeśli kabina lakiernicza nie posiada wystarczającej wysokości wolnego miejsca pod strefą natryskiwania. W takim przypadku może być potrzebna całkowita wymiana kabiny. Niektóre parametry, które należy wziąć pod uwagę, to:

- Proces jest bardzo niezawodny, ale wymaga wykwalifikowanych operatorów.
- Obok kabiny lakierniczej musi znajdować się miejsce do składowania CaCO_3 .
- Można stosować wyłącznie wapień o zatwierdzonych właściwościach; wszelkie odstępstwa mogą mieć negatywny wpływ na skuteczność filtracji oraz żywotność materiału filtracyjnego.

- Jakość i koszt stosowanego filtra.

Technika ta jest również stosowana w wielu zakładach malujących elementy z tworzyw sztucznych (np. zderzaków samochodowych).

Ekonomika

Różnica w inwestycji w przypadku płuczki wodnej wyrównuje się po mniej niż 1 roku, w zależności od instalacji (podobne koszty inwestycji i konserwacji dla obu rozwiązań, ale koszty eksploatacji są niższe).

Sila napędowa wdrażania

- Mniejsze nakłady na konserwację.
- Prosty, w pełni zautomatyzowany system.
- Długi cykl wymiany filtra (potwierdzona żywotność filtra powyżej 3 lat).

Przykładowe zakłady

System ten jest szeroko stosowany w ponad 30 lakierniach nowych pojazdów na całym świecie.

Europa: od 2008 r., co najmniej 10 zakładów produkujących samochody osobowe i 4 zakłady produkujące pojazdy użytkowe.

Przykładowy zakład #047 w [\[155. TWG 2016\]](#).

USA: od 2011 r., co najmniej 6 zakładów produkujących samochody osobowe.

Chiny: Od 2011 r., co najmniej 18 zakładów produkujących samochody osobowe.

Stosuje się tą technikę również w kilku zakładach zajmujących się malowaniem części z tworzyw sztucznych (np. zderzaki samochodowe).

Literatura źródłowa

[\[183. ACEA 2017\]](#) [\[256. COM 2018\]](#) [\[265. TWG 2019\]](#)

17.10.4.4. Sucha separacja mgły lakierniczej z użyciem filtrów (kartonowych, tkaninowych lub spiekanych)

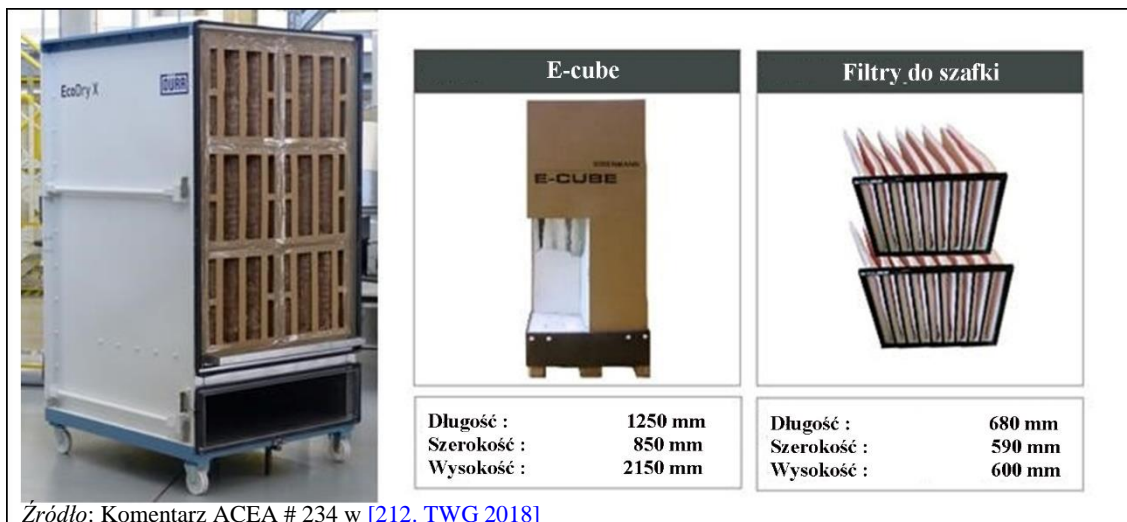
Opis

System separacji mechanicznej, np. przy użyciu tektury, tkaniny lub spieku.

Szczegóły techniczne

Sucha separacja przy użyciu kartonu, tkaniny lub spieku jest mechanicznym systemem umieszczanym poniżej poziomu gretingu kabiny lakierniczej. Zużyte powietrze (zanieczyszczone cząsteczkami farby) będzie zasysane przez filtr kartonowy. Podczas przechodzenia przez filtry, cząsteczki farby są usuwane z powietrza. Drugi filtr za filtrem kartonowym zwiększa stopień separacji. Gdy filtry będą całkowicie obciążone farbą, zostaną ręcznie wymienione na nowe. Wymiana może być dokonana bez przerywania produkcji. Stan załadowania skrzyni filtracyjnej farbą jest wskazywany przez wagę lub spadek ciśnienia i może być wykorzystany do określania właściwego momentu wymiany filtra.

Możliwa jest recyrkulacja powietrza lub zastosowanie systemu nawiewu i wyciągu.



Ilustracja 17-24 a) Szafka filtracyjna z 6 kartonowymi filtrami (źródło Dürr) i b) filtr E-Cube (Źródło Eisenman).

Korzyści dla środowiska

- Stężenie cząstek po drugim etapie filtra workowego i w powietrzu wylotowym $< 0,1 \text{ mg/m}^3$.
- Kompaktowa budowa i do 35 % mniejszy przekrój poprzeczny.
- Nadaje się do wszystkich systemów każdej wielkości.
- Nie wymaga stosowania środków chemicznych, wody ani innych dodatków.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Mniejsze zużycie energii:

- Bezpośrednia recyrkulacja powietrza procesowego.
- Mniejsze wymiary systemu zasilania powietrzem z powodu zmniejszonego jego oczyszczania.
- Nie wymaga odzysku ciepła.
- Mniejsze wymiary kabiny lakierniczej oraz zmniejszony przepływ powietrza.
- Koszty energii mniejsze o 60 %.

Mniejsze zużycie surowców:

- Do separacji mgły lakierniczej nie jest wymagana woda.
- Nie stosuje się rozpuszczalników detaksacyjnych ani innych chemikaliów koagulacyjnych.
- Brak usuwania osadów.
- Zmniejszone o 80 % zużycie wody do klimatyzacji.

Mniej zabiegów konserwacyjnych:

- Prosty, półautomatyczny system.
- Nie trzeba czyścić gretingów w kabinach lakierniczych.

Zalety procesu:

- Bezproblemowy, niezawodny i higieniczny system recyrkulacji powietrza.

- Niewielki wpływ warunków zewnętrznych na klimat w kabinie lakierniczej (zasilanie świeżym powietrzem tylko w wysokości 5-20 %).
- Zrównoważone środowisko w kabinie (stałe ciśnienie) gwarantowane przez automatyczną wymianę filtra.
- Unikanie emisji cząstek farby spowodowanych aglomeracją farby.

Filtry mogą być wykonane w większości z materiałów pochodzących z recyklingu i mogą być składane na czas magazynowania i dostawy. Nie wymagają stosowania środków chemicznych, wody ani innych dodatków.

Zużyte moduły mogą być wykorzystywane jako źródło paliwa do spalania.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Wytwarzanie odpadów (zużyte materiały filtracyjne).
- Zwiększenie kosztów transportu w związku z przewożeniem nowych wkładów filtracyjnych i usuwaniem zanieczyszczonych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Technika ta jest stosowana w branży powlekania:

- samochodów osobowych, dostawczych, ciężarowych i autobusów;
- pociągów;
- pojazdów dwukołowych;
- części z tworzyw sztucznych; oraz
- części ogólnego stosowania.

Filtry są łatwe w montażu i wymianie - może to być wykonywane przez niewykwalifikowany personel.

Ekonomika

Modernizacja wiąże się z kosztami inwestycyjnymi, ale dzięki oszczędnościom materiałowym i energetycznym koszty ulegają zmniejszeniu.

Siła napędowa wdrażania

Filtry zapewniają niską emisję cząstek stałych w powietrzu odlotowym. Oznacza to, że powietrze odlotowe może być wykorzystane jako powietrze obiegowe. Oczyszczanie powietrza obiegowego wymaga mniej energii oraz daje oszczędności w zużyciu surowców.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana. Kilka zakładów lakierniczych w Europie, USA i Chinach.

Literatura źródłowa

[\[183. ACEA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[265. TWG 2019\]](#)

17.10.4.5. Filtr elektrostatyczny (elektrofiltr)

Opis

W elektrofiltrach cząsteczki są ładowane i oddzielane pod wpływem pola elektrycznego. W suchym elektrofiltrze (ESP), zebrany materiał jest usuwany mechanicznie (np. przez wstrząsanie,

wibracje, sprężone powietrze). W mokrym ESP jest on przepłukiwany odpowiednią cieczą, zwykle środkiem oddzielającym na bazie wody, zob. sekcja 2.4.7.3.

Korzyści dla środowiska

Systemy elektrofiltrów charakteryzują się wysoką skutecznością usuwania mgły lakierniczej (ponad 99 %), a zatem bardzo niskim stężeniem w powietrzu na wyjściu pozostałych po filtracji cząstek (poniżej 1 mg/m³), zob. również sekcję 2.4.7.3.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Filtry elektrostatyczne mogą być również stosowane jako wtórny etap separacji po systemie oczyszczania (płuczki opisane w sekcji 17.10.4.2). Filtr elektrostatyczny może służyć jako obróbka wstępna dla technik adsorpcji/desorpcji rozpuszczalników lub technik ograniczania emisji rozpuszczalników (zob. sekcja 17.10.3.3).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W przypadku mokrych ESP powstają mokre odpady i ścieki, które mogą wymagać oczyszczania.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Używana w przemyśle motoryzacyjnym (zob. sekcja 2.4.7.3).

Ekonomika

Generalnie, koszt instalacji związany z elektrofiltrami jest wyższy niż w przypadku filtrów suchych, ale koszt eksploatacji jest niższy.

Przykładowe zakłady

Zob. sekcja 2.4.7.3.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[95. CEI-BOIS 2006\]](#) [\[94. VITO 2004\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.5. Techniki utleniania

W tej sekcji omówiono techniki termicznego oczyszczania gazów odlotowych. Techniki utleniania można podzielić na dwie główne kategorie: te połączone z odzyskiwaniem energii i te bez odzysku energii.

Jeżeli mieszanina rozpuszczalników zawiera pierwiastki inne niż H, C lub O, mogą powstawać niebezpieczne, toksyczne i/lub żrące produkty uboczne. Rozpuszczalniki zawierające związki halogenowe tworzą agresywne gazy spalinowe. Gdy te gazy odlotowe zawierają azot, tworzą NO_x, a gdy zawierają siarkę, tworzą SO_x. Może dojść do utleniania przewodów i otworów wentylacyjnych.

17.10.5.1. Przesyłanie gazów odlotowych do instalacji spalania

Opis

Gazy odlotowe są przesyłane (częściowo lub w całości) jako powietrze do spalania oraz paliwo uzupełniające do instalacji spalania (w tym elektrociepłowni) wykorzystywanych do produkcji pary i/lub energii elektrycznej.

Szczegóły techniczne

Gazy odlotowe z procesu technologicznego mogą mieć wysoką wartość opałową ze względu na obecność rozpuszczalników organicznych, nieprzereagowanych surowców organicznych,

produktów ubocznych lub palnych rozcieńczalników. Gazy odlotowe z procesów technologicznych są kierowane do silnika lub kotła na gaz, gdzie są spalane w celu wytworzenia energii elektrycznej i/lub pary. Kocioł może również wykorzystywać paliwo konwencjonalne, i w takim przypadku gazy odlotowe mogą wymagać oddzielnych palników celem zapewnienia skutecznego spalania. Zdolność do odprowadzania gazów odlotowych lub spalania ich na pochodni może być wymagana w przypadku rozruchów, wyłączenia i innych niż normalne warunków eksploatacji (OTNOC), procesu i/lub jednostki spalania.

Korzyści dla środowiska

- Emisje rozpuszczalników są oczyszczane, a emisje z kotła nie ulegają zmianie, ponieważ rozpuszczalniki są stosowane zamiast paliwa.
- Zwiększona efektywność energetyczna - niższe zużycie energii do produkcji pary lub wytwarzania energii elektrycznej na miejscu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Warunkiem wstępnym wykorzystania istniejącego kotła jest to, że musi on być sprawny i zdolny do przyjmowania oparów przez cały czas, gdy są one wytwarzane. Kotły zazwyczaj pracują w sposób ciągły, ale obciążenie rozpuszczalnikami może być nieciągłe. Niższe poziomy LZO mogą wymagać dodatkowego paliwa.

Zakres stężenia gazu wlotowego jest ograniczony jedynie maksymalnymi wartościami LEL, a zakres przepływu powietrza, które może być poddane oczyszczaniu, zależy od wydajności istniejącego kotła. Technika ta może przetwarzać wszystkie rodzaje rozpuszczalników oraz ich mieszanin (należy zachować szczególną ostrożność w przypadku substancji CMR) i nie jest wymagana żadna szczególna obróbka wstępna lub końcowa; jednakże powszechną praktyką jest stosowanie kontroli zawartości CO.

Emisje formaldehydu z zakładu wykorzystującego dwa zespoły silników kogeneracyjnych mieściły się w zakresie 4.5-5.5 mg/Nm³ [Zakład #176 w [\[155. TWG 2016\]](#)] [\[259. COM 2017\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest łatwa do zastosowania i najbardziej odpowiednia dla istniejących kotłów o wystarczającej mocy oraz dla procesów produkcyjnych o wysokim zapotrzebowaniu na energię.

W przypadku istniejących zakładów wprowadzenie tej techniki będzie ograniczone do dużych modernizacji instalacji. Ma ona zastosowanie tylko wtedy, gdy na miejscu istnieje zapotrzebowanie na parę lub energię elektryczną.

Substancje w gazach odlotowych z procesu muszą być łatwopalne. Technika ta może nie być odpowiednia dla gazów odlotowych zawierających substancje, o których mowa w art. 59 ust. 5 Dyrektywy IED, lub jej zastosowanie może być ograniczone ze względów bezpieczeństwa. Technika ta nie ma zastosowania do rozpuszczalników fluorowanych zawierających siarkę lub azot lub innych niebezpiecznych rozpuszczalników, które zwiększają uwalnianie kwaśnych gazów i PCDD/F oraz mogą powodować korozję silnika na gaz lub kotła.

Wysyłanie strumieni gazów odlotowych z procesu do jednostki spalania może być ograniczone ze względów bezpieczeństwa w zależności od zawartości wodoru w tych gazach.

Ekonomika

Istnieją znaczące korzyści z wytwarzania pary i/lub energii elektrycznej. Jeden zakład zgłosił, że wysyłając skoncentrowany strumień gazów odlotowych zawierających LZO do dwóch instalacji CHP osiągnął niezależność elektryczną w połączeniu z brakiem dodatkowego zużycia gazu [Zakład #176 w [\[155. TWG 2016\]](#)] [\[259. COM 2017\]](#).

Koszt wzrasta wraz z odległością procesu od kotła, jednak generalnie jest to technika tania.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja kosztów wytwarzania pary lub energii elektrycznej.

Przykładowe zakłady

Stosowana w niektórych zakładach, które brały udział w zbieraniu danych (zob. [\[259. COM 2017\]](#)).

Literatura źródłowa

[\[24. ESIG 2000\]](#) [\[37. Jansen 2005\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[214. COM 2017\]](#) [\[259. COM 2017\]](#)

17.10.5.2. Utlenianie termiczne

Opis

Utlenianie LZO przez ogrzewanie gazów odlotowych powietrzem lub tlenem w komorze spalania do temperatury powyżej ich punktu samozapłonu i utrzymywanie wysokiej temperatury wystarczająco długo, aby całkowicie spalić LZO do dwutlenku węgla i wody.

Korzyści dla środowiska

Generalnie można osiągnąć skuteczność usuwania > 99 % (średnia 24-godzinna); zależy to jednak od stężenia na wlocie. Powszechnie osiągnane poziomy stężenia po oczyszczaniu nie przekraczają najczęściej 20-30 mg C/m³, a można nawet osiągnąć niższe poziomy (zob. Tabela 17.8). Jednakże, niższe poziomy LZO mogą wymagać dodatkowego paliwa (zob. odpowiednie sekcje dotyczące emisji w gazach odlotowych w rozdziałach poświęconych poszczególnym sektorom). Dane z 50 systemów utleniania termicznego wykazują średnią skuteczność redukcji emisji na poziomie 96.94 % z zakresem maksimum-minimum 99.99-93.93 % oraz 50 % zakresem średnim (percentyle 75 i 25) 99.94-96.98 % (zob. Tabela 21.29).

Utlenianie termiczne jest również stosowane do redukcji odorów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Rozpuszczalniki w gazie odlotowym są zwykle niszczone w temperaturze 680-750 °C, która gwarantuje prawie całkowite ich spalanie. Utleniacze zazwyczaj działają z parametrami dostosowanymi do zrównoważonej minimalnej emisji całkowitej.

Zakres stężenia gazu wlotowego jest ograniczony jedynie maksymalnymi wartościami LEL. Czas rozruchu systemu wynosi zaledwie 5 minut. Nie ma ograniczeń co do temperatury na wlocie.

Utleniacz powinien pracować w sposób ciągły, gdy jest wyposażony w system okładzin, ponieważ system okładzin musi być utrzymywany w cieple. Ilość paliwa wymagana do utrzymania ciepła na biegu jałowym jest ważnym czynnikiem w przypadku systemów, które nie działają w sposób ciągły.

Stężenie pyłu powinno na ogół wynosić < 3 mg/Nm³, ale może być wyższe w przypadku spalania cząstek pyłu organicznego.

Urządzenia mogą być zintegrowane z suszarką (np. w gorącym offsecie rolowym, zob. sekcja 11.4.3.2) lub mogą być stosowane jako centralny system dla kilku suszarek.

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe dane statystyczne dotyczące zgłoszonych poziomów emisji dla systemów termicznego utleniania, dla wszystkich sektorów STS [\[155. TWG 2016\]](#).

Tabela 17-8 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów utleniania termicznego.

Parametr	Wartość
Liczba danych	111
Średnie wartość stężenia LZO	9.3 mg C/Nm ³
Maksymalna wartość stężenia LZO	180.0 mg C/Nm ³
Minimalna wartość stężenia LZO	0.2 mg C/Nm ³
Percentyl 95 wartości stężenia LZO	33.5 mg C/Nm ³
Percentyl 75 wartości stężenia LZO	7.4 mg C/Nm ³
Percentyl 25 wartości stężenia LZO	1.7 mg C/Nm ³
Uwaga: Dane za okres 2013-2015. Źródło: [155. TWG 2016]	

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do osiągnięcia wymaganych temperatur spalania potrzebna jest znaczna ilość dodatkowego paliwa: zużycie energii jest wyższe niż w przypadku utleniania rekuperacyjnego i regeneracyjnego. Występują emisje NO_x, CO i CO₂; maksymalny poziom dla każdej z tych substancji jest zwykle niższy niż 100-150 mg/m³. Osiągalne poziomy emisji NO_x/CO są przedstawione w odpowiednich sekcjach dotyczących emisji w gazach odlotowych, w rozdziałach dotyczących poszczególnych branż. Zob. również sekcja 17.10.1 i Ilustracja 17.18.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Utlenianie termiczne jest szczególnie odpowiednie dla wysokich stężeń LZO (5-16 g/Nm³) oraz dla procesów wsadowych z wszystkimi rodzajami niehalogenowanych rozpuszczalników (i ich mieszanin). W przypadku związków fluorowanych z reguły wymagane jest dodatkowe przetwarzanie gazów odlotowych.

Możliwe jest oczyszczanie przy małych i średnich natężeniach przepływu < 25 000 Nm³/h. Technika ta jest najbardziej ekonomiczna w przypadku przepływów w zakresie 5-1 000 Nm³/h i najbardziej odpowiednia dla procesów okresowych, np. przez kilka godzin na dobę lub tygodniowo, lub kilka tygodni w roku. Może oczyszczać z wszystkich rodzajów rozpuszczalników i ich mieszanin i nie jest wymagana żadna szczególna obróbka wstępna lub końcowa, być może z wyjątkiem związków fluorowanych.

Jest ona powszechnie stosowana w produkcji materiałów ściernych, zwłaszcza w sytuacjach, w których nie można wykorzystać odzyskanego ciepła. Technika ta nie jest stosowana w przemyśle motoryzacyjnym ze względu na niską efektywność energetyczną.

Była również powszechnie stosowana w procesie gorącego offsetu rolowego, jednak obecnie preferowane jest tam utlenianie regeneracyjne.

Ekonomika

Jako inwestycja, technika ta jest najbardziej ekonomicznym typem utleniacza. Jednak koszty operacyjne są wysokie, ponieważ potrzeba dużo dodatkowego paliwa, wzrastają także koszty eksploatacji instalacji.

Siła napędowa wdrażania

Kontrola dokuczliwych odorów.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana (zob. również tabela 17.8).

Literatura źródłowa

[4. Niemcy 2002] [5. DFIU i in. 2002] [14. Aminał i in. 2002] [19. Austria 2003] [24. ESIG 2000] [37. Jansen 2005] [38. TWG 2004] [78. TWG 2005] [94. VITO 2004] [155. TWG 2016]

17.10.5.3. Rekuperacyjne dopalacze termiczne

Opis

Utlnianie termiczne z wykorzystaniem ciepła wyjściowych gazów odlotowych, np. w celu wstępnego podgrzania gazów odlotowych na wejściu.

Szczegóły techniczne

Zasada niszczenia rozpuszczalników przez spalanie jest taka sama, jak opisana w przypadku utleniania termicznego (zob. sekcja 17.10.5.2). Oszczędza się jednak energię, ponieważ zużyte gorące powietrze jest wykorzystywane do ogrzewania napływającego zimnego powietrza zawierającego rozpuszczalniki lub kierowane z powrotem do procesu suszenia. Jednak pomimo zastosowania wymienników ciepła, nadal może być potrzebne dodatkowe paliwo.

Korzyści dla środowiska

Można osiągnąć ponad 99 % zniszczenia LZO, a powszechnie osiągnięte poziomy emisji są na ogół niższe niż 10 mg C/m³ (średnia dobowa lub średnia w okresie pobierania próbek) (zob. odpowiednie sekcje dotyczące emisji w gazach odlotowych w rozdziałach poświęconych poszczególnym branżom). Dane z 43 systemów rekuperacyjnego utleniania termicznego wykazują średnią skuteczność redukcji emisji wynoszącą 98.31 % z zakresem maksimum-minimum 99.9-89.4 % oraz 50 % zakresem średnim (percentyle 75 i 25) 99.55-97.85 % (zob. Tabela 21.29).

W porównaniu z utlenianiem termicznym, 50-70% energii może zostać odzyskane jako ciepło w wymienniku ciepła.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zazwyczaj wejściowe stężenia rozpuszczalników wynoszą od 2 g/Nm³ do 12 g/Nm³. Zakres ich stężeń w gazie wlotowym jest ograniczony tylko ze względu na maksymalne wartości LEL, a przy niskich poziomach LZO trzeba dodać więcej paliwa. Maksymalna temperatura wlotowa wynosi 400 °C. Konieczna jest kontrola temperatury. Stężenie LZO po przetworzeniu może być również kontrolowane w sposób ciągły. Jednak w większości konwencjonalnych gałęzi przemysłu, takich jak produkcja samochodów, kontrolowana jest tylko temperatura spalania.

Zgłoszone skuteczności redukcji wahają się od 92 % do 99.5 %, wartości oparto na niedawnych jednoczesnych pomiarach stężeń TVOC na wlocie i po oczyszczeniu przeprowadzonych w sektorze powlekania pojazdów [155. TWG 2016], zob. również „korzyści dla środowiska” powyżej i Tabela 21.29. W tabeli tej przedstawiono niektóre podstawowe dane statystyczne dotyczące zgłoszonych poziomów emisji dla systemów rekuperacyjnego utleniania termicznego, dla wszystkich sektorów STS [155. TWG 2016].

Tabela 17-9 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów rekuperacyjnego utleniania termicznego.

Parametr	Wartość
Liczba danych	47
Średnie wartość stężenia LZO	9.7 mg C/Nm ³
Maksymalna wartość stężenia LZO	54.3 mg C/Nm ³
Minimalna wartość stężenia LZO	0.6 mg C/Nm ³
Percentyl 95 wartości stężenia LZO	43.8 mg C/Nm ³

Percentyl 75 wartości stężenia LZO	10.2 mg C/Nm ³
Percentyl 25 wartości stężenia LZO	2.1 mg C/Nm ³
Uwaga: Dane za okres 2013-2015. Źródło: [155. TWG 2016]	

Energia uwalniana przez dopalacz pochodzi zarówno ze spalania gazu, jak i rozpuszczalnika. Ze względu na wysoką temperaturę utlenionych oparów, duża część energii może być odzyskana w wymiennikach ciepła i wykorzystana do:

- wstępnego podgrzania gazów, przed ich utlenianiem w temperaturze około 600 °C (w celu zmniejszenia zużycia gazu w dopalaczu);
- wstępnego podgrzania powietrza wtłaczanego do pieca w maksymalnej temperaturze 400 °C, szczególnie w przypadku pieców konwekcyjnych na gorące powietrze (w celu zmniejszenia lub wyeliminowania zużycia gazu w piecach);
- podgrzewania wody (do celów technologicznych i/lub sanitarnych).

W przypadku technologii takich jak suszenie „podczerwienią” lub „indukcyjne” nie ma wystarczających danych, aby określić jej wpływ na zapotrzebowanie na energię pierwotną. Wiadomo jednak, że nie istnieją możliwości odzysku energii tego samego rzędu wielkości.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Występują emisje NO_x, CO₂ i CO. Zgłoszone dane dotyczące emisji z systemów rekuperacyjnego utleniania termicznego wykazują średnią (z 70 zestawów danych) 66.6 mg/Nm³ dla NO_x i 108.9 mg/Nm³ dla CO [\[155. TWG 2016\]](#) (zob. również sekcja 17.10.1 i Ilustracja 17.18). Poziom hałasu może wzrosnąć.

Chociaż technika ta zużywa mniej energii niż utleniacz termiczny (zob. sekcja 17.10.5.2), to jednak nadal ją zużywa, jeżeli stężenie LZO na wlocie jest poniżej limitu autotermicznego, który wynosi około 2-3 g/m³. Paliwko zawsze będzie potrzebował płomienia pilotującego, a ten zużywa energię.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Możliwe jest oczyszczanie przy małych i średnich natężeniach przepływu < 40 000 Nm³/h. Technika ta jest w tym zakresie najbardziej ekonomiczna. Jest również najbardziej odpowiednia dla procesów ciągłych i gazów odlotowych o stężeniu rozpuszczalnika 2-12 g/m³. W przypadku niskich stężeń rozpuszczalników (np. < 6 g/Nm³) też można ją stosować, o ile potem odzyska się ciepło z oczyszczonego gazu (np. suszarki w przemyśle motoryzacyjnym). Poza wysokim wewnętrznym podgrzewaniem wstępnym, dodatkowy stopień odzysku ciepła jest bardzo powszechny i ma wartość ekonomiczną. Technika tą można oczyszczać z wszystkich rodzajów rozpuszczalników i ich mieszanin, przy czym nie jest wymagana żadna szczególna obróbka wstępna lub końcowa. Technika ta może działać zarówno w sposób ciągły, jak i okresowy, ponieważ czas jej rozruchu jest stosunkowo krótki i wynosi mniej niż 1 godzinę.

Ponieważ rekuperacyjne dopalacze termiczne są łatwiejsze i szybsze w usuwaniu LZO w porównaniu z regeneracyjnymi dopalaczami termicznymi, to zapewniają szczególne korzyści w przypadku zatykania sprzętu przez osady SiO₂ tworzone w powietrzu odlotowym przez siloksany lub inne związki krzemu.

Technika ta jest powszechnie stosowana w:

- przemyśle drukowania, jednak zawsze z dodatkowym paliwem;
- branży powlekania metodą ciągłą;

- przemyśle motoryzacyjnym, jednak zawsze z dodatkowym paliwem;
- przemyśle opakowań metalowych; jednak wysokie stężenie LZO może powodować problemy jakościowe w przypadku powłok kolorowych, np. biel może ulec odbarwieniu.

Ekonomika

Przy temperaturach roboczych przekraczających 750 °C okres eksploatacji instalacji wynosi zazwyczaj 15-20 lat, chociaż zmęczenie materiału wywołane temperaturą może skrócić ten okres w przypadku niektórych wymienników ciepła do 8-12 lat. Koszty inwestycyjne wynoszą od 150 000 do 250 000 EUR dla instalacji o wydajności 10 000 m³/h (dane z 2006 r.).

Dla nowych instalacji, koszty izolacji termicznej przewodów do- i odprowadzających mogą być, w zależności od układu, bardzo istotne, ze względu na wysoką temperaturę powietrza.

Siła napędowa wdrażania

Rekuperacyjne utlenianie termiczne jest stosowane w celu oszczędzania energii.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w powlekanii pojazdów, powlekanii i drukowaniu na opakowaniach metalowych, powlekanii metodą ciągłą, fleksografii i rotograwiurze niepublikacyjnej oraz gorącym offsecie rolowym.

Literatura źródłowa

[4. Niemcy 2002] [5. DFIU i in. 2002] [14. Aminimal i in. 2002] [22. ECCA 2004] [24. ESIG 2000] [27. VITO 2003] [37. Jansen 2005] [38. TWG 2004] [39. SEFEL 2004] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [190. ESVOC 2017] [212. TWG 2018]

17.10.5.4. Regeneracyjny dopalacz termiczny z wieloma złożami (*multiple bed*)

Opis

Dopalacz z wieloma złożami (trzema lub pięcioma) wypełnionymi szczeliwem ceramicznym. Złoża są wymiennikami ciepła, na przemian ogrzewanymi przez spaliny z utleniania, a następnie przepływ jest regularnie odwracany w celu ogrzania powietrza wlotowego do dopalacza. W bezzaworowym obrotowym rozdzielaczu powietrza (zob. sekcja 17.10.5.5), medium ceramiczne jest utrzymywane w pojedynczym obrotowym pojemniku podzielonym na wiele klinów.

Szczegóły techniczne

Pierwszą generacją regeneracyjnych dopalaczy termicznych jest system dwuzłożowy, w którym każde złożo wypełnione jest medium ceramicznym. Jedno złożo jest używane do wstępnego podgrzania strumienia gazu, który ma być poddany przetworzeniu; drugie jest ogrzewane przez gazy spalinowe, które powstają podczas utleniania. Przepływ jest regularnie odwracany w celu zamiany pracy złoż. Niektóre niespalone LZO są emitowane podczas przełączania. Istnieją również dopalacze dwuzłożowe z systemem buforowym, aby zredukować ilość niespalonych LZO uwalnianych podczas przełączania złoż.

Dopalacze regeneracyjne, które odbierają gaz wlotowy o stężeniu LZO powyżej poziomu autotermicznego, nazywane są „dopalaczami bezpłomieniowymi”. Działanie bezpłomieniowe można również osiągnąć poprzez zastosowanie bezpośredniego wtrysku paliwa (tylko w przypadku paliwa gazowego) oraz wystarczającego stężenia tlenu w surowym gazie.

Korzyści dla środowiska

System ten może osiągnąć poziomy emisji < 5 -20 mg C/Nm³ jako średnią dobową lub średnią w okresie pobierania próbek (zob. odpowiednie sekcje dotyczące emisji w gazach odlotowych w

rozdziałach poświęconych poszczególnym branżom) oraz skuteczność redukcji emisji w zakresie 95-99.5 % jako średnią 24-godziną. Dane z 25 regeneracyjnych (trzy- lub pięciózłozowych) systemów dopalania termicznego wykazują średnią skuteczność redukcji na poziomie 98.27 % z zakresem maksimum-minimum 99.8-87.8 % i 50 % średnim zakresem (percentyle 75 i 25) 99.4-98.5 % (zob. Tabela 21.29). Jednakże w przypadku niskich stężeń LZO w gazie wlotowym (< 100 mg/Nm³) skuteczność może być niższa niż 95 %. Stwierdzono, że ogólna skuteczność jest wyższa w przypadku układów z trzema lub większą liczbą złożeń, gdyż w porównaniu z układem z dwoma złozeniami nie dochodzi do emisji nieprzetworzonych LZO z powodu zmiany kierunku przepływu gazu. Nadwyżka wytworzonej energii może być ponownie wykorzystana i prowadzić do znacznych ogólnych oszczędności w zużyciu energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Gdy stężenie rozpuszczalnika w oczyszczanym powietrzu mieści się w zakresie 1,5-3 g/m³, system jest autotermiczny i nie ma potrzeby dodawania dodatkowego paliwa. Energia cieplna powietrza wylotowego z systemu oczyszczania gazów odlotowych jest wykorzystywana do podgrzewania gazu surowego poprzez naprzemienne stosowanie wymienników ciepła. Nadmiar ciepła może być odzyskany i wykorzystany np. w procesach produkcyjnych.

Wszystkie zgłoszone wartości skuteczności redukcji emisji, z wyjątkiem jednej, oparte na niedawnych jednoczesnych pomiarach stężenia TVOC na wlocie i po oczyszczeniu, wahają się od 95.8 % do 99.5 % w odniesieniu do szeregu sektorów: fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej, powlekania pojazdów, powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych, powlekania metodą ciągłą, powlekania tekstyliów, folii i papieru [155. TWG 2016].

Skuteczność oczyszczania gazów odlotowych dla trójzłozowego regeneracyjnego dopalacza termicznego można obliczyć na podstawie różnicy pomiędzy temperaturą gazu na wlocie i na wylocie [komentarz PT #5 w [212. TWG 2018]]. Do tego obliczenia potrzebne są ciągłe pomiary temperatury gazów odlotowych przed (in) i po (out), a także wiedza o rodzaju stosowanych rozpuszczalników.

Stężenie LZO na wlocie (g LZO/m³) jest stosunkiem różnicy temperatur na wlocie i wylocie z RTO do wzrostu temperatury każdego grama rozpuszczalników obecnych w jednym metrze sześciennym gazów odlotowych.

$$\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^3}{\text{gVOC}}$$

Stężenie rozpuszczalnika na wlocie:

$$\text{gVOC}/\text{m}^3 = \frac{T_{\text{out}} - T_{\text{in}}}{\Delta T (^{\circ}\text{C}) \cdot \text{m}^3 / \text{gVOC}}$$

„Wzrost temperatury na każdy gram rozpuszczalnika” można uzyskać ze stosunku wartości opałowej mieszaniny rozpuszczalników (kCal/g) do ciepła właściwego powietrza (kCal/(m³*°C)):

$$\Delta T ^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^3 / \text{gVOC} = \frac{\text{wartość opałowa mieszaniny rozpuszczalników (kCal/g)}}{\text{ciepło właściwe powietrza (kCal/m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C)}}$$

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe dane statystyczne zgłoszonych poziomów emisji dla regeneracyjnych (trzy- lub pięciózłozowych) systemów dopalania termicznego dla wszystkich sektorów STS [155. TWG 2016].

Tabela 17-10 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów regeneracyjnego dopalacza termicznego (trzy- lub pięcioletniego).

Parametr	Wartość
Liczba danych	47
Średnie wartość stężenia LZO	14.4 mg C/Nm ³
Maksymalna wartość stężenia LZO	157.7 mg C/Nm ³
Minimalna wartość stężenia LZO	0.4 mg C/Nm ³
Percentyl 95 wartości stężenia LZO	42.7 mg C/Nm ³
Percentyl 75 wartości stężenia LZO	14.1 mg C/Nm ³
Percentyl 25 wartości stężenia LZO	4.0 mg C/Nm ³
Uwaga: Dane za okres 2013-2015. Źródło: [155. TWG 2016]	

System jest wrażliwy na obecność pyłu w gazach odlotowych, ponieważ będzie on zatykał medium ceramiczne; jednakże pewien poziom palnych pyłów może być akceptowany. Temperatura jest kontrolowana przed i po przetwarzaniu, a stężenie LZO może być również kontrolowane w sposób ciągły, chociaż zazwyczaj jest to tylko temperatura.

W przeciętnej drukarni stosującej fleksografię i rotograwiurę niepublikacyjną ilość nadmiaru ciepła jest większa niż możliwość jego wykorzystania. Głównymi odbiorcami ciepła są suszarki na maszynach drukarskich. Utlenianie jednego grama rozpuszczalników może podgrzać jeden m³ powietrza o około 25 °C. Do dyspozycji jest około 3-4 g/m³ czyli ilość energii wystarczająca do ogrzania każdego m³ o 75-100 °C. Wymagany wzrost temperatury powietrza do suszenia wynosi jednak średnio tylko około 30 °C. Oznacza to, że dla ponad połowy odzyskanego ciepła trzeba znaleźć inne możliwości. Czasami nadwyżka energii jest sprzedawana sąsiadom. Odzyskane ciepło musi być wtedy przetransportowane. Do tego celu nadaje się para wodna lub olej termiczny. Większość suszarni działa jednak w oparciu o otwarty płomień gazowy lub energię elektryczną. Wykorzystanie nadmiaru ciepła z utleniacza przez suszarki wymagałoby wymiany wszystkich suszarek: inwestycja, która nigdy nie mogłaby się zwrócić tylko dzięki obniżeniu kosztów energii.

W procesie powlekania i drukowania puszek DWI, nadmiar ciepła może być wykorzystany do niektórych operacji, np. w procesie czyszczenia oraz do ogrzewania powietrza doprowadzanego do suszarek.

W procesie powlekania metodą ciągłą opary są utleniane w dwóch komorach, które są podgrzewane na przemian. Każda z nich jest wstępnie podgrzewana oparami z drugiej, pracującej komory. Palnik gazowy jest używany do uruchomienia instalacji, ale zwykle nie w warunkach pracy ciągłej. Może on przetwarzać spaliny o bardzo niskim stężeniu LZO. Energia uwalniana podczas utleniania pochodzi wyłącznie ze spalania rozpuszczalnika. Ze względu na wydajność energetyczną dopalacza regeneracyjnego, temperatury spalin są niskie, co zmniejsza możliwości odzysku energii. Z uwagi na proces, główna część energii jest odzyskiwana na potrzeby samego utleniania; reszta energii może być odzyskiwana w wymiennikach do wstępnego podgrzewania powietrza włączanego do pieca (w niskiej temperaturze) oraz do podgrzewania wody (do użytku procesowego i/lub sanitarnego).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W porównaniu do konwencjonalnego dopalacza, potrzebna jest energia do zasilania większych wentylatorów używanych do napędzania powietrza wylotowego przez wymienniki ciepła. Występują emisje NO_x, CO₂ i CO. Zgłoszone dane dotyczące emisji z regeneracyjnych systemów dopalania termicznego (trzy lub pięć złożeń) wykazują średnią (z 62 zestawów danych) 59.2 mg/Nm³ dla NO_x i 18.5 mg/Nm³ dla CO [155. TWG 2016] (zob. również sekcja 17.10.1 oraz Ilustracja 17.18).

Utlenianie wymaga energii (gazu), głównie podczas operacji rozruchu.

Poziom hałas może wzrosnąć.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Technika ta jest powszechnie stosowana przy przepływach powietrza w zakresie $> 1\ 500-120\ 000\ \text{Nm}^3/\text{h}$ dla jednego dopalacza z podwójnym złożem. W przypadku przepływów $> 100\ 000\ \text{Nm}^3/\text{h}$ bardziej ekonomiczne są systemy wielozłożowe. Maksymalna temperatura wlotowa wynosi $400\ ^\circ\text{C}$. Temperatura spalania musi wynosić $> 750\ ^\circ\text{C}$, a czas przebywania w komorze spalania musi być $> 1\ \text{s}$. Ze względów bezpieczeństwa maksymalne stężenie wejściowe jest ograniczone do 25% wartości LEL dla węglowodorów głównie alifatycznych i 20% wartości LEL dla węglowodorów aromatycznych (zgodnie z normą EN 12753). Typowo jest to $8\ \text{g}/\text{m}^3$ dla rozpuszczalników aromatycznych, takich jak toluen, ksylen o wartościach LEL wynoszących około $40\ \text{g}/\text{m}^3$ oraz $15\ \text{g}/\text{m}^3$ dla rozpuszczalników alifatycznych, takich jak octan etylu lub etanol o typowych wartościach LEL wynoszących około ponad $60\ \text{g}/\text{m}^3$. Margines bezpieczeństwa jest niezbędny, aby zapobiec wybuchom w złożach ceramicznych.

Technika ta może przetwarzać wszystkie rodzaje rozpuszczalników niehalogenowych a także mieszaniny rozpuszczalników. W przypadku substancji lepkich wymagane jest jednak regularne „wypalanie”. Natomiast w przypadku węglowodorów silikonowych konieczne jest regularne czyszczenie, dlatego też należy unikać tego typu substancji.

Technika ta jest najczęściej stosowana w procesach ciągłych. Kiedy jest stosowana w procesach przerywanych, zwykle znajduje się w trybie gotowości i w określonej temperaturze. Czas rozruchu wynosi od 1 do 4 godzin.

Dopalacze regeneracyjne umożliwiają większą elastyczność niż dopalacze rekuperacyjne, ponieważ ich działanie nie jest bezpośrednio związane z produkcją.

Dopalacze regeneracyjne omawianego typu są powszechnie stosowane w:

- zakładach fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej;
- zakładach gorącego offsetu rolowego;
- produkcji materiałów ściernych;
- powlekanii i drukowaniu na opakowaniach metalowych (z wyjątkiem beczek);
- powlekanii metodą ciągłą;
- przemyśle motoryzacyjnym.

Ekonomika

Inwestycja w przypadku dopalacza regeneracyjnego jest wyższa niż w przypadku dopalacza rekuperacyjnego. Koszty inwestycyjne i operacyjne urządzeń do ograniczania emisji na „końcach rur” są w dużej mierze określane przez maksymalny przepływ powietrza, które musi zostać oczyszczone.

Koszt inwestycji można oszacować na minimum $200\ 000\ \text{EUR}$ dla wydajności do $10\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$, plus $10-15\ \text{EUR}$ za każdy dodatkowy m^3/h (dane z 2006 r.). Obejmuje to prosty, scentralizowany zbiorczy kanał przesyłowy, ale nie obejmuje kosztów optymalizacji przepływu powietrza. Zapotrzebowanie na paliwo jest niskie, więc o kosztach eksploatacji decyduje głównie wentylator elektryczny. Wynoszą one około $15\ 000\ \text{EUR}$ rocznie przy oczyszczaniu $10\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ (dane z 2006 r.).

Odzyskiwanie i transport nadmiaru ciepła wymaga dodatkowych nakładów. Inwestycja ta jest tej wielkości, że może zostać zwrócona przy niższych kosztach energii tylko wtedy, gdy cała nadwyżka ciepła będzie faktycznie wykorzystana i gdy nie będą konieczne żadne dodatkowe nakłady, aby móc wykorzystać to ciepło.

Siła napędowa wdrażania

Efektywność energetyczna.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana w większości sektorów; zob. powyżej: korzyści dla środowiska.

Literatura źródłowa

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [4. Niemcy 2002] [5. DFIU i in. 2002] [14. Aminimal i in. 2002] [22. ECCA 2004] [24. ESIG 2000] [27. VITO 2003] [37. Jansen 2005] [38. TWG 2004] [39. SEFEL 2004] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016] [190. ESVOC 2017] [212. TWG 2018] [260. VDI 2014]

17.10.5.5. Regeneracyjne dopalanie termiczne - bezzaworowy obrotowy rozdzielacz powietrza

Szczegóły techniczne

Zamiast stosowania RTO z systemami wielozłożowymi (zob. sekcja 17.10.5.4), technika ta polega na zastosowaniu systemu jednozbiornikowego z obrotowym rozdzielaczem powietrza. Media ceramiczne są utrzymywane w pojedynczym obracającym się naczyniu podzielonym na wiele klinów. Strumień odpadów jest zbierany i kierowany do bezzaworowego RTO (VRTO) przez wentylator o zmiennej prędkości. Dystrybutor obrotowy jest jedyną ruchomą częścią w systemie i steruje przepływem przez kliny: wlotowy, oczyszczający i wylotowy VRTO w sekcji wymiennika ciepła. Nieoczyszczony strumień jest najpierw kierowany w górę przez klin wlotowy rozdzielacza obrotowego i odpowiednie sekcje wymiennika ciepła. W ten sposób, podczas przemieszczania się w górę przez media ceramiczne, strumień jest wstępnie podgrzewany prawie do temperatury komory spalania. Następnie strumień jest utleniany w komorze spalania za pomocą regulowanego palnika, który dostarcza dodatkowe ciepło tylko wtedy, gdy jest to wymagane do utrzymania temperatury w komorze. Wylot lub klin wylotowy rozdzielacza obrotowego umożliwia przepływ czystego, utlenionego powietrza w dół przez wymiennik. Gazy odlotowe podgrzewają media ceramiczne. Czyste powietrze opuszcza zbiornik VRTO i jest kierowane do komina. Klin oczyszczający rozdzielacza obrotowego steruje klinem wlotowym, stale dostarczając do wymiennika czyste utlenione powietrze.

Korzyści dla środowiska

System ten może osiągnąć skuteczność usuwania zanieczyszczeń w zakresie 95-99,5 % jako średnią 24-godziną. Dane z 16 regeneracyjnych (bezzaworowy obrotowy dystrybutor powietrza) systemów dopalania termicznego wykazują średnią sprawność redukcji 93,34 % z zakresem maksymalnym-minimalnym 99,3-90 % i 50 % zakresem średnim (percentyle 75 i 25) 97,25-90 % (zob. także Tabela 21.29).

W porównaniu z konwencjonalnym utleniaczem termicznym, osiągnięta jest znaczna oszczędność energii. Nadwyżka wytworzonej energii może być ponownie wykorzystana.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika ta jest powszechnie stosowana dla przepływów powietrza w zakresie 10 000-120 000 Nm³/h. Maksymalna temperatura wlotowa wynosi 400 °C. Maksymalne stężenie LZO na wlocie będzie ograniczone przez maksymalną wartość LEL, teoretycznie 12 g/m³.

System działa autotermicznie przy stężeniach LZO w zakresie 1.5-3 g/m³, ale może być również stosowany przy stężeniach > 3 g/m³. Nadmiar ciepła może zostać odzyskany i ponownie wykorzystany.

Zgłoszone skuteczności redukcji wahają się od 90 % do 99.8 %, wartości oparto na niedawnych jednoczesnych pomiarach wlotowych i czystych stężeń TVOC w sektorach powlekania pojazdów i powlekania powierzchni z tworzyw sztucznych [155. TWG 2016].

W poniższej tabeli przedstawiono niektóre podstawowe dane statystyczne zgłoszonych poziomów emisji regeneracyjnych (bezzaworowy obrotowy dystrybutor powietrza) systemów dopalania termicznego dla wszystkich sektorów STS [155. TWG 2016].

Tabela 17-11 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów regeneracyjnego dopalacza termicznego.

Parametr	Wartość
Liczba danych	31
Średnie wartość stężenia LZO	10.5 mg C/Nm ³
Maksymalna wartość stężenia LZO	31.1 mg C/Nm ³
Minimalna wartość stężenia LZO	0.4 mg C/Nm ³
Percentyl 95 wartości stężenia LZO	26.5 mg C/Nm ³
Percentyl 75 wartości stężenia LZO	16.5 mg C/Nm ³
Percentyl 25 wartości stężenia LZO	2.0 mg C/Nm ³
Uwaga: Dane za okres 2013-2015. Źródło: [155. TWG 2016]	

Technika ta jest najczęściej stosowana w procesach ciągłych. Kiedy jest stosowana w procesach nieciągłych, zwykle znajduje się w trybie gotowości i w określonej temperaturze. Czas rozruchu wynosi od 1 do 4 godzin.

Technika ta może przetwarzać wszystkie rodzaje rozpuszczalników niehalogenowych a także mieszaniny rozpuszczalników. W przypadku substancji lepkich wymagane jest jednak regularne „wypalanie”. Natomiast w przypadku węglowodorów silikonowych konieczne jest regularne czyszczenie, dlatego też należy unikać tego typu substancji.

System jest wrażliwy na obecność pyłu w gazach odlotowych; jednakże pewien poziom palnego pyłu może być akceptowany.

Ten typ systemu jest również wrażliwy na problemy mechaniczne części obrotowej i charakteryzuje się niższą ogólną niezawodnością niż systemy wielozłożowe.

Ze względu na konstrukcję „pojedynczego reaktora”, system ten wymaga mniej miejsca niż systemy wielozłożowe.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W porównaniu z konwencjonalnym utleniaczem, potrzebna jest energia do zasilania większych wentylatorów niezbędnych do przetłaczania powietrza wylotowego przez wymienniki ciepła.

Występują emisje CO, CO₂ i NO_x. Zgłoszone dane dotyczące emisji z regeneracyjnych (bezzaworowych obrotowych rozdzielaczy powietrza) systemów dopalania termicznego wykazują średnią (z 25 zestawów danych) 33.4 mg/Nm³ dla NO_x (34 zestawy danych) i 69.9 mg/Nm³ dla CO [155. TWG 2016] (zob. również sekcja 17.10.1 i Ilustracja 17.18). Niewielkie

wytwarzanie NO_x można osiągnąć poprzez zastosowanie niskich temperatur spalania, mieszczących się w zakresie 750-820 °C.

Poziom hałas może wzrosnąć.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Dopalacze regeneracyjne omawianego typu są powszechnie stosowane w:

- zakładach fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej;
- zakładach gorącego offsetu rolowego;
- produkcji taśm klejących;
- powlekanii i drukowaniu na opakowaniach metalowych;
- powlekanii metodą ciągłą;
- powlekanii powierzchni z tworzyw sztucznych;
- przemyśle motoryzacyjnym.

Ekonomika

Ze względu na system rotacyjny, koszty konserwacji są wyższe w porównaniu z systemami wielozłożowymi.

Siła napędowa wdrażania

Efektywność energetyczna.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w różnych sektorach (zob. względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania).

Literatura źródłowa

[\[24. ESIG 2000\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[37. Jansen 2005\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[190. ESVOC 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.5.6. Utlenianie katalityczne

Opis

Utlenianie LZO wspomagane przez katalizator w celu obniżenia temperatury utleniania i zmniejszenia zużycia paliwa. Ciepło odlotowe może być odzyskiwane za pomocą rekuperacyjnych lub regeneracyjnych wymienników ciepła. Wyższe temperatury utleniania (500-750 °C) są stosowane do oczyszczania gazów odlotowych pochodzących z procesu produkcji drutu nawojowego.

Korzyści dla środowiska

Skuteczność usuwania zależy od kilku parametrów, ale przy optymalnym doborze systemu katalitycznego można osiągnąć 95-99 %.

Zgłoszone skuteczności redukcji wahają się od 97 % do 99 %, wartości oparto na niedawnych jednoczesnych pomiarach TVOC na wlocie i wylocie dla systemów eksploatowanych w zakładach fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej oraz powlekania tekstyliów, folii i papieru [\[155. TWG 2016\]](#) (zob. również Tabela 21.29).

Zazwyczaj osiągnąć zakres stężenia wynosi $< 10\text{-}20 \text{ mg C/Nm}^3$. W porównaniu z utlenianiem termicznym (zob. sekcja 17.10.5.2) potrzeba mniej dodatkowej ilości paliwa, a wymagany zakres temperatur wynosi najczęściej $250\text{-}400 \text{ }^\circ\text{C}$. Zastosowanie katalizatora w połączeniu z odzyskiwaniem ciepła wylotowego wymaga mniej energii niż dopalanie rekuperacyjne bez katalizatora (zob. sekcja 17.10.5.3).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Możliwe jest oczyszczanie LZO o stężeniu do 5 g/Nm^3 . Technika ta może być stosowana dla przepływów powietrza w zakresie $10\text{-}30\ 000 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Jest ona jednak najbardziej odpowiednia dla nieciąglych przepływów powietrza do $10\ 000 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Przy temperaturach wlotowych powyżej $400 \text{ }^\circ\text{C}$ nie jest wymagane wstępne podgrzewanie, aby osiągnąć temperaturę początkową katalizatora. Zwykle jako paliwa nie stosuje się oleju, ze względu na zawartość siarki i związaną z tym „toksyczność” dla katalizatora.

W poniższej tabeli przedstawiono kilka podstawowych danych statystycznych zgłoszonych poziomów emisji systemów utleniania katalitycznego, dla wszystkich sektorów STS [155. TWG 2016].

Tabela 17-12 Parametry statystyczne emisji LZO w gazach odlotowych z systemów utleniania katalitycznego.

Parametr	Wartość
Liczba danych	16
Średnie wartość stężenia LZO	26.5 mg C/Nm^3
Maksymalna wartość stężenia LZO	134.2 mg C/Nm^3
Minimalna wartość stężenia LZO	2.7 mg C/Nm^3
Percentyl 95 wartości stężenia LZO	64.0 mg C/Nm^3
Percentyl 75 wartości stężenia LZO	37.1 mg C/Nm^3
Percentyl 25 wartości stężenia LZO	8.3 mg C/Nm^3
Uwaga: Dane za okres 2013-2015. Źródło: [155. TWG 2016]	

Technika ta może być stosowana w sposób ciągły lub okresowy; w przypadku pracy ciągłej czas życia katalizatora jest ograniczony do około $15\ 000\text{-}25\ 000$ godzin.

Można przetwarzać większość rodzajów rozpuszczalników niehalogenowanych oraz mieszanin rozpuszczalników. Należy jednak sprawdzić obecność zanieczyszczeń, które mogłyby „zatruć” katalizator. Jeśli stężenie wlotowe jest zbyt wysokie, może to prowadzić do przegrzania i uszkodzenia katalizatora. Technika ta jest również bardzo wrażliwa na obecność pyłu lub drobin w doprowadzanym powietrzu, dlatego wymagane jest wstępne przygotowanie strumienia powietrza. Jest ona również wrażliwa na zmiany stężenia wlotowego. Węglowodory krzemowe i silikony mogą również powodować problemy.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Katalizatory muszą być okresowo wymieniane/doładowywane.
- Potrzebne jest dodatkowe paliwo, choć w mniejszym stopniu niż w przypadku utleniania termicznego.
- Poziom hałasu może wzrosnąć.

Najczęściej osiągnąć poziomy emisji CO i NO_x wynoszą $< 50 \text{ mg/m}^3$.

Zgłoszone dane dotyczące emisji z systemów utleniania katalitycznego wykazują średnią 147.4 mg/Nm^3 dla NO_x (pięć zestawów danych) i 8.5 mg/Nm^3 dla CO (cztery zestawy danych) [155. TWG 2016] (zob. również sekcja 17.10.1 i Ilustracja 17.18).

W przemyśle drutu nawojowego zgłoszone poziomy emisji NO_x mieszczą się w zakresie 115-470 mg/Nm³. Jest to jednak zależne od ilości stosowanego rozpuszczalnika zawierającego N.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie może być ograniczone przez obecność substancji szkodliwych dla katalizatora.

Technika ta, obejmująca odzyskiwanie ciepła wylotowego, jest powszechnie stosowana w przemyśle produkującym drut nawojowy. Natomiast rzadko stosuje się ją w przemyśle powlekania metodą ciągłą. W przemyśle motoryzacyjnym testowano tą technikę, ale nie jest ona powszechnie stosowana. Technika ta została również zgłoszona przez jeden zakład fleksograficzny oraz drukarnię stosującą rotograwiurę niepublikacyjną.

Ekonomika

Typowym problemem związanym z kosztami tej techniki jest katalizator, który musi zostać wymieniony pod koniec okresu użytkowania, co można sprawdzić jedynie poprzez regularne pomiary. Jednakże, na ogół, koszty są porównywalne z tymi dla dopalacza regeneracyjnego.

Poniższe ceny są reprezentatywne dla flamandzkiego przemysłu drzewnego i opierają się na realistycznych, teoretycznych parametrach roboczych. Dostawcy urządzeń, którzy przekazali informacje, podkreślili, że niemożliwe jest ekstrapolowanie kosztów przykładów na podstawie przepływów i ładunków LZO, dlatego liczby są czysto orientacyjne i ważne w czasie, gdy dokonywano szacunków (listopad 2004).

Cena podana przez dostawcę A:

- 1) Przepływ: 15 000 Nm³/h.
 - Stężenie LZO na wlocie: 1500 mg/Nm³, emisja LZO: <20 mg/Nm³.
 - Cena: 325 000 EUR.
- 2) Przepływ: 59 000 Nm³/h:
 - Stężenie LZO na wlocie: 300 mg/Nm³, emisja LZO: <50 mg/Nm³.
 - Cena: 628 000 EUR do 770 000 EUR.

Cena podana przez dostawcę B:

- 1) Maksymalny przepływ: 15 000 Nm³/h:
 - Stężenie LZO na wlocie: 1500 mg/Nm³, emisja LZO: <90 mg/Nm³.
 - Cena: 300 000 EUR.

Siła napędowa wdrażania

Efektywność energetyczna.

Przykładowe zakłady

Zakłady #010 (fleksografia), #098 (powlekanie metodą ciągłą), #049 (powlekanie pojazdów) i #138 (powlekanie tekstyliów) w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[4. Niemcy 2002\]](#) [\[14. Aminimal i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[24. ESIG 2000\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[28. EWWG 2004\]](#) [\[37. Jansen 2005\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[95. CEI-BOIS 2006\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.10.5.7. Utleniacz zintegrowany z suszarką

Opis

Zob. sekcja 11.4.3.2.

17.10.6. Techniki wychwytywania rozpuszczalników w gazach odlotowych

17.10.6.1. Kondensacja

Opis

Technika usuwania związków organicznych poprzez obniżenie temperatury poniżej ich punktu rosy, co powoduje skroplenie oparów. W zależności od wymaganego zakresu temperatur roboczych stosuje się różne czynniki chłodnicze, np. wodę chłodzącą, wodę lodową (temperatura zwykle ok. 5 °C), amoniak lub propan.

Szczegóły techniczne

[\[31. COM 2016\]](#)

Generalnie istnieją różne metody kondensacji, w zależności od zakresu temperatur roboczych i obejmują:

- schładzanie, dla temperatury kondensacji do ok. 25 °C;
- udział chłodziwa, dla temperatury kondensacji do ok. 2 °C;
- udział solanki, dla temperatury kondensacji do około -10 °C;
- udział solanki amoniakalnej, dla temperatury kondensacji do około -40 °C (kondensacja jednostopniowa) lub -60 °C (dwustopniowa);
- kondensację kriogeniczną, dla temperatury kondensacji do około -120 °C, w praktyce często działającą w zakresie od -40 °C do -80 °C;
- kondensację z udziałem gazu obojętnego w cyklu zamkniętym.

Kondensację przeprowadza się za pomocą chłodzenia bezpośredniego (tj. kontaktu gazu z cieczą chłodzącą) lub chłodzenia pośredniego (tj. chłodzenia za pomocą wymiennika ciepła). Preferowana jest kondensacja pośrednia, ponieważ kondensacja bezpośrednia wymaga dodatkowego etapu separacji. Systemy odzyskiwania różnią się od prostych, pojedynczych skraplaczy do bardziej złożonych, wielokondensatorowych systemów zaprojektowanych w celu maksymalizacji odzysku energii i pary.

Kondensacja jest uważana za bardzo ekonomiczną metodę i idealnie nadaje się do oczyszczania gazów procesowych o wysokim lub średnim stężeniu rozpuszczalnika (zwykle 50 g/m³ do 1 000 g/m³) oraz niskim natężeniu przepływu (10 Nm³/h do 2 000 Nm³/h). Jednakże, zgłoszono instalację o znacznie wyższym natężeniu przepływu (zob. przykładowe instalacje poniżej). Ciekły azot wymagany do procesu nie jest zużywany w instalacji, wykorzystywany jest jedynie jego efekt chłodzący, a po odparowaniu w skraplaczu gaz jest często ponownie wykorzystywany przez klienta (np. do inertyzacji).

Korzyści dla środowiska

- Ograniczenie emisji LZO.
- Zebrane rozpuszczalniki mogą być ponownie wykorzystane lub poddane recyklingowi.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Bogaty w LZO gaz odlotowy jest schładzany do punktu, w którym znaczna część oparów ulega kondensacji. Ciężkie, mało lotne rozpuszczalniki mogą być odzyskiwane w temperaturze pokojowej; wysoce lotne rozpuszczalniki muszą być schładzane znacznie poniżej 0 °C, aby odzyskać ich około 95 % lub więcej. Chłodzenie w tak niskiej temperaturze ma istotne wady w postaci wysokich kosztów energii i zamarzania wody w elementach chłodzących. Chłodzenie w temperaturze nieco powyżej 0 °C pozwala uniknąć tworzenia się lodu, ale powoduje kondensację wody, która może znaleźć się w odzyskanym rozpuszczalniku, powodując konieczność kosztownego odwodnienia.

Zazwyczaj przy procesach kondensacji rozpuszczalniki mogą być ponownie wykorzystane. Stosuje się ją również jako etap wstępnego przetwarzania.

Zgłoszona skuteczność redukcji wynosząca 95 %, oparta na jednoczesnych pomiarach wlotowych i wylotowych stężeń TVOC, została podana dla instalacji do powlekania tekstyliów, folii i papieru (zob. Tabela 21.29). Dane emisyjne przekazane przez dwa zakłady wykazują osiągnięte poziomy emisji TVOC niższe niż 10 mg/Nm³ [155. TWG 2016].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest stosowana głównie w przypadku stosunkowo niewielkich przepływów gazu (do 5 000 m³/h) i przy emisjach okresowych. Przy ciągłych przepływach o wartości 250 m³/h lub większych technika ta jest rzadziej stosowana.

Technika ta jest stosowana do oczyszczania gazów odlotowych pochodzących z nakładania farb i z suszarek. Gazy o wysokiej zawartości pary wodnej są mniej odpowiednie, ponieważ może to prowadzić do tworzenia się lodu.

Może nie mieć zastosowania do strumieni gazów odlotowych o niskim stężeniu LZO. Niektóre standardowe wejściowe stężenia zanieczyszczeń wynoszą do 1 000 g/Nm³ dla acetonu, ketonu metylo-etylowego (MEK), metanolu, toluenu, LZO.

Ekonomika

Zobacz odpowiednie informacje w [31. COM 2016].

Siła napędowa wdrażania

BHP w miejscu pracy.

Przykładowe zakłady

Zakład #024 (instalacja fleksograficzna o przepływie 45 000 m³/h) oraz Zakład #138 w [155. TWG 2016]. Poinformowano również, że technika jest stosowana w dwóch zakładach gorącego offsetu rolowego w Niemczech [262. ESVOC i in. 2019].

Literatura źródłowa

[31. COM 2016] [155. TWG 2016] [262. ESVOC i in. 2019]

17.10.6.2. Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego lub zeolitów

Opis

LZO są adsorbowane na powierzchni węgla aktywnego, zeolitów lub papieru z włókna węglowego. Adsorbat jest następnie desorbowany, np. za pomocą pary (często na terenie zakładu), w celu ponownego wykorzystania lub usunięcia. W przypadku pracy ciągłej, zazwyczaj równolegle pracują więcej niż dwa adsorbery, z których jeden działa w trybie desorpcji. Technika

ta jest również powszechnie stosowana jako etap stężenia LZO celem zwiększenia późniejszej wydajności utleniania.

Szczegóły techniczne

Technika ta jest stosowana do adsorpcji LZO na powierzchni węgla aktywnego lub zeolitu. Jest również powszechnie stosowana jako przetwarzanie wstępne „zagęszczające” w celu uzyskania bardziej skoncentrowanego strumienia odpadów, który może być następnie utleniony w sposób bardziej ekonomiczny (zob. sekcja 17.10.3.3).

Podczas pracy złoża z węglem aktywnym (lub zeolitem) w kolumnie adsorpcyjnej lub adsorberze rotacyjnym, w złożu będzie się gromadzić coraz więcej rozpuszczalnika. W pewnym momencie wydajność złoża adsorpcyjnego zmniejszy się, a stężenie na wylocie zacznie wzrastać. W tym momencie adsorpcja musi zostać reaktywowana, a rozpuszczalniki mogą zostać odzyskane lub zniszczone. Desorpcja jest często wykonywana przez omiatanie strumieniem gorącego gazu (azot, powietrze lub para), ale może być również wykonywana przez próżnię (adsorpcja zmiennociśnieniowa). W przypadkach, gdy przepływ gazów odlotowych jest niewielki (np. do maszyn do płukania rozpuszczalników), adsorbent może być regenerowany poza instalacją (zob. sekcja 17.10.6.2.2).

Po dłuższym czasie adsorbent nie może być w pełni reaktywowany tylko poprzez usunięcie rozpuszczalnika i wymaga innego rodzaju reaktywacji (zazwyczaj poprzez obróbkę cieplną). Można to zrobić na terenie zakładu lub poza nim (zob. sekcja 17.10.6.2.2). Jeśli stosuje się węgiel aktywny lub inne adsorbenty, których nie można zregenerować, to są one unieszkodliwiane.

Ciągłe monitorowanie stężenia na wylocie jest pomocne w sprawdzeniu, czy wydajność adsorpcji na węglu aktywnym jest nadal wystarczająca (zob. sekcja 17.10.6.2.1).

Złoża mogą być stosowane równolegle i/lub sekwencyjnie. W przypadku systemu dwuzłożowego, jedno jest w trybie adsorpcji, a drugie w trybie desorpcji, a w przypadku systemu trójzłożowego, dwa są używane w trybie adsorpcji, a jedno w trybie desorpcji.

Alternatywnym systemem do pracy ciągłej jest adsorber wirnikowy, w którym gazy odlotowe zawierające LZO są podawane do koła adsorpcyjnego celem ich oczyszczenia.

Koło adsorpcyjne (adsorber wirnikowy lub koncentrator wirnikowy) składa się z trzech obszarów:

- 1) strefy adsorpcji, w którym następuje uwalnianie rozpuszczalników;
- 2) strefy desorpcji, charakteryzującej się inkluzją rozpuszczalników (segment gorący);
- 3) segmentu schładzającego.

W kole adsorpcyjnym, w którym zachodzi stężenie, stosuje się ceramiczny materiał nośny nasączony zeolitami. Powietrze odlotowe z kabiny jest podzielone na strumień objętości adsorpcji i desorpcji. Większa część powietrza odlotowego przechodzi przez obszar adsorpcji i dostarcza rozpuszczalniki do materiału nośnego. Dzięki ciągłemu ruchowi obrotowemu koła, zaadsorbowane rozpuszczalniki są przenoszone z segmentów zeolitu do strefy desorpcji i stamtąd odprowadzane przez mniejszy objętościowo, ale gorący strumień desorpcyjny. Jednak początkowo powietrze desorpcyjne służy do chłodzenia koła. Skoncentrowane powietrze desorpcyjne jest oczyszczane w utleniaczu termicznym. Zob. również sekcja 17.10.3.3, gdzie omówiono techniki zewnętrznego stężenia rozpuszczalnika.

Korzyści dla środowiska

Adsorbery mogą osiągnąć skuteczność usuwania > 99 % przy stężeniu wlotowym > 7 g/m³; jest to jednak związane z różnymi parametrami, takimi jak rodzaj adsorbentu, wielkość przepływu powietrza, wilgotność wlotowa oraz rodzaj regeneracji (desorpcja gorącym powietrzem, parą

itp.). Na przykład, przy stężeniu wlotowym $> 7 \text{ g/m}^3$ można osiągnąć skuteczność usuwania $> 99 \%$. Można osiągnąć stężenie LZO $< 50 \text{ mg C/m}^3$ (średnia 24-godzinna), przy czym możliwe są poziomy $< 20 \text{ mg C/m}^3$.

Dane z 35 systemów adsorpcyjnych wykazują średnią skuteczność redukcji wynoszącą 96.89% przy zakresie maksimum-minimum $99.9-80 \%$ i 50% średnim zakresie (percentyle 75 i 25) wynoszącym 98.9298% (zob. Tabela 21.24).

W przemyśle motoryzacyjnym stosowane są materiały adsorpcyjne, takie jak papier z włóknem węglowym, zeolity i węgiel aktywny. Osiąga się przeniesienie ładunku rozpuszczalnika do zewnętrznego strumienia gorącego powietrza w stosunku od 1:6 do 1:40 (w zależności od stężenia w gazie na wlocie).

W produkcji taśm klejących w oczyszczonym gazie odnotowano stężenia emisji poniżej 50 mg C/m^3 (zob. sekcja 7.3.2.2). Możliwe jest osiągnięcie niskich stężeń, jednak mogą one wymagać skrócenia okresów adsorpcji, a zatem są skorelowane ze zwiększoną produkcją pary. W procesie odzysku zużywa się zwykle 2-3 kg pary na kg odzyskanego rozpuszczalnika.

W przypadku rotograviury publikacyjnej, osiągnane poziomy są niższe niż 20 mg C/m^3 (zob. sekcja 13.3.3.3).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Adsorpcja nie ma zastosowania do związków reaktywnych, takich jak aldehydy i ketony, ponieważ mogą one polimeryzować na węglu aktywnym, prowadząc do jego przegrzania. Polimery nie będą desorbować, dlatego MEK i podobne związki też nie są odpowiednie. Problem ten można jednak przezwyciężyć, jeśli zastosuje się odpowiednie środki bezpieczeństwa, takie jak desorbowanie systemu zawsze przed weekendem i świętami oraz zainstalowanie automatycznych systemów zraszających.

Technika nie ma również zastosowania w przypadku gazów o wilgotności względnej $> 60 \%$, ponieważ para wodna będzie adsorbować się na węglu aktywnym, zmniejszając zdolność adsorpcyjną dostępną dla LZO. Dostępne są hydrofobowe zeolity, które nie mają tego problemu. System jest wrażliwy na obecność pyłu w gazach odlotowych, ponieważ będzie on zatykał złożę z adsorbentem.

Systemy adsorpcyjne mogą być stosowane jako przetwarzanie wstępne (etap stężania) przed utlenianiem termicznym lub katalitycznym (zob. sekcja 17.10.3.3). Prowadzi to do zmniejszenia wymagań energetycznych utleniania termicznego (zob. sekcja 17.10.5.2). Zmniejsza się również fizyczny rozmiar utleniacza termicznego, gdy jest on stosowany razem z tą techniką.

Desorpcja i regeneracja zmniejszają zużycie węgla aktywnego. Skroplona para może być ponownie wykorzystana do czyszczenia adsorbentu oraz jako woda kotłowa. Powietrze suszące może być poddane recyklingowi po procesie desorpcji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- W procesach odzyskiwania rozpuszczalników stosuje się parę wodną, co powoduje zużycie wody i energii. Skondensowana para zawiera śladowe ilości rozpuszczalników.
- Poziom hałasu może wzrosnąć.
- Podczas odzyskiwania węgla aktywnego powstają ścieki.

Znalezienie optymalnego schematu cyklu adsorpcji/desorpcji oznacza znalezienie równowagi pomiędzy akceptowalnym stężeniem emisji a potrzebnymi zasobami (tj. energią, adsorbentem, który trzeba okresowo wymieniać, wodą) oraz ściekami powstającymi podczas czyszczenia złoża węglowego przy użyciu pary.

Wymaga to starannego zrównoważenia przepływów gazu, ponieważ możliwe są nieprzewidywalne reakcje egzotermiczne (zob. wyżej: wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zastosowanie tej techniki może być ograniczone w przypadku, gdy zapotrzebowanie na energię do odzysku jest nadmierne ze względu na niskie stężenie LZO na wlocie.

Technika ta może być stosowana do gazów odlotowych o stężeniu rozpuszczalnika $> 0.8 \text{ g/m}^3$. Wartości LEL nie odgrywają tu żadnej roli. System może być stosowany do pojedynczych rozpuszczalników oraz ich mieszanin. Gdy adsorbowane są pojedyncze rozpuszczalniki, które nie są mieszalne z wodą, regeneracja może być przeprowadzana za pomocą pary. Gdy adsorbowane są mieszaniny rozpuszczalników, regeneracja musi być przeprowadzana przy użyciu podgrzanego azotu i temperatury w zakresie $150\text{-}300 \text{ }^\circ\text{C}$.

W przemyśle motoryzacyjnym istnieją pewne zastosowania tej techniki wykorzystywane do oczyszczania powietrza z kabin lakierniczych; typowe stężenia na wlocie wynoszą od 300 mg/m^3 do $1\,200 \text{ mg/m}^3$.

Oczyszczać można strumienie powietrza w zakresie od $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ do $1 \text{ mln m}^3/\text{h}$. Dla górnej granicy tego zakresu potrzebne jest urządzenie z 14 złożami. Wydajność jednego złoża zależy tylko od możliwości systemu co do szybkości przesyłania gazów. System może pracować w sposób ciągły i okresowy, a jego żywotność technicznie wynosi ponad 30 lat. Jednak w tym czasie prawdopodobnie trzeba będzie go dostosować lub odnowić ze względu na wymagania środowiskowe, zmiany w urządzeniach procesowych i/lub rodzajach rozpuszczalników itp.

Technika ta jest stosowana we wszystkich drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną w celu odzysku toluenu (zob. dalej), a także w przemyśle samochodowym, przy powlekanii samochodów ciężarowych i pojazdów użytkowych oraz przy produkcji taśm klejących (również jako etap stężania przed utlenianiem rozpuszczalnika). Jest ona również powszechnie stosowana we fleksografii i rotograviurze niepublikacyjnej (zob. sekcja 12.3.2.3).

Adsorpcja jest szczególnie przydatna, gdy z gazów odlotowych należy usunąć stężenie do 4 g/m^3 . Stosuje się ją jednak również w przypadku stężeń 10 g/m^3 lub 12 g/m^3 . Generalnie ma ona zastosowanie w przypadku gazów zawierających średnie lub niskie stężenia LZO. Tylko małe molekuly mogą być adsorbowane i desorbowane.

Niektóre rozpuszczalniki o niskiej lotności mogą trwale przylegać do węgla aktywnego i szybko zmniejszać jego zdolność adsorpcyjną, co w rezultacie prowadzi do wcześniejszej jego wymiany.

Adsorpcja i odzyskiwanie toluenu, stosowanego w procesach rotograviury publikacyjnej, jest powszechną praktyką. Toluen dobrze adsorbuje się na węglu aktywnym i jest łatwo odzyskiwany poprzez ogrzewanie węgla z użyciem pary wodnej. Para i opary rozpuszczalnika są następnie skraplane celem wytrącenia toluenu. Skondensowana para może mieć stężenie toluenu pomiędzy 380 mg/l a 540 mg/l , a do usuwania toluenu z wody stosuje się strumień pęcherzyków powietrza. Po odpędzeniu, strumień ten może mieć stężenie toluenu w zakresie $1\text{-}10 \text{ mg/l}$. Po oczyszczeniu, ścieki są odprowadzane lub ponownie wykorzystywane jako, na przykład, woda chłodząca lub para. Odzyskany toluen jest częściowo ponownie wykorzystywany, a częściowo sprzedawany z powrotem producentom tuszy do drukowania. Ten rodzaj procesu odzysku zużywa zwykle około $3\text{-}6 \text{ kg}$ pary na kg odzyskanego toluenu. W przypadku standardowej drukarni z czterema prasami, około $7\,000 \text{ ton}$ toluenu rocznie jest odzyskiwane, przy użyciu $20\,000\text{-}30\,000 \text{ ton}$ wody.

W procesach, w których stosowane są mieszaniny rozpuszczalników, takich jak fleksografia i rotograviura niepublikacyjna, zarówno adsorpcja, jak i odzysk mogą być trudniejsze. Etanol i octan etylu nie adsorbują na węglu tak dobrze jak toluen i w związku z tym wymagane są większe

złoża węglowe. Do odzysku nie można też wykorzystać pary wodnej, ponieważ rozpuszczalniki te rozpuszczają się w wodzie.

Dlatego najczęściej stosuje się gorący gaz obojętny, taki jak N_2 . Aby oddzielić odzyskaną mieszaninę rozpuszczalników, konieczny jest proces destylacji.

W produkcji taśm klejących w procesie odzysku zużywa się zwykle 2-3 kg pary na kg odzyskanego rozpuszczalnika. Zgłaszano osiągnięte stężenia emisji niższe niż 50 mg C/Nm^3 (zob. sekcja 7.3.2.2).

Ekonomika

Generalnie technika ta jest dwukrotnie droższa od utleniania. Inwestycja w odzysk rozpuszczalnika będzie o 0.5-1 mln EUR większa niż inwestycja w utleniacz (dane z 2006 r.). Odzyskany rozpuszczalnik zwraca to jednak z nawiązką. Zeolit jako medium adsorpcyjne jest około 10 razy droższy niż węgiel aktywny ale jest powszechnie stosowany do celów stężania.

Należy zauważyć, że jednostki adsorpcyjne można zaprojektować tak, aby osiągały bardzo niskie wartości emisji, poprzez zwiększenie całkowitej powierzchni węgla aktywnego lub zastosowanie krótszych cykli adsorpcji. Należy jednak wziąć pod uwagę, że obie opcje powodują wyższe koszty inwestycyjne i operacyjne oraz większe zużycie energii.

Koszty inwestycyjne urządzeń adsorpcyjnych w przykładowym zakładzie produkcji taśm klejących o wydajności 800 kg/h wyniosły w 1992 r. około 2.7 mln EUR. Koszty operacyjne adsorpcji i kondensacji wynosiły łącznie ok. 0.51 mln EUR/rok. Koszty zmienne wynosiły ok. 1.12 mln EUR/rok, a koszty stałe ok. 1.38 mln EUR/rok.

W przypadku fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne adsorpcji i późniejszego odzyskiwania rozpuszczalnika są wyższe niż w przypadku jakiegokolwiek przetwarzania termicznego. Koszty bieżące wynoszą od 0.15 EUR do 0.25 EUR na odzyskany kg rozpuszczalnika. Koszty odzysku wynoszą 0.10 EUR/kg rozpuszczalnika, a oszczędności wynoszą 0.60-0.70 EUR/kg odzyskanego rozpuszczalnika, jeżeli rozpuszczalnik jest ponownie wykorzystywany na terenie instalacji. W przypadku gdy zużycie rozpuszczalnika jest mniejsze niż 500 ton rocznie, jest bardzo mało prawdopodobne, że odzyskiwanie rozpuszczalnika będzie ekonomicznie atrakcyjną alternatywą dla utleniania.

W procesach drukowania na opakowaniach metodą rotograviury, gdy octan etylu stanowi ponad 90 % całkowitej ilości stosowanego rozpuszczalnika, ilość nadająca się do ponownego wykorzystania może być taka, że zakład stanie się prawie samowystarczalny i nie będzie musiał już kupować octanu etylu do celów rozcieńczania.

Poniższe ceny adsorpcji na węglu aktywnym są reprezentatywne dla flamandzkiego przemysłu drzewnego i oparte na realistycznych, teoretycznych parametrach roboczych. Dostawcy sprzętu, którzy przekazali informacje, podkreślili, że niemożliwe jest ekstrapolowanie przykładowych kosztów na podstawie przepływów i ładunków LZO, dlatego liczby te są czysto orientacyjne i ważne w momencie dokonywania szacunków (listopad 2004).

- wynajem instalacji: 6 052-8 544 EUR/rok;
- zakup instalacji: 22 355-23 740 EUR/szt.;
- cena podana dla $10\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ i 500 mg LZO/Nm^3 (220 dni roboczych/rok, 8 godzin/dobę, norma emisji LZO 90 mg/m^3 i obciążenie czasowe 50 %):
 - węgiel aktywny: 8 316 EUR za 5 400 kg (wystarcza na 82 dni robocze) = 22 311 EUR/rok;
- cena podana dla $1\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ i 500 mg LZO/Nm^3 (inne warunki identyczne):

- o węgiel aktywny: 8 316 EUR za 5 400 kg (wystarcza na 82-83 dni robocze) = 2 230 EUR/rok.

Siła napędowa wdrażania

Technika ta może być bardziej ekonomiczna niż techniki utleniania.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana, zgłoszona przez liczne zakłady z różnych sektorów (zob. wyżej „wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne” oraz „względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania”).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[14. Aminal i in. 2002\]](#) [\[24. ESIG 2000\]](#) [\[26. CITEPA 2003\]](#) [\[27. VITO 2003\]](#) [\[37. Jansen 2005\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[95. CEI-BOIS 2006\]](#) [\[96. Presti 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.10.6.2.1. Ciągłe monitorowanie wydajności adsorbera

Opis

Stosowanie urządzeń monitorujących umożliwia ciągłą kontrolę wydajności adsorbera, np. ciągłe porównywanie poziomu LZO w powietrzu na jego wlocie i wylocie.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji nieoczyszczonych, ponieważ źle działający adsorber można szybko wykryć oraz podjąć działania naprawcze.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W przypadku, gdy system składa się z dwóch lub więcej równoległych jednostek adsorpcyjnych, monitorowanie może być przełączane z jednej na drugą. Podaje się, że w przemyśle motoryzacyjnym, gdzie zmiany stężenia są niewielkie, pomiarów dokonuje się za pomocą urządzeń przenośnych raz w tygodniu lub nawet rzadziej.

Technika ta jest powszechną praktyką w drukarniach stosujących rotograwiurę publikacyjną, gdzie kontrola stopnia odzysku przez złoża węglowe odbywa się poprzez pomiary stężenia i w ustalonych odstępach czasu. Pomaga to w podjęciu decyzji, kiedy złoża węglowe w systemach adsorpcji toluenu musi być oczyszczone. Ponieważ zawartość rozpuszczalnika w powietrzu suszącym jest zmienna, zła kontrola zdolności adsorpcyjnych złoża węglowego może prowadzić do zbyt wczesnego lub zbyt późnego przełączania adsorberów (jeśli jest ich więcej) lub wymiany/oczyszczania węgla aktywnego. Zbyt wczesne przełączanie/wymiana/oczyszczanie prowadzi do nadmiernego zużycia energii, a zbyt późne nieproporcjonalnie zwiększa emisję.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie do nowych i istniejących adsorberów, niezależnie od gałęzi przemysłu. Ciągłe monitorowanie jest wymagane jedynie w przypadku wysokich stężeń lub w przypadku stosowania równoległych urządzeń adsorpcyjnych. Nie jest ona potrzebna w przypadku, gdy adsorber jest integralną częścią systemu oczyszczania i nie dochodzi do uwolnień do powietrza.

Ekonomika

Podaje się, że koszt zainstalowania czterech urządzeń do ciągłego pomiaru LZO wraz z oprogramowaniem i platformami dostępu wyniósł w 2004 r. 2 mln EUR.

Przykładowe zakłady

Zakład #046 (oczyszczanie powietrza z kabiny lakierniczej pochodzącego z nakładania wypełniaczy na bazie rozpuszczalników) w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[7. Niemcy 2003] [78. TWG 2005] [155. TWG 2016]

17.10.6.2.2. Regeneracja zużytego węgla aktywnego

Kiedy powierzchnia adsorbentu wchłonie prawie tyle, ile może, efektywność adsorpcji spada. Adsorbent jest wtedy najczęściej regenerowany poprzez desorpcję zatrzymanych rozpuszczalników (czy innych materiałów). Może to być przeprowadzane na terenie instalacji lub poza nią. Adsorbent gromadzi również materiały, które nie są desorbowlalne, co z czasem prowadzi do coraz większego ograniczenia skuteczności usuwania docelowych zanieczyszczeń przez medium adsorpcyjne. Adsorbent może być regenerowany przez obróbkę cieplną. Jeśli węgiel aktywny lub inne adsorbenty nie mogą być zregenerowane, są one zazwyczaj unieszkodliwiane (np. poprzez spalanie).

17.10.6.3. Absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy (płukanie na mokro)

Opis

Zastosowanie odpowiedniej cieczy do usuwania zanieczyszczeń z gazów odlotowych poprzez absorpcję, w szczególności związków rozpuszczalnych i ciał stałych (pyłów). Odzysk rozpuszczalnika jest możliwy przy użyciu, na przykład, destylacji lub desorpcji termicznej (zob. sekcja 17.10.6.3.1). W przypadku usuwania pyłu, zob. sekcja 17.10.4.2.

Szczegóły techniczne

Płukanie na mokro polega na przeniesieniu masy pomiędzy rozpuszczonym gazem lub pyłem a rozpuszczalnikiem - często wodą - pozostającymi w kontakcie. Płuczki (skruber) fizyczne są preferowane do odzysku substancji chemicznych, podczas gdy płuczki chemiczne są przeznaczone wyłącznie do usuwania i redukcji związków gazowych. Pośrednią pozycję zajmuje płukanie fizyczno-chemiczne. Składnik jest rozpuszczany w cieczy absorbującej i uczestniczy w odwracalnej reakcji chemicznej, która umożliwia odzyskanie komponentu gazowego.

Pełny opis procesu płukania na mokro oraz rodzaje dostępnych urządzeń podano w dokumencie CWW BREF [31. COM 2016]. Skuteczność redukcji emisji w płuczkach gazowych mokrych zależy od czasu przebywania gazu w sekcji absorpcyjnej, rodzaju zastosowanej płuczki, np. wewnętrznych elementów kolumny (upakowane losowo lub strukturalnie itp.), zastosowanej cieczy płuczającej oraz stosunku cieczy do gazu. Jeżeli płyn płuczający jest recykulowany, istotna może być również szybkość regeneracji płynu oraz szybkość dodawania wszelkich substancji chemicznych. Zaabsorbowane rozpuszczalniki można odzyskać w celu ponownego wykorzystania (np. DMF w powlekanii tekstyliów poliuretanem).

Korzyści dla środowiska

- Odzyskiwanie LZO do ponownego wykorzystania.
- Ograniczenie emisji do powietrza.
- Usuwanie zanieczyszczeń gazowych, takich jak NO_x, halogenki wodoru, SO₂, amoniak, siarkowodór lub LZO (jeśli są rozpuszczalne w wodzie, np. IPA, etanol, DMF).

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dane z pięciu systemów oczyszczania na mokro wykazują średnią skuteczność redukcji emisji na poziomie 79.2 % przy zakresie maksimum-minimum 96-75 % (zob. Tabela 21.29).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Wytwarzanie ścieków. Zob. również dokument CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Płukanie na bazie wody ma zastosowanie do polarnych LZO. Jednakże desorpcja może być trudna i energochłonna.

Technika ta jest stosowana w powlekaniiu tekstyliów do odzysku rozpuszczalników rozpuszczalnych w wodzie, takich jak DMF.

Nie stosuje się jej w poligrafii. W powlekaniiu pojazdów stosuje się ją jako technikę wychwytywania nadmiernej mgły lakierniczej (zob. sekcja 17.10.4.2), głównie w przypadku gazów z kabiny lakierniczej.

Ekonomika

Zob. CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana w powlekaniiu pojazdów (jako technika kontroli mgły lakierniczej). Powlekanie tekstyliów: Zakłady #134 i #166 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[31. COM 2016\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[178. COM 2017\]](#) [\[179. COM 2017\]](#)

17.10.6.3.1. Absorpcja w cieczy, a następnie odzysk rozpuszczalnika poprzez kondensację lub utlenianie termiczne

Opis

Absorpcyjne systemy oczyszczania gazów odlotowych są stosowane do stężenia LZO w celu ich odzyskania lub spalania. System składa się z:

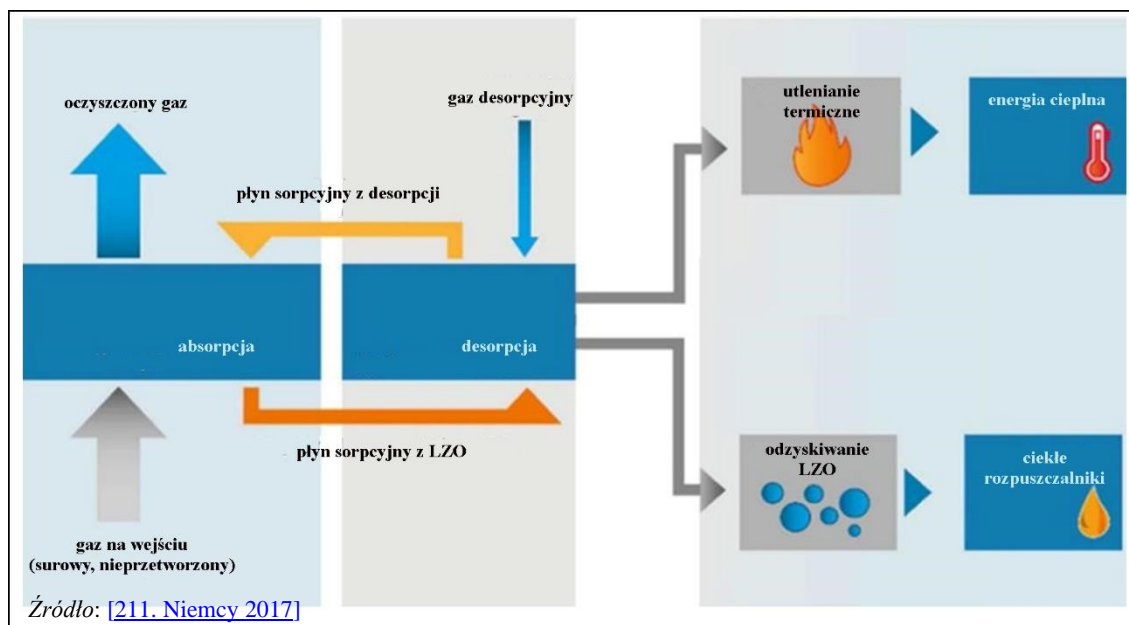
- urządzenia filtrującego (system absorpcyjny);
- desorbera (układu desorpcji); oraz
 - a. etapu kondensacji (odzysk rozpuszczalnika); lub
 - b. etapu utleniania termicznego (zastosowanie energetyczne).

Decyzja dotycząca wyboru jednej z tych dwóch opcji zależy od warunków lokalnych i jest determinowana przez ekonomię i wymagania jakościowe. Zależy ona od zapotrzebowania na ciepło w stosunku do możliwości ponownego wykorzystania odzyskanych rozpuszczalników.

Lotne związki organiczne pochodzące z procesu powlekania pojazdów są gromadzone w układzie absorpcyjnym, co zmniejsza emisję LZO do powietrza. Następnie płyn sorpcyjny obciążony rozpuszczalnikami organicznymi jest kierowany do jednostki desorpcyjnej, gdzie rozpuszczalniki są z tego płynu usuwane. Odbywa się to za pomocą gorącego powietrza, które przechodzi przez podgrzany absorbent w przepływie przeciwnym.

Gorące powietrze obciążone rozpuszczalnikami jest kierowane do instalacji kondensacyjnej lub do utleniania termicznego.

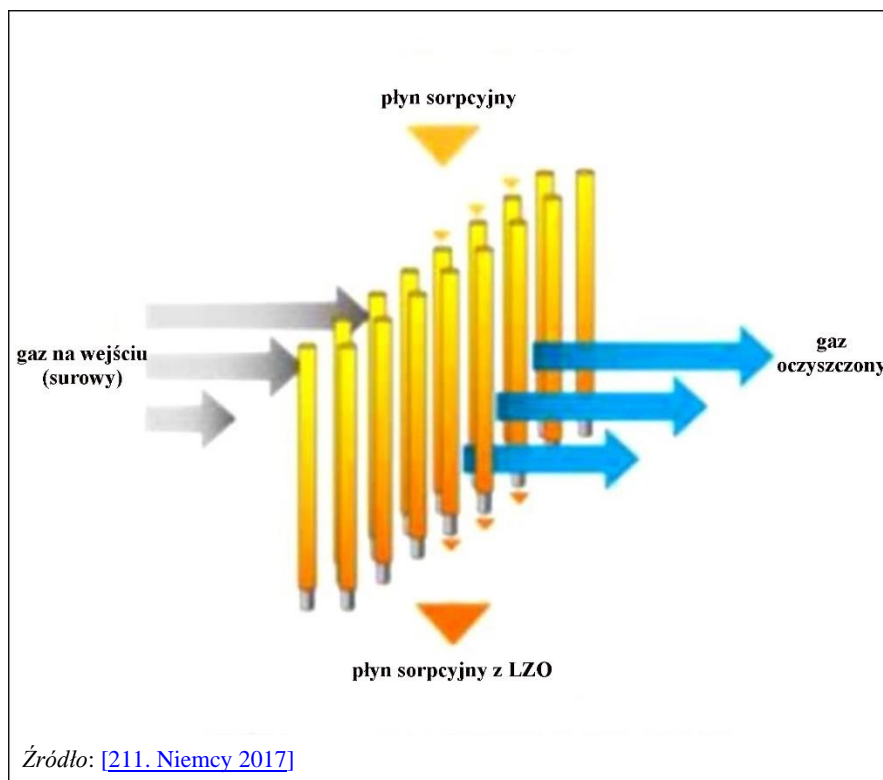
Ilustracja 17.25 przedstawia absorpcję lotnych związków organicznych w cieczy sorpcyjnej, desorpcję gorącym powietrzem w jednostce desorpcyjnej oraz dalsze możliwości wykorzystania stężonych rozpuszczalników.



Ilustracja 17-25 Schemat systemu przetwarzania/oczyszczania absorpcyjnego gazów odlotowych.

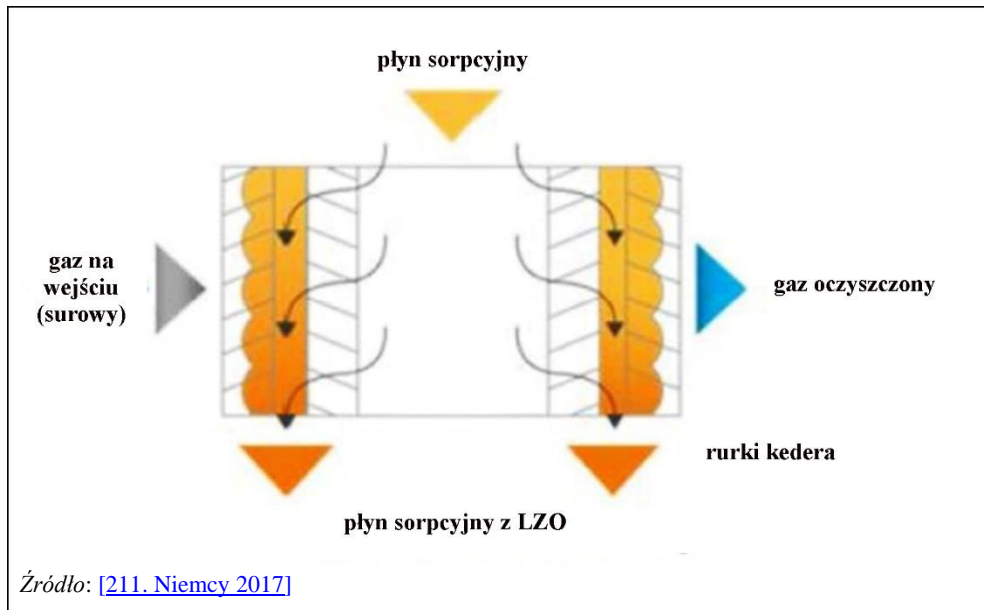
Proces absorpcji odbywa się w module, który wytwarza cienką kurtynę wodną za pomocą porowatych tzw. rurek kedera. Kurtyna ta zapewnia dużą powierzchnię dla poprzecznego przepływu gazów odlotowych. Alternatywnie, zamiast rurek kedera, możliwe jest losowe upakowanie.

Moduły te charakteryzują się niską stratą ciśnienia po stronie gazów odlotowych. W zależności od stężenia gazów odlotowych i składu substancji, które mają być absorbowane, można łączyć szeregowo kilka modułów. Absorbent i gazy odlotowe przepływają w układzie krzyżowym.



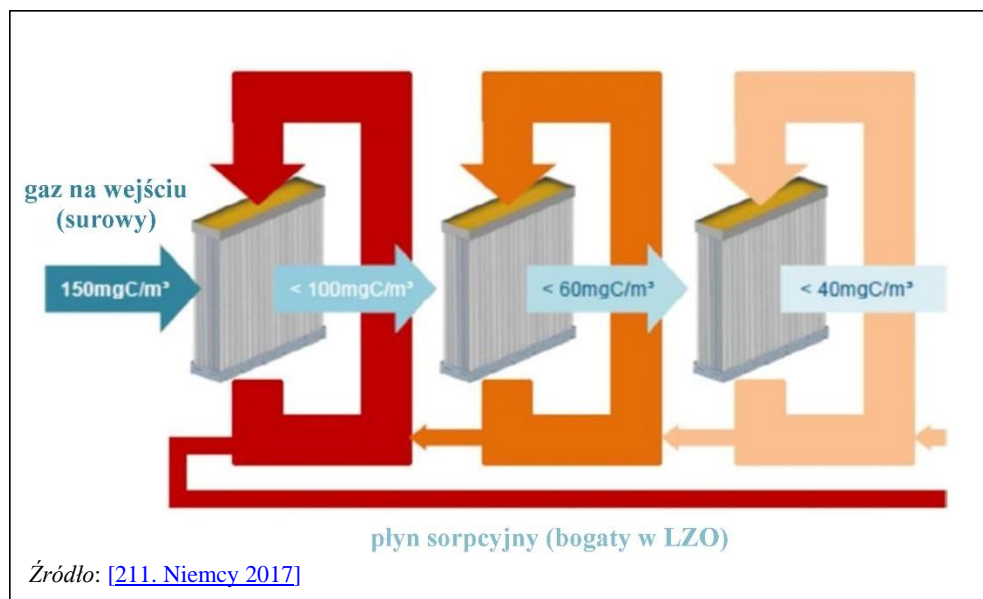
Ilustracja 17-26 Przepływ krzyżowy w jednostce absorpcyjnej (*cross-counter flow*).

Ilustracja 17.27 przedstawia przepływ w rurkach kedera w jednostce absorpcyjnej.



Ilustracja 17-27 Rurki Kedera w jednostce absorpcyjnej.

Ilustracja 17.28 przedstawia kaskadę filtracyjną złożoną z jednostek absorpcyjnych.

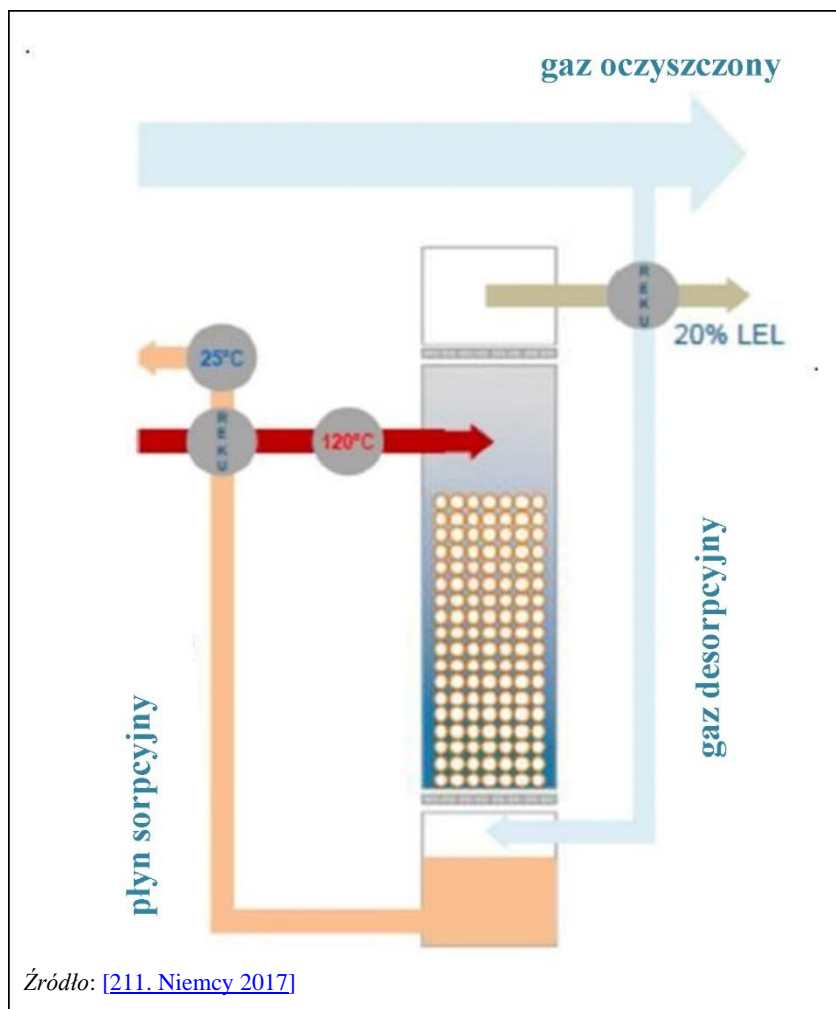


Ilustracja 17-28 Kaskada filtracyjna jednostek absorpcyjnych.

Ilustracja 17.29 przedstawia szczegóły jednostki desorpcyjnej. Ciemnoczerwona strzałka wskazuje wlot obciążonego LZO płynu pochodzącego z absorpcji; jasnoczerwona linia pokazuje powrót płynu do jednostki absorpcyjnej.

Przed powrotem do jednostki absorpcyjnej, gorący płyn na wylocie przechodzi przez jednostkę wymiany ciepła w celu podgrzania płynu wpływającego. W przypadku desorpcji, wpływający płyn jest podgrzewany do 130 °C.

Mały objętościowo strumień czystego gazu / świeżego powietrza przepływa przez kolumnę przeciwnie do cieczy. Czysty gaz wyciąga LZO z cieczy i zostaje w niej wzbogacony. Wzbogacony w ten sposób gaz desorpcyjny może być następnie użyty do odzysku LZO (kondensacja) lub spalony w utleniaczu termicznym.



Ilustracja 17-29 Schemat blokowy jednostki desorpcyjnej.

Instalacja absorpcyjna jest używana przez producenta samochodów w Niemczech do oczyszczania skażonych rozpuszczalnikami gazów odlotowych z kabin lakierniczych. W tych kabinach powlekaną są, również ręcznie, części samochodowe (głównie części z tworzyw sztucznych z seryjnie nakładaną warstwą nawierzchniową).

Absorpcja i desorpcja w tej instalacji są połączone z kondensacją (odzyskiem) rozpuszczalników.

- Wymiary całego systemu filtracyjnego: 20,2 m x 9,7 m x 4,7 (dł. x szer. x wys.).
- Przepływ powietrza: 220 000 m³/h (dwie linie po 110 000 m³/h każda).
- Absorber: 128 modułów absorpcyjnych.
- Ilość absorbentów: ~12 700 litrów.
- Automatyczna kontrola poziomu napełnienia i temperatury.
- Ciągłe uzupełnianie absorbentów.
- Temperatury: absorpcja 25 °C, desorpcja 130 °C, kondensacja - 52 °C.
- Stężenie w gazie surowym (na wlocie): maks. 130 mg C/Nm³.
- Wydajność separacji: (w zależności od ładunku LZO w gazie surowym) ~17.8 kg LZO/h.
- Wymiary desorbera: 7,3 m x 7,8 m x 6,5 m (dł. x szer. x wys.).
- Objętość złoża: ~ 7.9 m³.

- Wymiary jednostki do kondensacji: 11 m x 1,5 m x 3,8 m (dł. x szer. x wys.).

Korzyści dla środowiska

System oczyszczania gazów odlotowych redukuje emisję lotnych związków organicznych. Rozpuszczalniki, które są zebrane przez absorbent mogą być odzyskane w postaci ciekłej, na terenie instalacji, przez system desorpcji. Zdesorbowane rozpuszczalniki mogą być alternatywnie doprowadzone do utleniania termicznego.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

- Stężenie TVOC w gazie odlotowym: generalnie $< 50 \text{ mg C/Nm}^3$.
- Maksymalne stężenie na wlocie do systemu sięga dolnej granicy wybuchowości (LEL).
- Stosunek stężeń w zakresie od $\sim 30:1$ do $\sim 150:1$, w zależności od stężenia gazu surowego (na wejściu).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii: System prowadzi do dodatkowego zużycia energii w postaci gazu ziemnego i energii elektrycznej. Wzrost zużycia energii elektrycznej przez wentylator wyciągowy obliczono oddzielnie od zużycia energii elektrycznej przez wentylator wyciągowy pracujący bez systemu oczyszczania gazów odlotowych. Poniższe dane odnoszą się do przykładowej instalacji wskazanej wcześniej.

Gaz ziemny:

Utleniacz termiczny: $\sim 130 \text{ kW}_{\text{th}}$.

Energia elektryczna:

- Oczyszczanie powietrza odlotowego: $\sim 46 \text{ kW}_{\text{el}}$.
- Schładzanie płynu sorpcyjnego: $\sim 24 \text{ kW}_{\text{el}}$.
- Wentylator wyciągowy (dodatkowo): $\sim 120 \text{ kW}_{\text{el}}$.

Ponadto, po każdej godzinie pracy urządzenia należy uzupełnić ubytek 0.5-0.75 kg płynu sorpcyjnego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

System oczyszczania gazów odlotowych może być stosowany w nowych instalacjach oraz przy modernizacji istniejących. Jednostka absorpcyjna może być zainstalowana w istniejących kanałach wentylacyjnych. Jeśli nie jest to możliwe ze względu na ograniczoną przestrzeń, możliwe jest oddzielne umiejscowienie jednostek absorpcyjnych i desorpcyjnych.

W przypadku zmiennych stężeń LZO w gazie surowym, zdolność magazynowania przez absorbent może być wykorzystana do czasowego rozdzielania absorpcji i desorpcji.

Siła napędowa wdrażania

Głównym powodem wdrożenia absorpcyjnego systemu oczyszczania gazów odlotowych są wymagania prawne. System może być stosowany do stężenia LZO tam, gdzie substancje powłokowe utrudniają zastosowanie zeolitowego wirnika absorpcyjnego (np. lakiery UV, środki wysokowrzące).

System ten może być stosowany tam, gdzie celem jest odzysk rozpuszczalnika.

System znajduje zastosowanie tam, gdzie systemy kogeneracyjne są ekonomicznie opłacalne.

Przykładowe zakłady

Porsche Zuffenhausen.

Porsche Leipzig.

BMW Group Werk Landshut.

Literatura źródłowa

[211. Niemcy 2017] [komentarz ACEA #236 w [212. TWG 2018]]

17.10.7. Oczyszczanie biologiczne (przetwarzanie) gazów odlotowych

Opis

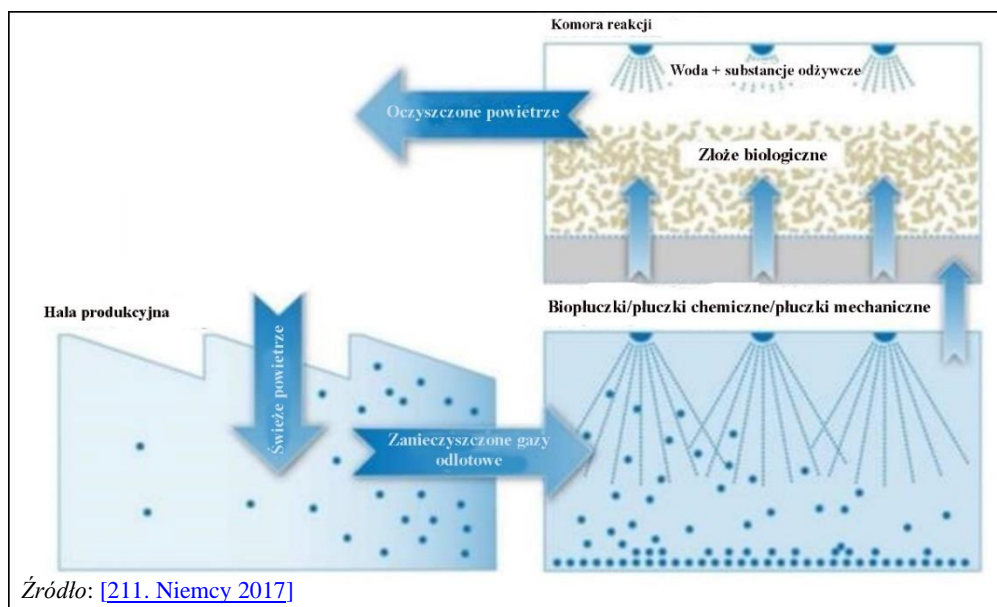
Gazy odlotowe są odpylane i przesyłane do reaktora ze złożem biologicznym (biofiltrem). Biofiltr składa się ze złoża materiału organicznego (takiego jak torf, wrzos, kompost, korzenie, kora drzew, drewno miękkie i różne kombinacje) lub materiału obojętnego (takiego jak glina, węgiel aktywny i poliuretan), gdzie strumień gazów odlotowych jest biologicznie utleniany, przez naturalnie występujące mikroorganizmy, do dwutlenku węgla, wody, soli nieorganicznych i biomasy. Biofiltr jest wrażliwy na kurz, wysokie temperatury lub duże zmiany w gazach odlotowych, np. temperatury wlotu lub stężenia LZO. Może być konieczne uzupełnianie materiału biofiltra.

Szczegóły techniczne

Biologiczny system oczyszczania gazów odlotowych składa się z:

- płuczki (skruber) do odpylania i nawilżania gazów odlotowych;
- reaktora ze złożem biologicznym (biofiltrem) do niszczenia zanieczyszczeń;
- systemu automatycznego nawilżania dostarczającego mikroorganizmom w reaktorze wody i składników odżywczych;
- wymiennika ciepła do podgrzewania świeżego powietrza w hali produkcyjnej.

Ilustracja 17.30 przedstawia halę produkcyjną, płuczkę, reaktor i wymiennik ciepła.



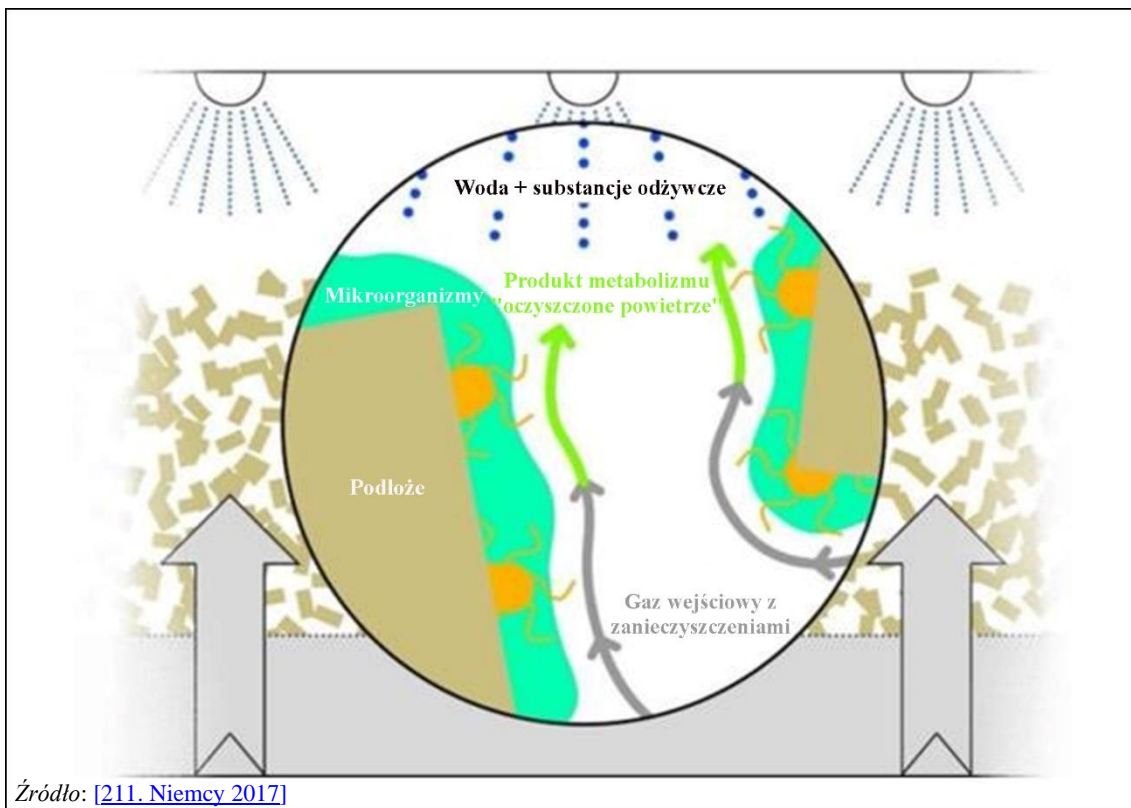
Ilustracja 17-30 Schemat systemu biologicznego oczyszczania gazów odlotowych.

Płuczka pracuje przy przeciwnym przepływie gazu. Większa część wody z płuczki jest recykulowana. W razie potrzeby instaluje się system oczyszczania ścieków. Minimalizuje on

zużycie wody oraz zapewnia zgodność z lokalnymi ograniczeniami dotyczącymi zrzutu ścieków do kanalizacji. Biologiczny system oczyszczania gazów odlotowych oparty jest na aktywności mikroorganizmów. Organizmy te biochemicznie utleniają zanieczyszczenia organiczne, jak również część nieorganicznych gazowych związków odpadowych. Są one przekształcane w substancje nietoksyczne i niewyczuwalne zapachowo.

W reaktorze, mikroorganizmy są umieszczone na stałym materiale nośnym. Zanieczyszczenia zawarte w gazach odlotowych zostają zaabsorbowane przez powierzchnię materiału nośnego (przekształcenie w fazę ciekłą). Dzięki temu są one dostępne dla mikroorganizmów. W celu zbudowania własnej biomasy mikroorganizmy wykorzystują zanieczyszczenia jako źródło pożywienia i energii.

Reaktor zawiera kilka warstw materiału uszczelniającego. Dolne warstwy składają się z gruboziarnistego materiału tworzącego strukturę reaktora. Funkcją tych warstw jest odwadnianie oraz rozprowadzanie powietrza.



Źródło: [211. Niemcy 2017]

Ilustracja 17-31 Reaktor do biologicznego oczyszczania gazów odlotowych.

Materiał wspomagający jest zasadniczą częścią systemu oczyszczania gazów odlotowych. Jest on dostosowywany do każdego konkretnego przypadku i składa się z substancji organicznych (Ilustracja 17.32). Materiał jest opracowywany i specyfikowany przez dostawcę; jest produkowany w warunkach procesu kontrolowanego pod względem jakości.



Źródło: [211. Niemcy 2017]

Ilustracja 17-32 Materiał biofiltra.

W górnej warstwie stosuje się specjalną mieszankę aktywną, która wykazała dobre wyniki w zakresie rozkładu węglowodorów i zapachów. Materiał jest wysoce odporny na zniszczenia biologiczne. Prowadzi to do długiej żywotności. Duże pory zapewniają wysoką skuteczność biologiczną. Aktywność mikroorganizmów, a tym samym funkcjonowanie systemu biofiltrów, są zapewnione tylko wtedy, gdy materiał nośny i biomasa są dostosowane do procesu. Adaptacja obejmuje dostosowanie objętości porów i zdolności absorpcyjnych (pojemność buforowa). Zapewnia to wysoką całkowitą powierzchnię biofiltra i wystarczający czas retencji.

Kiedy system zaczyna działać, materiał nośny zostaje zaszczerpiiony specyficzną kulturą bakterii dostosowaną do odpowiedniego składu gazów odlotowych. Dzięki temu, pełna wydajność zostaje osiągnięta w stosunkowo krótkim czasie.

Po dostosowaniu do zawartości substancji organicznych w gazach odlotowych, w materiale filtracyjnym tworzy się i utrzymuje w równowadze specyficzna biocenoza, która jest właściwa dla składu gazów odlotowych oraz stężeń poszczególnych składników.

W wyniku metabolizmu bakterii powstaje woda, CO₂ i biomasa. Ponieważ związki organiczne są rozkładane, w materiale biofiltra nie gromadzą się żadne zanieczyszczenia. Mikroorganizmy rosną szybko, jeśli zaopatrzenie w składniki odżywcze jest zoptymalizowane. Szybko przystosowują się do zmieniających się warunków życia. W zależności od rodzaju składników odżywczych, pewna populacja rozwija się w czasie, podczas gdy inne mikroorganizmy giną.

Szczyty stężeń w gazach odlotowych mogą być magazynowane w biofiltrze dzięki wysokiej pojemności buforowej materiału. Zmagazynowane związki organiczne będą później rozkładane przez mikroorganizmy.

Jeśli ładunek OWO (z gazów odlotowych) nie jest wystarczający, mikroorganizmy mogą wymagać podawania mieszaniny składników odżywczych w celu zapewnienia ciągłości procesu rozkładu oraz stabilnej wydajności oczyszczania gazów odlotowych.

Korzyści dla środowiska

Biologiczny system oczyszczania gazów odlotowych redukuje emisję LZO oraz minimalizuje emisję odorów i pyłów.

Zgłoszono tylko dwa zestawy danych dotyczących skuteczności redukcji w przypadku techniki biologicznego oczyszczania gazów odlotowych, przy czym skuteczność ta wahała się od 83 % do 94.3 % [[155, TWG 2016](#)].

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Przykładowa instalacja do powlekania powierzchni metali [[211, Niemcy 2017](#)]:

- Metoda pomiaru OWO: FID (EN 12619:2013-04).
- Czas pomiaru: 30 minut.
- Stężenie OWO w gazie surowym od 50 mg C/Nm³ do 300 mg C/Nm³.
- Limity stężenia w gazach odlotowych: OWO 50 mg/Nm³, pył 3 mg/Nm³.
- Pomiar (7/8/2013): OWO 18.3/27.3/34.9 mg/Nm³, pył max. < 0.32 mg/Nm³.
- Pomiar (15/7/2015): OWO max. 41.1 mg/Nm³, pył max. 0.77 mg/Nm³.
- Niepewność pomiaru (15/7/2015): OWO 6.5 mg/Nm³, pył 0.22 mg/Nm³.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii: Biofiltr powoduje mały spadek ciśnienia w strumieniu gazów odlotowych i dlatego wymaga tylko niewielkiego zwiększenia mocy wentylatora tych gazów. Dodatkowe zużycie wynosi około 30 kWh (bez konwencjonalnego zużycia energii elektrycznej na potrzeby wentylacji, która i tak jest potrzebna ze względu na BHP).

Ze względu na aktywność biologiczną w biofiltrze temperatura gazów odlotowych jest o 2 °C wyższa niż temperatura na wlocie. Ta energia może być odzyskana w kolejnym wymienniku ciepła do ogrzania świeżego powietrza potrzebnego w halach produkcyjnych. W zimie, w zależności od poziomu temperatury zewnętrznej, można zastąpić około 50-75 % energii grzewczej.

Ścieki: Ścieki powstają w wyniku pracy płuczki (skrubera) i biofiltra. Właściwości ścieków zależą od składu gazów odlotowych i stężenia w nich związków organicznych. Zazwyczaj dozwolone jest odprowadzanie do kanalizacji komunalnej.

Typowa charakterystyka ścieków [[211, Niemcy 2017](#)]:

- Temperatura ścieków: 10-30 °C.
- pH około 6 – 8.
- Przewodność: około 500-2 000 μS/cm.
- ChZT: około 400-2 000 mg/l.

Odpady: Kiedy materiał nośny osiągnie koniec okresu użytkowania, może zostać zutylizowany w spalarni biomasy lub w kompostowni, ponieważ zanieczyszczenia nie są zatrzymywane, jako że zostały rozłożone.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Biologiczny system oczyszczania gazów odlotowych może być stosowany w nowych instalacjach oraz przy modernizacji istniejących. System ten może być używany do oczyszczania wszystkich biologicznie degradowalnych lotnych związków organicznych (z wyjątkiem metanu) powstających podczas powlekania. Nie jest on jednak stosowany w przypadku powlekania pojazdów.

Każdy system biofiltrów musi być dostosowany do konkretnej (kombinacji) substancji organicznych w gazie surowym (na wlocie). Zmiana składu gazu surowego może prowadzić do nieprzewidywalnych wyników w odniesieniu do skuteczności redukcji systemu filtrującego. Dlatego operatorzy, którzy często muszą przełączać się pomiędzy różnymi systemami powłok dostosowanymi do potrzeb klienta, mogą nie być w stanie spełnić limitów emisji w każdych okolicznościach.

Ponadto, systemy biofiltrów nie są w stanie oczyszczać gazów odlotowych przy szybkich i częstych zmianach stężenia i składu rozpuszczalników na wlocie.

Ekonomika

Koszty inwestycyjne i operacyjne zależą od objętości gazów odlotowych oraz poziomu stężenia w nich związków organicznych, które mają być poddane oczyszczaniu.

Koszty operacyjne (energia elektryczna, woda, składniki odżywcze, chemikalia, materiał biofiltra, odprowadzanie ścieków) zmieniają się ze względu na niejednorodny skład gazów odlotowych, zmienne ilości tych gazów oraz ich zmienny skład. Poniższe wartości mają charakter szacunkowy. Koszty utylizacji materiału biofiltra na koniec okresu eksploatacji zostały pominięte, ponieważ zakłada się, że odzysk energii w instalacji spalania biomasy może odbywać się bez dodatkowych kosztów [211. Niemcy, 2017].

- Objętość gazów odlotowych:
 - 60 000 Nm³ przy pełnym obciążeniu (około 2 000 h/rok);
 - 30 000 Nm³ przy obciążeniu częściowym (około 2 000 h/rok).
- Stężenie TVOC w gazie surowym: około 250 mg C/Nm³.
- Koszty inwestycji: około 400 000 EUR.
- Koszty operacyjne: około 29 000 EUR/rok.
- Zabiegi konserwacyjne: 1-3 h tygodniowo.
- Jednostkowe koszty oczyszczania gazów odlotowych: 0.000016 EUR /m³.

Przykładowe zakłady

Powlekanie metalu: Vallo & Vogler Oberflächenveredlung, GmbH.

Powlekanie drewna: Möbelwerkstätten Hunke GmbH.

Zakłady #117 (opakowania metalowe) i #027 (fleksografia) w [155. TWG 2016].

Literatura źródłowa

[155. TWG 2016] [211. Niemcy 2017]

17.10.8. Techniki ograniczania emisji NO_x

17.10.8.1. Optymalizacja warunków oczyszczania termicznego

Opis

Dobre zaprojektowany system komór spalania, palników i związanego z nimi wyposażenia/urządzeń połączony z optymalizacją warunków spalania (np. poprzez kontrolę parametrów spalania, takich jak temperatura i czas przebywania) z wykorzystaniem lub bez wykorzystania systemów automatycznych oraz regularną i planową konserwacją systemu, zgodnie z zaleceniami producentów.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji TVOC, NO_x i CO do powietrza.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zgłoszone dane dotyczące emisji NO_x z systemów utleniania termicznego przedstawiono w sekcji 17.10.1 oraz na Ilustracji 17.18 [[155. TWG 2016](#)].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona w przypadku istniejących obiektów ze względu na techniczno-ekonomiczne możliwości ulepszenia konstrukcji komory spalania.

17.10.8.2. Stosowanie palników o niskiej emisji NO_x

Opis

Szczytowa temperatura płomienia w komorze spalania zostaje obniżona, opóźniająca, ale dokończając spalanie a także zwiększając wymianę ciepła (zwiększona emisyjność płomienia). Jest to połączone z wydłużonym czasem przebywania gazów odlotowych w komorze celem osiągnięcia pożądanego zniszczenia LZO.

Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji NO_x do powietrza.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Możliwość stosowania tej techniki może być limitowana przez ograniczenia projektowe i/lub operacyjne w istniejących zakładach.

Technika ta nie jest stosowana w produkcji drutu nawojowego ani w powlekanii tekstyliów, folii i papieru. W przypadku obu tych sektorów, emitowane NO_x wynikają głównie z zawartości azotu w stosowanych rozpuszczalnikach [komentarz EWWG/ORGALIM #94 i komentarz BE #105 w [\[212. TWG 2018\]](#)]. Nie jest również uważana za najnowocześniejszą w sektorze powlekania powierzchni drewnianych [\[262. ESVOC i in. 2019\]](#).

Literatura źródłowa

[\[212. TWG 2018\]](#) [\[262. ESVOC i in. 2019\]](#)

17.11. Techniki uzdatniania ścieków

Oczyszczanie/uzdatnianie ścieków może być przeprowadzane na terenie instalacji lub poza nią. Oczyszczanie poza terenem zakładu wymaga odprowadzania ścieków o niskich stężeniach zanieczyszczeń. W przypadku sektora STS stężenie rozpuszczalników w odprowadzanych ściekach jest funkcją bilansu masy rozpuszczalników (zob. sekcja 17.3.1), a jego obliczenie jest ważne dla dokładności obliczenia SMB. Oczyszczanie ścieków może stać się problemem, kiedy produkty na bazie rozpuszczalników są zastępowane alternatywami na bazie wody, np. kiedy w ściekach znajdują się rozpuszczalne rozpuszczalniki, polimery i plastyfikatory. Oczyszczanie ścieków zostało obszernie opisane w innych miejscach, np. w dokumencie CWW BREF [31. COM 2016], a w przypadku tego sektora w [46. Francja 2002]. Natomiast więcej informacji na temat technik oczyszczania ścieków w przypadku działalności opartej na wodzie można znaleźć w dokumencie STM BREF [23. COM 2006].

Informacje na temat przykładowych zakładów stosujących wymienione poniżej techniki oczyszczania ścieków można znaleźć w odpowiednich sekcjach dotyczących emisji do wody rozdziałów od 2 do 15.

17.11.1. Techniki wstępne, podstawowe i ogólne

17.11.1.1. Neutralizacja

Opis

Doprowadzenie pH ścieków do wartości neutralnej (ok. 7). Celem są kwasy i zasady w nich zawarte. Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [23. COM 2006] i CWW BREF [31. COM 2016].

17.11.1.2. Wyrównanie

Opis

Bilansowanie przepływów i ładunków zanieczyszczeń poprzez zastosowanie zbiorników lub innych technik gospodarowania. Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [23. COM 2006] i CWW BREF [31. COM 2016].

17.11.1.3. Separacja fizyczna

Opis

Zastosowanie np. sit, przesiewaczy, separatorów z żwirem, osadników i separatorów magnetycznych celem usunięcia ze ścieków większości ciał stałych, zawiesin i/lub cząstek metali. Więcej informacji znajduje się w dokumencie STM BREF [23. COM 2006].

17.11.2. Fizyczno-chemiczne techniki przetwarzania

17.11.2.1. Redukcja chemiczna

Opis

Redukcja chemiczna polega na przekształceniu zanieczyszczeń za pomocą chemicznych środków redukujących w podobne, ale mniej szkodliwe lub niebezpieczne związki. Zanieczyszczenia, na które ukierunkowana jest redukcja, to głównie substancje rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub inhibicji, np. chrom sześciowartościowy (Cr(VI)).

Cr(VI) jest przekształcany przez chemiczny środek redukujący w Cr(III), aby umożliwić dalsze wytrącanie i usuwanie. Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) i CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana, zwłaszcza gdy nakłada się powłoki konwersyjne Cr(VI) (zob. również sekcja 6.4.6.2).

17.11.2.2. Destylacja próżniowa

Opis

Usuwanie zanieczyszczeń poprzez termiczne oczyszczanie ścieków pod zmniejszonym ciśnieniem. Destylacja próżniowa jest techniką, która wykorzystuje podciśnienie do ekstrakcji LZO ze ścieków. Jest to system odzysku przez odparowanie, w którym podciśnienie jest stosowane celem obniżenia temperatury destylacji. Pozwala to zaoszczędzić na kosztach ogrzewania, a także zapobiega rozkładowi mniej stabilnych substancji pod wpływem wysokich temperatur, które byłyby wymagane przy ciśnieniu atmosferycznym.

Zanieczyszczeniami docelowymi są zanieczyszczenia rozpuszczone, nieulegające biodegradacji lub inhibujące, które mogą być destylowane, np. niektóre rozpuszczalniki.

Więcej informacji znajduje się w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.2.3. Adsorpcja

Opis

Usuwanie substancji rozpuszczalnych (*solutes*) ze ścieków poprzez przenoszenie ich na powierzchnię stałych, wysoce porowatych cząstek (zazwyczaj węgla aktywnego). Zanieczyszczeniami docelowymi są adsorbowalne rozpuszczone zanieczyszczenia nie ulegające biodegradacji lub inhibitory, np. AOX. Technika ta została opisana w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.2.4. Strącanie

Opis

Zamiana rozpuszczonych zanieczyszczeń w nierozpuszczalne związki poprzez dodanie środków strącających. Wytworzone stałe osady są następnie oddzielane poprzez sedymentację, flotację lub filtrację. Zanieczyszczeniami, na które ukierunkowany jest proces, są rozpuszczalne substancje strącające nieulegające biodegradacji lub inhibitory (np. metale). Więcej informacji znajduje się w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.2.5. Wymiana jonowa

Opis

Retencja zanieczyszczeń jonowych ze ścieków i zastąpienie ich przez bardziej akceptowalne jony przy użyciu żywicy jonowymiennej. Zanieczyszczenia są tymczasowo zatrzymywane, a następnie uwalniane do cieczy regenerującej lub płuczającej. Zanieczyszczeniami na które ukierunkowany jest proces są zanieczyszczenia jonowe, rozpuszczone, nie ulegające biodegradacji lub inhibitory, np. metale. Więcej informacji znajduje się w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.2.6. Odpędzanie

Usuwanie zanieczyszczeń nadających się do oczyszczenia z fazy wodnej za pomocą fazy gazowej (np. pary, azotu lub powietrza), przepuszczanej przez ciecz. Skuteczność usuwania może być zwiększona poprzez podniesienie temperatury lub obniżenie ciśnienia. Zanieczyszczeniami na które ukierunkowany jest proces są zanieczyszczenia dające się usunąć, np. niektóre adsorbowalne organicznie związane halogeny (AOX). Więcej informacji znajduje się w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.3. Oczyszczanie (przetwarzanie) biologiczne

Opis

Wykorzystanie mikroorganizmów do oczyszczania ścieków (np. oczyszczanie beztlenowe lub oczyszczanie tlenowe). Zanieczyszczeniami na które ukierunkowany jest proces są biodegradowalne związki organiczne. Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) i CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.4. Techniki usuwania ciał stałych

17.11.4.1. Koagulacja i flokulacja

Opis

Koagulacja i flokulacja są stosowane do oddzielania zawiesin ze ścieków i często są przeprowadzane w kolejnych etapach. Koagulacja polega na dodaniu koagulantów o ładunkach przeciwnych do ładunków zawieszonych ciał stałych. Flokulacja to etap delikatnego mieszania, w którym zderzenia cząstek mikroflokków powodują ich łączenie się w celu wytworzenia większych kłaczków. Może być ona wspomagana przez dodanie polimerów. Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) i CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.4.1.1. Elektroflokulacja

Opis

Elektroflokulacja to flotacja wykorzystująca elektrolitycznie generowane pęcherzyki wodoru i tlenu do oddzielania substancji zawieszonych od faz wodnych. Jest to skuteczne w oddzielaniu ścieków, które nie osadzają się dobrze grawitacyjnie, takich jak ścieki zaolejone lub emulsje olejowo-wodne, itp. Więcej informacji znajduje się w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#).

17.11.4.2. Osadzanie (sedymentacja)

Opis

Oddzielanie zawieszonych cząstek przez osadzanie grawitacyjne. Po flokulacji (zob. sekcja 17.11.4.1), sedymentacja może być stosowana do oddzielenia ścieków, które mają być odprowadzone, od osadów.

Sedymentacja opiera się na różnicy gęstości w celu osiągnięcia rozdziału faz; osad opada na dno. Proces sedymentacji może być ulepszony przez zastosowanie separatora z płytami równoległymi lub separatora lamelowego. Zagęszczony osad jest wypompowywany z osadnika.

Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) i CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.4.3. Filtracja (ultra- i nanofiltracja oraz odwrócona osmoza)

Opis

Oddzielanie ciał stałych od ścieków poprzez przepuszczanie ich przez porowate medium, np. filtracja przez piasek, nano-, mikro- i ultrafiltracja.

Ścieki pod wysokim ciśnieniem przepływają wzdłuż półprzepuszczalnej membrany, która przepuszcza małe cząsteczki, takie jak woda, ale nie przepuszcza większych. Stężenie zanieczyszczeń wzrasta w miarę wielokrotnego przepuszczania ścieków przez filtr. Różnica w tych technikach polega na wielkości porów filtrów, a więc cząsteczek, które są filtrowane. Istnieją cztery dostępne metody membranowe. Mikrofiltracja (MF), ultrafiltracja (UF), nanofiltracja (NF) i odwrócona osmoza (RO). MF i UF są głównie używane do separacji ciał stałych i oleju. NF i RO są stosowane do oddzielania rozpuszczonych związków i jonów. Cząstki stałe w wodzie blokują NF i RO i następuje zjawisko tzw. foulingu (zamulania) membran. Dlatego wymagany jest wydajny mechaniczny filtr wstępny [komentarz DK #18 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Więcej informacji znajduje się w dokumentach STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) i CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.11.4.4. Flotacja

Opis

Oddzielanie cząstek stałych lub ciekłych od ścieków poprzez przyłączanie ich do drobnych pęcherzyków gazu, zwykle powietrza. Pływające cząstki gromadzą się na powierzchni wody i są zbierane za pomocą odpieniaczy (skimmerów). Więcej informacji znajduje się w dokumencie CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#).

17.12. Techniki gospodarowania odpadami

W kolejnych sekcjach przedstawiono techniki mające na celu odpowiednie gospodarowanie odpadami oraz ich monitorowanie, jak również techniki stosowane w celu zminimalizowania ilości odpadów, przekazywanych do unieszkodliwienia, poprzez odzysk i ponowne wykorzystanie.

Zob. także sekcję 17.2.4 dotyczącą minimalizacji zużycia surowców oraz sekcję 17.12.3 dotyczącą środków ograniczających straty surowców w wodach procesowych.

17.12.1. Plan gospodarowania odpadami

Opis

Plan gospodarowania odpadami stanowi część EMS (zob. sekcja 17.1.1) i jest zbiorem środków mających na celu 1) minimalizację wytwarzania odpadów, 2) optymalizację ponownego wykorzystania, regeneracji, recyklingu i/lub odzyskiwania energii z odpadów oraz 3) zapewnienie właściwego unieszkodliwiania odpadów.

Korzyści dla środowiska

- Zmniejszenie całkowitej ilości wytwarzanych odpadów oraz ilości rozpuszczalników w odpadach.
- Zwiększenie ogólnej ekologiczności instalacji.
- Oszczędność surowców i zasobów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ustalenie zawartości rozpuszczalnika w odpadach jest częścią obliczania bilansu masy rozpuszczalnika (SMB) prowadzonego celem ustalenia wsadu rozpuszczalnika oraz jego ilości na wyjściu z procesu (zob. sekcja 17.3.1).

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Ekonomika

Czas pracy personelu wymagany do przygotowania i aktualizacji planu gospodarowania odpadami.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana.

Literatura źródłowa

[\[31. COM 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.2. Monitorowanie ilości odpadów

Opis

Roczna rejestracja ilości wytworzonych odpadów dla każdego ich rodzaju. Zawartość rozpuszczalnika w odpadach jest ustalana okresowo (co najmniej raz w roku) w drodze analizy lub obliczeń.

Szczegóły techniczne

W przypadku zakładów STS powszechną praktyką jest mierzenie ilości wytwarzanych odpadów oraz prowadzenie odpowiedniej dokumentacji. Informacje na temat zawartości rozpuszczalnika w odpadach są również dostępne i uzyskiwane albo poprzez pomiar (analizę) albo poprzez obliczenie/szacowanie. Więcej informacji i powiązanych danych na temat monitorowania ilości odpadów, jak również na temat zawartości rozpuszczalników w wytworzonych strumieniach odpadów można znaleźć w odpowiednich sekcjach dotyczących wytwarzania odpadów w rozdziałach 2-15.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie emisji rozpuszczalników w odpadach dzięki lepszej informacji.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ustalenie zawartości rozpuszczalnika w odpadach jest częścią obliczania bilansu masy rozpuszczalnika (SMB) prowadzonego celem ustalenia wsadu rozpuszczalnika oraz jego ilości na wyjściu z procesu (zob. sekcja 17.3.1).

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Siła napędowa wdrażania

Zawartość rozpuszczalnika w odpadach jest częścią obliczania bilansu masy rozpuszczalnika (SMB) prowadzonego celem ustalenia wsadu rozpuszczalnika oraz jego ilości na wyjściu z procesu (zob. sekcja 17.3.1).

Przykładowe zakłady

Monitorowanie ilości odpadów oraz zawartości rozpuszczalników w strumieniach odpadów zgłosiły prawie wszystkie zakłady uczestniczące w gromadzeniu danych.

Literatura źródłowa

[\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.3. Odzysk/recykling rozpuszczalników

Technika ta może obejmować:

- odzysk/recykling rozpuszczalników z odpadów ciekłych przez filtrację (zob. sekcja 17.12.3.1.1) lub destylację (zob. sekcja 17.12.3.1.2) na terenie zakładu lub poza nim;
- odzysk/recykling rozpuszczalników z ściereczek/szmatek poprzez odsączenie grawitacyjne, wyżymanie lub odwirowywanie (zob. sekcja 17.12.3.2).

17.12.3.1. Odzyskiwanie zużytych rozpuszczalników z procesu i czyszczenia

Opis

Rozpuszczalniki są odzyskiwane z odpadów ciekłych generowanych przez proces i systemy czyszczące.

Szczegóły techniczne

Zużyte rozpuszczalniki, np. używane do czyszczenia, mogą być przetwarzane w celu ponownego użycia, np. przez filtrację lub destylację (zob. sekcje 17.12.3.1.1 i 17.12.3.1.2). Zarówno odzysk jak i ponowne użycie może odbywać się na terenie zakładu lub poza nim. Przykładowo, tam gdzie stosowane są systemy czyszczenia tłoków lub systemy odmulania, rozpuszczalniki są używane do czyszczenia systemu po każdej zmianie koloru - jest to nazywane odmulaniem. Nowoczesny sprzęt doprowadzający farby do procesu obejmuje odzyskiwanie rozpuszczalników z przedmuchiów. Rozpuszczalniki mogą być również usuwane jako odpady niebezpieczne do instalacji ich odzysku znajdującej się poza terenem zakładu. Tam, czyste rozpuszczalniki są ponownie wykorzystywane, chociaż niekoniecznie przez tego samego użytkownika.

Czyszczenie można przeprowadzać w maszynach czyszczących, w których rozpuszczalnik jest odzyskiwany i ponownie wykorzystywany wewnątrz instalacji (zob. sekcja 17.8.6). Do tej techniki można stosować fluorowane LZO, w połączeniu z zamkniętymi (hermetycznymi) systemami magazynowania i usuwania odpadów.

Korzyści dla środowiska

Korzyści obejmują zmniejszenie ilości odpadów niebezpiecznych oraz redukcję zużycia świeżych rozpuszczalników. Poprzez ponowne wykorzystanie odpadów niebezpiecznych (w tym przypadku rozpuszczalnika), wydłuża się ich cykl życia.

W przemyśle motoryzacyjnym zwykle 80-90% rozpuszczalników czyszczących i płuczących może być odzyskanych, na miejscu lub poza zakładem, celem ich ponownego wykorzystania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Do filtracji i destylacji prowadzonej w sposób ekonomiczny potrzebne są z reguły duże ilości rozpuszczalników (kilka ton jednorazowo) i są one zazwyczaj zlecane na zewnątrz. Wiąże się to z przechowywaniem dużych ilości zarówno czystych, jak i zużytych rozpuszczalników. Należy zapewnić odpowiednie magazynowanie zarówno zużytych rozpuszczalników oczekujących na usunięcie, jak i zwróconego czystego rozpuszczalnika: ilości powinny być niezmiennie, jeżeli wykorzystanie pozostaje bez zmian.

W procesach powlekania metodą ciągłą, rozpuszczalniki z odpadów farb są powszechnie odzyskiwane i ponownie wykorzystywane do czyszczenia. Pozostałe odpady stałe są zazwyczaj spalane poza zakładem.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Poziom hałasu może wzrosnąć.
- Zwiększone ryzyko składowania materiałów niebezpiecznych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana.

Znajduje zastosowanie szczególnie w zakładach zużywających duże ilości rozpuszczalników. Odzysk środków czyszczących jest powszechnie stosowany w:

- w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną, gorący offset rolowy, fleksografię oraz w drukarniach stosujących rotograviurę niepublikacyjną; ale tylko w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną i gorący offset rolowy, w których zużywa się ponad 200 litrów środków czyszczących tygodniowo;
- powlekanii i drukowaniu opakowań metalowych;
- malowaniu mebli drewnianych, np. w powlekanii drewnianych mebli kuchennych i łazienkowych;

- przemyśle motoryzacyjnym.

Czyszczenie zużytych w procesie czyszczenia rozpuszczalników ma zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu wykorzystujących systemy rurociągów, np. dostarczających farby lub tusze, i jest powszechnie stosowane w przemyśle motoryzacyjnym.

Należy zadbać o to, aby rozpuszczalniki odzyskane w drodze destylacji lub filtracji (lub jakkolwiek inną metodą) były wykorzystywane tylko wtedy, gdy spełniają wymagane specyfikacje techniczne. Mogą być alternatywnie wykorzystywane do innych zastosowań lub przerobione tak, aby spełniały wymagane specyfikacje (choć może to być droższe niż zakup świeżego rozpuszczalnika).

Ekonomika

Oszczędności wynikają z mniejszego zużycia rozpuszczalników i mniejszej ilości wytwarzanych odpadów niebezpiecznych. W dużych zakładach oszczędności będą w przybliżeniu przewyższać koszty inwestycji. Przykładowo, koszty inwestycji w odzysk środków czyszczących mogą wynosić od 3 000 do 150 000 EUR (dane z 2006 r.), w zależności np. od wielkości systemu, pojemności zbiornika czy automatyzacji procesu.

Ponowne wykorzystanie rozpuszczalników jest działaniem opłacalnym. Przetwarzanie zużytych rozpuszczalników jest opłacalne dla przedsiębiorstwa, które je wytwarza, ponieważ nie musi ono płacić za unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych. Przedsiębiorstwo, które przetwarza zużyte rozpuszczalniki, otrzymuje tanio niezbędną ilość wsadu rozpuszczalnika, a użytkownik końcowy, który potrzebuje przetworzonych zużytych rozpuszczalników w swoich procesach produkcyjnych, otrzymuje surowiec po konkurencyjnej cenie.

Siła napędowa wdrażania

Recykling rozpuszczalników oraz redukcja emisji LZO.

Przykładowe zakłady

Patrz przykładowe instalacje w filtracji (sekcja 17.12.3.1.1) i destylacji (sekcja 17.12.3.1.2).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[5. DFIU i in. 2002\]](#) [\[26. CITEPA 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.3.1.1. Filtracja

Opis

Brudne roztwory czyszczące, np. z HBS lub VCA (zob. sekcja 17.9.5), mogą być filtrowane na terenie zakładu lub poza nim. Rozpuszczalniki mogą być ponownie wykorzystane, a pozostałości wody z reguły odprowadzane do komunalnego systemu oczyszczania ścieków. Technika ta jest również stosowana do odzyskiwania surowców (np. farby do elektroforezy).

Korzyści dla środowiska

- Mniej ścieków oraz mniejsze zużycie świeżych rozpuszczalników.
- Odzyskiwanie cennych surowców.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W Holandii prowadzone są eksperymenty z wykorzystaniem środków czyszczących o niskiej lotności w maszynach czyszczących do opakowań elastycznych. Filtracja i ponowne wykorzystanie tych środków jest ważną częścią tych eksperymentów.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Filtracja wymaga energii, a pozostałości wody są uwalniane.

Poziom hałasu może wzrosnąć.

Wpływ na środowisko wodne nie został dostatecznie przeanalizowany.

Każdy rozpuszczony HBS lub VCA drastycznie wpłynie na chemiczne i biologiczne zapotrzebowanie na tlen wody odprowadzanej do komunalnego systemu ściekowego.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana: Zakład #059 (ultrafiltracja do odzysku farby elektroforetycznej i zawracania jej do zbiorników procesowych), Zakład #144 (filtracja zużytych rozpuszczalników), Zakład #150 (redukcja ilości ścieków) oraz Zakład #165 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.3.1.2. Destylacja

Opis

Odpady na bazie rozpuszczalników, takie jak tusze, farby i spoiwa mogą być destylowane na terenie instalacji lub poza nią, celem odzyskania rozpuszczalnika oraz zmniejszenia ilości odpadów niebezpiecznych. Istnieją specjalne urządzenia do destylacji.

Korzyści dla środowiska

Zmniejsza się ilość odpadów niebezpiecznych, a rozpuszczalnik może być ponownie wykorzystany, np. do czyszczenia.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Znaczny procent zużytego rozpuszczalnika można odzyskać i ponownie wykorzystać. Jeden z zakładów (#126 w [\[155. TWG 2016\]](#)) poinformował, że około 95 % zużytego rozpuszczalnika zostaje po destylacji ponownie wykorzystane na miejscu.

Urządzenia do destylacji muszą być zainstalowane i obsługiwane z zachowaniem ostrożności. Środki czyszczące o wysokiej temperaturze zapłonu mają zazwyczaj również wysoką temperaturę wrzenia. W przypadku tych rozpuszczalników można stosować jedynie sprzęt do destylacji próżniowej (zob. sekcja 17.12.3.1.2); w takich sytuacjach można zastosować filtrację membranową (zob. sekcja 17.12.3.1.1). Podaje się, że stosunkowo małe urządzenia do destylacji próżniowej (50 litrów) są łatwo dostępne. Ponadto, filtracja membranowa może być kosztowna, a wiele z używanych rozpuszczalników może uszkadzać membranę.

Dostępne są maszyny czyszczące wyposażone w urządzenia do destylacji.

W zakładach stosujących rotograviurę publikacyjną (gdzie toluen jest jedynym rozcieńczalnikiem do farb), urządzenia do destylacji środków czyszczących mogą, jeśli się nadają, być również stosowane do odpadów z tuszy. Destylowanie wyłącznie odpadów z tuszy może nie być opłacalne, gdyż używane są tylko cztery kolory a ilość odpadów jest niewielka.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Destylacja wymaga energii. Jednak w porównaniu z utlenianiem, które emituje CO₂ i również zużywa energię, destylacja i ponowne wykorzystanie prawdopodobnie pozwalają na uzyskanie oszczędności.

Poziom hałasu może wzrosnąć.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Stosowany w nowych i istniejących instalacjach. Nadaje się do farb i spoiw na bazie rozpuszczalników.

W druku rotograviurowym opakowań destylacja odpadów z tuszy jest stosowana coraz rzadziej, ze względu na mniejszą ilość odpadów dzięki zastosowaniu automatycznego mieszania (zob. sekcja 17.2.4.1).

Tam, gdzie destylacja na terenie zakładu nie jest opłacalna, można wykorzystać firmy zewnętrzne, np. w drukarniach stosujących rotograviurę publikacyjną.

Technika ta jest stosowana w przemyśle samochodowym, jeśli odzyskane rozpuszczalniki mogą być wykorzystane w procesach o niższych wymaganiach jakościowych, takich jak czyszczenie ogólne.

Ekonomika

Koszty inwestycji zaczynają się od 10 000 EUR (dane z 2006 r.) w przypadku mniejszych instalacji destylacji próżniowej, w zależności od np. wielkości, pojemności zbiornika i automatyzacji. W przypadku wykorzystania istniejących urządzeń do destylacji środków czyszczących mogą wystąpić koszty dodatkowe.

Przykładowe zakłady

Destylacja zużytych rozpuszczalników na terenie instalacji: zakłady #056, #071, #078, #079, #091, #096, #097, #126, #134 i #135 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[6. DFIU i in. 2002\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.3.2. Odzyskiwanie zużytych rozpuszczalników z ściereczek/szmatek

Opis

Większość rozpuszczalników zawartych w ściereczkach lub szmatkach z czyszczenia jest usuwana przed transportem poprzez odsączenie grawitacyjne, wyżymanie lub odwirowanie.

Technika ta jest odpowiedzią na złą praktykę używania zbyt dużej ilości rozpuszczalnika oraz wylewania pozostałości rozpuszczalnika z zużytych pojemników na ściereczki lub szmatki, aby nie trzeba było ich utylizować oddzielnie.

Korzyści dla środowiska

- Odzyskane rozpuszczalniki mogą być ponownie użyte do czyszczenia lub, jeżeli są zbyt zanieczyszczone, poddane destylacji i ponownie wykorzystane (zob. sekcja 17.12.3.1.2).
- Mniejsza waga do transportu poza teren instalacji.
- Zmniejsza się emisja zanieczyszczeń podczas magazynowania i transportu.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technika powszechnie stosowana w przemyśle poligraficznym w USA.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Emisje na terenie zakładu związane z obsługą nasączonych rozpuszczalnikiem ściereczek/szmatek.
- Poziom hałas może wzrosnąć.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana. Nadaje się do wszystkich zakładów poligraficznych stosujących ściereczki/szmatki nasączone rozpuszczalnikiem. Ściereczki/szmatki mogą być wielokrotnego (zob. sekcja 17.12.3.2.1) lub jednorazowego użytku.

Przykładowe zakłady

Zakłady #030, #057 i #158 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[18. US EPA i in. 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.3.2.1. Ściereczki/szmaty czyszczące wielokrotnego użytku

Opis

Czyszczenie może odbywać się za pomocą ściereczek jednorazowego i wielokrotnego użytku. Ściereczki wielokrotnego użytku są zazwyczaj wypożyczane. Po zabrudzeniu są one zwracane do wypożyczalni, gdzie są prane i ponownie wprowadzane do obiegu.

W niektórych przypadkach ściereczki wielokrotnego użytku są najpierw obrabiane na miejscu (np. poprzez suszenie z ekstrakcją, a następnie przetwarzanie termiczne zawartych rozpuszczalników), a następnie wysyłane poza teren zakładu do prania (zakład #137 w [\[155. TWG 2016\]](#)).

Ściereczki wielokrotnego użytku wykonane są z naturalnych włókien tekstylnych. Po użyciu są one myte rozpuszczalnikami, a następnie suszone. Zanieczyszczony rozpuszczalnik jest destylowany, a osad spalany jako odpad niebezpieczny. Procesy prania, suszenia i destylacji ściereczek wielokrotnego użytku prowadzą do emisji rozpuszczalników.

Ponieważ ściereczki wielokrotnego użytku są o wiele mniej chłonne niż jednorazowe, potrzebna jest o wiele większa ich masa oraz objętość. W związku z tym koszty transportu są większe przy tej samej ilości sprzątnia. Niemniej jednak, ściereczki wielokrotnego użytku generują mniej odpadów niż ściereczki jednorazowe.

Korzyści dla środowiska

Nie ma wyraźnej różnicy środowiskowej pomiędzy ściereczkami wielokrotnego użytku a jednorazowymi, poza mniejszą ilością wytwarzanych odpadów.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do produkcji ściereczek wielokrotnego użytku zużywa się surowce, a po upływie okresu przydatności ściereczki wyrzuca się jako odpady. Podczas procesu prania i suszenia mogą również powstawać dodatkowe odpady oraz zużywana jest energia.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ściereczki wielokrotnego użytku są mocniejsze i grubsze niż jednorazowe. Dzięki temu nadają się do stosowania w sytuacjach, w których do oczyszczenia przedmiotu potrzebna jest siła ręczna i powtarzalne ruchy. Siła ta może nie mieć zastosowania na delikatnych powierzchniach.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Ściereczki wielokrotnego użytku są powszechnie stosowane we wszystkich gałęziach przemysłu, np. w przemyśle drukarskim i przy powlekanii metodą ciągłą.

Ściereczki czyszczące wielokrotnego użytku są zbyt twarde do obróbki wykończeniowej elementów drewnianych.

Alternatywnie, gdy nie można zastosować ściereczek wielokrotnego użytku, można użyć jednorazowych. Możliwym powodem wyboru ściereczek jednorazowych jest uszkodzenie bardzo wrażliwych powierzchni, takich jak płyty offsetowe czy cylindry do grawiury, przez ściereczkę wielokrotnego użytku, która nie jest całkowicie wolna od zanieczyszczeń pozostałych po poprzednim wykorzystaniu. Ściereczki jednorazowe są zazwyczaj wykonane z włókien syntetycznych. Na jednostkę wagi mogą zawierać wielokrotnie więcej środka czyszczącego i zanieczyszczeń niż ściereczki wielokrotnego użytku. Po użyciu są spalane wraz z zanieczyszczeniami. Ponieważ ściereczki jednorazowe są lekkie, spalanie osadu z czyszczenia ściereczek wielokrotnego użytku oferuje niewielką przewagę nad spalaniem ściereczek jednorazowych (przykładowe instalacje #024, #025 w [\[155. TWG 2016\]](#)).

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana we wszystkich sektorach. Zakłady: #003, #011, #015, #024, #045, #061, #064, #071, #097, #106, #112, #115, #125, #128, #137, #143, #149, #150, #159, #161 oraz #168 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[7. Niemcy 2003\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.4. Techniki specyficzne dla poszczególnych strumieni odpadów

Techniki mogą obejmować:

- zmniejszenie zawartości wody w odpadach, np. poprzez zastosowanie prasy filtracyjnej do obróbki osadów (zob. sekcja 17.12.4.1);
- zmniejszenie ilości wytwarzanego szlamu i odpadowego rozpuszczalnika, np. poprzez zmniejszenie liczby cykli czyszczenia (zob. sekcja 17.9);
- stosowanie pojemników wielokrotnego użytku, ponowne wykorzystanie pojemników do innych celów lub recykling materiału, z którego wykonane są pojemniki (zob. sekcja 17.12.4.2);
- wysyłanie zużytego wapienia powstałego w wyniku oczyszczania na sucho do pieca do wypalania wapna lub cementu (zob. sekcja 17.12.4.3).

17.12.4.1. Odwadnianie osadów procesowych

Techniki oczyszczania i zagospodarowywania ścieków z osadów opisano bardziej szczegółowo w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#) oraz w CWW BREF [\[31. COM 2016\]](#), a także w opracowaniach specjalistycznych, takich jak [\[46. Francja 2002\]](#).

Dwie poniższe techniki odnoszą się do procesów odwadniania osadów procesowych, koncentrując się na zmniejszeniu ilości odpadów.

17.12.4.1.1. Wirówki

Opis

Wirówki są używane do wymuszonego odwadniania szlamu z farb. Szlam z farb jest usuwany, podczas gdy płyn jest zazwyczaj wprowadzany z powrotem do procesu oczyszczania ścieków.

Korzyści dla środowiska

- Łatwiejsza obsługa odpadów.

- Mniej osadów lub szlamów do usunięcia.
- Zmniejszenie ilości odpadów (mniej wody).
- Pomoc w przedłużeniu żywotności systemów płuczających na mokro.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Można odzyskać zawartość wody na poziomie 50-70 %.

Częstotliwość odmulania jest silnie uzależniona od innych czynności związanych z konserwacją wanien oraz ewentualną filtracją ciągłą. Zazwyczaj wanny są czyszczone dwa do trzech razy w roku, z możliwością dodatkowego czyszczenia w okresie przestoju. Dłuższą żywotność wanien systemu Venturiego można osiągnąć, jeśli przeprowadza się ciągłe odmulanie. Dlatego wirówki są eksploatowane w sposób ciągły lub w krótszych odstępach czasu podczas operacji oczyszczania [komentarz ACEA #342 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest stosowana w przemyśle samochodowym, jeśli zawartość wody po sedymentacji lub flotacji jest nadal zbyt wysoka. W przypadku osadów fosforanowych można zamiast niej zastosować prasy filtracyjne.

Ekonomika

Niższe koszty transportu i utylizacji osadów z malowania.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja kosztów oraz wymagania prawne.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko stosowana we wszystkich działaniach związanych z powlekaniami. Zakłady #040, #041, #045, #046, #048, #050, #053, #054, #055, #056, #057, #062, #067, #068, #117, #126, #145 oraz #158 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[23. COM 2006\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.12.4.1.2. Prasy filtracyjne

Opis

Prasy filtracyjne są stosowane do odwadniania osadów pochodzących z procesów oczyszczania ścieków. W lakierniach samochodowych oddzielony osad fosforanowy z sedymentacji (np. z separatora lamelowego) jest często odwadniany za pomocą pras filtracyjnych z filtrami tkaninowymi.

Korzyści dla środowiska

- Łatwiejsza obsługa i utylizacja odpadów.
- Zmniejszona objętość i waga odpadów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W zakładach powlekania pojazdów podstawą odwadniania jest zazwyczaj sucha masa (DM). W przypadku osadów cynkowo-fosforanowych można osiągnąć 40-60 % suchej masy (DM). W

przypadku odwadniania osadów wodorotlenkowych w fizyczno-chemicznym oczyszczaniu ścieków można uzyskać 30-35 % suchej masy. Komorowa prasa filtracyjna nie ma zastosowania do odwadniania osadów z malowania [komentarz DE #231 & komentarz ACEA #254 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Techniki te są powszechnie stosowane w przemyśle motoryzacyjnym.

Ekonomia

Niższe koszty transportu i utylizacji osadów z malowania.

Siła napędowa wdrażania

Redukcja kosztów oraz wymagania prawne.

Przykładowe zakłady

Technika powszechnie stosowana. Zgłoszona przez większość zakładów powlekania pojazdów oraz powlekania metodą ciągłą, jak również zakładów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych (#112, #114, #117, #122 i #125), powlekania powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych (#129 i #165) oraz stosujących rotograwiurę publikacyjną (#143).

Literatura źródłowa

[\[23. COM 2006\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#)

17.12.4.2. Pojemniki wielokrotnego użytku

Opis

Wiele surowców jest dostarczanych w pojemnikach wielokrotnego użytku, takich jak IBC (duże pojemniki do przewozu luzem) o pojemności około 1 tony lub standardowe 200-litrowe beczki metalowe itp. Pojemniki te mogą być zwrócone do ponownego użycia lub ponownie wykorzystane do przechowywania rozpuszczalników. Wyłożenie środka beczki wykładziną (np. folią), która nie jest reaktywna z zawartością i może zostać usunięta, może wyeliminować uszkodzenie 200-litrowej otwartej beczki i ułatwić jej ponowne wykorzystanie.

Korzyści dla środowiska

Zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Duże drukarnie offsetowe stosują bezpośrednie zasilanie pras tuszem za pomocą systemów rurociągów. Rozpuszczalniki stosowane jako środki czyszczące są powszechnie umieszczane w pojemnikach wielokrotnego użytku. Bezpośrednie dostarczanie tuszu do maszyn poprzez systemy rurociągów i duże kontenery redukuje liczbę pojemników odpadowych.

Wadą może być to, że ponowne wykorzystanie pustych pojemników po tuszach i rozpuszczalnikach wymaga zwrotu tych pojemników producentom. Ponieważ handel tuszami jest międzynarodowy, puste metalowe pojemniki musiałyby być zbierane, przechowywane, a następnie rozsyłane po całej Europie.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Przed ponownym użyciem pojemniki muszą zostać oczyszczone, najczęściej poza terenem zakładu.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika dotyczy wszystkich zakładów wykorzystujących duże ilości materiałów.

W gorącym offsecie rolowym standardowe kolory tuszy offsetowych dostarczane są w pojemnikach wielokrotnego użytku.

W przypadku opakowań giętkich, wykorzystywanie wielu różnych kolorów ogranicza możliwość stosowania tej techniki. Ilość każdego koloru nie uzasadnia odsyłania pojemników do dostawcy, z możliwym wyjątkiem dla białego tuszu, niektórych farb i spoiw. Pojemniki, w których dostarczono tusze są ponownie wykorzystywane w firmie. Używa się ich do mieszania kolorów, rozcieńczania tuszy oraz ich dostarczania do pras. Są często czyszczone i wielokrotnie używane.

Pojemniki wielokrotnego użytku do farb są powszechnie stosowane w zakładach powlekania metodą ciągłą. Są one również stosowane w branży produkcji drutu nawojowego i po zużyciu odsyłane do dostawcy.

Ekonomika

Tusze i rozpuszczalniki dostarczane w dużych ilościach w pojemnikach zbiorczych wielokrotnego użytku są często tańsze. Również mniej odpadów wymaga utylizacji.

Przykładowe zakłady

Technika szeroko zgłaszana przez różne sektory. Zakłady #001, #002, #003, #097, #098, #112, #116, #128, #143, #144, #145, #149, #154 oraz #159 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[1. INTERGRAF oraz EGF 1999\]](#) [\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

17.12.4.3. Wysyłanie zużytego wapienia do pieca do wypalania wapna lub cementu

Opis

Zużyty wapień z systemów separacji osuszonej mgły lakierniczej (przy użyciu wapienia) jest przesyłany do pieca do wypalania wapna lub cementu (zob. również sekcja 17.10.4.3).

Korzyści dla środowiska

Zmniejszona ilość odpadów do utylizacji.

17.13. Emisje odorów

Wiele procesów wykorzystujących rozpuszczalniki ma wpływ na wytwarzanie odorów. Jednakże techniki procesowe oraz „na końcu rury” mające na celu zmniejszenie emisji rozpuszczalników, jak również instalacja wysokich kominów dla emisji gazów odlotowych z reguły rozwiązują ten problem (zob. sekcja 17.6, gospodarowanie surowcami (w tym ich zastępowanie), oraz 17.10, odprowadzanie i oczyszczanie gazów odlotowych).

Zasadniczo zarządzanie emisją odorów powinno opierać się na wyborze substancji/mieszanin o słabych zapachach. W przypadku składników o intensywnym odorze, receptury są sprawdzane pod kątem możliwości ich zastąpienia.

17.13.1. Plan zarządzania odorami

Opis

Plan zarządzania odorami (OMP) jest częścią systemu zarządzania środowiskowego (EMS) instalacji (zob. sekcja 17.1.1) i zawiera elementy służące zapobieganiu lub ograniczaniu uciążliwości zapachowych.

Szczegóły techniczne

OMP zawiera:

- protokół określający działania i ich harmonogramy;
- protokół reakcji na zidentyfikowane incydenty związane z odorem;
- program zapobiegania i ograniczania uciążliwości zapachowej, opracowany w celu zidentyfikowania źródła(-eł), scharakteryzowania udziału źródeł w ogólnej emisji odorów oraz wdrożenia środków zapobiegawczych i/lub ograniczających.

Korzyści dla środowiska

Zapobieganie lub redukcja emisji tych substancji odorowych, które mogą być uciążliwe i wykrywalne poza obszarem instalacji.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie do nowych i istniejących zakładów, w których oczekuje się i/lub uzasadniono występowanie uciążliwości zapachowej dla obiektów wrażliwych.

Ekonomika

Czas pracy personelu wymagany do przygotowania i aktualizacji planu zarządzania emisją odorów.

Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie liczby skarg z sąsiedztwa.

Przykładowe zakłady

Zakład #139 w [\[155. TWG 2016\]](#).

Literatura źródłowa

[\[31. COM 2016\]](#) [\[155. TWG 2016\]](#)

18. KONKLUZJE DOTYCZĄCE NAJLEPSZYCH DOSTĘPNYCH TECHNIK (BAT) DLA OBRÓBK POWIERZCHNI Z WYKORZYSTANIEM ROZPUSZCZALNIKÓW ORGANICZNYCH, W TYM KONSERWACJI DREWNA I WYROBÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI

ZAKRES

Niniejsze konkluzje dotyczące BAT odnoszą się do następujących rodzajów działalności wymienionych w załączniku I do Dyrektywy 2010/75/UE:

- 6.7 : Powierzchniowa obróbka substancji, przedmiotów lub produktów, z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w szczególności do zdobienia, drukowania, powlekania, odtłuszczenia, impregnacji wodoodpornej, zaklejania, malowania, czyszczenia lub impregnowania za pomocą rozpuszczalnika organicznego, o wydajności przekraczającej 150 kg na godzinę lub przekraczającej 200 ton rocznie.
- 6.10: Konserwacja drewna i produktów z drewna produktami chemicznymi o wydajności przekraczającej 75 m³ dziennie, innymi niż przeznaczonymi wyłącznie do stosowania w przypadku sinizny.
- 6.11: Oczyszczanie ścieków nieobjętych dyrektywą 91/271/EWG i pochodzących z instalacji objętych rozdziałem II, prowadzonych przez niezależnego operatora.

Niniejsze konkluzje dotyczące BAT obejmują również wspólne przetwarzanie ścieków różnego pochodzenia, pod warunkiem że główny ładunek zanieczyszczeń pochodzi z rodzajów działalności wymienionych w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE oraz że oczyszczanie ścieków nie jest objęte Dyrektywą 91/271/EWG.

Niniejsze konkluzje dotyczące BAT nie odnoszą się do następujących kwestii:

Dla obróbki powierzchni substancji, przedmiotów lub produktów z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych:

- impregnacji wodoodpornej wyrobów włókienniczych za pomocą środków innych niż ciągła folia na bazie rozpuszczalnika. Może to być objęte konkluzjami dotyczącymi BAT dla przemysłu włókienniczego (TXT).
- drukowania, sortowania według wielkości oraz impregnacji wyrobów włókienniczych. Może to być objęte konkluzjami dotyczącymi BAT dla przemysłu włókienniczego (TXT).
- Laminowania płyt drewnopochodnych.
- Przeróbki gumy.
- Produkcji mieszanin powlekających, lakierów, farb, tuszu, półprzewodników, spoiw lub produktów farmaceutycznych.
- Obiektów energetycznego spalania na terenie instalacji, o ile wytwarzane gorące gazy nie są wykorzystywane do bezpośredniego ogrzewania kontaktowego, suszenia lub jakiegokolwiek innej obróbki przedmiotów lub materiałów. Mogą one być objęte konkluzjami dotyczącymi BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP) lub Dyrektywą 2015/2193/UE.

Dla konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi:

- Modyfikacji chemicznej i hydrofobizacji (np. przy użyciu żywic) drewna i produktów drewnianych.
- Leczenia sinizny drewna i produktów drewnianych.
- Obróbki drewna i produktów drewnianych amoniakiem.
- Obiektów energetycznego spalania na terenie instalacji. Mogą one być objęte konkluzjami dotyczącymi BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP) lub Dyrektywą 2015/2193/UE.

Inne konkluzje dotyczące BAT oraz dokumenty referencyjne, które mogą mieć znaczenie dla działań objętych tymi konkluzjami to:

- Ekonomia oraz wzajemne powiązania pomiędzy różnymi komponentami środowiska (ECM),
- Emisje z magazynowania (EFS),
- Efektywność energetyczna (ENE),
- Przetwarzanie odpadów (WT),
- Duże objekty energetycznego spalania (LCP),
- Obróbka powierzchniowa metali i tworzyw sztucznych (STM),
- Monitorowanie emisji do powietrza i wody z instalacji IED (ROM).

DEFINICJE

Do celów niniejszych konkluzji dotyczących BAT zastosowanie mają następujące definicje:

Terminy ogólne	
Stosowany termin	Definicja
Powłoka bazowa	Farba, która po nałożeniu na podłoże decyduje o kolorze i efekcie (np. metaliczny, perłowy).
Zrzut partiami	Chwilowe odprowadzanie pojedynczej, określonej objętości wody.
Powłoka przezroczysta	Materiał powlekający, który po nałożeniu na podłoże tworzy trwałą przezroczystą warstwę o właściwościach ochronnych, dekoracyjnych lub specyficznych właściwościach technicznych.
Linia „combi”	Kombinacja cynkowania na gorąco (cynkowania ogniowego) oraz powlekania metodą ciągłą w tej samej linii technologicznej.
Pomiar ciągły	Pomiar z wykorzystaniem „zautomatyzowanego systemu pomiarowego” zainstalowanego na stałe w zakładzie celem ciągłego monitorowania emisji, zgodnie z normą EN 14181
Zrzut bezpośredni	Odprowadzenie do zbiornika wodnego bez dalszego oczyszczania ścieków.
Współczynniki emisji	Współczynniki, które można pomnożyć przez znane dane, takie jak dane dotyczące zakładu/procesu lub dane dotyczące przepustowości w celu oszacowania emisji.
Istniejący zespół urządzeń	Zespół urządzeń, który nie jest nowym zespołem urządzeń.
Emisje niezorganizowane	Emisje niezorganizowane zgodnie z definicją w art. 57 ust. 3 Dyrektywy 2010/75/UE.
Kreozot klasy B lub C	Rodzaje kreozotu, dla których specyfikacje podano w normie EN 13991.
Zrzut pośredni	Zrzut, który nie jest zrzutem bezpośrednim.
Duża modernizacja zakładu	Poważna zmiana w projekcie lub technologii zakładu z istotnymi dostosowaniami lub wymianą procesu i/lub techniki (technik) redukcji emisji oraz powiązanych urządzeń.
Nowy zespół urządzeń	Zespół urządzeń na terenie instalacji który, po publikacji niniejszych konkluzji dotyczących BAT, otrzymał po raz pierwszy pozwolenie na prowadzenie działalności lub całkowita wymiana zespołu urządzeń, która nastąpiła po publikacji niniejszych konkluzji dotyczących BAT.
Gaz wylotowy	Gaz wydobywający się z procesu, urządzenia lub obszaru, który jest kierowany do przetwarzania/oczyszczania lub odprowadzany bezpośrednio do powietrza przez komin.
Związek organiczny	Związek organiczny zdefiniowany w art. 3 pkt 44 Dyrektywy 2010/75/UE.
Rozpuszczalnik organiczny	Rozpuszczalnik organiczny zdefiniowany w art. 3 pkt 46 Dyrektywy 2010/75/UE.
Zespół urządzeń	Wszystkie części instalacji, w których prowadzi się działania wymienione w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE oraz wszelkie inne bezpośrednio związane z nimi działania, które mają wpływ na zużycie i/lub emisje. Zespoły urządzeń mogą być nowymi lub istniejącymi obiektami.
Powłoka gruntowa (podkład, primer)	Powłoka przeznaczona do stosowania jako warstwa na przygotowaną powierzchnię, w celu zapewnienia dobrej przyczepności, ochrony warstw znajdujących się poniżej oraz wypełnienia nierówności.
Sektor	Każda z czynności obróbki powierzchniowej, która należy do działalności wymienionych w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE.
Obiekt wrażliwy	Obszar, który wymaga szczególnej ochrony, taki jak: - obszary mieszkalne; - obszary, na których prowadzona jest działalność ludzka (np. sąsiadujące miejsca pracy, szkoły, świetlice, tereny rekreacyjne, szpitale lub domy opieki).
Wejściowa masa materiałów stałych	Całkowita masa użytych materiałów stałych zgodnie z definicją zawartą w części 5 pkt 3 lit. a) ppkt (i) Załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.
Rozpuszczalnik	Oznacza rozpuszczalnik organiczny.

Wejściowa ilość rozpuszczalnika (wsad rozpuszczalnika)	Całkowita ilość użytych rozpuszczalników organicznych zgodnie z definicją w części 7 pkt 3 lit. b) Załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.
Na bazie rozpuszczalnika (SB)	Rodzaj farby, tuszu lub innego materiału powlekającego, w którym nośnikiem jest rozpuszczalnik(i). W przypadku konserwacji drewna i produktów drewnianych termin ten odnosi się do rodzaju chemikaliów używanych do obróbki.
Na bazie różnych rozpuszczalników (SB-mix)	System powlekania na bazie rozpuszczalnika, w którym jedna z warstw powlekających jest na bazie wody (WB).
Bilans masy rozpuszczalnika	Analiza bilansu masy przeprowadzana co najmniej raz w roku zgodnie z częścią 7 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.
Spływ powierzchniowy	Woda z opadów atmosferycznych, która spływa po gruncie lub powierzchniach nieprzepuszczalnych, takich jak utwardzone ulice i obszary magazynowe, dachy itp. i nie wsiąka w ziemię.
Emisje całkowite	Suma emisji niezorganizowanych i emisji w gazach odlotowych zgodnie z definicją w art. 57 ust. 4 Dyrektywy 2010/75/UE.
Produkty chemiczne do obróbki	Produkty chemiczne stosowane do konserwacji drewna i produktów drewnianych, takie jak biocydy, produkty chemiczne stosowane do impregnacji (np. oleje, emulsje) oraz środki zmniejszające palność; obejmuje również nośniki substancji czynnych (np. woda, rozpuszczalnik).
Ważna średnia godzinna/półgodzinna	Średnia godzinna/półgodzinna jest uznawana za ważną, jeżeli nie została uzyskana podczas konserwacji lub wadliwego działania automatycznego systemu pomiarowego..
Gazy odlotowe	Gazy odlotowe zgodnie z definicją zawartą w art. 57 ust. 2 Dyrektywy 2010/75/UE.
Na bazie wody (WB)	Rodzaj farby, tuszu lub innego materiału powlekającego, w którym woda zastępuje całość lub część zawartości rozpuszczalnika. W przypadku konserwacji drewna i produktów drewnianych odnosi się to do rodzaju chemikaliów używanych do obróbki.
Konserwacja drewna	Działania, których celem jest ochrona drewna i produktów drewnianych przed szkodliwym działaniem grzybów, bakterii, owadów, wody, warunków atmosferycznych lub ognia, zapewnienie długotrwałego zachowania integralności strukturalnej oraz poprawa odporności.

Zanieczyszczenia i parametry	
Stosowany termin	Definicja
AOX	Adsorbowalne związki chloroorganiczne, wyrażone jako Cl, obejmują adsorbowalny, organicznie związany chlor, brom i jod.
CO	Tlenek węgla.
COD (ChZT)	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu. Ilość tlenu potrzebna do całkowitego chemicznego utlenienia materii organicznej do dwutlenku węgla przy użyciu dichromianu. ChZT jest wskaźnikiem stężenia masowego związków organicznych.
Chrom	Chrom, wyrażony jako Cr, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki chromu, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.
DMF	<i>Dimetyloformamid.</i>
Pył	Pył zawieszony ogółem - całkowita masa cząstek stałych (w powietrzu).
F	Fluorki.
Chrom sześciowartościowy	Chrom sześciowartościowy, wyrażony jako Cr(VI), obejmuje wszystkie związki chromu, w których chrom znajduje się w stanie utlenienia +6 (rozpuszczony lub związany z cząsteczkami).
HOI	Indeks oleju węglowodorowego. Suma związków ulegających ekstrakcji rozpuszczalnikiem węglowodorowym (w tym długołańcuchowe lub rozgałęzione węglowodory alifatyczne, alicykliczne, aromatyczne lub alkilopodstawione węglowodory aromatyczne).
IPA	Alkohol izopropylowy, 2-propanol (zwany także izopropanolem).
Nikiel	Nikiel, wyrażony jako Ni, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki niklu, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.
NO _x	Suma tlenku azotu (NO) i dwutlenku azotu (NO ₂), wyrażona jako NO ₂ .
PAHs (WWA)	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne.
TOC (OWO)	Ogólny węgiel organiczny, wyrażony jako C (w wodzie).
Całkowite LZO (TVOC)	Całkowita zawartość lotnych związków organicznych (całkowita zawartość LZO, całkowite LZO), wyrażona jako C (w wodzie).
TSS	Zawiesina ogólna. Stężenie masowe wszystkich zawieszonych cząstek stałych (w wodzie), mierzone poprzez filtrację na filtrach z włókna szklanego oraz grawimetrię.
LZO (VOC)	Lotny związek organiczny zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 45 Dyrektywy 2010/75/UE.
Cynk	Cynk, wyrażony jako Zn, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki cynku, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.

SKRÓTY

Do celów niniejszych konkluzji dotyczących BAT zastosowanie mają następujące skróty:

Skrót	Definicja
BPR	Rozporządzenie w Sprawie Produktów Biobójczych (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 528/2012 z dnia 22 maja 2012 r. w sprawie udostępniania na rynku i stosowania produktów biobójczych).
DWI	Puszka produkowana metodą DWI (<i>draw and wall ironed</i> – tłoczenie z przeciąganiem): rodzaj puszki w przemyśle opakowań metalowych.
EMS	System zarządzania środowiskowego.
IED	Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych (2010/75/UE).
IR	Podczerwień (promieniowanie podczerwone).
LEL (DGW)	Najniższe stężenie (procentowe) gazu lub pary w powietrzu zdolne do wywołania błysku ognia w obecności źródła zapłonu. Stężenia niższe niż DGW są „zbyt niskie”, aby się spalić. Zwana jest również dolną granicą palności DGP (Lower flammable limit – LFL).
OTNOC	Inne niż normalne warunki eksploatacji
STS	Obróbka powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych.
UV	Ultrafiolet (promieniowanie ultrafioletowe).
WPC	Konserwacja drewna środkami chemicznymi

UWAGI OGÓLNE

Najlepsze dostępne techniki

Techniki wymienione i opisane w niniejszych konkluzjach dotyczących BAT nie są ani nakazowe, ani wyczerpujące. Można stosować inne techniki, które zapewniają co najmniej równoważny poziom ochrony środowiska.

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT mają ogólne zastosowanie.

Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL)

BAT-AEL dla emisji całkowitych i niezorganizowanych LZO

W odniesieniu do emisji całkowitych LZO w niniejszych konkluzjach dotyczących BAT podano poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL):

- wyrażone w postaci jednostkowego ładunku emisji obliczonego jako średnia roczna drogą podzielenia całkowitych emisji LZO (obliczonych w bilansie masy rozpuszczalnika) przez zależny od sektora parametr wsadu produkcyjnego (lub wydajności); lub
- jako procent wsadu rozpuszczalnika, obliczony jako średnia roczna zgodnie z częścią 7, 3(b)(i) załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.

W przypadku emisji niezorganizowanych LZO poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) podane są w niniejszych konkluzjach jako procent wsadu rozpuszczalnika, obliczony jako średnie roczne zgodnie z częścią 7, 3(b)(i) załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.

BAT-AEL oraz orientacyjne poziomy emisji dla gazów odlotowych

Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) oraz orientacyjne poziomy emisji dla gazów odlotowych podane w niniejszych konkluzjach odnoszą się do stężeń wyrażonych jako masa emitowanej substancji na objętość gazu odlotowego w następujących warunkach standardowych: gaz suchy w temperaturze 273.15 K i pod ciśnieniem 101.3 kPa, bez poprawki na zawartość tlenu, wyrażone w mg/Nm³.

W odniesieniu do okresów uśredniania BAT-AEL oraz orientacyjnych poziomów emisji w gazach odlotowych zastosowanie mają następujące definicje.

Rodzaj pomiaru	Okres uśredniania	Definicja
Ciągły	Średnia dobowa	Średnia w okresie jednej doby w oparciu o ważne średnie wartości godzinowe lub półgodzinne.
Okresowy	Średnia w okresie pobierania próbek	Średnia wartość trzech kolejnych pomiarów, z których każdy trwa co najmniej 30 minut. ⁽¹⁾ .
⁽¹⁾ Dla każdego parametru, w przypadku którego, ze względu na ograniczenia w pobieraniu próbek lub ograniczenia analityczne, 30-minutowy pomiar jest niewłaściwy, można zastosować bardziej odpowiedni okres pomiaru.		

BAT-AEL dla emisji do wody

Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji do wody podane w niniejszych konkluzjach odnoszą się do stężeń (masa emitowanej substancji na objętość wody), wyrażonych w mg/l.

Okresy uśredniania związane z wartościami BAT-AEL odnoszą się do jednego z dwóch następujących przypadków:

- w przypadku zrzutu ciągłego, średnie wartości dobowe, np. próbka zbiorcza z 24-godzinnego przepływu;

- w przypadku zrzutu partiami, wartości średnie z czasu trwania uwolnienia, pobrane jako próbki złożone proporcjonalnie do przepływu.

Można stosować próbki zbiorcze proporcjonalnie do czasu, pod warunkiem że wykazana zostanie wystarczająca stabilność przepływu. Alternatywnie, można pobierać próbki chwilowe, pod warunkiem, że ścieki są odpowiednio wymieszane i jednorodne. Próbkę chwilową pobiera się, jeśli próbka jest niestabilna w odniesieniu do mierzonego parametru. Wszystkie BAT-AEL dla emisji do wody mają zastosowanie w punkcie, w którym emisja opuszcza zakład.

Inne poziomy efektywności środowiskowej

Poziomy jednostkowego zużycia energii (efektywność energetyczna) związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEPL)

Poziomy efektywności środowiskowej związane z jednostkowym zużyciem energii odnoszą się do średnich rocznych obliczonych przy użyciu następującego równania:

$$\text{jednostkowe zużycie energii} = \frac{\text{zużycie energii}}{\text{współczynnik przetwarzania}}$$

gdzie:

zużycie energii: całkowita ilość ciepła (wytwarzanego przez pierwotne źródła energii) i energii elektrycznej zużywanej przez obiekt, zgodnie z planem na rzecz efektywności energetycznej (zob. BAT 19 a)), wyrażona w MWh/rok;

współczynnik przetwarzania: całkowita ilość produktów przetworzonych przez zakład lub wydajność zakładu, wyrażona w odpowiedniej jednostce w zależności od sektora (np. kg/rok, m²/rok, pojazdy powlekane/rok).

Poziomy jednostkowego zużycia wody związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEPL)

Poziomy efektywności środowiskowej związane z jednostkowym zużyciem wody odnoszą się do średnich rocznych obliczonych przy użyciu następującego równania:

$$\text{jednostkowe zużycie wody} = \frac{\text{zużycie wody}}{\text{współczynnik przetwarzania}}$$

gdzie:

zużycie wody: całkowita ilość wody zużytej w wyniku działalności prowadzonej w zakładzie, z wyłączeniem wody poddanej recyklingowi i ponownie wykorzystanej, wody chłodzącej wykorzystywanej w systemach chłodzenia jednokrotnego oraz wody na potrzeby własne (woda pitna, sanitarna), wyrażona w ltr/rok lub m³/rok;

współczynnik przetwarzania: całkowita ilość produktów przetworzonych przez zakład lub wydajność zakładu, wyrażona w odpowiedniej jednostce w zależności od sektora (np. kg/rok, m²/rok, pojazdy powlekane/rok).

Orientacyjne poziomy jednostkowych ilości odpadów wysyłanych poza teren zakładu

Orientacyjne poziomy jednostkowych ilości odpadów wysyłanych poza teren zakładu odnoszą się do średnich rocznych obliczonych przy użyciu następującego równania:

$$\text{jednostkowa ilość odpadów} = \frac{\text{ilość odpadów wysyłanych poza teren zakładu}}{\text{współczynnik przetwarzania}}$$

gdzie:

ilość odpadów wysyłanych poza teren zakładu: całkowita ilość odpadów wysyłanych poza teren zakładu, wyrażona w kg/rok;

współczynnik przetwarzania: całkowita ilość produktów przetworzonych przez zakład lub wydajność zakładu wyrażona w pojazdach powleczonych/rok.

18.1. Konkluzje dotyczące BAT dla obróbki powierzchni przy użyciu rozpuszczalników organicznych

18.1.1. Ogólne konkluzje dotyczące BAT

18.1.1.1. Systemy zarządzania środowiskiem

BAT 1. Celem poprawy ogólnych wyników w zakresie ochrony środowiska BAT mają na celu opracowanie i wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego (EMS) obejmującego wszystkie poniższe elementy:

- i. zaangażowanie, przywództwo i odpowiedzialność kierownictwa, w tym kierownictwa wyższego szczebla, za wdrożenie skutecznego EMS;
- ii. analizę, która obejmuje określenie sytuacji organizacji, identyfikację potrzeb i oczekiwań zainteresowanych stron, rozpoznanie cech instalacji, które są związane z możliwymi zagrożeniami dla środowiska (lub zdrowia ludzkiego), jak również zdefiniowanie mających zastosowanie wymagań prawnych dotyczących środowiska;
- iii. opracowanie polityki ochrony środowiska, która obejmuje ciągłe doskonalenie efektów działalności środowiskowej instalacji;
- iv. ustanowienie celów i wskaźników wydajności w odniesieniu do istotnych aspektów środowiskowych, w tym zapewnienie zgodności z obowiązującymi wymogami prawnymi;
- v. planowanie i wdrażanie niezbędnych procedur i działań (w tym, w razie potrzeby, działań korygujących i zapobiegawczych), aby osiągnąć cele środowiskowe i uniknąć zagrożeń dla środowiska;
- vi. określenie struktur, ról i obowiązków w odniesieniu do aspektów i celów środowiskowych oraz zapewnienie potrzebnych zasobów finansowych i ludzkich;
- vii. zapewnienie niezbędnych kwalifikacji oraz uświadomienie personelu, którego praca może mieć wpływ na ekologiczność instalacji (np. poprzez zagwarantowanie dostępu do informacji oraz szkoleń);
- viii. wewnętrzną i zewnętrzną wymianę informacji;
- ix. wspieranie zaangażowania pracowników w stosowanie dobrych praktyk zarządzania środowiskowego;
- x. ustanowienie i prowadzenie podręcznika zarządzania oraz pisemnych procedur kontroli działań mających znaczący wpływ na środowisko, jak również odpowiednich ewidencji;
- xi. skuteczne planowanie operacyjne oraz kontrola procesu;
- xii. wdrożenie odpowiednich programów konserwacji;
- xiii. protokoły gotowości i reagowania w sytuacjach kryzysowych, w tym zapobieganie i/lub łagodzenie niekorzystnych (środowiskowych) skutków sytuacji nadzwyczajnych;
- xiv. podczas (ponownego) projektowania (nowej) instalacji lub jej części, uwzględnienie jej oddziaływania na środowisko w całym okresie jej życia, który obejmuje budowę, konserwację, użytkowanie oraz wycofanie z eksploatacji;
- xv. wdrożenie programu monitorowania i pomiarów; w razie potrzeby informacje można znaleźć w sprawozdaniu referencyjnym dotyczącym monitorowania emisji do powietrza i wody z instalacji IED;

- xvi. regularne stosowanie sektorowej analizy porównawczej;
- xvii. okresowe, niezależne (w miarę możliwości), audyty wewnętrzne oraz okresowe niezależne audyty zewnętrzne w celu oceny wyników w zakresie ochrony środowiska oraz określenia, czy EMS jest zgodny z zaplanowanymi ustaleniami oraz czy został właściwie wdrożony i prowadzony;
- xviii. ocenę przyczyn niezgodności, wdrożenie działań korygujących w odpowiedzi na te niezgodności, przegląd skuteczności działań korygujących oraz ustalenie, czy istnieją lub mogą potencjalnie wystąpić podobne niezgodności;
- xix. okresowy przegląd, dokonywany przez kierownictwo wyższego szczebla, EMS oraz jego dalszej przydatności, adekwatności i skuteczności;
- xx. śledzenie i uwzględnianie rozwoju technik czyszczenia.

W odniesieniu do obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych BAT mają również obejmować następujące elementy w ramach EMS:

- i. Interakcja z kontrolą i zapewnieniem jakości, jak również kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy.
- ii. Planowanie celem zmniejszenia śladu środowiskowego instalacji. Obejmuje to w szczególności następujące działania:
 - a. Ocenę ogólnej efektywności środowiskowej zakładu (zob. BAT 2).
 - b. Uwzględnianie aspektów związanych z różnymi mediami, zwłaszcza utrzymanie właściwej równowagi pomiędzy redukcją emisji rozpuszczalników a zużyciem energii (zob. BAT 19), wody (zob. BAT 20) i surowców (zob. BAT 6).
 - c. Zmniejszenie emisji LZO z procesów czyszczenia (zob. BAT 9).
- iii. Uwzględnienie w EMS:
 - a. planu zapobiegania i kontroli wycieków i rozlewów (zob. BAT 5(a));
 - b. systemu oceny surowców celem stosowania surowców o niskim wpływie na środowisko a także planu optymalizacji wykorzystania rozpuszczalnika w procesie (zob. BAT 3);
 - c. bilansu masy rozpuszczalnika (zob. BAT 10);
 - d. programu konserwacji mającego na celu zmniejszenie częstotliwości występowania oraz konsekwencji środowiskowych OTNOC (zob. BAT 13);
 - e. planu efektywności energetycznej (zob. BAT 19(a));
 - f. planu gospodarowania wodą (zob. BAT 20(a));
 - g. planu gospodarowania odpadami (zob. BAT 22(a));
 - h. planu zarządzania emisją odorów (zob. BAT 23).

Uwaga

Rozporządzenie (WE) nr 1221/2009 ustanawia system ekozarządzania i audytu Unii Europejskiej (EMAS), który stanowi przykład EMS zgodnego z niniejszym BAT.

Możliwość zastosowania

Poziom szczegółowości oraz stopień sformalizowania EMS będzie generalnie związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem wpływów środowiskowych, jakie może ona wywierać.

18.1.1.2. Ogólna efektywność ekologiczna

BAT 2. Celem poprawy ogólnej efektywności środowiskowej zakładu, w szczególności w zakresie emisji LZO i zużycia energii, BAT mają na celu:

- zidentyfikować obszary/branże/etapy procesu, które w największym stopniu przyczyniają się do emisji LZO i zużycia energii oraz mają największy potencjał poprawy (zob. BAT 1);
- określić i wdrożyć działania mające na celu zminimalizowanie emisji LZO i zużycia energii;
- regularnie (co najmniej raz w roku) aktualizować sytuację oraz śledzić realizację określonych działań.

18.1.1.3. Dobór surowców

BAT 3. Celem zapobiegania lub ograniczania wpływu wykorzystywanych surowców na środowisko, w ramach BAT należy stosować obie techniki podane poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Stosowanie surowców o niskim wpływie na środowisko	W ramach EMS (zob. BAT 1) systematyczna ocena niekorzystnego wpływu na środowisko wykorzystywanych surowców (w szczególności substancji rakotwórczych, mutagennych i toksycznych z punktu widzenia rozrodzności, jak również substancji wzbudzających szczególnie duże obawy) oraz zastępowanie ich w miarę możliwości innymi, które nie wywierają wpływu na środowisko i zdrowie lub wywierają go w mniejszym stopniu, z uwzględnieniem wymogów lub specyfikacji dotyczących jakości produktu.	Technika ogólnie stosowana. Zakres (np. poziom szczegółowości) i charakter oceny będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz wielkością wpływu, jaki może wywierać na środowisko, jak również z rodzajem i ilością wykorzystywanych materiałów.
b.	Optymalizacja wykorzystania rozpuszczalników w procesie	Optymalizacja wykorzystania rozpuszczalników w procesie dzięki planowi gospodarowania (jako część EMS (zob. BAT 1)), który ma na celu zidentyfikowanie i wdrożenie niezbędnych działań (np. dozowanie kolorów, optymalizacja pulweryzacji natryskowej).	Technika ogólnie stosowana.

BAT 4. Celem ograniczenia zużycia rozpuszczalników, emisji LZO oraz ogólnego wpływu wykorzystywanych surowców na środowisko, w ramach BAT należy stosować jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Stosowanie farb / powłok / lakierów / tuszy / spoiw na bazie rozpuszczalników o wysokiej zawartości cząstek stałych	Stosowanie farb, powłok, ciekłych tuszy, lakierów i spoiw zawierających niewielką ilość rozpuszczalników i zwiększoną zawartość substancji stałych.	Wybór technik obróbki powierzchniowej może być ograniczony charakterem działalności, rodzajem i kształtem podłoża, wymaganiami dotyczącymi jakości produktu, jak również potrzebą zapewnienia wzajemnej kompatybilności stosowanych materiałów, technik nakładania powłok, technik suszenia/utwardzania i systemów oczyszczania gazów odlotowych.
b.	Stosowanie farb / powłok / tuszy / lakierów / spoiw na bazie wody	Stosowanie farb, powłok, ciekłych tuszy, lakierów i spoiw, w których rozpuszczalnik organiczny jest częściowo zastąpiony wodą.	
c.	Zastosowanie tuszy/powłok/ farb/ lakierów/ spoiw utwardzanych promieniowaniem	Stosowanie farb, powłok, ciekłych tuszy, lakierów i spoiw nadających się do utwardzania poprzez aktywację określonych grup chemicznych promieniowaniem UV lub IR, lub szybkimi elektronami, bez podgrzewania i bez emisji LZO.	
d.	Stosowanie bezrozpuszczalnikowych dwuskładnikowych spoiw	Stosowanie bezrozpuszczalnikowych dwuskładnikowych spoiw (materiałów klejących) składających się z żywicy i utwardzacza.	
e.	Stosowanie spoiw topliwych (<i>hot-melt</i>)	Stosowanie powłok z udziałem spoiw wykonanych metodą gorącej ekstruzji kauczuków syntetycznych, żywic węglowodorowych i różnych dodatków. Nie stosuje się rozpuszczalników.	
f.	Stosowanie powłok proszkowych	Stosowanie bezrozpuszczalnikowej powłoki, która jest nakładana jako drobno zmielony proszek a następnie utwardzana w piecach termicznych.	
g.	Stosowanie folii laminowanej do powlekania wstęgi lub zwoju	Stosowanie folii polimerowych nakładanych na zwój lub wstęgę w celu nadania właściwości estetycznych lub funkcjonalnych, co zmniejsza liczbę potrzebnych warstw powłoki.	
h.	Stosowanie substancji, które nie są lotnymi związkami organicznymi lub są LZO o niższej lotności	Zastąpienie substancji LZO o wysokiej lotności innymi, zawierającymi związki organiczne, które nie są LZO lub są LZO o niższej lotności (np. estry).	

18.1.1.4. Magazynowanie oraz postępowanie z surowcami

BAT 5. Celem zapobiegania lub ograniczania emisji niezorganizowanych LZO podczas magazynowania materiałów zawierających rozpuszczalniki lub materiałów niebezpiecznych, a także postępowania się z tymi materiałami, w ramach BAT należy stosować zasady dobrego gospodarowania poprzez wykorzystanie wszystkich technik podanych poniżej.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania	
Techniki zarządzania i gospodarowania			
a.	Przygotowanie oraz wdrożenie planu zapobiegania i kontroli wycieków i rozlewów	Plan zapobiegania i kontroli wycieków i rozlewów stanowi część EMS (zob. BAT 1) i obejmuje m.in: <ul style="list-style-type: none"> •plany postępowania na wypadek małych i dużych rozlewów na terenie instalacji; •określenie ról i obowiązków osób zaangażowanych; •zapewnienie personelowi szkoleń w zakresie ochrony środowiska oraz zapobiegania/radzenia sobie z przypadkami wycieków i rozlewów a także zadbanie o to, aby pracownicy posiadali odpowiednią świadomość ekologiczną; •identyfikację obszarów zagrożonych rozlewem i/lub wyciekami materiałów niebezpiecznych oraz uszeregowanie ich według ryzyka; •w zidentyfikowanych obszarach, zapewnienie odpowiednich systemów zatrzymywania wycieków i rozlewów, np. nieprzepuszczalnych podłóg; •identyfikację odpowiedniego sprzętu do ograniczania rozprzestrzeniania się oraz usuwania wycieków, a także regularne sprawdzanie jego dostępności, sprawności i bliskości do miejsc, w których może dojść do takich zdarzeń; •wytyczne w zakresie gospodarowania odpadami powstałymi w wyniku wycieków i rozlewów •regularne (co najmniej raz w roku) kontrole obszarów magazynowania i obszarów operacyjnych, testowanie i kalibracja sprzętu do wykrywania wycieków oraz niezwłoczna naprawa wycieków z zaworów, dławików, kołnierzy itp. (zob. BAT 13). 	Technika ogólnie stosowana. Zakres (np. poziom szczegółowości) planu będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji, jak również z rodzajem i ilością używanych materiałów.
Techniki magazynowania			
b.	Uszczelnianie lub zakrywanie pojemników oraz obwałowanie obszarów magazynowania	Magazynowanie rozpuszczalników, materiałów niebezpiecznych, odpadów rozpuszczalników i odpadów środków czyszczących w szczelnych lub zakrytych pojemnikach, odpowiednich do związanego z tym ryzyka i zaprojektowanych tak, aby zminimalizować emisje. Obszar magazynowania pojemników ma być obwałowany i posiadać odpowiednią wielkość i pojemność.	Techniki ogólnie stosowane.
c.	Minimalizowanie magazynowania materiałów niebezpiecznych w obszarach produkcyjnych	Materiały niebezpieczne mają być obecne w obszarach produkcyjnych tylko w ilościach niezbędnych do jej prowadzenia; większe ilości mają być magazynowane oddzielnie.	
Techniki pompowania i postępowania z cieczami			

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
d.	Techniki zapobiegania wyciekom i rozlewom podczas pompowania	Wyciekom i rozlewom zapobiega się poprzez stosowanie pomp i uszczelnień odpowiednich dla danych rozpuszczalników oraz zapewniających właściwą hermetyczność. Dotyczy to takich urządzeń jak motopompy przenośne, pompy z napędem magnetycznym, pompy z wieloma uszczelnieniami mechanicznymi i systemem chłodzenia lub buforowania, pompy z wieloma uszczelnieniami mechanicznymi i uszczelnieniami przeciwko emisjom do atmosfery, pompy membranowe lub pompy mieszkowe.	Techniki ogólnie stosowane.
e.	Techniki zapobiegania przelewom podczas pompowania	Obejmuje to m.in. zagwarantowanie, że: <ul style="list-style-type: none"> •operacje pompowania są nadzorowane; •w przypadku większych ilości zbiorniki do magazynowania wyposażone zostały w akustyczne i/lub optyczne alarmy wysokiego poziomu, w razie potrzeby z systemami odcinającymi. 	
f.	Wychwytywanie oparów LZO podczas dostawy materiałów zawierających rozpuszczalniki	W przypadku dostarczania luzem materiałów zawierających rozpuszczalniki (np. załadunek lub rozładunek cystern), opary wypierane ze zbiorników odbiorczych są wychwytywane, zwykle przez odpowietrzanie zwrotne.	Może nie mieć zastosowania w przypadku rozpuszczalników o niskiej prężności par lub ze względu na koszty.
g.	Pojemniki na wycieki i/lub możliwość szybkiego ich zebrania podczas pracy z materiałami zawierającymi rozpuszczalniki	Podczas postępowania z materiałami w pojemnikach, zawierającymi rozpuszczalniki, należy unikać możliwych wycieków poprzez zapewnienie odpowiedniej szczelności pojemników, np. stosowanie uszczelnionych wózków, palet i/lub pojemników (np. „miski wychytujące”) i/lub szybkie wchłanianie ewentualnych wycieków za pomocą materiałów absorbujących.	Technika ogólnie stosowana

18.1.1.5. Dystrybucja surowców

BAT 6. Celem ograniczenia zużycia surowców oraz emisji LZO, BAT wykorzystują jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Scentralizowana dostawa materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące)	Dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) do obszaru zastosowania za pomocą bezpośrednich rurociągów z przewodami pierścieniowymi, łącznie z czyszczeniem systemu, takim jak czyszczenie tłokiem (pigowanie) lub przedmuchiwanie powietrzem.	Może nie mieć zastosowania w przypadku częstej zmiany tuszy / farb / powłok / spoiw lub rozpuszczalników.
b.	Zaawansowane systemy mieszania	Komputerowo sterowane urządzenia mieszające celem uzyskania pożądanej farby / powłoki / tuszu / spoiwa.	Technika ogólnie stosowana
c.	Dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) do miejsca zastosowania przy użyciu systemu zamkniętego (hermetycznego)	W przypadku częstych zmian farb / lakierów / powłok / spoiw i rozpuszczalników lub w przypadku stosowania, w małych ilościach, zaopatrzenia procesu w farby / lakiery / powłoki / spoiwa i rozpuszczalniki używanie małych pojemników transportujących, hermetycznie zamkniętych, umieszczanych w pobliżu miejsca zastosowania.	
d.	Automatyzacja zmiany koloru	Automatyczna zmiana kolorów oraz oczyszczanie linii z poprzednio używanych farb / lakierów / powłok, z wychwytywaniem rozpuszczalników.	
e.	Grupowanie kolorów	Modyfikacja sekwencji produkcyjnej celem uzyskania dużych partii produktu o tym samym kolorze.	
f.	Miękkie oczyszczanie przy natryskiwaniu (<i>soft purge</i>)	Napełnianie pistoletu nową farbą bez przepłukiwania.	

18.1.1.6. Nakładanie powłoki

BAT 7. Celem ograniczenia zużycia surowców i ogólnego wpływu procesów nakładania powłok na środowisko BAT stosują jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania	
Techniki stosowane do powlekania innego niż natryskiwanie			
a.	Powlekanie wałkami	Aplikacja w której do przenoszenia lub dozowania płynnej powłoki na przesuwające się podłoże używane są wałki.	Stosuje się tylko do płaskich podłoży ⁽¹⁾ .
b.	Rakiel (<i>doctor blade</i>) nad wałkiem	Powłoka jest nakładana na podłoże przez szczelinę pomiędzy raklą a wałkiem a jej nadmiar jest usuwany.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
c.	Technika „bez płukania” (<i>no-rinse</i>) lub „na sucho” (<i>dry-in-place</i>) w powlekanii metodą ciągłą	Nakładanie powłok konwersyjnych, które nie wymagają dalszego splukiwania wodą, za pomocą wałka powlekającego (<i>chemcoater</i>) lub wałków z raklą (<i>squeegee rollers</i>).	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
d.	Powlekanie kurtyną	Obrabiane elementy przechodzą przez laminarną warstwę powłoki wypływającą ze zbiornika głównego.	Stosuje się tylko do płaskich podłoży ⁽¹⁾ .
e.	Elektroforeza (<i>e-coat</i>)	Cząsteczki farby rozproszone w roztworze wodnym osadzone są na zanurzonych podłożach pod wpływem pola elektrycznego (osadzanie elektroforetyczne).	Stosuje się tylko do podłoży metalowych ⁽¹⁾ .
f.	Zalewanie	Obrabiane elementy są transportowane za pomocą przenośników do zamkniętego kanału, który jest następnie zalewany materiałem powłokowym za pomocą rur wtryskowych. Nadmiar materiału jest zbierany i ponownie wykorzystywany.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
g.	Współwytłaczanie (<i>co-entrusion</i>)	Na zadrukowane podłoże nakładana jest ciepła i płynna folia z tworzywa sztucznego. Następnie jest ona schładzana. Folia ta zastępuje niezbędną dodatkową warstwę powłoki. Może być stosowana pomiędzy dwiema warstwami różnych nośników, działając jako spoiwo.	Nie ma zastosowania, gdy wymagana jest wysoka odporność wiązań na temperaturę suszenia ⁽¹⁾ .
Techniki rozpylania			
h.	Natryskiwanie <i>airless</i> wspomagane powietrzem	Strumień powietrza (powietrze kształtujące) jest używany do modyfikacji stożka natrysku pistoletu <i>airless</i> .	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
i.	Pneumatyczne rozpylanie z użyciem gazów obojętnych	Pneumatyczne nanoszenie farby za pomocą gazów obojętnych pod ciśnieniem (np. azot, dwutlenek węgla).	Może nie mieć zastosowania do powlekania powierzchni drewnianych ⁽¹⁾ .
j.	Rozpylanie wysokoobjętościowe niskociśnieniowe (HVLP)	Rozpylanie farby w dyszy rozpylającej poprzez jej zmieszanie z dużą ilością powietrza przy niskim ciśnieniu (maks. 1.7 bar). Pistolety HVLP mają skuteczność przenoszenia farby > 50 %.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
k.	Rozpylanie elektrostatyczne (w pełni zautomatyzowane)	Rozpylanie za pomocą szybkoobrotowych tarcz i dzwonów oraz kształtowanie strumienia rozpylonej cieczy za pomocą pól elektrostatycznych i powietrza kształtującego.	
l.	Elektrostatycznie wspomagane rozpylanie pneumatyczne lub natryskiwanie <i>airless</i>	Kształtowanie strumienia natrysku rozpylacza pneumatycznym lub <i>airless</i> za pomocą pola elektrostatycznego. Elektrostatyczne pistolety do malowania mają skuteczność przenoszenia > 60 % zaś urządzenia stacjonarne do 75 %.	

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
m.	Natryskiwanie na gorąco	Pneumatyczne rozpylanie z użyciem gorącego powietrza lub podgrzanej farby.	Może nie mieć zastosowania w przypadku częstych zmian koloru ⁽¹⁾ .
n.	Nakładanie powłok metodą „natrysku, ściągania i spłukiwania” (<i>spray, squeegee and rinse</i>)	Rozpylacze są używane do nanoszenia środków czyszczących, obróbki wstępnej oraz do płukania. Po natrysku stosuje się ściągaczkę (aby zminimalizować wleczenie roztworu) a następnie płukanie.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
Automatyzacja natryskiwania			
o.	Nakładanie powłoki z użyciem robota	Nakładanie powłok i uszczelniaczy na powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne z użyciem robota.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
p.	Nakładanie maszyną	Używanie maszyn malarskich do obsługi głowicy natryskowej / pistoletu natryskowego / dyszy.	
⁽¹⁾ Wybór technik nakładania może być ograniczony w zakładach o małej wydajności i/lub dużej różnorodności produktów, jak również przez rodzaj i kształt podłoża, wymagania dotyczące jakości produktu oraz potrzebę zapewnienia wzajemnej zgodności stosowanych materiałów, technik nakładania powłok, technik suszenia/utwardzania oraz systemów oczyszczania gazów odlotowych.			

18.1.1.7. Suszenie/utwardzanie

BAT 8. Celem zmniejszenia zużycia energii i ogólnego wpływu procesów suszenia/utwardzania na środowisko, BAT stosują jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Suszenie / utwardzanie konwekcyjne w gazie obojętnym	Gaz obojętny (azot) jest podgrzewany w piecu, co umożliwia stężenie rozpuszczalnika powyżej LEL. Możliwe są stężenia rozpuszczalników > 1 200 g/m ³ azotu.	Nie stosuje się w przypadku, gdy suszarki muszą być często otwierane ⁽¹⁾ .
b.	Suszenie/utwardzanie indukcyjne	Termiczne utwardzanie lub suszenie online za pomocą wzbudników elektromagnetycznych, które wytwarzają ciepło wewnątrz obrabianego elementu metalowego za pomocą oscylującego pola magnetycznego.	Dotyczy tylko podłoży metalowych ⁽¹⁾ .
c.	Suszenie mikrofalami i wysoką częstotliwością	Suszenie z wykorzystaniem promieniowania mikrofalowego lub wysokiej częstotliwości.	Stosuje się tylko do powłok i tuszy na bazie wody oraz podłoży niemetalicznych ⁽¹⁾ .
d.	Utwardzanie promieniowaniem (radiacyjne)	Utwardzanie promieniowaniem jest stosowane w oparciu o żywice i reaktywne rozcieńczalniki (monomery), które wchodzi w reakcję pod wpływem promieniowania (podczerwonego (IR), ultrafioletowego (UV)) lub wysokoenergetycznej wiązki elektronów (EB).	Stosuje się tylko do określonych powłok i tuszy ⁽¹⁾ .
e.	Suszenie kombinowane konwekcja / promieniowanie podczerwone	Suszenie mokrej powierzchni za pomocą kombinacji krążącego gorącego powietrza (konwekcja) i promiennika podczerwieni.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
f.	Suszenie / utwardzanie konwekcyjne z odzyskiem ciepła	Ciepło z gazów odlotowych jest odzyskiwane (zob. BAT 19(e)) i wykorzystywane do wstępnego podgrzania powietrza wejściowego suszarki konwekcyjnej / pieca do utwardzania.	Technika ogólnie stosowana ⁽¹⁾ .
<p>⁽¹⁾ Wybór technik suszenia/utwardzania może być ograniczony przez rodzaj i kształt podłoża, wymagania jakościowe produktu oraz potrzebę zapewnienia wzajemnej kompatybilności stosowanych materiałów, technik nakładania powłoki, technik suszenia/utwardzania i systemów oczyszczania gazów odlotowych.</p>			

18.1.1.8. Czyszczenie

BAT 9. Celem ograniczenia emisji LZO z procesów czyszczenia BAT stosują minimalizację stosowania środków czyszczących na bazie rozpuszczalników oraz używają kombinacji technik podanych poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Ochrona obszarów i urządzeń do natryskiwania	Obszary zastosowania i wyposażenie (np. ściany kabin lakierniczych i roboty) narażone na mgłę lakierniczą, krople itp. są pokrywane osłonami z tkaniny lub foliami jednorazowego użytku, o ile nie są one narażone na rozdarcie lub zużycie.	Wybór technik czyszczenia może być ograniczony przez charakter procesu, podłoże lub sprzęt, który ma być czyszczony oraz rodzaj zanieczyszczenia.
b.	Usuwanie ciał stałych przed całkowitym oczyszczeniem	Substancje stałe są usuwane w (suchej) skoncentrowanej formie, zazwyczaj ręcznie, z lub bez pomocy niewielkiej ilości rozpuszczalnika czyszczącego. Zmniejsza to ilość materiału, który musi zostać usunięty przez rozpuszczalnik i/lub wodę w kolejnych etapach czyszczenia, a tym samym ilość stosowanego rozpuszczalnika i/lub wody.	
c.	Czyszczenie ręczne nasączonymi ściereczkami	Do czyszczenia ręcznego stosuje się ściereczki lub szmatki wstępnie nasączone środkami czyszczącymi. Środki czyszczące mogą być na bazie rozpuszczalników, rozpuszczalników o niskiej lotności lub bezrozpuszczalnikowe.	
d.	Stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności	Czyszczenie ręczne lub automatyczne przy użyciu rozpuszczalników organicznych o niskiej lotności i dużej sile czyszczenia.	
e.	Czyszczenie środkami na bazie wody	Systemy czyszczące wykorzystujące detergenty na bazie wody lub mieszalne z wodą rozpuszczalniki, takie jak alkohole, glikole lub aminy.	
f.	Zamknięte (hermetyczne) maszyny myjące	Automatyczne czyszczenie/odtłuszczenie prasy drukarskiej/jej części w hermetycznie zamkniętych maszynach myjących. Można to zrobić za pomocą: <ul style="list-style-type: none"> a) rozpuszczalników organicznych (z odprowadzaniem powietrza, po którym następuje redukcja LZO lub odzysk zużytych rozpuszczalników) (zob. BAT 15); lub b) rozpuszczalników nie zawierających LZO; lub c) alkalicznych środków czyszczących (z oczyszczaniem ścieków na terenie instalacji lub poza instalacją). 	

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
g.	Oczyszczanie z odzyskiem rozpuszczalnika	Zbieranie, magazynowanie i, jeśli to możliwe, ponowne wykorzystanie rozpuszczalników używanych do oczyszczania pistoletów/aplikatorów i linii produkcyjnych pomiędzy zmianami koloru.	
h.	Czyszczenie za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody	Wysokociśnieniowe systemy natrysku wody i wodorowęglanu sodu lub podobne używane do automatycznego czyszczenia prasy drukarskiej/części maszyn.	
i.	Czyszczenie ultradźwiękami	Technika czyszczenia w cieczy z wykorzystaniem drgań wysokiej częstotliwości celem odczepienia/usunięcia przyklejonych zanieczyszczeń.	
j.	Czyszczenie suchym lodem (CO ₂)	Czyszczenie części maszyn i podłoży metalowych lub z tworzyw sztucznych poprzez przedmuchiwanie strumieniem CO ₂ (suchym lodem).	
k.	Czyszczenie strumieniem tworzyw sztucznych	Nadmiar farby jest usuwany z elementów i przenośników karoserii poprzez piaskowanie (śrutowanie) cząsteczkami tworzywa sztucznego.	

18.1.1.9. Monitorowanie

18.1.1.9.1. Bilans masy rozpuszczalnika

BAT 10. BAT mają na celu monitorowanie emisji całkowitych oraz niezorganizowanych LZO poprzez sporządzanie, przynajmniej raz w roku, bilansu masy rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z instalacji, zgodnie z definicją zawartą w części 7 pkt 2 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE, a także minimalizowanie niepewności otrzymanych danych z użyciem wszystkich technik podanych poniżej.

Technika		Opis
a.	Pełna identyfikacja i kwantyfikacja ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu, w tym określenie niepewności związanej z otrzymanymi danymi	Obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> • identyfikację i dokumentację ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu (np. emisje w gazach odlotowych, emisje z każdego źródła emisji niezorganizowanych, ilość rozpuszczalnika w odpadach); • określenie ilościowe każdej istotnej zawartości rozpuszczalnika na wejściu i wyjściu z procesu a także zapis zastosowanej metodologii (np. pomiar, obliczenie przy użyciu współczynników emisji, oszacowanie na podstawie parametrów operacyjnych); • identyfikację głównych źródeł niepewności kwantyfikacji oraz wdrożenie działań korygujących celem zmniejszenia tej niepewności; • regularną aktualizację danych wejściowych i wyjściowych rozpuszczalnika.
b.	Wdrożenie systemu śledzenia rozpuszczalników	System śledzenia rozpuszczalników kontroluje zarówno zużyte, jak i niewykorzystane ilości rozpuszczalników (np. poprzez ważenie niewykorzystanych ilości zwróconych do magazynu z obszaru ich stosowania).

Technika		Opis
c.	Monitorowanie zmian, które mogą wpływać na niepewność danych dotyczących bilansu masy rozpuszczalnika	<p>Odnotowanie każdej zmiany, która mogłaby wpłynąć na niepewność zestawu danych dotyczących bilansu masy rozpuszczalnika, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> niesprawności systemu oczyszczania gazów odlotowych: rejestruje się datę i czas trwania; zmiany, które mogą mieć wpływ na natężenie przepływu powietrza/gazu, np. wymiana wentylatorów, kół pasowych napędu, silników; data i rodzaj zmiany muszą zostać zarejestrowane.

Możliwość zastosowania

Poziom szczegółowości bilansu masy rozpuszczalnika będzie proporcjonalny do charakteru, skali i złożoności instalacji oraz zakresu wpływu, jaki może ona wywierać na środowisko, jak również do rodzaju i ilości zużytych materiałów.

18.1.1.9.2. Emisje w gazach odlotowych

BAT 11. BAT mają na celu monitorowanie emisji w gazach odlotowych co najmniej z częstotliwością podaną poniżej i zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne, BAT mają stosować normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Substancja / parametr	Sektory/źródła	Norma / standard	Minimalna częstotliwość monitorowania	Monitorowanie związane z
Pył	Powlekanie pojazdów - natryskowe	EN 13284-1	Raz w roku ⁽¹⁾	BAT 18
	Powlekanie innych metali i powierzchni z tworzyw sztucznych - natryskowe			
	Powlekanie samolotów – przygotowanie powierzchni (np. piaskowanie, śrutowanie) oraz samo powlekanie			
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych - natryskowe			
	Powlekanie powierzchni drewnianych – przygotowanie powierzchni oraz samo powlekanie			
TVOC	Wszystkie sektory	Każdy komin obciążony ładunkiem TVOC w wysokości < 10 kg C/h	Raz na rok ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	BAT 14, BAT 15
		Każdy komin obciążony ładunkiem TVOC w wysokości ≥ 10 kg C/h	Ogólne normy EN ⁽⁴⁾	
DMF	Powlekanie tekstyliów, folii oraz papieru ⁽⁵⁾	Brak normy EN ⁽⁶⁾	Raz na 3 miesiące ⁽¹⁾	BAT 15

Substancja / parametr	Sektory/źródła	Norma / standard	Minimalna częstotliwość monitorowania	Monitorowanie związane z
NO _x	Termiczne oczyszczanie gazów odlotowych	EN 14792	Raz na rok ⁽⁷⁾	BAT 17
CO	Termiczne oczyszczanie gazów odlotowych	EN 15058	Raz na rok ⁽⁷⁾	BAT 17
<p>(1) W miarę możliwości pomiary przeprowadza się dla najwyższego spodziewanego poziomu emisji w normalnych warunkach eksploatacji.</p> <p>(2) W przypadku obciążenia TVOC wynoszącego mniej niż 0.1 kg C/h lub w przypadku nieobniżonego i stabilnego obciążenia TVOC wynoszącego mniej niż 0.3 kg C/h, częstotliwość monitorowania może zostać zmniejszona do jednego razu na 3 lata lub pomiar można zastąpić obliczeniami pod warunkiem, że zapewni to dostarczenie danych o równoważnej jakości naukowej.</p> <p>(3) Podczas termicznego oczyszczania gazów odlotowych, temperatura w komorze spalania jest stale mierzona. Jest to połączone z systemem alarmowania w przypadku temperatur wykraczających poza zoptymalizowane okno temperaturowe.</p> <p>(4) Ogólne normy EN dotyczące pomiarów ciągłych to EN15267-1, EN15267-2, EN15267-3 i EN 14181.</p> <p>(5) Monitorowanie ma zastosowanie tylko wtedy, gdy w procesach stosowany jest DMF.</p> <p>(6) W przypadku braku normy EN, pomiar obejmuje DMF zawarty w fazie skondensowanej.</p> <p>(7) W przypadku komina, w którym obciążenie TVOC jest mniejsze niż 0.1 kg C/h, częstotliwość monitorowania można zmniejszyć do jednego razu na 3 lata.</p>				

18.1.1.9.3. Emisje do wody

BAT 12. BAT mają na celu monitorowanie emisji do wody z częstotliwością co najmniej podaną poniżej i zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne, BAT mają stosować normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Substancja / parametr	Sektory/źródła	Norma / standard	Minimalna częstotliwość monitorowania	Monitorowanie związane z
TSS ⁽¹⁾	Powlekanie pojazdów	EN 872		
	Powlekanie metodą ciągłą			
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (tylko dla puszek DWI)			
ChZT ⁽⁴⁾⁽¹⁾	Powlekanie pojazdów	Brak dostępnej normy EN	Raz na miesiąc ⁽²⁾⁽³⁾	BAT 21
	Powlekanie metodą ciągłą			
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (tylko dla puszek DWI)			
OWO ⁽⁴⁾⁽¹⁾	Powlekanie pojazdów	EN 1484		
	Powlekanie metodą ciągłą			
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (tylko dla puszek DWI)			
Cr(VI) ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	Powlekanie samolotów			

Substancja / parametr	Sektory/źródła	Norma / standard	Minimalna częstotliwość monitorowania	Monitorowanie związane z
	Powlekanie metodą ciągłą	EN ISO 10304-3 lub EN ISO 23913		
Cr ⁽⁷⁾ (⁶)	Powlekanie samolotów	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586)		
	Powlekanie metodą ciągłą			
Ni ⁽⁶⁾	Powlekanie pojazdów			
	Powlekanie metodą ciągłą			
Zn ⁽⁶⁾	Powlekanie pojazdów			
	Powlekanie metodą ciągłą			
AOX ⁽⁶⁾	Powlekanie pojazdów	EN ISO 9562		
	Powlekanie metodą ciągłą			
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (tylko dla puszek DWI)			
F ⁽⁶⁾ (⁸)	Powlekanie pojazdów	EN ISO 10304-1		
	Powlekanie metodą ciągłą			
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (tylko dla puszek DWI)			

(1) Monitorowanie stosuje się tylko w przypadku bezpośredniego zrzutu do odbiornika wodnego.
(2) Częstotliwość monitorowania może zostać zmniejszona do jednego razu na trzy miesiące, jeżeli zostanie udowodnione, że poziomy emisji są wystarczająco stabilne.
(3) W przypadku zrzutów okresowych, które są rzadsze niż minimalna częstotliwość monitorowania, monitorowanie przeprowadza się raz na zrzut.
(4) Monitorowanie OWO oraz monitorowanie ChZT są alternatywne. Przy czym monitorowanie OWO jest opcją preferowaną, ponieważ nie opiera się na stosowaniu bardzo toksycznych związków.
(5) Monitorowanie Cr(VI) stosuje się tylko wtedy, gdy w procesach używane są związki chromu(VI).
(6) W przypadku pośredniego odprowadzania ścieków do odbiornika wodnego, częstotliwość monitorowania może zostać zmniejszona, jeżeli oczyszczalnia ścieków znajdująca się po drodze jest zaprojektowana i wyposażona odpowiednio do ograniczania danych zanieczyszczeń.
(7) Monitorowanie Cr stosuje się tylko wtedy, gdy w procesach używane są związki chromu.
(8) Monitorowanie F- stosuje się tylko wtedy, gdy w procesach używane są związki fluoru.

18.1.1.10. Emisje w czasie OTNOC

BAT 13. Celem zmniejszenia częstotliwości występowania OTNOC oraz ograniczenia emisji podczas OTNOC, BAT stosują obie techniki podane poniżej.

Technika		Opis
a.	Identyfikacja urządzeń krytycznych	Urządzenia o kluczowym znaczeniu dla ochrony środowiska („urządzenia o kluczowym znaczeniu”) są identyfikowane na podstawie oceny ryzyka. Co do zasady dotyczy to wszystkich urządzeń i systemów mających styczność z LZO (np. system oczyszczania gazów odlotowych, system wykrywania wycieków).

Technika		Opis
b.	Inspekcja, konserwacja i monitorowanie	Program działań mający na celu maksymalizację dostępności i wydajności sprzętu krytycznego, obejmujący standardowe procedury operacyjne, konserwację zapobiegawczą, konserwację regularną i nieplanowaną. Monitorowane są okresy OTNOC, ich czas trwania, przyczyny oraz, w miarę możliwości, emisje jakie wtedy wystąpiły.

18.1.1.11. Emisje w gazach odlotowych

18.1.1.11.1. Emisje LZO

BAT 14. Celem ograniczenia emisji LZO z obszarów produkcji i magazynowania BAT stosują technikę (a) oraz odpowiednią kombinację innych technik podanych poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Wybór, projektowanie i optymalizacja systemu	<p>System oczyszczania gazów odlotowych jest wybierany, projektowany i optymalizowany przy uwzględnieniu takich parametrów jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ilość odprowadzanego powietrza; • rodzaj i stężenie rozpuszczalników w odprowadzanym powietrzu; • rodzaj systemu ograniczania emisji (dedykowany/wielozadaniowy); • zdrowie i bezpieczeństwo; • efektywność energetyczna. <p>Przy wyborze systemu można uwzględnić następującą kolejność priorytetów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozdzielanie gazów odlotowych o wysokim i niskim stężeniu LZO; • techniki homogenizacji i zwiększenia stężenia LZO (zob. BAT 16(b) i (c)); • techniki odzyskiwania rozpuszczalników z gazów odlotowych (zob. BAT 15); • techniki ograniczania emisji LZO z odzyskiem ciepła (zob. BAT 15); • techniki ograniczania emisji LZO bez odzysku ciepła (zob. BAT 15). 	Technika ogólnie stosowana.

	Technika	Opis	Możliwość zastosowania
b.	Wyciąg powietrza jak najbliższej miejsca zastosowania materiałów zawierających LZO	Wyciąg powietrza jak najbliższej miejsca nakładania powłoki z pełnym lub częściowym zamknięciem obszarów stosowania rozpuszczalników (np. urządzenia lub maszyny do nakładania powłok, kabiny lakiernicze) i ewentualnym późniejszym oczyszczaniem odprowadzanego powietrza.	Technika może nie nadawać się do stosowania w przypadku, gdy zamknięcie/hermetyzacja prowadzi do utrudnionego dostępu do maszyn podczas pracy. Możliwość zastosowania może być również uzależniona od kształtu i wielkości powierzchni, która ma zostać zamknięta.
c.	Wyciąg powietrza jak najbliższej miejsca przygotowywania farb/powłok/spoiw/tuszy	Wyciąg powietrza jak najbliższej miejsca przygotowywania farb/powłok, spoiw/lakierów (np. obszar mieszania). Odprowadzane powietrze może być oczyszczane przez system oczyszczania gazów odlotowych	Technika stosowana tylko w przypadku przygotowywania farb/powłok/spoiw/tuszy na terenie instalacji.
d.	Odprowadzanie powietrza z procesów suszenia/utwardzania	Wyposażenie pieców/suszarek do utwardzania w system odprowadzania powietrza. Wyciągane powietrze może być oczyszczane przez system przetwarzania gazów odlotowych.	Technika stosowana tylko do procesów suszenia/utwardzania.
e.	Minimalizacja emisji nieorganizowanych i strat ciepła z pieców/suszarek poprzez uszczelnienie ich wejść i wyjść lub poprzez zastosowanie podciśnienia podczas suszenia	Uszczelnienie wejść oraz wyjść z pieców/suszarek do utwardzania celem minimalizacji emisji nieorganizowanych LZO oraz strat ciepła. Uszczelnienie może być zapewnione przez dysze lub kurtyny powietrzne (air knives), drzwi, kurtyny metalowe lub z tworzyw sztucznych, rakle itp. Alternatywnie, piece/suszarki są utrzymywane w warunkach podciśnienia.	Technika stosowana tylko wtedy gdy do utwardzania używane są piece/suszarki.
f.	Odprowadzanie powietrza ze strefy chłodzenia	Gdy po suszeniu/utwardzaniu ma miejsce chłodzenie podłoża, powietrze ze strefy chłodzenia jest usuwane i może być oczyszczane przez system przetwarzania gazów odlotowych.	Technika stosowana tylko wtedy, gdy po wyschnięciu/utwardzeniu następuje chłodzenie podłoża
g.	Odprowadzanie powietrza z magazynów surowców, rozpuszczalników i odpadów zawierających rozpuszczalniki	Powietrze z magazynów surowców i/lub indywidualnych pojemników na surowce, rozpuszczalniki i odpady zawierające rozpuszczalniki jest odprowadzane i może zostać oczyszczone przez system przetwarzania gazów odlotowych.	Technika ta może nie mieć zastosowania do małych zamkniętych pojemników lub do składowania surowców, rozpuszczalników oraz odpadów zawierających rozpuszczalniki o niskiej prężności par i niskiej toksyczności.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
h.	Odprowadzanie powietrza z obszarów czyszczenia	Powietrze z obszarów, gdzie części maszyn i wyposażenie są czyszczone rozpuszczalnikami organicznymi, ręcznie lub automatycznie, jest odprowadzane i może być oczyszczane przez system przetwarzania gazów odlotowych.	Technika dotyczy tylko tych obszarów, w których części maszyn i urządzeń są czyszczone rozpuszczalnikami organicznymi.

BAT 15. Celem ograniczenia emisji LZO w gazach odlotowych i zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów BAT stosując jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
<i>I. Wychwytywanie i odzyskiwanie rozpuszczalników w gazach odlotowych</i>			
a.	Kondensacja	Technika usuwania związków organicznych poprzez obniżenie temperatury poniżej ich punktu rosy, co powoduje skroplenie oparów. W zależności od wymaganego zakresu temperatur roboczych stosuje się różne czynniki chłodnicze, np. wodę chłodzącą, wodę lodową (temperatura zwykle ok. 5 °C), amoniak lub propan.	Stosowanie techniki może być ograniczone w przypadku, gdy zapotrzebowanie na energię do odzysku jest zbyt duże ze względu na niską zawartość LZO.
b.	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego lub zeolitów	LZO są adsorbowane na powierzchni węgla aktywnego, zeolitów lub papieru z włókna węglowego. Adsorbat jest następnie desorbowany, np. za pomocą pary (często na terenie zakładu), w celu ponownego wykorzystania lub usunięcia. W przypadku pracy ciągłej, zazwyczaj równolegle pracują więcej niż dwa adsorbery, z których jeden działa w trybie desorpcji. Technika ta jest również powszechnie stosowana jako etap stężenia LZO celem zwiększenia późniejszej wydajności utleniania.	Stosowanie techniki może być ograniczone w przypadku, gdy zapotrzebowanie na energię do odzysku jest zbyt duże ze względu na niską zawartość LZO.
c.	Absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy	Zastosowanie odpowiedniej cieczy do usuwania zanieczyszczeń z gazów odlotowych poprzez absorpcję, w szczególności związków rozpuszczalnych i ciał stałych (pyłów). Odzysk rozpuszczalnika jest możliwy przy użyciu, na przykład, destylacji lub desorpcji termicznej. (W przypadku usuwania pyłu, zob. BAT 18).	Technika ogólnie stosowana
<i>II. Przetwarzanie termiczne rozpuszczalników w gazach odlotowych z odzyskiem energii</i>			
d.	Przesyłanie gazów odlotowych do instalacji spalania	Gazy odlotowe są przesyłane (częściowo lub w całości) jako powietrze do spalania oraz paliwo uzupełniające do instalacji spalania (w tym elektrociepłowni) wykorzystywanych do produkcji pary i/lub energii elektrycznej.	Technika ta może nie być odpowiednia dla gazów odlotowych zawierających substancje, o których mowa w art. 59 ust. 5 Dyrektywy IED, lub jej zastosowanie może być ograniczone ze względów bezpieczeństwa.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
e.	Rekuperacyjne dopalacze termiczne	Utlenianie termiczne z wykorzystaniem ciepła wyjściowych gazów odlotowych, np. w celu wstępnego podgrzania gazów odlotowych na wejściu.	Technika ogólnie stosowana.
f.	Regeneracyjne dopalacze termiczne z wieloma złożami lub z bezzaworowym obrotowym rozdzielaczem powietrza	Dopalacz z wieloma złożami (trzema lub pięcioma) wypełnionymi szczeliwem ceramicznym. Złoża są wymiennikami ciepła, na przemian ogrzewanymi przez spaliny z utleniania, a następnie przepływ jest regularnie odwracany w celu ogrzania powietrza wlotowego do dopalacza. W bezzaworowym obrotowym rozdzielaczu powietrza medium ceramiczne jest utrzymywane w pojedynczym obrotowym pojemniku podzielonym na wiele klinów.	Technika ogólnie stosowana
g.	Utlenianie katalityczne	Utlenianie LZO wspomagane przez katalizator w celu obniżenia temperatury utleniania i zmniejszenia zużycia paliwa. Ciepło odlotowe może być odzyskiwane za pomocą rekuperacyjnych lub regeneracyjnych wymienników ciepła. Wyższe temperatury utleniania (500-750 °C) są stosowane do oczyszczania gazów odlotowych pochodzących z procesu produkcji drutu nawojowego.	Stosowanie techniki może być ograniczone przez obecność substancji szkodliwych dla katalizatora.
III. Przetwarzanie termiczne rozpuszczalników w gazach odlotowych bez odzysku energii			
h.	Oczyszczanie biologiczne gazów odlotowych	Gazy odlotowe są odpylane i przesyłane do reaktora ze złożem biologicznym (biofiltrem). Biofiltr składa się ze złoża materiału organicznego (takiego jak torf, wrzos, kompost, korzenie, kora drzew, drewno miękkie i różne kombinacje) lub materiału obojętnego (takiego jak glina, węgiel aktywny i poliuretan), gdzie strumień gazów odlotowych jest biologicznie utleniany, przez naturalnie występujące mikroorganizmy, do dwutlenku węgla, wody, soli nieorganicznych i biomasy. Biofiltr jest wrażliwy na kurz, wysokie temperatury lub duże zmiany w gazach odlotowych, np. temperatury wlotu lub stężenia LZO. Może być konieczne uzupełnianie materiału biofiltra.	Technika stosowana tylko do oczyszczania z rozpuszczalników ulegających biodegradacji.
i.	Utlenianie termiczne	Utlenianie LZO przez ogrzewanie gazów odlotowych powietrzem lub tlenem w komorze spalania do temperatury powyżej ich punktu samozapłonu i utrzymywanie wysokiej temperatury wystarczająco długo, aby całkowicie spalić LZO do dwutlenku węgla i wody.	Technika ogólnie stosowana.

BAT 16. Celem ograniczenia zużycia energii przez system redukcji LZO, BAT stosują jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Utrzymywanie stałego stężenia LZO w powietrzu wysyłanym do systemu oczyszczania gazów odlotowych poprzez zastosowanie napędów o zmiennej częstotliwości	Wykorzystanie wentylatora z napędem o zmiennej częstotliwości w scentralizowanych systemach oczyszczania gazów odlotowych celem regulacji przepływu gazu, aby dopasować jego pracę do ilości powietrza odprowadzanego z urządzeń, które mogą być w użyciu.	Technika dotyczy tylko centralnego systemu termicznego oczyszczania gazów odlotowych w procesach okresowych, takich jak drukowanie.
b.	Wewnętrzne stężanie rozpuszczalników w gazach odlotowych	Gazy odlotowe są recykulowane w ramach procesu (wewnętrznie) w piecach do utwardzania/suszarek i/lub w kabinach lakierniczych, więc stężenie LZO w gazach odlotowych wzrasta, a w związku z tym wzrasta skuteczność redukcji systemu ich oczyszczania.	Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona przez czynniki związane ze zdrowiem i bezpieczeństwem, takie jak wartość LEL oraz wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.
c.	Zewnętrzne stężanie, poprzez adsorpcję, rozpuszczalników w gazach odlotowych	Stężenie rozpuszczalnika w gazach odlotowych jest zwiększane przez ciągły, okrężny przepływ powietrza procesowego z kabiny lakierniczej, ewentualnie połączonego z gazami odlotowymi z pieca do utwardzania/suszarki, przez urządzenie adsorpcyjne. Sprzęt ten może zawierać: <ul style="list-style-type: none"> • adsorber ze stałym złożem z węglem aktywnym lub zeolitem; • adsorber z złożem fluidalnym z węglem aktywnym; • adsorber rotacyjny z węglem aktywnym lub zeolitem; • sito molekularne. 	Zastosowanie może być ograniczone, gdy zapotrzebowanie na energię jest nadmierne ze względu na niską zawartość LZO.
d.	Technika plenum redukująca objętość gazów odlotowych	Gazy odlotowe z pieców suszących/suszarek są przesyłane do dużej komory (tzw. plenum) i częściowo recykulowane. Nadmiar powietrza z plenum jest przesyłany do systemu oczyszczania gazów odlotowych. Cykl ten zwiększa zawartość LZO w powietrzu znajdującym się w piecach/suszarkach oraz zmniejsza objętość gazów odlotowych.	Technika ogólnie stosowana

18.1.1.11.2. Emisje NO_x i CO

BAT 17. Celem ograniczenia emisji NO_x w gazach odlotowych przy jednoczesnym ograniczeniu emisji CO z oczyszczania termicznego rozpuszczalników w gazach odlotowych, BAT stosują technikę (a) lub obie techniki podane poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Optymalizacja warunków oczyszczania termicznego (projektowanie i eksploatacja)	Dobre zaprojektowany system komór spalania, palników i związanego z nimi wyposażenia/urządzeń połączony z optymalizacją warunków spalania (np. poprzez kontrolę parametrów spalania, takich jak temperatura i czas przebywania) z wykorzystaniem lub bez wykorzystania systemów automatycznych oraz regularną i planową konserwacją systemu, zgodnie z zaleceniami producentów	Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona w przypadku istniejących obiektów.
b.	Stosowanie palników o niskiej emisji NO _x	Szczytowa temperatura płomienia w komorze spalania zostaje obniżona, opóźniając, ale dokończając spalanie a także zwiększając wymianę ciepła (zwiększona emisyjność płomienia). Jest to połączone z wydłużonym czasem przebywania gazów odlotowych w komorze celem osiągnięcia pożądanego zniszczenia LZO.	Możliwość stosowania tej techniki może być limitowana przez ograniczenia projektowe i/lub operacyjne w istniejących zakładach.

Tabela 18-1 Poziom emisji powiązany z BAT (BAT-AEL) dla emisji NO_x w gazach odlotowych oraz orientacyjny poziom emisji CO w gazach odlotowych po oczyszczeniu termicznym tych gazów.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL ⁽¹⁾ (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)	Orientacyjny poziom emisji ⁽¹⁾ (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)
NO _x	mg/Nm ³	20–130 ⁽²⁾	Brak
CO		Brak BAT-AEL	20–150
<p>(1) BAT-AEL i poziom orientacyjny nie mają zastosowania w przypadku, gdy gazy odlotowe są przesyłane do obiektu energetycznego spalania.</p> <p>(2) BAT-AEL może nie mieć zastosowania, jeżeli w gazach odlotowych obecne są związki zawierające azot (np. DMF lub NMP (N-metylopirolidon)).</p>			

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.1.11.3. Emisje pyłów

BAT 18. Celem ograniczenia emisji pyłów w gazach odlotowych z procesów przygotowania powierzchni podłoża, cięcia, nakładania powłok i wykańczania w sektorach i procesach wymienionych w tabeli 18.2, BAT stosują jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis
a.	Kabina lakiernicza z separacją na mokro (płukanie kurtyną)	Kurtyna wodna opadająca pionowo w dół na tylnej ścianie kabiny lakierniczej wychwytuje cząsteczki farby z mgły lakierniczej. Mieszanina wody i farby jest gromadzona w zbiorniku, gdzie woda jest recykulowana.
b.	Płukanie na mokro	Cząsteczki farby i inne pyły zawarte w gazach odlotowych są oddzielane w systemach płuczek poprzez intensywne mieszanie powietrza z wodą. (Dla usuwania LZO zob. BAT 15(c)).
c.	Sucha separacja mgły lakierniczej z użyciem wstępnie powleczonych filtra (materiału wstępnego oczyszczania)	Proces suchej separacji mgły lakierniczej z wykorzystaniem filtrów membranowych w połączeniu z wapieniem jako materiałem wstępnym powlekania membran oraz zapobiegania ich zanieczyszczeniu.
d.	Sucha separacja mgły lakierniczej z użyciem filtrów	System separacji mechanicznej, np. przy użyciu tektury, tkaniny lub spieku.

Technika		Opis
e.	Filtr elektrostatyczny (elektrofiltr)	W elektrofiltrach cząsteczki są ładowane i oddzielane pod wpływem pola elektrycznego. W suchym elektrofiltrze (ESP), zebrany materiał jest usuwany mechanicznie (np. przez wstrząsanie, wibracje, sprężone powietrze). W mokrym ESP jest on przepłukiwany odpowiednią cieczą, zwykle środkiem oddzielającym na bazie wody.

Tabela 18-2 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji pyłów w gazach odlotowych.

Parametr	Sektor	Proces	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)
Pył	Powlekanie pojazdów	Natryskiwanie	mg/Nm ³	< 1–3
	Powlekanie innych powierzchni metalowych oraz z tworzyw sztucznych	Natryskiwanie		
	Powlekanie samolotów	Przygotowanie (np. piaskowanie, śrutowanie), powlekanie		
	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Natryskiwanie		
	Powlekanie powierzchni drewnianych	Przygotowanie, powlekanie		

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.1.12. Efektywność energetyczna

BAT 19. Celem efektywnego wykorzystania energii BAT stosują techniki (a) i (b) oraz odpowiednią kombinację technik (c)-(h) podanych poniżej.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania	
<i>Techniki zarządzania</i>			
a.	Plan efektywności energetycznej	Plan efektywności energetycznej jest częścią systemu zarządzania środowiskowego EMS (zob. BAT 1) i obejmuje określenie i obliczenie konkretnego zużycia energii przez daną działalność, ustalenie kluczowych wskaźników efektywności w skali rocznej (np. MWh/t produktu) oraz zaplanowanie celów poprawy i związanych z nimi działań. Plan jest dostosowany do specyfiki zakładu pod względem przeprowadzanych procesów, materiałów, produktów, itp.	Poziom szczegółowości i charakter planu efektywności energetycznej będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
b.	Rejestr bilansu energetycznego	<p>Rejestr (zapis) bilansu energetycznego dostarcza informacji na temat podziału zużycia i wytwarzania energii (w tym jej eksportu) według rodzaju źródła (np. energia elektryczna, paliwa kopalne, energia odnawialna, importowane ciepło lub chłodzenie). Obejmuje on:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) określenie limitów energetycznych dla działalności STS; (ii) informacje na temat zużycia energii w przeliczeniu na energię dostarczoną; (iii) informacje na temat energii eksportowanej z zakładu; (iv) informacje o przepływie energii (np. diagramy Sankeya lub bilanse energetyczne) pokazujące, w jaki sposób energia jest wykorzystywana w całym procesie prowadzonym w instalacji. <p>Rejestr bilansu energetycznego jest dostosowany do specyfiki zakładu pod względem przeprowadzanych procesów, materiałów itp.</p>	wykorzystywanymi rodzajami energii. Może on nie mieć zastosowania w przypadku, gdy działalność instalacji STS prowadzona jest w ramach większej instalacji, pod warunkiem że plan efektywności energetycznej większej instalacji w wystarczającym stopniu obejmuje działalność STS.
Techniki związane z procesem			
c.	Isolacja termiczna zbiorników i kadzi zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze oraz systemów spalania i wytwarzania pary	<p>Można to osiągnąć np. poprzez:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosowanie zbiorników dwupłaszczowych; • stosowanie zbiorników wstępnie izolowanych; • stosowanie izolacji w urządzeniach do spalania, przewodach parowych i przewodach zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze. 	Technika ogólnie stosowana.
d.	Odzysk ciepła poprzez kogenerację - CHP (skojarzoną gospodarkę energetyczną) lub trójgenerację - CCHP (skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu)	Odzysk ciepła (głównie z systemu parowego) używanego do produkcji gorącej wody/pary, które może być ponownie wykorzystane w procesach/aktywnościach przemysłowych. CCHP to system kogeneracyjny z chłodziarką absorpcyjną, który wykorzystuje ciepło niskiej jakości do produkcji wody lodowej. Nazywa się go również trójgeneracją.	Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona przez układ instalacji, charakterystykę strumieni gorącego gazu (np. natężenie przepływu, temperatura) lub brak odpowiedniego zapotrzebowania na ciepło.
e.	Odzysk ciepła z gorących strumieni gazowych	Odzyskiwanie energii ze strumieni gorących gazów (np. z suszarek lub stref chłodzenia), poprzez ich recyrkulację jako powietrze procesowe, za pomocą wymienników ciepła, w ramach prowadzonego procesu lub poza nim.	
f.	Regulacja przepływu powietrza procesowego i gazów odlotowych	Regulacja przepływu powietrza procesowego i gazów odlotowych w zależności od potrzeb. Obejmuje to zmniejszenie wentylacji podczas pracy jałowej lub konserwacji.	Technika ogólnie stosowana.
g.	Recyrkulacja gazów odlotowych kabiny lakierniczej	Wychwytywanie i recyrkulacja gazów odlotowych z kabiny lakierniczej w połączeniu z skuteczną separacją mgły lakierniczej. Zużycie energii jest mniejsze niż w przypadku zastosowania świeżego powietrza.	Stosowanie techniki może być ograniczone ze względu na wymagania BHP.
h.	Zoptymalizowana cyrkulacja ciepłego powietrza w wielkogabarytowej kabinie utwardzającej przy użyciu turbulizatora	Powietrze jest wdmuchiwane do jednej części kabiny utwardzającej i rozprowadzane za pomocą turbulizatora przekształcającego laminarny strumień powietrza w pożądaną strumień turbulentny.	Technika dotyczy tylko sektorów powlekania natryskowego.

Tabela 18-3 Poziomy efektywności środowiskowej powiązane z BAT (BAT-AEPL) dla określonego zużycia energii.

Sektor	Rodzaj produktu	Jednostka	BAT-AEPL (Średnia roczna)
Powlekanie pojazdów	Samochody osobowe	MWh/powleczony pojazd	0.5–1.3
	Vany		0.8–2
	Kabiny pojazdów ciężarowych		1–2
	Pojazdy ciężarowe		0.3–0.5
Powlekanie metodą ciągłą	Powlekanie stali i/lub aluminium	kWh/m ² powleczonej powierzchni	0.2–2.5 ⁽¹⁾
Powlekanie tekstyliów, folii oraz papieru	Powlekanie wyrobów włókienniczych poliuretanem i/lub polichlorkiem winylu	kWh/m ² powleczonej powierzchni	1–5
Produkcja drutów nawojowych	Druty o średniej średnicy > 0.1 mm	kWh/kg powlezonego drutu	< 5
Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Wszystkie rodzaje	kWh/m ² powleczonej powierzchni	0.3–1.5
Gorący offset rolowy	Wszystkie rodzaje	Wh/m ² zadrukowanej powierzchni	4–14
Fleksografia i rotograviura niepublikacyjna	Wszystkie rodzaje	Wh/m ² zadrukowanej powierzchni	50–350
Rotograviura publikacyjna	Wszystkie rodzaje	Wh/m ² zadrukowanej powierzchni	10–30
⁽¹⁾ BAT-AEPL może nie mieć zastosowania, jeżeli linia powlekania metodą ciągłą jest częścią większej instalacji produkcyjnej (np. stalowni) lub w przypadku linii łączonych.			

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 19 (b).

18.1.1.13. Zużycie wody i wytwarzanie ścieków

BAT 20. Celem ograniczenia zużycia wody i wytwarzania ścieków w procesach z użyciem wody (np. odfłuszczenie, czyszczenie, obróbka powierzchni, płukanie na mokro) BAT stosują technikę (a) oraz odpowiednią kombinację innych technik podanych poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Plan gospodarowania wodą i kontrole jakości wody	Plan gospodarowania wodą i kontrole jakości wody są częścią systemu zarządzania środowiskowego (EMS) i obejmują: <ul style="list-style-type: none"> • diagramy przepływu i bilans masy wody w zakładzie; • ustanowienie celów w zakresie oszczędnego gospodarowania wodą; • wdrożenie technik optymalizacji zużycia wody (np. kontrola wykorzystania wody, recykling, wykrywanie i naprawa wycieków). Kontrole jakości wody przeprowadza się co najmniej raz w roku.	Poziom szczegółowości i charakter planu gospodarowania wodą i kontroli jakości wody będzie na ogół związany z charakterem, skalą i złożonością zakładu. Może nie mieć zastosowania, jeżeli działalność w instalacji STS prowadzona jest w ramach większego zakładu, pod warunkiem że plan gospodarowania wodami i kontrole jakości wody większego zakładu w wystarczającym stopniu obejmują działalność w zakresie STS.
b.	Płukanie odwróconą kaskadą	Płukanie wieloetapowe, w którym woda przepływa w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu elementów/podłoża. Pozwala to na uzyskanie wysokiej jakości płukania przy niskim zużyciu wody.	Techniki używa się tam, gdzie stosowane są procesy płukania.
c.	Ponowne wykorzystanie i/lub recykling wody	Strumienie wody (np. zużyta woda płuczająca, ścieki z płuczki gazowej mokrej) są ponownie wykorzystywane i/lub poddawane recyklingowi, w razie potrzeby po oczyszczeniu, z wykorzystaniem technik takich jak wymiana jonowa lub filtracja (zob. BAT 21). Stopień ponownego użycia wody i/lub recyklingu jest ograniczony przez bilans wodny zakładu, zawartość zanieczyszczeń i/lub charakterystykę strumieni wody.	Technika ogólnie stosowana.

Tabela 18-4 Poziomy efektywności środowiskowej powiązane z BAT (BAT-AEPL) dla jednostkowego zużycia wody.

Sektor	Rodzaj produktu	Jednostka	BAT-AEPL (Średnia roczna)
Powlekanie pojazdów	Samochody osobowe	m ³ /powleczony pojazd	0.5–1.3
	Vany		1–2.5
	Kabiny ciężarówek		0.7–3
	Pojazdy ciężarowe		1–5
Powlekanie metodą ciągłą	Powlekanie stali i/lub aluminium	l/m ² powlezionej powierzchni	0.2–1.3 ⁽¹⁾
Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	2-częściowe puszkę do napojów DWI	l/1 000 puszek	90–110
⁽¹⁾ BAT-AEPL może nie mieć zastosowania, jeżeli linia powlekania metodą ciągłą jest częścią większej instalacji produkcyjnej (np. stalowni) lub w przypadku linii łączonych.			

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 20 (a).

18.1.1.14. Emisje do wody

BAT 21. Aby ograniczyć emisje do wody lub ułatwić ponowne wykorzystanie i recykling wody z procesów z użyciem wody (np. odtluszczenie, czyszczenie, obróbka powierzchni, płukanie na mokro), BAT stosują kombinację technik podanych poniżej.

Technika		Opis	Zanieczyszczenia docelowe
Techniki wstępne, podstawowe i ogólne			
a.	Wyrównanie	Bilansowanie przepływów i ładunków zanieczyszczeń poprzez zastosowanie zbiorników lub innych technik gospodarowania.	Wszystkie zanieczyszczenia.
b.	Neutralizacja	Doprowadzenie pH ścieków do wartości neutralnej (ok. 7). Celem są kwasy i zasady w nich zawarte.	Kwasy, zasady.
c.		Separacja fizyczna, na przykład poprzez zastosowanie sit, przesiewaczy, separatorów z piaskiem, osadników wstępnych i separacji magnetycznej.	Ciała stałe, zawiesiny, cząstki metali.
Techniki fizyczno-chemiczne			
d.	Adsorpcja	Usuwanie substancji rozpuszczalnych (solutes) ze ścieków poprzez przenoszenie ich na powierzchnię stałych, wysoce porowatych cząstek (zazwyczaj węgla aktywnego).	Adsorbowalne rozpuszczone zanieczyszczenia nie ulegające biodegradacji lub inhibitory, np. AOX.
e.	Destylacja próżniowa	Usuwanie zanieczyszczeń poprzez termiczne oczyszczanie ścieków pod zmniejszonym ciśnieniem.	Zanieczyszczenia rozpuszczone, nieulegające biodegradacji lub inhibujące, które mogą być destylowane, np. niektóre rozpuszczalniki.
f.	Strącanie	Zamiana rozpuszczonych zanieczyszczeń w nierozpuszczalne związki poprzez dodanie środków strącających. Wytworzone stałe osady są następnie oddzielane poprzez sedimentację, flotację lub filtrację.	Zanieczyszczenia rozpuszczone, nieulegające biodegradacji lub inhibujące, które mogą być destylowane, np. niektóre rozpuszczalniki.
g.	Redukcja chemiczna	Redukcja chemiczna polega na przekształceniu zanieczyszczeń za pomocą chemicznych środków redukujących w podobne, ale mniej szkodliwe lub niebezpieczne związki.	Substancje rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub inhibicji, np. chrom sześciowartościowy (Cr(VI)).
h.	Wymiana jonowa	Retencja zanieczyszczeń jonowych ze ścieków i zastąpienie ich przez bardziej akceptowalne jony przy użyciu żywicy jonowymiennnej. Zanieczyszczenia są tymczasowo zatrzymywane, a następnie uwalniane do cieczy regenerującej lub płuczającej.	Zanieczyszczenia jonowe, rozpuszczone, nie ulegające biodegradacji lub inhibitory, np. metale.
i.	Odpędzanie	Usuwanie zanieczyszczeń nadających się do oczyszczenia z fazy wodnej za pomocą fazy gazowej (np. pary, azotu lub powietrza), przepuszczanej przez ciecz. Skuteczność usuwania może być zwiększona poprzez podniesienie temperatury lub obniżenie ciśnienia.	Zanieczyszczenia dające się usunąć, np. niektóre adsorbowalne organicznie związane halogeny (AOX).
Techniki biologiczne			
j.	Oczyszczanie biologiczne	Wykorzystanie mikroorganizmów do oczyszczania ścieków (np. oczyszczanie beztlenowe, oczyszczanie tlenowe).	Biodegradowalne związki organiczne.
Techniki usuwania ciał stałych			

Technika		Opis	Zanieczyszczenia docelowe
k.	Koagulacja i flokulacja	Koagulacja i flokulacja są stosowane do oddzielania zawieszin ze ścieków i często są przeprowadzane w kolejnych etapach. Koagulacja polega na dodaniu koagulantów o ładunkach przeciwnych do ładunków zawieszonych ciał stałych. Flokulacja to etap delikatnego mieszania, w którym zderzenia cząstek mikrofloków powodują ich łączenie się w celu wytworzenia większych kłaczków. Może być ona wspomagana przez dodanie polimerów.	Zawiesiny oraz metale związane z cząstkami stałymi.
l.	Osadzanie (sedymentacja)	Oddzielanie zawieszonych cząstek przez osadzanie grawitacyjne.	
m.	Filtracja	Oddzielanie ciał stałych od ścieków poprzez przepuszczanie ich przez porowate medium, np. filtracja przez piasek, nano-, mikro- i ultrafiltracja.	
n.	Flotacja	Oddzielanie cząstek stałych lub ciekłych od ścieków poprzez przyłączanie ich do drobnych pęcherzyków gazu, zwykle powietrza. Pływające cząstki gromadzą się na powierzchni wody i są zbierane za pomocą odpieniaczy (skimmerów).	

Tabela 18-5 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla bezpośrednich zrzutów do odbiornika wodnego.

Substancja/parametr	Sektor	BAT-AEL (1)
Zawiesina ogólna (TSS)	Powlekanie pojazdów Powlekanie metodą ciągłą Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (dotyczy tylko puszek DWI)	5–30 mg/l
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (COD) (2)		30–150 mg/l
Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX)		0.1–0.4 mg/l
Fluor (F ⁻) (3)		2–25 mg/l
Nikiel (wyrażony jako Ni)	Powlekanie pojazdów Powlekanie metodą ciągłą	0.05–0.4 mg/l
Cynk (wyrażony jako Zn)		0.05–0.6 mg/l (4)
Chrom ogólny (wyrażony jako Cr) (5)	Powlekanie samolotów Powlekanie metodą ciągłą	0.01–0.15 mg/l
Chrom sześciowartościowy (wyrażony jako Cr(VI)) (6)		0.01–0.05 mg/l

(1) Okres uśredniania podany został w uwagach ogólnych.
(2) BAT-AEL dla ChZT można zastąpić BAT-AEL dla OWO. Związek pomiędzy ChZT a OWO ustala się indywidualnie dla każdego przypadku. BAT-AEL dla OWO jest preferowaną opcją, ponieważ monitorowanie OWO nie opiera się na stosowaniu bardzo toksycznych związków.
(3) BAT-AEL stosuje się wyłącznie w przypadku, gdy w procesach wykorzystywane są związki fluoru.
(4) Górna granica zakresu BAT-AEL może wynosić 1 mg/l w przypadku podłoży zawierających cynk lub podłoży poddanych obróbce wstępnej z wykorzystaniem cynku.
(5) BAT-AEL stosuje się wyłącznie w przypadku, gdy w procesach wykorzystywane są związki chromu.
(6) BAT-AEL stosuje się wyłącznie w przypadku, gdy w procesach wykorzystywane są związki chromu(VI).

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 12.

Tabela 18-6 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla pośrednich zrzutów do odbiornika wodnego.

Substancja/parametr	Sektor	BAT-AEL ⁽¹⁾ / ⁽²⁾
Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX)	Powlekanie pojazdów	0.1–0.4 mg/l
Fluor (F ⁻) ⁽³⁾	Powlekanie metodą ciągłą Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych (dotyczy tylko puszek DWI)	2–25 mg/l
Nikiel (wyrażony jako Ni)	Powlekanie pojazdów	0.05–0.4 mg/l
Cynk (wyrażony jako Zn)	Powlekanie metodą ciągłą	0.05–0.6 mg/l ⁽⁴⁾
Chrom ogólny (wyrażony jako Cr) ⁽⁵⁾	Powlekanie samolotów	0.01–0.15 mg/l
Chrom sześciowartościowy (wyrażony jako Cr(VI)) ⁽⁶⁾	Powlekanie metodą ciągłą	0.01–0.05 mg/l

(1) Okres uśredniania podany został w uwagach ogólnych.
(2) BAT-AEL dla ChZT można zastąpić BAT-AEL dla OWO. Związek pomiędzy ChZT a OWO ustala się indywidualnie dla każdego przypadku. BAT-AEL dla OWO jest preferowaną opcją, ponieważ monitorowanie OWO nie opiera się na stosowaniu bardzo toksycznych związków.
(3) BAT-AEL stosuje się wyłącznie w przypadku, gdy w procesach wykorzystywane są związki fluoru.
(4) Górna granica zakresu BAT-AEL może wynosić 1 mg/l w przypadku podłoży zawierających cynk lub podłoży poddanych obróbce wstępnej z wykorzystaniem cynku.
(5) BAT-AEL stosuje się wyłącznie w przypadku, gdy w procesach wykorzystywane są związki chromu.
(6) BAT-AEL stosuje się wyłącznie w przypadku, gdy w procesach wykorzystywane są związki chromu(VI).

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 12.

18.1.1.15. Gospodarowanie odpadami

BAT 22. Celem ograniczenia ilości odpadów przekazywanych do unieszkodliwienia BAT stosują techniki (a) i (b) oraz jedną lub obie techniki (c) i (d) podane poniżej.

Technika	Opis
a. Plan gospodarowania odpadami	Plan gospodarowania odpadami stanowi część EMS (zob. BAT 1) i jest zbiorem środków mających na celu 1) minimalizację wytwarzania odpadów, 2) optymalizację ponownego wykorzystania, regeneracji, recyklingu i/lub odzyskiwania energii z odpadów oraz 3) zapewnienie właściwego unieszkodliwiania odpadów.
b. Monitorowanie ilości odpadów	Roczna rejestracja ilości wytworzonych odpadów dla każdego ich rodzaju. Zawartość rozpuszczalnika w odpadach jest ustalana okresowo (co najmniej raz w roku) w drodze analizy lub obliczeń.
c. Odzysk/recykling rozpuszczalników	Technika ta może obejmować: <ul style="list-style-type: none"> • odzysk/recykling rozpuszczalników z odpadów ciekłych przez filtrację lub destylację na terenie zakładu lub poza nim; • odzysk/recykling rozpuszczalników z ściereczek/szmatek poprzez odsączanie grawitacyjne, wyżymanie lub odwirowywanie.

d.	Techniki specyficzne dla poszczególnych strumieni odpadów	<p>Techniki mogą obejmować:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zmniejszenie zawartości wody w odpadach, np. poprzez zastosowanie prasy filtracyjnej do obróbki osadów; • zmniejszenie ilości wytwarzanego szlamu i odpadowego rozpuszczalnika, np. poprzez zmniejszenie liczby cykli czyszczenia (zob. BAT 9); • stosowanie pojemników wielokrotnego użytku, ponowne wykorzystanie pojemników do innych celów lub recykling materiału, z którego wykonane są pojemniki; • wysyłanie zużytego wapienia powstałego w wyniku oczyszczania na sucho do pieca do wypalania wapna lub cementu.
----	---	--

18.1.1.16. Emisje odorów

BAT 23. Celem zapobiegania lub, jeżeli nie jest to wykonalne, ograniczania emisji odorów, BAT mają na celu opracowanie, wdrożenie i regularny przegląd planu zarządzania odorami, stanowiącego część systemu zarządzania środowiskowego (zob. BAT 1), obejmującego wszystkie poniższe elementy:

- protokół określający działania i ich harmonogramy;
- protokół reakcji na zidentyfikowane incydenty związane z odorem;
- program zapobiegania i ograniczania uciążliwości zapachowej, opracowany w celu zidentyfikowania źródła(-eł), scharakteryzowania udziału źródeł w ogólnej emisji odorów oraz wdrożenia środków zapobiegawczych i/lub ograniczających.

Możliwość zastosowania

Możliwość zastosowania jest ograniczona do przypadków, w których oczekuje się wystąpienia uciążliwości zapachowej dla wrażliwych receptorów i/lub została ona uzasadniona.

18.1.2. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania pojazdów

Konkluzje dotyczące BAT zawarte w niniejszej sekcji dotyczą powlekania pojazdów (samochodów osobowych, vanów/furgonetek, kabin samochodów ciężarowych, ciężarówek i autobusów) są stosowane dodatkowo oprócz ogólnych konkluzji dotyczących BAT, przedstawionych w sekcji 18.1.1.

18.1.2.1. Emisje LZO oraz zużycie energii i surowców

BAT 24. Celem ograniczenia zużycia rozpuszczalników, innych surowców i energii, a także ograniczenia emisji LZO, BAT stosują jeden z systemów powlekania podanych poniżej lub ich kombinację.

System powlekania		Opis	Możliwość zastosowania
a.	System powlekania SB-mix	System powlekania, w którym jedna warstwa powłoki (podkładowa lub bazowa) jest na bazie wody.	Technika dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji
b.	Powlekanie na bazie wody (WB)	System powlekania, w którym warstwa podkładowa i bazowa są na bazie wody.	
c.	Zintegrowany proces powlekania	System powlekania, który łączy w sobie funkcje podkładu i powłoki bazowej i jest nakładany metodą natryskową w dwóch etapach.	

System powlekania		Opis	Możliwość zastosowania
d.	Proces trójmokry (<i>three-wet</i>)	System powlekania, w którym warstwy podkładu, powłoki bazowej i bezbarwnej są nakładane bez pośredniego suszenia. Podkład i powłoka bazowa mogą być na bazie rozpuszczalnika lub wody.	istniejących instalacji.

Tabela 18-7 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania pojazdów.

Parametr	Rodzaj pojazdu	Jednostka	BAT-AEL ⁽¹⁾ (średnia roczna)	
			Nowa instalacja	Istniejąca instalacja
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Samochody osobowe	g LZO na m ² powierzchni ⁽²⁾	8–15	8–30
	Vany		10–20	10–40
	Kabiny pojazdów ciężarowych		8–20	8–40
	Pojazdy ciężarowe		10–40	10–50
	Autobusy		< 100	90–150
<p>(1) Poziomy BAT-AEL odnoszą się do emisji ze wszystkich etapów procesu przeprowadzanych w tej samej instalacji, począwszy od powlekania elektroforetycznego lub każdego innego rodzaju procesu powlekania aż do końcowego woskowania i polerowania warstwy nawierzchniowej włącznie, jak również do rozpuszczalników stosowanych do czyszczenia urządzeń produkcyjnych, zarówno w trakcie, jak i poza okresem produkcji.</p> <p>(2) Powierzchnię definiuje się w sposób określony w części 3 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.</p>				

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

18.1.2.2. Ilość odpadów wysyłanych poza teren zakładu

Tabela 18-8 Orientacyjne wartości dla poszczególnych strumieni odpadów wysyłanych poza teren instalacji powlekania pojazdów.

Parametr	Rodzaj pojazdu	Najważniejsze strumienie odpadów	Jednostka	Wartość orientacyjna (średnia roczna)
Ilość odpadów wysyłanych poza teren zakładu	Samochody osobowe	<ul style="list-style-type: none"> odpady z farby, odpady z plastizoli, uszczelniaczy i spoiw, zużyte rozpuszczalniki osady z farby inne odpady związane z warsztatami lakierniczymi (np. środki absorpcyjne i czyszczące, filtry, materiały opakowaniowe, zużyty węgiel aktywny) 	kg/powleczony pojazd	3–9 ⁽¹⁾
	Vany			4–17 ⁽¹⁾
	Kabiny pojazdów ciężarowych			2–11 ⁽¹⁾
<p>⁽¹⁾ Górna granica zakresu jest wyższa w przypadku stosowania oczyszczania na sucho z użyciem wapienia.</p>				

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 22(b).

18.1.3. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych

Konkluzje dotyczące BAT zawarte w niniejszej sekcji dotyczą poziomów emisji dla powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych opisanych w sekcji 18.1.1. Podane

poniżej poziomy emisji mogą nie mieć zastosowania, jeżeli części samochodowe z metalu lub tworzyw sztucznych są powlekane w zakładzie zajmującym się powlekaniami karoserii i zostały uwzględnione w obliczeniach emisji całkowitej LZO tej instalacji (zob. sekcja 18.1.2).

Tabela 18-9 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitej LZO z procesu powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.

Parametr	Proces	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Powlekanie powierzchni metalowych	kg LZO /kg wsadu masy stałej	< 0.05–0.2
	Powlekanie powierzchni z tworzyw sztucznych		< 0.05–0.3

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Alternatywą dla wartości BAT-AEL podanych w tabeli 18.9 mogą być wartości BAT-AEL podane zarówno w tabeli 18.10, jak i w tabeli 18.11.

Tabela 18-10 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesu powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–10

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-11 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesu powlekania innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobową lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	1–20 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
<p>(1) Górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 35 mg C/Nm³, jeżeli stosowane są techniki umożliwiające ponowne użycie/recykling odzyskanego rozpuszczalnika.</p> <p>(2) W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm³.</p>		

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.4. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania statków i jachtów

Konkluzje dotyczące BAT zawarte w niniejszej sekcji dotyczą powlekania statków i jachtów i są stosowane dodatkowo oprócz ogólnych konkluzji dotyczących BAT, przedstawionych w sekcji 18.1.1.

BAT 25. Aby ograniczyć emisje całkowite LZO i pyłów do powietrza, zmniejszyć emisje do wody oraz poprawić ogólną efektywność środowiskową, BAT stosują techniki (a) i (b) oraz kombinację technik (c)-(i) podanych poniżej.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania
<i>Gospodarowanie odpadami i ściekami</i>		

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Segregacja odpadów i strumieni ścieków	Doki i pochylnie budowane są z: <ul style="list-style-type: none"> • systemem efektywnego gromadzenia i przetwarzania odpadów suchych oraz oddzielania ich od odpadów mokrych; • systemem oddzielania ścieków od wód burzowych i spływowych. 	Technika dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji istniejących instalacji.
Techniki związane z procesami przygotowania i powlekania			
b.	Ograniczenia związane z niekorzystnymi warunkami pogodowymi	Tam, gdzie obszary obróbki nie są w pełni ogrodzone, nie przeprowadza się piaskowania i/lub powlekania <i>airless</i> jeśli obserwuje się lub prognozuje niekorzystne warunki pogodowe.	Technika ogólnie stosowana.
c.	Częściowe zamknięcie (częściowa hermetyzacja) obszarów obróbki	Siatki o małych oczkach i/lub kurtyny wodne stosowane są wokół miejsc, w których przeprowadza się piaskowanie i/lub powlekanie <i>airless</i> , aby zapobiec emisji pyłu. Mogą to być elementy stałe lub tymczasowe.	Możliwość stosowania techniki może być ograniczona kształtem i wielkością obszaru, który ma zostać zamknięty. Zob. wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne powyżej. Kurtyny wodne mogą nie mieć zastosowania w zimnych strefach klimatycznych.
d.	Całkowite zamknięcie (hermetyzacja) obszarów obróbki	Obróbka strumieniowo-ścierna (piaskowanie, śrutowanie) i/lub powlekanie <i>airless</i> przeprowadzane są w halach, zamkniętych warsztatach, miejscach osłoniętych tkaninami lub miejscach całkowicie osłoniętych siatkami celem zapobieżenia emisji pyłu. Powietrze z obszarów obróbki jest odprowadzane i może być przesyłane do przetwarzania gazów odlotowych; zob. również BAT 14(b).	Możliwość stosowania techniki może być ograniczona kształtem i wielkością przestrzeni, która ma zostać zamknięta.
e.	Obróbka strumieniowo-ścierna na sucho w systemie zamkniętym	Obróbka strumieniowo-ścierna na sucho (piaskowanie) przy użyciu śrutu stalowego lub śrutu jest przeprowadzana w zamkniętych systemach piaskowania wyposażonych w głowicę ssącą i odśrodkowe turbiny wyrzutowe.	Technika ogólnie stosowana.
f.	Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro (skalowanie)	Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro (skalowanie) przeprowadzana jest przy użyciu wody zawierającej drobny materiał ścierny, taki jak drobny żużel (np. miedziowy) lub krzemionka.	Technika może nie nadawać się do stosowania w zimnych warunkach klimatycznych i/lub w zamkniętych pomieszczeniach (zbiorniki ładunkowe, balastowe lub denne) ze względu na tworzenie się silnej mgły.
g.	Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro lub mycie wodą pod (ultra-) wysokim ciśnieniem ((U)HP)	Obróbka strumieniowo-ścierna (U)HP jest bezpyłową metodą obróbki powierzchni przy użyciu wody pod bardzo wysokim ciśnieniem. Dostępne są również opcje z lub bez materiału ściernego.	Technika może nie nadawać się do stosowania w zimnych warunkach klimatycznych lub ze względu na specyfikę powierzchni (np. nowe powierzchnie, obróbka strumieniowo-ścierna punktowa).

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
h.	Usuwanie powłok za pomocą ogrzewania indukcyjnego	Głowica indukcyjna jest przesuwana nad powierzchnią, powodując miejscowe szybkie nagrzewanie stali i usunięcie starych powłok.	Technika może nie nadawać się do stosowania na powierzchniach o grubości mniejszej niż 5 mm i/lub na powierzchniach z elementami wrażliwymi na ogrzewanie indukcyjne (np. izolacja, materiały łatwopalne).
i.	System podwodnego czyszczenia kadłuba oraz śruby okrętowej	System czyszczenia podwodnego wykorzystujący ciśnienie wody i obracające się szczotki polipropylenowe.	Technika ta nie dotyczy statków znajdujących się na suchym doku.

Tabela 18-12 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania statków i jachtów.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	kg LZO na kg wsadu masy stałej	< 0.375

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

18.1.5. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania samolotów

Konkluzje dotyczące BAT zawarte w niniejszej sekcji dotyczą powlekania samolotów i są stosowane dodatkowo oprócz ogólnych konkluzji dotyczących BAT, przedstawionych w sekcji 18.1.1.

BAT 26: Aby ograniczyć emisje całkowite LZO oraz poprawić ogólną efektywność środowiskową powlekania samolotów, BAT stosują technikę (a) lub obie techniki podane poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Malowanie w pomieszczeniach zamkniętych	Elementy składowe są powlekane w zamkniętych kabinach lakierniczych (zob. BAT 14 (b)).	Technika ogólnie stosowana.
b.	Druk bezpośredni	Zastosowanie urządzenia drukującego do bezpośredniego nadruku na częściach samolotu indywidualnie zaprojektowanych wzorów	Możliwość stosowania techniki może być ograniczona względami technicznymi (np. dostępność suwnicy, kolory dostosowane do potrzeb klienta).

Tabela 18-13 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania samolotów.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	kg LZO na kg wsadu masy stałej	0.2–0.58

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

18.1.6. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania metodą ciągłą

Podane poniżej poziomy emisji dla powlekania metodą ciągłą są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

Tabela 18-14 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesu powlekania metodą ciągłą.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–3

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-15 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesu powlekania metodą ciągłą.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobową lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	1–20 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
<p>(1) Górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 50 mg C/Nm³, jeżeli stosowane są techniki umożliwiające ponowne użycie/recykling odzyskanego rozpuszczalnika.</p> <p>(2) W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm³.</p>		

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.7. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora produkcji taśm samoprzylepnych

Podane poniżej poziomy emisji dla produkcji taśm samoprzylepnych są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

Tabela 18-16 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu produkcji taśm samoprzylepnych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–3 ⁽¹⁾
<p>⁽¹⁾ Ten BAT-AEL może nie mieć zastosowania do produkcji folii z tworzyw sztucznych używanych do tymczasowej ochrony powierzchni.</p>		

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-17 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesu produkcji taśm samoprzylepnych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobową lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	2–20 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
<p>(1) Górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 50 mg C/Nm³, jeżeli stosowane są techniki umożliwiające ponowne użycie/recykling odzyskanego rozpuszczalnika.</p> <p>(2) W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm³.</p>		

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.8. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania tekstyliów, folii i papieru

Podane poniżej poziomy emisji dla sektora powlekania tekstyliów, folii i papieru są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

Tabela 18-18 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów powlekania tekstyliów, folii i papieru.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–5

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-19 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania tekstyliów, folii i papieru.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobową lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	5–20 ⁽¹⁾⁽²⁾
(1) Górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 50 mg C/Nm ³ , jeżeli stosowane są techniki umożliwiające ponowne użycie/recykling odzyskanego rozpuszczalnika. (2) W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm ³ .		

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.9. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania drutu nawojowego

Podane poniżej poziomy emisji dla sektora powlekania drutu nawojowego są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

BAT 27. Celem ograniczenia emisji całkowitych LZO i zużycia energii BAT stosują technikę (a) oraz jedną z technik (b)-(d) podanych poniżej lub ich kombinację.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania	
a.	Zintegrowane z procesem utlenianie katalityczne LZO	Mieszanina powietrza i rozpuszczalnika powstała w wyniku odparowania rozpuszczalnika podczas procesu wielokrotnego utwardzania emalii jest przetwarzana w utleniaczu katalitycznym (zob. BAT 15(g)) zintegrowanym z piecem/suszarką do utwardzania. Ciepło odpadowe z utleniacza katalitycznego jest wykorzystywane w procesie suszenia do podgrzewania powietrza obiegowego i/lub jako ciepło procesowe do innych celów w zakładzie.	Technika ogólnie stosowana.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
b.	Smary nie zawierające rozpuszczalników	Smary bezrozpuszczalnikowe nakłada się w następujący sposób: <ul style="list-style-type: none"> • drut jest przeciągany przez zwilżony smarem filc; lub • z drutem przesuwane jest włókno impregnowane środkiem smarnym, a parafina topi się pod wpływem ciepła resztkowego drutu oraz ciepła pochodzącego z tarcia. 	Stosowanie tej techniki może być ograniczone ze względu na wymagania jakościowe lub specyfikację produktu np. średnicę.
c.	Powłoki samosmarujące	Dzięki zastosowaniu systemu powlekania, który zawiera również środek smarny (specjalny воск), można uniknąć etapu smarowania z wykorzystaniem rozpuszczalnika	Stosowanie tej techniki może być ograniczone ze względu na wymagania jakościowe lub specyfikację produktu.
d.	Powłoki emaliowane o wysokiej zawartości cząstek stałych	Stosowanie powłoki emaliowanej o zawartości cząstek stałych do 45 %. W przypadku drutów cienkich (o średnicy mniejszej lub równej 0.1 mm) zawartość cząstek stałych wynosi do 30 %.	

Tabela 18-20 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesu powlekania drutu nawojowego.

Parametr	Rodzaj produktu	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Powlekanie drutu nawojowego o średniej średnicy większej niż 0.1 mm	g LZO na kg powleczonego drutu	1–3,3

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-21 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania drutu nawojowego.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	5–40

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.10. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.

Podane poniżej poziomy emisji dla sektora powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

Tabela 18-22 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	g LZO na m ² powleczonej/zadrukowanej powierzchni	< 1–3.5

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Jako alternatywę dla BAT-AEL z tabeli 18.22 można zastosować BAT-AEL z tabeli 18.23 i tabeli 18.24.

Tabela 18-23 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–12

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-24 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO w gazach odlotowych z procesów powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	1–20 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm ³ .		

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.11. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora gorącego offsetu rolowego.

Konkluzje dotyczące BAT zawarte w niniejszej sekcji odnoszą się do gorącego offsetu rolowego i stosowane są dodatkowo do ogólnych konkluzji dotyczących BAT przedstawionych w sekcji 18.1.1.

BAT 28. Celem ograniczenia emisji całkowitych LZO, BAT stosują kombinację technik podanych poniżej.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania	
Techniki drukowania bazujące na materiałach			
a.	Stosowanie w roztworze nawilżającym dodatków o niskiej zawartości IPA lub dodatków nie zawierających IPA	Ograniczenie lub unikanie stosowania izopropanolu (IPA) jako środka zwilżającego w roztworach nawilżających (zraszanie), poprzez zastąpienie go mieszaninami innych związków organicznych, które nie są lotne lub mają niską lotność.	Możliwość stosowania tej techniki może być ograniczona przez wymagania lub specyfikacje techniczne czy też dotyczące jakości produktu.
b.	Offset bezwodny	Modyfikacja prasy i procesów przygotowania do druku celem umożliwienia stosowania specjalnie powleczonych płyt offsetowych, eliminujących konieczność nawilżania.	Technika, ze względu na konieczność częstszej wymiany płyt, może nie nadawać się do stosowania przy dużych nakładach.
Techniki czyszczenia			

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
c.	Stosowanie do automatycznego czyszczenia obciążów rozpuszczalników niezawierających LZO lub rozpuszczalników o niskiej lotności	Stosowanie związków organicznych, które nie są lotne lub mają niską lotność jako substancji do automatycznego czyszczenia obciążów.	Technika ogólnie stosowana.
Techniki oczyszczania gazów odlotowych			
d.	Suszarka offsetowa zintegrowana z oczyszczaniem gazów odlotowych	Suszarka do gorącego offsetu rolowego z wbudowaną jednostką oczyszczania gazów odlotowych, umożliwiającą mieszanie powietrza wlotowego suszarki z częścią gazów odlotowych powracających z systemu termicznego utleniania tych gazów.	Technika stosowana w nowych zakładach lub przy większych modernizacjach istniejących instalacji.
e.	Odprowadzanie i oczyszczanie powietrza z pomieszczenia z prasą drukarską lub zamknięcie (hermetyzacja) prasy	. Kierowanie powietrza usuwanego z pomieszczenia prasy drukarskiej lub jej obudowy do suszarki. W wyniku tego część rozpuszczalników odparowanych w pomieszczeniu lub hermetycznej obudowie prasy drukarskiej jest uwalniana przez utleniacz termiczny (zob. BAT 15) za suszarką.	Technika ogólnie stosowana.

Tabela 18-25 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesów gorącego offsetu rolowego.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	kg LZO na kg wsadu tuszu	< 0.01–0.04 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Górna granica zakresu BAT-AEL związana jest z wytwarzaniem produktów wysokiej jakości.		

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Jako alternatywę dla wartości BAT-AEL podanych w tabeli 18.25 można zastosować wartości BAT-AEL podane zarówno w tabeli 18.26, jak i 18.27.

Tabela 18-26 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów gorącego offsetu rolowego.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–10 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Górna granica zakresu BAT-AEL związana jest z wytwarzaniem produktów wysokiej jakości.		

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-27 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów gorącego offsetu rolowego.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	1–15

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.12. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej

Podane poniżej poziomy emisji dla sektora fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

Tabela 18-28 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesów fleksografii i rotograviury publikacyjnej.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	kg LZO na kg wsadu masy stałej	< 0.1–0.3

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Jako alternatywę dla wartości BAT-AEL podanych w tabeli 18.28 można zastosować wartości BAT-AEL z tabel 18.29 i 18.30.

Tabela 18-29 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 1–12

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-30 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobowo lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	1–20 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
(1)	Górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 50 mg C/Nm ³ , jeżeli stosowane są techniki umożliwiające ponowne użycie/recykling odzyskanego rozpuszczalnika.	
(2)	W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm ³ .	

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.13. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora rotograviury publikacyjnej

Konkluzje dotyczące BAT zawarte w niniejszej sekcji odnoszą się do rotograviury publikacyjnej i stosowane są dodatkowo do ogólnych konkluzji dotyczących BAT przedstawionych w sekcji 18.1.1.

BAT 29. Celem ograniczenia emisji LZO z druku metodą rotograviury publikacyjnej, BAT stosują system odzyskiwania toluenu oparty na adsorpcji i jednej lub obu technikach podanych poniżej.

Technika	Opis
----------	------

a.	Stosowanie tuszy retencyjnych	Tusze retencyjne spowalniają wysychanie powierzchniowe tuszu, co umożliwia dłuższe odparowanie toluenu, a tym samym uwolnienie większej jego ilości w suszarce i w efekcie późniejsze odzyskanie.
b.	Automatyczny system czyszczenia połączony z odzyskiem toluenu	Zautomatyzowane czyszczenie cylindrów z odprowadzeniem powietrza do systemu odzysku toluenu.

Tabela 18-31 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów rotograviury publikacyjnej.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 2.5

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-32 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów rotograviury publikacyjnej.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobową lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	10–20

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.1.14. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora powlekania powierzchni drewnianych

Podane poniżej poziomy emisji dla sektora powlekania powierzchni drewnianych są powiązane z ogólnymi konkluzjami dotyczącymi BAT przedstawionymi w sekcji 18.1.1.

Tabela 18-33 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO z procesów powlekania powierzchni drewnianych.

Parametr	Powlekanie podłoże	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje całkowite LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Podłoża płaskie	kg LZO na kg wsadu masy stałej	< 0.1
	Podłoża inne niż płaskie		< 0.25

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Jako alternatywę dla wartości BAT-AEL podanych w tabeli 18.33 można zastosować wartości BAT-AEL podane zarówno w tabeli 18.34, jak i w tabeli 18.35.

Tabela 18-34 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji niezorganizowanych LZO z procesów powlekania powierzchni drewnianych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia roczna)
Emisje niezorganizowane LZO obliczone na podstawie bilansu masy rozpuszczalnika	Procent (%) wsadu rozpuszczalnika	< 10

Oдноśne monitorowanie przedstawiono w BAT 10.

Tabela 18-35 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji LZO z procesów powlekania powierzchni drewnianych.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (średnia dobową lub średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	5-20 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ W przypadku instalacji stosujących BAT 16 (c) w połączeniu z techniką oczyszczania gazów odlotowych, do gazów odlotowych z koncentratora stosuje się dodatkowy BAT-AEL wynoszący mniej niż 50 mg C/Nm ³ .		

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 11.

18.2. Konkluzje dotyczące BAT dla sektora konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi

18.2.1. Systemy zarządzania środowiskiem

BAT 30. Aby poprawić ogólne wyniki w zakresie ochrony środowiska, w ramach BAT należy opracować i wdrożyć system zarządzania środowiskowego (EMS) obejmujący wszystkie punkty od (i) do (xx) BAT 1, a także następujące funkcje szczegółowe:

- i. Śledzenie na bieżąco rozwoju produktów biobójczych i związanego z nimi prawodawstwa (np. wydawanie pozwoleń na produkty w ramach BPR) w celu stosowania procesów najbardziej przyjaznych dla środowiska.
- ii. Włączenie bilansu masy rozpuszczalnika do konserwacji środkami na bazie rozpuszczalnika oraz kreozotem.
- iii. Identyfikację i wykaz wszystkich krytycznych dla środowiska urządzeń procesowych i ograniczających emisję (których awaria mogłaby mieć wpływ na środowisko). Wykaz urządzeń krytycznych ma być aktualizowany na bieżąco.
- iv. Włączenie planów zapobiegania i kontroli wycieków i rozlewów, łącznie z wytycznymi w zakresie gospodarki odpadami do metod postępowania z odpadami powstałymi w wyniku kontroli rozlewów.
- v. Rejestrowanie przypadkowych wycieków i rozlewów oraz opracowywanie planów poprawy (środków zaradczych).

Uwaga

Rozporządzenie (WE) nr 1221/2009 ustanawia system ekozarządzania i audytu Unii Europejskiej (EMAS), który stanowi przykład EMS zgodnego z niniejszymi BAT.

Możliwość zastosowania

Poziom szczegółowości i stopień sformalizowania EMS będzie generalnie związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływań na środowisko, jakie może ona mieć.

18.2.2. Zastępowanie substancji szkodliwych/niebezpiecznych

BAT 31. Celem uniknięcia lub ograniczenia emisji WWA i/lub rozpuszczalników BAT stosują środki konserwujące na bazie wody.

Opis

Środki konserwujące na bazie rozpuszczalników lub kreozotu zastępuje się środkami konserwującymi na bazie wody. Woda działa jako nośnik biocydów.

Możliwość zastosowania

Możliwość stosowania techniki może być ograniczona ze względu na wymagania dotyczące jakości produktu lub jego specyfikacje.

BAT 32. Celem ograniczenia zagrożenia dla środowiska wynikającego z używania chemikaliów w procesie obróbki, BAT zastępują obecnie używane chemikalia środkami mniej niebezpiecznymi, w oparciu o regularne (np. raz na rok) przeglądy mające na celu zidentyfikowanie potencjalnie nowych, dostępnych oraz bezpieczniejszych alternatyw.

Możliwość zastosowania

Możliwość stosowania techniki może być ograniczona ze względu na wymagania dotyczące jakości produktu lub jego specyfikacje.

18.2.3. Efektywność wykorzystania zasobów

BAT 33. Celem zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów, zmniejszenia oddziaływania na środowisko oraz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem do konserwacji środków chemicznych, BAT zmniejszą ich zużycie poprzez zastosowanie wszystkich technik podanych poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Stosowanie wydajnego systemu nakładania środków konserwujących	Systemy nanoszenia, w których drewno jest zanurzone w roztworze konserwującym, są bardziej efektywne niż np. natryskiwanie. Skuteczność aplikacji procesów próżniowych (system zamknięty) jest bliska 100 %. Przy wyborze systemu aplikacji należy wziąć pod uwagę klasę użytkowania oraz wymaganą głębokość penetracji.	Technika dotyczy tylko nowych zakładów lub dużych modernizacji istniejących instalacji.
b.	Kontrola i optymalizacja zużycia środków chemicznych w zależności od końcowego zastosowania drewna/produktu drzewnego	Kontrola i optymalizacja zużycia środków do impregnacji poprzez: a) ważenie drewna/produktów drewnianych przed i po impregnacji; lub b) określenie ilości roztworu konserwującego w trakcie i po impregnacji. Zużycie środków chemicznych zgodne z zaleceniami dostawców i nie prowadzące do przekroczenia wymagań retencyjnych (np. określonych w normach jakościowych produktów).	Technika ogólnie stosowana.
c.	Bilans masy rozpuszczalnika	Zestawienie, co najmniej raz w roku, ilości rozpuszczalników organicznych na wejściu i wyjściu z instalacji, jak to określono w części 7 pkt 2 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.	Technika dotyczy tylko zakładów stosujących do konserwacji środki chemiczne na bazie rozpuszczalników lub krezot.
d.	Pomiar i dostosowanie wilgotności drewna przed obróbką	Wilgotność drewna jest mierzona przed obróbką (np. poprzez pomiar oporu elektrycznego lub ważenie) i w razie potrzeby regulowana (np. poprzez dalsze sezonowanie drewna) celem optymalizacji procesu impregnacji oraz zapewnienia wymaganej jakości produktu.	Technika stosowana tylko wtedy, gdy potrzebne jest drewno o określonej wilgotności.

18.2.4. Dostawa, magazynowanie i postępowanie z chemikaliami stosowanymi w konserwacji

BAT 34. Celem ograniczenia emisji związanych z dostawą, przechowywaniem i postępowaniem z chemikaliami stosowanymi w procesie konserwacji, BAT stosują techniki (a) lub b) oraz wszystkie techniki (c)-(f) podane poniżej.

Technika		Opis
a.	Back-venting (równoważenie oparów)	Określane również jako równoważenie oparów. Opary rozpuszczalników lub krezotu, które są wypierane ze zbiornika odbiorczego podczas napełniania, są zbierane i zawracane do zbiornika lub pojazdu, z którego dostarczana jest ciecz.

Technika		Opis
b.	Zbieranie wypartego powietrza	Opary rozpuszczalników lub krezotolu, które są wypierane ze zbiornika odbiorczego podczas napełniania, są zbierane i kierowane do urządzenia oczyszczającego, np. filtra z węglem aktywnym lub urządzenia do termicznego utleniania.
c.	Techniki ograniczania strat związanych z parowaniem powstającym na skutek podgrzewania przechowywanych chemikaliów	Jeżeli wystawienie na działanie promieni słonecznych może prowadzić do parowania rozpuszczalników i/lub krezotolu przechowywanych w naziemnych zbiornikach magazynowych, zbiorniki przykrywa się dachem lub pokrywa jasną farbą w celu zmniejszenia nagrzewania się przechowywanych rozpuszczalników i/lub krezotolu.
d.	Zabezpieczenie przyłączy dostawczych	Przyłącza dostawcze do zbiorników magazynowych znajdujących się w obrębie obszaru obwałowanego/chronionego są zabezpieczone i odcięte, gdy nie są w użyciu.
e.	Zapobieganie przelewom podczas pompowania	Środki, które gwarantują, że: <ul style="list-style-type: none"> • operacja pompowania będzie nadzorowana; • w przypadku większych ilości substancji, zbiorniki do magazynowania wyposażone będą w akustyczne i/lub optyczne alarmy wysokiego poziomu, w razie potrzeby z systemami odcinającymi.
f.	Zamknięte zbiorniki magazynujące	Stosowanie zamkniętych (hermetycznych) zbiorników magazynujących chemikalia stosowane do obróbki.

18.2.5. Przygotowanie/sezonowanie drewna

BAT 35. Celem ograniczenia zużycia oraz emisji chemikaliów stosowanych do obróbki, BAT optymalizują ilość drewna w zbiorniku oraz zapobiegają uwięzieniu chemikaliów stosując kombinację technik przedstawionych poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Separacja drewna w pakietach za pomocą przekładek	Przekładki są umieszczane w regularnych odstępach w pakietach, aby ułatwić przepływ chemikaliów przez pakiet i późniejszy jego drenaż.	Technika ogólnie stosowana.
b.	Pochylenie pakietów drewna w tradycyjnych poziomych zbiornikach do impregnacji	Pakiety drewna są pochylone w zbiorniku do konserwacji, aby ułatwić przepływ chemikaliów oraz drenaż po obróbce.	Technika ogólnie stosowana.
c.	Stosowanie przechylnych zbiorników ciśnieniowych	Cały zbiornik do konserwacji jest pochylony, dzięki czemu nadmiar chemikaliów łatwo spływa w jedno miejsce, gdzie może być łatwo odzyskany.	Technika stosowana w nowych zakładach oraz po dużych modernizacjach istniejących instalacji.
d.	Optymalizacja rozmieszczenia ukształtowanych elementów drewnianych	Uformowane elementy drewniane są rozmieszczone w taki sposób, aby zapobiec uwięzieniu chemikaliów do impregnacji.	Technika ogólnie stosowana.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
e.	Zabezpieczanie pakietów drewna	Pakiety drewna są mocowane wewnątrz zbiornika do konserwacji w celu ograniczenia przemieszczania się kawałków drewna, które mogłyby zmienić strukturę pakietu i zmniejszyć skuteczność impregnacji.	Technika ogólnie stosowana.
f.	Maksymalizacja wsadu drewna	Ładunek drewna w zbiorniku do konserwacji jest maksymalizowany, aby zapewnić najlepszy stosunek drewna poddawanego impregnacji do stosowanych chemikaliów.	Technika ogólnie stosowana.

18.2.6. Proces nakładania środka konserwującego

BAT 36. Celem zapobiegania przypadkowym wyciekom i emisjom chemikaliów używanych do obróbki w procesach bezciśnieniowych, BAT stosują jedną z technik podanych poniżej.

Technika	
a.	Dwupłaszczkowe zbiorniki do obróbki z automatycznym urządzeniem do wykrywania nieszczelności
b.	Jednopłaszczkowe zbiorniki do obróbki z wystarczająco dużą i odporną na działanie środków konserwujących izolacją, odbojnicą oraz automatycznym systemem wykrywania wycieków

BAT 37. Celem ograniczenia emisji aerozoli powstających przy konserwacji drewna i wyrobów drewnianych z wykorzystaniem środków chemicznych na bazie wody, BAT stosują zamknięcie (hermetyzację) procesów natryskiwania, zbieranie nadmiaru rozpylonej cieczy i ponowne jej wykorzystanie do przygotowania roztworu konserwującego.

BAT 38. Celem zapobiegania lub ograniczania emisji chemikaliów używanych do obróbki w procesach ciśnieniowych (autoklawy), BAT stosują wszystkie techniki podane poniżej.

Technika		Opis
a.	Kontrole procesu uniemożliwiające działanie, jeśli drzwi zbiornika do konserwacji nie są zamknięte i uszczelnione.	Drzwi zbiornika do konserwacji są zamykane i uszczelniane po jego załadunku i przed rozpoczęciem impregnacji. Stosowane są kontrole procesu, które zapobiegają uruchomieniu systemu impregnacji, jeśli drzwi nie są zamknięte oraz uszczelnione.
b.	Kontrole procesu zapobiegające otwarciu zbiornika do konserwacji, gdy jest on pod ciśnieniem i/lub wypełniony roztworem impregnującym.	Sterowniki procesu pokazują ciśnienie i obecność cieczy w zbiorniku do konserwacji. Zapobiegają również otwarciu zbiornika gdy jest jeszcze pod ciśnieniem i/lub napełniony.
c.	Blokada zamka drzwi zbiornika do konserwacji.	Drzwi zbiornika do konserwacji wyposaża się w blokadę zapobiegającą uwolnieniu się cieczy w przypadku, gdy drzwi zbiornika muszą zostać otwarte w sytuacji awaryjnej (np. gdy uszczelka drzwi uległa uszkodzeniu). Blokada zamka pozwala na częściowe otwarcie drzwi celem uwolnienia ciśnienia przy jednoczesnym zatrzymaniu cieczy.

Technika		Opis
d.	Stosowanie i konserwacja nadmiarowych zaworów bezpieczeństwa.	Zbiorniki do konserwacji wyposaża się w nadmiarowe zawory bezpieczeństwa, aby chronić je przed nadmiernym ciśnieniem. Wylot zaworów jest doprowadzany do zbiornika o odpowiedniej pojemności. Zawory bezpieczeństwa są regularnie sprawdzane (np. raz na 6 miesięcy) pod kątem oznak korozji, zanieczyszczenia lub nieprawidłowości w działaniu i w razie potrzeby czyszczone i/lub naprawiane.
e.	Kontrola emisji do powietrza z wydechu pompy próżniowej	Powietrze usuwane ze zbiorników ciśnieniowych (tj. z wylotu pompy próżniowej) jest poddawane przetwarzaniu (np. w separatorze parowo-cieczowym).
f.	Ograniczenie emisji do powietrza podczas otwierania zbiornika do konserwacji	Pomiędzy okresem obniżania ciśnienia a otwarciem zbiornika do konserwacji musi upłynąć wystarczająco dużo czasu, aby umożliwić kapanie i skraplanie nadmiaru środka konserwującego.
g.	Zastosowanie podciśnienia końcowego w celu usunięcia nadmiaru środków chemicznych z powierzchni drewna poddanego konserwacji.	Aby uniknąć kapania, przed otwarciem zbiornika do konserwacji należy zastosować podciśnienie końcowe, aby usunąć nadmiar środków chemicznych z powierzchni zaimpregnowanego drewna. Stosowanie podciśnienia końcowego może nie być konieczne, jeżeli usunięcie nadmiaru środków chemicznych z powierzchni zaimpregnowanego drewna jest zapewnione poprzez zastosowanie odpowiedniego podciśnienia początkowego (np. poniżej 50 mbar).

BAT 39. Celem ograniczenia zużycia energii w procesach ciśnieniowych (autoklawy) BAT stosują zmianę pompy próżniowej.

Opis

Po osiągnięciu wymaganego ciśnienia roboczego, system obróbki zostaje przełączony na pompę o zmniejszonej mocy i zużyciu energii.

Możliwość zastosowania

Możliwość stosowania techniki może być ograniczona w przypadku procesów z ciśnieniem zmiennym.

18.2.7. Sezonowanie po konserwacji oraz tymczasowe magazynowanie

BAT 40. Celem zapobiegania zanieczyszczeniu gleby lub wód gruntowych w wyniku tymczasowego magazynowania świeżo zaimpregnowanego drewna, lub celem ograniczenia tego zanieczyszczenia, BAT gwarantują wystarczająco dużo czasu na ociekanie i usuwają zaimpregnowane drewno z obszaru zabezpieczonego/obwałowanego dopiero po uznaniu go za suche.

Opis

Aby umożliwić ściekanie nadmiaru chemikaliów do zbiornika do konserwacji, zaimpregnowane drewno/pakiety drewna są trzymane nad zbiornikiem lub nad ociekaczem przez dostatecznie długi czas, przed przeniesieniem do obszaru suszenia po obróbce. Następnie, przed opuszczeniem obszaru suszenia po konserwacji, poddane impregnacji drewno/pakiety drewna są np. podnoszone za pomocą środków mechanicznych i utrzymywane w zawieszeniu przez co najmniej 5 minut. Jeżeli nie wystąpi kapanie roztworu impregnującego, drewno uznaje się za suche.

18.2.8. Gospodarowanie odpadami

BAT 41. Celem ograniczenia ilości odpadów przekazywanych do unieszkodliwienia, w szczególności odpadów niebezpiecznych, BAT stosują techniki (a) i (b) oraz jedną lub obie techniki (c) i (d) podane poniżej.

Technika		Opis
a.	Usuwanie resztek przed obróbką	Przed obróbką z powierzchni drewna/produktów drewnianych usuwane są resztki (np. trociny, zrębki).
b.	Odzyskiwanie oraz ponowne wykorzystanie wosków i olejów	Gdy woski lub oleje są używane do impregnacji, ich nadmiar jest odzyskiwany i ponownie wykorzystywany.
c.	Dostarczanie chemikaliów do konserwacji dużymi partiami	Dostawa chemikaliów do konserwacji w zbiornikach celem zmniejszenia ilości opakowań.
d.	Stosowanie pojemników wielokrotnego użytku	Pojemniki wielokrotnego użytku używane do chemikaliów impregnujących (np. IBC) są zwracane dostawcy celem ponownego wykorzystania.

BAT 42. Celem ograniczenia zagrożenia dla środowiska związanego z gospodarowaniem odpadami BAT magazynują odpady w odpowiednich pojemnikach lub na uszczelnionych obszarach, a także przechowują odpady niebezpieczne oddzielnie, w wyznaczonym miejscu zabezpieczonym przed wpływem warunków atmosferycznych oraz zabezpieczonym/obwałowanym.

18.2.9. Monitorowanie

18.2.9.1. Emisje do wody

BAT 43. BAT monitorują zanieczyszczenia w ściekach i potencjalnie zanieczyszczonych powierzchniowych wodach spływowych przed każdym ich odprowadzeniem, zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne, BAT mają stosować normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Substancja/parametr	Standard
Biocydy ⁽¹⁾	Dostępność norm EN zależy od składu produktów biobójczych.
Cu ⁽²⁾	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586).
Rozpuszczalniki ⁽³⁾	Dla niektórych rozpuszczalników dostępne są normy EN (np. EN ISO 15680)
WWA ⁽⁴⁾	EN ISO 17993
Benzo[a]piren ⁽⁴⁾	EN ISO 17993
HOI	EN ISO 9377-2
<p>(1) Monitorowane są określone substancje, w zależności od składu produktów biobójczych wykorzystywanych w procesie.</p> <p>(2) Monitorowanie stosuje się tylko wtedy, gdy w procesie wykorzystywane są związki miedzi.</p> <p>(3) Monitorowanie dotyczy wyłącznie zakładów stosujących środki chemiczne na bazie rozpuszczalników. Monitorowane są określone substancje, w zależności od rozpuszczalników stosowanych w procesie.</p> <p>(4) Monitorowanie dotyczy wyłącznie zakładów stosujących konserwację kreozotem.</p>	

18.2.9.2. Jakość wód gruntowych

BAT 44. BAT monitorują zanieczyszczenia w wodach gruntowych z częstotliwością co najmniej raz na sześć miesięcy i zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne,

BAT mają stosować normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Częstotliwość monitorowania może zostać zmniejszona do jednego razu na dwa lata na podstawie oceny ryzyka lub jeżeli okaże się, że poziomy zanieczyszczeń są wystarczająco stabilne (np. po okresie czterech lat).

Substancja/parametr ⁽¹⁾	Standard
Biocydy ⁽²⁾	Dostępność norm EN zależy od składu produktów biobójczych.
As	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586)
Cu	
Cr	
Rozpuszczalniki ⁽³⁾	Dla niektórych rozpuszczalników dostępne są normy (np. EN ISO 15680)
WWA	EN ISO 17993
Benzo[a]piren	EN ISO 17993
HOI	EN ISO 9377-2
<p>(1) Monitorowanie może nie być stosowane, jeżeli dana substancja nie jest używana w procesie i jeżeli udowodniono, że wody gruntowe nie są nią zanieczyszczone.</p> <p>(2) Monitorowane są określone substancje, w zależności od składu produktów biobójczych, które są lub były wcześniej stosowane w procesie.</p> <p>(3) Monitorowanie dotyczy wyłącznie zakładów stosujących środki chemiczne na bazie rozpuszczalników. Monitorowane są określone substancje, w zależności od rozpuszczalników stosowanych w procesie.</p>	

18.2.9.3. Emisje w gazach odlotowych

BAT 45. BAT monitorują emisje w gazach odlotowych z częstotliwością co najmniej raz na rok i zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne, BAT mają stosować normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości naukowej.

Parametr	Proces	Standard	Monitorowanie związane z
TVOC ⁽¹⁾	Konserwacja drewna i produktów drewnianych przy użyciu kreozotu i środków chemicznych na bazie rozpuszczalników	EN 12619	BAT 49, BAT 51
WWA ⁽¹⁾⁽²⁾	Konserwacja drewna i produktów drewnianych przy użyciu kreozotu	Brak dostępnej normy EN	BAT 51
NOX ⁽³⁾	Konserwacja drewna i produktów drewnianych przy użyciu kreozotu i środków chemicznych na bazie rozpuszczalników	EN 14792	BAT 52
CO ⁽³⁾		EN 15058	
<p>(1) W miarę możliwości pomiary przeprowadza się w normalnych warunkach eksploatacji przy najwyższym spodziewanym poziomie emisji.</p> <p>(2) Obejmuje to: acenaften, acenaftylen, antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, benzo(k)fluoranten, chryzen, dibenzo(a,h)antracen, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3-cd)piren, naftalen, fenantren i piren.</p> <p>(3) Monitorowanie stosuje się wyłącznie do emisji pochodzących z termicznego oczyszczania gazów odlotowych.</p>			

18.2.10. Emisje do gleby i wód gruntowych

BAT 46. Celem zapobiegania lub ograniczania emisji do gleby i wód gruntowych, BAT stosują wszystkie techniki podane poniżej.

Technika	Opis
a. Zamknięcie lub obwałowanie instalacji i wyposażenia	Elementy zakładu, w których przechowuje się lub obsługuje chemikalia stosowane do obróbki, tj. obszar magazynowania stosowanych substancji, obszary impregnacji, kondycjonowania po obróbce i tymczasowego przechowywania (obejmujące zbiornik do konserwacji, zbiornik roboczy, urządzenia do rozładunku/wyciągania, obszar ociekania/suszenia, strefę chłodzenia), rury i przewody na środki chemiczne stosowane do konserwacji oraz urządzenia do (re)kondycjonowania kreozytu, mają być zamknięte lub zabezpieczone. Pojemniki i osłony muszą mieć nieprzepuszczalne powierzchnie, być odporne na działanie chemikaliów stosowanych do obróbki i mieć pojemność wystarczającą do przechwycenia i zatrzymania objętości materiałów i substancji przenoszonych lub przechowywanych w urządzeniach zakładu. Ciecze w pojemnikach/obwałowaniach są zbierane dla odzyskania chemikaliów w systemie oczyszczania chemikaliów celem ich ponownego użycia. Osad powstały w systemie zbierania jest usuwany jako odpad niebezpieczny.
b. Nieprzepuszczalne podłogi	Podłogi w obszarach, które nie są zamknięte lub zabezpieczone, a w których może dojść do ociekania, rozlania, przypadkowego uwolnienia lub wypłukania chemikaliów stosowanych do konserwacji (np. obszary do magazynowania impregnowanego drewna w przypadku, gdy jest to wymagane w zezwoleniu BPR dla środka konserwacji drewna stosowanego do impregnacji), mają być nieprzepuszczalne dla danych substancji. Ciecze na takich podłogach są zbierane celem odzyskania chemikaliów stosowanych w konserwacji oraz ich ponownego wykorzystania w procesie. Osad powstający w systemie zbierania jest usuwany jako odpad niebezpieczny.
c. Systemy ostrzegawcze dla urządzeń określonych jako „krytyczne”	Sprzęt „krytyczny” (zob. BAT 30) jest wyposażony w systemy ostrzegawcze wskazujące na jego nieprawidłowe działanie.
d. Zapobieganie i wykrywanie wycieków substancji szkodliwych/niebezpiecznych z podziemnych zbiorników i kanałów oraz prowadzenie dokumentacji	Wykorzystanie podziemnych elementów konstrukcyjnych powinno być ograniczone do minimum. Jeżeli elementy podziemne są wykorzystywane do składowania substancji szkodliwych/niebezpiecznych, stosuje się dodatkowe zabezpieczenie (np. dwuścienną obudowę). Podziemne części składowe wyposaża się w urządzenia do wykrywania wycieków. Prowadzony jest, w celu określenia potencjalnych wycieków, regularny monitoring podziemnych zbiorników i kanałów oparty na analizie ryzyka; w razie potrzeby nieszczelne urządzenia są naprawiane. Prowadzony jest rejestr zdarzeń, które mogą spowodować zanieczyszczenie gleby i/lub wód gruntowych.
e. Regularna kontrola i konserwacja instalacji oraz sprzętu	Instalacje i urządzenia są regularnie kontrolowane i serwisowane w celu zapewnienia ich właściwego funkcjonowania; obejmuje to w szczególności sprawdzanie integralności i/lub szczelności zaworów, pomp, rur, zbiorników, zbiorników ciśnieniowych, tac ociekowych i pojemników/obwałowań oraz właściwego funkcjonowania systemów ostrzegawczych.

Technika	Opis
f. Techniki zapobiegania zanieczyszczeniu krzyżowemu	<p>Zanieczyszczeniu krzyżowemu (tj. zanieczyszczeniu obszarów zakładu, które zazwyczaj nie mają kontaktu z chemikaliami stosowanymi w procesie obróbki) zapobiega się poprzez stosowanie odpowiednich technik, takich jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zaprojektowanie tac ociekowych w taki sposób, aby wózki widłowe nie miały kontaktu z potencjalnie skażonymi powierzchniami tych tac; • zaprojektowanie urządzeń za- i wyładowczych (używanych do usuwania zaimpregnowanego drewna ze zbiornika do konserwacji) w taki sposób, aby zapobiec przenoszeniu chemikaliów używanych do obróbki; • stosowanie systemu suwnicowego lub dźwigów do przenoszenia zaimpregnowanego drewna; • stosowanie dedykowanych pojazdów transportowych na obszarach potencjalnie skażonych; • ograniczenie dostępu do potencjalnie skażonych obszarów; • stosowanie chodników z grysem.

18.2.11. Emisje do wody oraz gospodarowanie ściekami

BAT 47. Celem zapobiegania lub, jeżeli nie jest to możliwe, ograniczenia emisji do wody oraz ograniczenia zużycia wody, BAT stosują wszystkie techniki podane poniżej.

Technika	Opis	Możliwość zastosowania
a. Techniki zapobiegania zanieczyszczeniu wód opadowych i spływów powierzchniowych	<p>Deszcz i spływy powierzchniowe trzymane są oddzielnie od obszarów, gdzie przechowuje się lub pracuje z chemikaliami do konserwacji, od obszarów, gdzie magazynuje się świeżo zaimpregnowane drewno oraz od skażonej wody. Osiąga się to stosując:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kanały odwadniające i/lub zewnętrzny krawężnik wokół zakładu; - zadaszenie obszarów, wraz z orywnowaniem, na których przechowuje się lub pracuje z chemikaliami stosowanymi w procesie konserwacji (tj. obszar magazynowania chemikaliów stosowanych w procesie; obszary konserwacji, kondycjonowania po konserwacji i tymczasowego magazynowania; rury i przewody do chemikaliów stosowanych w procesie; urządzenia (re)kondycjonowania kreozotu - ochronę przed warunkami atmosferycznymi (np. zadaszenie, plandeki) dla magazynowanego, zaimpregnowanego drewna w przypadku, gdy jest to wymagane w zezwoleniu BPR dla środka konserwującego użytego do impregnacji. 	<p>W przypadku istniejących zakładów możliwość zastosowania kanałów odwadniających i zewnętrznego krawężnika może być ograniczona wielkością obszaru instalacji.</p>
b. Zbieranie potencjalnie zanieczyszczonych wód spływu powierzchniowego	<p>Powierzchniowe wody spływowe z obszarów, które są potencjalnie zanieczyszczone chemikaliami stosowanymi w procesie konserwacji, gromadzi się oddzielnie. Zebrane ścieki odprowadza się dopiero po podjęciu odpowiednich środków (np. monitorowanie (zob. BAT 43)), oczyszczanie (zob. BAT 47 lit. e)), wykorzystanie (zob. BAT 47 lit. c)).</p>	<p>Technika ogólnie stosowana.</p>

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
c.	Wykorzystanie potencjalnie zanieczyszczonych wód spływu powierzchniowego	Potencjalnie zanieczyszczone wody spływu powierzchniowego po ich zebraniu są wykorzystywane do przygotowania środków do konserwacji drewna na bazie wody.	Dotyczy tylko zakładów stosujących do konserwacji środki chemiczne na bazie wody. Możliwość stosowania może być ograniczona przez wymagania jakościowe produktu.
d.	Ponowne użycie wody z płukania	Woda używana do mycia sprzętu i pojemników jest odzyskiwana i ponownie wykorzystywana do przygotowania środków konserwujących do drewna na bazie wody.	Dotyczy tylko zakładów stosujących środki do konserwacji drewna na bazie wody.
e.	Oczyszczanie ścieków	W przypadku wystąpienia lub spodziewanego wystąpienia zanieczyszczenia w zebranych spływach powierzchniowych i/lub wodzie czyszczącej oraz w przypadku, gdy ponowne wykorzystanie tej wody nie jest możliwe, ścieki są oczyszczane w oczyszczalni ścieków (na terenie zakładu lub poza nim).	Technika ogólnie stosowana.
f.	Unieszkodliwianie jako odpad niebezpieczny	W przypadku wystąpienia lub spodziewanego wystąpienia zanieczyszczenia w zebranych spływach powierzchniowych i/lub wodzie czyszczącej oraz w przypadku, gdy ponowne wykorzystanie tej wody nie jest możliwe, ścieki są usuwane jako odpad niebezpieczny.	Technika ogólnie stosowana.

BAT 48. Celem ograniczenia emisji do wody z procesów konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozotu BAT zbierają kondensaty z operacji dekompresyjnych i próżniowych oraz z procesu (re)kondycjonowania kreozotu i oczyszczają je na terenie instalacji przy użyciu węgla aktywnego lub filtra piaskowego, albo usuwają jako odpady niebezpieczne.

Opis

18.2.12. Emisje do powietrza

BAT 49. Celem ograniczenia emisji do powietrza LZO pochodzących z konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi na bazie rozpuszczalników BAT zamykają (hermetyzują) emitujące LZO urządzenia lub procesy, odprowadzają gazy odlotowe i przesyłają je do systemu oczyszczania (zob. techniki w BAT 51).

BAT 50. Celem ograniczenia emisji do powietrza związków organicznych i odorów pochodzących z konserwacji drewna i wyrobów drewnianych z użyciem kreozotu, BAT stosują oleje impregnacyjne o niskiej lotności, tj. kreozot klasy C zamiast klasy B.

Możliwość zastosowania

Kreozot klasy C może nie mieć zastosowania w zimnej strefie klimatycznej.

BAT 51. Celem ograniczenia emisji do powietrza związków organicznych pochodzących z konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozotu, BAT zamykają

(hermetyzują) emitujące urządzenia lub procesy (np. zbiorniki magazynowe i impregnacyjne, strefę dekompresji czy też regeneracji kreozotu), odprowadzają gazy odlotowe i stosują jedną z poniższych technik oczyszczania lub ich kombinację.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Utlenianie termiczne	Zob. BAT 15 (i). Ciepło spalin można odzyskać za pomocą wymienników ciepła.	Technika ogólnie stosowana.
b.	Przesyłanie gazów odlotowych do instalacji spalania	Część lub całość gazów odlotowych jest przesyłana jako powietrze do spalania oraz paliwo uzupełniające do instalacji spalania (w tym elektrociepłowni) i wykorzystywana do produkcji pary i/lub energii elektrycznej.	Technika może nie nadawać się do stosowania w przypadku gazów odlotowych zawierających substancje, o których mowa w art. 59 ust. 5 Dyrektywy IED, lub jej zastosowanie może być ograniczone ze względów bezpieczeństwa.
c.	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Związki organiczne są adsorbowane na powierzchni węgla aktywnego. Zaadsorbowane związki mogą być następnie desorbowane, np. za pomocą pary wodnej (często na terenie instalacji) celem ponownego wykorzystania lub usunięcia, a adsorbent jest ponownie używany.	Technika ogólnie stosowana.
d.	Absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy	Zastosowanie odpowiedniej cieczy do usuwania zanieczyszczeń z gazów odlotowych poprzez absorpcję, w szczególności związków rozpuszczalnych.	Technika ogólnie stosowana.
e.	Kondensacja	Technika usuwania związków organicznych poprzez obniżenie temperatury poniżej ich punktu rosy, co powoduje skroplenie oparów. W zależności od wymaganego zakresu temperatur roboczych stosuje się różne czynniki chłodnicze, np. wodę chłodzącą, wodę lodową (temperatura zwykle ok. 5 °C), amoniak lub propan. Kondensację stosuje się w połączeniu z inną techniką ograniczania emisji.	Stosowanie techniki może być ograniczone w przypadku, gdy zapotrzebowanie na energię do odzysku, ze względu na niską zawartość LZO, jest nadmierne.

Tabela 18-36 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji TVOC i WWA w gazach odlotowych z procesów konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozotu lub środków chemicznych na bazie rozpuszczalników.

Parametr	Jednostka	Proces	BAT-AEL (średnia w okresie pobierania próbek)
TVOC	mg C/Nm ³	Konserwacja środkami na bazie rozpuszczalników lub kreozotem	< 4–20
WWA	mg/Nm ³	Konserwacja kreozotem	< 1 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ BAT-AEL odnosi się do sumy następujących związków WWA: acenaften, acenaftylen, antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, benzo(k)fluoranten, chryzen, dibenzo(a,h)antracen, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3cd)piren, naftalen, fenantren i piren.			

Odnośne monitorowanie przedstawiono w BAT 45.

BAT 52. Celem ograniczenia emisji NO_x w gazach odlotowych, przy jednoczesnym ograniczeniu emisji CO, pochodzących z procesu oczyszczania termicznego gazów odlotowych sektora konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozytu lub środków chemicznych na bazie rozpuszczalników, BAT stosują technikę (a) lub obie techniki podane poniżej.

Technika		Opis	Możliwość zastosowania
a.	Optymalizacja warunków oczyszczania termicznego (projekt i działanie)	Zob. BAT 17(a).	Możliwość stosowania projektu może być ograniczona w przypadku istniejących instalacji.
b.	Stosowanie palników o niskiej emisji NO _x	Zob. BAT 17(b).	Możliwość stosowania techniki może być utrudniona w istniejących zakładach ze względu na ograniczenia projektowe i/lub operacyjne.

Tabela 18-37 Poziomy emisji powiązane z BAT (BAT-AEL) dla emisji NO_x i CO w gazach odlotowych z procesów konserwacji drewna i produktów drewnianych z użyciem kreozytu lub środków chemicznych na bazie rozpuszczalników.

Parametr	Jednostka	BAT-AEL ⁽¹⁾ (średnia w okresie pobierania próbek)	Orientacyjny poziom emisji ⁽¹⁾ (średnia w okresie pobierania próbek)
NO _x	mg/Nm ³	20–130	Brak
CO		Brak BAT-AEL	20–150

⁽¹⁾ BAT-AEL i poziom orientacyjny nie dotyczą przypadków, w których gazy odlotowe są przesyłane do instalacji spalania.

18.2.13. Hałas

BAT 53. Aby zapobiec emisji hałasu lub, jeżeli nie jest to możliwe, ograniczyć ją, BAT stosują jedną z technik podanych poniżej lub ich kombinację.

Technika	
<i>Magazynowanie oraz postępowanie z surowcami</i>	
a.	Instalowanie ekranów akustycznych oraz wykorzystywanie/optymalizacja efektu tłumienia hałasu przez budynki
b.	Zamknięcie lub częściowe zamknięcie hałaśliwych operacji
c.	Wykorzystywanie pojazdów/systemów transportowych o niskim poziomie hałasu
d.	Środki zarządzania hałasem (np. lepsza kontrola i konserwacja sprzętu, zamykanie drzwi i okien)
<i>Suszenie w piecu</i>	
e.	Redukcja hałasu wytwarzanego przez pracujące wentylatory

Możliwość zastosowania

Możliwość stosowania techniki jest ograniczona do przypadków, w których można się spodziewać uciążliwości hałasu dla wrażliwych receptorów i/lub została ona udowodniona.

19. NOWE TECHNIKI OBRÓBKI POWIERZCHNI Z UŻYCIEM ROZPUSZCZALNIKÓW ORAZ KONSERWACJI DREWNA I PRODUKTÓW DREWNIANYCH ŚRODKAMI CHEMICZNYMI

W art. 3 pkt 14 Dyrektywy 2010/75/UE definiuje się „nową technikę” jako „nową technikę stosowaną w działalności przemysłowej, która mogłaby zapewnić ogólny wyższy poziom ochrony środowiska lub co najmniej ten sam poziom ochrony środowiska, a zarazem większą oszczędność kosztów niż obecnie istniejące najlepsze dostępne techniki, o ile zostanie ona rozwinięta w celach komercyjnych”. Niniejszy rozdział zawiera techniki, które mogą pojawić się w niedalekiej przyszłości i które mogą mieć zastosowanie w sektorze obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, jak również w sektorze konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi.

19.1. Produkcja drutu nawojowego

19.1.1. Emalie na bazie wody

Opis

Kilka lat temu przeprowadzono próby z emaliami akrylowymi. Nie spełniały one wymaganej normy Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC) oraz rosnących wymagań klienta dotyczących parametrów elektrycznych i mechanicznych. Niewielka ilość rozpuszczalnika (do 15% alkoholu i aminokwasów) nadal jest konieczna do utrzymania jakości powłoki.

Korzyści dla środowiska

Znaczna redukcja emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zastosowanie systemów na bazie wody wymaga wyższego zużycia energii, aby zasilić dłużej trwającą i bardziej gorącą strefę suszenia. Ponadto instalacje muszą być wyposażone w rury ze stali szlachetnej. Ze względu na wysokie koszty i aspekty technologiczne, ta alternatywa nie jest jeszcze uznawana za odpowiednią.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Emisje do wody oraz ogromny wzrost nakładów energetycznych związanych z suszeniem. Nie jest już możliwe odzyskanie energii ze spalarki.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Obecnie nie stosowana.

Ekonomika

Korzyści niewielkie. Modernizacja jest kosztowną operacją, ponieważ wszystkie rury muszą zostać zastąpione materiałem ze stali nierdzewnej. Ponadto należy zmienić strefę suszenia (dłużej trwająca/gorętsza).

Literatura źródłowa

[\[28. EWWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

19.1.2. Emalie utwardzane promieniowaniem UV

Opis

Emalie utwardzane promieniowaniem UV mogą stanowić alternatywę dla konwencjonalnych emalii na bazie rozpuszczalników.

Korzyści dla środowiska

Emisje rozpuszczalników z systemu powlekania są zredukowane do zera.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Istniejące materiały nie będą spełniać wymaganych specyfikacji. Oczekuje się, że osiągnięcie właściwej grubości będzie wiązało się z dużymi problemami, a tworzenie się pęcherzy spowoduje złe właściwości elektryczne. Emalie utwardzane promieniowaniem UV mają nieprzyjemny zapach i pracownicy mogą być na nie uczuleni. Ponadto, stosowane w tych emaliach akrylany nie są w stanie zapewnić wymaganej odporności na temperaturę.

Ze względu na brak wydajności, wysokie koszty oraz aspekty technologiczne i bezpieczeństwa, ta alternatywa nie jest jeszcze uznana za odpowiednią.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do suszenia potrzebne są lampy UV. Wysokie zużycie energii.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Metoda/proces nie zostały jeszcze wykorzystane w praktyce. Trwają prace badawcze.

Ekonomia

Korzyści niewielkie. Modernizacja jest kosztowną operacją. Spodziewane są również wysokie koszty materiałów.

Literatura źródłowa

[4. Niemcy 2002] [28. EWWG 2004] [78. TWG 2005] [komentarz EWWG/ORGALIM #46 w [212. TWG 2018]]

19.1.3. Emalie topliwe (*hot-melt*)

Opis

Na przewodnik miedziany nakładany jest materiał termoutwardzalny. Do temperatury 100 °C substancja ta jest termoplastyczna. Następnie nakłada się żywicę, która pozostaje w stanie ciekłym w temperaturze około 80 °C i może być powlekana za pomocą matrycy.

Przeprowadzono próby, szczególnie z drutami o średnicach > 0.355 mm, ale nie wszystkie druty były w stanie spełnić typowe i rosnące wymagania nowoczesnej obróbki, dotyczące przyczepności i elastyczności, odporności na szok termiczny i przecięcie, odporności termicznej, odporności na ścieranie, oraz centralność warstwy izolacyjnej. Ze względu na prawie stuprocentową zawartość substancji stałych i wynikającą z tego mniejszą liczbę warstw izolacyjnych, nie jest możliwe wykonanie folii o stałej i precyzyjnie dobranej grubości warstwy. Mniejsza ilość warstw i zła centralność powodują pogorszenie właściwości dielektrycznych folii izolacyjnej.

Korzyści dla środowiska

Ponieważ jest to proces prawie całkowicie wolny od rozpuszczalników, można osiągnąć znaczną redukcję ich emisji.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zastosowanie topników wymaga temperatur rzędu 80-100 °C w pompach recyrkulacyjnych, co może powodować pewne problemy dla pracowników, w miejscu pracy.

Ze względu na brak rozpuszczalnika nie jest możliwe odzyskiwanie energii z pieca.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Gorące stopy zawierają ciągle niewielkie ilości substancji alkoholowych, które w wyniku utleniania i pęknięcia podczas procesu emaliowania powodują nieprzyjemny zapach gazów odlotowych. Do utwardzania wymagany jest duży nakład energii elektrycznej.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Nie cały asortyment aktualnych produktów może być produkowany przy użyciu topników. Nie istnieje rozwiązanie pozwalające na bezpośrednie (1:1) zastąpienie istniejących systemów izolacyjnych. Od połowy lat 90-tych przeprowadzane są próby, które jak dotąd nie zakończyły się sukcesem. Technika ta nie jest możliwa do zastosowania w przypadku drutów o średnicy

poniżej 0.15 mm, ponieważ drut pęka z powodu lepkości stopionego polimeru. Ze względu na brak wydajności, wysokie koszty oraz aspekty technologiczne i bezpieczeństwa, ta alternatywa nie została jeszcze uznana za odpowiednią.

Ekonomika

Korzyści niewielkie. Obecnie działające urządzenia wymagają całkowitej zmiany. Muszą zostać opracowane nowe materiały izolacyjne, przetestowane przez producenta drutu nawojowego i zatwierdzone przez klientów.

Literatura źródłowa

[\[28. EWWG 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#) [\[78. TWG 2005\]](#)

19.1.4. Woskowanie cienkich drutów

Opis

Rozważane są techniki mające na celu zmniejszenie emisji rozpuszczalników podczas końcowego suszenia wosku na cienkich drutach (0.01-0.1 mm).

Korzyści dla środowiska

Redukcja zużycia oraz emisji LZO.

Literatura źródłowa

[\[38. TWG 2004\]](#)

19.2. Powlekanie pojazdów (samochody osobowe oraz lekkie samochody dostawcze - vany)

[5. DFIU i in. 2002] [38. TWG 2004]

19.2.1. Jedno- i dwuskładnikowe powłoki bezbarwne na bazie wody lub o ultrawysokiej zawartości cząstek stałych

Opis

W przyszłości spodziewane są nowe produkty w postaci ulepszonych jedno- i dwuskładnikowych systemów powłok bezbarwnych na bazie wody, jak również dwuskładnikowe systemy powłok bezbarwnych o „ultrawysokiej zawartości cząstek stałych” (do 90 wt-%). Testowano już rozpuszczalne w wodzie powłoki bezbarwne, ale nie spełniły wymagań dotyczących jakości. Obecne powłoki 2K o wysokiej zawartości cząstek stałych i na bazie rozpuszczalników mają średnią zawartość fazy stałej w zakresie 55-65% (zob. sekcja 2.2.3.3 i Tabela 2.5).

Korzyści dla środowiska

Główną zaletą farb na bazie wody jest zmniejszenie emisji LZO.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Można się spodziewać, że w przypadku powłok na bazie wody zapotrzebowanie na energię do suszenia będzie większe.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Powłoki bezbarwne na bazie wody nie są obecnie stosowane do lakierowania samochodów osobowych ze względu na ich zły wygląd i jakość (zob. sekcja 2.2.3.3).

Siła napędowa wdrażania

Możliwa redukcja zapotrzebowania na oczyszczanie gazów odlotowych.

Przykładowe zakłady

Zob. sekcja 2.2.3.3.

Literatura źródłowa

[265. TWG 2019]

19.2.2. Rozwój technologii powlekania proszkowego

Opis

W przyszłości można się spodziewać stosowania na większą skalę nawierzchniowych powłok proszkowych. Zgodnie z oświadczeniami producentów farb, dostępne są już różne pigmentowane systemy powłok wykończeniowych na bazie proszku, jednak nie są one jeszcze stosowane seryjnie. Według przedstawicieli przemysłu może to wynikać z trudności w mieszanii kolorów, co uniemożliwia recykling. Powlekanie proszkowe było testowane w przemyśle motoryzacyjnym, ale nie zakończyło się sukcesem. Obecne farby proszkowe nie spełniają wymagań większości europejskich producentów zarówno pod względem trwałości, jak i odporności fizycznej i chemicznej.

Korzyści dla środowiska

Niektóre względy BHP związane z malowaniem proszkowym.

Ekonomika

Cena systemów malowania proszkowego jest wyższa niż konwencjonalnych systemów powlekania [183. ACEA 2017].

Przykładowe zakłady

Jak dotąd wszystkie istotne projekty zakończyły się niepowodzeniem [komentarz ACEA 575 w [212. TWG 2018]]. Technika ta została wdrożona w zakładzie PSA Mulhouse [183. ACEA 2017], ale i tam zaprzestano już stosowania farb proszkowych [265. TWG 2019].

Literatura źródłowa

[78. TWG 2005] [110. Eurocar 2005] [212. TWG 2018] [265. TWG 2019]

19.2.3. Zwiększone wykorzystanie materiałów wstępnie powleczonych

Opis

Dalszym etapem rozwoju może być rosnący udział w pełni wykończonych części typu „powlezione metodą ciągłą”, dzięki czemu niektóre procesy malowania nie będą już wykonywane przez producenta samochodów (zob. rozdział 6).

Korzyści dla środowiska

Ponieważ wstępnie powlezione materiały są malowane przed formowaniem (kształtowaniem) i wykończeniem podzespołów (np. drzwi), techniki nakładania i odprowadzania gazów odlotowych umożliwiają niższą emisję LZO na m² powlezonego materiału niż ma to miejsce w przypadku malowania po uformowaniu elementu/podzespołu.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Emisje LZO (choć zredukowane) pozostają, ale są przenoszone na producenta materiałów wstępnie powleczonych.

19.2.4. Systemy farb poliuretanowych (PU)

Opis

Systemy farb na bazie poliuretanu mogą być wypalane już w temperaturze poniżej 100 °C. Umożliwia to lakierowanie zarówno metalowych karoserii, jak i elementów z tworzywa sztucznego w ramach jednego procesu malowania. Tak zwane „lakierowanie końcowe in-line” (*in-line lacquer finish*) rozwiązałyby problem dopasowania koloru pomiędzy metalowym korpusem a kolorowymi częściami z tworzywa sztucznego.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Szeroki asortyment systemów malowania na bazie PU jest dostępny dla wszystkich warstw struktury lakieru, od podkładu do powłoki wykończeniowej, również celem wytłumiania dźwięku jak i ochrony podwozia. Niskie temperatury wygrzewania pozwalają na stosowanie szerokiej gamy tworzyw sztucznych.

19.2.5. Nakładanie farby wolne od mgły lakierniczej

[komentarz ACEA #481 w [212. TWG 2018]]

Opis

Nowa technika rozpylania farby, która generuje precyzyjnej wielkości krople bez powietrza, unikając tym samym tworzenia mgły lakierniczej. Sterowane przez robota, wysoce precyzyjne urządzenie pomiarowe mierzy laserowo lutowany szew pomiędzy dachem a ramą ściany bocznej każdego samochodu przed rozpoczęciem malowania. Następnie specjalny aplikator nakłada czarną farbę bezpośrednio na karoserię pojedynczymi paskami i z milimetrową dokładnością. Aplikator umieszcza kolorowe pasy z ostro zarysowanymi brzegami, bez rozpylania mgły.

Korzyści dla środowiska

Eliminacja mgły lakierniczej. Technologia ta pozwala na malowanie niektórych powierzchni karoserii na inny kolor - w jednym i tym samym procesie powlekania.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Do malowania bez mgły lakierniczej nie jest już potrzebne czasochłonne i materiałochłonne maskowanie.

Ekonomika

Oszczędność czasu i kosztów.

Przykładowe zakłady

Obecnie technika ta jest testowana w fabryce pilotażowej Audi w Ingolstadt do powlekania dachów samochodów w czarnym kontraście.

[\[212. TWG 2018\]](#) [\[217. AUDI 2018\]](#)

19.2.6. Utwardzanie od wewnątrz na zewnątrz (inside-out)

[komentarz ACEA #481 w [\[212. TWG 2018\]](#)]

Opis

Napływ gorącego powietrza przez otwór w szybie przedniej, powoduje ogrzewanie karoserii od wewnątrz na zewnątrz. Zmniejsza to ryzyko zwarzenia się farby (*pinholing*), ponieważ warstwy powłoki są ogrzewane od dołu. Dopiero po całkowitym odparowaniu resztek wilgoci i rozpuszczalnika na powierzchni farby tworzy się błona.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Różnice temperatur w obrębie karoserii można w ten sposób zredukować o 50 %, a czas nagrzewania o 30 %.

Przykładowe zakłady

Fabryka Skody w Mlada Boleslav (Republika Czeska).

Literatura źródłowa

[\[212. TWG 2018\]](#) [\[218. Durr 2018\]](#)

19.3. Powlekanie statków i jachtów

19.3.1. Zastąpienie farb przeciwporostowych opartych na biocydach (substytucja)

Przedstawione w kolejnych sekcjach techniki, które są alternatywą dla stosowania powłok przeciwporostowych opartych na biocydach, dotyczą głównie ekologiczności statku, a nie zakładu (stoczni).

19.3.1.1. Farby z naturalnymi biocydami

Opis

Naturalne biocydy są wytwarzane na przykład przez niektóre gatunki koralowców jako ochrona przed porastaniem.

Korzyści dla środowiska

Ten system przeciwporostowy nie zawiera metali ciężkich ani biocydów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Naturalne biocydy wykazują mniejszą trwałość dzięki lepszej podatności na biodegradację, w porównaniu z materiałami nieorganicznymi, takimi jak związki miedzi lub TBT.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Farby zawierające naturalne biocydy są ciągle w fazie testowania.

Literatura źródłowa

[\[5. DFIU i in. 2002\]](#)

19.3.1.2. Powłoki o specjalnych właściwościach powierzchniowych redukujących porastanie

Opis

Powłoki o specjalnej strukturze powierzchni, takiej jak mikroszorstkość, mogą być stosowane do zmniejszania porastania.

Korzyści dla środowiska

Ten system przeciwporostowy nie zawiera metali ciężkich ani biocydów.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Pilotażowy projekt testowania przyjaznych dla środowiska powłok przeciwporostowych został przeprowadzony przez organ regulacyjny ds. ochrony środowiska, organizację pozarządową zajmującą się ochroną środowiska, oraz przez producentów powłok. W trakcie badań ten rodzaj powłoki wypadł najlepiej spośród wszystkich materiałów wolnych od biocydów.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Można stosować do powlekania wszystkich statków.

Ekonomika

Twierdzi się, że koszty są porównywalne z innymi środkami przeciwporostowymi nie zawierającymi cyny i miedzi.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002] [33. Watermann i in. 2003] [78. TWG 2005]

19.3.2. Usuwanie powłok z kadłuba statku poprzez nagrzewanie indukcyjne laserem

Opis

Jest to uznana metoda usuwania farby i powłok z powierzchni stalowych za pomocą indukcyjnego nagrzewania laserem. Kontrolowane ogrzewanie indukcyjne za pomocą lasera jest wykorzystywane do podgrzania powierzchni stalowej w taki sposób, że powłoka ulega skruszeniu i może być łatwo usunięta. Technologia ta jest szczególnie skuteczna w przypadku grubych farb i powłok. Zob. także sekcja 4.4.3.4.

Korzyści dla środowiska

Szybkość usuwania grubych, trudnych do usunięcia powłok, zmniejszenie zużycia energii oraz mniejsza emisja zanieczyszczeń i hałasu.

Przykładowe zakłady

Technologia ta jest stosowana m.in. przy budowie mostów, instalacji morskich, konstrukcji stalowych, zbiorników magazynowych, rurociągów i statków morskich.

Literatura źródłowa

[154. Nordycka Rada Ministrów 2016]

19.4. Przemysł powlekania metodą ciągłą

19.4.1. Procesy utwardzane promieniowaniem UV/EB

Opis

Nie są znane żadne komercyjne zastosowania tych technik w branży powlekania metodą ciągłą. Zob. również sekcję 6.4.4.3 dotyczącą utwardzania promieniowaniem podczerwonym.

Ogólny opis procesów utwardzania radiacyjnego znajduje się w sekcji 17.8.5. Szczegółowe informacje na temat utwardzania promieniowaniem UV i EB można znaleźć w sekcjach 17.8.5.4 i 17.8.5.5.

Korzyści dla środowiska

Ograniczenie emisji rozpuszczalników.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Utwardzanie radiacyjne UV i/lub EB może stać się ważną technologią w przypadku nowych linii produkcyjnych, ale trudno jest dostrzec, w jaki sposób mogłoby ono skutecznie zastąpić konwencjonalne powłoki na bazie rozpuszczalników w ramach modernizacji istniejących linii. Przy obecnym stanie rozwoju, utwardzanie radiacyjne nie może spełnić specyfikacji dla całej gamy produktów do powlekania tą metodą. Nadal prowadzone są próby, na małą skalę, z produktami rozwojowymi. Na liniach, które chcą stosować powłoki utwardzane radiacyjnie, konieczne będzie zainstalowanie lamp UV lub urządzeń EB. Czynniki te oznaczają, że przejście na powłoki utwardzane promieniowaniem UV i/lub EB nie jest obecnie wykonalne dla urządzeń do powlekania metodą ciągłą.

Literatura źródłowa

[\[22. ECCA 2004\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#)

19.5. Powlekanie powierzchni drewnianych

19.5.1. Powlekanie proszkowe

Opis

Obecne badania nad zastosowaniem farb proszkowych w przemyśle drzewnym są silnie związane z rozwojem nowych generacji materiałów do powlekania proszkowego, które mają bardziej dopasowane procesy topienia i utwardzania. Systemy powlekania proszkowego sieciowane promieniowaniem UV są jeszcze na wczesnym etapie rozwoju, ale proszki utwardzane promieniowaniem UV są już stosowane w produkcji np. płyt MDF i płaskich płyt drewnianych. Aktualnie trwają prace nad elektrostatycznie wspomaganym nanoszeniem powłok proszkowych na nieprzewodzące drewno i materiały drzewne.

Korzyści dla środowiska

W tym kontekście zbadano uziemienie ładunków elektrycznych przez świeżo wytworzoną, moką powłokę lakierniczą. Ta zasada malowania została zastosowana do frontów meblowych i dała następujące wyniki:

- w porównaniu do metody niskociśnieniowej (HVLP), elektrostatyczne rozpylanie wysokoobrotowe zwiększa wydajność nanoszenia o ok. 35 %, a tym samym efektywność wykorzystania materiału o ok. 30 %;
- redukuje wytwarzanie odpadów (farby) o około 80 %.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Dotychczas procesy malowania wspomagane elektrostatycznie mogą być stosowane w obróbce drewna tylko w pojedynczych, nielicznych przypadkach. Dlatego konieczne są dalsze badania.

Literatura źródłowa

[5. DFIU i in. 2002]

19.5.2. Wybielanie nadtleniem i podczerwienią

Opis

Opracowano nową metodę wybielania, która łączy stosowanie nadtlenu i promieniowania podczerwonego. Nie dostarczono dalszych informacji.

Literatura źródłowa

<https://www.mdpi.com/2073-4360/11/5/776>.

19.5.3. Nietermiczne plazmowe oczyszczanie gazów odlotowych

Opis

W gazie odlotowym tworzy się plazmę o niskiej temperaturze (30-120 °C) poprzez przepuszczenie gazu odlotowego przez dwie elektrody z prądem zmiennym o napięciu 20-30 kV. W plazmie opary LZO reagują bardzo szybko z tlenem, tworząc CO₂ i parę wodną.

W plazmie cząsteczki przepływającego gazu znajdują się w stanie częściowo zjonizowanym. Stan ten uzyskuje się zwykle dzięki bardzo wysokim temperaturom, takim jak temperatura wywołana przez wyładowania atmosferyczne. Może on jednak powstać również w temperaturze otoczenia, jeśli doda się wystarczającą ilość energii.

Korzyści dla środowiska

Wydajność rzędu 97-99.9 % osiągnięta jest bez konieczności podgrzewania gazów odlotowych. Instalacja dla tej techniki jest bardzo kompaktowa w porównaniu z utlenianiem termicznym i zużywa znacznie mniej energii.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Dostępne są różne układy elektrod. Czasami przestrzeń pomiędzy elektrodami jest wypełniona małymi kulkami szklanymi w celu wzmocnienia pola elektrycznego.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zużycie energii 0.5-3.0 kWh energii elektrycznej na 1 000 m³ oczyszczonych gazów odlotowych.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest stosowana komercyjnie dopiero od kilku lat, do redukcji emisji odorów, a czasami do oczyszczania gazów odlotowych zawierających LZO. W chwili obecnej jest to technika pilotażowa w projekcie demonstracyjnym, stosowana do oczyszczania emisji LZO z suszenia drewna.

Teoretycznie, nie ma ograniczeń w zastosowaniach ze względu na stężenie LZO w gazach odlotowych; jednakże, obecnie jest technikę tą stosuje się do oczyszczania niskich stężeń. Oczyszczane mogą być zarówno małe, jak i duże wielkości przepływów.

Ekonomika

Nie są jeszcze dostępne dane na temat kosztów. Oczekuje się jednak, że technika ta będzie tańsza niż utlenianie termiczne lub adsorpcja.

Literatura źródłowa

[\[27. VITO 2003\]](#) [\[38. TWG 2004\]](#)

19.6. Konserwacja drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi

19.6.1. Chemiczna modyfikacja drewna (CWM)

Opis

Chemiczna modyfikacja drewna jest procesem nie zawierającym biocydów i rozpuszczalników, który wywołuje reakcję pomiędzy wprowadzoną cząsteczką a polisacharydami drewna, tworząc trwałą zmianę w całym przekroju drewna [238. WPA 2009].

Szczegóły techniczne

Chemiczna modyfikacja drewna zmienia skład chemiczny ściany komórkowej poprzez reakcję z odczynnikami chemicznymi. Są one wprowadzane do drewna - zazwyczaj w postaci wodnej (w czystej postaci, rozpuszczone w wodzie lub rozpuszczone w rozpuszczalnikach organicznych) - poprzez impregnację ciśnieniową. Reakcję chemiczną wywołuje się poprzez podwyższenie temperatury (do 140 °C). Po usunięciu nadmiaru środka impregnującego (próżniowe) drewno jest suszone do wilgotności dostawy lub użytkowej. Chemiczna modyfikacja drewna przeprowadzana jest zawsze w zakładach zamkniętych/hermetycznych [230. VDI 2014] [komentarz DE #391 w [212. TWG 2018]].

Procesy chemicznej modyfikacji drewna stosowane na skalę komercyjną obejmują acetylację, furfurylację i polimeryzację [230. VDI 2014].

Acetylacja

Proces acetylacji wykorzystuje bezwodnik kwasu octowego jako odczynnik do reakcji z grupami funkcyjnymi w drewnie. Podczas procesu modyfikacji jako produkt uboczny powstaje kwas octowy, który jest przetwarzany i ponownie wykorzystywany. Acetylowane drewno może zawierać resztkowe stężenia reagentów; podczas dalszej obróbki należy uwzględnić przepisy BHP [230. VDI 2014].

Do procesu acetylowania można również stosować chlorek acetylu, co powoduje powstawanie podczas obróbki kwasu solnego, który w wysokich temperaturach może powodować niszczenie drewna. W porównaniu z kwasem solnym, kwas octowy jest mniej destrukcyjny, ale trudny do usunięcia z impregnowanego drewna, co powoduje emisję LZO i nieprzyjemnego zapachu w okresie użytkowania produktu końcowego. Ponadto, wysoka korozyjność chemikaliów do procesu bezwodnika octowego musi być brana pod uwagę w odniesieniu do właściwości instalacji/urządzeń [komentarz DE #392 w [212. TWG 2018]].

Furfurylacja

Proces furfurylacji jest podobny do obróbki acetylacji z tą różnicą, że jako odczynnik używa się w nim alkoholu furfurylowego [230. VDI 2014].

Korzyści dla środowiska

Nie stosuje się biocydów (w tym kreozotu) ani rozpuszczalników jako cieczy nośnej dla środków do konserwacji drewna.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Emisje, w tym emisje odorantów, mogą być generowane podczas otwierania zbiorników do impregnacji i reagowania, podczas przenoszenia zaimpregnowanego drewna do pieców suszących oraz podczas suszenia [230. VDI 2014].

Otrzymaany komentarz wskazuje, że istnieje konieczność stosowania systemu oczyszczania gazów odlotowych, ale nie dostarczono dalszych informacji [komentarz DE #395 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

W otrzymanym komentarzu podkreślono, że zużycie energii może być wyższe, ale nie przedstawiono dalszych informacji [komentarz DE #393 i komentarz IT #79 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

Używane chemikalia mogą mieć niebezpieczne właściwości. Bezwodnik octowy (numer CAS 108-24-7) jest podejrzewany o powodowanie podrażnienia dróg oddechowych, zgodnie z rozporządzeniem CLP. Alkohol furfurylowy (numer CAS 98-00-0) jest objęty wspólnym kroczącym planem działania (CoRAP, dane z 2018 r.⁵¹) w ramach rozporządzenia REACH i jest również podejrzewany o powodowanie raka zgodnie z rozporządzeniem CLP.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie w przypadku nowych zakładów lub dużych modernizacji istniejących instalacji. Możliwość stosowania może zostać ograniczona ze względu na wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.

Literatura źródłowa

[\[230. VDI 2014\]](#) [\[238. WPA 2009\]](#) [komentarz DE #393 w [\[212. TWG 2018\]](#)]

19.6.2. Termiczna modyfikacja drewna (TWM)

Opis

Termiczna modyfikacja drewna jest procesem wolnym od biocydów i rozpuszczalników, który wywołuje trwałe zmiany w polisacharydach (np. skrobi i celulozie) drewna celem poprawy jego właściwości użytkowych. Drewno, aby osiągnąć pożądane właściwości użytkowe bez zwęglania powierzchni, jest podgrzewane do temperatury powyżej 160 °C w środowisku, w którym tlen jest ograniczony lub wyeliminowany [\[238. WPA 2009\]](#).

Szczegóły techniczne

Termiczna modyfikacja drewna to proces, w którym skład materiału ściany komórkowej i jego właściwości fizyczne są modyfikowane poprzez wystawienie na działanie temperatury wyższej niż 160 °C i warunków zmniejszonej dostępności tlenu. Drewno zostaje zmienione w taki sposób, że przynajmniej niektóre z jego właściwości zostają trwale naruszone w całym jego przekroju poprzecznym [\[246. CEN 2007\]](#).

Termiczna modyfikacja drewna polega na poddaniu drewna działaniu temperatury od 160 °C do 250 °C w warunkach zmniejszonej dostępności tlenu, co prowadzi do trwałej zmiany podstawowych właściwości drewna. Typowymi materiałami wyjściowymi są wysuszone drewno okrągłe i tarcica, zarówno z drewna miękkiego jak i twardego. Modyfikację drewna przeprowadza się w zamkniętych/hermetycznych zakładach. Istnieje kilka wariantów procesu, które zasadniczo dają podobne efekty, ale różnią się sposobem realizacji redukcji tlenu oraz warunkami temperatury, wilgotności i ciśnienia podczas trwania procesu [\[230. VDI 2014\]](#). Metody obróbki różnią się w zależności od stosowanych warunków. Najczęstszą praktyką jest modyfikacja termiczna w atmosferze pary wodnej i gazów drzewnych przy normalnym ciśnieniu. Stosowane są jednak również inne warunki takie jak prowadzenie procesu:

⁵¹ Zob. <https://echa.europa.eu/>.

- w atmosferze pary wodnej i gazów drzewnych pod wysokim ciśnieniem;
- w atmosferze gazów drzewnych pod normalnym ciśnieniem;
- w atmosferze gazów drzewnych i w warunkach próżni;
- jako dodatkowego kroku do etapu utwardzania w wysokiej temperaturze (zob. hydrotermiczna modyfikacja drewna poniżej);
- w atmosferze gazów drzewnych i azotu;
- w gorącej kąpieli olejowej [249. IHD 2018].

Poniżej opisane zostały dwa przykładowe procesy:

Obróbka termiczna w oparciu o technologię impregnacji ciśnieniowej

Proces ten nie wymaga stosowania chemikaliów ani gazów obojętnych. W związku z tym jest to proces całkowicie bezrozpuszczalnikowy. Obróbka ta ma zastosowanie do wszystkich rodzajów drewna (suchego lub świeżego), a szczególnie nadaje się do drewna europejskiego. Drewno poddane obróbce termicznej może być stosowane zarówno na zewnątrz (ale bez kontaktu z gruntem), jak i wewnątrz budynków [148. COM 2009].

Proces ten polega na obróbce drewna parą wodną w autoklawie w temperaturze 140-210 °C i pod ciśnieniem 14-20 barów. W ten sposób modyfikuje się strukturę komórkową drewna, zmniejszając jego zdolność do absorpcji wody. Dodatkowo poprawia się stabilność wymiarów i drewno staje się bardziej wytrzymałe. Drewno zostaje zakonserwowane w całym przekroju poprzecznym, podczas gdy w przypadku impregnacji można to osiągnąć tylko dla drewna o małych średnicach [148. COM 2009].

Hydrotermiczna modyfikacja drewna

Proces składa się z pięciu etapów:

- Etapu wstępnego suszenia.
- Etapu hydrotermolizy. Drewno jest podgrzewane do temperatury 150-180 °C w środowisku wodnym. Celuloza pozostaje nienaruszona, dzięki czemu drewno zachowuje swoje dobre właściwości mechaniczne.
- Etapu suszenia. Drewno jest suszone w konwencjonalnym przemysłowym piecu do drewna.
- Etapu utwardzania. Drewno jest podgrzewane do temperatury 150-190 °C w suchych warunkach.
- Etapu kondycjonowania. Zawartość wilgoci w drewnie jest podnoszona do poziomu niezbędnego do produkcji [148. COM 2009].

Przekazano również, że ciekłe organiczne cieczki przenoszące ciepło (np. olej rzepakowy) są wykorzystywane do zapewnienia dopływu ciepła w procesie modyfikacji termicznej [230. VDI 2014].

Korzyści dla środowiska

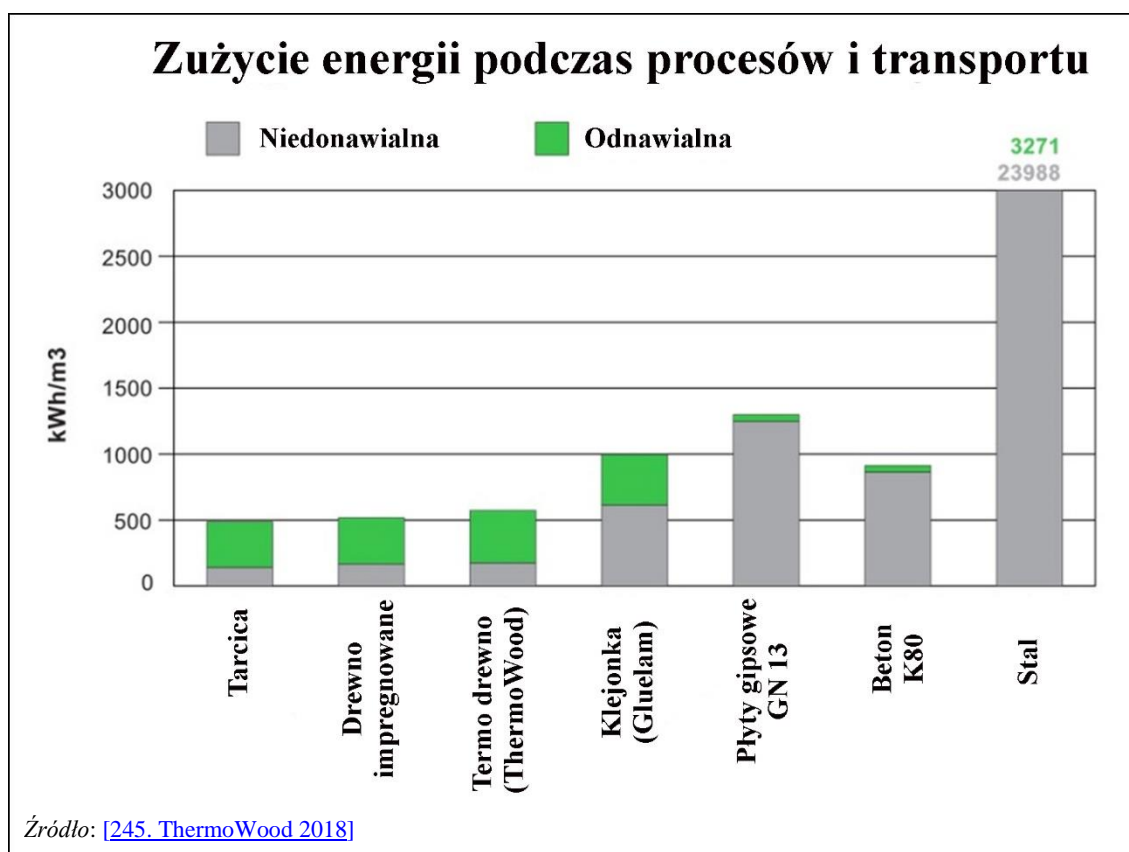
- Nie stosuje się chemikaliów do obróbki (biocydy (w tym kreozot), rozpuszczalniki).
- Brak emisji LZO jak w przypadku stosowania chemikaliów do obróbki.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Średnie zużycie energii elektrycznej i cieplnej do termicznej modyfikacji 1 m³ drewna waha się pomiędzy 400 kWh a 550 kWh [230. VDI 2014].

Termiczna modyfikacja drewna może być postrzegana jako częściowa piroliza drewna. Pod wpływem podwyższonej temperatury następuje wypieranie lotnych związków organicznych, z których część to odory, oraz termiczna modyfikacja składników drewna, głównie hemicelulozy (cukru drzewnego), ale częściowo również celulozy i ligniny. Powstałe produkty rozkładu albo pozostają w drewnie, albo są emitowane podczas lub po obróbce. W zależności od gatunku drewna, procesu i intensywności obróbki, wynikający z tego ubytek masy wynosi około 3 - 5 % [230. VDI 2014].

W procesie modyfikacji termicznej powstają emisje gazowe i aerozolowe. Składają się one w szczególności z terpenów, kwasów organicznych (np. kwas octowy, kwas mrówkowy) lub aldehydów (np. furfural). Skład, stężenie i stan fizyczny emisji zależą od gatunku drewna, procesu i intensywności obróbki. Ponadto w trakcie procesu powstają kondensaty [230. VDI 2014].



Ilustracja 19-1 Porównanie jednostkowego zużycia energii dla drewna impregnowanego i modyfikowanego termicznie.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Emisje do powietrza i zużycie energii. To ostatnie jest zwiększone ze względu na wyższe temperatury i dłuższe czasy obróbki w porównaniu z innymi metodami [148. COM 2009].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta ma zastosowanie do nowych zakładów lub dużych modernizacji istniejących instalacji. Możliwość stosowania może być ograniczona ze względu na wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.

Proces ten jest już stosowany na skalę przemysłową, ale trwają prace nad poprawą jakości produktu. Wydaje się, że trwałość i ochrona wynikająca z tego procesu, przy prawidłowym zastosowaniu, jest podobna do drewna impregnowanego kreozotem. Obróbka termiczna może mieć wpływ na jakość produktu. Powoduje utratę sprężystości i masywności drewna, a co za tym

idzie jego wytrzymałości mechanicznej. Ponadto występuje ciemnienie drewna. W niektórych przypadkach może to prowadzić do zmiany kształtu. Wreszcie, dobór właściwej krzywej temperaturowej dla każdego drewna wymaga umiejętności i doświadczenia [148. COM 2009].

Zastosowanie drewna modyfikowanego termicznie do przenoszenia obciążeń jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy jego przydatność do tych celów została odpowiednio udowodniona. Powody to:

- zwykle zmniejszona wytrzymałość, a tym samym obciążalność, jak również zmienione zachowanie przy pękaniu drewna modyfikowanego termicznie w porównaniu do drewna nieobrobionego;
- brak statycznie zabezpieczonych wartości do obliczeń i pomiarów;
- wymagania prawa budowlanego: drewno modyfikowane termicznie nie może być uznane za uregulowany wyrób budowlany, ponieważ jego właściwości w istotny sposób odbiegają od innych wyrobów stosowanych w budownictwie [249. IHD 2018].

Ekonomika

Koszt inwestycji w instalację do obróbki termicznej jest prawie dwukrotnie wyższy niż w przypadku systemów na bazie wody. Proces jest generalnie droższy niż inne techniki konserwacji; brak jest kosztorysów dla tego rodzaju środków konserwujących, ale proces trwa od dwóch do pięciu razy dłużej [148. COM 2009].

Koszty inwestycyjne urządzeń do obróbki termicznej wynoszą zazwyczaj od 500 000 EUR do 1 000 000 EUR, przy zdolności do obróbki danej partii w jednym cyklu produkcyjnym wynoszącej 50 m³ lub więcej, a koszty operacyjne wynoszą około 50-100 EUR/m³ [148. COM 2009].

Literatura źródłowa

[148. COM 2009] [230. VDI 2014] [238. WPA 2009] [246. CEN 2007] [249. IHD 2018]

19.6.3. Proces z zastosowaniem dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym

Opis

Proces z zastosowaniem nadkrytycznego dwutlenku węgla jest procesem impregnacji ciśnieniowej, w którym jako nośnik substancji aktywnych (zamiast ciekłych rozpuszczalników organicznych) stosuje się nadkrytyczne CO₂.

Szczegóły techniczne

Impregnacja odbywa się w zamkniętym (hermetycznym) zakładzie przetwórczym z wysoką recykulacją substancji pomocniczych. Drewno umieszczane jest w zbiorniku impregnacyjnym - podobnym do tych używanych w normalnych procesach impregnacji ciśnieniowej - i dodawany jest środek do konserwacji drewna (chemikalia impregnacyjne). Ciśnienie w zbiorniku jest powoli zwiększane poprzez dodanie dwutlenku węgla. Gdy ciśnienie przekroczy 74 bar i temperaturę 31 °C, dwutlenek węgla przechodzi w stan nadkrytyczny. W tym stanie CO₂ zachowuje się jak ciecz i służy jako nośnik dla środków konserwujących. Przenosi środek impregnujący w głąb drewna i cały przekrój drewna zostaje zaimpregnowany. Po krótkim czasie ciśnienie w naczyniu impregnacyjnym obniża się do ciśnienia atmosferycznego poprzez odessanie dwutlenku węgla z pojemnika, a tym samym z drewna. Środki konserwujące pozostają w drewnie. Dwutlenek węgla jest recykulowany [239. Superwood 2017].

Stosowany środek konserwujący składa się z trzech organicznych fungicydów: propikonazolu, tebukonazolu i karbamianu 3jodo-2-propynylo-butyloвого (IPBC) oraz substancji wiążącej, która spaja substancje aktywne i zapewnia drewnu efekt hydrofobowy [239. Superwood 2017].

Zaimpregnowane drewno ma taką samą zawartość wilgoci i takie same właściwości mechaniczne jak przed impregnacją. Drewno może być wydane odbiorcy, a przed jego użyciem nie jest wymagane dodatkowe utrwalanie lub suszenie. Drewno uzyskane w tym procesie nadaje się do produktów niszowych w zastosowaniach naziemnych, takich jak okładziny elewacyjne. Nie powinno być stosowane przy stałym kontakcie z glebą lub wodą i nie może być używane w bezpośrednim kontakcie z żywnością [239. Superwood 2017].

Podobnie jak ciecze, nadkrytyczny CO₂ ma dużą gęstość, co pozwala na rozpuszczanie biocydów. Jednak CO₂ w stanie nadkrytycznym nie ma napięcia powierzchniowego, a jego lepkość jest zbliżona do lepkości gazów. W konsekwencji, nadkrytyczny CO₂ łatwiej penetruje drewno niż rozpuszczalniki ciekłe, co pozwala na impregnację opornych gatunków drewna, takich jak świerk, które trudno jest zaimpregnować klasycznymi rozpuszczalnikami ciekłymi. Kolejną cechą odróżniającą proces impregnacji w stanie nadkrytycznym od konwencjonalnych technik impregnacji cieczą jest to, że jest to proces impregnacji suchej. Jako gaz, nadkrytyczny CO₂ nie zwilża drewna, a drewno pozostaje suche przed, w trakcie i po impregnacji. Ponieważ drewno po impregnacji jest suche, kontrola jakości wchłaniania substancji chemicznych nie może być prowadzona poprzez zwykłe ważenie drewna, lecz musi być wykonywana poprzez analizę chemiczną. Nadkrytyczny CO₂ działa jak niepolarny rozpuszczalnik i nie pozwala na impregnację drewna jonami metali, takimi jak miedź czy bor. Wybór dostępnych substancji czynnych do impregnacji drewna w stanie nadkrytycznym jest zatem ograniczony do cząsteczek, które mogą być rozpuszczane w nadkrytycznym CO₂, zazwyczaj są to cząsteczki organiczne [240. Dania 2017].

Korzyści dla środowiska

- Nie stosuje się rozpuszczalników lub metali ciężkich.
- Nie wytwarzane są ścieki.
- Po procesie obróbki drewno jest suche i nie występuje zjawisko ociekania (zmniejszone ryzyko zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych) [240. Dania 2017].

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W uznaniu potencjalnych korzyści dla środowiska, Superwood (Zakład DK-2) otrzymał w 2002 roku Europejską Nagrodę Natura [240. Dania 2017].

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Poziomy ciśnienia stosowane w procesie wykorzystującym dwutlenek węgla w stanie nadkrytycznym są około siedmiokrotnie wyższe niż w przypadku konwencjonalnych procesów obróbki ciśnieniowej [240. Dania 2017].

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Konieczne jest specjalne zaprojektowanie instalacji [240. Dania 2017].

Technika ta ma zastosowanie do nowych zakładów lub dużych modernizacji istniejących instalacji. Możliwość stosowania może być ograniczona ze względu na wymagania lub specyfikacje dotyczące jakości produktu.

Siła napędowa wdrażania

Brak użycia rozpuszczalników. Brak użycia metali ciężkich. Nie wymaga miejsca do ociekania/utrwalania [240. Dania 2017].

Przykładowe zakłady

Zakład DK-2 w [236. TWG 2017].

Literatura źródłowa

[236. TWG 2017] [[239. Superwood 2017](#)] [[240. Dania 2017](#)]

19.7. Oczyszczanie gazu odlotowego

19.7.1. Elektrycznie ogrzewane węglowe rurki adsorpcyjne

Opis

Węglowe rurki adsorpcyjne mogą być montowane na poszczególnych liniach do drukowania/powlekania oraz używane do adsorpcji LZO. LZO mogą być następnie odzyskane poprzez przepuszczenie prądu przez przewodzące elektrycznie rurki węglowe.

Przykładowe zakłady

Próby na małą skalę w Wielkiej Brytanii zakończyły się sukcesem.

Literatura źródłowa

[38. TWG 2004]

19.8. Oczyszczanie ścieków

19.8.1. Kabina lakiernicza z separacją na mokro i wykorzystaniem cząsteczek SiO₂

Opis

Mgła lakiernicza w kabinie lakierniczej, gdzie powlekane powierzchnie są natryskiwane farbami, może być przechwytywana przez zastosowanie kurtyny wodnej. Mieszanina wody i farby jest następnie wyłapywana i oczyszczana w zbiorniku znajdującym się pod kabiną lakierniczą. Do zbiornika dodawane są cząsteczki SiO₂, które unosząc się na powierzchni adsorbują cząsteczki farby. Kiedy cząsteczki SiO₂ są nasycone farbą, zostają usunięte ze zbiornika a farba odzyskana.

Korzyści dla środowiska

Emisje LZO zostają zredukowane, a odzyskana farba i cząsteczki SiO₂ mogą być ponownie wykorzystane w procesie.

Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Proces ten jest w pełni opracowany i gotowy do komercjalizacji, jednak nie jest jeszcze dostępny na dużą skalę.

Oddziaływanie na procesy i środowisko

Ścieki mogą być często ponownie wykorzystane.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Kabiny lakiernicze z separacją na mokro są powszechnie stosowane w malowaniu drewna i mebli oraz w przemyśle motoryzacyjnym. Można je stosować do farb na bazie wody jak i na bazie rozpuszczalników.

Technika ta nie jest obecnie stosowana na poziomie komercyjnym.

Ekonomika

Jeszcze nie wiadomo.

Literatura źródłowa

[27. VITO 2003]

20. UWAGI KOŃCOWE ORAZ REKOMENDACJE DOTYCZĄCE PRZYSZŁYCH PRAC

Harmonogram procesu przeglądu

Kluczowe etapy procesu przeglądu podsumowano w Tabeli 20.1.

Tabela 20-1 Główne etapy procesu przeglądu dokumentu STS BREF.

Kluczowe kamienie milowe	Data
Reaktywacja TWG	10 grudnia 2014 r.
Wezwanie do przedstawienia stanowisk początkowych	26 czerwca 2015 r.
Spotkanie inauguracyjne	16 - 19 listopada 2015 r.
Przygotowanie kwestionariusza	grudzień 2015 r. – lipiec 2016 r.
Poinformowanie i zbieranie danych	lipiec - październik 2016 r.
Projekt 1 zmienionego STS BREF	październik 2017 r.
Koniec okresu zgłaszania uwag do projektu 1 (otrzymano 2 512 uwag)	15 grudnia 2017 r.
Końcowe spotkanie TWG	10 - 14 grudnia 2018 r.

Podczas procesu przeglądu dokumentu BREF odwiedzono łącznie 13 zakładów w Belgii, Francji, Niemczech, Włoszech, Holandii i Wielkiej Brytanii.

Ponadto zorganizowano trzy wydarzenia mające na celu usprawnienie wymiany informacji:

- webinarium w czerwcu 2016 r. w celu sfinalizowania wzoru kwestionariusza;
- webinarium w lutym 2017 r. na temat danych zebranych za pomocą kwestionariuszy;
- nieformalne posiedzenie TWG w czerwcu 2018 r. w celu wymiany poglądów na temat sytuacji w zakresie danych uzyskanych w ramach przeglądu STS BREF, przed ostatecznym posiedzeniem TWG.

Źródła informacji i luki informacyjne

Głównymi źródłami informacji dla procesu przeglądu były:

- literatura naukowa i techniczna;
- 196 wypełnionych kwestionariuszy od operatorów zakładów obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych oraz instalacji zajmujących się konserwacją drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi;
- dodatkowe informacje od członków TWG;
- 2 512 komentarzy dotyczących projektu 1 zmienionego dokumentu BREF;
- informacje zebrane podczas wizyt w terenie;
- wyniki warsztatów i seminariów internetowych, o których mowa powyżej.

Łącznie w BATIS zamieszczono około 400 dokumentów, z których większość została wykorzystana w zmienionym STS BREF.

Stopień konsensusu osiągniętego podczas wymiany informacji

Na końcowym posiedzeniu TWG w grudniu 2018 r. osiągnięto wysoki stopień porozumienia co do większości konkluzji dotyczących BAT. Wyrażono jednak 17 zdań odrębnych, które spełniają warunki określone w pkt 4.6.2.3.2 decyzji wykonawczej Komisji 2012/119/UE. Zostały one podsumowane w tabeli 20.2.

Tabela 20-2 Wyrażone zdania odrębne.

Konkluzja BAT / numer	Zdanie odrębne	Przedstawione przez	Proponowany alternatywny poziom/wartość (o ile został)
-	Przywrócenie BAT 4 ze zmienionej wersji D1 w konkluzjach dotyczących BAT, stwierdzającej, że „Stosowanie Cr(VI) w działaniach związanych z (wstępną) obróbką i nakładaniem powłok nie jest BAT”, oraz zmianę możliwości zastosowania..	EEB	NA
BAT 11	Ograniczenie wymogu ciągłego monitorowania emisji z kominów podłączonych do systemu oczyszczania gazów odlotowych. Rozszerzenie zastosowania przypisu (2) na każdy komin o ładunku TVOC do 10 kg C/h oraz na kominy emitujące bez poprzedzającej redukcji.	ESVOC, ACEA, AFERA, CEFIC, ECCA, EWWG, FPE, INTERGRAF, MPE, ORGALIM, ASD, SK	NA
	Zwiększenie częstotliwości monitorowania dla każdego kominu z ładunkiem TVOC < 10 kg C/h do raz na 3 miesiące. Zmiana przypisu (2) na „W przypadku ładunku TVOC wynoszącego mniej niż 4 tony/rok w okresie 2 lat lub mniej niż 0.1 kg C/h, lub w przypadku nieobniżonego i stałego ładunku TVOC mniejszego niż 0.3 kg C/h, częstotliwość monitorowania może zostać zmniejszona do jednego razu na rok, pod warunkiem że strumień gazu nie zawiera żadnych substancji CMR lub SVHC”.	EEB	NA
	Zwiększenie częstotliwości monitorowania emisji DMF w gazach odlotowych do co najmniej raz na miesiąc.	EEB	NA
BAT 17, Tabela 18.1	Zmniejszenie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji NO _x w gazach odlotowych z termicznego oczyszczania tych gazów.	DE	100 mg/Nm ³
BAT 18, Tabela 18.2	Podniesienie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji pyłu dla istniejących zakładów stosujących płuczki gazowe mokre.	ACEA	5 mg/Nm ³
BAT 19, Tabela 18.3	Ustalenie odrębnych BAT-AEPL dla zużycia gazu i energii elektrycznej.	INTERGRAF	W przypadku zużycia gazu: < 9 Wh/m ² Dla zużycia energii elektrycznej: 4-8 Wh/m ²
BAT 21, Tabela 18.5	Obniżenie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla TSS.	EEB	20 mg/l
BAT 21, Tabela 18.5 & 18.6	Obniżenie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla niklu w odniesieniu do zrzutów bezpośrednich i pośrednich.	EEB	0.2 mg/l
BAT 24, Tabela 18.7	Podniesienie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji całkowitych LZO w przypadku powlekania samochodów osobowych, dla istniejących zakładów.	UK, ACEA, SK	35 g/m ²

Konkluzja BAT / numer	Zdanie odrębne	Przedstawione przez	Proponowany alternatywny poziom/wartość (o ile został)
	Podniesienie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji całkowitych LZO, dla powlekania samochodów osobowych w nowych zakładach.	UK, ACEA	25 g/m ²
	Obniżenie górnej granicy zakresów BAT-AEL dla emisji całkowitych LZO, dla powlekania pojazdów w istniejących zakładach.	EEB	Samochody osobowe: 20 g/m ² Vany: 35 g/m ² Ciężarówki (podwozia ciężarówek) & kabiny ciężarówek: 20 g/m ² & autobusy: 100 g/m ²
BAT 25, Tabela 18.12	Podniesienie BAT-AEL dla emisji całkowitych LZO, dla powlekania statków i jachtów.	ORGALIM, PT	< 0.45 kg LZO na kg wsadu masy stałej
Tabela 18.14	Podniesienie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji nieorganizowanych LZO, dla powlekania metodą ciągłą, do 8 % wsadu rozpuszczalnika.	ECCA	6.4 % wsadu rozpuszczalnika
Tabela 18.15	Podniesienie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji LZO w gazach odlotowych, dla powlekania metodą ciągłą.	ECCA	30 mg C/Nm ³
Tabela 18.19	Podniesienie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji LZO w gazach odlotowych, dla powlekania tekstyliów, folii i papieru.	EURATEX	25 mg C/Nm ³
Tabela 18.36	Zmiana zakresu BAT-AEL dla emisji LZO w gazach odlotowych dla konserwacji na bazie kreozotu oraz na bazie rozpuszczalników.	EEB	< 1-4 mg C/Nm ³

Konsultacje na forum, oraz procedura formalnego przyjęcia konkluzji dotyczących BAT

Zgodnie z art. 13 ust. 3 Dyrektywy, na posiedzeniu w dniu 14 października 2019 r., Forum zaopiniowało projekt dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie Obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi.

1. Forum z zadowoleniem przyjęło przedstawiony przez Komisję projekt dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi.
2. Forum przyjęło do wiadomości dyskusje przeprowadzone na posiedzeniu w dniu 14 października 2019 r. i zgodziło się, że zmiany w projekcie dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie Obróbki powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, w tym konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi, zaproponowane w załączniku A, powinny zostać włączone do dokumentu końcowego.

3. Forum potwierdziło uwagi zawarte w załączniku B jako reprezentujące poglądy niektórych członków Forum, co do których nie było jednak zgody w ramach Forum, aby włączyć je do dokumentu końcowego.

Następnie Komisja uwzględniła opinię forum ustanowionego na mocy art. 13 Dyrektywy IED, przygotowując projekt decyzji wykonawczej Komisji ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) dla sektorów obróbki powierzchniowej z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych (w tym konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi). Komitet ustanowiony na mocy art. 75 Dyrektywy IED, w drodze procedury pisemnej trwającej do dnia 17 kwietnia 2020 r., wydał pozytywną opinię w sprawie projektu decyzji wykonawczej Komisji.

Następnie w dniu 22 czerwca 2020 r. przyjęto decyzję wykonawczą Komisji (UE) ustanawiającą konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) dla sektorów obróbki powierzchniowej z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych (w tym konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi), która została opublikowana w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej (Dz.U. L 414 z 9.12.2020, s. 19).

Rekomendacje dotyczące przyszłych prac

Wymiana informacji ujawniła szereg kwestii, którymi należy się zająć podczas kolejnego przeglądu dokumentu STS BREF. Rekomendacje dotyczące następnego przeglądu obejmują:

- W odniesieniu do jednostkowego zużycia energii:
 - zebranie informacji na temat powlekania vanów, samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych i autobusów;
 - zebranie informacji na temat powlekania metodą ciągłą gdy używany jest trzeci piec;
 - zebranie informacji na temat drukowania metodą gorącego offsetu rolowego;
 - dalsze sprecyzowanie jednostki „na m² zadrukowanej powierzchni”, którą stosuje się do celów BAT-AEPL w sektorach drukarskich (gorący offset rolowy, fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna, rotograwiura publikacyjna).
- W odniesieniu do jednostkowego zużycia wody:
 - zebranie informacji na temat powlekania vanów, samochodów ciężarowych, kabin samochodów ciężarowych i autobusów;
 - zebranie informacji dla sektora powlekania pojazdów o jednostce „m³ zużytej wody na m² powlezionej powierzchni”;
 - zebranie informacji na temat powlekania innych puszek, w tym puszek na żywność, dla sektora powlekania i drukowania na opakowaniach metalowych.
- W odniesieniu do odprowadzania i oczyszczania gazów odlotowych:
 - zebranie informacji na temat warunków, w jakich można zamknąć działalność STS lub odprowadzać i oczyszczać gazy odlotowe.
- W odniesieniu do emisji całkowitych LZO z powlekania pojazdów:
 - zebranie informacji na temat powlekania samochodów ciężarowych i autobusów.
- W odniesieniu do specyficznych ilości odpadów wysyłanych poza teren zakładu, z powlekania pojazdów:
 - zebranie informacji na temat ilości odpadów, szczególnie w zakresie odpadów wytworzonych i przekazanych do unieszkodliwienia.

- W odniesieniu do powlekania statków i jachtów:
 - zebranie informacji na temat całkowitych emisji LZO.
- W odniesieniu do powlekania samolotów:
 - zebranie informacji na temat rzeczywistej zawartości LZO w powłokach.
- W odniesieniu do powlekania metodą ciągłą:
 - zebranie informacji na temat wpływu rodzaju produktu (np. grubości powłoki) na poziom emisji LZO w gazach odlotowych.
- W odniesieniu do wytwarzania taśm samoprzylepnych:
 - zebranie informacji na temat emisji całkowitych LZO wyrażonych „na kg wsadu masy stałej” celem podania BAT-AEL dla emisji całkowitych LZO w tej jednostce;
 - zebranie informacji na temat emisji całkowitych LZO oraz emisji LZO w gazach odlotowych z produkcji folii z tworzyw sztucznych stosowanych w tymczasowej ochronie powierzchni.
- W odniesieniu do produkcji drutu nawojowego:
 - zebranie informacji na temat emisji LZO w gazach odlotowych z powlekania drutów nawojowych o średniej średnicy mniejszej niż 0.1 mm.
- W odniesieniu do gorącego offsetu rolowego:
 - zebranie informacji na temat stosowania techniki „offsetu bezwodnego”.
- W odniesieniu do konserwacji drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi:
 - zebranie informacji na temat stosowania technik substytucji (np. chemiczna modyfikacja drewna, termiczna modyfikacja drewna, proces z nadkrytycznym CO₂);
 - zebranie informacji na temat emisji TVOC w gazach odlotowych oraz składu gazów odlotowych zarówno dla konserwacji z użyciem krezotolu, jak i z użyciem rozpuszczalników.

Sugerowane tematy dla przyszłych prac badawczo-rozwojowych (R&D)

Komisja uruchamia i wspiera, poprzez swoje programy badań i rozwoju technologicznego, szereg projektów dotyczących czystych technologii, nowych technologii oczyszczania i recyklingu ścieków oraz strategii zarządzania i gospodarowania. Potencjalnie projekty te mogą stanowić użyteczny wkład w przyszłe przeglądy BREF. Czytelnicy są zatem proszeni o informowanie Europejskiego Biura IPPC o wszelkich wynikach badań, które są istotne dla zakresu niniejszego dokumentu (zob. także piąty punkt Przedmowy do niniejszego dokumentu).

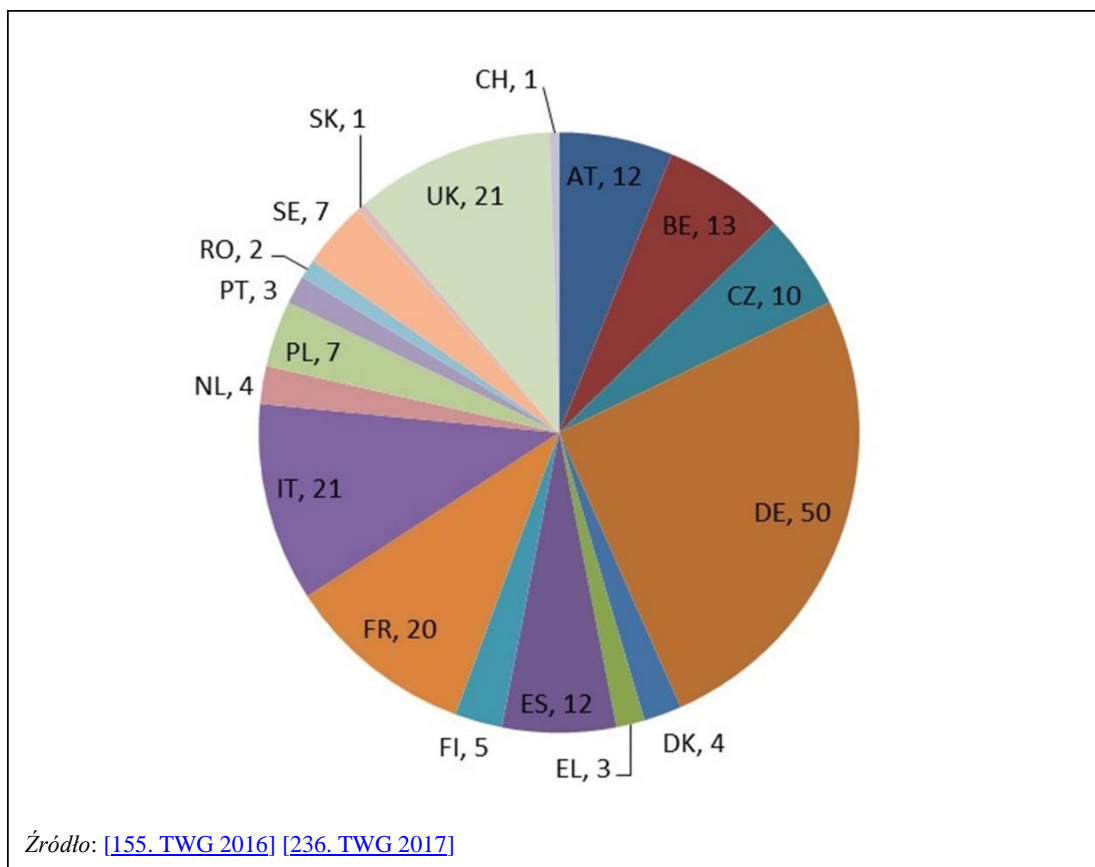
21. ZAŁĄCZNIKI

21.1. Gromadzenie danych i prezentacja danych

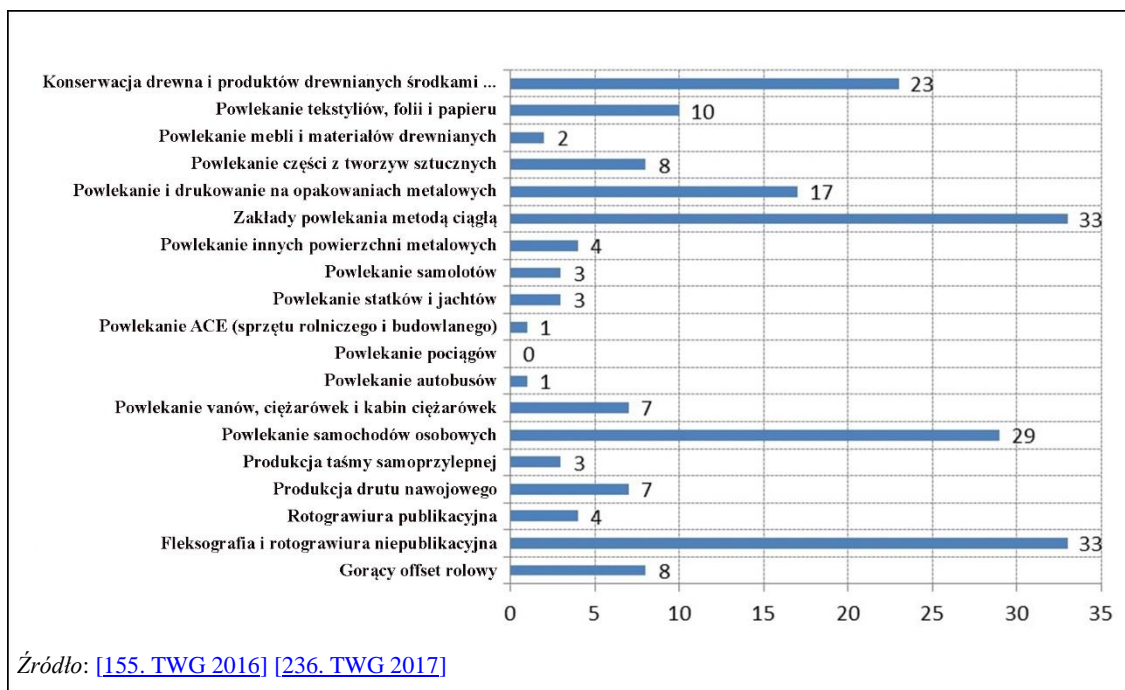
21.1.1. Rozmieszczenie zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych STS/WPC w podziale na sektory/branże oraz państwa prowadzenia działalności

W sumie 196 zakładów (w tym zakłady uczestniczące w działaniach WPC) z całej Europy wzięło udział w zbieraniu danych STS/WPC i przesłało wypełnione kwestionariusze.

Na kolejnych ilustracjach przedstawiono rozmieszczenie zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych STS/WPC (w podziale na kraje i sektory/branże).



Ilustracja 21-1 Liczba zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych STS/WPC w poszczególnych krajach.



Ilustracja 21-2 Liczba zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych STS/WPC w podziale na sektory/branże.

21.1.2. Wykaz zakładów uczestniczących w gromadzeniu danych sektora STS

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
001	Gorący offset rolowy	ES	Altair	Altair	Seseña (Toledo)
002	Gorący offset rolowy	ES	ROTOCOBRHI SAU	ROTOCOBRHI SAU	Tres Santos - Madrid
003	Gorący offset rolowy	IT	Coptip Industrie Grafiche Soc. Coop. A R.L.	Coptip Industrie Grafiche Soc. Coop. A R.L.	Modena (MO)
004	Gorący offset rolowy	PT	Lidergraf	Lidergraf	Vila do Conde
005	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	AT	Jodl Verpackungen GmbH	Jodl Verpackungen GmbH	Lenzing
006	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	AT	TANN Papier GmbH	TANN Papier GmbH	Traun
007	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	AT	PAWAG Verpackungen GmbH	PAWAG Verpackungen GmbH	Wolfurt
008	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	AT	Lenzing Plastics GmbH	Lenzing Plastics GmbH	Lenzing
009	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	AT	Constantia Teich Austria	Constantia Teich Austria	Mühlhofen
010	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	AT	Mondi	Mondi	Korneuburg
011	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	BE	Chiyoda Europe Genk	Chiyoda Europe	Genk
012	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	DE	Constantia Hueck Weiden	Hueck	Pirkmühle
013	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	DE	Constantia-HuN-HannMunden	Haendler & Natermann GmbH	Hann Munden
014	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	DE	Rahning GmbH & Co. KG	Rahning GmbH & Co. KG	Bunde
015	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	DE	AF Rinteln	Amcor Flexibles	Rinteln
016	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	DK	Danapak Flexibles A/S	Danapak Flexibles A/S	Slagelse
017	Drukowanie metodą fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej	EL	Komotini's Factory	Alfa Beta Roto SA	Komotini, Thrace
018	Drukowanie metodą fleksografii i	ES	ENPLATER	Envases Plásticos del Ter, SA	Torroella de Montgrí

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
	rotograwiury niepublikacyjnej				
019	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	FR	Amcors Tobacco Packaging France SAS	AMCOR	Ungersheim
020	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	IT	Goglio Daverio	Goglio S.p.A.	Daverio (VA)
021	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	IT	Gruppo Fabbri Vignola S.p.A.	Gruppo Fabbri Vignola S.p.A.	Vignola (MO)
022	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	IT	Safta S.p.A.	Gualapack Group	Piacenza
023	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	IT	Centroplast S.p.A.	Centroplast S.p.A.	Meldola (FC)
024	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	IT	Zakład produkcji opakowań elastycznych, drukowania, laminowania i wycinania opakowań.	Sidac S.p.A.	Forli
025	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	IT	AF Lugo	Amcors Flexibles	Lugo di Vicenza
026	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	NL	Flexoplast BV	Flexoplast BV	Harligen
027	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	PL	Emsur Polska SP. Z. O.O.	Emsur Polska SP. Z.O.O.	Józefów
028	Drukowanie metodą fleksografii i rotograwiury niepublikacyjnej	PL	Constantia Teich Poland	Teich Poland	Rogoviec
030	Drukowanie metodą rotograwiury publikacyjnej	FI	Helprint Oy	Circleprinters	Mikkeli
031	Drukowanie metodą rotograwiury publikacyjnej	UK	Bertelsmann Printing Group	Prinovis UK	Liverpool
032	Produkcja drutu nawojowego	AT	Asta Elektrodraht GmbH & Co KG	Asta Elektrodraht GmbH & Co KG	Oed
033	Produkcja drutu nawojowego	DE	Schwering & Hasse Elektrodraht	Schwering & Hasse	Lügde
034	Produkcja drutu nawojowego	DE	ESSEX Germany GmbH	ESSEX Germany GmbH	Bramsche
035	Produkcja drutu nawojowego	SE	Dahrentrad	Dahrentrad	Jonslund
036	Produkcja taśm samoprzylepnych	AT	Müroll Papier und Kunststoffverarbeitung GmbH_LINE_1	Müroll Papier und Kunststoffverarbeitung GmbH	Frastanz
038	Powlekanie samochodów osobowych	AT	Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG	Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG	Graz
039	Powlekanie samochodów osobowych	BE	Volvo Cars Gent	Volvo Cars Gent	Ghent

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
040	Powlekanie samochodów osobowych	BE	Audi Brussels	VWAG - Audi	Brussels
041	Powlekanie samochodów osobowych	CZ	Hyundai Manufacturing Czech S.R.O.	Hyundai Manufacturing Czech S.R.O.	Nižní lhoty
042	Powlekanie samochodów osobowych	CZ	Zakład malowania zakładów Skoda w Mladá Boleslav	Škoda Auto A.S.	Mladá Boleslav
043	Powlekanie samochodów osobowych	CZ	Zakład malowania zakładów Skoda Kvasiny	Škoda Auto A.S.	Kvasiny
044	Powlekanie samochodów osobowych	CZ	Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech, S.R.O.	Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech, S.R.O.	Kolín
045	Powlekanie samochodów osobowych	DE	VWAG - VW Emden	VWAG - VW	Emden
046	Powlekanie samochodów osobowych	DE	VWAG - VW Hannover	VWAG - VW	Hannover
047	Powlekanie samochodów osobowych	DE	VWAG Leipzig	VWAG - Porsche	Leipzig
048	Powlekanie samochodów osobowych	DE	BMW Regensburg	BMW Group	Regensburg
049	Powlekanie samochodów osobowych	DE	General Motors Europe Rüsselsheim	General Motors Europe	Rüsselsheim
050	Powlekanie samochodów osobowych	DE	Daimler AG Sindelfingen	Daimler AG	Sindelfingen
051	Powlekanie samochodów osobowych	ES	PSA Peugeot Citroen Madrid	PSA Peugeot Citroen	Madrid
052	Powlekanie samochodów osobowych	ES	PSA Peugeot Citroen Vigo	PSA Peugeot Citroen	Vigo
053	Powlekanie samochodów osobowych	ES	Renault Valladolid Montaje	Renault	Valladolid
054	Powlekanie samochodów osobowych	ES	Volkswagen Navarra, S.A.U.	Volkswagen Navarra, S.A.U.	Arazuri
055	Powlekanie samochodów osobowych	ES	Renault Palencia	Renault	Villamuriel de Cerrato (Palencia)
056	Powlekanie samochodów osobowych	ES	Zaragoza Opel plant	GM Spain	Zaragoza
057	Powlekanie samochodów osobowych	ES	Seat Martorell	Seat, S.A	Martorell
058	Powlekanie samochodów osobowych	FR	Rennes / Chartres de Bretagne	PSA Peugeot Citroen	Rennes / Chartres de Bretagne
059	Powlekanie samochodów osobowych	IT	FCA Melfi Plant	FCA Melfi S.p.A.	Melfi (PZ)
060	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	PL	Volkswagen Poznań Sp. Z O.O.	Volkswagen Poznań Sp. Z O.O.	Poznań

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
061	Powlekanie samochodów osobowych	PT	Volkswagen Autoeuropa	Volkswagen Autoeuropa	Palmela
062	Powlekanie samochodów osobowych	RO	Ford of Europe Craiova	Ford of Europe	Craiova
063	Powlekanie samochodów osobowych	RO	Renault SA Mioveni	Renault SA	Mioveni
064	Powlekanie samochodów osobowych	UK	General Motors Europe Ellesmere Port	General Motors Europe	Ellesmere Port
065	Powlekanie samochodów osobowych	UK	Nissan Sunderland	Nissan Motor Company	Sunderland
066	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	AT	MAN Truck & Bus Österreich AG	MAN Truck & Bus Österreich AG	Steyr
067	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	DE	Daimler AG Düsseldorf	Daimler AG	Düsseldorf
068	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	DE	Daimler AG Wörth	Daimler AG	Wörth
069	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	FR	Renault Sovab	Renault	Batilly
070	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	IT	Sevel S.p.A. Atessa Plant	Sevel S.p.A.	Atessa (CH)
071	Powlekanie vanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	IT	Iveco Suzzara	CNH Industrial	Suzzara (MN)
072	Powlekanie autobusów	DE	Daimler AG Neu-Ulm	Daimler AG	Neu-Ulm
073	Powlekanie sprzętu rolniczego i budowlanego	UK	JCB World Headquarters	JC Bamford Excavators Limited	Rocester
074	Powlekanie statków i jachtów	FI	Arctech Helsinki Shipyard Oy Yard	Arctech Helsinki Shipyard Oy	Helsinki
075	Powlekanie statków i jachtów	PT	Mitrena Shipyard	Lisnave - Estaleiros Navais, SA	Setúbal
076	Powlekanie statków i jachtów	UK	A&P Falmouth Ltd	A&P Falmouth Ltd	Falmouth
077	Powlekanie samolotów	DE	Airbus Hamburg Finkenwerder	Airbus Operations GmbH	Hamburg
078	Powlekanie samolotów	UK	Airbus Operations Ltd Broughton	Airbus Operations Ltd	Broughton
079	Powlekanie innych powierzchni metalowych	DE	thyssenkrupp Rasselstein GmbH TLA2 - linia do powlekania blach ocynkowanych	thyssenkrupp Rasselstein GmbH	Andernach
080	Powlekanie innych powierzchni metalowych	DE	Thyssenkrupp Steel Europe AG Linia do powlekania grubych blach (Entzunderungs- und Farbspritzanlage - EFA Hüttenheim)	thyssenkrupp Steel Europe AG	Duisburg
081	Przemysł powlekania metodą ciągłą	AT	Voestalpine Stahl GmbH line 1 Linz	Voestalpine Stahl GmbH	Linz
082	Przemysł powlekania metodą ciągłą	AT	Voestalpine Stahl GmbH line 2 Linz	Voestalpine Stahl GmbH	Linz
083	Przemysł powlekania metodą ciągłą	BE	Arcelor Mittal Belgium Geel	Arcelor Mittal Belgium	Geel

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
084	Przemysł powlekania metodą ciągłą	BE	Arcelormittal Belgium Gent	Arcelormittal Belgium	Ghent
085	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	BBA-2 Duisburg-Beeckerwerth	ThyssenKrupp Steel	Duisburg-Beeckerwerth
086	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	EBA2 Beeckerwerth - Duisburg	ThyssenKrupp Steel	Duisburg-Beeckerwerth
087	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Kreuztal BBA3	ThyssenKrupp Steel	Kreuztal-Eichen
088	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Ferdif - Duisburg BBA4	ThyssenKrupp Steel	Duisburg
089	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Bochum BNO	ThyssenKrupp Steel	Bochum
090	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Salzgitter	Salzgitter Flachstahl GmbH	Salzgitter
091	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Thyssenkrupp Rasselstein GmbH BEA – linia do powlekania i laminowania blachy białej	Thyssenkrupp Rasselstein GmbH	Andernach
092	Przemysł powlekania metodą ciągłą	EL	Zakład Elval Oinofyta	Elval SA	Oinofyta
093	Przemysł powlekania metodą ciągłą	EL	Zakład VEPAL Thiva	VEPAL SA	Thiva
094	Przemysł powlekania metodą ciągłą	FI	SSAB Europe Oy Hämeenlinna – linia powlekania metodą ciągłą	SSAB	Hämeenlinna
095	Przemysł powlekania metodą ciągłą	FI	SSAB Europe Oy Kankaanpää – linia powlekania metodą ciągłą	SSAB	Kankaanpää
096	Przemysł powlekania metodą ciągłą	FR	Arconic ALCOA	Arconic ALCOA	Merxheim
097	Przemysł powlekania metodą ciągłą	FR	ArcelorMittal Montataire	ArcelorMittal	Montataire
098	Przemysł powlekania metodą ciągłą	IT	Marcegaglia Carbon Steel S.p.A. Ravenna	Marcegaglia Carbon Steel S.p.A.	Ravenna
099	Przemysł powlekania metodą ciągłą	IT	ArcelorMittal Piombino	ArcelorMittal	Piombino
100	Przemysł powlekania metodą ciągłą	NL	Euramax SPL Roermond	Euramax	SPL Roermond
101	Przemysł powlekania metodą ciągłą	NL	Hunter Douglas Europe Rotterdam	Hunter Douglas Europe	Rotterdam
102	Przemysł powlekania metodą ciągłą	NL	Tata Steel IJmuiden	Tata Steel	IJmuiden
103	Przemysł powlekania metodą ciągłą	PL	ArcelorMittal Poland S.A. Organic – linia powlekania metodą ciągłą nr 1	ArcelorMittal Poland S.A.	Świętochłowice
104	Przemysł powlekania metodą ciągłą	PL	ArcelorMittal Poland S.A. – linia powlekania nr 2 na bazie rozpuszczalników organicznych	ArcelorMittal Poland S.A.	Świętochłowice
105	Przemysł powlekania metodą ciągłą	SK	U.S. Steel Košice	U.S. Steel	Košice
106	Przemysł powlekania metodą ciągłą	UK	Tata Steel Deeside, Flintshire	Tata Steel	Deeside, Flintshire
108	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	CZ	Ardagh Skřivany	Ardagh Metal Packaging Czech Republic s.r.o.	Skřivany
109	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	CZ	ALLTUB CEBTRAL EUROPE Kolin	ALLTUB CEBTRAL EUROPE	Kolin

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
110	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	DE	Ardagh Metal Packaging - Erfstadt	Ardagh	Erfstadt
112	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	DK	Glud & Marstrand A/S Odense	Glud & Marstrand A/S	Odense C
113	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	FR	Ardagh - La flèche	Ardagh - La flèche	La flèche
114	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	FR	Crown - Custines	Crown - Custines	Custines
115	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	FR	Crown Emballage France Crown - Nantes	Crown Emballage France Crown - Nantes	Nantes
116	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	IT	CROWN AEROSOLS ITALIA S.R.L.	CROWN AEROSOLS ITALIA S.R.L.	Spilamberto (MO)
117	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	SE	Ball Beverage Packaging Fosie AB	Ball Beverage Packaging Fosie AB	Malmö
118	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Botcherby	CROWN Packaging UK plc	Carlisle
119	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Braunstone	CROWN Packaging UK plc	Leicester
120	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Sutton-in-Ashfield	CROWN Aerosols UK Ltd	Sutton-inAshfield
121	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Ardagh Metal Packaging Norwich	Ardagh Metal Packaging	Norwich
122	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	L11 & L17 Scunthorpe	Can Pack UK	Scunthorpe
123	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Ardagh group Wrexham	Ardagh Group	Wrexham
124	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Ardagh group Rugby	Ardagh Group	Rugby
125	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	UK	Ball Beverage Packaging Europe - Milton Keynes	Ball Beverage Packaging Europe BBP	Milton Keynes
126	Powlekanie elementów z tworzyw sztucznych	BE	Plastal Gent	Plastal	Ghent
127	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	CZ	FATRA, a.s. Napajedla	FATRA, a.s.	Napajedla

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
128	Powlekanie elementów z tworzyw sztucznych	CZ	Automotive Lighting s.r.o. Jihlava	Automotive Lighting s.r.o.	Jihlava
129	Powlekanie elementów z tworzyw sztucznych	CZ	PLAKOR CZECH s.r.o.	PLAKOR CZECH s.r.o.	Ostrava
130	Powlekanie elementów z tworzyw sztucznych	CZ	Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o. Librec	Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o.	Librec
131	Powlekanie elementów z tworzyw sztucznych	IT	Stabilimento V2 Vulcaflex SpA	Vulcaflex SpA	Cotignola (RA)
132	Powlekanie elementów z tworzyw sztucznych	SE	Plastal Arendal	Plastal Industri AB	Gothenburg
133	Fleksografia i rotograviura niepublikacyjna	BE	AMCOR FLEXIBLES TRANSPAC GENT BVBA	AMCOR FLEXIBLES TRANSPAC GENT BVBA	Ghent
134	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	BE	Sioen Ardoorie	Sioen Fabrics SA	Ardoorie
135	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	BE	Sioen Mouscron	Sioen Fabrics SA	Mouscron
136	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	BE	Vetex Ingelmunster	Vetex	Ingelmunster
137	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	DE	Eurofoil Berlin	Eurofoil	Berlin
138	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	PL	Sanwil Polska sp z o.o. Przemysł	Sanwil Polska sp z o.o.	Przemysł
139	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	UK	Wrexham Facility	Coveris Advanced Coatings	Wrexham
140	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	UK	Dartex Coatings Long Eaton	Dartex Coatings	Long Eaton
141	Powlekanie mebli i materiałów drewnianych	SE	IKEA oraz członkowie SE TWG	IKEA Industry Älmhult AB	Älmhult
142	Produkcja drutu nawojowego	Other (CH)	CH - Electrisola Feindraht	CH - Electrisola Feindraht	
143	Rotograviura publikacyjna	FR	BurdaDruck France Thann	BurdaDruck France	Thann
144	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Novelis Deutschland GmbH	Novelis Deutschland GmbH	Göttingen
145	Powlekanie samolotów	FR	Airbus Toulouse	Airbus Operations France	Toulouse
146	Powlekanie samochodów osobowych	FR	Renault Douai	Renault Douai	Douai
147	Powlekanie wanów, ciężarówek i kabin ciężarówek	FR	Renault Maubeuge	Renault Maubeuge	Maubeuge
148	Gończy offset rolowy	DE	GD Gotha Druck und Verpackung GmbH & Co. KG	GD Gotha Druck und Verpackung GmbH & Co. KG	GüntherslebenWechmar
149	Rotograviura publikacyjna	DE	Burda Druck GmbH	Burda Druck GmbH	Offenburg
150	Gończy offset rolowy	DE	WKS-Kraft-Schloetels_Essen	WKS-Kraft-Schloetels	Wassenberg
151	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	DE	BSN medical GmbH	BSN medical GmbH	Hamburg
152	Przemysł powlekania metodą ciągłą	FR	Tata Steel Maubeuge	Tata Steel	Maubeuge
153	Przemysł powlekania metodą ciągłą	FR	NLMK Strasbourg	NLMK Strasbourg	Strasbourg
154	Gończy offset rolowy	DE	Niedermayer Regensburg	Franz Anton Niedermayer Graphische Kunstanstalt GmbH & Co.KG	Niedermayer_Regensburg

Numer kodowy	Główny sektor działalności STS	Państwo	Zakład / adres / nazwa linii produkcyjnej	Nazwa firmy	Miejscowość
155	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	DE	Bischof+Klein-Lengerich	Bischof+KleinLengerich	Lengerich
156	Produkcja taśm samoprzylepnych	DE	Tesa Hamburg	tWHH - tesa Werk Hamburg GmbH	Hamburg
157	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	DE	Mondi Halle	Mondi Halle GmbH	Halle in Westfalen
158	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Huehoco	Huehoco	Wuppertal
159	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	DE	Debatin Bruchsal	Anton Debatin GmbH	Bruchsal
160	Produkcja drutu nawojowego	ES	Ederfil Becker, Koop. E. (Legorreta)	Ederfil Becker, Koop.E.	Legorreta
161	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	FR	Ancor Flexibles Montreuil-Bellay	Ancor Flexibles Montreuil-Bellay	Montreuil-Bellay
162	Gorący offset rolowy	DE	Neef + Stumme premium printing GmbH & Co. KG	Neef + Stumme premium printing GmbH & Co. KG	Wittingen
163	Produkcja taśm samoprzylepnych	DE	monta Klebebandwerk GmbH Immenstadt	monta Klebebandwerk GmbH Immenstadt	Immenstadt im Allgäu
164	Przemysł powlekania metodą ciągłą	DE	Hydro Aluminium Rolled Products GmbH – zakład powlekania nr 3	Hydro Aluminium Rolled Products GmbH	Grevenbroich
165	Powlekanie innych powierzchni z metalu	BE	ALRO N.V.	ALRO N.V.	Dilsen-Stokkem
166	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	BE	Seyntex N.V. - Seyntexlaan 1	Seyntex N.V.	Tielt
167	Produkcja drutu nawojowego	IT	IRCE S.p.A., Imola (BO)	IRCE S.p.A.	Imola (BO)
168	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	IT	Masterpack S.p.A.	Masterpack S.p.A.	Veruno (NO) Piemonte
169	Produkcja butów	IT	I.P.R S.p.A.	I.P.R. S.p.A.	Civitanova Marche
170	Produkcja butów	IT	Mondial Suole S.p.A.	Mondial Suole S.p.A.	Porto Recanati
171	Powlekanie tekstyliów, folii i papieru	IT	Chiorino S.p.A.	Chiorino S.p.A.	Biella Piedmont
172	Przemysł powlekania metodą ciągłą	BE	ArcelorMittal Liege	ArcelorMittal	Ivoz-Ramet Liege
173	Przemysł powlekania metodą ciągłą	ES	ArcelorMittal Lesaka	ArcelorMittal España S.A.	Lesaka
174	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	DE	Coveris Halle	Coveris Flexibles Deutschland GmbH	Halle in Westfalen
175	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	DE	Coveris Warburg	Coveris Flexibles Deutschland GmbH	Warburg
176	Powlekanie innych powierzchni z metalu	DE	EOT - Eibach Oberflächentechnik GmbH	Eibach Oberflächentechnik GmbH	Lüdenscheid
177	Powlekanie mebli I materiałów drewnianych	DE	Egger Brilon	Egger Holzwerkstoffe Brilon GmbH & Co. KG	Brilon
-	Powlekanie autobusów	ES	Irizar S.Coop.-Lezeta	Irizar S.Coop	Ormaiztegui

21.1.3. Lista zakładów biorących udział w zbieraniu danych dotyczących WPC

Skrót / numer kodowy	Zakład / nazwa instalacji	Nazwa firmy	Państwo	Miejscowość	Typ obróbki
FR-1	SNCF E.I.V	SNCF	FR	Biars sur Cere	kreozot
DE-5	DB Schwellenwerk Schwandorf	DB Netz AG Werk Oberbaustoffe Witten	DE	Schwandorf	kreozot
PL-1	Track Tec Lipa Sp. z o.o.	Track Tec Lipa Sp. z o.o.	PL	Lipa	kreozot na bazie wody
UK-1	Calders & Grandidge	Calders & Grandidge	UK	Boston	kreozot na bazie wody
SE-1	Octowood	Octowood AB	SE	Kälarne	kreozot na bazie wody
FR-2	FRANCE BOIS IMPREGNES	FRANCE BOIS IMPREGNES	FR	Boisset Les Montrond	kreozot na bazie wody
DE-9	Imprägnierwerk Wülknitz	Imprägnierwerk Wülknitz GmbH	DE	Wülknitz	kreozot na bazie wody
DE-8	Zimmer Zäune GmbH	Zimmer Zäune GmbH	DE	Maring-Noviant	kreozot na bazie wody
DK-1	Frøslev Træ A/S	Frøslev Træ A/S	DK	Padborg	na bazie wody
UK-2	Arch Timber Protection	Lonza	UK	Wolverhampton	na bazie wody
UK-3	Sodra Wood Dundee (poprzednio Crown Timber)	Sodra Wood Dundee	UK	Dundee	na bazie wody
UK-4	Windymains Sawmills	Glennon Brothers	UK	Humbie	na bazie wody
IT-1	Stella S.p.A	Stella S.p.A. ad Unico Socio	IT	Cuneo	na bazie wody
SE-2	Bergs Timber Bitus	Bergs Timber Production AB	SE	Nybro	na bazie wody
SE-3	Varberg Timber AB	Varberg Timber AB	SE	Varberg	na bazie wody
FR-3	Société Forestière ORIEL	ORIEL	FR	Corcieux	na bazie wody
FR-4	PIVETEAU BOIS	PIVETEAU BOIS	FR	Saint Florence	na bazie wody
FI-1	Ab Pâras Oy	Ab Pâras Oy	FI	Kruunupyy	na bazie wody
DE-6	Fürstenberg-THP GmbH / Hüfingen	Fürstenberg-THP GmbH	DE	Hüfingen	na bazie wody
IT-2	Margaritelli Ferroviaria SpA /Rodallo	Margaritelli Ferroviaria SpA /Rodallo	IT	Rodallo	na bazie wody
DE-7	Klenk Holz AG, Werk Baruth	Klenk Holz AG, Werk Baruth	DE	Baruth/Mark	na bazie wody
FR-5	ISB France	Groupe ISB - PBM Import	FR	Saint-Malo	na bazie wody
DK-2	Superwood A/S	Superwood A/S	DK	Hampen	CO ₂

21.1.4. Prezentacja danych dla emisji w gazach odlotowych

W sekcjach dotyczących poszczególnych sektorów zamieszczono wykresy przedstawiające zgłoszone poziomy emisji LZO, pyłów, NO_x i CO w gazach odlotowych.

Generalnie, w oparciu o stosowaną częstotliwość monitorowania, zastosowano następujące podejście do prezentacji zgłoszonych danych dotyczących emisji LZO, NO_x i CO:

- W przypadku monitorowania okresowego częstotliwość monitorowania przedstawia się jako „A/r”, gdzie A oznacza liczbę pomiarów przeprowadzanych w ciągu roku (r).
- W przypadku zakładów/punktów emisji zgłaszających częstotliwość monitorowania raz w roku (1/r) lub rzadziej (np. 1/2r, 1/3r), na odpowiednich wykresach przedstawiono jedynie zgłoszone średnie wartości stężenia, ponieważ w tym przypadku przyjmuje się, że wartość maksymalna i minimalna reprezentują najwyższą i najniższą wartość zmierzoną w tej samej kampanii pomiarowej.
- W przypadku zakładów/punktów emisji zgłaszających częstotliwość monitorowania dwa razy w roku (2/r), na odpowiednich wykresach przedstawiono jedynie zgłoszone minimalne i maksymalne wartości stężenia, które odpowiadają dwóm średnim wartościom z kampanii pomiarowych.
- W przypadku zakładów/punktów emisji zgłaszających częstotliwość monitorowania trzy razy w roku (3/r) lub więcej (np. 4/r, 12/r, ciągłe), wszystkie zgłoszone wartości stężenia (tj. średnia, minimum, maksimum i percentyl 95, jeśli są dostępne) są przedstawione na odpowiednich wykresach.

21.2. Informacje na temat zgłoszonego stosowania BAT w różnych sektorach STS

[\[262. ESVOC i in. 2019\]](#)

Poniższa tabela zawiera informacje przedstawione przez STS TWG na temat aktualnego stosowania BAT, które zostały omówione w niniejszym dokumencie dla różnych sektorów STS. Informacje zawarte w tej tabeli przedstawiają dostępną wiedzę STS TWG na temat tego, które BAT są obecnie stosowane (w czasie pisania dokumentu) w różnych sektorach STS państw członkowskich Unii Europejskiej. Nie można ich uznać za wskazanie możliwości zastosowania tych BAT zgodnie z art. 3 ust. 10 lit. b) Dyrektywy IED. Informacje na ten temat można znaleźć w klauzulach dotyczących możliwości stosowania w rozdziale niniejszego dokumentu poświęconym konkluzjom dotyczącym BAT (rozdział 18), a także w szczegółowych opisach technik w rozdziale 17 lub w sekcjach X.4 dotyczących technik właściwych dla danego sektora, które należy uwzględnić przy ustalaniu BAT.

Tabela 21-1 Informacje na temat zgłoszonego stosowania BAT w różnych sektorach STS.

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni drewnianych	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
17.2.1	Przygotowanie i wdrażanie planu zapobiegania oraz kontroli wycieków i rozlewów	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5a
17.2.2.1	Uszczelnianie lub przykrywanie pojemników oraz obwałowanie powierzchni magazynowych	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5b
17.2.2.2	Minimalizowanie magazynowania materiałów niebezpiecznych w obszarach produkcyjnych	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5c
17.2.3.1	Zapobieganie wyciekom i rozlewom podczas pompowania	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5d
17.2.3.2	Zapobieganie przelewowi podczas pompowania	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5e
17.2.3.3	Wychwytywanie oparów LZO podczas dostawy materiału zawierającego rozpuszczalnik	N	N	N	N	N	U	U	U	U	N	U	U	N	N	U	U	U	5f
17.2.3.4	Zapobieganie wyciekom oraz ich szybka likwidacja podczas pracy z materiałami zawierającymi rozpuszczalniki	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	5g
17.2.4.1	Zaawansowane systemy mieszania	N	N	N	N	N	U	U	N	U	N	U	N	N	U	U	U	U	6b
17.2.4.2	Scentralizowane dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące)	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	N	U	6a
17.2.4.3	Dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) do miejsca nakładania przy użyciu systemu zamkniętego	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	6c
17.2.5	Automatyzacja urządzeń	U	U	NI	U	U	U	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	U	6d
17.2.5	Nakładanie robotami	U	U	U	U	U	U	N	N	N	N	N	N	U	U	N	N	U	7o
17.2.5	Nakładanie maszynami	U	U	N	U	U	U	N	N	U	N	N	N	U	U	N	N	U	7p
17.2.5.1	Miękkie oczyszczanie (soft purge) przy natryskiwaniu	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	U	6f
17.2.6	Identyfikacja sprzętu krytycznego	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	13a
17.2.6	Inspekcja, konserwacja i monitorowanie	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	13b
17.3.2	Wdrożenie systemu śledzenia rozpuszczalników	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	U	U	10b

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni dREWNIANYCH	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
17.3.3	Pełna identyfikacja i kwantyfikacja ilości rozpuszczalników na wejściu i wyjściu z procesu	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	10a
17.3.4	Monitorowanie zmian, które mogą wpływać na niepewność danych dotyczących bilansu masy rozpuszczalnika	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	10c
17.4.1	Plan gospodarowania wodą i kontrole jakości wody	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	U	U	N	U	N	U	U	20a
17.4.3	Plukanie odwróconą kaskadą	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	N	N	N	N	N	U	20b
17.4.4	Ponowne wykorzystanie i/lub recykling wody	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	U	N	N	N	N	U	20c
17.5.1	Plan efektywności energetycznej	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	19a
17.5.2	Rejestr bilansu energetycznego	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	19b
17.5.3	Izolacja termiczna zbiorników i kadzi zawierających schłodzone lub podgrzane ciecze oraz systemów spalania i wytwarzania pary	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	N	U	U	N	U	U	19c
17.5.4	Odzysk ciepła poprzez kogenerację - CHP (skojarzoną gospodarkę energetyczną) lub trójgenerację - CCHP (skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu)	N	N	N	N	N	U	N	U	N	U	U	N	U	U	N	U	U	19d
17.5.5	Odzysk ciepła z gorących strumieni gazowych	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	U	U	19e
17.5.7	Regulacja przepływu powietrza procesowego i gazów odlotowych	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	19f
17.5.8	Recyrkulacja gazów odlotowych kabiny lakierniczej	U	U	N	U	N	U	N	N	N	N	N	N	U	N	N	U	U	19g
17.5.9	Zoptymalizowana cyrkulacja ciepłego powietrza w wielkogabarytowej kabynie utwardzającej przy użyciu turbulizatora	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	U	19h
17.6.1	Stosowanie surowców o niskim oddziaływaniu na środowisko	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	3a
17.6.1	Stosowanie substancji, które nie są LZO lub są LZO o niskim poziomie lotności	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	N	U	U	U	N	U	U	4h
17.6.2	Optymalizacja stosowania w procesie rozpuszczalników organicznych	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	3b
17.6.2.1	Grupowanie kolorów (malowanie partiami)	U	U	U	U	N	U	U	N	U	N	U	N	N	N	U	N	U	6e

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni dREWNIANYCH	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
17.7.2.1	Stosowanie farb / powłok / lakierów / tuszy / spoiw o wysokiej zawartości cząstek stałych	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	U	U	N	U	4a	
17.7.2.2	Stosowanie farb / powłok / tuszy / lakierów i spoiw na bazie wody	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	N	U	U	U	U	U	4b	
17.7.2.3	Stosowanie tuszy / powłok / farb / lakierów i spoiw utwardzanych promieniowaniem	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	N	N	U	U	N	U	4c	
17.7.2.4	Stosowanie bezrozpuszczalnikowych spoiw dwuskładnikowych	U	U	U	U	N	N	N	N	N	U	N	U	U	U	N	U	4d	
17.7.2.5	Stosowanie spoiw termotopliwych	U	U	U	U	N	N	N	N	N	U	U	N	U	U	U	U	4e	
17.7.2.6	Stosowanie powłok proszkowych	N	N	U	U	N	U	N	U	N	N	N	N	N	N	N	U	4f	
17.7.2.8	Stosowanie folii laminowanej do powlekania wstęgi lub zwoju	N	N	N	N	N	U	N	U	N	U	N	N	U	U	U	U	4g	
17.7.3.1	Powlekanie wałkami	N	N	N	N	N	U	N	U	N	N	N	U	U	U	N	U	7a	
17.7.3.2	Rakiel (przecierak, doctor blade) nad wałkiem	N	N	N	N	N	U	N	U	N	N	N	U	N	U	U	U	7b	
17.7.3.3	Nakładanie powłok metodą „bez płukania” (no rinse) lub „na sucho” (dry-in-place) w powlekanii metodą ciągłą	N	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	N	N	U	N	U	7c	
17.7.3.4	Powlekanie kurtyną	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	N	N	N	U	N	U	7d	
17.7.3.6	Powlekanie elektroforetyczne	U	U	U	U	U	U	N	N	U	N	N	U	N	N	N	N	7e	
17.7.3.5	Zalewanie	U	U	N	N	N	U	N	U	N	N	N	N	N	N	N	U	7f	
17.7.3.7	Współwytłaczanie	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	U	N	U	7g	
17.7.3.8	Natryskiwanie airless wspomaganie powietrzem	U	U	U	U	U	U	N	N	U	N	N	U	N	N	N	U	7h	
17.7.3.9	Rozpylanie pneumatyczne z użyciem gazów obojętnych	U	N	NI	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	7i	
17.7.3.10	Rozpylanie wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe (HVLP)	U	U	U	U	U	U	N	N	N	N	N	N	NI	N	N	U	7j	
17.7.3.11	Rozpylanie elektrostatyczne (w pełni zautomatyzowane)	U	U	N	U	NI	U	N	N	N	N	N	U	NI	N	N	N	7k	
17.7.3.12	Elektrostatycznie wspomaganie rozpylanie pneumatyczne lub natryskiwanie airless	U	U	U	U	U	U	N	N	U	N	N	N	U	N	N	U	7l	
17.7.3.13	Natryskiwanie na gorąco	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	U	N	N	N	U	7m	
17.7.3.14	Nakładanie powłok metodą „natrysku, ściągania i splukiwania” (spray, squeegee and rinse).	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	7n	

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni drewnianych	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
17.8.1	Suszenie/utwardzanie konwekcyjne w gazie obojętnym	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	U	N	N	U	N	N	8a	
17.8.2	Suszenie/utwardzanie indukcyjne	N	N	N	N	N	U	U	N	U	N	N	N	N	N	N	N	8b	
17.8.3	Suszenie/utwardzanie mikrofalami oraz wysokimi częstotliwościami (HF)	N	N	N	N	N	U	N	N	N	U	N	N	U	N	N	U	8c	
17.8.5	Utwardzanie radiacyjne	N	N	N	N	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	U	N	8d	
17.8.4	Kombinowane suszenie/utwardzanie przez konwekcję i promieniowanie IR	U	U	U	U	U	U	N	N	U	N	N	N	U	U	U	U	8e	
17.8.6	Suszenie/utwardzanie konwekcyjne z odzyskiem ciepła	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	8f	
17.9.2	Ochrona obszarów i urządzeń do natryskiwania	U	U	U	U	U	U	N	N	U	N	U	U	U	N	N	U	9a	
17.9.3	Usuwanie ciał stałych przed całkowitym oczyszczeniem	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	N	U	U	9b	
17.9.4	Czyszczenie ręczne nasączonymi ściereczkami	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	N	N	U	9c	
17.9.5	Stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	U	9d	
17.9.6	Czyszczenie środkami na bazie wody	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	U	N	U	9e	
17.9.7	Zamknięte (hermetyczne) maszyny czyszczące	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	U	N	U	N	N	U	9f	
17.9.8	Oczyszczanie z odzyskiem rozpuszczalnika	U	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	N	U	N	U	U	9g	
17.9.9	Czyszczenie za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody	U	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	N	U	N	N	U	9h	
17.9.10	Czyszczenie ultradźwiękami	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	U	N	N	N	N	N	9i	
17.9.11	Czyszczenie suchym lodem (CO2)	U	U		U	N	U	N	N	U	N	U	N	U	N	N	N	9j	
17.9.12	Czyszczenie strumieniem tworzyw sztucznych	U	U	U	U	U	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	9k	
17.10.1	Wybór, projektowanie i optymalizacja systemu	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	14a	
17.10.2.1	Wyciąg powietrza jak najbliżej obszaru nakładania tuszu/powłoki	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	U	N	U	U	U	14b	
17.10.2.2	Wyciąg powietrza jak najbliżej miejsca przygotowywania farb/powłok/spoiw/tuszy	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	N	U	U	U	U	14c	
17.10.2.4	Odprowadzanie powietrza z procesów suszenia/utwardzania	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	U	14d	

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni drewnianych	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
17.10.2.3	Minimalizacja emisji niezorganizowanych i strat ciepła z pieców/suszarek poprzez uszczelnienie ich wejść i wyjść lub poprzez zastosowanie podciśnienia podczas suszenia	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	U	14e	
17.10.2.5	Odprowadzanie powietrza ze strefy chłodzenia	U	U	N	N	N	U	N	U	U	U	U	N	N	U	N	N	14f	
17.10.2.6	Odprowadzanie powietrza z magazynów surowców, rozpuszczalników i odpadów zawierających rozpuszczalniki	N	N	N	N	U	U	N	U	N	N	U	U	U	U	U	N	14g	
17.10.2.7	Odprowadzanie powietrza z obszarów czyszczenia	N	N	N	N	U	U	N	U	N	U	U	N	U	U	U	U	14h	
17.10.3.1	Utrzymywanie stałego stężenia LZO w powietrzu wysylnym do systemu oczyszczania gazów odlotowych poprzez zastosowanie napędów o zmiennej częstotliwości	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	U	N	N	N	U	U	16a	
17.10.3.2	Wewnętrzne stężanie rozpuszczalników w gazach odlotowych	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	U	N	N	U	N	U	16b	
17.10.3.3	Zewnętrzne stężanie, poprzez adsorpcję, rozpuszczalników w gazach odlotowych	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	N	N	N	N	U	U	16c	
17.10.3.5	Technika plenum redukująca objętość gazów odlotowych	N	N	N	N	U	U	NI	N	N	U	U	N	N	N	N	U	16d	
17.10.4.1	Kabina lakiernicza z separacją na mokro (płukanie kurtyną)	N	N	U	N	N	U	N	N	N	N	N	N	U	N	N	U	18a	
17.10.4.2	Płukanie na mokro	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	N	N	U	N	N	U	18b	
17.10.4.3	Sucha separacja mgły lakierniczej z użyciem wstępnie powleczonego filtra (materiału wstępnego oczyszczania)	U	U	U	U	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	18c	
17.10.4.4	Sucha separacja mgły lakierniczej z użyciem filtrów (kartonowych, tkaninowych lub spiekanych)	U	U	U	U	U	U	N	N	U	N	N	N	U	N	N	U		
17.10.4.5	Filtr elektrostatyczny (elektrofiltr)	U	U	N	U	N	U	N	N	U	N	N	N	N	N	N	U		
17.10.5.1	Przesyłanie gazów odlotowych do instalacji spalania	N	N	N	N	N	U	U	N	N	U	N	N	N	N	N	U		
17.10.5.2	Utlenianie termiczne	N	N	N	N	N	U	U	N	U	U	N	N	N	U	N	U		
17.10.5.3	Rekuperacyjne dopalacze termiczne	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	N	N	U	U	U		

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni drewnianych	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
17.10.5.4- 17.10.5.5	Regeneracyjny dopalacz termiczny z wieloma złożami lub bezzaworowym obrotowym rozdzielaczem powietrza	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	U	U	15f	
17.10.5.6	Utlenianie katalityczne	U	N	N	N	N	U	U	U	N	U	N	N	N	U	U	U	15g	
17.10.6.1	Kondensacja	N	N	N	N	N	U	N	N	U	U	N	N	N	U	N	U	15a	
17.10.6.2	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego lub zeolitów	U	U	N	U	U	U	U	N	U	N	U	N	N	U	U	U	15b	
17.10.6.3	Absorpcja przy użyciu odpowiedniej cieczy (płukanie na mokro)	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	U	N	U	N	U	U	15c	
17.10.7	Oczyszczanie biologiczne (przetwarzanie) gazów odlotowych	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	U	N	N	N	N	U	15h	
17.10.8.1	Optymalizacja warunków oczyszczania termicznego (projekt i działanie)	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	U	U	17a	
17.10.8.2	Stosowanie palników o niskiej emisji NOX	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	N	N	U	N	N	17b	
17.11.1.2	Wyrównanie	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	U	N	N	U	21a	
17.11.1.1	Neutralizacja	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	U	U	N	U	21b	
17.11.1.3	Separacja fizyczna	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	U	N	N	U	21c	
17.11.2.3	Adsorpcja	N	N	N	N	N	U	N	N	U	N	N	N	U	N	N	U	21d	
17.11.2.2	Destylacja próżniowa	N	N	N	N	U	U	N	N	U	N	N	N	U	N	N	U	21e	
17.11.2.4	Strącanie	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	N	N	N	U	21f	
17.11.2.1	Redukcja chemiczna	N	N	N	N	N	U	U	N	N	N	U	N	U	N	N	U	21g	
17.11.2.5	Wymiana jonowa	U	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	N	U	N	N	U	21h	
17.11.2.6	Odpędzanie	U	U	U	U	U	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	21i	
17.11.3	Oczyszczanie (przetwarzanie) biologiczne	N	N	N	N	N	U	U	N	N	N	N	U	N	N	N	U	21j	
17.11.4.1	Koagulacja i flokulacja	U	U	U	U	U	U	U	U	N	N	N	U	U	N	N	U	21k	
17.11.4.2	Osadzanie (sedymentacja)	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	N	N	N	U	21l	
17.11.4.3	Filtracja	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	U	N	N	N	U	21m	
17.11.4.4	Flotacja	U	U	U	U	U	U	U	N	U	N	N	N	N	N	N	U	21n	
17.12.1	Plan gospodarowania odpadami	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	22a	
17.12.2	Monitorowanie ilości odpadów	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	22b	
17.12.3	Odzysk/recykling rozpuszczalników	U	U	U	U	U	U	U	N	U	U	U	N	U	U	U	U	22c	
17.12.4	Techniki specyficzne dla poszczególnych strumieni odpadów	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	22d	
2.4.2.1	Mieszany system powlekania rozpuszczalnik-woda (SB-MIX)	U	U	U	U	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	24a	
2.4.2.2	System powlekania na bazie wody (WB)	U	U	U	U	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	24b	

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni drewnianych	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
2.4.2.3	Zintegrowany system powlekania w lakierni (IP)	U	U	N	U	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	24c
2.4.2.4	Powlekanie w procesie trójmokrym (z ang. wet-in-wet-in-wet lub three-wet)	U	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	24d
4.4.9.1	Segregacja odpadów i strumieni ścieków	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25a
4.4.2.1	Częściowe zamknięcie (częściowa hermetyzacja) obszarów obróbki	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25c
4.4.2.2	Całkowite zamknięcie (hermetyzacja) obszarów obróbki	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25d
4.4.2.3	Ograniczenia związane z niekorzystnymi warunkami pogodowymi	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25b
4.4.3.1	Obróbka strumieniowo-ścierna na sucho w systemie zamkniętym	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25e
4.4.3.2	Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25f
4.4.3.3	Obróbka strumieniowo-ścierna na mokro lub mycie wodą pod (ultra-) wysokim ciśnieniem ((U)HP)	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25g
4.4.3.4	Usuwanie powłok za pomocą ogrzewania indukcyjnego	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25h
4.4.3.5	System podwodnego czyszczenia kadłuba oraz śruby okrętowej	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	25i
5.4.2.2	Malowanie komponentów - nakładanie powłok w pomieszczeniach zamkniętych oraz w sposób zautomatyzowany	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	26a
5.4.2.3	Druk bezpośredni	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	26b
9.4.3.1	Zintegrowane z procesem utleniania katalityczne LZO	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	27a
9.4.2.2	Śmary nie zawierające rozpuszczalników (bezzroczalnikowe)	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	27b
9.4.2.3	Powłoki samosmarujące	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	27c
9.4.2.1	Powłoki emaliowane o wysokiej zawartości cząstek stałych	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	N	27d
11.4.2.1	Stosowanie w roztworze nawilżającym dodatków o niskiej zawartości IPA lub dodatków nie zawierających IPA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	28a
11.4.2.3	Offset bezwodny	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	28b

BREF Numer sekcji	Nazwa techniki	Powlekanie pojazdów					Powlekanie innych powierzchni metalowych i z tworzyw sztucznych	Powlekanie metodą ciągłą	Produkcja drutu nawojowego	Powlekanie i drukowanie na opakowaniach metalowych	Gorący offset rolowy	Fleksografia i rotograwiura niepublikacyjna	Rotograwiura publikacyjna	Powlekanie statków i jachtów	Powlekanie samolotów	Produkcja taśm samoprzylepnych	Powlekanie tekstyliów folii i papieru	Powlekanie powierzchni drewnianych	Odpowiedni numer BAT w rozdziale 18
		Osobowe	Vany	Ciężarówki	Kabiny ciężarówek	Autobusy													
11.4.4.2	Stosowanie do automatycznego czyszczenia obciążów rozpuszczalników niezawierających LZO lub rozpuszczalników o niskiej lotności	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	28c
11.4.3.2	Suszarka offsetowa zintegrowana z oczyszczaniem gazów odlotowych	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	28d
11.4.3.1	Odprowadzanie i oczyszczanie powietrza z pomieszczenia z prasą drukarską lub zamknięcie (hermetyzacja) prasy	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	N	N	28e
13.4.1.1	Stosowanie tuszy retencyjnych	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	29a
13.4.3.1	Automatyczny system czyszczenia połączony z odzyskiem toluenu	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	U	N	N	N	N	N	N	29b

Uwagi: U: zgłoszona jako stosowana w momencie sporządzania niniejszego dokumentu; N: zgłoszona jako nie stosowana w momencie sporządzania niniejszego dokumentu; NI: brak informacji.

Źródło: [\[262. ESVOC I in. 2019\]](#)

21.3. Modele szacowania skutków środowiskowych i ekonomicznych (koszty i korzyści)

21.3.1. Sprawozdania TFTEI, narzędzie ERICCa_VOC oraz podstawowe dokumenty EGTEI

[147. TFTEI 2016] [210. TFTEI 2017] [227. TFTEI 2017]

TFTEI⁵² opracowało serię raportów mających na celu ocenę ekonomicznych i środowiskowych efektów działań ograniczających emisję. Obecnie (2018 r.) dostępne są raporty dla:

- sektora drukowania na opakowaniach elastycznych; oraz
- sektora produkcji samochodów (zob. linki w poniższej tabeli).

Ponadto, TFTEI opracowała metodologię (ERICCa_VOC) szacowania kosztów opcji redukcji LZO dla instalacji w sektorze druku opakowań elastycznych i produkcji samochodów z wkładem rozpuszczalnika powyżej 200 ton rocznie (instalacje z załącznika I do Dyrektywy IED). Jednakże projekt i koszty środków redukcji LZO są podobne dla wielu innych sektorów o porównywalnych warunkach operacyjnych. Dlatego też oczekuje się, że opracowane narzędzie będzie miało szerokie zastosowanie. Metodyka zapewnia dane dotyczące kosztów środków pierwotnych (zastępowanie produktów o wysokiej zawartości rozpuszczalnika, z pewnymi ograniczeniami (ponieważ koszty środków pierwotnych są specyficzne dla danego sektora i zakładu)) oraz środków wtórnych utleniania termicznego i adsorpcji z odzyskiem rozpuszczalnika. W przypadku środków wtórnych, narzędzie może być stosowane dla każdego rodzaju działalności i wielkości zakładów (nawet w przypadku zużycia niższego niż 200 t/rok), niezależnie od środków pierwotnych. Koszty są szacowane dla różnych celów regulacyjnych w oparciu o metodologię planu gospodarowania rozpuszczalnikami lub bez niej.

Narzędzie „ERICCa_VOC” jest dostępne pod adresem:

http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/ERICCa_VOC_0.49.xlsx.

Metodologia kosztów redukcji emisji została wyjaśniona w odpowiednim sprawozdaniu:

http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEIVOC-cost_calculation_methodology_2017_02-01.pdf.

⁵² Na swojej 33 sesji w grudniu 2014 roku, Organ Wykonawczy (*EB decision 2014/2*) Konwencji Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości (LRTAP) zatwierdził podniesienie rangi Grupy Ekspertów ds. Zagadnień Techniczno-Ekonomicznych (EGTEI) do rangi Grupy Zadaniowej ds. Zagadnień Techniczno-Ekonomicznych (*Task Force on Techno-Economic Issues, TFTEI*). Utworzenie poprzedniej Grupy Ekspertów ds. Zagadnień Techniczno-Ekonomicznych (EGTEI) zostało uchwalone przez EB w grudniu 2001 r., jako kontynuacja propozycji francuskiego Ministerstwa ds. Przemian Ekologicznych i Solidarnych. Więcej informacji na temat TFTEI można znaleźć pod następującym linkiem: <http://tftei.citepa.org/en/>.

Tabela 21-2 Tabela streszczeń EGTEI, sprawozdań TFTEI i dokumentów informacyjnych EGTEI związanych z niniejszym STS BREF.

Rozdział w STS BREF	Sektor/działalność	URL do odnośnego raportu TFTEI	Kod działalności z Załącznika VII(2) do IED
2	Powlekanie pojazdów	Sprawozdanie końcowe na temat produkcji samochodów: http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC-car-industry-final.pdf	Załącznik VII(3)
12	Fleksografia i rotograviura niepublikacyjna	Sprawozdanie końcowe na temat sektora drukowania na opakowaniach elastycznych: http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC_packaging%20printing_2017_03_23.pdf	3
Dokument informacyjny EGTEI (opracowany w latach 2003-2006)			
11	Gończy offset rolowy	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_heat_set_offset_170503.pdf	1
13	Rotograviura publikacyjna	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_publication_gravure_170603.pdf	2
9	Produkcja drutu nawojowego	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_wire_coating_311003.pdf	9
7	Produkcja taśm klejących (EGTEI: Zastosowanie spoiw w przemyśle)	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_adhesive_application_081203.pdf	16
2	Powlekanie pojazdów ciężarowych oraz vanów	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_trucks_and_vans_coating_150703.pdf	Załącznik VII(3)
2	Powlekanie kabin pojazdów ciężarowych	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_truck_cabin_coating_150703.pdf	Załącznik VII(3)
2	Powlekanie autobusów	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_buses_coating_150703.pdf	Załącznik VII(3)
3	Powlekanie pociągów	Zob. inne branże przemysłu powlekania	8
3	Powlekanie ACE (sprzętu rolniczego i budowlanego i podobnego)	Zob. inne branże przemysłu powlekania http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141204.pdf	8
4	Powlekanie statków i jachtów		8
5	Powlekanie samolotów		8
3	Powlekanie innych powierzchni metalowych		8
6	Przemysł powlekania metodą ciągłą	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_coil_coating_160603.pdf	7
10	Powlekanie oraz drukowanie na opakowaniach metalowych	Przemysł ten nie jest objęty konkretnym dokumentem referencyjnym EGTEI. Część (np. sztywne opakowania metalowe) jest uwzględniona w dokumencie informacyjnym „Inne branże przemysłu powlekania”. Pozostałe sektory przemysłu są związane z opakowaniami elastycznymi.	3 and 8 (in part)

Rozdział w STS BREF	Sektor/działalność	URL do odnośnego raportu TFTEI	Kod działalności z Załącznika VII(2) do IED
3	Powlekanie innych powierzchni z tworzyw sztucznych	Zob. inne branże przemysłu powlekania http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141204.pdf	8
14	Powlekanie powierzchni drewnianych	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_wood_coating_300603.pdf	10
15	Konserwacja drewna i produktów drewnianych środkami chemicznymi	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_preservation_wood_v2_170304.pdf	12
16	Produkcja luster	Zob. inne branże przemysłu powlekania http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141204.pdf	8

21.3.2. Regionalny model kalkulacji kosztów środowiskowych (MKM, MilieuKostenModel)

Opis

We Flandrii, w Belgii, równoległe z pracami EGTEI opracowano model kalkulacji kosztów środowiskowych (MilieuKostenModel lub MKM). Dzięki temu narzędziu możliwe jest uzyskanie przeglądu potencjalnych technik ograniczania emisji, ich kosztów i potencjału redukcji, a także znalezienie opłacalnych lub najtańszych rozwiązań.

Interakcje i kompromisy w złożonych sytuacjach są uwzględniane w MKM za pomocą mieszanego oprogramowania stosującego liczby całkowite. Model może być wykorzystywany do optymalizacji (np. najtańszego rozwiązania w zakresie redukcji emisji lub krzywej kosztu krańcowego dla danego zanieczyszczenia) oraz do symulacji (np. wpływu bardziej rygorystycznych celów środowiskowych na najtańsze rozwiązanie lub jaki jest wpływ ograniczenia działalności zanieczyszczającej środowisko) dla jednego lub wielu zanieczyszczeń jednocześnie.

W sprawozdaniu ogólnym opisano stosowane definicje, takie jak koszty środowiskowe i efektywność kosztowa, oraz metodykę analizy efektywności kosztowej środków ograniczania emisji.

MKM został opracowany w celu określenia kosztów polityki ochrony środowiska oraz przyczynienia się do bardziej efektywnej realizacji tej polityki poprzez wskazanie, w jaki sposób cele środowiskowe mogą być realizowane w sposób efektywny kosztowo. Zadanie polegało na:

- opracowaniu spójnej bazy danych zawierającej środki ochrony środowiska, ich potencjał redukcji oraz koszty wprowadzenia;
- opracowaniu narzędzia umożliwiającego efektywny pod względem kosztów podział wysiłków na rzecz ograniczenia emisji pomiędzy różne grupy docelowe;
- opracowaniu narzędzia uwzględniającego wpływ wielu zanieczyszczeń;
- opracowaniu narzędzia do analizy opłacalności poszczególnych instrumentów polityki ochrony środowiska;
- opracowaniu instrumentu, który może być połączony z innymi modelami, takimi jak modele ekologiczne czy ekonomiczne (np. RAINS).

W zależności od dostępnych danych, źródła emisji są identyfikowane na poziomie zagregowanym (np. na poziomie sektora lub branży) lub na poziomie pojedynczego źródła (np. poszczególnych przedsiębiorstw). Format bazy danych pozwala na opisanie źródeł emisji jako pojedynczych instalacji lub jako „instalacji referencyjnych”. „Instalacja referencyjna” to reprezentatywna kategoria instalacji, dla których dostępne są te same środki redukcji emisji i dla których dany środek redukcji emisji ma podobne koszty oraz daje podobne wyniki. Dla każdej substancji zanieczyszczającej, emisje są powiązane z czynnością, która jest źródłem zanieczyszczenia, np. ilością zużytego rozpuszczalnika. W związku z tym MKM może być wykorzystany do przewidywania emisji na podstawie ewolucji działań lub współczynnika emisji. Możliwe jest również porównywanie danych MKM z danymi wejściowymi innych modeli, np. RAINS, oraz łączenie MKM z np. tabelami przepływów międzygałęziowych lub modelami równowagi ogólnej.

Oprócz danych dotyczących emisji, do bazy danych można wprowadzić dane dotyczące zużycia energii, godzin pracy, wydajności itp. dla każdej instalacji (referencyjnej).

Dla każdego środka ograniczającego emisję można wprowadzić do bazy danych następujące informacje: koszty inwestycyjne, koszty operacyjne, okres użytkowania, wydajność, efektywność redukcji.

Rozwój modelu koncentruje się na jednym kryterium: efektywności kosztowej. Niemniej jednak, inne kryteria mogą odgrywać znaczącą rolę w określaniu polityki środowiskowej, takie jak: efektywność środowiskowa i możliwość realizacji. Należy wspomnieć, że środowiskowy model kalkulacji kosztów (MKM) nie jest narzędziem do przeprowadzania analizy inwestycyjnej dla konkretnej firmy. Model ten jest narzędziem wspierającym rząd flamandzki w oszacowaniu kosztów polityki ochrony środowiska dla różnych grup docelowych. Informacje te mogą być wykorzystane na przykład do podziału wysiłków na rzecz ograniczania emisji pomiędzy poszczególne grupy docelowe.

Środki i techniki omawiane w niniejszym dokumencie, które zostały przeanalizowane za pomocą tego modelu, to przykładowo, dla sektora powlekania metodą ciągłą:

- techniki/systemy malowania, tj. farby o wysokiej zawartości cząstek stałych (zob. sekcja 17.7.2.1), farby na bazie wody (zob. sekcja 17.7.2.2), farby proszkowe (zob. sekcja 17.7.2.3) i farby utwardzane promieniami UV (zob. sekcja 17.7.2.3);
- techniki oczyszczania gazów odlotowych, tj. adsorpcja na węglu aktywnym (zob. sekcja 17.10.6.2), utlenianie termiczne (zob. sekcja 17.10.5.2) i oczyszczanie biologiczne (biofiltry) (zob. sekcja 17.10.7).

W niniejszym dokumencie opisano więcej środków i technik mających na celu zmniejszenie emisji LZO, ale nie wszystkie można przeanalizować za pomocą tego modelu.

W bazie danych MKM można sprawdzić następujące branże: powlekania, drukowania, odtłuszczania, produkcji taśm samoprzylepnych i motoryzacji. Jako przykład wyników możliwych do uzyskania za pomocą tego narzędzia, przedstawiono w Tabelach 21.3 i 21.4 rezultaty dla branży powlekania.

*Uwaga: dane te pochodzą z MKM i należy odnieść się do przypisów.

Literatura źródłowa

Strona MKM: <https://emis.vito.be/nl>

Dokument informacyjny: (Meynaerts E., Ochelen S., Vercaemst P., Model kosztów środowiskowych dla Flandrii - dokument informacyjny (*Environmental cost model for Flanders - Background document*), 2003.

[48. VITO 2005] [78. TWG 2005]

Tabela 21-3 Średnie koszty oraz potencjal redukcji LZO dla wszystkich środków analizowanych przez model.

Technika	Koszt operacyjny farby (EUR/kg)	Koszt zużycia energii (EUR/h)	Pozostałości (EUR/kg)	Zawartość LZO w farbie (zakłada się, że jest to w wt-%)
Konwencjonalna	3.11	6.7	0.3	NI
Wysoka zawartość cząstek stałych	3.5	6.4	0.3	< 30 %
Na bazie wody	8.43	7.21	0.2	7.50 %
Powlekanie proszkowe	15.39***	2.9	0	0 %

Farba UV	3.78***	3.76	0	3.50 %	
	Koszt inwestycji (tys. EUR za 1 000 m³/h)	Węgiel aktywny (EUR/h)	Koszt operacyjny	Redukcja emisji LZO (%)	Stężenie emisji LZO
Węgiel aktywny*	5-10	1.2	0.5-2.30 EUR za m ³ /h z początkowym stężeniem LZO wynoszącym 1- 10 g/m ³	85 %	5-100 mg OWO/m ³
Utlenianie termiczne**	5-40	NA	EUR 0.45-4.50 za 1 000 m ³ /h (dodatkowe zużycie energii)	95-99 %	< 20-50 mg OWO/m ³

* Opcja redukcji, gdy emisja LZO wynosi od 8 do 20 ton rocznie, ograniczenie o 85 %.
** Opcja redukcji, gdy emisja LZO wynosi > 20 ton rocznie, ograniczenie o 95 %.
*** W sekcjach 17.7.2.3 i 17.7.2.6 podano koszty w wysokości 3.01-5.38 EUR/kg zarówno dla farb utwardzanych promieniowaniem, jak i farb proszkowych.
Źródło: [48. VITO 2005]

Tabela 21-4 Możliwe i efektywne kosztowo środki redukcji emisji LZO dla poszczególnych gałęzi przemysłu.

Przemysł	Liczba zatrudnionych	Środki dostępne w ramach procesu (1)			Środki dostępne na „końcu rury”	
Powierzchnia metalowa	1-19	60 % wysoka zawartość cząstek stałych	40 % na bazie wody	50 % proszek		
	20-199	80 % wysoka zawartość cząstek stałych	40 % na bazie wody	50 % proszek		
		100 % wysoka zawartość cząstek stałych		60 % proszek		spalarka*
						spalarka*
	200-499	80 % wysoka zawartość cząstek stałych		50 % proszek		
					węgiel aktywny*	spalarka
						spalarka*
	500-999	80 % wysoka zawartość cząstek stałych		50 % proszek	węgiel aktywny*	
		80 % wysoka zawartość cząstek stałych				spalarka
	1 000- 1 000+	80 % wysoka zawartość cząstek stałych				
	100 % wysoka zawartość cząstek stałych		na bazie wody			
Opakowania metalowe - beczki	20-99					spalarka*
	100-199					spalarka*
	500-999	optymalizacja środków czyszczących				
Meble	10-499			80 % proszek (dla tych, którzy nadal stosują powłoki mokre)		
	5-199		60 % na bazie wody	40 % proszek	węgiel aktywny*	

Przemysł		Liczba zatrudnionych	Środki dostępne w ramach procesu (¹)			Środki dostępne na „końcu rury”	
Statki		10-499	60 % wysoka zawartość cząstek stałych				
Pociągi		10-1 000+	70 % wysoka zawartość cząstek stałych		30 % <i>proszek</i>	węgiel aktywny*	spalarka*
Inne		1-49	60 % wysoka zawartość cząstek stałych		30 % <i>proszek</i>		
		50-99		30 % na bazie wody	30 % <i>proszek</i>		
		100-199	60 % wysoka zawartość cząstek stałych		30 % <i>proszek</i>		
		200-499	brak dodatkowych środków				
		500-999				węgiel aktywny	
Drzewo		1-9	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody			
		10-19	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody			
		20-49	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody	farby UV	węgiel aktywny*	<i>biofiltr*</i>
				Na bazie wody	farby UV		
		50-99	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody	10 % UV	węgiel aktywny*	<i>biofiltr*</i>
		100-199	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody	10 % UV		
		200-499	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody	10 % UV	węgiel aktywny*	spalarka*
	Prace stolarskie	1-499	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	40 % na bazie wody	10 % UV		spalarka*
Inne	5-199	30 % wysoka zawartość cząstek stałych	40 % na bazie wody	10 % UV			
Tworzywa sztuczne		1-4	50 % wysoka zawartość cząstek stałych	30 % na bazie wody			spalarka*
		5-9	50 % wysoka zawartość cząstek stałych				spalarka*
		10-19	50 % wysoka zawartość cząstek stałych				Spalarka*
		50-99	50 % wysoka zawartość cząstek stałych	40 % na bazie wody			
		100-199		50 % na bazie wody			
		200-499	50 % wysoka zawartość cząstek stałych	40 % na bazie wody			spalarka*
		500-999	50 % wysoka zawartość cząstek stałych		farby UV		spalarka

(¹) Procenty możliwych środków odnoszą się do maksymalnej technicznie osiągalnej absorpcji, nie są one oparte na korzyściach kosztowych.

* W ramach badania nie zebrano wystarczającej ilości danych, aby wyciągnąć wnioski. W tych przypadkach zastosowano ogólną zasadę: utleniające są technicznie stosowalne, gdy emisje LZO wynoszą > 20 t/rok, a adsorpcja na węglu aktywnym i biofiltry są technicznie stosowalne, gdy emisje LZO wynoszą od 8 t/rok do 20 t/rok. Jednakże sekcja 17.10 niniejszego dokumentu wskazuje, że wybór jest związany z objętością i stężeniem, a nie z całkowitym zużyciem.

Środki zaznaczone kursywą zostały odrzucone i nie uwzględniono ich w modelu, ponieważ wiążą się z wyższymi kosztami i niższą skutecznością w porównaniu z innymi środkami.

Przemysł	Liczba zatrudnionych	Środki dostępne w ramach procesu (!)	Środki dostępne na „końcu rury”
Źródło: [48. VITO 2005]			

21.4. Pomiar emisji niezorganizowanych - metoda bezpośrednia

[16. Aminał i in. 2002] [38. TWG 2004] [97. TWG 2006]

Krok 1: Identyfikacja wszystkich źródeł emisji niezorganizowanej w zakładzie

Wszystkie opary rozpuszczalników które nie zostaną przekserowane do spalarni wydostają się na powietrze i przyczyniają do emisji niezorganizowanych. Większość gałęzi przemysłu uwzględnionych w niniejszym dokumencie posiada wiele źródeł emisji niezorganizowanych. Poniżej przedstawione jest studium przypadku w dziesięciu zakładach opakowań elastycznych we Flandrii, Belgii i Holandii. Jednakże zasady opisane w poniższych krokach mogą łatwo zostać zastosowane w odniesieniu do innych gałęzi przemysłu. Większość zakładów posiada pewną liczbę źródeł, z których większość powoduje jedynie niewielką lub znikomą emisję. W większości przypadków, istnieje tylko jedno do trzech źródeł w zakładzie które przyczyniają się znacząco do emisji niezorganizowanych. Może zaistnieć konieczność ustalenia więcej niż jednego czynnika emisji dla każdego źródła, w celu poprawy dokładności lub dla wygody.

Zakład opakowań elastycznych ma wiele źródeł emisji niezorganizowanej. Źródła zidentyfikowane dotychczas są wymienione poniżej, chociaż większość zakładów będzie miała tylko kilka z nich. W niektórych przypadkach, może istnieć więcej źródeł, lub inna ich klasyfikacja może być wygodniejsza.

Źródłami emisji niezorganizowanych w przypadku opakowań elastycznych są:

- wentylacja pomieszczenia w którym znajduje się prasa podczas drukowania;
- wentylacja suszarki podczas przygotowania do pracy;
- wentylacja suszarki podczas oczekiwania;
- lokalny odciąg pomiędzy jednostkami prasy;
- dział sprzątania;
- dział mieszania tuszu;
- zawartość rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody, farbach i klejach;
- rozpuszczalniki wykorzystane w maszynach produkcyjnych nie połączonych ze spalarnią;
- resztki rozpuszczalnika w produktach;
- rozpuszczalnik uwolniony do wody;
- emisje rozpuszczalnika z oczyszczalni wód odpadowych;
- ulatnianie się oparów ze zbiorników itp.

Należy unikać podwójnego liczenia. Na przykład, jeżeli tusz jest mieszany obok prasy to opary rozpuszczalnika zostaną usunięte przez lokalny odciąg pomiędzy jednostkami prasy oraz wentylację pomieszczenia i nie ma potrzeby liczenia ich osobno.

Krok 2: Sprawdzenie systemu wentylacji i upewnienie się, że funkcjonuje on zgodnie z oczekiwaniami

Szczególnie w obszarach produkcyjnych, projekt systemu wentylacji determinuje które emisje niezorganizowane są obecne, oraz jak należy zmierzyć bądź oszacować wielkość emisji.

System wentylacji przeważnie nie działa zgodnie z założeniami w zakładzie. Albo został on zbudowany w sposób inny niż to zapamiętano czy zapisano, i/albo ustawienia kontrolne systemu

zostały z czasem całkowicie zmienione. System wentylacji faktycznie pracujący zgodnie z oczekiwaniami to wielka rzadkość.

Niektóre przykłady napotkane w praktyce:

- faktyczny system kanałów wentylacyjnych różnił się od schematu. Dodano lub usunięto wentylatory i kanały, nie dokumentując odpowiednio modyfikacji;
- automatyczne przyrządy sterujące nadciśnieniem i podciśnieniem nie działały zgodnie z przeznaczeniem. Zakłady drukarskie które miały pracować powyżej ciśnienia atmosferycznego, pracowały poniżej ciśnienia atmosferycznego i vice versa;
- niektóre komponenty systemu wentylacji okazywały się mieć więcej funkcji niż tego oczekiwano. Wentylator do farb wodnych na jednej z jednostek drukujących okazał się być podłączony także do lokalnego odciągu pomiędzy jednostkami prasy
- okazało się, że pomiędzy różnymi częściami budynku występują znaczące przepływy powietrza.

Dopóki system wentylacji nie działa sprawnie, bezcelowe jest mierzenie czy szacowanie emisji niezorganizowanych na które ma on wpływ. Jeżeli ustawienia systemu wentylacji muszą zostać dostosowane, uprzednie szacunki i pomiary okażą się nieprzydatne. Dlatego też, pierwszym podjętym działaniem powinno być całkowite zrozumienie systemu wentylacji w obszarach produkcji. Kanały i wentylatory muszą zostać porównane ze schematami. Należy sprawdzić stan konserwacji. Słaba konserwacja i czyszczenie mogą zredukować przepływ powietrza nawet aż o 50 %. Dobrą praktyką jest zarządzenie podrzędnej konserwacji przed dokonaniem jakichkolwiek pomiarów.

Porównując projekty z obecnym systemem, należy postawić sobie następujące pytania:

- Czy filtry i pasy napędowe były wymieniane zgodnie z harmonogramem konserwacji producenta?
- Czy łopaty wirników i wymienniki ciepła są czyste?
- Gdzie znajdują się odciągi?
- Gdzie znajdują się wloty świeżego powietrza?
- Które odciągi są połączone z tym samym kanałem?
- Której części systemu służą poszczególne wirniki?
- Kiedy przepustnice i zawory są automatycznie otwierane i zamykane?
- Jakie automatyczne systemy sterowania zostały zastosowane?
- Jakie pomiary zostały dla nich przygotowane?
- Jakie są teoretyczne wartości przepływu wirników?
- Jak powinny funkcjonować systemy sterowania?
- Jaka jest różnica pomiędzy letnim a zimowym trybem pracy?

W większości przypadków, istnieje wyraźna różnica pomiędzy teorią a praktyką. Należy wtedy zdecydować jakie są rzeczywiste wymagania i odpowiednio dostosować ustawienia wentylacji. Następnie należy zweryfikować czy system wentylacyjny rzeczywiście daje wymagane rezultaty na różnych etapach procesu produkcji (np. podczas przygotowania do pracy, drukowania, czyszczenia, itp.). W praktyce, może to być bardzo proste do zrobienia. Na przykład kierunek przepływu powietrza przez drzwi, okna i inne otwory można łatwo ustalić przy użyciu paska cienkiej plastikowej folii. Emisje niezorganizowane można ustalić dopiero po dostosowaniu

systemu wentylacji do wymagań zarządu zakładu. Rzecz jasna zarząd będzie musiał zapewnić, że poprawione warunki pracy urządzeń zostaną utrzymane.

Krok 3: Wykonanie skonkretyzowanego szacunku dla każdego źródła, w postaci czynnika emisji pomnożonego przez parametr produkcji

Należy oszacować emisje z każdego źródła którego emisje nie są pomijalne. Podczas tego kroku, należy ustalić porządek wielkości emisji. Później podjęta zostanie decyzja czy emisje są na tyle wysokie by uzasadnić wykonanie dodatkowych pomiarów. Rzecz jasna, szacunki powinny być oparte na solidnych podstawach, ale na tym etapie liczba pomiarów powinna być minimalna. Celem jest wykorzystanie danych już dostępnych w zakładzie, oraz danych które łatwo zmierzyć. Poniżej znajdują się przykłady użytecznych informacji które są już dostępne w zakładzie, lub które łatwo zmierzyć:

- wydajność wirników, zgodnie ze specyfikacją ich producenta;
- informacje o zawodowym wystawieniu na działanie rozpuszczalników;
- pomiary zawartości resztek rozpuszczalnika w produktach, przeprowadzone dla klientów;
- ilość otrzymanych hurtowo rozpuszczalników, tuszów, farb i klejów;
- proste eksperymenty w dziale mieszania tuszu;
- proste bilanse rozpuszczalnika dla działu sprzątnia itp.;
- pomiary stężenia za pomocą PID w lokalnych odciągach;
- weryfikacja kierunku przepływu wentylacji pomieszczenia z prasą.

Przykład w tabeli 21.5 odnosi się do zakładu z rocznym wsadem 1000 ton rozpuszczalnika. Pokazuje on wyraźnie jak tylko dwa z jedenastu źródeł odpowiadają za ponad 70% emisji niezorganizowanych.

Tabela 21-5 Emisja związana ze źródłami, zakładu przerabiającego 1000 ton rozpuszczalników.

Źródło	Emisja w kg	% wsadu	% emisji niezorganizowanej
Wentylacja pomieszczenia z prasą podczas drukowania	9 000	0.90	8.0
Wentylacja suszarki podczas przygotowania do pracy	5 400	0.54	4.8
Wentylacja suszarki w czasie oczekiwania	22 500	2.25	20.0
Lokalnie odciągi pomiędzy jednostkami prasy	56 550	5.66	50.3
Dział sprzątnia	8 750	0.88	7.8
Dział mieszania tuszu	7 500	0.75	6.7
Zawartość rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody itp.	2 500	0.25	2.2
Resztki rozpuszczalnika w produktach	200	0.02	0.2
Rozpuszczalnik uwolniony do wody	-	-	-
Emisje rozpuszczalnika z oczyszczalni wód odpadowych	-	-	-
Ulatnianie się oparów ze zbiorników itp.	67	0.01	0.1
Razem	112 467	11.26	100.1

Na tym etapie, kolejną opcją byłoby zmniejszenie emisji z głównych ich źródeł lub ich całkowita eliminacja przed dokonaniem jakichkolwiek dodatkowych pomiarów. Na przykład, jeśli wystarczająca wydajność spalarni jest dostępna, lokalne odciągi pomiędzy jednostkami prasy lub odciągi działu sprzątnia można podłączyć do spalarni. Wyeliminowałoby to całkowicie te źródła emisji niezorganizowanych.

Step 4: Ustalenie które ze źródeł wymagają większej dokładności

Szacunki dokonane podczas kroku 3 nie są szczególnie dokładne. Jednakże wyraźnie wskazują one, że wielkość emisji niezorganizowanych może bardzo znacznie różnić się dla różnych źródeł. Ulatnianie się oparów ze zbiorników jest niewielkie, podczas gdy lokalne odciągania pomiędzy jednostkami prasy są szczególnie ważne.

Teraz należy ustalić dokładność wyliczeń całkowitej wielkości emisji niezorganizowanych. Należy wybrać parametry emisji które wymagają większej dokładności. Dokonuje się tego stosując metodę najgorszego scenariusza: szacuje się największy możliwy błąd dla każdego źródła, i wylicza się wynikającą maksymalną potencjalną emisję niezorganizowaną dla danego źródła. Suma tych wszystkich maksymalnych potencjalnych emisji to właśnie „najgorszy scenariusz”.

Większość szacunków emisji dokonanych podczas kroku 3 wyliczono poprzez przemnożenie dwóch lub więcej dość niedokładnych wartości. Na przykład, teoretyczny przepływ powietrza mógł być przemnożony przez wynik orientacyjnego pomiaru stężenia and i szacunkową liczbę godzin pracy. W takim przypadku, niedokładność każdego z parametrów należy oszacować oddzielnie, a otrzymane informacje wykorzystać do wyliczenia potencjalnych maksymalnych emisji z każdego źródła, tak jakby największy możliwy błąd rzeczywiście wystąpił. Wynik będzie największą możliwą emisją z danego źródła.

Największe możliwe emisje ze wszystkich źródeł są dodawane w celu wyliczenia maksymalnej całkowitej emisji niezorganizowanej; tak, jakby początkowe szacunki emisji dla każdego ze źródeł były zbyt niskie. Jest to podejście bardzo konserwatywne. Jest równie prawdopodobne, że szacunki emisji nie są zbyt niskie, ale zbyt wysokie. W takim przypadku, rzeczywiste emisje niezorganizowane byłyby niższe niż szacunkowe. W rzeczywistości, będą zachodziły błędy w obie strony i rzeczywiste emisje będą bliższe początkowym szacunkom niż zakładano by na podstawie kalkulacji potencjalnych maksymalnych emisji.

Przykład z Tabeli 21.6 ukazuje maksymalny błąd dla każdego ze źródeł. Należy jednak zwrócić uwagę, że większa część niedokładności wynika z ograniczonej ilości informacji na temat przepływów wentylacji i stężeń rozpuszczalnika.

Tabela 21-6 Przykład możliwego wyniku obliczeń nieścisłości.

Źródło	Emisje niezorganizowane jako % wsadu	Maksymalny czynnik błędu	Maksymalny % wsadu
Wentylacja pomieszczenia z prasą podczas drukowania	0.90	2.25	2.03
Wentylacja suszarki podczas przygotowania do pracy	0.54	1.50	0.81
Wentylacja suszarki w czasie oczekiwania	2.25	2.00	4.50
Lokalnie odciągania pomiędzy jednostkami prasy	5.66	2.25	12.72
Dział sprzątania	0.88	2.00	1.75
Dział mieszania tuszu	0.75	1.50	1.13
Zawartość rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody itp.	0.25	1.25	0.31
Resztki rozpuszczalnika w produktach	0.02	1.25	0.03
Ulatnianie się oparów ze zbiorników itp.	0.01	1.00	0.01
Razem	11.26		23.29

Otrzymane w ten sposób wartości z najgorszego scenariusza, wciąż mogą wynosić nawet dwukrotność początkowych szacunków. Niektóre źródła będą tak niewielkie, że nie będą miały wpływu na rezultat, niezależnie od dokładności ich pomiaru. W tym przykładzie są to:

- zawartość rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody, farbach i klejach
- resztki rozpuszczalnika w produktach
- ulatnianie się oparów ze zbiorników.

Bardziej szczegółowe badanie tych źródeł jest bezcelowe. Dwa źródła z listy są wyraźnie ważniejsze niż pozostałe:

- Lokalnie odciągi pomiędzy jednostkami prasy
- Wentylacja suszarki w czasie oczekiwania.

Te źródła wymagają dalszych badań, ale razem odpowiadają one za ponad 70 % emisji niezorganizowanych.

Uwaga: to tylko przykład! W praktyce, różne źródła mogą być odpowiedzialne za wysoką bądź niską emisję.

Krok 5: Poprawienie niedokładnych szacunków dla dużych źródeł

Zakres, zasięg i szczegółowość dalszych badań będą zależały od celów. W większości przypadków, niedokładność tylko dwóch czy trzech źródeł będzie musiała być zmniejszona w celu uzyskania znaczącej poprawy wyniku metody najgorszego scenariusza.

Dalsze badania należy dostosować do specyfiki zakładu przetwarzania. Jak zaznaczono wcześniej: dalsze badanie jest konieczne jedynie dla źródeł emisji niezorganizowanych, które są zarówno stosunkowo duże jak i niepewne.

Niniejszy krok (Krok 5) opisuje jak można zmniejszyć niedokładność większości początkowych szacunków. W przypadkach gdzie przepływ powietrza i stężenie rozpuszczalnika są mnożone, oczywistą opcją poprawienia szacunków jest zmierzenie stężenia. Można tego dokonać raczej łatwo używając próbników pasywnych. Tam, gdzie utraty rozpuszczalnika ze źródła można ustalić za pomocą wagi, liczba ważeń może zostać zwiększona w celu zwiększenia dokładności. Dla przykładu, wyniki poprawy dokładności podano w Tabeli 21.7.

Tabela 21-7 Przykład przedstawiający wzrost dokładności.

Źródło	Emisja w kg	% wsadu	% emisji
Wentylacja pomieszczenia z prasą podczas drukowania	9 000	0.90	8.0
(ciśnienie dodatnie)	8 750	0.88	7.8
Dział sprzątania	7 500	0.75	6.7
Dział mieszania tuszu	2 500	0.25	2.2
Zawartość rozpuszczalnika w tuszach na bazie wody itp.	200	0.02	0.2
Resztki rozpuszczalnika w produktach	-	-	-
Rozpuszczalnik uwolniony do wody	-	-	-
Emisje rozpuszczalnika z oczyszczalni wód odpadowych	67	0.01	0.1
Ulatnianie się oparów ze zbiorników itp.	28 017	2.81	21.1
Suma częściowa nie badana dokładniej	8 000	0.80	6.0
Wentylacja suszarki podczas przygotowania do pracy	24 750	2.48	18.6
Wentylacja suszarki w czasie oczekiwania	72 200	7.22	54.3
Lokalnie odciągi pomiędzy jednostkami prasy	104 950	10.50	78.9
Suma częściowa źródeł zbadanych szczegółowo	132 967	13.31	100
Suma emisji niezorganizowanych	112 467	11.25	
Uwaga: Suma częściowa nie badana dokładniej jako procent emisji niezorganizowanych powinna wynosić 25 %			

W tym przykładzie, dodatkowe badanie znacząco zwiększyło dokładność pomiaru trzech z jedenastu źródeł. Najgorszy scenariusz różni się teraz jedynie o kilka procent od rzeczywistych szacunków. Dla przykładu, wyniki nowych szacunków dokładności są podane poniżej.

Przykład: Zwiększona dokładność przedstawiona w Tabeli 21.8.

Tabela 21-8 Przykład przedstawiający efekty zwiększonej dokładności.

Źródło i uwagi	Szacowany % wsadu	Czynnik maks. błąd resztkowy	Maks. % wsadu szacunek poprawiony
Wentylacja suszarki podczas przygotowania do pracy	0.80	1.20	0.96
Wentylacja suszarki w czasie oczekiwania	2.48	1.20	2.97
Lokalnie odciągi pomiędzy jednostkami prasy	7.22	1.20	8.66
Inne źródła (bez zmian)	2.80		5.24
Suma	13.30		17.83
Poprzedni wynik	11.25		23.28

Należy zwrócić uwagę, że wyliczane są tu jedynie potencjalne błędy których wynikiem są zwiększone emisje. Błędy których wynikiem są zmniejszone emisje, są jednak równie prawdopodobne.

Jeśli emisje niezorganizowane wymagają jeszcze dokładniejszego ustalenia, inne źródła emisji można wziąć pod uwagę w celu dokładniejszego ich zbadania. W tym przykładzie, dobrymi kandydatami są dział sprzątnia i wentylacja pomieszczenia prasy. Jedna trzecia z pozostałej różnicy pomiędzy rzeczywistym szacunkiem a najgorszym scenariuszem (4,5 %) w tym przykładzie jest związana z działem sprzątnia, a jedna piąta z wentylacją pomieszczenia prasy.

Krok 6: Przyjęcie systemu prowadzenia zapisków z którego można będzie wyprowadzić roczne parametry produkcji

Prostota zaczyna się od wyboru właściwych parametrów. Tam gdzie jest to możliwe, powinny być one oparte na informacjach już zbieranych. Jednakże, należy ustalić czy wartości zebrane z innych zapisków rzeczywiście ściśle odzwierciedlają parametr do którego odnosi się czynnik emisji, i wymagana jest ostrożność. Przykłady potencjalnych rozbieżności pomiędzy istniejącymi zapiskami a wymaganymi parametrami:

- Godziny oczekiwania i inne przerwy zanotowane przez dział produkcji mogą pojawić się zarówno w czasie przygotowania do pracy jak i druku. Jednakże, dla obliczenia emisji niezorganizowanych, liczą się tylko okresy w których jednostki drukujące zawierają tusz, ale nie drukują.
- Godziny produkcji (wymagane do obliczenia emisji z odciągów pomiędzy jednostkami prasy) mogą, zgodnie z zapisem produkcji, nie wliczać godzin oczekiwania i innych przerw w drukowaniu. Jednakże dla celów obliczeń, pełen okres podczas którego urządzenie zawiera tusz musi zostać ustalony.
- Jeśli część tuszu nie zostanie wymieszana w dziale mieszania tuszu ale przy prasie, wynikające z tego utraty rozpuszczalnika trafią do wentylacji pomieszczenia i lokalnych odciągów. Może to prowadzić do podwójnego liczenia.

Krok 7: Obliczenie rocznych emisji z każdego ze źródeł poprzez przemnożenie parametrów produkcji i powiązanych czynników emisji.

Ten krok nie wymaga dalszych wyjaśnień.

Krok 8: Włączenie wyników do rocznego planu zarządzania rozpuszczalnikami i porównanie emisji niezorganizowanych z limitem emisji

Ten krok nie wymaga dalszych wyjaśnień.

Krok 9: Określenie nowych czynników emisji jeżeli zachodzi znacząca zmiana w zakresie wyposażenia, operacji bądź wentylacji

Nowe czynniki emisji muszą zostać określone jeśli w zakładzie zachodzą znaczące zmiany. Znaczącą zmianą może być zmiana w systemie wentylacji obszarów produkcji, zakup nowych maszyn, sprzedaż starych maszyn, istotna zmiana w zakresie produktów, lub zmiany w metodach operacji.

Określenie czynnika emisji nie jest, w praktyce czynnością jednorazową. Kiedy zakład przywyknie do radzenia sobie z emisjami niezorganizowanymi, świadomość występowania tych emisji również wzrośnie. To z kolei doprowadzi do usprawnień w prowadzeniu zapisków, powtarzania i ponownego sprawdzania pomiarów, oraz dążenia do poprawy dokładności mniej istotnych czynników emisji. Co więcej, zostaną zidentyfikowane opcje zmniejszenia emisji niezorganizowanych. To doprowadzi również do nowych czynników emisji.

21.4.1. Zastosowanie w sektorze drukowania

Opis

Ta metoda była testowana w dwóch Flamandzkich zakładach opakowań elastycznych, ogromnym zakładzie druku wklęsłego na opakowaniach oraz średniej wielkości zakładzie fleksografii. Jest ona oparta na bezpośrednich pomiarach emisji niezorganizowanych. Skuteczność chwytania jest procentem odparowanych rozpuszczalników które zostają odciążone z gazami odpadowymi. Pozostałe uciekają w postaci emisji niezorganizowanych

Wprowadzenie i terminologia alternatywnej (bezpośredniej) metody

Źródła emisji niezorganizowanych: Emisje niezorganizowane w zakładzie drukarskim mogą mieć wiele różnych przyczyn. Pojawiają się w trakcie drukowania, sprzątania, mieszania tuszów, przenoszenia rozpuszczalników, itp. Każda z tych czynności jest „źródłem” emisji niezorganizowanych. Istnieje możliwość przypisania emisji niezorganizowanych w zakładzie 10 czy 20 różnym „źródłom”.

Czynnik emisji: Im częściej dana czynność jest podejmowana, lub im dłużej trwa, tym większe będą emisje niezorganizowane. Mieszanie 20 bębnow tuszu wytworzy dwukrotnie więcej emisji niż mieszanie 10 bębnow. Czterogodzinne drukowanie wytworzy więcej emisji niezorganizowanych niż drukowanie dwugodzinne.

Czynnik emisji można określić dla każdego źródła. Ten czynnik wskazuje ilość emisji niezorganizowanych dla każdego razu lub każdej godziny przeprowadzenia danej czynności.

Czynniki emisji wystarczy określić jeden raz. Są one właściwe dla danej maszyny i metody pracy. Jeśli ani maszyna ani metoda pracy nie zostanie zmieniona, czynnik emisji również nie ulegnie zmianie.

Parametr produkcji: w celu obliczenia emisji, należy przemnożyć czynnik emisji przez parametr produkcji. Parametr produkcji to pomiar aktywności danego źródła emisji niezorganizowanych. Im większy parametr produkcji tym większe emisje niezorganizowane.

Przykłady: dla działań sprzątających, liczba użycie maszyny sprzątającej mogłaby zostać wykorzystana jako parametr, a dla mieszania tuszu, ilość wymieszanego tuszu.

Należy prowadzić skuteczne zapiski w celu określenia parametrów produkcji.

W skrócie, metoda sprowadza się do tego co następuje:

- Oszacowanie bądź zmierzenie odpowiednich czynników emisji i ustanowienie systemu prowadzenia zapisków dla rocznych parametrów produkcji. Należy to zrobić jedynie raz.
- Obliczanie emisji niezorganizowanych musi być przeprowadzane każdego roku. Dokonuje się tego poprzez przemnożenie parametrów produkcji dla danego roku przez czynniki emisji.

Rzecz jasna, najtrudniejszym krokiem jest określenie czynników emisji. Dokonuje się tego dwu- lub więcej etapowo. Pierwszym krokiem jest dokonanie dobrze uzasadnionego szacunku. Robi się to dla każdego z różnych źródeł emisji niezorganizowanych. Żadne dalsze działania nie są wymagane dla dużej liczby źródeł które wykazują bardzo niewielkie emisje. Drugi krok jest przeprowadzany jedynie dla niewielkiej liczby większych źródeł, gdzie pobierane są dokładniejsze pomiary.

Dokładność

Parametry produkcji można określić dokładnie. Najlepiej, jeśli parametry te są już częścią zapisków produkcji, lub ostały i tak zebrane dla innych części planu zarządzana rozpuszczalnikami.

Przykładami takich parametrów są liczba godzin operacyjnych urządzeń produkcyjnych, liczba zamówień przetworzonych na każdej maszynie, ilość zakupionego tuszu, i liczba ton wymieszanego tuszu. Parametry są zawsze miernikiem aktywności: im wyższy parametr, tym większe muszą być emisje niezorganizowane.

Czynniki emisji są miarą emisji na jednostkę czynności. Na przykład, utrata rozpuszczalnika na kilogram mieszanego tuszu, bądź utrata tuszu przez lokalne odciągi pomiędzy jednostkami prasy na godzinę pracy.

Poziom dokładności czynników emisji jest zróżnicowany. Im dalej idące pomiary i badania, tym dokładniejsze czynniki. Różne źródła emisji niezorganizowanych wymagają różnych poziomów dokładności.

Dokładność można również zwiększyć poprzez korzystanie z więcej niż jednego czynnika emisji dla danej czynności. Zamiast korzystać z jednego czynnika emisji dla wszystkich działań mieszania tuszu, można dokonać rozróżnienia pomiędzy mieszaniem wielkich i małych ilości tuszu, mieszaniem w dni gorące i zimne, czy mieszaniem ręcznym i maszynowym. Innymi słowy, można określić jeden bądź pięć różnych czynników. W drugim przypadku dokładność będzie większa.

Jednakże, określenie więcej niż jednego czynnika emisji na czynność lub zwiększenie ich dokładności zwiększy ilość pracy do wykonania. Nie jest produktywnym spędzanie mnóstwa czasu zajmując się pomniejszym źródłem które prawie nie przyczynia się do emisji niezorganizowanych. Jest zatem zalecane, by zacząć od oszacowania kolejności wielkości emisji z każdego ze źródeł, a następnie określić które z tych źródeł wymagają najdokładniejszych czynników emisji.

Wymagana dokładność dla danego źródła zależy od dwóch różnych kwestii:

1. Wielkości całkowitych emisji niezorganizowanych: jeżeli wielkość całkowita emisji jest znacząco poniżej limitu dopuszczalnych emisji to dozwolony potencjalny błąd może być stosunkowo duży.

Przykład: Przy wartości dopuszczalnych emisji równej 20 % (dla SED), rzeczywista emisja w granicach „5 – 10 %” byłaby dopuszczalna, ale rzeczywista emisja w granicach „15 – 30 %” już nie. W tym drugim przypadku należy zwiększyć dokładność.

2. Udziału źródła w emisjach całkowitych: jeśli dokładność całkowitej liczby musi zostać zwiększona, to należy się skupić na źródłach które są zarówno stosunkowo duże jak i mają niewielką dokładność.

Przykład: Przy dopuszczalnej wartości równej 20 % i rzeczywistych emisjach rzędu 15 – 30 %, przy udziale działu mieszania tuszu rzędu 1 – 2 % i udziale lokalnych odciągów pomiędzy jednostkami prasy rzędu 10 – 20 %, należałoby się rzecz jasna skupić na poprawie dokładności tego drugiego źródła.

Korzyści dla środowiska

Znaczący wzrost dokładności monitorowania emisji niezorganizowanych. Zyskany wgląd w pochodzenie i przyczyny emisji niezorganizowanych, przyczynia się do ograniczenia tych emisji.

Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zakłady opakowań elastycznych stosujących technikę utylizacji destruktywnej.

Przykładowe zakłady

Tą metodę testowano w zakładach drukujących na opakowaniach elastycznych.

Przykładowe zakłady

[38. TWG 2004]

21.5. Bilans masy rozpuszczalnika (SMB)

21.5.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla lakierni samochodowych

[143. ACEA 2017]

21.5.1.1. Zakres bilansu masy rozpuszczalnika

Bardzo ważne jest dokładne określenie zakresu każdego przeprowadzonego bilansu masy rozpuszczalnika oraz zapewnienie, aby zakres ten był również zgodny z zakresem zatwierdzonych emisji całkowitych z instalacji.

Punktem wyjścia do określenia zakresu jest zasadniczo opis w części 3 załącznika VII do Dyrektywy IED dla instalacji przemysłu motoryzacyjnego: „...wszystkie etapy procesu przeprowadzane w tej samej instalacji od powlekania elektroforetycznego lub jakiegokolwiek innego rodzaju procesu powlekania, aż do końcowego woskowania i polerowania powłoki wierzchniej włącznie, jak również rozpuszczalnik używany do czyszczenia urządzeń procesowych, w tym kabin lakierniczych i innych stałych urządzeń, zarówno podczas, jak i poza czasem produkcji”.

Doświadczenie praktyczne pokazuje jednak, że istnieje wiele dodatkowych aspektów, które należy wziąć pod uwagę. Należą do nich następujące kwestie:

- Konieczność sporządzenia kilku bilansów masy rozpuszczalników dla technicznie niezależnych instalacji w tym samym zakładzie.
- Przygotowanie wspólnego bilansu masy rozpuszczalnika dla kilku podobnych instalacji (np. lakierni różnych typów) lub różnych czynności (np. procesów klejenia w budowie karoserii i montażu końcowym, instalacji do czyszczenia części lub stosowania rozpuszczalników w czyszczeniu obiektów).
- Wyłączenia etapów procesu, które nie są częścią instalacji IED, np.
 - nakładanie ochronnego wosku zabezpieczającego podczas transportu na gotowy pojazd przed jego wysyłką;
 - naprawa powłoki kompletnie zmontowanych pojazdów na końcu linii montażowej;
 - etapy procesu, w których stosowany był materiał bezrozpuszczalnikowy (np. wosk do wnęk).
- Powlekanie komponentów i części serwisowych w systemie malowania pojazdów, które zazwyczaj nie przechodzą przez wszystkie etapy procesu i opuszczają proces lakierniczy po etapie elektroforezy lub nakładania podkładu jako pojedyncze części, a nie całe pojazdy.
- Powlekanie natryskowe karoserii, które były powlekane elektroforetycznie w innym miejscu.
- W niektórych przypadkach właściwe są modyfikacje w liczeniu ilości karoserii/produktów czy powierzchni. Powszechnym przykładem jest malowanie części serwisowych w lakierni samochodowej, które są zazwyczaj przekazywane dalej po nałożeniu powłoki elektroforetycznej lub podkładu. Innym przykładem jest malowanie małych części produkcyjnych w zakładzie produkującym pojazdy, które są przeznaczone do montażu w innym zakładzie, a nie w miejscu ich powstania.

W odniesieniu do projektu SMB dla konkretnego zakładu, należy zwrócić uwagę, aby dane wejściowe, takie jak wsad rozpuszczalnika, powierzchnia produktów powleczonych oraz

określenie wszystkich wyjściowych przepływów masy, były zgodne z zakresem SMB dla konkretnej instalacji, odzwierciedlały operacje częściowe dla części serwisowych itp.

21.5.1.2. Podstawowe równania

Nie ma dwóch takich samych instalacji, dlatego SMB muszą być dostosowane do danego miejsca i nie można ich porównywać z wynikami z innego zakładu.

Ogólne zasady i stosowane terminy są zdefiniowane w części 7 załącznika VII do Dyrektywy w sprawie emisji przemysłowych. Definicje i równania tam zdefiniowane można podsumować następująco:

$$I = I1 + I2 = \sum_{i=1}^9 O_i \quad \text{Równanie 1}$$

$$E = O1 + O2 + O3 + O4 + O9 \quad \text{metoda bezpośrednia} \quad \text{Równanie 2}$$

$$E = I1 - O5 - O6 - O7 - O8 \quad \text{metoda pośrednia} \quad \text{Równanie 3}$$

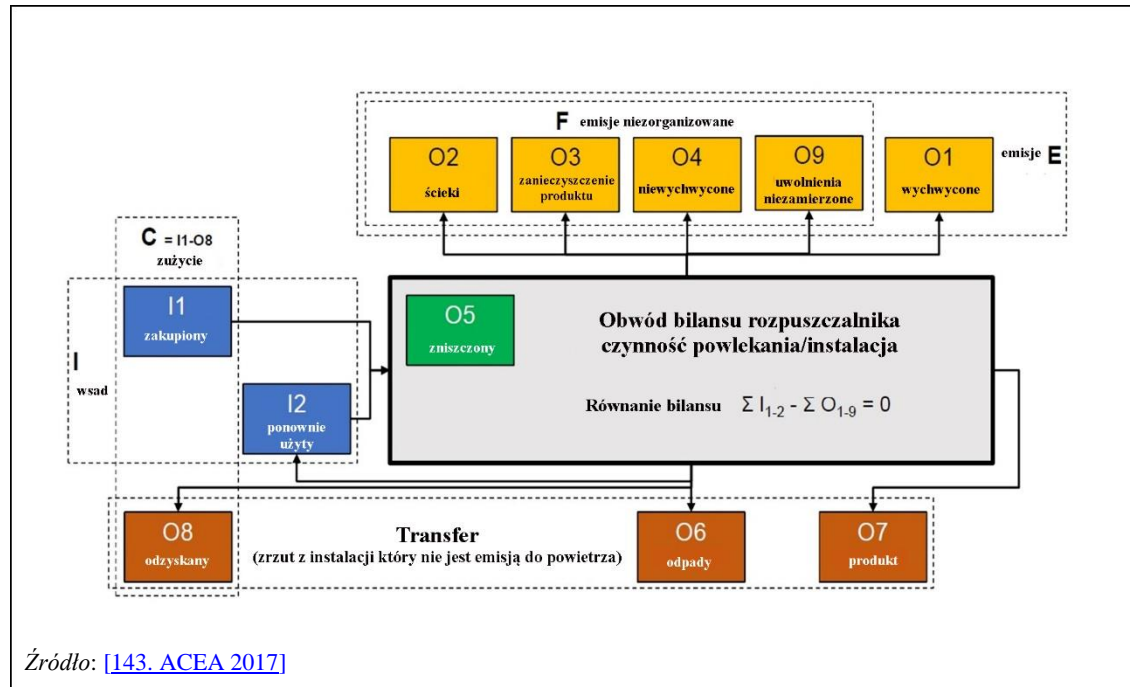
$$Er = \frac{E}{A} \quad \text{Równanie 4}$$

gdzie:

A – powierzchnia obszaru

O1 – O1.1 + O1.2

(Bardzo często, ze względów praktycznych, wychwycone emisje oczyszczone (O1.1) i nieoczyszczone (O1.2) są określane i raportowane oddzielnie).



Ilustracja 21-3 Przepływy masy rozpuszczalników w lakierni.

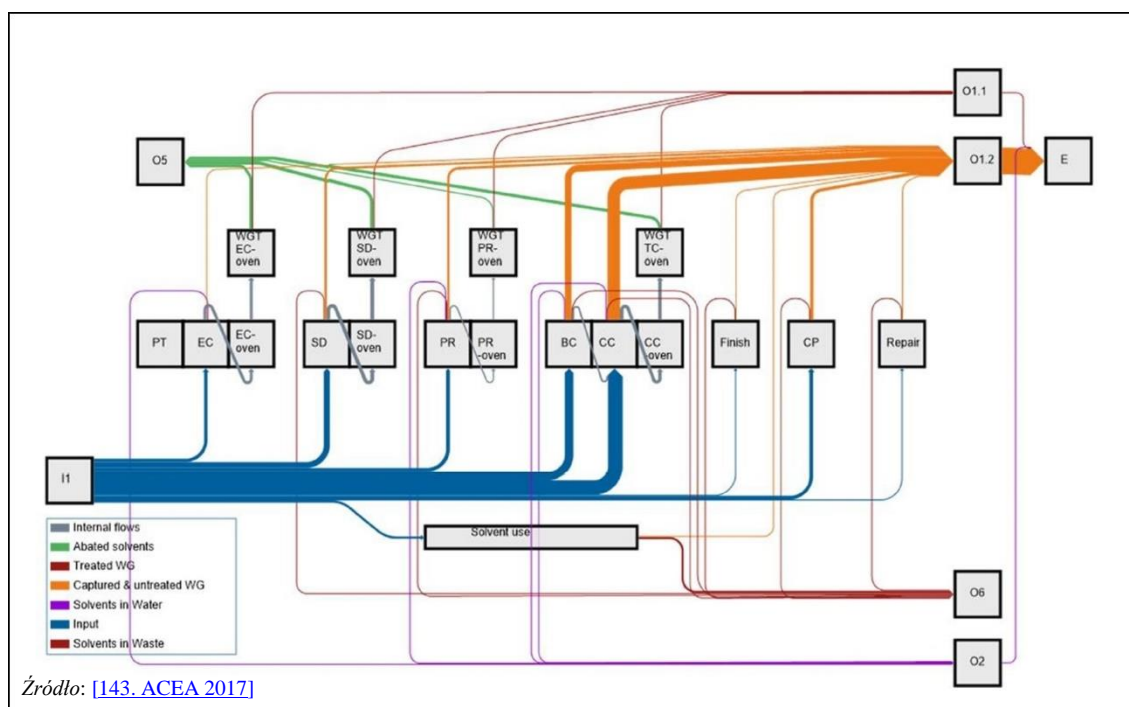
Na powyższej ilustracji przedstawiono wszystkie typy przepływu masy, które są wymienione w części 7 załącznika VII do Dyrektywy IED. Tylko niektóre z nich są istotne lub muszą być określone w sposób jednoznaczny w celu obliczenia całkowitej emisji E lub wykazania zgodności z limitami emisji.

21.5.1.2.1. Istotne przepływy masy rozpuszczalników organicznych

Typowe wartości przepływu masy rozpuszczalników organicznych w lakierni z wodorocieńczalnym podkładem i powłoką bazową, co jest dominującą koncepcją powlekania w europejskich lakierniach (rodzina lakierni WB), przedstawiono na Ilustracji 21.4. Inne koncepcje powlekania, takie jak podkład i/lub powłoka bazowa na bazie rozpuszczalnika, zintegrowane procesy bez podkładu lub bezrozpuszczalnikowa konserwacja wnętrza, mogą dać inne relacje pomiędzy różnymi przepływami masy.

W celu uniknięcia nieproporcjonalnych kosztów i nakładu siły roboczej należy zbadać jedynie te przepływy masy rozpuszczalnika, które mają istotny wpływ na jego emisję całkowitą. Pozostałe przepływy można uwzględnić w obliczeniach SMB przy użyciu stałych wartości standardowych (np. przedstawionych tutaj) lub nawet ustawić na zero. Będzie to jednak zależało od indywidualnej sytuacji danej instalacji, zwłaszcza jeśli obliczona wartość emisji jest bliska wartości ELV. W takich przypadkach wymagane jest bardziej szczegółowe badanie.

Kierując się tymi dwiema zasadami i biorąc pod uwagę doświadczenia praktyczne (zob. Ilustracja 21.4), przepływy masy zdefiniowane w równaniach 1-3 można uszeregować według ich istotności, jak to pokazano w Tabeli 21.9.



Ilustracja 21-4 Przepływy masy rozpuszczalników w linii produkcyjnej lakierni (przykład).

Tabela 21-9 Znaczenie różnych przepływów masy.

Skrót	Przepływ masy	Objaśnienie (a, b, c, wskazuje na malejącą istotność)	Istotne ... jeśli stosuje się metodę
Przepływy masy o podstawowym znaczeniu			
Wyznaczenie numeryczne dla każdego obliczenia SMB. Niepewność związana z wyznaczeniem tych parametrów będzie miała duży wpływ na całkowitą niedokładność wyniku.			
II	Wsad rozpuszczalników	LZO jako: rozpuszczalniki w farbach; rozcieńczalniki i środki płuczące w procesie powlekania; środki czyszczące do czyszczenia instalacji.	Pośrednio

Skrót	Przeływ masy	Objaśnienie (a, b, c, wskazuje na malejącą istotność)	Istotne ... jeśli stosuje się metodę
O1.2	Wychwycone i nieoczyszczone emisje	Strefy zastosowania bez oczyszczania powietrza odlotowego: a. CC, BC, PR, a. SD, CP, b. wykończenie, pomieszczenia mieszania.	Bezpośrednio
O5	Rozpuszczalniki zniszczone przez techniki ograniczania emisji	Zwykle poprzez spalanie w procesie oczyszczania gazów odlotowych, ale należy rozważyć każdy inny proces, pod warunkiem że jest on przeprowadzany w granicach bilansu masy rozpuszczalnika i że prowadzi do ostatecznej konwersji rozpuszczalników organicznych w inne substancje.	Pośrednio
O6	Rozpuszczalniki w odpadach	a. Zebrany rozpuszczalnik/farba ze zmiany koloru i oczyszczania (PR, BC, CC). b. Odpady farby. c. Odpady plastizolu (ochrona podwozia, uszczelnianie złączy). d. Inne odpady zanieczyszczone rozpuszczalnikami.	Pośrednio
O8	Rozpuszczalniki odzyskane	Albo: • Różnica w stanie zapasów rozpuszczalników/farb na początek i koniec każdego okresu bilansowego. • Przechowywanie wychwyconych rozpuszczalników w celu ponownego użycia w tej samej instalacji po regeneracji na terenie zakładu lub poza nim. ⁵³ O8 zmienia się na I2, jeśli do procesu powlekania, w bilansowanym okresie referencyjnym, wprowadza się rozpuszczalniki.	Pośrednio
Przeływ masy o drugorzędym znaczeniu Indywidualna decyzja, czy wymagane jest ustalenie ilościowe (pomiar) dla każdego obliczenia SMB. W zależności od sytuacji w zakresie zgodności z wartością ELV, wystarczające może być zastosowanie wartości empirycznych lub szacunków.			
O1.1	Wychwytywane i oczyszczone emisje	W normalnych warunkach eksploatacji odpowiednich urządzeń do oczyszczania gazów odlotowych, udział w emisji całkowitej jest bardzo mały. Jednakże określenie O5 wymaga określenia emisji czystego gazu, a czasami określenie stężenia emisji jest wymagane celem wykazania zgodności z limitami emisji właściwymi dla danego źródła.	Bezpośrednio lub pośrednio
O2	Ścieki	Głównie ze zrzutu wody obiegowej z płuczek do usuwania mgły lakierniczej, niewielkie ilości ze ścieków EC.	Bezpośrednio
O3	Zanieczyszczenie produktu	Ma znaczenie tylko w przypadku stosowania wosku do wnek na bazie rozpuszczalników; niewielkie ilości rozpuszczalników mogą pozostać w warstwie wosku i odparować podczas montażu końcowego. Wszystkie warstwy lakieru są całkowicie utwardzane w suszarniach lakierni, zanim pojazdy zostaną dostarczone na linię montażu końcowego.	Bezpośrednio

⁵³ W niektórych państwach członkowskich rozpuszczalniki, które są przekazywane jako „odpady do odzysku”, do zakładu ich przetwarzania, są zaliczane do O6, z wyjątkiem sytuacji, gdy rozpuszczalniki te są zwracane do tej samej instalacji.

Skrót	Przepływ masy	Objaśnienie (a, b, c, wskazuje na malejącą istotność)	Istotne ... jeśli stosuje się metodę
O4	Niewychwycone emisje do powietrza	Otwarte lub częściowo zamknięte obszary pracy: a. wykończenie, CP, SD, b. miejsca oczyszczania ścieków i obsługi odpadów.	Bezpośrednio
O9	Uwolnienia niezamierzone	Nietypowe i nieregularne emisje, takie jak wycieki lub wypadki.	Bezpośrednio
I2	Rozpuszczalnik odzyskany	Rozpuszczalniki przechwycone, zregenerowane i ponownie użyte w tej samej instalacji. Tylko w rzadkich przypadkach jako rozcieńczalnik (z reguły jako rozpuszczalnik do czyszczenia).	Pośrednio
Przepływy masy, które nie mają znaczenia w lakierniach pojazdów silnikowych (0 %)			
O7	Rozpuszczalniki jako produkt	Lakiernie samochodowe nie produkują towarów z zawartością rozpuszczalników.	

21.5.1.2.2. Wybór metody bezpośredniej lub pośredniej

W niektórych lakierniach gazy odlotowe są emitowane z kilku wspólnych kominów (2-8), ale w wielu instalacjach każdy pojedynczy strumień gazów odlotowych jest podłączony do własnego komina, co daje ponad 30, a czasami nawet 70 kominów różnej wielkości.

Równania 2 i 3 określają dwie alternatywne drogi obliczania emisji całkowitych LZO.

Metoda bezpośrednia (równanie 2) wymaga określenia wielkości emisji z każdego istotnego strumienia gazów odlotowych (O1), zarówno wychwyconych i oczyszczonych (O1.1), jak i wychwyconych i nieoczyszczonych (O1.2). Zwykle osiąga się to poprzez oznaczenie analityczne z okresowymi lub ciągłymi pomiarami (zob. sekcja 21.5.1.4). Dodatkowo, należy określić emisje niezorganizowane z otwartych lub półzamkniętych obszarów lakierni (O4) oraz transfer rozpuszczalnika w ściekach (O2).

Stosując **metodę pośrednią** (równanie 3), określa się ilości rozpuszczalników, które są wprowadzane do instalacji (I1) i nie są emitowane, lecz raczej niszczone w instalacjach oczyszczania gazów odlotowych (O5), lub gromadzone i usuwane jako odpady (O6). Bezpośredni pomiar emisji na poszczególnych kominach może nie być konieczny. Podobnie można pominąć bardzo skomplikowane technicznie określanie emisji niezorganizowanych z otwartych lub półzamkniętych obszarów lakierni, lub określanie zawartości rozpuszczalników w ściekach.

Obie metody są równoważne

Obie metody są generalnie równoważne z perspektywy prawnej (jako że obie są opisane w Załączniku VII, Część 7 IED). Operator instalacji ma swobodę wyboru metody, która najlepiej pasuje do jego specyficznych warunków lokalnych, tak długo, jak zgodność z ELV może być wykazana z wystarczającą wiarygodnością oraz spełnione są wymagania lokalnego organu wydającego pozwolenie.

Jednakże metoda bezpośrednia często nie jest stosowana z następujących powodów:

- Liczba kominów, a tym samym liczba punktów monitorowania jest zazwyczaj duża. Bezpośrednie pomiary w wielu źródłach emisji są bardzo kosztowne, a niepewności pomiarowe każdego pojedynczego wyniku pomiaru sumują się.
- Niewychwycone emisje nie są łatwo mierzalne.

Generalnie, metoda pośrednia jest metodą częściej stosowaną (nawet w innych sektorach) i zapewniającą większą dokładność, ponieważ ustalanie emisji z kominów wykazuje silne fluktuacje i wymagałoby ciągłych pomiarów.

21.5.1.3. Wsad rozpuszczalników (I1)

Jeżeli SMB jest ustalany przy użyciu metody pośredniej (równanie 3), określenie wsadu rozpuszczalników (rozpuszczalników w farbach i innych materiałach powłokowych, rozpuszczalników używanych jako rozcieńczalniki lub środki czyszczące) jest niezbędne. Jednakże celowe jest rejestrowanie i dokumentowanie danych dotyczących zużycia rozpuszczalników (C = I1-O8) dla wszystkich instalacji, ponieważ powoduje to klasyfikację instalacji według różnych stopni wymagań prawnych dyrektywy IED (załącznik I, aktywność 6.7).

Określenie wsadu rozpuszczalnika, który obejmuje wszystkie materiały używane w procesie powlekania, jak również do czyszczenia sprzętu i kabin lakierniczych, oraz jego przypisanie do różnych podprocesów powlekania, przeprowadza się w dwóch etapach: określenie zużycia materiału (zob. sekcja 21.5.1.3.1) oraz określenie zawartości rozpuszczalnika w materiałach powłokowych (zob. sekcja 21.5.1.3.2).

21.5.1.3.1. Zużycie materiału

W Tabeli 21.10 przedstawiono typową sytuację w lakierni samochodowej z powszechnie stosowaną koncepcją powlekania. W przypadku innych koncepcji lakierowania (procesy zintegrowane bez podkładu lub powłoki nawierzchniowe bez warstwy bezbarwnej) wyniki będą inne. Jeśli dwóch lub więcej dostawców ma umowę na ten sam rodzaj materiału, liczba różnych materiałów odpowiednio wzrośnie.

Tabela 21-10 Typowa różnorodność materiałów powłokowych w lakierni samochodów osobowych.

Podproces	Materiał	Liczba różnych materiałów
EC	Powłoki elektroforetyczna	2-10
SD	Plastizole do uszczelniania i powlekania karoserii. Materiały wygłuszające w sprayu.	< 10
PR	Podkład, zwany również surfaktantem lub wypełniaczem. Czasami stosuje się różne kolory.	1-10
BC	Powłoka bazowa, bardzo wiele kolorów i rodzajów efektów (uni, metaliczne, perłowe, itp.) Zużycie jest zdominowane przez niewielką liczbę najczęściej używanych kolorów.	50-400 (wszystkie kolory) < 10 (najczęściej używane)
CC	Powłoka bezbarwna (w tym utwardzacz 2K).	< 10
Wykończenie, naprawa farby	Podkład, powłoki bazowe, powłoki bezbarwne, utwardzacz i rozcieńczalniki. Kolory muszą pasować do koloru BC.	> 400
CP	Konserwacja wnętrza.	< 10
Czyszczenie i płukanie	Rozpuszczalniki stosowane jako rozcieńczalniki lub środki czyszczące, wykorzystywane w różnych podprocesach.	< 10

Generalnie, do określenia ogólnego wsadu do lakierni oraz jego szczegółowego wykorzystania w różnych podprocesach wymagana jest baza danych materiałowych zawierająca od 200 do ponad 1 000 różnych produktów oraz dane dotyczące ich zużycia. W obliczeniach SMB rozcieńczalniki i środki czyszczące są zwykle przypisane do wspólnego podprocesu „Czyszczenie i płukanie”, a ich zużycie nie jest przyporządkowane do konkretnych zastosowań farby⁵⁴.

⁵⁴ Do ustalenia bilansu rozpuszczalnika konieczne jest następnie określenie ilości rozpuszczalników emitowanych do powietrza podczas ich stosowania. W tym celu należy określić ilość substancji zebranych

21.5.1.3.2. Zawartość rozpuszczalników w materiałach powłokowych

W najlepszym przypadku dostawcy materiałów dostarczają wyczerpujące oświadczenia na temat zawartości rozpuszczalnika, które operator powinien przechowywać w swojej dokumentacji. Sprawozdania te powinny być dostarczane przez dostawców materiałów w okresach miesięcznych lub rocznych.

Niektórzy producenci utworzyli firmowe bazy danych zawierające szczegółowe informacje, w tym zweryfikowane i poufne dane dotyczące składu wszystkich przetestowanych i zatwierdzonych materiałów używanych w procesie. Jeżeli Oświadczenia dostawców nie są dostępne, informacje o zawartości rozpuszczalnika można uzyskać z tych źródeł.

Można również wykorzystać zawartość rozpuszczalnika podaną w karcie charakterystyki (zawartość LZO w m %). Należy pamiętać, że w sekcji 3 kart charakterystyki UE stężenia składników reprezentują receptury ramowe stosowane do ustalenia klasyfikacji zagrożenia. Poszczególne dostawy mogą mieć inną (niższą) zawartość rozpuszczalników.

Należy pamiętać, że w celu zapewnienia zgodności z wymaganiami artykułu 59.5 Dyrektywy IED ważne jest, aby sprawdzić zawartość stosowanych rozpuszczalników pod kątem substancji CMR lub innych niebezpiecznych substancji organicznych. Zaleca się, aby poprosić dostawców o pisemne oświadczenie i dodatkowo sprawdzić dane dotyczące składników w sekcji 3 kart charakterystyki.

Dyrektywa IED nie określa konkretnego sposobu publikowania zawartości rozpuszczalników w materiałach powłokowych⁵⁵. Zazwyczaj wartości są podawane w procentach masowych. Jednakże, zawartość rozpuszczalnika w produktach do odnawiania pojazdów musi być zadeklarowana jako „gramy/litr (g/l), w składzie produktu w stanie gotowym do użycia” (Dyrektywa Decopaint, Artykuł 2.6). Niektórzy dostawcy farb stosują tę definicję również w odniesieniu do ogólnych materiałów powłokowych. Dlatego też, jeżeli do obliczenia wsadu rozpuszczalnika przyjmuje się stężenia rozpuszczalników „w stanie gotowym do użycia”, ilość rozpuszczalników, które dodaje się na terenie instalacji w celu dostosowania farby do danej zawartości rozpuszczalnika, nie może być liczona jako wsad.

Dostawcy farb obliczają zawartość rozpuszczalników na podstawie danych dotyczących receptur swoich produktów. Bezpośrednie pomiary analityczne zawartości LZO w farbach, opisane w normach EN ISO 11890-1 i -2 oraz EN ISO 17895, nie są jeszcze powszechne.

W Tabeli 21.11 podano typowe zakresy zawartości rozpuszczalników w różnych systemach farb.

i usuniętych jako odpady rozpuszczalników. Różnica w stosunku do ilości zużytych rozpuszczalników, uwzględniająca dodatkową ilość farby w starych rozpuszczalnikach, jest wykorzystywana do określenia ogólnego wskaźnika emisji dla „czyszczenia i płukania”.

⁵⁵ Jeśli chodzi o deklarowanie zawartości rozpuszczalników w materiałach powłokowych, istnieją dwa istotne akty prawodawstwa europejskiego: (a) dyrektywa IED, która definiuje LZO zgodnie z ich prężnością par, oraz (b) dyrektywa 2004/42/WE (dyrektywa Decopaint), która definiuje LZO zgodnie z ich temperaturą wrzenia. Substancje o temperaturze wrzenia lub prężności par zbliżonej do odpowiednich wartości progowych (0.01 ± 0.005 kPa) lub (250 ± 20 °C) mogą być klasyfikowane jako LZO tylko w jednej z tych dwóch Dyrektyw. Dane dotyczące LZO oparte na dyrektywie Decopaint należy wykorzystywać wyłącznie po dokładnym sprawdzeniu ich poprawności. Jednak w przypadku powłok samochodowych różnice te rzadko mają znaczenie, ponieważ główne składniki są uznawane za LZO w obu Dyrektywach. W razie wątpliwości należy skontaktować się z dostawcą.

Dostawca farby jest odpowiedzialny za publikację danych dotyczących stężenia LZO wraz z jednostkami i odniesieniem do odpowiedniej Dyrektywy, w tym oświadczeniem, czy podana wartość reprezentuje wartość „w stanie gotowym do użycia” czy też rzeczywistą zawartość rozpuszczalnika w sprzedawanym materiale. W niektórych państwach członkowskich ustawodawstwo krajowe wprowadziło specjalne terminy z różnymi jednostkami dla zawartości rozpuszczalników (procent masowy, g/l, g/l bez wody itp.).

Tabela 21-11 Typowa zawartość substancji stałych i rozpuszczalników w materiałach powłokowych.

Rodzaj substancji	Zawartość masy stałej (%)	Zawartość rozpuszczalnika organicznego (%)
Powłoka elektroforetyczna - Zbiornik zanurzeniowy, gotowa do użycia - Uzupełnianie: żywica - Uzupełnianie: pasta pigmentowa	16.0 - 20.0 - -	1.0 - 2.0 2.5 9.0
Ochrona podwozia, uszczelnianie szwów - Powłoka do podwozia - Powłoka podwozia z PVC - Wosk końcowy do podwozia - Uszczelniacz	95 - 98 97.2 - 97.6 79.8 95 - 98	2 - 5 2.4 - 2.8 20.2 2 - 5
Wytłumiacz hałasu, w płynie	79 - 99	0 - 3
Podkład na bazie rozpuszczalnika	50 - 65	35 - 50
Podkład na bazie wody	45 - 55	5 - 12 5.5 - 5.9
Powłoka nawierzchniowa na bazie rozpuszczalnika ⁽¹⁾ - 1K - 2K	45 - 60 55 - 70	40 - 55 30 - 45
Powłoka nawierzchniowa na bazie wody ⁽¹⁾ - 1K - 2K	45 - 55 45 - 50	5 - 13 12 - 18
Powłoka bazowa na bazie rozpuszczalnika - Standardowa ⁽²⁾ - O wysokiej zawartości cząstek stałych ⁽²⁾ Najczęściej używana - Kolory specjalne - Ultrawysoka zawartość cząstek stałych ⁽³⁾ - Zintegrowane procesy WB1/2	18 - 22 (40) 35 - 45 (50) 30 - 53 30 - 62 - -	(60) 78 - 82 (50) 55 - 65 47 - 70 38 - 70 - -
Powłoka bazowa na bazie wody - standardowa ⁽²⁾ - Zintegrowane procesy (WB1+WB2) ⁽²⁾	16 - 22 (40) 16 - 30 (40)	12 - 17 10 - 10
Powłoka bezbarwna na bazie rozpuszczalnika - 1K o wysokiej zawartości cząstek stałych - 2K o wysokiej zawartości cząstek stałych	47 - 54 55 - 60 55 - 65	46 - 53 43 - 49 40 - 45 35 - 45

Rodzaj substancji	Zawartość masy stałej (%)	Zawartość rozpuszczalnika organicznego (%)
Wosk do zabezpieczania wnętrza	(⁴) 100	
- Wosk do stosowania na gorąco	50	
- Standardowy wosk na bazie rozpuszczalników	48	
- Wosk na bazie rozpuszczalników o dużej zawartości cząstek stałych	35	
- Standardowy wosk na bazie wody	39	0
- Zaawansowany wosk na bazie wody		50
		20
		0
		0

(1) Powłoki bez dodatkowej warstwy bezbarwnej.
(2) Wartości w nawiasach mają zastosowanie do odcieni kolorów o niskiej intensywności, takich jak biały.
(3) Nie stosowana do powlekania samochodów osobowych.
(4) Wosk, dodatki, wypełniacze, olej mineralny.

Źródło danych: VDI 3455:2013, Kontrola emisji - wysokonakładowe lakiernie karoserii samochodowych, (Emission control - High-volume car body painting plants), Röder, T., Nowoczesna ochrona wnętrza (Modern cavity protection), [w:] W kręgu motoryzacji (Automotive Circle) (red.) 2016 – Strategie malowania karoserii samochodowych (Strategies in Car Body Painting), Bad Nauheim, 2016, dane od dostawców farb. Zakresy stężeń reprezentują wahania występujące w najczęściej stosowanych materiałach każdej klasy.

21.5.1.4. Pomiar emisji w gazach odlotowych

21.5.1.4.1. Pomiary metodą FID

Standardowym podejściem jest pomiar emisji rozpuszczalnika za pomocą detektora płomieniowo-jonizacyjnego (FID). Procedura ta jest opisana w normie EN 12619:2013. Działanie FID opiera się na wykrywaniu jonów tworzących się podczas spalania związków organicznych w płomieniu wodorowym. Generowanie tych jonów jest proporcjonalne do stężenia związków organicznych w strumieniu gazu będącego próbką.

Wyniki pomiarów metodą FID są zazwyczaj podawane jako „równoważniki propanu”, czyli jako ilość propanu, która wytworzyłaby taki sam sygnał (reakcję). Pomiary metodą FID są często oznaczane jako „ogólny węgiel organiczny” (OWO), „węglowodór razem” lub „ogólna zawartość węglowodorów” (THC), chociaż dokładniejszą nazwą byłaby „całkowita zawartość lotnych węglowodorów” (TVHC), ponieważ węglowodory, które uległy kondensacji, nie są wykrywane. Zakres roboczy FID nie jest całkowicie zgodny z definicją LZO; w szczególności FID nie może rozróżniać rozpuszczalnika od nierozpuszczalnika.

W rzeczywistości, zmierzony sygnał FID zależy nie tylko od zawartości węgla w występujących składnikach, ale również od rodzaju wiązania węgla w cząsteczce, a ponadto należy wziąć pod uwagę czułość danego przyrządu. Ze względu na te czynniki należy określić współczynnik odpowiedzi R_f i wykorzystać go do modyfikacji sygnału równoważnika propanu:

$$R_f = \frac{c_{\text{propane eq}}}{c_{\text{Substance}}}$$

Równanie 5

gdzie:

$c_{\text{Propane eq}}$

odczyt FID w ppm C lub mg C/m³;

$c_{\text{Substance}}$ stężenie substancji mierzonej w gazie odlotowym w ppm lub mg/m^3 .

Współczynniki odpowiedzi dla powszechnie stosowanych związków lotnych są zazwyczaj dostępne u dostawcy przyrządu. W Tabeli 21.12 przedstawiono zakresy współczynników odpowiedzi dla powszechnie stosowanych rozpuszczalników.

Ta metoda pomiaru jest dobrze ugruntowana i powszechnie akceptowana. Jest ona łatwa w użyciu, opłacalna i może dostarczać informacji w reprezentatywnym przedziale czasu. Jednakże wyniki pomiarów FID, podane w jednostkach stężenia atomów węgla (OWO w ppm lub $\text{mg}/\text{C}/\text{m}^3$), muszą być przeliczone na stężenie rozpuszczalnika w mg/m^3 .

21.5.1.4.2. Współczynniki konwersji

W celu przeliczenia wyników FID (podawanych jako węgiel ogólny) na rozpuszczalniki (wymagane do bilansów masy rozpuszczalników) konieczna jest znajomość tożsamości chemicznej głównych gazowych składników organicznych zawartych w przepływie gazów odlotowych. Bardzo często na 80 % całkowitej masy przypada mniej niż pięć różnych składników. Te kluczowe substancje można określić poprzez dodatkowe pobranie próbek (adsorpcja przy użyciu stałego adsorbentu, desorpcja i separacja, identyfikacja i kwantyfikacja pojedynczych składników za pomocą chromatografii gazowej (CEN/TS 13649:2014)), ale ze względu na ograniczenia techniczne metod analitycznych zazwyczaj nie wszystkie istotne związki zostaną wychwycone, przeanalizowane i określone ilościowo. Alternatywnie, skład strumienia gazów odlotowych można obliczyć na podstawie danych dotyczących składu rozpuszczalnika lub mieszaniny farb. Jednakże skład fazy ciekłej (farba, rozpuszczalnik) i fazy parowej (gaz odlotowy) może być różny, ponieważ szybkości parowania i ciśnienia par cząstkowych danych substancji lotnych są różne. Dostępne są modele teoretyczne, ale ich zastosowanie jest możliwe dopiero po pracochłonnej weryfikacji.

Celem przeliczenia sygnału FID stężenia węgla ogólnego C_{TOC} na stężenie LZO C_{VOC} (lub przepływ masy M_{VOC}), który jest celem monitorowania, należy określić współczynnik konwersji f_s :

$$f_s = \frac{c_{\text{VOC}}}{c_{\text{TOC}}} \cong \frac{M_{\text{VOC}}}{M_c} \quad \text{Równanie 6}$$

gdzie:

- M_{VOC} średnia masa molowa mieszaniny LZO;
- M_c średnia masa molowa węgla w mieszaninie LZO;
- S indeks dla monitorowanego segmentu instalacji.

Jeżeli dodatkowe informacje o głównych składnikach, celem wyprowadzenia współczynników przeliczeniowych, nie są dostępne, do przeliczenia OWO na stężenie rozpuszczalnika można wykorzystać wartości odniesienia wymienione w Tabeli 21.12. Tabela 21.12 zawiera wykaz współczynników przeliczeniowych (konwersja z mg/C na mg substancji) oraz współczynników odpowiedzi (stosowanych do przeliczania stężeń rozpuszczalników z pomiarów FID na stężenia OWO) dla powszechnie stosowanych rozpuszczalników i farb.

Ponieważ skład rozpuszczalników organicznych w materiałach powłokowych lub rozcieńczalnikach do farb jest różny, można oczekiwać, że emisje z kolejnych segmentów zakładu (S) będą miały różne współczynniki konwersji:

- EC: nakładanie powłoki elektroforetycznej;
- SD: nakładanie uszczelnaczy, powłok podwozia i natryskiwanych środków

	tłumiących hałas;
PR/BC:	nakładanie farby podkładowej lub farby bazowej (o ile oba typy powłok są albo na bazie rozpuszczalnika (SB) albo na bazie wody (WB), to oba systemy farb będą miały pasujące współczynniki przeliczeniowe);
CC:	nakładanie powłoki bezbarwnej;
Gaz odlotowy:	oczyszczony gaz z systemów termicznego przetwarzania;
Naprawa punktowa:	mieszanka podkładu/powłoki bazowej i powłoki bezbarwnej.

Tabela 21-12 Współczynniki przeliczeniowe i współczynniki odpowiedzi dla powszechnie stosowanych rozpuszczalników i farb.

Substancje	Zawartość węgla (%)	Wsp. konwersji	U95%	Wsp. odpowiedzi	U95%
Mieszanki rozpuszczalników					
Węglowodory alifatyczne	80	1.2			
Substytuty węglodorów aromatycznych	90	1.1			
Węglowodory utlenione	60	1.7			
Alkohole (C1 to C5)	37-65	1.70		0.79	0.18 ⁽¹⁾
Kwasy organiczne (C1 to C4)	40-54	1.85-2.50		0.69	
Ketony (C3 to C6)	62-72	1.38-1.61		0.76-0.83	0.16 ⁽¹⁾
Estry (C3 to C6)	49-62	1.61-2.04		0.68-0.83	0.16 ⁽¹⁾
Etery glikolu (C4 to C6)	45-61	1.64-2.22			
Estry eteru glikolowego (C6 to C8)	55-60	1.67-1.82			
Węglowodory alifatyczne (C4 to C10)	83-86	1.16-1.20		0.94-1.00	0.05 ⁽¹⁾
Węglowodory aromatyczne (C6 to C8)	90-92	1.09-1.11		0.93-1.00	0.05 ⁽¹⁾
Rozpuszczalniki w farbach⁽²⁾					
Rodzina farb WB (współczynnik ogólny dla wszystkich rodzajów powłok i stosowanych rozpuszczalników)	70	1.4			
Farba na bazie wody	68	1.47	0.06		
Farba na bazie rozpuszczalnika	72	1.39	0.06		
Powłoka bezbarwna SB 2K	82	1.22	0.06		
Farby w lakierniach z procesem zintegrowanym	53	1.88			
Farby w lakierniach z procesem zintegrowanym	78	1.29			
EC gaz odlotowy ze zbiornika zanurzeniowego		1.67	0.05	0.72	0.02
EC gaz odlotowy z pieca suszącego		2.3	0.07	0.72	0.02
<p>(1) Liczby opisują zakres poszczególnych współczynników odpowiedzi, wyznaczonych za pomocą różnych systemów FID. Niepewność określenia każdego współczynnika odpowiedzi jest znacznie mniejsza (~ 0.003).</p> <p>(2) Zawartość C w materiałach powłokowych jest podawana wyłącznie jako zawartość C w rozpuszczalnikach organicznych (z wyłączeniem wody i zawartości substancji stałej).</p>					

21.5.1.4.3. Monitorowanie

Zarówno monitorowanie ciągłe, jak i okresowe są dobrze ugruntowanymi metodami opracowywania bilansów masy rozpuszczalników.

Monitorowanie ciągłe

Monitorowanie ciągłe emisji rozpuszczalników ze źródeł punktowych jest zazwyczaj wykonywane za pomocą zautomatyzowanych, urzędowo zatwierdzonych detektorów płomieniowo-jonizacyjnych (FID). Dołączony kalkulator emisji i stosowane oprogramowanie muszą również być zgodne z ustalonymi normami. Kalibracja sprzętu jest przeprowadzana w regularnych odstępach czasu.

Zmierzone wartości (w ppm równoważnika propanu) są z reguły wykorzystywane do wyprowadzenia średnich wartości 30-minutowych i przeliczane na odpowiednie średnie półgodzinne mg/m³ rozpuszczalnika. Zazwyczaj pierwotne dane są przekształcane na częstotliwości klasowe stężeń emisji różnych poziomów i tylko te dane są wykorzystywane jako dane wejściowe do dalszych obliczeń. Oprogramowanie monitorujące emisje identyfikuje awarie systemu i czasy przestoju. Dlatego też zgłaszane dane obejmują jedynie prawidłowe pomiary dokonane w normalnych warunkach eksploatacji, podczas których mogą wystąpić emisje rozpuszczalników.⁵⁶ W porównaniu z pomiarami rocznymi, ciągłe określanie stężenia OWO jest droższe o współczynnik 8 do 10.

Monitorowanie okresowe

Monitorowanie okresowe przeprowadza się zwykle metodą FID, opisaną w normie EN 12619. Podstawowym wynikiem jest strumień danych pierwotnych „ppm OWO”. Są one przekształcane na stężenia rozpuszczalników zgodnie z opisem w sekcji 21.5.1.4.2 (współczynniki konwersji).

Tylko w wyjątkowych przypadkach monitorowanie odbywa się poprzez pobieranie próbek i analizę pobranych substancji organicznych metodą chromatografii gazowej (GC) poza terenem zakładu (CEN/TS 13642).

21.5.1.5. Obliczanie przepływów masy na podstawie pomiarów stężenia emisji

Zmierzone strumienie masy emisji z kominów są zawsze określane na podstawie jednoczesnego pomiaru stężenia substancji i objętości gazów odlotowych. Jeżeli wyznaczanie masowego natężenia przepływu rozpuszczalników jest częścią zadania pomiarowego, oprócz rzeczywistego pomiaru zanieczyszczeń jednocześnie wyznaczane są parametry niezbędne do obliczenia strumienia objętości gazów odlotowych. W związku z tym masowe przepływy rozpuszczalników, które ustala się w sposób ciągły lub okresowy, opierają się zazwyczaj na dopasowanych parach wartości stężenia substancji i przepływu gazów odlotowych. Należy zauważyć, że pomiar objętościowego natężenia przepływu jest ważnym czynnikiem wpływającym na niepewność całkowitego obliczenia uwalniania masy.

21.5.1.5.1. Współczynniki emisji

Jednym ze sposobów radzenia sobie z tą nieodłączną wadą okresowego monitorowania jest uzupełnienie każdej kampanii pobierania próbek i monitorowania dla określonego punktu uwalniania poprzez rejestrowanie wydajności powlekania karoserii (wielkości produkcji) i/lub

⁵⁶ W praktyce wykazano, że po zakończeniu procesu malowania uwalnianie rozpuszczalników nie zanika nagle i całkowicie. W szczególności rozpuszczone rozpuszczalniki są dalej uwalniane (usuwane) z płuczek gazowych mokrych, przez dłuższy czas (1-2 h). Musi to być uwzględnione w konfiguracji oprogramowania do obliczania emisji.

nakładania materiału powlekającego (rozpuszczalników), w powiązaniu z emisją z odpowiedniego punktu uwalniania p. Następnie można wyprowadzić współczynnik emisji ef_p , który reprezentuje związek pomiędzy zmierzonym masowym strumieniem emisji (np. kg/h) a wydajnością produkcji lub nakładania materiału powlekającego/rozpuszczalnika:

$$ef_p = E_p/n_p \quad \text{lub} \quad ef_p = E_p/I_p \quad \text{Równanie 7}$$

gdzie:

E_p : masowe natężenie przepływu emisji z komina p podczas monitorowania, w kg/h;

n_p : wielkość produkcji (liczba powlekanych karoserii) w jednostkach/h;

I_p : materiał lub rozpuszczalniki zużyte w kg/h w czasie monitorowania.

Zaletą tej metody jest to, że uzyskuje się bardziej realistyczny wynik rocznej emisji, zwłaszcza jeśli fabryka działa przy zmiennych poziomach produkcji.

21.5.1.5.2. Wychwycone rozpuszczalniki (O1)

Tylko w przypadku gdy do obliczenia bilansu masy rozpuszczalnika stosuje się metodę bezpośrednią (równanie 2), emisje bezpośrednie muszą być mierzone lub oceniane w odniesieniu do wszystkich źródeł emisji z których pochodzą wychwycone rozpuszczalniki.

Jednakże stężenia rozpuszczalników w gazie nieoczyszczonym i gazie oczyszczonym w jednostkach przetwarzania gazów odlotowych muszą być mierzone celem określenia skuteczności redukcji emisji.

Rozpuszczalniki zawarte w gazie oczyszczonym pochodzącym z jednostek przetwarzania stanowią zazwyczaj od 1.5 % do 3.0 % całkowitych emisji z lakierni. Monitorowanie emisji będzie zatem koncentrować się raczej na dostarczaniu dowodów prawidłowego działania systemu oczyszczania gazów odlotowych we wszystkich warunkach eksploatacyjnych niż na dokładnym określaniu masowego natężenia emisji.

W przypadku utleniaczy termicznych kontrola temperatury spalania jest standardową procedurą kontroli działania. Wartości docelowe są ustalane dla każdej pojedynczej komory spalania w taki sposób, że wszystkie limity emisji, które należy wziąć pod uwagę (na przykład OWO, CO, NOX) są utrzymywane przy możliwie najniższym zużyciu paliwa. Zaleca się, aby pomiary kalibracyjne były przeprowadzane przy pierwszym rozruchu lub po dokonaniu zmian technicznych w instalacji lub we wcześniejszym procesie powlekania oraz aby były powtarzane w regularnych odstępach czasu.

O1.1 może być obliczany dla każdego źródła punktowego p na kilka sposobów (zob. również VDI 3455:2013):

- wykorzystując wynik ostatniego pomiaru kalibracyjnego

$$O1.1_p = c_p \times V_p \times t_p \quad \text{Równanie 8}$$

gdzie:

c_p : stężenie emisji rozpuszczalnika z ostatniego pomiaru okresowego dla dla źródła punktowego p;

V_p : średni przepływ gazów odlotowych;

t_p : czas pracy jednostki oczyszczania gazów odlotowych p.

Pomiary te powinny być przeprowadzane przy pierwszym rozruchu lub po wprowadzeniu zmian technicznych w systemie lub w procesie powlekania, i mogą być powtarzane co 3 do 5 lat.

- stosując współczynniki emisji

Jak opisano w sekcji 21.5.1.5.1 (Współczynniki emisji, równanie 7), emisje ze źródła punktowego można obliczyć, jeżeli znany jest związek pomiędzy odpowiednim działaniem, takim jak zużycie rozpuszczalników w procesie powlekania, a wynikającą z niego emisją. W przypadku emisji z systemu oczyszczania gazów odlotowych, współczynnik emisji e_p może być wyrażony jako kombinacja współczynnika transferu t_{sp} i skuteczności redukcji a_{fp} :

$$O1.1_p = I_s \times t_{sp} \times (1 - a_{fp}) \quad \text{Równanie 9}$$

gdzie:

- I_s : wsad rozpuszczalników do segmentu S lakierni, przed systemem redukcji emisji;
 t_{sp} : współczynnik transferu pomiędzy segmentem S lakierni a systemem oczyszczania gazów odlotowych p;
 a_{fp} : skuteczność redukcji emisji przez system oczyszczania gazu p.

Zamiast wykorzystywać dane wsadowe rozpuszczalnika, obliczenie może być również oparte na danych dotyczących liczby powleczonych karoserii (zob. sekcja 21.5.1.5.6). Pomiary te należy przeprowadzać przy pierwszym rozruchu lub po wprowadzeniu zmian technicznych w systemie lub w procesie powlekania.

- stosując dopuszczalne wielkości emisji

Zamiast zmierzonego stężenia rozpuszczalnika w równaniu 8 można wprowadzić dopuszczalną wielkość emisji. Ponieważ rzeczywista emisja nie może przekraczać dopuszczalnych wielkości, wynik otrzymany tą metodą jest zachowawczym oszacowaniem rzeczywistej emisji rozpuszczalnika, pod warunkiem że można wykazać prawidłowe działanie systemu oczyszczania gazów odlotowych poprzez ciągłe jego monitorowanie (np. temperatury spalania).

- stosując monitorowanie ciągłe

Monitorowanie ciągłe rozpuszczalników w oczyszczonym gazie odlotowym jest rzadko stosowane. Dyrektywa IED wymaga ciągłego monitorowania tylko wtedy, gdy zawartość OWO w oczyszczonym gazie w odpowiednim kominie jest wyższa niż 10 kg/h. Przy założonym stężeniu emisji OWO 50 mg/m³, ta wartość progowa jest osiągnięta tylko przy natężeniu przepływu gazów odlotowych wynoszącym 200 000 m³/h.

Jak opisano powyżej, istnieje szereg równie skutecznych metod, które mogą być stosowane, a wybrana metoda określania masowych emisji dla kominów jest decyzją zakładu/installacji.

21.5.1.5.3. Rozpuszczalniki zniszczone (O5)

Ilość zniszczonych rozpuszczalników należy ustalić tylko wtedy, gdy SMB oblicza się metodą pośrednią.

O5 obejmuje wszystkie rozpuszczalniki, które zostały wprowadzone do procesu i są przekształcane w wyniku reakcji chemicznych w substancje nie będące już lotnymi związkami organicznymi. W lakierniach samochodowych reakcje te polegają zazwyczaj na utlenianiu termicznym w instalacjach oczyszczania gazów odlotowych. Utlenianie katalityczne lub degradacja biologiczna są możliwymi, lecz rzadko spotykanymi alternatywami.

Rozpuszczalniki, które są wychwytywane w instalacji STS i przenoszone przez granicę SMB jako rozpuszczalniki (jako rozpuszczalniki odpadowe lub zawarte w odpadach, w wodzie, jako produkty lub zanieczyszczenia produktów itp.) nie mogą być zaliczane do O5.

Ilość $O5_P$ (na system oczyszczania P) jest różnicą pomiędzy ilością rozpuszczalnika, która wchodzi do systemu oczyszczania z jednego lub więcej segmentów powlekania wraz z nieprzetworzonymi gazami odlotowymi, a masowym przepływem w czystych gazach odlotowych. Przepływy masowe w gazie nieprzetworzonym i gazie oczyszczonym można albo mierzyć jednocześnie (równanie 10), albo obliczyć przy użyciu współczynników przenoszenia i redukcji (równanie 11):

$$O5_P = O1.1_{SP}^{in} - O1.1_P \quad \text{Równanie 10}$$

$$O5_S = I_S \times t_{f_{SP}} \times a_{f_P} \quad \text{Równanie 11}$$

gdzie:

$O1.1_{SP}^{in}$ rozpuszczalniki w gazach odlotowych wprowadzanych z segmentu S lakierni do urządzenia oczyszczającego P;

$t_{f_{SP}}$ współczynnik przenoszenia rozpuszczalników z segmentu S lakierni do systemu oczyszczania gazów odlotowych P;

a_{f_P} współczynnik redukcji emisji systemu oczyszczania gazów odlotowych P (patrz poniżej).

Jeżeli średnie wykorzystanie mocy produkcyjnych lakierni znacznie odbiega od normy, może zaistnieć konieczność ponownego obliczenia wartości wyznaczonych dla $O5$ za pomocą równania 10. W takich przypadkach $O5$ można wyznaczyć na przykład poprzez zastosowanie współczynników przenoszenia i emisji według równania 11.

Ponieważ $O5$ jest bardzo ważną wielkością dla metody pośredniej, dla każdej instalacji należy znaleźć odpowiedni sposób na określenie wiarygodnych wartości tej wielkości. Zasadniczo należy to uzgodnić z właściwymi organami. Jeżeli współczynniki transferu nie są znane lub nie można ich zmierzyć z wystarczającą wiarygodnością, właściwym sposobem uzyskania wiarygodnych rocznych danych dotyczących $O1.1_{SP}^{in}$ mogą być powtarzane pomiary punktowe przepływu masy rozpuszczalnika gazu nieoczyszczonego. W przypadku centralnych jednostek redukcji emisji, gdzie gromadzone są gazy odlotowe z kilku kabin lakierniczych lub suszarek, pomiary ciągłe mogą być opłacalną alternatywą.

21.5.1.5.4. Efektywność ograniczania emisji

Efektywność redukcji a_{f_P} instalacji oczyszczania gazów odlotowych definiuje się jako:

$$a_{f_P} = \left(1 - \frac{m_{TOC}^{out}}{m_{TOC}^{in}}\right) \quad \text{Równanie 12}$$

gdzie:

$m_{TOC}^{in/out}$ wejściowy i wyjściowy przepływ masy ogólnego węgla organicznego.

W normalnych warunkach do tego wzoru można również wykorzystać bezpośrednio zmierzone stężenia OWO, ponieważ standardowe strumienie objętości przed i za instalacją oczyszczania gazów odlotowych są praktycznie stałe. Przepływ objętościowy gazów odlotowych zwiększa się o około 1 % w wyniku dodania gazu ziemnego (paliwa), jak również w wyniku odparowania substancji ciekłych i tworzenia się nowych związków organicznych podczas sieciowania żywic powlekających, plus około 1 % niekontrolowanego wprowadzenia powietrza do układu

działającego przy niewielkim podciśnieniu. Generalnie jednak wpływ ten jest pomijalny w przypadku zwykłej skuteczności redukcji emisji gazów odlotowych > 90 %.

Jeśli nie są dostępne wiarygodne dane na temat skuteczności redukcji w przypadku oczyszczania gazów odlotowych, można wykorzystać dane z Tabeli 21.13. Patrz również informacje na temat skuteczności redukcji w Tabeli 21.28 i Tabeli 21.29.

Tabela 21-13 Deklarowana skuteczność redukcji emisji przez systemy oczyszczania gazów odlotowych stosowane w lakierniach samochodowych.

System oczyszczania gazów odlotowych	Efektywność ograniczania (%)	Komentarze
RecTO	98.13	Średnia wartość podana przez 38 zakładów lakierniczych. Średni przedział 50 % wynosi 97.4-99.5 %.
RTO-2 złoża	90.73	Średnia wartość podana przez 4 lakiernie. Zakres maks. i min. wynosi 99.5-66.1 %.
RTO-3 złoża	93.87	Średnia wartość podana przez 4 lakiernie. Zakres maks. i min. wynosi 98-87,8 %.
RTO-RAD	96.03	Średnia wartość podana przez 4 lakiernie. Zakres maks. i min. wynosi 99.1-90 %.
TO	97.12	Średnia wartość podana przez 19 zakładów lakierniczych. Średni przedział 50 % wynosi 94.5-97.1 %.

Źródło: [155. TWG 2016]

Bardzo często jednostki oczyszczania gazów odlotowych są połączone z jednym lub kilkoma piecami suszącymi lub stanowią integralną część systemu suszącego (jak większość dopalaczy rekuperacyjnych, które są również wykorzystywane do ogrzewania pieca).

W tym przypadku pomiar $O_{1.1}^{in}_{SP}$ może być wykonany w dwóch miejscach (Ilustracja 21.5):

1a. Punkt pomiarowy znajduje się pomiędzy suszarką a systemem oczyszczania gazów odlotowych. Jest to typowe miejsce, a procedura pobierania próbek jest standardowym pomiarem w przewodach gazów odlotowych.

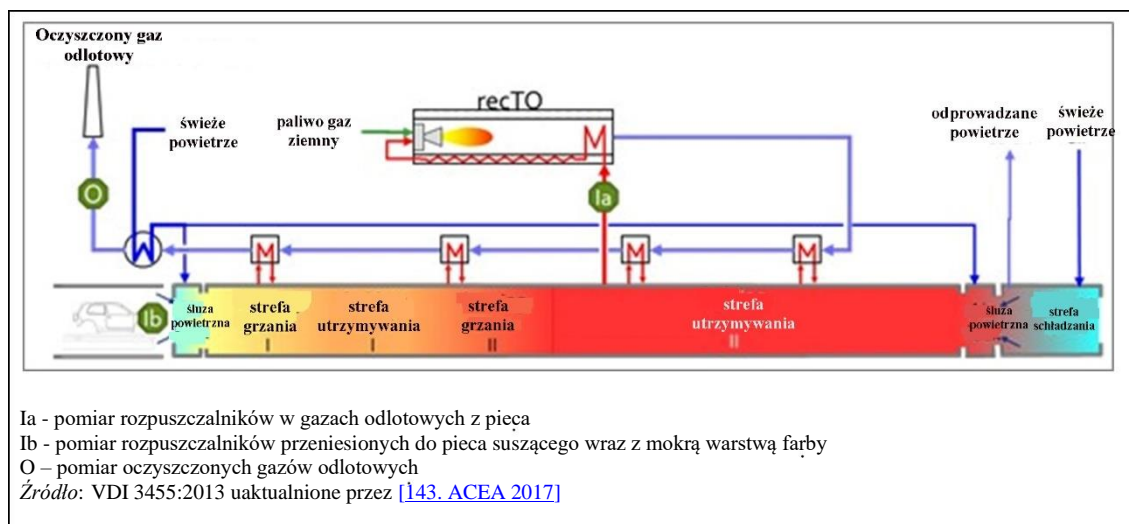
Wynik pomiaru będzie również obejmował substancje organiczne, które odparowują tylko w podwyższonych temperaturach (temperatura pieca > 130 °C) oraz lotne organiczne produkty reakcji utwardzania żywicy farby (w szczególności, jeżeli stosowane są żywice melaminowe, np. w e-coat 8 % do 15 % substancji stałych przekształca się w produkty gazowe).

1b. Punkt pomiarowy znajduje się pomiędzy kabiną do nakładania farby a dołączonym do niej piecem suszącym. Na próbkach umieszcza się kilka folii metalowych (około 0.1 m do 0.3 m), które są malowane i suszone jak zwykle. Każda folia jest ważona przed powlekaniami oraz przed i po suszeniu. W przypadku farb wodorocieńczalnych należy również określić zawartość wody w wilgotnej warstwie lakieru.

Procedura mierzy transfer rozpuszczalników w mokrej warstwie powłoki na wejściu do pieca. Rozpuszczalniki te są następnie oczyszczane w systemie oczyszczania gazów odlotowych. Jednakże ilość rozpuszczalnika wprowadzonego do suszarki z kabiny lakierniczej przez służbę powietrzną nie jest rejestrowana za pomocą tej metody. Bezpośredni pomiar tego przepływu wymagałby bardzo złożonych procedur pobierania próbek.

Procedura 1b jest standardową metodą w Stanach Zjednoczonych, ale nie jest stosowana w Europie z następujących powodów:

- jest trudna do przeprowadzenia;
- występuje wysoka niepewność pomiaru;
- nie rejestruje się dodatkowych wpływów powietrza ze strefy powlekania.



Ilustracja 21-5 Punkty pomiarowe służące do określenia skuteczności redukcji w jednostkach oczyszczania gazów odlotowych z użyciem pieca suszącego.

21.5.1.5.5. Rozpuszczalniki w odpadach (O6)

Ilość rozpuszczalników odpadowych lub rozpuszczalników w odpadach należy ustalać tylko wtedy, gdy SMB jest obliczany metodą pośrednią.

Rodzaje odpadów

Z oceny informacji zawartych w kwestionariuszach STS wynika, że w lakierniach samochodowych istotne są następujące rodzaje odpadów przenoszących rozpuszczalniki [144. ACEA 2017].

Odpady z farb

Pod pojęciem zużytej farby rozumie się przeterminowany materiał do malowania lub farbę, która ma być usunięta z innych powodów. Skład przypomina strukturę zakupionego materiału; chociaż na terenie instalacji mogą być dodawane niewielkie ilości rozpuszczalników celem regulacji lepkości.⁵⁷ Dlatego też zawartość rozpuszczalnika w odpadach jest najczęściej proporcjonalna do zawartości rozpuszczalnika w nowej farbie: farby na bazie wody poniżej 30 %, 2K CC około 50 %, a farby na bazie rozpuszczalnika najczęściej powyżej 50 %. W większości przypadków odpady różnych farb są zbierane i usuwane razem, jako mieszanina. W związku z tym zgłaszane zawartości rozpuszczalników w odpadach farby będą się różnić od zawartości rozpuszczalników w farbach oryginalnie zakupionych.

Plastizole, w tym uszczelniacze i spoiwa

Plastizole, podobnie jak materiały do uszczelniania szwów, spoiwa lub powłoki podwozia, są zwykle stosowane po powlekanii elektroforetycznym i przed malowaniem natryskowym. Pod względem chemicznym są to materiały wielkocząsteczkowe (PVC, PU, żywice gumowe lub epoksydowe itp.) z różnymi ilościami plastyfikatorów, czasami o lotności zbliżonej do LZO. Odpady plastizolu to przeterminowane materiały w pojemnikach, folie plastikowe z resztkami z przyklejonych uszczelnaczy lub powłok podwozia itp.

Zużyte rozpuszczalniki

⁵⁷ Jeżeli farba jest odbierana przez oryginalnego dostawcę farby w celu ponownego użycia, nie podlega przepisom prawodawstwa dotyczącego odpadów, ale w celu obliczenia bilansu masy rozpuszczalnika jej ilość musi być dodana do O6, a nie odjęta od I1.

Zużyte rozpuszczalniki to zazwyczaj rozcieńczalniki lub organiczne środki czyszczące zmieszane z różnymi pozostałościami farby. Powstają one i są zbierane przy wymianie farby lub w procesie czyszczenia dzwonów. Można wyróżnić trzy podtypy zużytych rozpuszczalników o różnej ich zawartości:

H^o: wysokie stężenie rozpuszczalnika: aplikacje z powłoką bezbarwną lub w przypadku stosowania farb na bazie rozpuszczalników.

M^o: średnie stężenie rozpuszczalnika: składowanie odpadów rozpuszczalnika typu „H^o” i „L^o” w tym samym zbiorniku.

L^o: niskie stężenie rozpuszczalnika: zwykle mieszaniny glikolu butylowego i wody z podkładem lub powłoką bazową na bazie wody.

Osad z farby

Mgła lakiernicza powstająca podczas malowania natryskowego jest wprowadzana do systemów oczyszczania gazów odlotowych w celu zmniejszenia stężenia cząstek (farby). Wytrącone cząstki farby są usuwane ze zbiornika wodnego w systemach oczyszczania na mokro poprzez koagulację i sedymentację. Pierwotny osad farby jest dalej odwadniany przy użyciu różnych technik, które dają odpady o konsystencji pasty (> 80 % wody) lub stałej (< 40 % wody).

Do niedawna we wszystkich dużych lakierniach samochodowych stosowane były płuczki Venturiego lub równoważne systemy płuczek gazowych mokrych. Obecnie w nowych instalacjach zazwyczaj instaluje się suche filtry cząstek stałych, a drobiny farby są wychwytywane w zmielonym wapieniu lub adsorbowane w kartonowych pojemnikach filtracyjnych.

Wapień

Zmielony wapień jest używany jako materiał do wstępnego powlekania filtrów cząstek stałych. Zużyty materiał zawiera suche krople farby oraz niewielkie ilości rozpuszczalników.

Inne odpady zawierające rozpuszczalniki

Wszystkie inne odpady zawierające rozpuszczalniki znajdują się w tej grupie. Przykłady to: opakowania, filtry, zużyte woski, ściereczki do wycierania.

Zazwyczaj gospodarowanie odpadami obejmuje wszystkie rodzaje działalności w zakładzie, a dane dotyczące transferu odpadów są dostępne tylko jako dane dotyczące całego zakładu. Jeśli w tym samym miejscu prowadzone są inne działania z wykorzystaniem rozpuszczalników, może być trudno przypisać właściwy przepływ masowy do lakierni, dla której należy ustalić SMB.

Tabela 21-14 Odpady zawierające rozpuszczalniki.

Odpady	Stężenie rozpuszczalnika (wt- %)		Wkład do O6 (g/m ²)		Uwagi
	Średnie	Zakres	Średnie	Zakres	
Odpady z farb	28	12-50	0.3	0.2-0.6	
Plastizole, uszczelniacze, spoiwa	2.2	1.2-4-1	0.1	0.0-0.3	
Zużyte rozpuszczalniki	92	88-99	5.7	2.9-11.6	<i>Wkład do O6 wykazuje dużą zmienność</i>
Typu H	53	50-55			
Typu M	10	3-17			
Osady z farby	2.0	0.6-3.8	0.3	0.1-0.6	

Odpady	Stężenie rozpuszczalnika (wt- %)		Wkład do O6 (g/m ²)		Uwagi
	Średnie	Zakres	Średnie	Zakres	
Wapień	0.2		0.2		Tylko 1 próbka
Inne odpady zawierające rozpuszczalniki	1.5	0.5-29	< 0.1	0.0-0.3	

Źródło: Dane z kwestionariuszy STS [144. ACEA 2017] oraz dodatkowe informacje z STS TWG. Zakresy podano jako 50 % przedziału środkowego.

Określenie zawartości rozpuszczalników w odpadach

W niektórych przypadkach zawartość rozpuszczalników w odpadach jest mierzona przez przedsiębiorstwo zajmujące się usuwaniem odpadów, ale tylko w przypadku rozpuszczalników, które są usuwane w celu ponownego wykorzystania, jest to robione regularnie. Analiza danych wejściowych przedsiębiorstw zajmujących się usuwaniem odpadów koncentruje się na innych elementach.

Jak widać z tabeli 21.14, parametr O6 jest zwykle zdominowany przez ilość zużytych rozpuszczalników, które są odzyskiwane lub unieszkodliwiane. Często pochodzenie odpadów rozpuszczalnika jest znane, np. zmiana koloru lub oczyszczanie dzwonu, więc skład odpadów rozpuszczalnika może być oszacowany na podstawie składu składników (x % rozpuszczalnika + y % farby), a związana z tym niepewność takiego oszacowania może być mniejsza niż 10 %.

Wydaje się, że nie istnieje ogólnie stosowana metoda analityczna dla rozpuszczalników w odpadach. W przypadku odpadów o konsystencji pasty lub szlamów, w niektórych przypadkach stosuje się metodę analityczną dostosowaną do normy EN ISO 11890-1 (oznaczanie rozpuszczalników w farbach ciekłych). Zawartość rozpuszczalnika jest ustalana na podstawie ubytku masy podczas suszenia próbki odpadów w temperaturze 110 °C przez 1 godzinę. Alternatywnie, zawartość rozpuszczalnika jest określana poprzez analityczne oznaczenie pojedynczych substancji lotnych przy użyciu metod GC. Taka procedura jest zalecana do oznaczania rozpuszczalników w ciekłych farbach, jeżeli stężenie rozpuszczalnika ma być niższe niż 15 % (EN ISO 11890-2).

Szczególnie ważnym aspektem jest reprezentatywne pobieranie próbek odpadów stałych i ciastowatych. Wiele rodzajów odpadów jest z natury niejednorodnych. Ponadto oczekuje się, że próbka pobrana z powierzchni dłużej składowanych odpadów będzie miała inny skład rozpuszczalnika niż próbka ze środka tych odpadów.

Oprócz niepewności związanej z pobieraniem próbek i niepewności specyficznej dla stosowanej metody analitycznej, przy ocenie wyników pomiarów należy również pamiętać, że rezultaty określone jako „lotne związki organiczne” mogą nie spełniać kryteriów IED dla „rozpuszczalnika organicznego”.

Oczekiwana wiarygodność zmierzonych zawartości rozpuszczalników w odpadach w postaci pasty lub szlamu jest bardzo niska. Jednakże, jak widać z Tabeli 21.14, spodziewany udział w O6 tych rodzajów odpadów jest zwykle bardzo mały, więc nawet wysokie niepewności nie mają znaczącego wpływu na wynik ogólny.

Jeżeli dane specyficzne dla instalacji nie są dostępne, mogą być użyte dane dotyczące zawartości rozpuszczalnika z niniejszej tabeli. Jednakże ze względu na duży rozrzut podanych w tabeli wartości średnich, zaleca się określenie zawartości rozpuszczalnika we frakcji odpadów, jeżeli jej udział wyrażony w g/m² przekracza 3 % całkowitej emisji z instalacji.

Rozpuszczalniki w ściekach (O2)

Istotne zawartości rozpuszczalników znajdują się jedynie w wodzie obiegowej separatorów do mokrego usuwania mgły lakierniczej, w kondensatach z suszarni oraz w ściekach z elektroforetycznego powlekania zanurzeniowego. Separatory do mokrego usuwania mgły lakierniczej są z reguły eksploatowane w obiegu zamkniętym i osiągają żywotność powyżej 1 roku. Szlam z farby i rozpuszczalnik są stale usuwane z wody płuczającej i utylizowane jako osad (O6).

Ścieki zawierające rozpuszczalniki występują nieregularnie lub w niewielkich ciągłych przepływach. Odnotowano zawartość rozpuszczalników pomiędzy 2.2 g/l a 3.2 g/l. W związku z tym ich udział w emisji całkowitej jest bardzo niski.

Nowe instalacje z suchą filtracją mgły lakierniczej nie produkują ścieków zawierających rozpuszczalniki.

Jeśli rozpuszczalniki organiczne znajdujące się w wodzie są oczyszczane w oczyszczalni ścieków (WWTP), która działa na terenie instalacji, ilość obniżona to O5, a tylko pozostała ilość, która opuszcza instalację to O2.

Aby określić zawartość rozpuszczalnika, stosuje się różne metody pomiarowe, które zostały opracowane do monitorowania zanieczyszczeń organicznych w ściekach. Przy ocenie wyników tych pomiarów należy zauważyć, że termin „LZO” stosowany w analizie wody nie może być utożsamiany z terminem „LZO” zdefiniowanym w dyrektywie IED. W rzeczywistości nie ma zatwierdzonego standardu do pomiaru rozpuszczalników zgodnie z definicją zawartą w IED.

21.5.1.5.6. Obszar referencyjny (A)

Całkowita powierzchnia roczna

Powierzchnię każdego produktu uwzględnianą w obliczaniu bilansu masy definiuje się w następujący sposób: Całkowita powierzchnia produktu powleczonego w instalacji w danym roku lub okresie sprawozdawczym, w tym nowe pojazdy i wszelkie inne nowe części, które ostatecznie zostaną zastosowane w pojazdach.

Całkowitą powierzchnią A uzyskuje się z powierzchni wyrobów powlekanych, które są przekazywane z lakierni do montażu końcowego lub do użytku w innym miejscu (np. powlekane części serwisowe i powlekane części produkcyjne dla zakładów zlokalizowanych poza instalacją).

W przypadku malowania tego samej karoserii po raz drugi (drugi przebieg), jej powierzchnia będzie liczona tylko raz. W przypadku gdy ilość produktu nie jest oceniana pomiędzy lakiernią a montażem końcowym, można wykorzystać ilość produktów gotowych opuszczających montaż końcowy.

W niektórych przypadkach odpowiednie mogą być modyfikacje w liczeniu karoserii/produktu i jego powierzchni. Powszechnym przykładem jest malowanie części serwisowych w lakierni samochodowej, które są zwykle przekazywane z instalacji po nałożeniu powłoki elektroforetycznej lub podkładu. Innym przykładem jest malowanie małych części zamiennych w zakładzie produkcyjnym pojazdów, które są przeznaczone do montażu w innym obiekcie niż zakład produkcyjny.

Obliczanie powierzchni karoserii

Powierzchnia, która musi zostać określona w celu obliczenia emisji względnej rozpuszczalnika Er, jest określana za pomocą systemów obliczeniowych bazujących na CAD.

W produkcji pojazdów szczegóły konstrukcyjne poszczególnych części karoserii są opracowywane w systemach CAD. Istnieją różne systemy, ale wszystkie są w stanie obliczyć

powierzchnię części. Stan konstrukcyjny karoserii, które są przekazywane do lakierni, może pochodzić z zestawień materiałów (*bills of materials - BOM*) lub protokołów montażowych.

Powierzchnia karoserii określana jest w dwóch etapach:

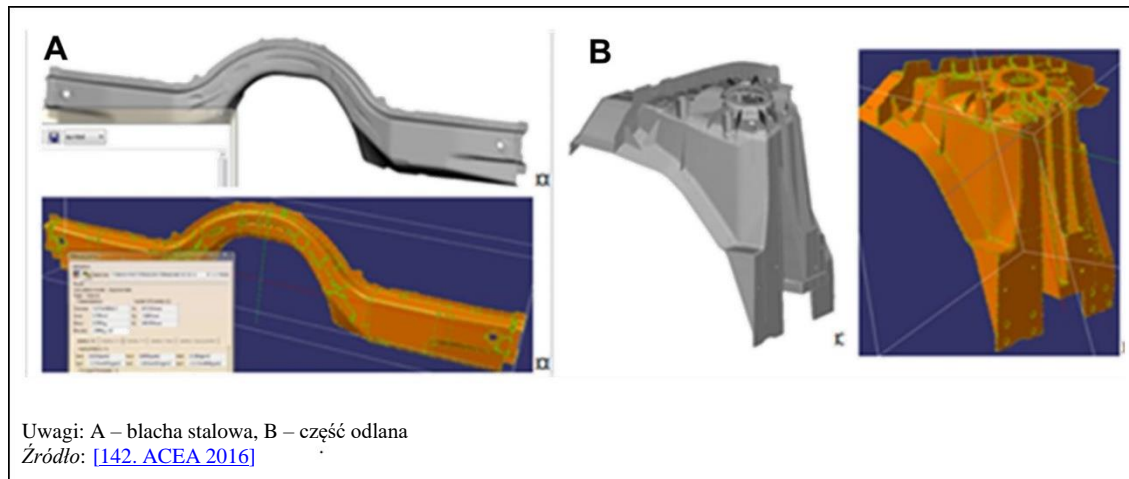
- Określa się modele i warianty modeli, które należy obliczyć. Ponieważ nawet dla karoserii w stanie surowym istnieje do kilkuset wariantów produkcyjnych, należy dokonać reprezentatywnego wyboru od jednego do około pięciu wariantów modelu - z uwzględnieniem liczby części i różnych powierzchni.
- Określa się całkowitą powierzchnię odpowiednich pojedynczych części poprzez połączenie danych CAD i BOM. Ze względów praktycznych określenie to może być ograniczone do najważniejszych części, np. dających 90 % całkowitej powierzchni karoserii. Całkowitą powierzchnię można wtedy określić przez ekstrapolację.

Tabela 21-15 Przykład obliczania powierzchni elementów pojazdu w systemie CAD.

System CAD	Blacha stalowa		Część odlana	
	ANSA®	CATIA®	ANSA®	CATIA®
Pow. 1 strona	0.395 m ²		0.379 m ²	
2 strony	0.790 m ²	<u>0.799 m²</u>	0.758 m ²	<u>0.682 m²</u>
Różnica	1 %		11 %	

Uwaga: System ANSA® podaje tylko powierzchnię jednej strony. W przypadku części tłoczonych całkowitą powierzchnię można obliczyć z wystarczającą dokładnością poprzez powielanie. W przypadku skomplikowanych korpusów, takich jak odlewy, należy stosować wyłącznie systemy takie jak CATIA®, które obliczają całkowitą powierzchnię elementu.

Źródło: [142. ACEA 2016]



Ilustracja 21-6 Przykłady elementów pojazdu w systemie CAD.

Pole powierzchni karoserii w stanie surowym może być obliczone z niepewnością rozszerzoną < 2 %.

Różne typy lub modyfikacje pojazdów, oraz ich powierzchnie (w m²/jednostkę), które są przetwarzane w danej lakierni, powinny być wymienione w sprawozdaniu SMB w tabeli zawierającej typ wyprodukowanego pojazdu wraz z liczbą wyprodukowanych egzemplarzy i ich powierzchnią. Wreszcie, średnia powierzchnia jest określana poprzez dodanie powierzchni wszystkich wyprodukowanych pojazdów podzielonych przez ich całkowitą liczbę.

Poniższe statystyki zostały wyprowadzone na podstawie uśrednionych powierzchni zgłoszonych dla 73 lakierni samochodów osobowych (w tym LCV) w UE za rok 2012 [142. ACEA 2016]:

- powierzchnia średnia: 97 m²;
- 50% średniej: od 88 m² do 107 m²,
- Powierzchnia maksymalna: 160 m².

Liczby te odnoszą się do średniej wartości dla wszystkich różnych typów pojazdów powlekanych w poszczególnych instalacjach.

Obliczanie powierzchni pojazdu na podstawie danych CAD i BOM jest rzadko stosowane w lakierniach podwozi samochodów ciężarowych i autobusów, ponieważ istnieje zbyt wiele pojedynczych wariantów o dużych różnicach powierzchni, przy niewielkiej wielkości produkcji dla każdego wariantu. Za zgodą właściwych organów wydających zezwolenia stosuje się alternatywne wzory obliczeniowe, z których każdy jest dostosowany do konstrukcji podwozia lub nadwozia autokaru, jak również do zakresu czynności powlekania.

21.5.1.6. Rozważania dotyczące niepewności

21.5.1.6.1. Zwiększona niepewność

Nieuniknionym jest, że nawet najlepszy wynik pomiaru będzie obarczony niepewnością. Dotyczy to również emisji całkowitych rozpuszczalnika obliczonych na podstawie bilansu masy, ponieważ wykorzystuje się dane zarówno pomierzone jak i oszacowane.

Można zidentyfikować kilka źródeł niepewności dla poszczególnych elementów bilansu masy rozpuszczalnika:

1) Niepewność danych wejściowych I1: Niepewność w wyznaczaniu I1 wynika z niedokładności w określeniu dokładnej ilości zużytych farb. W dużych lakierniach niepewność ta jest uważana za bardzo małą. Dodatkowo, innym źródłem niepewności jest zmienność w zawartości rozpuszczalników w różnych farbach dostarczanych przez dostawcę farb. Środki mające na celu zmniejszenie niepewności I1 to:

- Śledzenie zużycia materiału według kolorów.
- Śledzenie ilości rozpuszczalnika użytego do regulacji lepkości, jak również śledzenie zawartości LZO dla każdego koloru.

2) Niepewność dotycząca wyemitowanych i zniszczonych rozpuszczalników (O1 i O5): Na niepewność związaną z LZO w gazach odlotowych wpływa sprawność niszczenia dopalacza, ilość rozpuszczalnika kierowanego do dopalacza oraz czas pracy urządzenia. Niepewność pomiaru LZO jest dodatkowym czynnikiem. Środki mające na celu zmniejszenie niepewności O1 i O5 to:

- Bilans masy rozpuszczalnika powinien uwzględniać awarie urządzeń kontrolnych.
- Wykorzystanie licencjonowanych laboratoriów do pomiaru LZO.

3) Niepewność dotycząca ilości rozpuszczalnika w odpadach O6: Niepewność O6 wynika ze zmienności zawartości rozpuszczalnika w partii odpadów oraz z metody analitycznej. Środki mające na celu zmniejszenie niepewności O6 to:

- Analiza zawartości rozpuszczalnika w odpadach tam, gdzie O6 ma znaczący wpływ na bilans masy rozpuszczalnika.
- Wykorzystanie licencjonowanych laboratoriów do pomiaru LZO.

Rozpuszczalnik w ściekach O2 występuje zazwyczaj w małych ilościach, a rozpuszczalnik w produkcie O7 nie jest istotny w bilansie masowym rozpuszczalnika dla lakierni samochodowej.

21.5.1.7. Ewidencja / raportowanie SMB

Raport SMB powinien przedstawiać wszystkie wyniki oraz informacje kontekstowe, które są niezbędne do śledzenia etapów obliczeń oraz weryfikacji wyników i przyjętych założeń lub oszacowań. W związku z powyższym zaleca się, aby poniższe elementy zostały włączone do raportu SMB lub zachowane jako uzupełnienie do dyskusji z właściwymi władzami:

- Uproszczony schemat instalacji obejmujący:
 - odpowiednie etapy procesu i instalacje pomocnicze (pomieszczenie do mieszania, oczyszczalnia ścieków, obszary postępowania z odpadami (jeśli dotyczy));
 - urządzenia do oczyszczania gazów odlotowych (rodzaj procesu, dane techniczne);
 - kominy (miejsca uwalniania LZO do powietrza: położenie, wymiary, procesy poprzedzające);
 - punkty uwalniania ścieków (z LZO), miejsce przeznaczenia ścieków po opuszczeniu lakierni.
- Opis procesu obliczeniowego (zastosowane równania).
- Opis źródeł danych.
- Informacje kontekstowe dla każdego zastosowanego parametru obliczeniowego, takie jak skuteczność oczyszczania gazów odlotowych, współczynniki emisji, współczynniki konwersji:
 - definicje;
 - datę ostatniego wyznaczenia;
 - odniesienie do odpowiedniego sprawozdania z pomiarów (musi być dostępne dla właściwych władz);
 - oświadczenie, dlaczego zastosowany parametr ma znaczenie (np. „projekt lakierni, materiał i metoda powlekania nie zmieniły się od ostatniego ustalenia”);
 - uwzględnienie niepewności wyniku.
- Jako załączniki:
 - wykorzystane dane;
 - sprawozdania z pomiarów, jeżeli do ustalenia bilansu rozpuszczalnika zastosowano pomiary bezpośrednie.

21.5.2. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora powlekania metodą ciągłą

[\[177. ECCA 2017\]](#) [\[212. TWG 2018\]](#) [\[264. TWG 2019\]](#)

Ogólny opis znajduje się w sekcji 17.3.1.

21.5.2.1. Wprowadzenie

Obliczanie bilansu masy rozpuszczalnika (SMB) dla linii do powlekania metodą ciągłą jest metodą oszacowania następujących wielkości:

- a) Roczno-go wsadu rozpuszczalnika do instalacji (wyrażonego w tonach/rok).
- b) Emisji niezorganizowanych (wyrażonych w tonach/rok).

c) Wielkości emisji niezorganizowanych jako procentu wsadu rozpuszczalnika.

Informacje zawarte w poniższych sekcjach są podane jako wskazówki dla tych, którzy chcą przeprowadzać obliczenia SMB w przemyśle powlekania metodą ciągłą. Nie opisują one sposobu monitorowania emisji gazów odlotowych ani sposobu weryfikacji zgodności tych emisji z ich obowiązującą dopuszczalną wielkością emisji. Niepewności związane z metodą omówiono w sekcji 21.5.2.3.

21.5.2.2. Równanie bilansu masy rozpuszczalnika dla powlekania metodą ciągłą

Równanie bilansu masy rozpuszczalnika zawiera szereg określeń dotyczących przepływu masy:

Emisje niezorganizowane = $O_2+O_3+O_4+O_9 = I_1+I_2 - (O_1+O_5+O_6+O_7+O_8)$ Równanie (1)

oraz $(O_2+O_3+O_4+O_9)/(I_1+I_2) < ELV$ (dopuszczalna wielkość emisji) dla instalacji, która ma być zgodna z przepisami.

Znaczenie poszczególnych terminów dla sektora powlekania metodą ciągłą opisano w Tabeli 21.16.

Określając znaczenie każdego terminu, można uprościć ogólne równanie. Zgodnie z definicjami IED (część 7 załącznika VII), dla linii do powlekania metodą ciągłą, parametry O_2 , O_3 i O_9 wynoszą zero. Dla uproszczenia parametr O_7 można również uznać za zerowy, ponieważ nie jest on istotny dla tego powlekania.

W związku z tym równanie (1) przyjmuje postać:

Emisje niezorganizowane $F = 0 + 0 + O_4 + 0 = I_1+I_2 - O_1 - O_5 - O_6 - O_8$

gdzie $O_8 = 0$, gdy odzyskany rozpuszczalnik nie jest sprzedawany do innych zastosowań.

Zatem równanie (1) przyjmuje postać **$F = O_4 = I_1+I_2 - O_1 - O_5 - O_6$** lub

$F = I_{total} - O_1 - O_5 - O_6$

gdzie:

I_{total}	ilość rozpuszczalnika wprowadzonego do zakładu w okresie uwzględnianym w bilansie masy. Zarówno nowy, jak i poddany recyklingowi rozpuszczalnik jest głównie zawarty w farbie, ale jest również zawarty w materiałach używanych do czyszczenia urządzeń.
O_1 & O_5	ilość rozpuszczalnika w wychwytywanym powietrzu. Duża część LZO w wychwytywanym przepływie powietrza jest zredukowana z wydajnością oczyszczania rzędu 99,7-99,8%.
O_6	LZO zawarte w zebranych odpadach. Czyszczenie maszyny (walcarki) wymaga użycia rozpuszczalnika i szmat. Część zanieczyszczonego rozpuszczalnika może być ponownie wykorzystana, część jest odpadem ciekłym.

Dla dobrze zarządzanej linii do powlekania metodą ciągłą, $I_{total} \sim (O_1 + O_5 + O_6)$

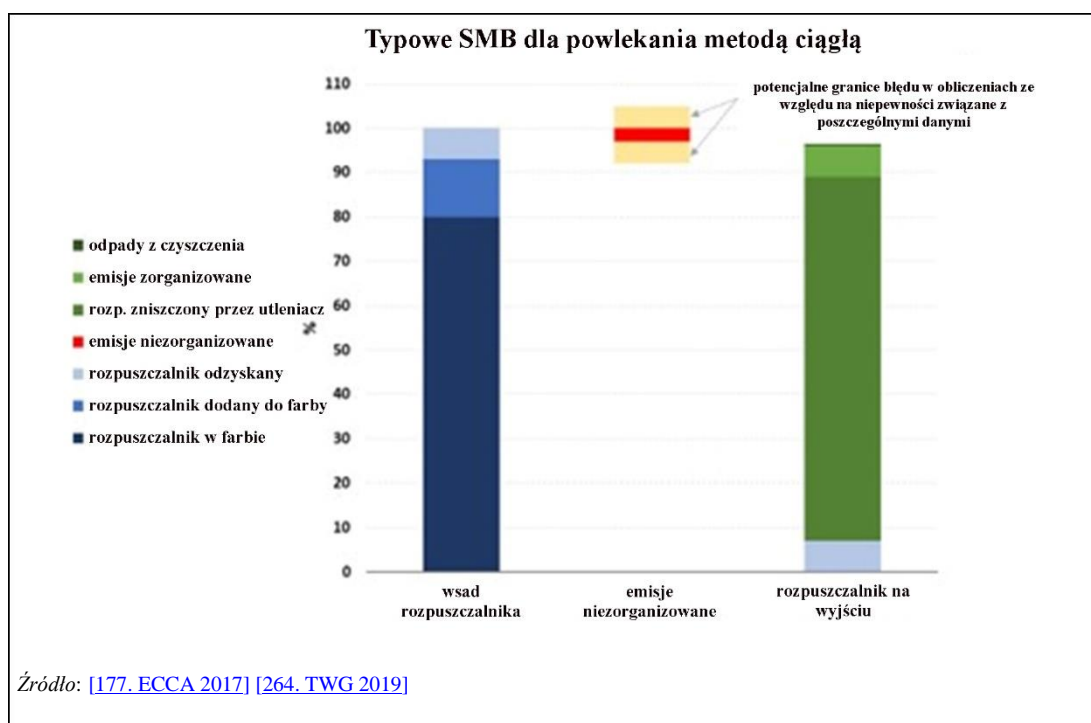
Tabela 21-16 Przepływy masowe dla bilansu masy rozpuszczalnika i ich znaczenie dla sektora powlekania metodą ciągłą.

Parametr	Przepływ masowy	Dotyczy	Wyjaśnienie
Wsad LZO w postaci rozpuszczalnika			

Parametr	Przepływ masowy	Dotyczy	Wyjaśnienie
I1	Ilość rozpuszczalników organicznych lub ich ilość w zakupionych mieszaninach wykorzystywana jest jako wsad do procesu w przedziale czasowym, dla którego oblicza się bilans masy.	Tak	Farby do powlekania metodą ciągłą zawierają zwykle od 30 % do 70 % rozpuszczalnika w zależności od systemu (Tabela 6.4). Rozpuszczalniki kupuje się również do czyszczenia urządzeń.
I2	Ilość rozpuszczalników organicznych lub ich ilość w mieszaninach odzyskanych i ponownie użytych jako wsad do procesu. Rozpuszczalnik poddany recyklingowi jest liczony za każdym razem, gdy stosuje się go do prowadzenia danej czynności.	Tak	Niektóre urządzenia do powlekania metodą ciągłą odzyskują rozpuszczalnik z procesów czyszczenia i mieszania. Jest on następnie ponownie wykorzystywany w kolejnych seriach produkcyjnych.
LZO na wyjściu, do powietrza			
O1	Emisje w gazach odlotowych. O1.1 Zamknięte i oczyszczone. O1.2 Zamknięte i nieoczyszczone.	Tak	O1.1: Emisje do powietrza z zewnętrznego lub zintegrowanego utleniacza termicznego. O1.2: Powietrze odlotowe z nieprzetworzonego strumienia odpadów, np. chłodzenia powietrzem wstęgi podłoża. O1.1 jest kluczowym składnikiem SMB każdej powłoki uzyskanej metodą powlekania ciągłego. Zastosowanie O1.2 zależy od konfiguracji linii do powlekania.
O2	Rozpuszczalnik w ściekach.	Nie	Jedyny kontakt wody z wstępnie pomalowanym metalem ma miejsce w urządzeniach do hartowania po utwardzeniu. Na tym etapie procesu wszystkie LZO zostały usunięte. IED definiuje ten termin jako zero dla powlekania metodą ciągłą.
O4	Emisje niezorganizowane uwalniane do środowiska zewnętrznego przez okna, drzwi, otwory wentylacyjne i podobne otwory.	Tak	Bardzo trudne do bezpośredniego zmierzenia. Urządzenia do powlekania metodą ciągłą są zazwyczaj w pełni zamknięte (hermetyczne), aby zminimalizować emisje niezorganizowane.
O9	Rozpuszczalniki organiczne uwalniane w inny sposób.	Nie	Na przykład: wypadki, rozlania, wycieki. IED definiuje ten termin jako zero dla powlekania metodą ciągłą.
Zniszczone LZO			
O5	Rozpuszczalniki organiczne i/lub związki organiczne utracone w wyniku reakcji chemicznych lub fizycznych, łącznie z tymi, które są niszczone przez spalanie lub inne gazy odlotowe (o ile nie są one zaliczone do O6, O7 lub O8).	Tak	Wszystkie linie do powlekania metodą ciągłą wykorzystują utleniacze termiczne i systemy odzyskiwania energii w celu maksymalnego zniszczenia LZO będących rozpuszczalnikami oraz optymalizacji wykorzystania energii w instalacji. Efektywność redukcji w utleniaczach jest rzędu 99.8 %.
Inne wielkości wyjściowe LZO			

Parametr	Przepływ masowy	Dotyczy	Wyjaśnienie
O3	Ilość rozpuszczalników organicznych, która pozostaje jako zanieczyszczenie lub pozostałość w produkcie wyjściowym z procesu.	Nie	W przypadku powlekania metodą ciągłą, ilość rozpuszczalnika pozostawiona w produkcie końcowym jest pomijalna i powinna nie być uwzględniana w SMB. Ponadto, zgodnie z załącznikiem VII do Dyrektywy IED, część 2, nr 1, przypis 1, pozostałości rozpuszczalnika w produktach końcowych nie należy uważać za część emisji nieorganizowanych.
O6	LZO zawarte w zgromadzonych odpadach.	Tak	Czyszczenie wyposażenia urządzeń powlekających wymaga użycia rozpuszczalników i szmat. Część zanieczyszczonego rozpuszczalnika może być ponownie wykorzystana, część jest odpadem ciekłym. Brudne szmaty są odpadem stałym. Zarówno brudny rozpuszczalnik jak i zużyte szmaty są zazwyczaj przechowywane w pustych beczkach po farbie.
O7	Rozpuszczalniki organiczne lub rozpuszczalniki organiczne zawarte w mieszaninach, które są sprzedawane lub które są przeznaczone do sprzedaży jako produkt mający wartość handlową.	Nie	Nie jest to działalność związana z przemysłem powlekania metodą ciągłą.
O8	Rozpuszczalniki organiczne zawarte w mieszaninach odzyskanych w celu ich ponownego wykorzystania, ale nie jako wsad do procesu (jeżeli nie zostały uwzględnione w O7).	Zależy od indywidualnych sytuacji.	Niektóre firmy mogą przeznaczyć część odzyskanego rozpuszczalnika do zastosowań niezwiązanych z powlekaniami metodą ciągłą. W przypadku powlekania metodą ciągłą sytuacja domyślna jest taka, że cały odzyskany rozpuszczalnik jest ponownie wykorzystywany w procesie.

Typowe SMB dla sektora powlekania metodą ciągłą pokazano na Ilustracji 21.7.



Ilustracja 21-7 Przykład typowego SMB dla linii powlekania metodą ciągłą.

Obliczanie emisji niezorganizowanych w sektorze powlekania metodą ciągłą polega na odjęciu sumy niektórych istotnych składników (O1, O5, O6) od jednego dużego składnika (I_{total}) celem uzyskania stosunkowo małej liczby. Może to prowadzić do znacznego poziomu niepewności w obliczonej wartości emisji niezorganizowanych w wyniku niepewności w różnych składnikach SMB.

21.5.2.3. Źródła niepewności w I1 dla obliczeń SMB w sektorze powlekania metodą ciągłą

Parametr I1 jest kluczową wielkością (kg) w ogólnych obliczeniach na potrzeby SMB. I1 jest obliczany w następujący sposób:

$$I1(\text{kg}) = \Sigma (V_{\text{paint reference}} \times C_{\text{paint reference}}) + V_{\text{cleaning solvent}}$$

gdzie:

$V_{\text{paint reference}}$ całkowita ilość farby zakupionej na potrzeby działalności związanej z malowaniem;

$C_{\text{paint reference}}$ stężenie rozpuszczalnika w stosunku do farby;

$V_{\text{cleaning solvent}}$ całkowita objętość rozpuszczalnika zakupionego do czyszczenia.

Parametr I2 (rozpuszczalnik z recyklingu) jest mniej ważny ze względu na niewielkie ilości oraz fakt, że ilość dodawana do rozcieńczania farb jest łatwo mierzalna, co daje niski poziom niepewności dla tego parametru.

21.5.2.3.1. Niepewność w obliczaniu objętości farby ($V_{\text{paint reference}}$)

Trudność w określeniu ilości farby zużytej w okresie referencyjnym wynika z trudności w przeprowadzeniu idealnego spisu materiałów w przedsiębiorstwie, w którym rocznie zużywa się tysiące beczek, które czasami są zwracane i ponownie wykorzystywane, oraz w którym do zaspokojenia popytu rynkowego potrzebne są setki różnych rodzajów farb.

Główne źródła niepewności przy obliczaniu V_{paint} podano w Tabeli 21.17.

Tabela 21-17 Główne źródła niepewności przy obliczaniu V_{paint} .

Temat	Obszar	Typowa ilość	Źródła niepewności
Magazynowanie farb (mnogość miejsc składowania)	Główne miejsce magazynowania	1 000 beczek	Zawartość beczek, szczególnie tych, które zostały częściowo wykorzystane.
	Zbiorniki na produkty masowe, np. farba podkładowa	40 m ³ farby na zbiornik, możliwość 3 zbiorników w 1 lokalizacji	Dokładność pomiaru objętości farby w zbiorniku.
	Obszar przygotowania farb	10-15 beczek	Ilość rozpuszczalnika zmieszana z farbą przed powlekaniami.
	Pomieszczenie powlekania	< 5 beczek	Ilość farby pozostała w beczkach po powlekanii.
Gospodarowanie zapasami	Codzienne dostawy	20-50 beczek na dobę	Niespójność we wprowadzaniu danych do systemu gospodarowania zapasami.
	Resztki farby	20-50 beczek na dobę	Objętość niewykorzystanej farby, która jest zwracana do systemu.
Zużycie farby	Wydajność farby	Na beczkę	Zawartość rozpuszczalnika w farbie jest zwykle podawana z dokładnością $\pm 5\%$.
	Długość zwoju	Wg zamówienia	Rzeczywista długość zwoju różni się nieznacznie od oczekiwanej: pomiar długości jest możliwy tylko z niepewnością $\pm 0,05\%$.
	Długość pomalowana	Wg zamówienia	Pomalowana długość może znacznie różnić się od długości zwoju z powodu problemów z jakością podłoża.
	Grubość warstwy	Wg zamówienia	Dokładność narzędzi do pomiaru grubości wynosi $\pm 1\ \mu\text{m}$. W przypadku większości systemów powlekania, dokładność pomiaru grubości farby wynosi zatem $\pm 5\%$ dla nominalnej powłoki $20\ \mu\text{m}$.

Źródło: [177. ECCA 2017] [264. TWG 2019]

Niepewność związana z błędnym oszacowaniem liczby beczek składowanych w zakładzie jest stosunkowo niska i ostrożne oszacowanie daje niepewność $\pm 0.1\%$. Istnieje większa niepewność związana z objętością farby zawartej w beczkach niż z samą liczbą beczek. Wpływ niedokładnego pomiaru/oszacowania objętości farby w beczkach na niepewność $V_{\text{paint reference}}$ jest rzędu $\pm 0.8\%$. Obliczenie zużycia farby na podstawie wydajności farby, pomalowanej powierzchni i grubości powłoki nie jest możliwe z dokładnością lepszą niż $\pm 8\%$. W sumie czynniki te dają maksymalną niepewność przy obliczaniu $V_{\text{paint Reference}}$ wynoszącą $\pm 1\%$.

21.5.2.3.2. Niepewność przy obliczaniu objętości rozpuszczalnika w farbie ($C_{\text{paint reference}}$)

Istnieją dwa główne źródła niepewności przy określaniu ilości rozpuszczalnika w farbie zużytej przez linię do powlekania metodą ciągłą w okresie referencyjnym dla SMB. Są one następujące:

(a) Nieścisłości w arkuszach danych technicznych każdej farby

Poniższa ilustracja przedstawia niepewność stężenia rozpuszczalnika w farbie wyszczególnionej w arkuszu danych technicznych.

FICHE TECHNIQUE DE LIVRAISON					
CLIENT : ██████████					
REFERENCE	1780W0026	REFERENCE CLIENT	██████████		
N° de fabrication	862716	Date de fabrication	13/06/2007		
Quantité	10877 kg	Qualité	██████████		
Teinte	RAL 9010	Type de produit	FINITION		
N° de Commande		Usage	EXTERIEUR		
CARACTERISTIQUES DE LA PEINTURE LIQUIDE					
TESTS	Résultats	Unités	Spécifications	Observations	
Finesse Jauge North	6,5	NTH	6,5 - 7,5		
Viscosité coupe NFT 4 / 20°C	80	Sec	70 - 80		
Masse volumique peinture	1,450	Kg / dm ³	1,44 - 1,5		
Extrait sec 1H30 / 165°C	67,47	%	67 - 71		
Densité des solvants	0,93	-	0,93 - 0,93		
Densité de l'extrait sec	1,985	-	0 - 2		
Extrait sec en volume	49,3	%	47 - 53		
Rendement pour 1 micron	340	m ² /kg	340 - 380		
Support : GALVA ██████████					
CONDITIONS D'APPLICATION DU SYSTEME EN LABORATOIRE					
Type de peinture	Reference	Epaisseur (µ)	PMT (°C)	Cuisson (S)	
CODE PRIMAIRE	██████████				
CODE FINITION	██████████	18	241	30	
CARACTERISTIQUES DU FILM APPLIQUE					
TESTS	Résultats	Unités	Spécifications	Observations	
Brillant Gardner 60°	41	%	39 - 44		
Dureté crayon Faber Castel	H	-	F - H		
Tenue au M.E.C	100	A / R	100 - 200		
Pli sans arrachement (ECCA)	0	T	0 - 0,5		
Choc inverse sans arrachement	160	I / P.	160 - 160		
Equipement	Type : COLORQUEST	Géométrie : 2°	Illuminant : C	Unité : LAB	
Type de teinte :	██████████ 2P0202Pix 18/02/02				
TEINTE	Spec	-0,3 / +0,3	-0,3 / +0,3	0 / +0,5	
	dL	0,24	da	-0,15	db

Źródło: [177. ECCA 2017] [264. TWG 2019]

Ilustracja 21-8 Przykład arkusza danych technicznych dla sektora powlekania metodą ciągłą.

Zakres ilości rozpuszczalników podany w arkuszu danych ma na celu umożliwienie rozcieńczenia farby do odpowiedniej lepkości, aby można ją było uruchomić na linii produkcyjnej. Ilość dodanego rozpuszczalnika będzie się różnić od beczki do beczki.

W powyższym przykładzie specyfikacja techniczna wskazuje na zawartość suchej masy w zakresie 67-71 %. Zawartość rozpuszczalnika w tym przypadku jest więc znana z niepewnością wynoszącą $\pm 2,9$ %. Ponieważ pokazany na ilustracji arkusz danych jest typowy dla większości farb używanych w sektorze powlekania metodą ciągłą, rozsądne oszacowanie niepewności w odniesieniu do zawartości rozpuszczalnika w farbie referencyjnej wynosi $\pm 2,5$ %.

(b) Brak kompletnej bazy danych o stosowanych farbach

Typowy rok produkcji na przeciętnej linii do powlekania metodą ciągłą to najczęściej ≈ 500 różnych farb i zużycie wynoszące 3.5 kiloton. Typowe dla wielu linii do powlekania metodą ciągłą jest ekstrapolowanie zawartości rozpuszczalnika z niektórych reprezentatywnych farb na całą objętość farby. Na przykład, 45 różnych farb o największym zużyciu odpowiada za ponad 80 % całkowitego zużycia. Operator wykorzystuje średnią ważoną wartość zawartości suchej masy tych 45 farb i zakłada, że wartość ta może być ekstrapolowana na całą ilość. Odchylenie standardowe zawartości rozpuszczalnika w 45 farbach stanowiących pierwsze odniesienie wynosi > 5 przy średniej wartości 37.5. Rozsądne oszacowanie niepewności w odniesieniu do zawartości suchej masy przy ekstrapolacji na całkowitą ilość farby wynosi zatem $\pm 2,7$ %.

Podsumowując, zawartość rozpuszczalnika w każdej referencyjnej farbie jest znana z niepewnością wynoszącą $\pm 2,5$ %. Metoda ekstrapolacji zawartości rozpuszczalnika z wartości 80 % całkowitej ilości daje dodatkową niepewność wynoszącą $\pm 2,7$ %.

Ogółem, czynniki te dają maksymalną niepewność przy obliczaniu $C_{\text{paint reference}}$ wynoszącą $\pm 5\%$.

21.5.2.3.3. Niepewność przy obliczaniu objętości rozpuszczalnika czyszczącego ($V_{\text{cleaning solvent}}$)

Keton metyloowo-etylowy (MEK) jest uznawany za „uniwersalny” rozpuszczalnik czyszczący, chociaż w niektórych przypadkach, gdy stosowane są farby specjalistyczne, są linie które używają również innych rozpuszczalników. Typowe roczne zużycie MEK linii do powlekania metodą ciągłą wynosi w granicach 150-200 t. MEK jest zazwyczaj dostarczany w pojemnikach o pojemności 1 m³ i jeżeli istnieje niepewność co do jednego pojemnika w magazynie, wówczas niepewność V rozpuszczalnika czyszczącego wynosi $\pm 0,5\%$.

Główne niepewności związane z tymi trzema parametrami podano w poniższej tabeli.

Tabela 21-18 Główne źródła niepewności przy obliczaniu I_1 dla bilansu masy rozpuszczalnika.

Parametr	Aktywność	Niepewność
$V_{\text{paint reference}}$	Farba przechowywana w różnych miejscach - magazynach, zbiornikach, miejscach przygotowania i powlekania itp.	$\pm 1\%$
	Codzienne zużycie farby oraz transportowanie jej do i z magazynów. Zużycie zależy od wielu zmiennych, w tym grubości powłoki, wykończenia powierzchni i szczególnych zdarzeń, takich jak próby rozwojowe i problemy jakościowe.	
$C_{\text{paint reference}}$	Niedokładność arkuszy danych technicznych - dodawanie rozpuszczalników do receptur farb przez dostawcę w ostatniej chwili, aby spełnić lokalne wymagania linii do powlekania metodą ciągłą.	$\pm 5\%$
	Niekompletna baza danych rozpuszczalników - potencjalnie niedokładna, biorąc pod uwagę dodawanie rozpuszczalnika podczas produkcji, a jej prowadzenie wymaga dużych nakładów pracy.	
$V_{\text{cleaning solvent}}$	~200 ton MEK (keton metyloowo-etylowy) kupowane każdego roku.	$\pm 0.5\%$
Źródło: ECCA [212, TWG 2018]		

Całkowita niepewność związana z oszacowaniem I_1 , a tym samym I_{total} , podczas obliczania bilansu masy rozpuszczalnika dla linii do powlekania metodą ciągłą może wynosić do $\pm 5.6\%$.

21.5.2.3.4. Źródła niepewności przy obliczaniu parametrów O1 i O5 dla SMB w branży powlekania metodą ciągłą

Głównym źródłem niepewności przy określaniu parametrów O1 i O5 jest założenie dotyczące wydajności systemu utleniającego stosowanego w liniach do powlekania metodą ciągłą. Skuteczność redukcji emisji zgłoszona w ramach gromadzenia danych wynosiła powyżej 98 %, wiele z zakładów zgłosiło poziom redukcji 99 %, a były i takie co przedłożyły wartości $> 99.8\%$. Istnieją również inne niepewności związane z O5, wynikające z faktu, że niemożliwe jest ustalenie, ile rozpuszczalnika zużywa się w piecu do suszenia przed ograniczeniem emisji.

Większość linii do powlekania metodą ciągłą zainstalowała urządzenia odprowadzające oraz wdrożyła techniki hermetyzacji w „kuchni malarskiej” (mieszalni farb) i pomieszczeniu do ich nakładania, aby zminimalizować ilość nieprzetworzonego rozpuszczalnika, który wydostaje się do powietrza.

21.5.2.3.5. Źródła niepewności przy obliczaniu parametru O6 dla SMB w branży powlekania metodą ciągłą

Stosunkowo małe ilości (< 1 % całkowitej ilości rozpuszczalnika z linii produkcyjnej) w odpadach z produkcji oznaczają, że składnik ten ma niewielki udział w ogólnej niepewności SMB. Główna niepewność jest kombinacją ilości rozpuszczalnika w każdej szmacie do czyszczenia oraz liczby tych szmat używanych w okresie referencyjnym.

21.5.2.4. BAT mające na celu ograniczenie emisji niezorganizowanych

Istnieją liczne BAT (zob. Tabela 21.19 i Tabela 21.20), które można zastosować w celu zminimalizowania emisji niezorganizowanych i określenia ilościowego różnych parametrów w ramach SMB, stosowanego do obliczania procentu emisji niezorganizowanych.

21.5.2.5. Zapisy i ewidencja odnośnie SMB

Operator instalacji do powlekania metodą ciągłą ma swobodę (jak to opisano w Załączniku VII, Część 7 IED) wyboru metody obliczania SMB, która jest najbardziej odpowiednia dla jego specyficznych warunków lokalnych. Musi jednak wiarygodnie wykazać zgodność z ELV i udowodnić, że spełnia wymagania lokalnego organu wydającego pozwolenia. W przemyśle powlekania metodą ciągłą najpowszechniej stosowana jest pośrednia metoda obliczania SMB. Wymagania dotyczące danych do wykonania tego obliczenia przedstawiono na poniższym przykładzie.

Dane potrzebne do pośredniej metody obliczania bilansu masy rozpuszczalnika

Emisje niezorganizowane = $I_{\text{total}} - O1 - O5 - O6$

Wsad rozpuszczalnika

I1 nowy rozpuszczalnik tony/rok

I2 rozpuszczalnik z recyklingu, ponownie użyty tony/rok

$I_{\text{total}} = I1 + I2 =$ tony/rok

Emisje

O1.1 emisje w oczyszczonych gazach

Stężenie emisji w gazach oczyszczonych mg/m³

przepływ objętościowy m³/h

godziny pracy h/rok

O1.1 tony/rok

O1.2 emisje gazach nieoczyszczonych

Stężenie emisji w gazach oczyszczonych mg/m³

przepływ objętościowy m³/h

godziny pracy h/rok

O1.2 tony/rok

O1 emisje w gazach odlotowych tony/rok

= (O1.1 + O1.2)

O5 zniszczone w spalarni

Stężenie emisji w gazach nieprzetworzonych mg/m³

przepływ objętościowy m³/h

godziny pracy h/rok

lub

efektywność oczyszczania gazów odlotowych %

O5 tony/rok

Odpady	Zawartość rozpuszczalnika (%)	Odpady usunięte (t/r)	Udział rozp. w odpadach

O6 tony/rok

emisje niezorganizowane tony/rok

%

Źródło: [177. ECCA 2017] [264. TWG 2019]

Ilustracja 21-9 Przykład wymagań dotyczących danych potrzebnych do obliczenia emisji niezorganizowanych dla sektora powlekania metodą ciągłą.

Raport SMB powinien przedstawiać wszystkie wyniki oraz informacje kontekstowe, które są niezbędne do śledzenia etapów obliczeń oraz weryfikacji wyników i przyjętych założeń lub oszacowań. W związku z powyższym zaleca się, aby poniższe elementy zostały włączone do raportu SMB lub zachowane jako uzupełnienie do dyskusji z właściwymi władzami:

- Uproszczony schemat instalacji obejmujący:

- odpowiednie etapy procesu i instalacje pomocnicze (pomieszczenie do mieszania, oczyszczalnia ścieków, obszary postępowania z odpadami (jeśli dotyczy));
 - urządzenia do oczyszczania gazów odlotowych (rodzaj procesu, dane techniczne);
 - kominy (miejsca uwalniania LZO do powietrza: położenie, wymiary, procesy poprzedzające);
 - punkty uwalniania ścieków (z LZO), miejsce przeznaczenia ścieków po opuszczeniu lakierni.
- Opis procesu obliczeniowego (zastosowane równania).
 - Opis źródeł danych.
 - Informacje kontekstowe dla każdego zastosowanego parametru obliczeniowego, takie jak skuteczność oczyszczania gazów odlotowych, współczynniki emisji, współczynniki konwersji:
 - definicje;
 - datę ostatniego wyznaczenia;
 - odniesienie do odpowiedniego sprawozdania z pomiarów (musi być dostępne dla właściwych władz);
 - oświadczenie, dlaczego zastosowany parametr ma znaczenie (np. „projekt lakierni, materiał i metoda powlekania nie zmieniły się od ostatniego ustalenia”);
 - uwzględnienie niepewności wyniku.
 - Jako załączniki:
 - wykorzystane dane;
 - sprawozdania z pomiarów, jeżeli do ustalenia bilansu rozpuszczalnika zastosowano pomiary bezpośrednie.

21.5.2.6. Doskonalenie metodologii SMB

Istniejące podejście do obliczania SMB (a tym samym emisji niezorganizowanych) opiera się na stosowaniu terminów, które pochodzą z wielu różnych źródeł i są obliczane w różnych ramach czasowych. Na przykład, ilość rozpuszczalnika użytego w farbach może być pojedynczą roczną kalkulacją opartą na uzgadnianiu poziomów zapasów, podczas gdy procent LZO emitowanych z pieców może być w niektórych przypadkach pomiarem ciągłym lub okresowym. Inne parametry są mało istotne i mogą zostać ekstrapolowane za cały rok.

Ogólne podejście można by potencjalnie ulepszyć poprzez opracowanie zestawu szczegółowych pomiarów w stosunkowo krótkim okresie, np. 2 dni dla wszystkich parametrów SMB. Zapewniłoby to większą spójność pomiarów i prawdopodobnie zmniejszyło niepewność w ogólnym obliczeniu emisji niezorganizowanych. Wybrany okres dla pomiarów szczegółowych można by wówczas uznać za reprezentatywny dla całego roku i wykorzystać do podjęcia decyzji, czy operator linii jest zgodny z limitami emisyjnymi.

Wdrożenie takiego podejścia dla SMB musiałoby zostać uzgodnione przez operatora linii i lokalne organy regulacyjne.

Tabela 21-19 Lista kontrolna BAT pomocna w ograniczeniu i ilościowym określeniu II w obliczeniach SMB.

Parametr SMB		BAT	
II	Vpaint (ilość farby)	BAT 5 - zapobieganie emisjom niezorganizowanym lub ich ograniczanie podczas magazynowania i postępowania z materiałami zawierającymi rozpuszczalniki lub z materiałami niebezpiecznymi	5(b) - uszczelnianie lub przykrywanie pojemników i obwałowanie powierzchni magazynowej
			5(c) - minimalizacja składowania materiałów niebezpiecznych w obszarze produkcji
			5(d) - techniki zapobiegania wyciekom i rozlewom podczas pompowania
			5(e) - techniki zapobiegania przelewom podczas pompowania
			5(g) - zabezpieczanie i/lub szybka likwidacja wycieków podczas pracy z materiałami zawierającymi rozpuszczalniki
		BAT 7 - zmniejszenie zużycia surowców i ogólnego wpływu procesów nakładania powłok na środowisko naturalne	7(a) – powlekanie wałkami
		BAT 6 - zmniejszenie zużycia rozpuszczalników i innych surowców oraz zmniejszenie emisji LZO.	6(a) - scentralizowane zaopatrzenie w materiały zawierające LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) 6(e) – grupowanie kolorów
		BAT 10 - monitorowanie całkowitych i niezorganizowanych emisji LZO poprzez sporządzanie, co najmniej raz w roku, bilansu masy rozpuszczalnika	10(b) - wdrożenie systemu śledzenia rozpuszczalników
	Cpaint (stężenie rozpuszczalnika)	BAT 3 - zmniejszenie wpływu wykorzystywanych surowców na środowisko naturalne	3(a) - stosowanie surowców o niskim wpływie na środowisko
			3(b) – optymalizacja wykorzystania rozpuszczalników w procesie
		BAT 4 - zmniejszenie zużycia rozpuszczalników, emisji LZO i ogólnego wpływu stosowanych surowców na środowisko	4(a) - stosowanie farb i powłok o wysokiej zawartości cząstek stałych na bazie rozpuszczalników
			4(c) - stosowanie powłok i farb utwardzanych promieniowaniem
4(g) - stosowanie folii laminowanych 4(h) - Stosowanie substancji, które nie są LZO lub są LZO o niższej lotności			
Vcleaning solvent	BAT 9 - zmniejszenie emisji LZO z procesów czyszczenia	9(c) - czyszczenie ręczne za pomocą wstępnie impregnowanych ściereczek	
		9(d) - stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności	
	BAT 22 - zmniejszenie ilości odpadów przekazywanych do unieszkodliwienia	22(c) - odzysk/recykling rozpuszczalników	

Tabela 21-20 Lista kontrolna BAT pomocna w ograniczeniu i ilościowym określeniu O1, O5 i O6 w obliczeniach SMB.

Parametr SMB	BAT	
O1 (rozpuszczalnik w gazach odlotowych) oraz O5 (zniszczony rozpuszczalnik)	BAT 6 - zmniejszenie zużycia rozpuszczalników i innych surowców oraz zmniejszenie emisji rozpuszczalników LZO	6(c) - dostarczanie materiałów zawierających LZO (np. tusze, powłoki, spoiwa, środki czyszczące) do miejsca zastosowania z wykorzystaniem systemu zamkniętego (hermetycznego)
	BAT 11 - monitorowanie emisji w gazach odlotowych zgodnie z normami EN	Jeżeli ładunek TVOC < 10 kg/h – coroczny monitoring zgodnie z normą EN 12619
	BAT 14 - zmniejszenie emisji całkowitych LZO z obszarów produkcji i magazynowania	14(b) - wyciąg powietrza jak najbliżej miejsca zastosowania materiałów zawierających LZO
		14(c) - wyciąg powietrza jak najbliżej miejsca przygotowywania farb/ powłok
		14(d) - odprowadzanie powietrza z procesów suszenia/utwardzania
		14(e) - minimalizacja emisji niezorganizowanych z pieców poprzez uszczelnienie wejścia i wyjścia z pieców do suszenia lub poprzez zastosowanie podciśnienia podczas suszenia
		14(f) - usuwanie powietrza ze strefy chłodzenia
		14(g) - odprowadzanie powietrza z magazynów surowców, rozpuszczalników i odpadów zawierających rozpuszczalniki
		14(h) - odprowadzanie powietrza z obszarów czyszczenia
	BAT 15 - zmniejszenie emisji LZO w gazach odlotowych	15(b) - adsorpcja na węglu aktywnym lub zeolitach
		15(d) - przesyłanie gazów odlotowych do instalacji spalania
		15(i) – utlenianie termiczne
		15(e) - rekuperacyjne dopalanie termiczne
15(f) - regeneracyjne dopalanie termiczne z wieloma złożami lub z bezzaworowym obrotowym rozdzielaczem powietrza		
15(g) - utlenianie katalityczne		
O6 (rozpuszczalnik w odpadach)	BAT 9 - zmniejszenie emisji LZO z procesów czyszczenia	9(c) - czyszczenie ręczne za pomocą wstępnie nasączonych ściereczek 9(d) - stosowanie środków czyszczących o niskiej lotności
	BAT 22 - zmniejszenie ilości odpadów przekazywanych do unieszkodliwienia	22 (b) - odzysk/recykling rozpuszczalników

21.5.3. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego

21.5.3.1. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego (INTERGRAF)

[\[224. INTERGRAF 2018\]](#)

Wprowadzenie

SMB dla sektora gorącego offsetu rolowego (dalej nazywane *Heatset SMB*) zapewnia następującą procedurę:

- a) Obliczenie rocznego wsadu (wyrażonego w t/rok).
- b) Wiarygodne oszacowanie emisji niezorganizowanych (wyrażonych w t/rok).
- c) Obliczenie emisji niezorganizowanych jako procentu wsadu.

Opisany poniżej Heatset SMB ma na celu zarówno uproszczenie, jak i standaryzację sporządzania SMB w sektorze gorącego offsetu rolowego. Nie opisuje on sposobu monitorowania emisji gazów odlotowych ani sposobu weryfikacji zgodności tych emisji z obowiązującymi dopuszczalnymi wartościami emisji.

Emisje LZO w sektorze gorącego offsetu rolowego

W gorącym offsecie rolowym można wyróżnić następujące źródła emisji LZO:

1. Tusze

- Tusze offsetowe zawierają oleje, które w temperaturze pokojowej nie są LZO. Jednakże odparowują one w suszarce i w temperaturze suszenia są uznawane za lotne związki organiczne. Po odparowaniu są transportowane do utleniacza, gdzie w bardzo dużym stopniu ulegają zniszczeniu. Niewielka część może uniknąć zniszczenia w utleniaczu i zostanie wyemitowana (emisja gazów odlotowych).
- Część olejów pozostaje w tuszu na wstędze papieru. Wstęga zostaje schłodzona i oleje nie są już LZO. Pozostałości w produkcie drukowanym nie są uważane za część emisji niezorganizowanych (zob. również załącznik VII do dyrektywy IED, część 2, Gorący offset rolowy, „Przepisy szczególne”).
- Odparowanie LZO zawartych w tuszach odbywa się w suszarce. Nie przyczyniają się one do emisji niezorganizowanych. Ilość tych LZO musi być jednak znana w celu określenia rocznego wsadu i procentu emisji niezorganizowanej.
- O ile dostawca tuszu nie poda innej wartości, do celów Heatset SMB można przyjąć, że zawartość LZO w tuszach heatsetowych wynosi 35 %.

2. Dodatki do roztworu do drukowania

- Roztwory do drukowania zawierają środki zwilżające. W większości przypadków są to lotne związki organiczne. LZO częściowo odparowują z wałków po drodze na wstęgę papieru (emisja niezorganizowana).
- Zostają również częściowo zaabsorbowane w wstędze papieru i przeniesione do suszarki. Po odparowaniu są niszczone w utleniaczu. Niewielka część może uniknąć zniszczenia (emisja gazów odlotowych).

3. Automatyczne czyszczenie

Środki czyszczące stosowane do automatycznego czyszczenia to często LZO zmieszane z wodą. Zarówno woda jak i LZO częściowo odparowują w drodze przez prasę (emisja niezorganizowana). W zależności od zastosowanego systemu, pozostała część jest albo:

- absorbowana w wstędze papieru, transportowana do suszarki i po odparowaniu niszczone w utleniaczu; niewielka część może nie ulec zniszczeniu (emisja gazów odlotowych); lub
- zebrana jako odpady ciekłe (brak emisji); lub
- wchłonięta przez ściereczkę która jest usuwana jako odpad (brak emisji).

4. Czyszczenie ręczne

Czyszczenie ręczne nie jest zbyt częste, ponieważ w gorącym offsecie rolowym nie ma potrzeby zmiany kolorów. Środki czyszczące do czyszczenia ręcznego zawierają LZO.

- Podczas czyszczenia ręcznego część LZO zawartych w środkach czyszczących wyparowuje (emisja niezorganizowana).
- Pozostała część zostaje zebrana i zutylicowana jako odpady (bez emisji).

5. Oczyszczanie gazów odlotowych z pomieszczenia prasy

- Gazy odlotowe z suszarek są utleniane. Proces utleniania jest bardzo skuteczny. Tylko bardzo mała ilość LZO unika zniszczenia i jest emitowana (emisja gazów odlotowych).
- Suszarki pobierają powietrze wlotowe z pomieszczenia prasy. Powietrze to będzie zawierać emisje niezorganizowane LZO, które wyparowały ze środków czyszczących i roztworu nawilżającego. Powietrze z suszarki jest transportowane do utleniacza, gdzie LZO zawarte w tym powietrzu zostają zniszczone. To redukuje rzeczywistą emisję niezorganizowaną. Ponieważ pomieszczenie prasy jest oddzielnie wentylowane do atmosfery, dotyczy to ograniczonego procentu emisji niezorganizowanej.

Uproszczenie obliczeń z wykorzystaniem parametrów zachowawczych

Problemy z uzyskaniem danych

Niektóre z parametrów, które byłyby niezbędne dla dokładnego określenia SMB w gorącym offsecie rolowym, są trudne do ustalenia:

- Udział LZO w odpadach środków czyszczących. Niektóre odpady środków czyszczących są zmieszane z wodą, inne znajdują się w ściereczkach, a jeszcze inne w szmatkach do czyszczenia.
- Część LZO zawartych w roztworze nawilżającym i środkach czyszczących, jest wchłaniana przez wstęgę papieru, niszczone w utleniaczu i dlatego nie jest emitowana jako emisja niezorganizowana.
- Część emisji niezorganizowanych LZO jest transportowana do utleniacza przez powietrze wlotowe suszarki.

Parametry zachowawcze sektora

W przypadku gdy oczekuje się, że rzeczywiste emisje niezorganizowane będą niższe niż obowiązujące dopuszczalne ich wielkości, możliwe jest wykazanie zgodności z przepisami bez pomiarów, uzasadnionych obliczeń itp. W tym celu można zastosować następujące parametry zachowawcze:

- udział LZO w odpadach: 0 %;
- udział emisji niezorganizowanych LZO w roztworze nawilżającym: 90 %;
- udział emisji niezorganizowanych LZO w środkach czyszczących: 85 %;

- udział emisji niezorganizowanych LZO w powietrzu wlotowym do suszarki: 0 %.

Metoda kalkulacji

W celu określenia emisji niezorganizowanych i sprawdzenia zgodności z wielkością dopuszczalną zaleca się stosowanie następującej procedury. Metoda ta została opracowana w taki sposób, aby w miarę możliwości wykorzystywać wyłącznie informacje, które są lub powinny być łatwo dostępne, takie jak roczne ilości zużytych tuszy, dodatków nawilżających i środków czyszczących oraz informacje dostarczane przez dostawców na temat zawartości LZO w ich produktach.

Określenie rocznego wsadu

Roczny wsad jest sumą zawartości LZO w tuszach, dodatkach nawilżających i środkach czyszczących użytych w danym roku.

Dla wszystkich tych produktów ich udział we wsadzie oblicza się poprzez pomnożenie ilości użytego produktu przez jego zawartość LZO (procentową) podaną przez dostawcę. W przypadku tuszy zawartość LZO w temperaturze suszenia może nie być dostępna. W takim przypadku można przyjąć, że tusze zawierają 35 % LZO.

Określanie emisji niezorganizowanych z użyciem parametrów zachowawczych

Emisje niezorganizowane oblicza się przy użyciu następujących parametrów zachowawczych:

- Zakłada się, że LZO w odpadach: zero.
- Emisje niezorganizowane z roztworu nawilżającego:
 - Pomnożyć ilość LZO w dodatkach nawilżających przez 90 %.
- Emisje niezorganizowane z środków czyszczących:
 - Pomnożyć ilość LZO w środkach czyszczących przez 85%.
- Zakłada się brak LZO w powietrzu wlotowym do suszarki.

Suma obliczonych w ten sposób emisji stanowi zachowawcze szacunki emisji niezorganizowanych. Należy zauważyć, że ponieważ oleje w tuszach nie są LZO w temperaturze pokojowej, więc nie przyczyniają się do emisji niezorganizowanej.

Sprawdzenie szacowanych emisji niezorganizowanych z ELV

Emisje niezorganizowane oblicza się jako procent rocznego wsadu i sprawdza zgodność z mającą zastosowanie dopuszczalną wielkością emisji. Jeżeli wartość jest zgodna z przepisami, nie są konieczne dalsze działania, poza zapisaniem obliczeń i ewentualnym zgłoszeniem wyniku.

Niezgodność z przepisami i BAT

Jeżeli szacunkowe emisje niezorganizowane są znacznie wyższe (na przykład kilka procent wsadu) niż BAT-AEL, prawdopodobnie BAT nie jest stosowana w całym zakładzie.

Główną możliwą przyczyną nadmiernych emisji niezorganizowanych w gorącym offsecie rolowym jest stosowanie izopropanolu (IPA) w zbyt wysokim stężeniu procentowym w roztworze nawilżającym. W przypadku gdy zwykła zawartość procentowa IPA wynosi więcej niż 4 % lub 5 % (w/w), jest mało prawdopodobne, aby można było uzyskać emisje niezorganizowane niższe od wielkości dopuszczalnej. Inną możliwą przyczyną jest stosowanie środków czyszczących o wysokiej zawartości rozpuszczalnika.

W takim przypadku zaleca się, aby najpierw zmniejszyć lub zastąpić ilość zużytego IPA lub zmniejszyć zawartość rozpuszczalnika w środkach czyszczących, zanim podejmie się jakiegokolwiek wysiłki w celu poprawy dokładności obliczeń SMB.

Niezgodność z przepisami a większa dokładność pomiarów/obliczeń

W przypadku gdy występuje niezgodność z przepisami w zakresie emisji niezorganizowanych, ale niezgodność ta nie jest zbyt duża, zaleca się poprawę dokładności oszacowania emisji. Zalecenia dotyczące sposobu poprawy tej dokładności podano poniżej.

Poprawa dokładności

W przypadku gdy nie można wykazać zgodności z dopuszczalną wielkością emisji niezorganizowanych za pomocą parametrów stosowanych w ramach zachowawczego uproszczenia, konieczne będzie zmierzenie lub oszacowanie niektórych parametrów emisji. Doprowadzi to do obniżenia przewidywanej wielkości emisji niezorganizowanych.

W porządku wzrastającej trudności w uzyskaniu, parametry, które pozwalają zwiększyć dokładność obliczeń to:

- zawartość LZO w odpadach;
- LZO przesyłane do utleniacza;
- emisje niezorganizowane LZO pochodzące z środka nawilżającego;
- emisje niezorganizowane LZO pochodzące z środków czyszczących.

Zawartość LZO w odpadach

Zawartość LZO w odpadach, które są usuwane, nie jest uznawana za emisję. W przypadku gdy dostępne jest dokładne oszacowanie ilości LZO w odpadach, można je odjąć od emisji niezorganizowanych określonych przy zastosowaniu uproszczenia zachowawczego. Może to doprowadzić do znacznego zmniejszenia szacunkowej wielkości emisji niezorganizowanych.

Często można dokonać udokumentowanego oszacowania zawartości LZO w jednym lub dwóch największych strumieniach odpadów. Na ogół będą to odpady środków czyszczących do obciążów. Informacje mogą być uzyskane od przedsiębiorstwa, które przetwarza odpady. W przypadku gdy całkowita waga strumienia odpadów jest dokładnie określona, można zastosować udokumentowane oszacowanie zawartości rozpuszczalnika.

Zaleca się skoncentrowanie na jednym lub dwóch dużych strumieniach odpadów. Może być konieczne oddzielenie tych strumieni od innych przez znaczny okres w celu określenia, z wystarczającą dokładnością, całkowitej ilości i zawartości LZO.

Jeżeli stosowany środek czyszczący jest transportowany przez wstęgę papieru do suszarki, może nie być znacznej ilości odpadów zawierających rozpuszczalnik i metoda ta może nie prowadzić do znacznie niższego oszacowania emisji niezorganizowanych.

Udział emisji niezorganizowanych LZO, które są transportowane do utleniacza

Metoda ustalania ilości emisji niezorganizowanych transportowanych do utleniaczy opisana została w sekcji 11.4.3.1. Wymaga ona dokładnej wiedzy na temat rzeczywistego systemu wentylacji suszarek, pomieszczenia prasy i obudowy prasy.

Udział emisji niezorganizowanych LZO w roztworze nawilżającym

Znaczna część zarówno wody jak i dodatków w roztworze nawilżającym nigdy nie dociera do wstęgi papieru. Odparowuje podczas procesu wytwarzania coraz cieńszej warstwy wody, która może być zemułowana w farbie lub bezpośrednio przeniesiona na płytę.

Oczywiście, aby proces offsetowy mógł działać, część roztworu nawilżającego musi dotrzeć do płyty, a tym samym do wstęgi papieru. Rzadko jednak wiadomo, w jakiej proporcji. W literaturze jest bardzo mało informacji na ten temat. Dlatego można przyjąć, że proporcja odparowania w

sektorze wynosząca 90 % jest wartością zachowawczą. Trudno będzie uzasadnić wszelkie szacunki odbiegające od tego zachowawczego założenia.

Można jednak oszacować, jaka część wody zawartej w roztworze nawilżającym wyparowuje, obliczając różnicę pomiędzy ilością wody podawanej do prasy a wzrostem wilgotności wstęgi papieru podczas drukowania, przed suszarką. Różnica ta musiała wyparować.

Jeżeli ilość ta jest znana, można również ustalić, w jakim stopniu zawartość LZO odparowuje szybciej lub wolniej niż woda i w jakim stężeniu dociera do wstęgi papieru. Znając ilość wody docierającej do wstęgi papieru i stężenie LZO w tym punkcie, można obliczyć ilość LZO, które nie wyparowały, oraz ilość LZO, które zostały wyemitowane jako emisje niezorganizowane.

Ważne jest, aby wziąć pod uwagę temperaturę.

Nie wiadomo, czy ta metoda szacunkowa została wypróbowana w praktyce.

Udział środków czyszczących emitowanych w sposób niezorganizowany

Należy rozróżnić środki czyszczące stosowane podczas pracy prasy drukarskiej od środków czyszczących stosowanych podczas jej przestoju.

Gdy prasa nie pracuje, środki czyszczące nie są przenoszone na wstęgę papieru, odparowywane w suszarce i niszczone w utleniaczu. W tym przypadku emisje niezorganizowane są równe różnicy między ilością zużytych LZO a ilością usuwaną jako odpad.

W wyniku czyszczenia podczas pracy prasy część środków czyszczących może dostać się do wstęgi papieru, w zależności od zastosowanego systemu czyszczącego. W przypadku systemu, w którym środki czyszczące są usuwane przez wstęgę papieru, dokładna ocena ilości wchłoniętej przez papier będzie trudniejsza niż w przypadku roztworu nawilżającego, ponieważ czyszczenie nie jest procesem ciągłym.

Literatura źródłowa

- Ocena możliwości recyklingu produktów zadrukowanych (*Assessment of printed product recyclability*), European Recycled Paper Council, wydanie, 2 stycznia 2017 r.
- Kontrola emisji w prasach stosujących gorący offset rolowy (*Emission control Heatset web offset presses*), VDI 2587, November 2001.
- Decyzja Komisji z dnia 16 sierpnia 2012 r. ustalająca ekologiczne kryteria przyznawania oznakowania ekologicznego UE dla papieru zadrukowanego.

21.5.3.2. Bilans masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego (DE)

[Komentarz DE #198 w [\[212. TWG 2018\]](#)]

Zasada podstawowa

Podstawową regułą bilansu masy rozpuszczalnika (w kg/rok) jest to, że wszystkie wejścia (I) są równe wszystkim wyjściom (O):

$$\sum \text{Input} = \sum \text{Output}$$

W poniższej tabeli przedstawiono różne wsady (I) oraz wartości wyjściowe (O) dla rozpuszczalników organicznych.

Uwaga: zrzut zebranych gazów odlotowych z wentylacji pomieszczenia (hali pras) jest traktowany w tym sektorze jako emisja niezorganizowana, ponieważ nie jest poddawany oczyszczaniu, a zatem jest podobny do innych emisji niezorganizowanych, takich jak z drzwi, okien itp. - zob. definicja O4 w załączniku VII część 7 nr 2 do Dyrektywy IED.

Tabela 21-21 Przepływy masowe dla bilansu masy rozpuszczalnika i ich znaczenie dla sektora gorącego offsetu rolowego.

No	Przepływ masowy	Dotyczy	Wyjaśnienie
Wsad LZO jako rozpuszczalnika			
I1	Ilość rozpuszczalników organicznych lub ich ilość w zakupionych mieszaninach wykorzystywana jest jako wsad do procesu w przedziale czasowym, dla którego oblicza się bilans masy.	Tak	LZO jako rozpuszczalnik w tuszach drukarskich, w roztworach nawilżających, w środkach czyszczących.
I2	Ilość rozpuszczalników organicznych lub ich ilość w mieszaninach odzyskanych i ponownie użytych jako wsad do procesu. Rozpuszczalnik poddany recyklingowi jest liczony za każdym razem, gdy stosuje się go do prowadzenia danej czynności.	Słabo	W pewnych okolicznościach środki czyszczące mogą zostać odzyskane i ponownie użyte do czyszczenia.
LZO na wyjściu, do powietrza lub ścieków			
O1	Emisje w gazach odlotowych. O1.1 Zamknięte i oczyszczone. O1.2 Zamknięte i nieoczyszczone.	Tak	O1.1: Emisje do powietrza z zewnętrznego lub zintegrowanego utleniacza termicznego. O1.2: Wyciąg powietrza z instalacji klimatyzacyjnej, wyciąg powietrza z hermetyzacji maszyn.
O2	Rozpuszczalnik w ściekach.	Słabo	Opróżnianie i czyszczenie urządzenia do mieszania roztworu nawilżającego i urządzenia do chłodzenia roztworu nawilżającego oraz pojemnika na roztwór nawilżający.
O4	Emisje niezorganizowane uwalniane do środowiska zewnętrznego przez okna, drzwi, otwory wentylacyjne i podobne otwory.	Słabo	Generalnie nie są bezpośrednio mierzalne ze względu na prawie całkowicie zamkniętą konstrukcję instalacji. Są też z reguły niskie.
O9	Rozpuszczalniki organiczne uwalniane w inny sposób.	Słabo	np. wypadki, rozlania, wycieki.
Zniszczone LZO			
O5	Rozpuszczalniki organiczne i/lub związki organiczne utracone w wyniku reakcji chemicznych lub fizycznych, łącznie z tymi, które są niszczone przez spalanie lub inne gazy odlotowe (o ile nie są one zaliczone do O6, O7 lub O8).	Tak	Utlenianie termiczne gazów wylotowych zawierających LZO z suszarki.
Inne wielkości wyjściowe LZO			
O3	Ilość rozpuszczalników organicznych, która pozostaje jako zanieczyszczenie lub pozostałość w produkcie wyjściowym z procesu.	W sposób ograniczony	Część węglowodorów z olejów mineralnych zawartych w tuszu pozostaje w papierze. Zgodnie z załącznikiem VII część 2 nr 1 do Dyrektywy IED, przypis 1, pozostałości rozpuszczalnika w produkcie gotowym nie należy uważać za część emisji niezorganizowanej.
O6	LZO zawarte w zgromadzonych odpadach.	Tak	np. LZO w odpadach z tuszu, materiałach filtracyjnych, ściereczkach do czyszczenia.

No	Przepływ masowy	Dotyczy	Wyjaśnienie
O7	Rozpuszczalniki organiczne lub rozpuszczalniki organiczne zawarte w mieszaninach, które są sprzedawane lub które są przeznaczone do sprzedaży jako produkt mający wartość handlową.	Nie	
O8	Rozpuszczalniki organiczne zawarte w mieszaninach odzyskanych w celu ich ponownego wykorzystania, ale nie jako wsad do procesu (jeżeli nie zostały uwzględnione w O7).	Słabo	np. odzyskane środki czyszczące, które nie zostały wprowadzone do procesu w odpowiednich ramach czasowych.

Tabela 21-22 Wyznaczenie wartości I1 zgodnie z rocznym zużyciem rozpuszczalnika i zawartością LZO w materiałach wsadowych.

Substancja	Zużycie roczne / jednostka	Zawartość LZO w % wagowych (w temperaturze stosowania)	Wsad LZO / jednostka
Tusze	kg/rok	Okolo 30-40 % węglowodorów z olejów mineralnych	kg/rok
Izopropanol	l/rok	100 %	kg/rok
Mniej znaczące dodatki organiczne w roztworze nawilżającym	l/rok	np. 30 % 2-butoksyetanolu	kg/rok
Środek czyszczący do obciążu offsetowego	l/rok	np. 90 % węglowodorów alifatycznych	kg/rok
Podstawowe środki czyszczące, środki czyszczące do	l/rok	np. 98 % węglowodorów alifatycznych	kg/rok
Total I1		kg/rok	

W celu opracowania kompleksowego bilansu masy rozpuszczalnika, niektóre z wymienionych elementów wejściowych i wyjściowych muszą być określone na podstawie danych pierwotnych, takich jak roczne ilości elementu wejściowego I1, LZO zawarte w oczyszczonych gazach odlotowych (O1), LZO zniszczone (O5) lub LZO w zebranych odpadach (O6).

Poniższe kroki pomagają w określeniu wielkości wejściowych i wyjściowych.

Wyznaczenie wartości I1

Do wyznaczenia wskaźnika I1 wymagane są roczne ilości zużycia materiałów wsadowych i zawartości w nich LZO (zob. Tabela 21.22).

Roczne wielkości zużycia można zasadniczo pobrać z istniejących systemów informatycznych służących do zarządzania danymi finansowymi i logistycznymi. W razie potrzeby można uzyskać dostęp do danych pochodzących od producentów (tuszy i/lub środków pomocniczych).

Zawartość LZO w materiałach wejściowych w tabeli 21.22 podano jako przykład i można ją zaczerpnąć z kart charakterystyki lub dokumentacji technicznej producentów. Ilości wejściowe izopropanolu, dalszych pomocniczych środków nawilżających oraz środków czyszczących są zwykle podawane jako objętości i dlatego muszą być przeliczone na wagę (kg), przez gęstość.

Jeżeli dostępne są parametry procesu technicznego i konstrukcji suszarki, można zastosować maksymalną dopuszczalną ilość wprowadzaną do suszarki zgodnie z danymi jej producenta. W praktyce realistyczną wartością jest 2.2 g tuszu na m² (doublex) przy stopniu odparowania 95 %. Na podstawie znanych parametrów, prędkości maszyny i nominalnej szerokości wstęgi, można obliczyć wprowadzanie rozpuszczalnika w jednostce czasu.

Wyznaczenie wartości I2 i, jeśli konieczne, O8

Odzyskiwanie rozpuszczalników odbywa się zazwyczaj poprzez destylację zanieczyszczonych środków czyszczących. Ilość odzyskanych środków czyszczących musi zostać ustalona i zsumowana w ramach czasowych bilansu masy rozpuszczalników. I2 uwzględnia się jedynie takie ilości, które są ponownie wykorzystywane w ramach czasowych tego bilansu.

LZO, które są poddawane recyklingowi, ale nie są ponownie wykorzystywane w instalacji, są uważane za O8. W gorącym offsecie rolowym następujące przypadki mogą być istotne dla O8:

- Wewnętrzny recykling środków czyszczących, np. poprzez destylację, bez ponownego użycia odzyskanej ilości w ramach czasowych bilansu masy rozpuszczalnika.
- Odzysk olejów mineralnych z gazów odlotowych z suszarni, o ile celem odzysku jest ponowne użycie, ale nie do tej samej czystości.

Wyznaczenie wartości O1.1

O1.1 definiuje się jako emisję zawartą w oczyszczonych gazach odlotowych w kg/rok:

$$O1.1 = \left(\frac{C_{clean}}{10^6} \right) * f_s * \frac{dV}{dt} * t$$

gdzie:

C_{clean}	Stężenie masy emisji dla węgla całkowitego (C_{total}) w gazie czystym w mg C/m^3 (np. średnia wartość ostatniego okresowego pomiaru emisji dokonanego przez uprawniony instytut).
f_s	Współczynnik konwersji z węgla ogólnego (C_{total}) na masę cząsteczkową LZO. Dla uproszczenia, w przypadku utleniaczy termicznych można przyjąć $f_s = 1$ (założenie zachowawcze).
dV/dt	Objętość gazów odlotowych w m^3/h (zgodnie z protokołem pomiarowym uprawnionego instytutu).
t	Czas pracy jednostki oczyszczania gazów odlotowych w h/rok.

Wyznaczenie wartości O1.2

Wyznaczenie O1.2 nie jest wymagane, jeżeli emisje niezorganizowane są określane zgodnie z pośrednią metodą bilansu masy rozpuszczalnika, ponieważ O1.2 jest uznawany w tym sektorze za emisje niezorganizowane. Jeżeli konieczne jest określenie O1.2 w szczególnych indywidualnych przypadkach, można zastosować następującą metodę bezpośrednią:

$$O1.2 = \left(\frac{C_{exhaust}}{10^6} \right) * f_s * \frac{dV}{dt} * t$$

gdzie:

O1.2	Emisja zawarta w nieoczyszczonych gazach odlotowych w kg/rok.
$C_{exhaust}$	Stężenie masowe emisji dla węgla ogólnego (C_{total}) zawartego w nieoczyszczonym gazie odlotowym w mg C/m^3 .
f_s	Współczynnik konwersji z węgla ogólnego (C_{total}) na masę cząsteczkową LZO. Współczynnik ten ustala uprawniony instytut pomiaru emisji, który zmierzył objętość gazów odlotowych. Jako założenie dla najgorszego przypadku można przyjąć współczynnik około 1,5.
dV/dt	Objętość gazów odlotowych w m^3/h zawartych w nieoczyszczonym powietrzu
t	Czas pracy jednostki oczyszczania gazów odlotowych w h/rok.

Inne parametry: O2, O4 i O9

Zrzuty LZO do ścieków (O2), oraz LZO emitowane przez okna, drzwi, otwory wentylacyjne i podobne otwory są uważane za emisje niezorganizowane. Wspólną cechą wszystkich tych danych wyjściowych jest ogólnie wysoki wysiłek w ustaleniu i duża niepewność wyników. Dobrą praktyką w gorącym offsecie rolowym jest określanie emisji niezorganizowanych przy użyciu pośredniej metody IED, załącznik VII, część 7, nr 3(b)(i). W tym przypadku nie ma potrzeby bezpośredniego określania pojedynczych emisji niezorganizowanych O2, O4 i O9.

LZO w produktach przeznaczonych na sprzedaż

Część węglowodorów (około 5 wt-%) w tuszach drukarskich jest uwalniana na papier i nie jest zbyt lotna w temperaturze otoczenia. W porównaniu z innymi działaniami wymienionymi w załączniku VII do dyrektywy IED, pozostałości LZO w produkcie końcowym z sektora gorącego offsetu rolowego nie są uznawane za emisje niezorganizowane.

W przypadku współczynnika odparowania $FV > 1$, część środka do czyszczenia obciążeń gumowych pozostaje w produkcie O3.

LZO zniszczone w procesie oczyszczania gazów odlotowych (O5) oraz LZO w odpadach (O6)

Stosowane rozpuszczalniki mają różną lotność i częściowo odparowują już w obszarze urządzeń drukujących. Poprzez zamknięcie maszyny i odprowadzenie gazów przez instalację wentylacyjną pomieszczenia, ta część gazów odlotowych jest zbierana, ale emitowana jako O1.2 bez żadnego oczyszczania. Inna część jest zbierana przez suszarkę, odprowadzana do jednostki oczyszczania gazów odlotowych i niszczona (O5). Kolejna część, w szczególności środki czyszczące, zostanie zanieczyszczona, zebrana i usunięta jako odpad (O6).

LZO sprzedawane jako produkt (O7)

Rozpuszczalniki organiczne, które są sprzedawane jako produkt, nie odgrywają żadnej roli w sektorze gorącego offsetu rolowego.

Obliczone wartości dla bilansu masy rozpuszczalnika

Wsad rozpuszczalnika $I = I1 + I2$

Wsad rozpuszczalnika jest istotny dla określenia dopuszczalnej wielkości emisji dla emisji niezorganizowanych (F). Zgodnie z dyrektywą IED (załącznik VII, część 2, nr 1) dopuszczalna wielkość emisji (ELV) dla emisji niezorganizowanych wynosi 30 wt-% wsadu rozpuszczalnika I.

Zużycie rozpuszczalnika $SC = I1 - O8$

Zgodnie z tym wzorem rozpuszczalniki organiczne odzyskane w celu ich ponownego użycia lub zawarte w mieszaninach odzyskanych w celu ponownego użycia (O8) mogą zostać odjęte przy obliczaniu zużycia rozpuszczalników (SC). Jednak w przypadku sektora gorącego offsetu rolowego zasadniczo nie ma to miejsca i miałyby znaczenie jedynie w szczególnych przypadkach.

Emisje niezorganizowane F

Zgodnie z załącznikiem VII część 7 nr 3 lit. b) ppkt (i) do Dyrektywy IED, emisje niezorganizowane można określić na dwa sposoby: metodą bezpośrednią (a) lub metodą pośrednią (b) przy zastosowaniu następujących wzorów:

a) $F = O1.2 + O2 + O4 + O9$

b) $F = I1 - O1.1 - O3 - O5 - O6 - O7 - O8$

Wyznaczona emisja ulotna (F) musi być porównana z dopuszczalną wielkością emisji dla emisji niezorganizowanych ($ELV(F) = 30\%$ wsadu rozpuszczalnika, zgodnie z IED załącznik VII część 2 nr 1).

Emisje całkowite E

Emisja całkowita jest obliczana jako suma LZO zawartych w oczyszczonych gazach odlotowych (O1.1) i emisji niezorganizowanej (F): $E = F + O1.1$.

Przykładowy bilans masy rozpuszczalnika dla instalacji do gorącego offsetu rolowego.

Tabela 21.24 przedstawia przykładowy bilans masy rozpuszczalnika dla instalacji gorącego offsetu rolowego.

Przyjęto następujące założenia:

- Instalacja gorącego offsetu rolowego składa się z trzech maszyn drukarskich.
- Najstarsza z maszyn nadal pracuje z izopropanolem jako środkiem nawilżającym. Dwie nowsze maszyny używają środków nawilżających bez izopropanolu.
- Dla zachowania równowagi przyjmuje się, że bardzo lotne związki organiczne, takie jak izopropanol, w większości odparowują i tylko niewielka ich część (10 %) jest niszczone w systemie oczyszczania gazów odlotowych.
- LZO o niskiej lotności dostające się na wstęgę papieru (w szczególności oleje mineralne tuszy drukarskich, ale także stosowane środki czyszczące do obciążów gumowych o temperaturze zapłonu $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) przechodzą do fazy gazowej głównie w suszarce i są w ten sposób odprowadzane do systemu oczyszczania gazów odlotowych.
- Mniejsza część węglowodorów zawartych w tuszach drukarskich jest wchłaniana przez papier.
- W przypadku różnych środków czyszczących i myjących należy przyjąć założenia dotyczące ich uwalniania w zależności od rodzaju każdego środka.
- W przypadku czyszczenia obciążów gumowych można założyć zbieranie większej ilości LZO przez suszarkę, z odprowadzeniem do systemu oczyszczania gazów odlotowych. Dla wysoce lotnych środków czyszczących, ich rozpatrywanie jako nieprzetworzonych emisji zorganizowanych (wyjście O1.2) jest założeniem najgorszego przypadku.

Tabela 21-23 Wartości orientacyjne dla bilansu masy rozpuszczalnika.

Material	Skład LZO wprowadzanych do instalacji
Tusze drukarskie na bazie węglowodorów olejów mineralnych (VOC 30-45 wt%, średnio: 35 wt-%)	<ul style="list-style-type: none"> • 99 wt-% jest odprowadzane do suszarki na wstędze papieru, z czego około 95 wt-% jest lotne w suszarce i zostanie zniszczone w jednostce oczyszczania gazów odlotowych (O5 oprócz pozostałych O1.1). • Około 5 wt-% pozostaje w papierze i nie jest lotne po schłodzeniu (O3). • < 1 wt-% jest odprowadzane do odpadów, np. przez zanieczyszczone ściereczki czyszczące lub przy czyszczeniu podstawowym korytek barwiących. • odparowuje już w obszarze urządzeń drukujących i jest emitowane jako zawarty nie oczyszczony gaz odlotowy.
Izopropanol (100 wt-% LZO)	<ul style="list-style-type: none"> • 89 wt-% jest emitowane w obszarze urządzeń drukujących i odprowadzane jako gaz odlotowy instalacji wentylacyjnej pomieszczenia (O1.2). • Około 10 wt-% trafia do jednostki oczyszczania gazów odlotowych przez suszarkę (O5 oprócz pozostałych O1.1). • Małe ilości (< 1 wt-%) są usuwane razem z odpadami (O6).
Koncentraty organicznych środków nawilżających	<p>Dla organicznych koncentratów nawilżających można przyjąć następujące uproszczone założenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Około 5 % organicznych koncentratów nawilżających emitowane jest w obszarze urządzeń drukarskich i odprowadzane jako gaz odlotowy z instalacji wentylacyjnej pomieszczenia, jako emisja niezorganizowana (O1.2). • Około 10 % organicznych koncentratów nawilżających dostaje się przez suszarkę do jednostki oczyszczania gazów odlotowych i ulega zniszczeniu (O5 oprócz pozostałych O1.1).

<p>Środki do czyszczenia obciążeń gumowych (100 wt-% lotnych związków organicznych z uwagi na temperaturę suszenia ok. 150 °C)</p>	<p>W zależności od konstrukcji urządzenia do czyszczenia obciążu istotne są następujące czynniki retencji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 1 wt-% jest już emitowany w obszarze urządzeń drukujących i odprowadzany jako gaz odlotowy z instalacji wentylacyjnej pomieszczenia (O1.2). • Około 35-60% wt-% dostaje się do jednostki oczyszczania gazów odlotowych przez suszarkę (O5 oprócz pozostałych O1.1). • Około 5-30 wt-% pozostaje w wstędze papieru w zależności od współczynnika odparowania środka czyszczącego (O3). • Około 35-55 wt-% to zanieczyszczone środki czyszczące lub ściereczki do czyszczenia, które są usuwane jako odpady zawierające rozpuszczalniki (O6). <p>W razie potrzeby producent układu czyszczącego może uzyskać dokładne informacje na temat pojedynczego współczynnika w celu uwzględnienia wartości specyficznych dla danej konstrukcji i urządzenia czyszczącego. W przypadku współczynnika odparowania FV = 1 odparowuje 100 % rozpuszczalnika doprowadzanego do suszarki przez wstęgę papieru; w przypadku współczynnika odparowania FV = 2 odparowuje 50 %, a 50 % pozostaje w papierze (O3).</p>
<p>Czyszczenie podstawowe, środki czyszczące do ręcznego czyszczenia rolek</p>	<p>Substancje o prężności pary < 0,01 kPa w temperaturze 20 °C nie muszą być brane pod uwagę przy obliczaniu emisji niezorganizowanej.</p> <p>Substancje o prężności pary > 0,01 kPa w temperaturze 20 °C są zasadniczo wprowadzane jako emisje niezorganizowane, chyba że operator sprawdzi, że są one usuwane, np. w odpadach O6 poprzez bilans odpadów przy założeniu 5 g LZO na ściereczkę do czyszczenia.</p>

Tabela 21-24 Przykładowy bilans masy rozpuszczalnika dla instalacji do druku w systemie gorącego offsetu rolowego.

Wsad materiału	Zużycie	Zawartość LZO w %	Ciężar właściwy w kg/l	I1 kg	O1.1 kg	O1.2 kg	O3 kg	O5 kg	O6 kg
Tusz	2 000 000 kg	36.0	1.000	720 000	650	0	4 590	710 530	4 230
				100.0 %	0.09 %	0.0 %	0.64 %	98.68 %	0.59 %
Izopropanol Producent A	30 000 l	99.5	0.785	23 432 kg	12 kg	20 972 kg	0 kg	2 332 kg	117 kg
Bilans w %				100 %	0.05 %	89.5 %	0.0 %	9.95 %	0.5 %
Środek nawilżający Producent A	35 000 l	24.0	1.100	9 240	46	8 316 kg	0 kg	832 kg	46 kg
Bilans w %				100.0 %	0.5 %	90.0 %		9.0 %	0.5 %
Środek nawilżający Producent B	25 000 l	23.7	1.000	5 925	30	5 333	0	533	30
Bilans w %				100.0 %	0.5 %	90.0 %		9.0 %	0.5 %
Środek nawilżający Producent C	15 000 l	9.0	1.050	1 418	7	1 276	0	128	7
Bilans w %				100.0 %	0.5 %	90.0 %		9.0 %	0.5 %
Obciąż gumowy, środek czyszczący Producent A	20 000 l	85.0	0.840	14 280	29	2 850	0	4 204	7 197
Bilans w %				100 %	0.2 %	20.0 %		29.44 %	50.40 %
Obciąż gumowy, środek czyszczący Producent A	10 000 l	0.0	0.850	0	0	0	0	0	0
Bilans w %				100 %	0.2 %	20.0 %		29.44 %	50.40 %
Środki czyszczące do rolek Producent A	7 000 l	99.0	0.791	5 482	0	1 096	0	0	4 385
Bilans w %				100 %		20 %			80 %
Środek czyszczący Producent B	5 000 l	100.0	0.718	3 590	0	718	0	0	2 872
Bilans w %				100 %		20 %			80 %
Razem				783 366	773	40 561	4 590	718 558	18 884
				I1	O1.1	O1.2	O3	O5	O6
				100.0 %	0.1 %	5.2 %	0.6 %	91.7 %	2.4 %
Emisje niezorganizowane F	45 151 kg			5.8 %					

Wsad materiału	Zużycie	Zawartość LZO w %	Ciężar właściwy w kg/l	I1 kg	O1.1 kg	O1.2 kg	O3 kg	O5 kg	O6 kg
Wielkość dopuszczalna dla emisji niezorganizowanych F: 30 % całkowitych emisji I		235 010 kg							
Emisja całkowita E		45 924 kg			2.3 %				
Uwaga: Ilości z O1.2 uważa się za emisje niezorganizowane (nie zachodzi oczyszczanie gazów odlotowych).									

Literatura źródłowa

Projekt wytycznych Niemieckiego Stowarzyszenia Inżynierów VDI - Kontrola emisji - Gorący offset rolowy (*Draft Guideline German Association of Engineers VDI - Emission control - Heatset web offset presses*), VDI 2587, wrzesień 2017, [komentarz DE #198 w [\[212. TWG 2018\]](#)].

21.5.4. Bilans masy rozpuszczalnika dla fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej

[198. Niemcy 2017]

Opis

Poniższa procedura jest przewodnikiem do sporządzania bilansu masy rozpuszczalnika (SMB) dla sektora fleksografii i rotograviury niepublikacyjnej.

21.5.4.1. Wyznaczenie emisji niezorganizowanych F

Emisje niezorganizowane F można obliczyć w następujący sposób:

$$F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

$$\text{(lub: } F = I1 - (O1.1 + O5) - O6 - O7 - O8)$$

(O1.1 + O5) przedstawia ilość lotnych związków organicznych w gazie surowym z układu oczyszczania gazów odlotowych. Można to określić za pomocą działającego detektora płomieniowo-jonizacyjnego (FID) do ciągłego wykrywania całkowitego stężenia masowego C w połączeniu z ciągłym wykrywaniem przepływu objętościowego w gazie surowym:

$$(O1.1 + O5) = cC_{tot} * 10^{-6} * f_s * V_R * t_R \text{ w kg/rok}$$

gdzie:

(O1.1 + O5) = ilość LZO w gazie surowym w kg/rok;

cC_{tot} = średnie stężenie węgla ogólnego w gazie surowym w mg/Nm³;

f_s = współczynnik konwersji cC_{tot} na rozpuszczalnik (LZO);

V_R = średni strumień objętości gazu odlotowego dla gazu surowego w warunkach normalnych w Nm³/h i w stanie suchym;

t_R = czas działania systemu oczyszczania gazów odlotowych w h/rok.

Średnie roczne stężenie gazu surowego cC_{tot} musi być wyprowadzone ze wszystkich zmierzonych wartości. W celu przeliczenia całkowitego stężenia węgla cC_{tot} na stężenie rozpuszczalnika specyficznego dla danej substancji (cVOC), które ma być monitorowane, to ostatnie musi być pomnożone przez współczynnik konwersji f_s. Ten współczynnik konwersji f_s wynika z ilorazu masy molowej i ułamka węgla w użytym rozpuszczalniku.

Strumień objętości powietrza wylotowego ustala się w sposób ciągły za pomocą objętościowego pomiaru przepływu. Średni strumień objętości gazów odlotowych V_R ustala się ze wszystkich zmierzonych wartości.

W uzasadnionych, indywidualnych przypadkach, alternatywnie ilość gazu surowego może być określana na podstawie zmierzonych wartości dolnej granicy wybuchowości (LEL) urządzeń do pomiaru stężenia lub za pomocą dodatkowych, wbudowanych czujników podczerwieni.

Błędy pomiarowe spowodowane wrażliwością urządzeń do pomiaru stężenia na różne rozpuszczalniki muszą zostać skorygowane poprzez obliczenie średniej wartości dla stosowanej mieszaniny rozpuszczalników, z którą interpretowana jest zmierzona wartość LEL. Użyte rozpuszczalniki muszą być proporcjonalnie ważone, a zmierzona wartość LEL powinna być interpretowana z uwzględnieniem tego współczynnika korygującego.

Średni masowy przepływ gazu surowego w Nm³/h oblicza się jako iloraz sumy wszystkich ustalonych masowych przepływów gazu surowego i liczby wszystkich badań w okresie odniesienia.

Jeżeli w procesie drukowania stosowane są różne rozpuszczalniki, które powodują różną czułość krzyżową czujników, należy stosować czujniki o niewielkich różnicach w czułości krzyżowej. Na przykład czujnik skalibrowany na octan etylu może wskazywać do 50 % za wysoką wartość, gdy jako rozpuszczalnika używa się czystego etanolu. Prowadziłoby to do zbyt niskiego stężenia w normalnym trybie pracy. Przy rzeczywistym stężeniu etanolu wynoszącym 30 % LEL, w tym przypadku zmierzono by 45 % LEL, co skutkowałoby domieszką faktycznie zbędnego świeżego powietrza, np. w celu osiągnięcia punktu nastawy 35 % LEL (jest to wypróbowany punkt nastawy, ponieważ nadal zapewnia wystarczającą odległość do punktów ostrzegawczych i odcinających).

21.5.4.2. Określenie ilości danej frakcji zniszczonej w systemie oczyszczania gazów odlotowych (O5)

W celu określenia ilości emisji niezorganizowanych F, jeżeli nie jest to zgodne z sekcją 21.5.4.1, wymagana jest znajomość ilości O5, tj. ilości rozpuszczalników zniszczonych w systemie oczyszczania gazów odlotowych:

$$F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

Ilość rozpuszczalników zniszczonych przez oczyszczanie gazów odlotowych (O5) można określić za pomocą skuteczności redukcji („skuteczność”, lepiej AR = skuteczność usuwania) utleniającego oczyszczania gazów odlotowych przy użyciu następującej zależności:

$$O5 = \frac{O1.1}{1 - A_R} - O1.1$$

gdzie:

AR = skuteczność usuwania w przypadku utleniania termicznego;

O1.1 = emisje z wychwyconych i oczyszczonych gazów odlotowych.

Decydujące znaczenie ma tutaj reprezentatywne, stabilne określenie O1.1 i skuteczności usuwania. W tym celu mogą być konieczne równoległe pomiary całkowitego stężenia masowego C w surowym i oczyszczonym gazie w dłuższym okresie.

21.5.4.3. BAT umożliwiające określenie emisji z wychwyconych i oczyszczonych gazów odlotowych (O1.1)

Emisje LZO zawarte w gazie oczyszczonym z układu oczyszczania tych gazów(O1.1) oblicza się według następującego równania:

$$O1.1 = cC_{tot} * 10^{-6} * fS * V_R * t_R \text{ w kg/rok}$$

gdzie:

O1.1 = przepływ masowy LZO w gazie oczyszczonym w kg/rok;

cC_{tot} = całkowite stężenie węgla w gazie oczyszczonym w mg/Nm³;

fS = współczynnik konwersji z cC_{tot} na LZO;

V_R = średni przepływ gazów odlotowych w warunkach normalnych w Nm³/h i w stanie suchym;

t_R = czas pracy urządzenia do oczyszczania gazów odlotowych w h/rok.

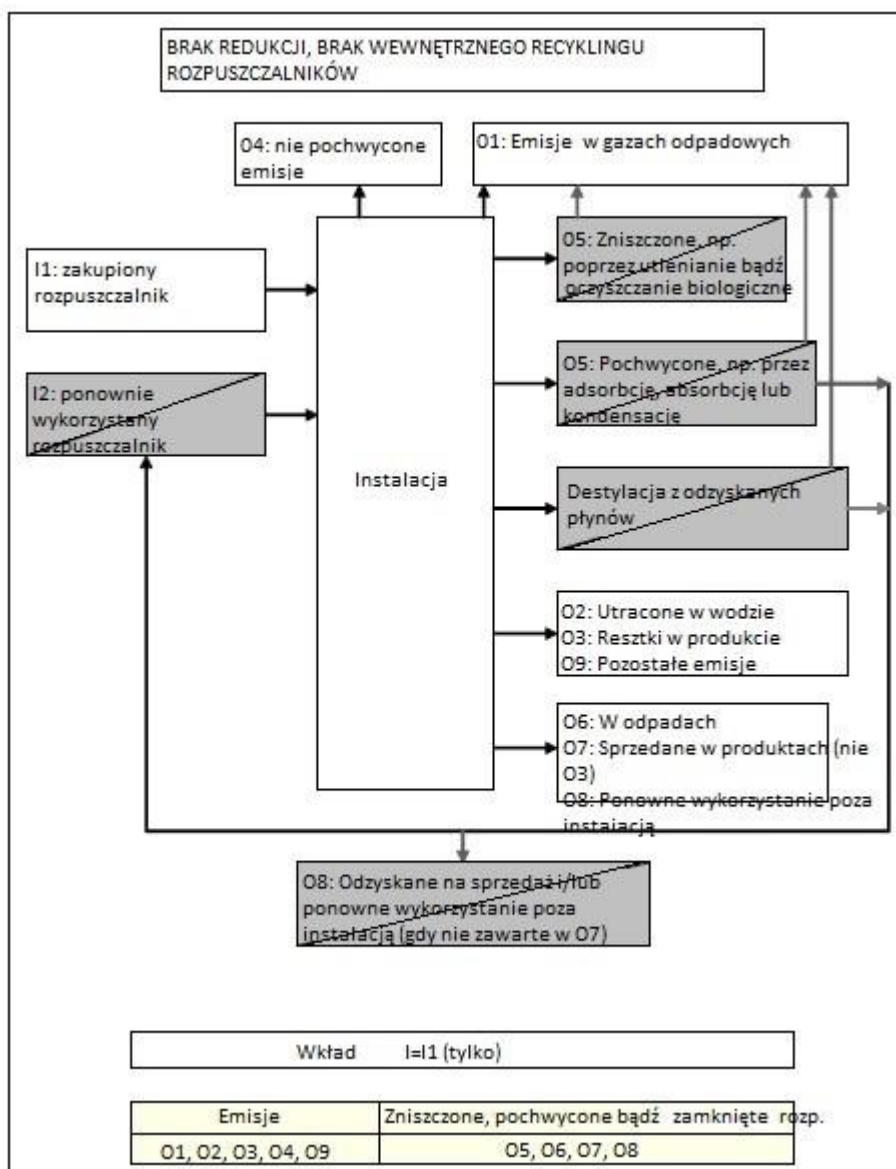
Jako stężenie masowe stosuje się średnią wartość węgla ogólnego (c_{Ctot}) z ostatniego pomiaru emisji. Idealnym rozwiązaniem byłoby ciągłe oznaczanie całkowitego stężenia masowego C w połączeniu z ciągłym oznaczaniem przepływu objętościowego gazów odlotowych. W przeciwnym razie reprezentatywne stężenia masowe czystego gazu należy wyznaczyć podczas pomiaru emisji. Może to ewentualnie wymagać pomiarów w dłuższym okresie (np. dzień roboczy). Stężenie masowe użytych rozpuszczalników (mieszanin rozpuszczalników) powinno być przeliczone przy użyciu współczynnika f_S . Współczynnik konwersji f_S ma być utworzony z ilorazu masy molowej i zawartości węgla w użytym rozpuszczalniku.

Strumień objętości powietrza odlotowego należy ustalać w sposób ciągły za pomocą wolumetrycznego pomiaru przepływu. Średni strumień objętości gazów odlotowych należy ustalić na podstawie wszystkich zmierzonych wartości. Alternatywnie dopuszczalne jest ustalenie przepływu objętościowego za pomocą przetwornika częstotliwości wentylatora gazu nieoczyszczonego. Alternatywnie, emisje w wychwyconych, oczyszczonych gazach odlotowych mogą być również mierzone bezpośrednio za pomocą urządzeń do detekcji płomieniowo-jonizacyjnej (FID) lub analizy płomieniowo-temperaturowej (FTA). Z poszczególnych wartości stężenia masowego określa się średnią roczną wartość średnią zgodnie z opisaną powyżej.

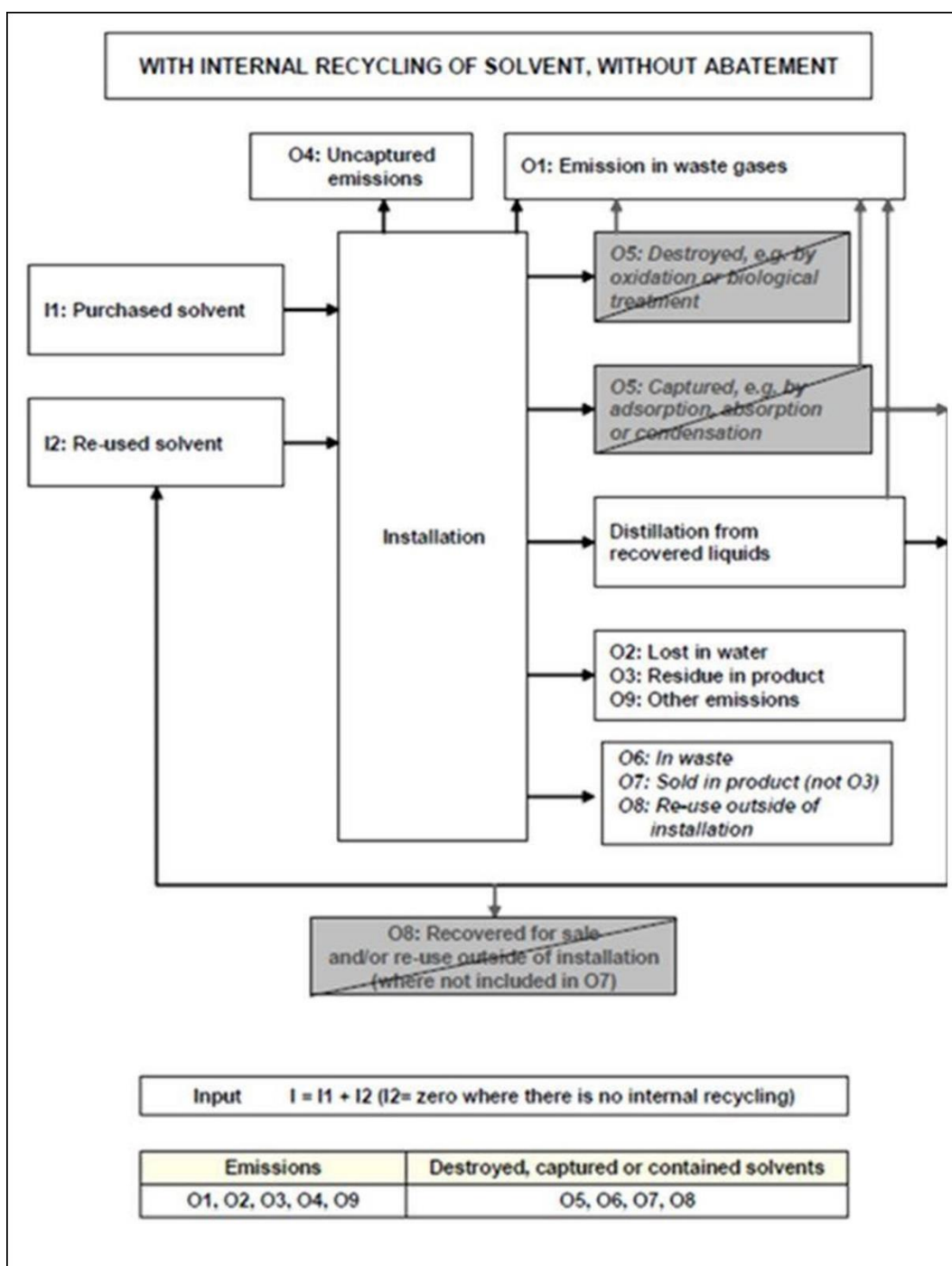
21.5.5. Typowe przypadki dla bilansów masy

[\[205. Belgia 2005\]](#)

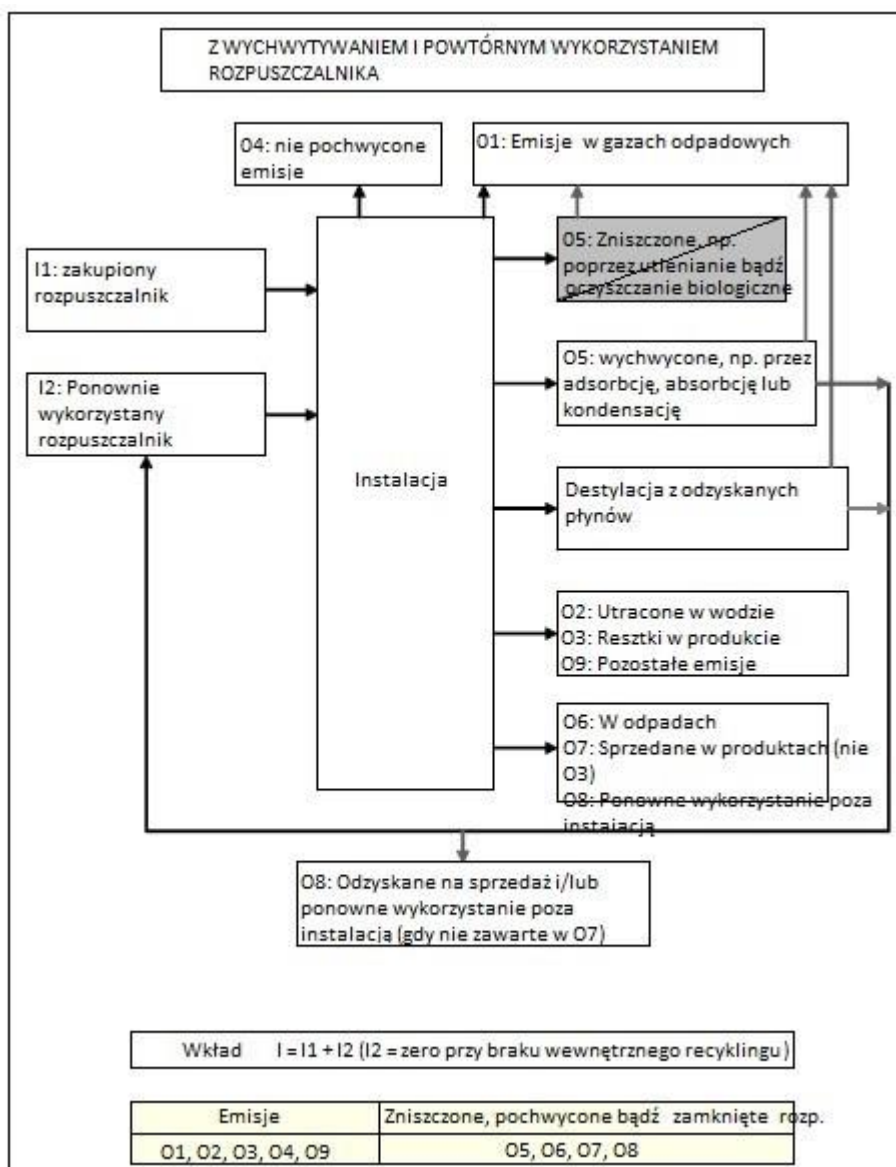
W tej sekcji przedstawiono niektóre z najczęściej spotykanych przypadków bilansów masy dla sektora STS.



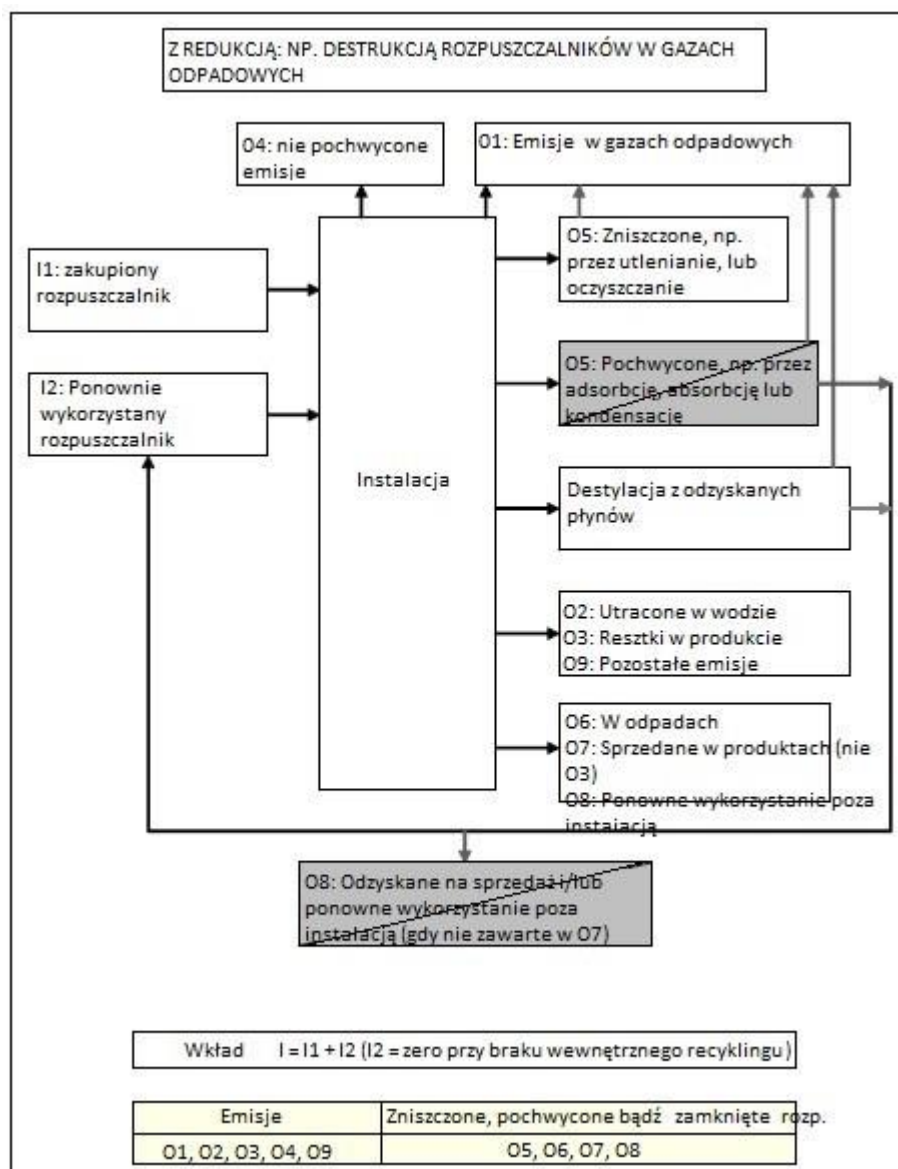
Ilustracja 21-10 Brak redukcji „końca rury” i wewnętrznego odzyskiwania.



Ilustracja 21-11 Brak redukcji „końca rury”, ale z wewnętrznym odzyskiwaniem i powtórny wykorzystaniem rozpuszczalników.



Ilustracja 21-12 Wychwytywanie i powtórne wykorzystanie rozpuszczalnika (wewnętrzne i zewnętrzne).



Ilustracja 21-13 Destrukcyjna redukcja „końca rury”.

21.6. Skuteczność ograniczania emisji przez techniki oczyszczania gazów odlotowych

[97. TWG 2006] [131. Verspoor i in. 2006] [155. TWG 2016]

Techniki na końcu rury: Opisy i uwagi do możliwości stosowania

Poniższe opisy i uwagi do możliwości stosowania są jedynie przeglądem. Zobacz odpowiednią sekcję w Rozdziale 17 niniejszego dokumentu w celu uzyskania dodatkowych informacji. Informacje w niniejszym załączniku same w sobie nie mogą służyć za podstawę wyboru właściwej techniki redukcji.

Tabela 21-25 Techniki oczyszczania (przetwarzania) gazów odlotowych.

Technika na końcu rury i opis	Ogólna charakterystyka	Uwagi dotyczące stosowania
<p>Utlenianie termiczne Gazy odlotowe są podgrzewane poprzez spalanie naturalnego gazu. Nie podejmuje się prób odzyskania ciepła w celu redukcji zużycia energii.</p>	<p>Najprostsza technika utleniania z najniższą inwestycją kapitału. Autotermiczne działanie wyłącznie przy poziomach stężenia przekraczających 25% LEL. Najniższe zużycie energii elektrycznej dla głównego wirnika. Najwyższe względne zużycie gazu. Jako najprostsza technika, ma stosunkowo najniższy koszt utrzymania i najkrótszy czas przestoju. Szybki rozruch (0,5 – 1 h), ale wymaga stabilnej temperatury działania. Nieorganiczny pył wymaga usunięcia (do <3 mg/m³) przed jednostką utleniającą, chociaż ta technika charakteryzuje się większą tolerancją na pył niż inne.</p>	<p>Do stosowania sporadycznego (kilka dni w tygodniu; bardzo zróżnicowane przepływy powietrza; system jednozmianowy, itp.) Gdzie koszty kapitałowe są znacznie ważniejsze niż koszty operacyjne, lub w kombinacji z innymi technologiami redukcji dla jednostek wielofunkcyjnych lub ilości powietrza <2000 m³/h Dla zakresu stężeń pomiędzy 5 i 16 g/m³, wysokich temperatur wlotowych gazów odpadowych i w sytuacjach gdzie przepływ gazu i stężenie rozpuszczalników są stosunkowo stałe. Możliwe jest również działanie na poziomach stężenia przekraczających LEL</p>

Technika na końcu rury i opis	Ogólna charakterystyka	Uwagi dotyczące stosowania
<p>Utlenianie rekuperacyjne Podobne do utleniania termicznego, ale z wymiennikiem ciepła który wstępnie podgrzewa zbliżające się gazy odpadowe ciepłem gazów wylotowych. Zmniejsza zużycie gazu, ale wymiennik ciepła wymaga większej inwestycji.</p>	<p>Z wymiennikiem ciepła o maksymalnej wydajności (około 76 %), działania autotermiczne są możliwe przy stężeniu rozpuszczalnika zbliżonym do 10 g/m³ (octan etylu bądź etanol) lub wyższym. Stężenie autotermiczne zależy od kalorycznej wartości rozpuszczalnika. Zużycie energii elektrycznej dla głównego wirnika jest wyższe niż w przypadku utleniania termicznego. Zużycie gazu jest niższe. Prosta technika utleniania, ale wymagająca stosunkowo dużej inwestycji ze względu na dużą zawartość stali. Niemał natychmiastowy rozruch (0,5 – 1 h). Skuteczność usuwania jest ograniczona przez maksymalną temperaturę działania która jest określana przez mechaniczną spójność wymiennika ciepła. Wymiennik ciepła ma ograniczoną trwałość i wymaga znacznej konserwacji z powodu korozji i obciążeń termicznych. Wymienniki ci ciepła mogą zostać łatwo zablokowane akumulacją pyłu w tubach, a skuteczność może zmaleć z powodu częściowego zanieczyszczenia, zwiększając inwestycje i koszty operacyjne. Jednakże, ta technika charakteryzuje się większą tolerancją na pył niż inne, i istnieją techniki usuwania zatorów (strumieniem powietrza, łańcuchowe, spadającej kuli itp.).</p>	<p>Do stosowania sporadycznego (jedno- lub dwuzmianowy system), ale tam gdzie zmniejszenie zużycia gazu uzasadnia dodatkowe koszty kapitałowe i energii elektrycznej. Tam, gdzie autotermiczne działanie jest możliwe, ale nadwyżka energii, nie może być wykorzystana w instalacji jako alternatywa dla regeneracyjnego utleniania.</p>
<p>Utlenianie katalityczne Temperatury utleniania są niższe, około 280– 450 °C (zamiast około 800 °C) często z użyciem wymiennika ciepła. Redukuje zużycie gazu, ale katalizatory i wymienniki ciepła prowadzą do wyższych inwestycji. Katalizator może wymagać konserwacji i czasami wymian co zwiększa koszty operacyjne i czasy przestoju.</p>	<p>Przy wyposażeniu w wydajny wymiennik ciepła (maksymalny możliwy około 87 %), autotermiczne działania są możliwe przy stężeniach rozpuszczalnika około 5 g/m³ i wyższych (w zależności od kaloryczności rozpuszczalnika). Najwyższa możliwa temperatura katalizatora ogranicza stężenie wlotowe do około 8 g/m³ Zużycie energii elektrycznej dla głównego wirnika jest wyższe niż w przypadku utleniania termicznego. Przy stężeniach rozpuszczalnika poniżej 25 % LEL, zużycie gazu będzie niższe niż w przypadku utleniania rekuperacyjnego. Katalizator sprawia, że jest to bardziej skomplikowana technika utleniania, ale inwestycja jest wciąż stosunkowo niska. Niemał natychmiastowy rozruch (1 h do wstępnego ogrzania katalizatora), ale zbyt częste wyłączenie może uszkodzić nośnik katalizatora. Katalizator sprawia, że wzrasta konieczność konserwacji i zwiększa się czas przestoju. Niektóre rozpuszczalniki lub cząstki pyłu zatrzymują katalizator i prowadzą do jego wczesnej i kosztownej wymiany. Katalizator i nośnik muszą być przystosowane do kompozycji gazu odpadowego, wymaganej temperatury i przewidywanej wydajności usuwania. Może zaistnieć potrzeba pozbycia się zużytego katalizatora jako niebezpiecznych odpadów, chociaż materiał katalizatora można często odzyskać. Bardzo wrażliwa na obecność pyłu i kropelek w gazach odpadowych. Wrażliwa na zmiany stężenia wlotowego.</p>	<p>Stosowana jedynie tam gdzie wiadomo, że rozpuszczalniki, które mają zostać utlenione nie zatrują katalizatora i gdzie temperatura wlotowa nie jest zbyt wysoka dla katalizatora. Tam, gdzie autotermiczne działanie jest możliwe, ale nadwyżka energii, nie może być wykorzystana w instalacji jako alternatywa dla regeneracyjnego utleniania.</p>

Technika na końcu rury i opis	Ogólna charakterystyka	Uwagi dotyczące stosowania
<p>Utlenianie regeneracyjne: 2 złoża.</p> <p>Komora utleniania znajduje się pomiędzy dwoma ceramicznymi łóżkami. Gazy odpadowe przechodzą przez jedno łóżko zanim trafią do komory utleniania i opuszczają ją przez drugie. Kierunek przepływu gazów odpadowych jest zmieniany co 1 do 5 minut. Jedno łóżko podgrzewa wstępnie gazy odpadowe; drugie kumuluje ciepło z wylotu.</p> <p>Podczas zmiany gazy odpadowe obciążone rozpuszczalnikami są emitowane przez kilka sekund. Drastycznie redukuje zużycie paliwa. Zwiększa zapotrzebowanie na energię elektryczną z powodu wyższego oporu powietrza w ceramicznych łóżkach</p>	<p>Przy wydajności wymiennika wysokiego ciepła (maksymalna możliwa 96 %), działania autotermiczne są możliwe od stężeń rozpuszczalników równych 2 g/m³ i wyższych (w zależności od kaloryczności rozpuszczalnika, np. dla octanu etylu 2,2 g/m³). Podgrzewanie wstępne po okresach przestoju może jednak znacząco zwiększać zużycie gazu.</p> <p>Zużycie energii elektrycznej dla głównego wirnika jest wyższe niż w przypadku innych utleniaczy z powodu dużego spadku ciśnienia w łóżkach ceramicznych.</p> <p>Tam, gdzie stężenie rozpuszczalników w gazach odpadowych jest wyższe niż stężenie autotermiczne, wytwarzana jest nadwyżka ciepła, która można odzyskać.</p> <p>Tam, gdzie nadwyżka ciepła nie jest trwale odzyskiwana a stężenia się wahają, może zaistnieć konieczność zmniejszenia wydajności wymiennika ciepła w celu uniknięcia przegrzania łóż ceramicznych w przypadku wystąpienia wysokiego stężenia. To prowadzi do wyższego stężenia autotermicznego i konieczności dodania naturalnego gazu w okresach niskiego stężenia rozpuszczalnika.</p> <p>Skomplikowane sensory i duże zawory konieczne do częstego zmieniania kierunku przepływu powietrza sprawiają że urządzenie jest złożone i wymaga wyszkolonego personelu.</p> <p>Wyższe koszty konserwacji i więcej czasu przestoju niż przy innych technikach utleniania. Co rok lub dwa zachodzi potrzeba 2 do 3 dni przestoju w celu konserwacji.</p> <p>Wymaga wstępnego podgrzania przed rozruchem ponieważ łóżka ceramiczne ulegają ochłodzeniu przy zatrzymaniu maszyny.</p> <p>(Po 36 godzinach przestoju, potrzeba od 1 do 2 godzin do wstępnego podgrzania)</p> <p>Skuteczność usuwania jest o kilka procent niższa niż w przypadku 3-łożowego systemu (zobacz poniżej) z powodu emisji podczas zmiany kierunku strumienia gazu.</p> <p>Tam gdzie zastosowanie mają limity emisji na końcu rury wyrażone w mg C/m³ uśrednione w krótkich okresach, emisje podczas zmiany kierunku strumienia gazu odpadowego mogą prowadzić do średniego stężenia wyjściowego które przekracza wartości limitów jeśli stężenie wejściowe jest wyższe niż około 3g/m³.</p> <p>Regenerator zapycha się szybko pyłem. Jest możliwe działanie przy pewnym niskim stężeniu pyłu, ale łóżka regeneracyjne wymagają wtedy innej struktury (plastra miodu zamiast siodłowej) z innym kosztem i wydajnością</p>	<p>Szczególnie nadające się przy ciągłych lub niemal ciągłych działaniach gdzie przez większość czasu stężenie rozpuszczalników w gazach odpadowych przekracza autotermiczne stężenie i gdzie stężenia rozpuszczalników nie wahają się znacząco</p>

Technika na końcu rury i opis	Ogólna charakterystyka	Uwagi dotyczące stosowania
<p>Utlenianie regeneracyjne: 3 złoża. W założeniu takie samo jak przy 2 łóżach. Trzecie łożo służy uniknięciu emisji gazów obciążonych rozpuszczalnikami podczas zmiany kierunku przepływu gazu</p>	<p>(w stosunku do systemu z 2 łożami) Inwestycja wyższa o 25 % niż w przypadku systemu z 2 łożami. Niższe emisje. Wyższy koszt wstępnego podgrzewania. Zużycie energii elektrycznej wyższe o około 10% z powodu większego wirnika do celów oczyszczania Wydajność usuwania o kilka procent wyższa niż w przypadku systemu z 2 łożami z powodu zapobiegania emisjom podczas zmiany kierunku strumienia gazu odpadowego. Możliwe wypalenie w celu usunięcia lepkich cząstek</p>	<p>(w stosunku do systemu z 2 łożami) Najwłaściwsze dla stężeń od 1 do 12g/m³. Zwłaszcza gdy występują wahania stężeń w czasie produkcji. Najwłaściwsze przy wielkich, ciągłych operacjach przy stężeniach rozpuszczalników w gazach odpadowych dużo wyższych niż stężenie autotermiczne. Tam, gdzie uzyskana redukcja emisji uzasadnia dodatkowe inwestycje i koszty operacyjne</p>
<p>Inne techniki utleniania (Nie uwzględnione w obliczeniach wydajności usuwania)</p>		
<p>Piec procesowy Gazy odpadowe do oczyszczenia są wysyłane do istniejącego pieca (np. bojlera) jako powietrze do zapłonu i paliwo uzupełniające</p>	<p>Odpowiedni piec musi być dostępny i musi być sprawny ora zdolny do przyjmowania wszystkich gazów odpadowych w czasie ich wytwarzania</p>	

<p>Regeneracyjna adsorpcja węglowa Gazy odpadowe o niskiej temperaturze są prowadzone przez łoża z aktywnego węgla. Rozpuszczalnik adsorbuje do aktywnego węgla. Kiedy węgiel zostaje nasycony, przepływ gazu odpadowego kierowany jest do kolejnego łoża węglowego. Nasycone łoża jest desorbowane poprzez ogrzewanie. Ciepło uwalnia rozpuszczalniki z węgla w tak wysokim stężeniu, że umożliwia ono ich kondensację</p>	<p>Desorpcja musi być przeprowadzona w atmosferze pozbawionej tlenu, lub z niewielką jego ilością. Można użyć pary, azotu, lub gorącego powietrza wolnego od tlenu. Po kondensacji rozpuszczalnika, złożone techniki mogą okazać się konieczne w celu przygotowania odzyskanych rozpuszczalników do powtórnego użycia. Techniki te zależą od odzyskanego rozpuszczalnika.</p> <p>Przykłady: w przypadku toluenu lub ksylenu, desorpcja dokonywana jest za pomocą strumienia i wystarczy prosta kondensacja. W przypadku octanu etylu, desorpcja dokonywana jest za pomocą azotu. Odwadnianie za pomocą molekularnych sit i kilku następujących po sobie kroków destylacji jest konieczne w celu usunięcia produktów ubocznych i drugorzędnych rozpuszczalników jak kwas octowy, śladów etanolu rozpuszczalników o małej lotności. Ponieważ rozpuszczalniki różnią się ogromnie charakterystyką adsorpcji, rozmiar adsorberów (a zatem nie tylko inwestycja, ale też energia i zużycie gazu) zależy w dużej mierze od rodzaju rozpuszczalnika. (Przykłady: Toluen i ksylen wymagają stosunkowo „niewielkich” adsorberów. Etanol wymaga adsorbera o 25 % większego niż octan etylu)</p> <p>Niektóre rozpuszczalniki mogą reagować z aktywnym węglem i powodować ogień. MEK jest jednym z nich, ale istnieją techniki zapobiegania takim reakcjom i umożliwiające bezpieczne odzyskiwanie MEK.</p> <p>Niektóre rozpuszczalniki o niewielkiej lotności mogą na stałe przylegać do aktywnego węgla i szybko zmniejszać jego wydajność adsorpcji, prowadząc do konieczności wcześniejszej wymiany węgla.</p> <p>Aktywny węgiel skutecznie adsorbuje także wodę, co powoduje, że gazy odpadowe o dużej wilgotności nie nadają się.</p> <p>Inwestycja i koszty operacyjne są znacząco wyższe niż w przypadku utleniania. Jest to bardziej zauważalne tam, gdzie ładunek rozpuszczalnika nie przekracza 1000 ton rocznie. Istnieją alternatywy z ruchomymi łożami węglowymi, ale nie są one powszechnie stosowane. Zużycie energii elektrycznej dla głównego wirnika jest wyższe niż w przypadku utleniaczy z powodu wyższego oporu łoż z aktywnego węgla. Wysoka wyporność wraz z niskimi prędkościami powietrza koniecznymi do uniemożliwienia zdmuchiwania aktywnego węgla.</p> <p>Skomplikowane urządzenia wymagają specjalnie przeszkolonego personelu technicznego. Bardzo niezawodne działanie i krótkie okresu przestoju stanowią normę.</p> <p>Wysoki koszt w porównaniu z utlenianiem oraz niska wartość rynkowa odzyskanych rozpuszczalników oznacza konieczność powtórnego użycia rozpuszczalników w tej samej instalacji w celu uzasadnienia tej opcji. Próg rentowności pomiędzy utlenianiem a odzyskiwaniem ewidentnie zależy od ceny odzyskanego rozpuszczalnika i niezbędnych technik. Dla toluenu i ksylenu, odzyskiwanie może być tańsze niż utlenianie przy zużyciu</p>	<p>Należy rozważyć tą metodę jedynie gdy odzyskany rozpuszczalnik można powtórnie wykorzystać w instalacji lub sprzedać po cenie niższej niż „świeżych” rozpuszczalników (sprzedaż odzyskanych rozpuszczalników przynosi nie więcej niż 50% ich pierwotnej ceny). Tam, gdzie zużywa się kilkaset ton toluenu lub ksylenu jako jedyne rozpuszczalnika można poważnie wziąć pod uwagę tą technikę.</p> <p>W przypadku innych rozpuszczalników wyższe roczne ilości są konieczne by ta opcja była opłacalna. Zwłaszcza tam, gdzie stosuje się mieszanki kilku różnych rozpuszczalników, może zaistnieć potrzeba uporania się z licznymi komplikacjami zanim ta technika będzie mogła być skutecznie użyta. Jednakże, istnieją techniczne rozwiązania większości tych problemów. Rezultat końcowy może być zbyt skomplikowany i za drogi.</p>
--	--	---

Technika na końcu rury i opis	Ogólna charakterystyka	Uwagi dotyczące stosowania
	rozpuszczalnika zaczynającym się od 100 t/r. Dla octanu etylu, MEK oraz etanolu, osiągnięcie progu rentowności z utlenianiem jest możliwe przy zużyciu zaczynającym się od około 500 do 1000 ton rocznie. Nie działa w przypadku wysokich stężeń nieorganicznego pyłu	
<p>Adsorpcja polimerowa Gazy odpadowe o niskiej temperaturze przeprowadza się przez ruchome łoże z ziaren specjalnego polimeru. Rozpuszczalnik adsorbuje do polimeru. Nasycony polimer desorbuje się przez podgrzewanie. Ciepło uwalnia rozpuszczalnik z polimeru w tak wysokim stężeniu, że umożliwia ono ich kondensację</p>	<p>Desorpcja przeprowadzana jest za pomocą gorącego powietrza. Stężenia są powyżej wyższego limitu eksplozji w celu zapobieżenia wypadkom. Po kondensacji rozpuszczalnika, złożone techniki mogą okazać się konieczne w celu przygotowania odzyskanych rozpuszczalników do powtórnego użycia. Techniki te zależą od odzyskanego rozpuszczalnika. Ponieważ rozpuszczalniki różnią się ogromnie charakterystyką adsorpcji, ilość potrzebnego polimeru jest w znacznym stopniu determinowana przez rodzaj rozpuszczalnika. Ponieważ polimer jest najbardziej kosztowną częścią urządzenia (10 do 20 razy droższy niż aktywny węgiel). Ta technika nadaje się tylko do niektórych rozpuszczalników. Ponieważ polimery nie adsorbują wody, system może być użyty przy gazach o wysokiej zawartości wilgoci. Również niewymagane jest odwadnianie odzyskanego rozpuszczalnika. Wyposażenie jest bardzo proste. Wirniki o wysokiej pojemności skokowej o niskiej prędkości powietrza są konieczne by zapobiec zdmuchiowaniu polimeru. Możliwe jest wysoce niezawodne działanie z niewielką ilością okresów przestoju Nie działa przy dużych stężeniach nieorganicznego pyłu</p>	<p>Nie są znane żadne przykłady skutecznego zastosowania w gałęziach przemysłu omawianych w niniejszym dokumencie</p>
<p>Inne techniki adsorpcji (Nie uwzględnione w obliczeniach wydajności usuwania)</p>		
<p>Absorpcja olejowa Wydajność usuwania LZO generalnie stosunkowo niska. Stosowany głównie do redukcji emisji związków nieorganicznych lub zapachów</p>		
<p>Absorpcja wodna Istnieje kilka typów. Gazy odpadowe są prowadzone przez kurtynę wody lub wodnej mgiełki. Szczególnie przydatna do usuwania kropelek i pyłu. Konieczne jest oczyszczanie wody odpadowej</p>		<p>LZO rozpuszczalne w wodzie</p>
<p>Kondensacja w temperaturze otoczenia, brak obojętnej suszarki gazu (Nie uwzględnione w obliczeniach wydajności usuwania) Gazy odpadowe są chłodzone do temperatury powyżej punktu zamarzania. Mało lotne rozpuszczalniki kondensują. Jednakże wysoce lotne rozpuszczalniki nie są skutecznie kondensowane</p>	<p>Urządzenia są bardzo proste i niedrogie. Brak informacji o kosztach operacyjnych</p>	<p>Nie są znane żadne przykłady skutecznego zastosowania w gałęziach przemysłu omawianych w niniejszym dokumencie</p>

Technika na końcu rury i opis	Ogólna charakterystyka	Uwagi dotyczące stosowania
<p>Kondensacja z suszarką gazu i gazem obojętnym w zamkniętym systemie suszarki zawierającym obojętny gaz (przeważnie azot) stężeniu rozpuszczalnika pozwala się wzrosnąć do kilkuset gramów na m³. Obojętny gaz prowadzi się przez kondensator gdzie część rozpuszczalników kondensowana jest w temperaturze zbliżonej do pokojowej. Obojętny gaz ze zredukowanym rozpuszczalnikiem jest zwracany do suszarki. Kondensator jest często schładzany ciekłym azotem który jest także potrzebny do uzupełniania systemu suszarki</p>	<p>Takie suszarki są droższe niż suszarki tradycyjne. Koszty operacyjne zależą w dużej mierze od ilości użytego azotu. Azot stosuje się głównie gdy suszarkę należy otworzyć, na przykład w przypadku zmiany zadań. Tam gdzie stosuje się mieszanki rozpuszczalników, skomplikowane techniki mogą być konieczne by uzdatnić odzyskane rozpuszczalniki do powtórnego użycia. Ponieważ suszarka musi być tak zamknięta jak to możliwe, technikę tą można stosować do suszenia substratów które mogą być przepuszczone przez suszarkę bez poważnych przecieków przy wejściu i wyjściu</p>	<p>Ta technika ma zastosowanie jedynie w przypadku gdy nie zachodzi potrzeba otwierania suszarki przez kilka dni z rzędu</p>
<p>Kondensacja chłodnicza: Gaz odpadowy jest chłodzony do temperatury poniżej 0 °C. Pojawia się oblodzenie i konieczne jest okresowe odladzanie. Do tego celu używa się przeważnie dwóch kondensatorów. Próg kondensacji powyżej 0 °C przed instrumentem pomiarowym redukuje zawartość wody w gazie odpadowym</p>	<p>Koszty eksploatacji są wysokie i wzrastają, jeśli konieczna jest niższa temperatura kondensacji.</p>	<p>Głównie do recyklingu droższych rozpuszczalników. Niskie przepływy powietrza przy wysokich stężeniach.</p>
<p>Kondensacja kriogeniczna: Kondensacja przy bardzo niskiej temperaturze zwykle z użyciem ciekłego azotu</p>		<p>Głównie przy odzyskiwaniu droższych rozpuszczalników. Niskie przepływy powietrza z wysokim stężeniem</p>
<p>Oczyszczanie biologiczne</p>		
<p>Oczyszczanie biologiczne (Nie uwzględnione w obliczeniach wydajności usuwania) Gaz odpadowy jest wdmuchiwany przez łożo organicznego materiału w którym LZO są adsorbowane i niszczone (metabolizowane) przez bakterie</p>	<p>Urządzenia są proste i niedrogie, ale wymagają dużo przestrzeni w przypadku dużego przepływu powietrza. Bakterie są łatwo zabijane przez zmiany kompozycji gazu odpadowego lub przez brak pokarmu w sezonie wakacyjnym. Ma to wpływ na wydajność filtra. Brak informacji o kosztach operacyjnych</p>	<p>Strumień gazu odpadowego o niewielkim stężeniu. Komponenty biodegradowalne i najlepiej rozpuszczalne w wodzie. Problemy z woniami</p>

Skuteczność usuwania

Tabela 21.27 i Tabela 21.28 poniżej podają skuteczność usuwania technik utleniania i odzyskiwania rozpuszczalnika za pomocą aktywnego węgla. Dla innych technik, nie było wystarczających danych by stworzyć podobne tabele.

Skuteczność usuwania zależy od:

- zawartości węgla w molekułe rozpuszczalnika
- średniego stężenia wejściowego
- średniego stężenia wyjściowego
- temperatury operacyjnej (zobacz uwagę techniczną poniżej).

Wycieniowane okienka w tabeli pokazują zakres skuteczności usuwania których można oczekiwać z utleniania lub odzyskiwania rozpuszczalnika.

Dolne części okienek odpowiadają dolnym stężeniom wejściowym.

Osiągalne stężenia w gazach odpadowych dla odzyskiwania rozpuszczalnika są nieco wyższe niż w przypadku utleniania. Skuteczność usuwania jest zatem nieco niższa.

Skuteczność utleniania

Skuteczność utleniania LZO jest zależna od trzech parametrów:

- Turbulencji: kompletnego ruchu i mieszanki gazów odpadowych w komorze spalania.
- Czasu: minimalnego czasu w którym gazy odpadowe pozostają w komorze spalarki (typowo 1 sekunda).
- Temperatury: temperatura operacyjna komory spalarki (zwykle w zakresie od 720 do 850 °C).

Punkty (a) i (b) są parametrami ustalonymi przez projektanta. Punkt (c) (temperatura spalarki) jest jedynym parametrem który może dostosować operator. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że wzrośnie zapotrzebowanie energii i wzrosną poziomy NOX wynikające ze zwiększonych temperatur działania podczas prób zwiększania skuteczności usuwania LZO.

Pył nieorganiczny

Te techniki są w różnym stopniu wrażliwe na nieorganiczny pył. Niektóre są bardziej wrażliwe, inne mniej, lub można je zaadaptować. Nieorganiczny pył może wpłynąć na wydajność techniki i lub przepływ gazu (większy opór przepływu powietrza) i ilość wymaganej konserwacji. Dostosowanie do gazów zawierających pył nieorganiczny może mieć wpływ na koszty kapitałowe i operacyjne.

Obliczenia Skuteczność usuwania jest równa 100 % minus procent węgla pozostałego po wyposażeniu redukcyjnym. Procent pozostałego węgla oblicza się poprzez podział 24-godzinne średnie stężenia wyjściowego przez 24-godzinne średnie stężenie wejściowe. Do tego obliczenia, stężenie wejściowe wyrażane jest w g/m³ rozpuszczalnika, przemnożony przez procent zawartości węgla rozpuszczalnika. Stężenie wyjściowe jest wyrażane w mg węgla na m³.

24-godzinne średnie stężenia wyjściowe są oparte na doświadczeniu w instalacjach których dziś dotyczą wielkości limitów emisji na końcu rury. Należy zwrócić uwagę, że w celu upewnienia się o zgodności, że rzeczywiste 24godzinne średnie wyjściowe stężenia są zawsze niższe niż te wielkości limitów emisji na końcu rury.

Należy także zwrócić uwagę, że rzeczywiste stężenia na końcu rury może się zmieniać w ciągu dnia, w zależności od okoliczności produkcji w instalacji

Zawartość węgla

Zawartość węgla w rozpuszczalniku można określić na podstawie formuły chemicznej. Dla uproszczenia, w Tabeli 21.26 podano cztery kategorie do zastosowania w Tabeli 21.27 oraz Tabeli 21.28.

Tabela 21-26 Grupy chemiczne popularnych rozpuszczalników oraz ich zawartość węgla.

Grupa rozpuszczalników	Średnia zawartość węgla (%)	Grupy chemiczne rozpuszczalników
Grupa 1	55,0 %	Alkohole, glikole eteru, glikol, estry eteru
Grupa 2	65,0 %	Estry, etery, ketony
Grupa 3	85 %	Węglowodory
	37,5 %	Metanol

Grupa rozpuszczalników	Średnia zawartość węgla (%)	Grupy chemiczne rozpuszczalników
Grupa 4 Wyjątkowo niska zawartość węgla w porównaniu do innych chemikaliów z tej grupy	48,6 %	Octan metylu

Skuteczność usuwania i BAT

Tabela 1.27 i Tabela 21.28 podają informacje na temat zakresu skuteczności usuwania związanych z utlenianiem i odzyskiwaniem rozpuszczalnika (adsorpcją aktywnym węglem). Tabele te nie implikują, że zgodność z każdą wartością w tych zakresach może być uznana za BAT.

Zakresy emisji osiągalne za pomocą stosowania BAT są podane w częściach dotyczących konkretnych gałęzi przemysłu w Rozdziale 21 niniejszego dokumentu. Te zakresy emisji związane z BAT zawsze stosują się do sumy zarówno emisji na końcu rury jak i emisji niezorganizowanych.

Tam, gdzie zakres emisji związany z BAT wynosi, na przykład 10 % zużycia rozpuszczalnika, a emisje niezorganizowane odpowiadają za 5 % zużycia rozpuszczalnika, skuteczność usuwania urządzeń redukcji musi wynosić ponad 95 %.

Urządzenia redukcji muszą rzecz jasna zostać wybrane w sposób, który zredukuje emisje wystarczająco by uzyskać zakres emisji utożsamiany z BAT a jednocześnie pozostawić miejsce na nieuniknione emisje niezorganizowane.

Skuteczność usuwania i wartości limitów emisji na końcu rury

Dyrektywa o emisjach rozpuszczalników i podobna narodowa legislacja może określać wartości limitów emisji na końcu rury (EoP). Te wartości mogą różnić się dla różnych gałęzi przemysłu. Osiągnięcie dolnej części zakresów skuteczności usuwania podanych w Tabeli 21.27 i Tabeli 21.28 niekoniecznie prowadzi do zgodności z tymi wielkościami limitów emisji (ELV). W rzeczywistości, zgodność z niektórymi szczególnie niskimi wartościami limitów emisji może wymagać skuteczności usuwania wyższych niż najwyższe wartości podane w tabelach. Może to na przykład mieć miejsce tam, gdzie używane są rozpuszczalniki wymienione w Art 5.6 SED (karcinogeny, mutageny lub toksyczne dla rozmnażania).

Tabela 21-27 Skuteczność usuwania w technikach utleniania.

Utlennianie	Skuteczność usuwania	75.0 %	80.0 %	85.0 %	90.0 %	92.5 %	95.0 %	97.5 %	99.0 %	99.5 %	99.9 %
Grupa 1 rozpuszczalniki	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Grupa 2 rozpuszczalniki	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Grupa 3 rozpuszczalniki	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										

Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Metanol	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Octan metylu	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										

Tabela 21-28 Skuteczność usuwania rozpuszczalników przy użyciu węgla aktywnego.

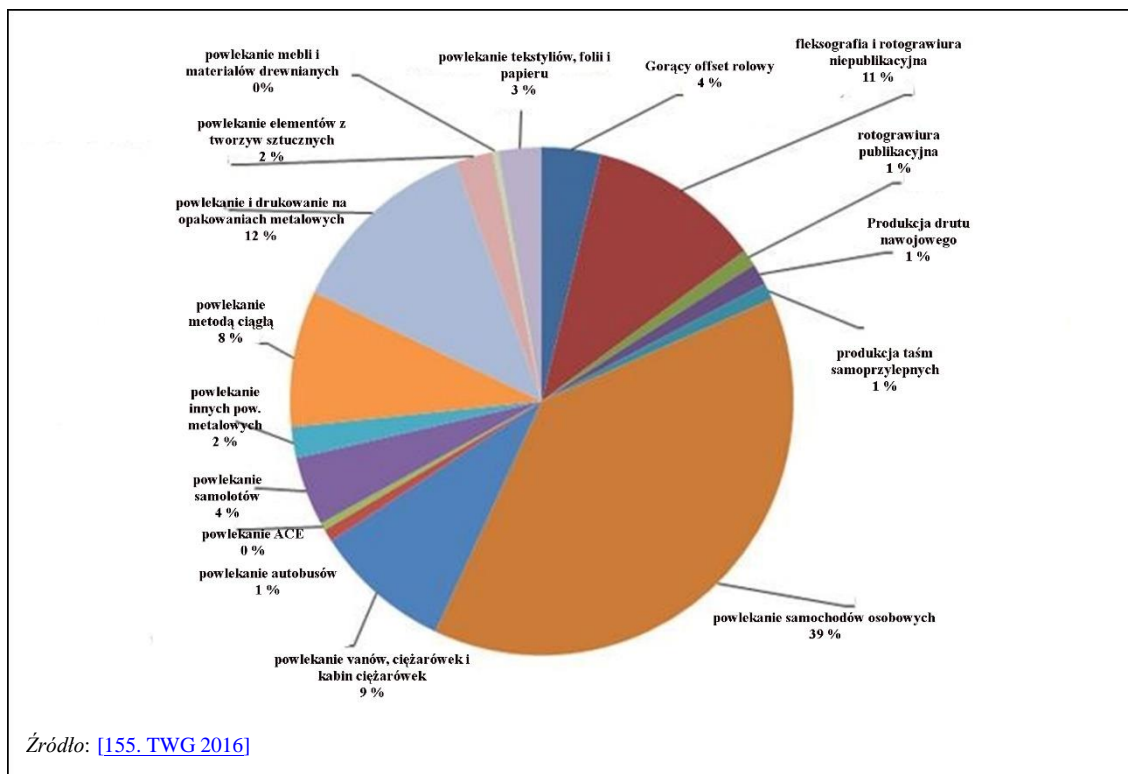
Odzyskiwanie węglem aktywnym	Skuteczność usuwania	75.0 %	80.0 %	85.0 %	90.0 %	92.5 %	95.0 %	97.5 %	99.0 %	99.5 %	99.9 %
Grupa 1 rozpuszczalniki	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Odzyskiwanie węglem aktywnym	Skuteczność usuwania	75.0 %	80.0 %	85.0 %	90.0 %	92.5 %	95.0 %	97.5 %	99.0 %	99.5 %	99.9 %
Grupa 2 rozpuszczalniki	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Odzyskiwanie węglem aktywnym	Skuteczność usuwania	75.0 %	80.0 %	85.0 %	90.0 %	92.5 %	95.0 %	97.5 %	99.0 %	99.5 %	99.9 %
Grupa 3 rozpuszczalniki	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										

Odzyskiwanie węglem aktywnym	Skuteczność usuwania	60.0 %	80.0 %	85.0 %	90.0 %	92.5 %	95.0 %	97.5 %	99.0 %	99.5 %	99.9 %
Metanol	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										
Odzyskiwanie węglem aktywnym	Skuteczność usuwania	60.0 %	80.0 %	85.0 %	90.0 %	92.5 %	95.0 %	97.5 %	99.0 %	99.5 %	99.9 %
Octan metylu	0.5-1.0 g rozpuszczalnika/m ³										
Stężenie wejściowe	1.0-2.0										
	2.0-6.0										
	6.0-12.0										

21.6.1. Skuteczność redukcji emisji zastosowanych technik podana w zbiorze danych STS (2016)

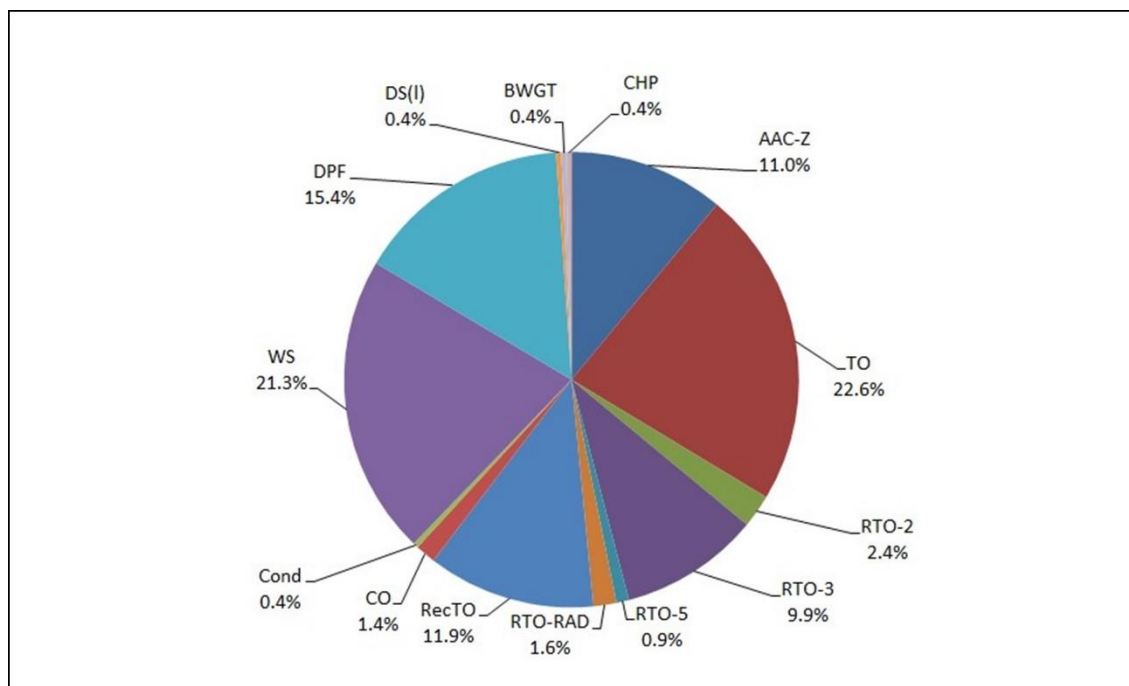
[155. TWG 2016]

Dane dotyczące emisji TVOC w gazach odlotowych zgłoszono w odniesieniu do łącznie 868 punktów emisji. Większość danych dotyczących emisji TVOC w gazach odlotowych zgłoszono w odniesieniu do sektora powlekania pojazdów (powlekanie samochodów osobowych, vanów, ciężarówek i kabin samochodów ciężarowych), co jest związane z dużą liczbą punktów emisji na instalację (zob. Ilustracja 21.14).



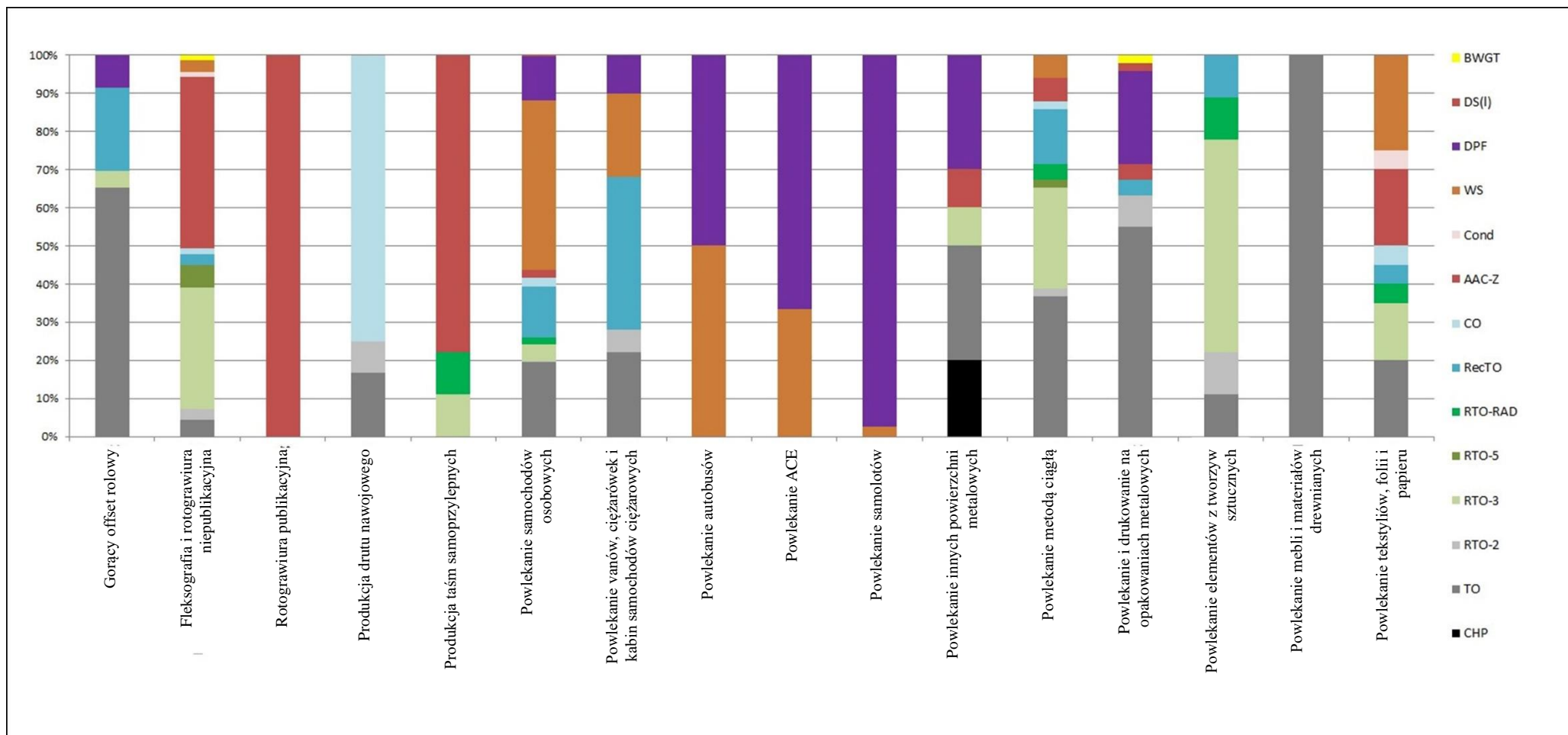
Ilustracja 21-14 Udział punktów emisji zgłaszających zastosowanie techniki ograniczenia emisji LZO, według sektorów, w całkowitej liczbie punktów emisji.

Należy zauważyć, że 22 % całkowitej liczby punktów emisji nie stosuje żadnej techniki redukcji emisji, a dla 10.5 % punktów nie podano informacji o zastosowanej technice ograniczenia. Liczbę punktów emisji stosujących daną technikę jako udział w całkowitej liczbie punktów emisji, w których zastosowano technikę redukcji, przedstawiono na Ilustracji 21.15.



Ilustracja 21-15 Zastosowanie techniki ograniczania emisji jako procent całkowitej liczby punktów emisji.

W niektórych sektorach pewne techniki ograniczania emisji są częściej stosowane. Rozkład stosowanych technik redukcji emisji (w podziale na sektory), wyrażony jako procent całkowitej liczby punktów emisji (dla danego sektora), w których zastosowano daną technikę redukcji emisji, przedstawiono na Ilustracji 21.16.



Ilustracja 21-16 Rozkład stosowanych technik w sektorze STS wyrażony jako procent całkowitej liczby punktów emisji (w sektorze), w których zastosowano technikę ograniczania.

W poniższej tabeli zestawiono zgłoszone wartości skuteczności redukcji emisji dla zastosowanych technik.

Tabela 21-29

Technika	Średnia skuteczność ograniczenia	Liczba danych	Zakres Maks. Min.	Percentyle 75-25	Metoda określenia
Utlenianie termiczne (TO)	96.94	50	99.99-93.93	99.94-96.98	16 R 16 S 8 D 8 C 1 NI
Regeneracyjny dopalacz termiczny - 2-złożowy (RTO-2)	98.36	9	99.6-94.4	99.5-98.0	6 R 2 S 1 NI
Regeneracyjny dopalacz termiczny - 3- lub 5-złożowy (RTO-3/RTO-5)	98.27	25	99.8-87.8	99.4-98.5	8 R 3 S 10 D 1 C 3 NI
Regeneracyjny dopalacz termiczny - bezzaworowy obrotowy rozdzielacz powietrza (RTO-RAD)	93.34	16	99.3-90	97.25-90	3 R 3 S 9 D
Rekuperacyjny dopalacz termiczny (RecTO)	98.31	43	99.9-89.4	99.55-97.85	15 R 17 S 10 D 1 C
Utlenianie katalityczne (CO)	98.33	3	99-97	NA	2R 1S
Adsorpcja na węglu aktywnym lub zeolitach (AAC-Z)	96.89	35	99.9-80	98.92-98	6 R 6 S 23 D
Płukanie na mokro (WS)	79.2	5	96-75	NA	1 S 3 C
Biologiczne oczyszczanie gazów odlotowych (BWGT)	88.65	2	94.3-83	NA	1 C 1 D
Kondensacja	95	1	NA	NA	S
<p>Uwaga: W kolumnie „metoda określenia” podano zgłoszoną metodę obliczania skuteczności redukcji emisji: R: Jednoczesne pomiary gazu nieoczyszczonego i oczyszczonego. S: Jednoczesne pomiary gazu nieoczyszczonego i oczyszczonego wykonane po zainstalowaniu systemu. D: Wartość projektowa. C: Obliczona innymi metodami. Źródło: [155. TWG 2016]</p>					

21.7. Dodatkowe informacje na temat drukowania

[1. INTERGRAF oraz EGF 1999] [78. TWG 2005], chyba że stwierdzono inaczej, [komentarz INTERGRAF #108 w [212. TWG 2018]]

21.7.1. Przemysł poligraficzny w Unii Europejskiej

Przemysł poligraficzny (drukowania) jest dużym przemysłem wytwórczym w Unii Europejskiej. Jest to branża, która obsługuje wszystkie sektory gospodarki, w tym władze publiczne, usługi finansowe, wydawnictwa, sektor detaliczny i przemysł wytwórczy. Jego klientami są zarówno duże instytucje, jak i najmniejsze przedsiębiorstwa.

Zgodnie z danymi Eurostatu, europejski przemysł drukarski (NACE 18.1) w UE-28 składa się z około 120 000 przedsiębiorstw, zatrudniających około 630 000 osób i generujących obroty w wysokości 80 mld EUR. Dane te z jednej strony obejmują wiele rodzajów działalności i instalacji, które są poza zakresem niniejszego dokumentu, a także z drugiej strony mogą nie obejmować niektórych rodzajów działalności w zakresie drukowania opakowań (tj. opakowań giętkich) [komentarz INTERGRAF #108 w [212. TWG 2018]].

Tabela 21-30 Obroty przemysłu poligraficznego, liczba przedsiębiorstw oraz liczba zatrudnionych w krajach europejskich.

2014	Obroty (mln EUR)	Ilość przedsiębiorstw	Liczba zatrudnionych
Austria	1 852.5	854	10 625
Belgia	3 248.0	4 158	13 088
Bułgaria	348.0	1 026	8 570
Chorwacja	537.5	1 399	7 515
Cypr	63.9	250	969
Republika Czeska	1 220.6	7 546	15 145
Dania	1 006.5	771	6 403
Estonia	216.9	357	2 593
Finlandia	1 206.2	887	8 487
Francja	8 787.6	21 320	57 095
Niemcy	18 260.8	11 002	138 748
Grecja	493.8	2 217	6 702
Węgry	890.3	3 198	13 302
Irlandia	640.7	1 014	4 593
Włochy	9 976.9	15 206	62 519
Łotwa	204.0	471	3 439
Litwa	217.2	605	4 162
Luksemburg	111.6	90	699
Malta	159.4	135	1260
Holandia	3 748.4	3 656	20 744
Polska	2 977.4	8 254	35 300
Portugalia	983.4	2 467	14 135
Rumunia	737.1	1 973	15 378
Słowacja	381.7	1 410	5 797
Słowenia	415.2	1 183	3 647
Hiszpania	5 559.5	13 649	48 670

2014	Obroty (mln EUR)	Ilość przedsiębiorstw	Liczba zatrudnionych
Szwecja	2 331.9	2 896	12 933
Wielka Brytania	13 014.9	11 608	106 324
Norwegia	1 128.2	1 036	5 229
Szwajcaria	3 532.8	1 238	20 076
EU-28	79 591.9	119 602	628 842
<i>Źródło:</i> [NACE 18.1, dane Eurostatu i Intergraf 2016, komentarz INTERGRAF #108 w [212. TWG 2018]].			

Tabela 21-31 Ewolucja obrotów branży poligraficznej, liczby firm i liczby zatrudnionych, 2000-2014.

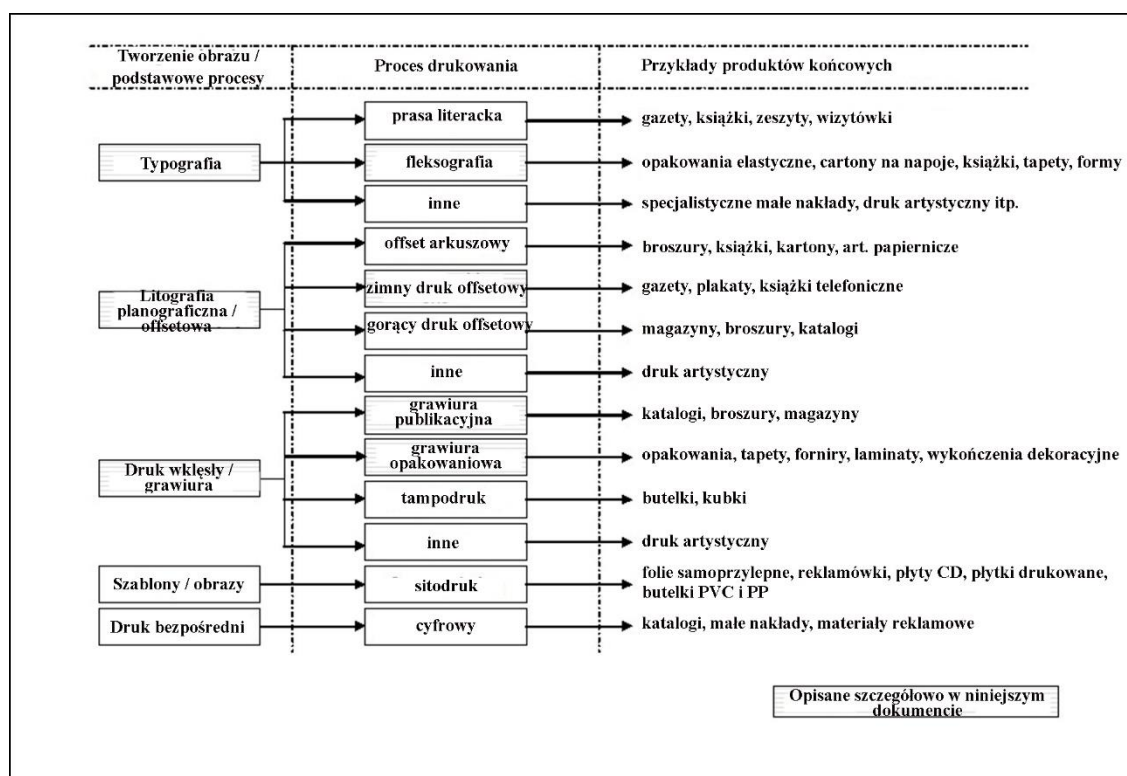
	2000	2004	2010	2011	2012	2013	2014	Zmiana % 2014/2004	Zmiana % 2014/2000
Obroty (mln EUR)	103 866.5	102 123.7	88 004.6	88 076.0	84 936.1	79 439.0	79 592	-22.1%	-23.4%
Ilość przedsiębiorstw	124 971	131 548	122 980	118 782	116 837	118 473	119 602	-9.1%	-4.3%
Liczba zatrudnionych	958 409	885 411	713 655	684 893	652 210	630 692	627 582	-29.1%	-34.5%
<i>Źródło:</i> [dane Eurostatu i Intergrafu 2016, komentarz INTERGRAF #108 w [212. TWG 2018]].									

21.7.2. Procesy drukowania

Oprócz druku na papierze, znaczące są również dodatkowe branże, drukujące na innych podłożach, takich jak tworzywa sztuczne, karton i metal (na temat druku na metalu zob. rozdział 10).

Podczas gdy wiele z produktów wymienionych na Ilustracji 21.17 może być wytwarzanych na tym samym rodzaju maszyn, ekonomia dyktuje, że niektóre z nich muszą być drukowane przy użyciu specjalistycznych urządzeń. Główne procesy mają specyficzne właściwości i związane z nimi koszty, i są stosowane w zależności od wymagań. Czasami do tego samego zlecenia można zastosować więcej niż jeden proces, a niekiedy określona maszyna drukarska może wykorzystywać więcej niż jedną technologię.

Procesy drukowania przekształcają oryginalny tekst i obrazy w obraz na nośniku, a główne rodzaje procesów są nazwane zgodnie z tym, jak ten obraz jest przenoszony. Nośnikiem może być płyta, cylinder lub szablon. Wszystkie nośniki obrazu mają dwie oddzielne powierzchnie - obszar obrazu (drukujący) i obszar bez obrazu (niedrukujący). Obszar obrazu przyjmuje farbę, natomiast obszar bez obrazu nie przyjmuje i nie zatrzymuje żadnej farby.



Ilustracja 21-17 Przegląd głównych procesów drukowania.

Druk wypukły (typografia). Wykorzystuje on powierzchnię drukującą, która jest wypukła, tzn. uniesiona ponad powierzchnię niedrukującą. Przykładami tego procesu są Letterpress (prasa literacka) i fleksografia. Druk fleksograficzny może być stosowany w instalacjach wystarczająco dużych, aby przekroczyć kryteria określone w załączniku IED (6.7), ale często przy tych rozmiarach jest on stosowany wraz z wklęsłodrukiem opakowaniowym, laminowaniem i lakierowaniem.

Druk offsetowy

Obraz i obszary bez obrazu znajdują się w tej samej płaszczyźnie na płycie, która może być metalowa, plastikowa lub papierowa (technika znana jako litografia, zwykle skracana do „litho”).

Ponieważ płyty offsetowe nie wytrzymują ciągłego ścierania w kontakcie z podłożem drukarskim przy długich seriach druku, obraz jest nakładany lub „przesuwany” na bardziej miękkim półprodukcie, który przenosi obraz na podłoże. Ten rodzaj druku jest znany jako „offset” i jest najczęściej stosowanym procesem.

Podłoże może być podawane w postaci rolki lub wstęgi, znanej jako „wstęga”, lub w postaci arkuszy („wstęga arkuszowa”). „Heatset” i „coldset” odnoszą się do techniki stosowanej do suszenia farby drukarskiej. Technika gorącego offsetu rolowego może być stosowana w instalacjach wystarczająco dużych, aby przekroczyć kryteria określone w załączniku I do Dyrektywy IED (6.7).

Grawiura

Jest to najbardziej znany z procesów druku wklęsłego, inne to miedzioryt i tłoczenie. W tym przypadku obszary druku są małymi wgłębieniami wpisanymi na cylindrze poniżej obszarów niedrukujących. Wgłębienia te wypełnia się farbą drukarską, nadmiar farby jest usuwany, a podłoże dociska się do cylindra drukarskiego. Wklęsłodruk publikacyjny i wklęsłodruk opakowaniowy mogą pracować w instalacjach wystarczająco dużych, aby przekroczyć kryteria określone w załączniku I do Dyrektywy IED (6.7).

Stencil (szablon)

Sitodruk jest przykładem druku szablonowego, w którym obszary drukujące i niedrukujące są nanoszone na ekran. Obszary niedrukujące są tworzone przez blokowanie części sita, podczas gdy farba jest włączana przez części niezablokowane na podłożu.

Digital (drukowanie cyfrowe)

W ten sposób powstaje obraz bezpośrednio na podłożu, z informacji cyfrowej, bez tworzenia pośredniego obrazu trwałego.

Biznesowa strona procesów

Podczas gdy wiele firm zajmuje się również tworzeniem obrazu i wszystkimi procesami poprzedzającymi druk, a także oprawą i wykończeniem, wiele firm istnieje wyłącznie w celu wykonywania tych konkretnych operacji. Podobnie, wiele tysięcy firm komercyjnych, takich jak banki, wykonuje swoje własne wydruki we własnym zakresie.

21.7.3. Materiały drukowane

21.7.3.1. Gazety, dzienniki

Praktycznie wszystkie gazety są drukowane metodą zimnego offsetu. Typowa lokalna drukarnia może mieć jedną lub dwie maszyny z czterema zespołami na każdej z nich, ale większe, specjalistyczne drukarnie drukujące gazety ogólnokrajowe mogą mieć nawet 10 maszyn. Maszyny coldsetowe z węższą wstęgą są również używane do produkcji ulotek reklamowych, książek w twardej oprawie i książek telefonicznych.

W niektórych krajach można jeszcze spotkać starsze maszyny typograficzne, ale w ciągu ostatnich 20 lat ich zastosowanie gwałtownie zmalało. Tylko nieliczne przestawiły się ostatnio na fleksografię. Jeśli drukarnie gazetowe przechodzą na fleksografię, to jest to zawsze fleksografia na bazie wody.

21.7.3.2. Magazyny i katalogi

Czasopisma o nakładzie powyżej 10 000 egzemplarzy są zazwyczaj drukowane w technice gorącego offsetu rolowego, chociaż krótsze nakłady są drukowane w technice offsetu arkuszowego. Gorący offset rolowy jest również używany do drukowania broszur turystycznych, katalogów wysyłkowych i materiałów reklamowych do wkładania do gazet i czasopism. Jest on również wykorzystywany do druku niektórych kolorowych książek.

Czasopisma o bardzo dużych nakładach i podobne publikacje drukowane są najczęściej techniką wkłęsłodruku, gdzie dodatkowe koszty wykonania cylindra wkłęsłego w stosunku do kosztów wykonania płyty offsetowej są możliwe do zaakceptowania. Ze względu na wysoki poziom inwestycji i dużą wydajność, procesy te są z reguły stosowane w dużych przedsiębiorstwach.

Wkłęsłodruk (grawiura) cieszy się opinią materiału, na którym można drukować na stosunkowo słabych podłożach papierowych, a mimo to uzyskać dobry, bogaty w kolory wydruk. Z kolei w przypadku gorącego offsetu rolowego do osiągnięcia tej samej jakości potrzebny jest dobry papier powlekany lub niepowlekany. Niektóre firmy posiadają zarówno grawiurę, jak i maszyny do gorącego offsetu rolowego, aby drukować czasopisma o różnej wielkości nakładu.

21.7.3.3. Książki

Większość kolorowych i czarno-białych książek o małych nakładach jest drukowana w technice offsetu arkuszowego, natomiast książki jednokolorowe o dużych nakładach, takie jak np.

paperbacki, są drukowane na wstędze, zazwyczaj w technice zimnego offsetu, ale czasami w technice typograficznej. Zazwyczaj drukowane są jednorazowo sekcje po 8, 16 lub 32 strony, a następnie oprawiane w książkę.

Kilkaset firm w każdym kraju jest w stanie drukować książki krótkoseryjne metodą offsetu arkuszowego, do oprawy we własnym zakresie lub poza zakładem. Długoterminowe prace mogłyby być wykonywane tylko przez kilku specjalistów.

Istnieje bardzo niewielka liczba wyspecjalizowanych pras z taśmą ciągłą, które drukują całą książkę w jednej operacji, a nie w kilku oddzielnych częściach. Zazwyczaj drukują one metodą typograficzną przy użyciu elastycznych płyt. Produkcja książek i broszur o małych nakładach jest głównie działalnością lokalną, ale prace o dużych nakładach są otwarte na konkurencję krajową i międzynarodową.

21.7.3.4. Druk ogólny

Istnieje ogromna różnorodność prac drukarskich znanych jako ogólne lub komercyjne, które obejmują literaturę reklamową, raporty i sprawozdania finansowe firm, kartki okolicznościowe, kalendarze, broszury, ulotki, plakaty i tym podobne, drukowane metodą offsetu arkuszowego.

21.7.3.5. Druk zabezpieczony

Ogólna kategoria druków zabezpieczonych obejmuje dużą liczbę produktów, od banknotów, paszportów, znaczków, czeków, biletów i kuponów do tych, które opierają się na bezpieczeństwie informacji, takich jak raporty i sprawozdania finansowe firm, miejskie dokumenty finansowe i dokumenty egzaminacyjne. Wymaga to szerokiej gamy procesów, z których niektóre są specyficzne tylko dla druku zabezpieczającego.

21.7.3.6. Etykiety

Istnieją zasadniczo dwa rodzaje etykiet, tj. etykiety mokre i etykiety samoprzylepne na rolce. Te pierwsze są zazwyczaj drukowane w konwencjonalnym offsecie arkuszowym, a następnie gilotynowane w celu późniejszego przyklejenia i owinięcia wokół puszek i butelek. Etykiety samoprzylepne drukowane są na wstędze składającej się z kilku warstw, w tym papieru podkładowego, kleju i warstwy wierzchniej, która jest zadrukowywana i przycinana do pożądanego kształtu.

Druk etykiet samoprzylepnych na rolce jest wysoce specjalistyczną operacją i urządzenia są wykorzystywane wyłącznie do tego celu. Prasy mogą być rotacyjne, typograficzne, fleksograficzne lub offsetowe (na bazie wody lub bez wody), a także mogą obejmować sitodruk i foliowanie. Pojedyncza prasa może wykorzystywać kilka procesów.

21.7.3.7. Formy biznesowe

Druk formularzy biznesowych jest również wysoce wyspecjalizowany, chociaż rynek ten szybko się kurczy ze względu na coraz większe możliwości informatyczne. Można go podzielić na dwa obszary: formularze ciągłe i zestawy formularzy ciętych, które zazwyczaj mają format A4. Zestawy formularzy biznesowych mogą być drukowane w formie arkuszy, następnie zestawiane w zestawy i sklepane poprzez wklejanie w jedną krawędź grubego bloku wielu zestawów, w celu późniejszego rozdzielenia przez użytkownika.

21.7.3.8. Opakowania z papieru i tektury

Opakowania z papieru i tektury występują w trzech głównych formach: opakowania papierowe, takie jak torby papierowe, oraz kartony wykonane z tektury litej lub falistej. Jest to bardzo duży rynek, mniej więcej tego samego rzędu wielkości co rynek gazet, książek i druków zabezpieczonych.

Tanie torby papierowe często drukowane są metodą fleksograficzną, przy użyciu farb na bazie wody.

Istnieje wiele rynków: opakowania na żywność i napoje oraz farmaceutyki są największe. W przypadku opakowań na żywność, druk odbywa się często przy użyciu farb UV, aby zapewnić całkowite wyschnięcie (utwardzenie) i zapobiec wymywaniu farby do żywności.

Kartony z tektury litej drukowane są metodą offsetu arkuszowego na dużych, wielokolorowych maszynach, z zachowaniem wysokiej jakości i dokładności. Tektura falista jest zazwyczaj drukowana w technologii fleksografii arkuszowej na bazie wody.

W przypadku dłuższych nakładów druk może odbywać się metodą offsetu rolowego, fleksografii lub wkłęsłodruku. Wkłęsłodruk jest stosowany, gdy wymagana jest wysoka jakość, na przykład w przypadku paczek papierosów.

21.7.3.9. Produkty wymagające grubych warstw tuszu

Sitodruk wytwarza charakterystyczną grubszą warstwę i dlatego jest stosowany do wielu różnych produktów np.:

- do dużych efektów wizualnych, takich jak reklamy w punktach sprzedaży, plakaty, naklejki na samochody;
- butelek z PVC, poliwęglanu lub PET;
- płyt CD, DVD;
- drukowania wzorów na papierze w celu przeniesienia ich na koszulki za pomocą ciepła;
- niektórych specjalistycznych okładzin ściennych (tapet);
- grubych powłok potrzebnych do produkcji kart do loterii typu „zdrapka”;
- pasków magnetycznych na biletach kolejowych i kartach kredytowych;
- środków wytrawiających w produkcji płytek drukowanych (więcej informacji można znaleźć w STM BREF [\[23. COM 2006\]](#));
- tekstyliów.

Podłoża zadrukowywane w technice sitodruku stanowią około 40 % druku na foliach samoprzylepnych, 20 % druku na tworzywach sztucznych (w tym na sztywnych tworzywach sztucznych) i 20 % druku na kartonie. Proces ten jest również w znacznym stopniu wykorzystywany do drukowania na tekstyliach i metalach. Nakłady są zazwyczaj bardzo małe, przy czym dwie trzecie wszystkich zamówień nie przekracza 1 000 egzemplarzy.

21.7.3.10. Tapety, papier dekoracyjny i folie na bazie papieru dla przemysłu meblarskiego i laminacyjnego

Do drukowania okładzin ściennych stosuje się różne procesy, przy czym wkłęsłodruk (podobny do wkłęsłodruku na opakowaniach) i fleksografia w dużej mierze zastąpiły offset. Wiele produktów jest również tłoczonych i dość często można zobaczyć kombinacje wszystkich trzech procesów zastosowanych na tej samej rolce tapety.

Wiele drukarni stosuje ten sam asortyment farb do drukowania zarówno na papierze powlekanym winylem, jak i zwykłym, zarówno metodą wklęsłodruku, jak i fleksografii.

21.7.3.11. Koperty

Koperty mogą być zadrukowane wewnątrz metodą fleksograficzną, a na zewnątrz przy użyciu farb wodnych lub rozpuszczalnikowych. Drukowanie, klejenie i sztancowanie mogą odbywać się w tym samym czasie z rolki. Alternatywnie, koperty mogą być „wstępnie zadrukowane” metodą offsetową, a zadrukowane arkusze lub zadrukowane zwoje są wykrawane po wydrukowaniu. Dodatkowo gotowa koperta może być zadrukowana na zewnątrz metodą offsetu arkuszowego przy użyciu farb konwencjonalnych lub schnących UV.

SŁOWNIK TERMINÓW

Niniejszy słownik terminów ma na celu ułatwienie zrozumienia informacji zawartych w dokumencie. Definicje terminów tutaj podane nie są definicjami prawnymi (nawet jeśli niektóre z nich mogą pokrywać się z definicjami podanymi w prawodawstwie europejskim). Mają one pomóc czytelnikowi zrozumieć niektóre kluczowe terminy w kontekście ich stosowania w konkretnym sektorze objętym niniejszym dokumentem.

Słownik terminów został podzielony na następujące sekcje:

- I. Krajowe kody ISO
- II. Jednostki monetarne
- III. Prefiksy, separatory numeryczne oraz adnotacje
- IV. Jednostki pomiarowe
- V. Pierwiastki chemiczne
- VI. Związki chemiczne powszechnie stosowane w niniejszym dokumencie
- VII. Akronimy
- VIII. Definicje

I. Krajowe kody ISO

Kod ISO	Państwo
<i>Państwa członkowskie (*)</i>	
AT	Austria
BE	Belgia
BG	Bułgaria
CZ	Czechy
CY	Cypr
DE	Niemcy
DK	Dania
EE	Estonia
EL	Grecja
ES	Hiszpania
FI	Finlandia
FR	Francja
HR	Chorwacja
HU	Węgry
IE	Irlandia
IT	Włochy
LT	Litwa
LU	Luksemburg
LV	Łotwa
MT	Malta
NL	Holandia
PL	Polska
PT	Portugalia
RO	Rumunia
SE	Szwecja
SI	Słowenia
SK	Słowacja
<i>Państwa niebędące członkami UE</i>	
CH	Szwajcaria
NO	Norwegia
UK	Wielka Brytania
(*) Kolejność protokolarna państw członkowskich opiera się na porządku alfabetycznym ich nazw geograficznych w języku(-ach) oryginalnym(-ych).	

II. Jednostki monetarne

Kod ⁽¹⁾	Państwo/terytorium	Jednostka monetarna
<i>Waluty państw członkowskich</i>		
EUR	Strefa euro ⁽²⁾	euro
<i>Inne waluty</i>		
USD	USA	Dolar amerykański
(1) Kod ISO 4217.		
(2) Obejmuje Austrię, Belgię, Cypr, Estonię, Finlandię, Francję, Grecję, Hiszpanię, Irlandię, Litwę, Luksemburg, Łotwę, Maltę, Holandię, Niemcy, Portugalię, Słowację, Słowenię oraz Włochy.		

III. Prefiksy, separatory numeryczne oraz adnotacje

Liczby w niniejszym dokumencie zapisywane są z użyciem znaku „,” jako separatora dziesiętnego i spacji jako separatora tysięcy.

Symbol ~ (około) jest zapisem używanym do wskazania przybliżenia.

Poniższa tabela zawiera często używane prefiksy:

Symbol	Prefiks	10^n	Słownie	Zapis
G	giga	10^9	miliard	1 000 000 000
M	mega	10^6	milion	1 000 000
k	kilo	10^3	tysiąc	1 000
-----	-----	1	jeden	1
d	deci	10^{-1}	część dziesiąta	0.1
c	centi	10^{-2}	część setna	0.01
m	mili	10^{-3}	część tysięczna	0.001
μ	micro	10^{-6}	część milionowa	0.000 001

IV. Jednostki pomiarowe

Symbol jednostki	Nazwa jednostki	Wielkość fizyczna (jej symbol)	Przeliczanie oraz komentarz
A	amper	natężenie prądu (I)	
kWh	kilowatogodzina	energia elektryczna	
atm	atmosfera	ciśnienie (P)	1 atm = 101 325 N/m ²
bar	bar	ciśnienie (P)	1.013 bar = 100 kPa = 1 atm
°C	stopnie Celsjusza	temperatura (T) różnica temperatur (ΔT)	
d	dzień/doba	czas	
g	gram	waga	
h	godzina	czas	
Hz	herc	częstotliwość (f)	
J	dżul	energia	
K	Kelvin	temperatura (T) różnica temperatur (ΔT)	0 °C = 273.15 K
kcal	kilokaloria	energia	1 kcal = 4.1868 kJ
kg	kilogram	waga	
kJ	kilodżul	energia	
kPa	kilopaskal	ciśnienie	
kWh	kilowatogodzina	energia	1 kWh = 3 600 kJ
l	litr	objętość	
m	metr	długość	
m ²	metr kwadratowy	obszar	
m ³	metr sześcienny	objętość	
mg	miligram	waga	1 mg = 10 ⁻³ g
mm	milimetr	długość	1 mm = 10 ⁻³ m
min	minuta	czas	
MW _e	megawat mocy elektrycznej	energia elektryczna	
MW _{th}	megawat mocy cieplnej	energia termiczna, ogrzewanie	
nm	nanometr	długość	1 nm = 10 ⁻⁹ m
Nm ³	metr sześcienny w warunkach normalnych	objętość	przy 101.325 kPa, 273.15 K
OU _E	europejska jednostka odorowa	odory	
Pa	paskal	ciśnienie	1 Pa = 1 N/m ²
ppb	liczba części na miliard	skład mieszanin	1 ppb = 10 ⁻⁹
ppm	liczba części na milion	skład mieszanin	1 ppm = 10 ⁻⁶
ppmw	liczba części na milion wagowo	Skład mieszanin	
ppmv	liczba części na milion objętościowo	skład mieszanin	
rpm RPM	obroty na minutę	prędkość obrotowa, częstotliwość	
s	sekunda	czas	
t	tona metryczna	waga	1 t = 1 000 kg lub 10 ⁶ g
t/d	tony na dobę	przepływ masy, zużycie materiałów	
t/rok	tony rocznie	przepływ masy, zużycie materiałów	
V	wolt	napięcie (V) potencjał elektryczny	
vol-% % v/v	ułamek objętościowy	skład mieszanin	
wt-% % w/w	ułamek masowy	skład mieszanin	
W	wat	moc	1 W = 1 J/s
yr	rok	czas	
μm	mikrometr	długość	1 μm = 10 ⁻⁶ m

V. Pierwiastki chemiczne

Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa
Ac	Aktyn	Mn	Mangan
Ag	Srebro	Mo	Molibden
Ds.	Aluminium (glin)	N	Azot
Am	Ameryk	Na	Sód
Ar	Argon	Nb	Niob
As	Arsen	Nd	Neodym
At	Astat	Ne	Neon
Au	Złoto	Ni	Nikiel
B	Bor	No	Nobel
Ba	Bar	Ds.	Neptun
Be	Beryl	O	Tlen
Bi	Bizmut	Os	Osm
Bk	Berkel	P	Fosfor
Br	Brom	Pa	Protactinium
C	Węgiel	Pb	Ółów
Ca	Wapń	Pd	Pallad
Cd	Kadm	Pm	Promet
Ce	Cer	Po	Polon
Cf	Kaliforn	Pr	Prazeodym
Cl	Chlor	Pt	Platyna
Cm	Kiur	Pu	Pluton
Co	Kobalt	Ra	Rad
Cr	Chrom	Rb	Rubid
Cs	Cez	Re	Ren
Cu	Miedź	Rf	Rutherford
Dy	Dysproz	Rh	Rod
Er	Erb	Rn	Radon
Es	Einstein	Ru	Ruten
Eu	Europ	S	Siarka
F	Fluor	Sb	Antymon
Fe	Żelazo	Sc	Skand
Fm	Ferm	Se	Selen
Fr	Frans	Si	Krzem
Ga	Gal	Sm	Samar
Gd	Gadolin	Sn	Cyna
Ge	German	Sr	Stront
H	Wodór	Ta	Tantal
He	Hel	Tb	Terb
Hf	Hafn	Tc	Technet
Hg	Rtęć	Te	Tellur
Ho	Holm	Th	Tor
I	Jod	Ti	Tytan
In	Ind	Tl	Tal
Ir	Iryd	Tm	Tul
K	Potas	U	Uran
Kr	Krypton	V	Wanad
La	Lantan	W	Wolfram
Li	Lit	Xe	Ksenon
Lr	Lorens	Y	Itr
Lu	Lutet	Yb	Iterb
Md	Mendelew	Zn	Cynk
Mg	Magnez	Zr	Cyrkon

VI. Formuły chemiczne powszechnie stosowane w niniejszym dokumencie

Formuła chemiczna	Nazwa (objaśnienie)
C ₆ H ₆	Benzen
CO	Tlenek węgla
CO ₂	Dwutlenek węgla
F ⁻	Jon fluorkowy
HCl	Chlorowodór (kwas solny)
HF	Fluorowodór
NH ₃	Amoniak
NO	Tlenek azotu
NO ₂	Dwutlenek azotu
NO _x	Tlenki azotu, suma tlenku azotu (NO) oraz dwutlenku azotu (NO ₂), wyrażona jako NO ₂
SO ₂	Dwutlenek siarki

VII. Akronimy

Akronim (skrót)	Pełna nazwa
AAC-Z	<i>Adsorption to activated carbon or zeolite</i> – Adsorpcja na węglu aktywnym lub zeolicie
ACE	<i>Agricultural and construction equipment</i> – Sprzęt rolniczy i budowlany
ACEA	<i>European Automobile Manufacturers' Association</i> – Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów
ADEME	<i>Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie</i> – Agencja Ochrony Środowiska i Zarządzania Energią
AFERA	<i>European Adhesive Tape Association</i> – Europejskie Stowarzyszenie Producentów Taśm Samoprzylepnych
AOX	<i>Adsorbable organically bound halogens</i> – Adsorbowalne związki chloroorganiczne
ASD	<i>AeroSpace and Defence Industries Association of Europe</i> – Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Lotniczego i Obronnego
BAT	<i>Best Available Techniques</i> – Najlepsze dostępne techniki
BAT-AEL	<i>Best Available Techniques – associated emission level</i> - Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami
BAT-AEPL	<i>Best Available Techniques – associated performance emission level</i> – Najlepsze dostępne techniki – związany z nimi poziom emisji
BATIS	<i>Best Available Techniques Information System</i> – System Informacji o Najlepszych Dostępnych Technikach
BOD (BZT)	<i>Biochemical oxygen demand</i> – Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (biochemiczne zapotrzebowanie tlenu)
BPR	<i>Biocidal Product Regulation</i> – Rozporządzenie w Sprawie Produktów Biobójczych (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 528/2012 z dnia 22 maja 2012 r. w sprawie udostępniania na rynku i stosowania produktów biobójczych).
BREF	<i>BAT reference document</i> – Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (dokument referencyjny BAT)
BTEX	<i>Benzene, toluene, ethylbenzene, xylene</i> – Benzen, toluen, etylobenzen, ksylen
BWGT	<i>Biological off-gas treatment</i> – Biologiczne przetwarzanie gazów odlotowych
CAD	<i>Computer-aided design</i> – Projektowanie wspomagane komputerowo
CAPEX	<i>Capital expenditure</i> – Wydatki kapitałowe
CBN	<i>Cubic boron nitride</i> – Sześcienny azotek boru
CCHP	<i>Combined cooling, heating and power generation</i> - skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu (trójgeneracja)
CDC (KTL)	<i>Cathodic dip coating</i> – Katodowe powlekanie zanurzeniowe
CEPIC	<i>Conseil Européen de l'Industrie Chimique, European Chemical Industry Council</i> – Europejska Rada Przemysłu Chemicznego
CEI-BOIS	<i>The European Confederation of Woodworking Industries</i> – Europejska Konfederacja Przemysłu Drzewnego
CEN	<i>Comité Européen de Normalisation, European Committee for Standardisation</i> – Europejski Komitet Normalizacyjny
CENELEC	<i>European Committee for Electrotechnical Standardization</i> - Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki
CEPE	<i>European Council of the Paint, Printing Ink and Artists' Colours Industry</i> – Europejska Rada Producentów i Importerów Lakierów, Farb Drukarskich i Artystycznych
CESA	<i>Community of European Shipyards Associations</i> – Wspólnota Europejskich Stowarzyszeń Stoczniowych
CFRP	<i>Carbon-fibre-reinforced plastic</i> – Tworzywo sztuczne wzmocnione włóknem węglowym
CHP	<i>Combined heat and power (cogeneration)</i> – Kogeneracja (skojarzona gospodarka energetyczna)

CITEPA	<i>Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, Interprofessional Technical Centre for Studies on Air Pollution – Międzybranżowy Ośrodek Badań Technicznych nad Zanieczyszczeniem Powietrza</i>
CLRTAP	<i>Convention on Long-range Transboundary Air Pollution – Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości</i>
CMR	<i>Carcinogenic, mutagenic, reprotoxic – Rakotwórcze, mutagenne, działające szkodliwie na rozrodczość</i>
CO	<i>Catalytic oxidation – Utlenianie katalityczne</i>
COD (ChZT)	<i>Chemical oxygen demand – Chemiczne zapotrzebowanie tlenu</i>
COM	<i>European Commission – Komisja Europejska</i>
CRS	<i>Cold-rolled steel – Stal walcowana na zimno</i>
CWM	<i>Chemical wood modification - Chemiczna modyfikacja drewna</i>
DEFRA (UK DEFRA)	<i>Department for Environment, Food & Rural Affairs (UK) – Departament Środowiska, Żywności i Spraw Wiejskich (Wielka Brytania)</i>
DEHP	<i>Bis(2-ethylhexyl) phthalate – Ftalan dwu-2-etyloheksylu</i>
DFIU	<i>Deutsch-Franzosisches Institut für Umweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement – Francusko-Niemiecki Instytut Badań nad Środowiskiem</i>
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung, German National Organisation for Standardisation – Niemiecka Krajowa Organizacja Normalizacyjna</i>
DMF	<i>N,N-dimethylformamide – Dimetyloformamid</i>
DPF	<i>Dry particle filter – Suchy filtr cząstek stałych</i>
DS(l)	<i>Dry scrubbing with limestone – Oczyszczanie na sucho z użyciem wapienia</i>
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency – Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego</i>
EB	<i>Electron beam – Wiązka elektronów</i>
ECCA	<i>European Coil Coating Association – Europejskie Stowarzyszenie Operatorów Kablowych</i>
ECCS	<i>Electrolytic chromium-coated steel - Stal elektrolityczna powlekana chromem</i>
ECHA	<i>European Chemicals Agency – Europejska Agencja Chemikaliów</i>
ECN	<i>European Competition Network – Europejska Sieć Konkurencji</i>
EDTA	<i>Ethylene diamine tetra acetic acid – Kwas wersenowy (kwas etylenodiaminotetraoctowy, kwas etylenodinitrylotetraoctowy)</i>
EEA	<i>European Environment Agency – Europejska Agencja Środowiska</i>
EEB	<i>European Environmental Bureau – Europejskie Biuro Ochrony Środowiska</i>
EF	<i>Emission factors – Współczynniki emisji</i>
EGF	<i>European Graphical Federation – Europejska Federacja Graficzna</i>
EIPPCB	<i>European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau – Europejskie Centrum Zintegrowanego Zapobiegania i Kontroli Zanieczyszczeń</i>
ELV	<i>Emission limit value – Dopuszczalna wartość emisji (graniczna wielkość emisji)</i>
EMAS	<i>Eco-Management and Audit Scheme – System ek zarzadzania i audytu (rozporządzenie Rady (WE) nr 1221/2009)</i>
EMS	<i>Environmental management system – System zarządzania środowiskowego</i>
EN	<i>European Norming (EN standards) – Norma europejska (norma EN)</i>
EOE	<i>Easy-open ends – Łatwo otwieralne końcówki</i>
EPA (US EPA)	<i>Environmental Protection Agency – Agencja Ochrony Środowiska USA</i>
EPDM	<i>Ethylene-propylene-diene monomer – Monomer etylenowo-propylenowo-dienowy</i>
EPF	<i>European Panel Federation – Europejska Federacja Producentów Paneli</i>
E-PRTR	<i>European Pollutant Release and Transfer Register – Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (europejski PRTR)</i>
EQS	<i>Environmental quality standard – Norma jakości środowiska</i>
ERA	<i>European Rotogravure Association – Europejskie Stowarzyszenie Wklesłodruku</i>
ESA	<i>Electrostatic assistance – wspomaganie elektrostatyczne</i>

ESIG	<i>European Solvents Industry Group</i> – Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Rozpuszczalników
ESP	<i>Electrostatic precipitator</i> – Filtr elektrostatyczny (elektrofiltr)
ESTA	<i>Electrostatic application</i> - Nanoszenie elektrostatyczne (nanoszenie metodą elektrostatyczną)
ESVOC lub ESVOCCG	<i>European Solvents Volatile Organic Compounds Co-Ordination Group</i> – Europejska grupa ds. koordynacji działań dotyczących rozpuszczalników zawierających lotne związki organiczne (LZO)
EU (UE)	Unia Europejska
EU-15 (UE-15)	Państwa członkowskie Unii Europejskiej przed 1 maja 2004 r.
EU-25 (UE-25)	Państwa członkowskie Unii Europejskiej od 1 maja 2004 r. do 31 grudnia 2006 r.
EU-27 (UE-27)	Państwa członkowskie Unii Europejskiej od 1 stycznia 2007 r. do 30 czerwca 2013 r.
EU-28 (UE-28)	Państwa członkowskie Unii Europejskiej od 1 lipca 2013 r. do 31 stycznia 2020 r.
EURATEX	<i>European Apparel and Textile Confederation</i> – Europejska Organizacja ds. Odzieży i Wyrobów Tekstylnych
EUROPACABLE	Stowarzyszenie założone w 1991 roku i zrzeszające największych europejskich producentów kabli i przewodów.
EVA	<i>Ethylene vinyl acetate</i> – Kopolimer etylenu i octanu winylu
EVABAT	<i>Economically Viable Application of Best Available Techniques</i> – Ekonomicznie Uzasadnione Zastosowanie Najlepszych Dostępnych Technik
EWPM	<i>European Wood Preservative Manufacturers Group</i> – Europejska Grupa Producentów Środków do Konserwacji Drewna
EWVG	<i>Europacable Winding Wire Group</i> – Europejska Grupa Producentów Przewodów Nawijanych
FEDUSTRIA	<i>Belgian Federation of the textile, wood and furniture industries</i> – Belgijska Federacja Przemysłu Tekstylnego, Drzewnego i Meblarskiego
FEPA	<i>Federation of European Producers of Abrasives</i> – Federacja Europejskich Producentów Materiałów Ściernych
FID	<i>Flame ionisation detector/detection</i> – Detektor płomieniowo-jonizacyjny (detekcja płomieniowo-jonizacyjna)
FM	<i>Filter mat</i> – Mata filtracyjna
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> - Analiza przyczyn i skutków wad
FPE	<i>Flexible Packaging Europe</i> - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Opakowań Elastycznych
FRP	<i>Fibre-reinforced plastics</i> – Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem
GDP (PKB)	<i>Gross domestic product</i> – Produkt krajowy brutto
GEPVP	<i>Groupement Europeen des Producteurs de Verre Plat</i> – Europejskie Stowarzyszenie Producentów Szyb
GHS	<i>Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals</i> - Globalnie Zharmonizowany System Klasyfikacji i Oznakowania Chemikaliów
GRT	<i>Gross registered tonnes</i> – Pojemność rejestrowa brutto
GT	<i>Gross tonnes</i> – Tona brutto
GWP	<i>Global warming potential</i> – Współczynnik globalnego ocieplenia
HBS	<i>High-boiling solvents</i> – Rozpuszczalniki wrzące w wysokiej temperaturze
HDF	<i>High-density fibre</i> – Włókno o dużej gęstości
HDG	<i>Hot-dip galvanising</i> – Cynkowanie na gorąco (cynkowanie ogniowe)
HF	<i>High frequency</i> – Wysoka częstotliwość
HP	<i>High pressure</i> – Wysokie ciśnienie
HVAC	<i>Heating, ventilation and air-conditioning</i> – Ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja
HVLP	<i>High-volume low-pressure</i> – Wysokoobjętościowe, niskociśnieniowe
IAF	<i>International Accreditation Forum</i> – Międzynarodowe Forum Akredytacji
IBC (DPPL)	<i>Intermediate bulk container</i> – Duży pojemnik do przewozu luzem (zbiornik IBC, pojemnik do ładunków masowych średniej wielkości)

IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> – Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna
IED	<i>Industrial Emission Directive (2010/75/EU)</i> – Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych (2010/75/UE)
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineer</i> – Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników
IEEP	<i>Institute for European Environmental Policy</i> – Instytut Europejskiej Polityki Ochrony Środowiska
IHD	<i>Institut für Holztechnologie Dresden</i> – Instytut Technologii Drewna w Dreźnie
IMO	<i>International Maritime Organisation</i> – Międzynarodowa Organizacja Morska
IMPEL	<i>European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law</i> – Europejska Sieć Wdrażania i Egzekwowania Prawa Ochrony Środowiska
INRS	<i>Institut national de recherche et de sécurité</i> – Francuski Narodowy Instytut Badań i Bezpieczeństwa w zakresie zapobiegania wypadkom przy pracy i chorobom zawodowym (stowarzyszenie)
INTERGRAF	<i>European Federation for Print and Digital Communication</i> – Europejska Federacja Druku i Komunikacji Cyfrowej
IPA	<i>Isopropyl alcohol, propan-2-ol (also called isopropanol)</i> – Alkohol izopropylowy, 2-propanol (zwany także izopropanolem)
IPCS	<i>International Programme on Chemical Safety</i> – Międzynarodowy Program Bezpieczeństwa Chemicznego WHO
IPPC	<i>Integrated pollution prevention and control</i> – Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola
IPTS	<i>Institute for Prospective Technological Studies</i> – Instytut Perspektywicznych Studiów Technologicznych
IR	<i>Infrared</i> – Podczerwień
ISACOAT	<i>Integrated Scenario Analysis for Metal Coating</i> – Zintegrowana Analiza Scenariuszy dla Powłok Metalowych
ISO	<i>International Organisation for Standardisation</i> – Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna
JRC	<i>Joint Research Centre</i> – Wspólne Centrum Badawcze
KEI	<i>Key environmental issue</i> – Kluczowe zagadnienie środowiskowe
LCP	<i>Large combustion plant</i> – Duży obiekt energetycznego spalania
LOSP	<i>Light organic solvent preservatives</i> - Środki konserwujące na bazie lekkich rozpuszczalników organicznych
LP	<i>Low pressure</i> – Niskie ciśnienie
LWC	<i>Low weight coated</i> – Powłoka o niskiej wadze (w przemyśle drukarskim jako papiery powlekane o niskiej gramaturze)
MAK	<i>Maximum allowed concentration in the workplace</i> - Maksymalne dopuszczalne stężenie w miejscu pracy
MDF	<i>Medium-density fibre (boards)</i> – Płyta pilśniowa średniej gęstości
MEK	<i>Methyl ethyl ketone</i> – Keton metylo-etylowy (butanon)
MF	<i>Microfiltration</i> – Mikrofiltracja
MPE	<i>Metal Packaging Europe</i> – Europejskie Stowarzyszenie Producentów Opakowań Metalowych
MS	<i>(European Union) Member State</i> – (Unia Europejska) Państwo członkowskie
NA	<i>Not applicable OR not available (depending on the context)</i> - Nie dotyczy lub niedostępne (w zależności od kontekstu)
NACE	<i>Nomenclature des Activités Economiques (statistical classification of economic activities in Europe)</i> – Statystyczna klasyfikacja działalności gospodarczej w Unii Europejskiej
NC	<i>Nitrocellulose</i> – Nitroceluloza
NCCA	<i>National Coil Coating Association (of the United States)</i> – Krajowe Stowarzyszenie Przedsiębiorstw Powlekania Metodą Ciągłą (Stany Zjednoczone)
NEOE	<i>Non-easy-open ends</i> – Trudno otwieralne końcówki

NF	<i>Nanofiltration</i> – Nanofiltracja
NGO	<i>Non-Governmental 1070reosote10701070ę1070</i> – Organizacja pozarządowa
NI	<i>No information provided</i> – Brak danych (nie dostarczono danych)
NIR	<i>Near infrared</i> – Bliska podczerwień
NMP	<i>n-Methyl-pyrrolidone</i> – N-Metylopirolidon
NMVOC (NMLZO)	<i>Non-methane volatile organic compound (see VOC)</i> – Niemetanowe lotne związki organiczne (zobacz LZO)
NOC	<i>Normal Operating Conditions</i> – Normalne warunki pracy
NP/NPE	<i>Nonylphenol and nonylphenol ethoxylates</i> – Nonylofenol (NP) i etoksyłaty nonylofenolu (NPE)
NR	<i>Natural rubber</i> – Kauczuk naturalny (guma naturalna)
NVH	<i>Noise, vibration and harshness</i> – Hałas, wibracje café szorstkość
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
OEL (OELV)	<i>Occupational exposure limit value</i> – Dopuszczalna wartość narażenia zawodowego
OEM	<i>Original equipment manufacturer</i> – Producent oryginalnego sprzętu
OFP	<i>Ozone-forming potential</i> – Potencjał ozonotwórczy
OICA	<i>Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles/ International Organization of Motor Vehicle Manufacturers</i> – Światowa Organizacja Producentów Pojazdów Samochodowych
OMP	<i>Odour management plan</i> – Plan zarządzania odorami
OMS	<i>Other metal surfaces</i> – Inne powierzchnie metalowe
ORGALIM	<i>Europe's Technology Industries</i> – Stowarzyszenie Firm z Branży Mechanicznej, Elektrycznej i Elektronicznej
PA	<i>Polyamide</i> – Poliamid (nylon)
PAHs (WWA)	<i>Polycyclic aromatic hydrocarbons</i> – Wielopierscieniowe węglowodory aromatyczne
PBTs	<i>Persistent, bioaccumulative and toxic substances</i> – Substancje trwałe, wykazujące zdolność do bioakumulacji i toksyczne
PCDD/Fs	<i>Polychlorinated dibenzodioxins/dibenzofurans</i> – Polichlorowane dibenzo-p-dioksyny i furany
PCP	<i>Pentachlorophenol</i> – Pentachlorofenol
PE	<i>Polyethylene (polythene)</i> – Polietylen
PET	<i>Polyethylene terephthalate</i> – Politereftalan etylenu
PID	<i>Photoionisation detector</i> – Detektor fotojonizacji
PLC	<i>Programmable logic controller</i> – Programowalny sterownik logiczny
PM	<i>Particulate matter</i> – Pył zawieszony
POP (TZO)	<i>Persistent organic pollutant</i> – Trwałe zanieczyszczenie organiczne
PP	<i>Polypropylene</i> – Polipropylen
PS	<i>Polystyrene</i> – Polistyren
PTFE	<i>Polytetra fluoro ethylene</i> – Politetrafluoroetylen
PU lub PUR	<i>Polyurethane</i> – Poliuretan
PVA (lub PVAC)	<i>Polyvinyl acetate</i> – Polioctan winylu
PVB	<i>Polyvinyl butyrate</i> – Poliwinylbutyral (polimaślan winylu, maślan poliwinylu)
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i> – Polichlorek winylu
PVdF (lub PVF ₂)	<i>Polyvinylidene difluoride</i> – Polifluorek winylidenu
PVF	<i>Polyvinyl fluoride</i> – Polifluorek winylu
RA	<i>Rate of evaporation</i> – Szybkość parowania
RecTO	<i>Recuperative thermal oxidation</i> – Rekuperacyjne utlenianie termiczne
RH	<i>Relative humidity</i> – Wilgotność względna
RIZA	<i>Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling/ Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment</i> – Instytut Śródlądowej Gospodarki Wodnej i Oczyszczania Ścieków, Holandia
ROI	<i>Return on investment</i> – Zwrot z inwestycji

RTO	<i>Regenerative thermal oxidiser (dual, three or five beds)</i> – Regeneracyjny dopalacz termiczny (dwu-, trzy- lub pięcioletowy)
SA	<i>Single-aisle aircraft</i> – Samolot jednoprzeglądowy (wąskokadłubowy)
SBR	<i>Butadiene styrene copolymer</i> – Kopolimer butadienowo-styrenowy
SBS	<i>Styrene butadiene styrene (block copolymer)</i> – Styren-butadien-styren (kopolimer blokowy)
SEA SMRC	<i>Ships & Maritime Equipment Association</i> – Stowarzyszenie Armatorów Statków i Producentów Wyposażenia Morskiego
SEFEL	<i>Secrétariat européen des fabricants d’emballages métalliques légers/ European Secretariat of Manufacturers of Light Metal Packages</i> – Europejski Sekretariat Producentów Opakowań z Metali Lekkich
SIS	<i>Styrene isoprene styrene (block copolymer)</i> – styren-izopren-styren (kopolimer blokowy)
SMB	<i>Solvent mass balance</i> – Bilans masy rozpuszczalnika
SMC	<i>Sheet moulding compound</i> – Laminat składający się z żywicy, włókna szklanego oraz wypełniaczy
SME (MŚP)	<i>Small and medium enterprise(s)</i> – Małe i średnie przedsiębiorstwo(a)
SMP	<i>Solvent management plan (Part 2 of Annex VII to the IED)</i> – Plan zarządzania rozpuszczalnikami (Część 2 Załącznika VII do Dyrektywy IED)
STP	<i>Standard 1071 reosote 1071 1071ę and pressure</i> – Standardowa temperatura i ciśnienie
STS	<i>Surface treatment using organic solvents</i> – Obróbka powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych
TBT	<i>Tributyltin</i> – Tributyllocyna
TBTO	<i>Tributyltin oxide</i> – Tlenek tributyllocyny
TCI	<i>Technical Coating International, Inc.</i>
T _{dew}	<i>Dew Point Temperature</i> – Temperatura punktu rosy
TEQ	<i>Toxicity equivalents (iTEQ: international toxicity equivalents)</i> – Równoważniki toksyczności (I-TEQ: międzynarodowe równoważniki toksyczności)
TFTEI	<i>Task Force on Techno-Economic Issues</i> – Grupa zadaniowa ds. zagadnień techniczno-gospodarczych Konwencji EKG ONZ w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości (LRTAP).
TGIC	<i>Triglycidyl isocyanurate: a mutagenic substance used in powder coatings</i> – Izocyjanuran triglicydylu: substancja mutagenna stosowana w powłokach proszkowych
ThermoWood	<i>International ThermoWood Association</i> – Międzynarodowe Stowarzyszenie ThermoWood
TMT	<i>Thermally modified timber</i> – Drewno modyfikowane termicznie
TO	<i>Thermal oxidiser</i> – Utleniacz termiczny
TOC (OWO)	<i>Total organic carbon</i> – Ogólny węgiel organiczny
TP	<i>Total phosphorus</i> – Fosfor ogólny (całkowity)
TPM	<i>Total particulate material</i> – Pył zawieszony ogółem
TSA	<i>Tartaric – sulphuric acid</i> – Kwas winowo – siarkowy
TSS	<i>Total suspended solids</i> – Zawiesina ogólna
TVOC	<i>Total volatile organic carbon</i> – Całkowita zawartość lotnych związków organicznych (całkowita zawartość LZO, całkowite LZO)
TWG	<i>Technical Working Group</i> – Techniczna Grupa Robocza
TWM	<i>Thermal wood modification</i> – Termiczna modyfikacja drewna
UBA	<i>Umweltbundesamt</i> – Federalna Agencja ds. Ochrony Środowiska z Niemiec lub Austrii
UF	<i>Ultrafiltration</i> – Ultrafiltracja
UF	<i>Urea formaldehyde</i> – Mocznik-formaldehyd
UKHSE	<i>United Kingdom Health & Safety Executive</i> – Inspekcja Bezpieczeństwa i Higieny Pracy, brytyjska agencja rządowa
UNECE (EKG ONZ)	<i>United Nations Economic Commission for Europe</i> – Europejska Komisja Gospodarcza ONZ
UP	<i>Unsaturated polyester</i> – Poliester nienasycony

UV	<i>Ultraviolet</i> – Ultrafiolet
VCA	<i>Vegetable cleaning agent</i> – Roślinny środek czyszczący
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure/The Association of German Engineers</i> – Wielobranżowe Stowarzyszenie Inżynierów Niemieckich
VDS	<i>Verband Deutscher Schleifmittelwerke</i> – Niemieckie Stowarzyszenie Producentów Materiałów Ściernych
VHR	<i>Vapour hazard ratio</i> – Wskaźnik względnego zagrożenia oparami
VITO	<i>Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek</i> – Flamandzki Instytut Badań Technologicznych
VNSI	<i>Netherlands Shipbuilding Industry Association</i> – Niderlandzkie Stowarzyszenie Przemysłu Okrętowego
VOC (LZO)	<i>Volatile organic compound</i> – Lotny związek organiczny
vPvB	<i>Very persistent and very bioaccumulative</i> – Bardzo trwałe i wykazujące bardzo dużą zdolność do bioakumulacji
VROM	<i>Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu/ The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment</i> – Ministerstwo Mieszkalnictwa, Planowania Przestrzennego i Ochrony Środowiska (Holandia)
WEI	<i>European Institute for Wood Preservation</i> – Europejski Instytut Konserwacji Drewna
WHO	<i>World Health Organisation</i> – Światowa Organizacja Zdrowia
WPA	<i>Wood Protection Association</i> – Stowarzyszenie Producentów Środków Ochrony Drewna
WPC	<i>Wood preservation with chemicals</i> – Konserwacja drewna środkami chemicznymi
WS	<i>Wet scrubber</i> – Płuczka gazowa mokra
WW	<i>Winding wire</i> – Drut nawojowy
WWT(P)	<i>Waste water treatment (plant)</i> – Oczyszczalnia ścieków

VIII. Definicje

1K / 2K	Jedno- / dwuskładnikowe, zwykle stosowane do farb.
Acid – Kwas (kwaśny)	Dawca protonów: substancja, która uwalnia jony wodorowe w roztworze wodnym.
AEA Technology Environment	AEA Technology Environment jest oddziałem biznesowym firmy AEA Technology plc z siedzibą w Wielkiej Brytanii i świadczy usługi konsultingowe w zakresie ochrony środowiska.
Aerobic – Tlenowy	Proces biologiczny, który zachodzi w obecności tlenu.
Airless	<i>Airless</i> to metoda rozpylania produktów płynnych pod wysokim ciśnieniem przez mały otwór dyszy za pośrednictwem głowicy niewymagającej dodatkowego zasilania skompresowanym powietrzem. Kształt otworu dyszy determinuje kształt rozpylanego strumienia. Jeśli otwór jest okrągły strumień także będzie okrągły. Gdy otwór ma kształt elipsy, strumień będzie płaski.
Airmix	<i>Airmix</i> to pośrednia technologia rozpylania łącząca zalety technologii konwencjonalnej i technologii <i>airless</i> . Technologia stanowi kombinację wysokociśnieniowej technologii <i>airless</i> z precyzyjną technologią <i>airspray</i> . Współcześnie jest to punkt odniesienia dla wszystkich średniociśnieniowych rozwiązań rozpylających.
Anaerobic – Beztlenowy	Proces biologiczny, który zachodzi przy braku tlenu.
ATEX – Certyfikat ATEX	Zagrożenia wybuchem (zgodnie z Dyrektywą 94/9/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 marca 1994 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem). Dyrektywa definiuje wymagania zasadnicze, jakie musi spełniać każdy produkt, przeznaczony do stosowania w strefach zagrożonych wybuchem.
Base coat – Powłoka bazowa	Farba, która po nałożeniu na podłoże decyduje o kolorze i efekcie (np. metaliczny, perłowy).
Batch discharge – Zrzut partii	Chwilowe odprowadzanie pojedynczej, określonej objętości wody.
Biocidal product(s) – Produkt(-y) biobójczy(-e)	Każda substancja lub mieszanina w postaci, w jakiej jest dostarczana użytkownikowi, składająca się z jednej lub większej liczby substancji czynnych, zawierająca lub generująca jedną lub więcej substancji czynnych, mająca na celu niszczenie, odstraszanie, unieszkodliwianie, zapobieganie działaniu lub zwalczanie w jakikolwiek inny sposób organizmów szkodliwych, za pomocą środków innych niż działanie czysto fizyczne lub mechaniczne (produkt biobójczy zgodnie z definicją zawartą w ds. 3 ust. 1 Dyrektywy 2012/528/UE).
Biodegradable – Biodegradowalny (ulegający biodegradacji)	Mogące ulec rozkładowi fizycznemu i/lub chemicznemu pod wpływem mikroorganizmów. Na przykład, wiele chemikaliów, resztki żywności, bawełna, wełna oraz papier ulegają biodegradacji.
BIW, body in white – Karoseria w stanie surowym	Standardowy termin w branży produkcji pojazdów odnoszący się do gołej metalowej karoserii pojazdu przed jej odtłuszczeniem, zanurzeniem i pomalowaniem.
Blue stain – Sinizna	Zgodnie z normą CEN EN 1001-2 (sierpień 2005): plama spowodowana przez grzyby, u których przebarwienia sięgają od jasnoniebieskiego (bladoniebieskiego) po czarny. Zazwyczaj dotyczy bielu niektórych gatunków drewna.
Blue stain in service – Sinizna użytkowa	Zgodnie z normą CEN EN 1001-2 (sierpień 2005 r.): zabarwienie bielu drewna użytkowego powstałe w wyniku rozwoju grzybni z pigmentowanymi strzępkami w komórkach drewna.
Blue stain treatment – Obróbka zapobiegająca powstawaniu sinizny	Obróbka chroniąca przed sinizną (patrz wyżej).
C	Skrót stosowany dla krezotolu (instalacja).

CAFÉ – Clean Air For Europe	Czyste powietrze dla Europy: program, który stanowi podstawę strategii tematycznej UE dotyczącej zanieczyszczenia powietrza.
CAS 1074reos – numer CAS (numer w rejestrze CAS)	Unikalny identyfikator numeryczny przypisany przez amerykańską organizację Chemical Abstracts Service (CAS) do każdej substancji chemicznej, organicznej lub nieorganicznej, ds. 872-50-4 (dla NMP). Można go znaleźć na kartach charakterystyki substancji (SDS) służących do jednoznacznej jej identyfikacji.
Clear coat – Powłoka bezbarwna (lakier bezbarwny)	Materiał powlekający, który po nałożeniu na podłoże tworzy trwałą przezroczystą warstwę o właściwościach ochronnych, dekoracyjnych lub specyficznych właściwościach technicznych.
CMR (substance) – substancja CMR	Substancje sklasyfikowane jako rakotwórcze, mutagenne lub działające szkodliwie na rozrodczość, posiadające status zagrożenia H340, H341, H350, H351, H360 lub H361 (kategorie 1A, 1B lub 2); zob. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006.
CMR-VOC (CMR-LZO)	Substancje lub mieszaniny, którym ze względu na zawartość lotnych związków organicznych (LZO) zaklasyfikowanych jako rakotwórcze, mutagenne lub działające szkodliwie na rozrodczość, zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 1272/2008, przypisano lub które powinny być oznaczone statusem zagrożenia H340, H350, H350i, H360D, H360F, lub fluorowane LZO, którym przypisano lub które powinny być oznaczone statusem zagrożenia H341 lub H351. (Zob. ds. 58 dyrektywy IED oraz Załącznik VII część 4 do Dyrektywy IED).
Combine	Kombinacja cynkowania na gorąco (cynkowania ogniowego) oraz powlekania metodą ciągłą w tej samej linii technologicznej.
Composite sample – Próbką złożona (Próbką zbiorczą)	Dwie lub więcej próbek lub próbek chwilowych (dyskretnych lub ciągłych) zmieszanych/zmiksowanych razem w odpowiednich, określonych proporcjach, z których można uzyskać średni wynik dla pożądanej cechy.
Containment, contained area – Uszczelnienie, obszar uszczelniający, obszar odizolowany	(Wtórne) uszczelnienie odnosi się do dodatkowej ochrony przed uwolnieniami ze zbiorników magazynowych, wykraczającej poza ochronę zapewnianą przez sam zbiornik. Istnieją dwa główne rodzaje wtórnego zapobiegania wyciekom (uszczelnienia), a mianowicie te, które są częścią konstrukcji zbiornika, takie jak podwójne dno zbiornika (tylko w przypadku zbiorników naziemnych), zbiorniki o podwójnym płaszczu i podwójnych ścianach, lub/ oraz nieprzepuszczalne bariery umieszczone na powierzchni gruntu pod zbiornikami [44. COM 2006].
Continuous measurement – Pomiar ciągły	Pomiar z wykorzystaniem „zautomatyzowanego systemu pomiarowego” zainstalowanego na stałe w zakładzie celem ciągłego monitorowania emisji, zgodnie z normą EN 14181
Cross-linking	W chemii i biologii wiązanie sieciujące/krzyżowe (<i>cross-linking</i>) to wiązanie, które łączy jeden łańcuch polimerowy z drugim. W chemii polimerów „sieciovanie” zazwyczaj odnosi się do wykorzystania wiązań krzyżowych w celu promowania zmian we właściwościach fizycznych polimerów. Przykłady polimerów sieciujących obejmują: poliestrowe włókno szklane, poliuretany używane jako powłoki, kleje, wulkanizowaną gumę, żywice epoksydowe i wiele innych.
Cross-media effects – Oddziaływanie na procesy i środowisko (wzajemne powiązania pomiędzy różnymi komponentami środowiska)	Istotne, negatywne dla środowiska skutki wynikające z wdrożenia danej techniki, umożliwiające porównanie technik celem oceny ich wpływu na środowisko jako całość. Zob. również decyzja wykonawcza Komisji 2012/119/UE sekcja 2.3.7.2.5.
CSBR – carboxylated styrene butadiene styrene block copolymer	Blokowy styren-butadien-styren typu kopolimeru

Direct discharge – Zrzut bezpośredni	Odprowadzenie do zbiornika wodnego bez dalszego oczyszczania ścieków.
Doctor blade - Rakiel	Rakiel, nazywany również raklą (z niem. rakel – przecierak) – narzędzie ręczne lub element w maszynie, służący m.in. do zgarniania nadmiaru np. farby lub kleju, lub kontroli grubości nakładanej powłoki.
Drip tray – Taca ociekowa	Taca lub urządzenie podobne do patelni do zbierania rozlewów i wycieków.
DWI	Puszka produkowana metodą DWI (<i>draw and wall ironed</i> – tłoczenie z przeciąganiem): rodzaj puszki w przemyśle opakowań metalowych.
E-coating – Powlekanie elektroforetyczne	Technika nakładania powłok lakierniczych wykorzystująca zjawisko elektroforezy, to jest rozdzielania mieszaniny substancji chemicznych pod wpływem pola elektrycznego. Farby wykorzystywane do malowania elektroforetycznego są farbami wodorozcieńczalnymi.
Effluent – Ściek (uwolnienie)	Medium fizyczne (powietrze lub woda wraz z zanieczyszczeniami) tworząca emisję.
EGTEI – Expert Group on Techno-economic Issues	Grupa ekspertów ds. zagadnień techniczno-ekonomicznych. Zob. Załącznik 21.3.1. Strona główna EGTEI: http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm .
ELV – emission limit value	Dopuszczalna wartość emisji: masa, wyrażona w kategoriach pewnych szczególnych parametrów, stężenia i/lub poziomu emisji, która nie może zostać przekroczona w jednym lub więcej okresów.
EMEP – European Monitoring and Evaluation Programme	Europejski Program Monitoringu i Oceny (https://www.emep.int/).
Emission – Emisja	Bezpośrednie lub pośrednie uwalnianie substancji, wibracji, ciepła lub hałasu ze źródeł indywidualnych lub rozproszonych instalacji do powietrza, wody lub ziemi.
“End-of-pipe” technique – Technika “końca rury”	Technika, która zmniejsza emisje końcowe lub zużycie poprzez dodatkowy proces, jednak bez zmiany zasady działania procesu głównego. Synonimy: „technika wtórna”, „technika redukcji emisji”. Antonimy: „technika zintegrowana z procesem”, „technika podstawowa” (technika, która w określony sposób zmienia działanie procesu podstawowego, zmniejszając w ten sposób emisje lub zużycie).
Environmental footprint – Ślad środowiskowy	Miara obciążenia lub wpływu, jaki dany produkt, operacja lub działalność gospodarcza wywiera na środowisko. Będą to: - zużycie energii, surowców i wody; - emisje do powietrza, wody, wód gruntowych i gleby; w tym jako odpady; - hałas i wibracje, emisje odorów; - uszkodzenia własności materialnej oraz pogorszenie lub zakłócenie udogodnień i innych zgodnych z prawem sposobów korzystania ze środowiska.
Equilibrium vapor pressure – Równowagowe ciśnienie pary	Ciśnienie pary lub równowagowe ciśnienie pary definiuje się jako ciśnienie wywierane przez parę w równowadze termodynamicznej z jej fazami skondensowanymi (stałą lub ciekłą) w danej temperaturze w układzie zamkniętym. Równowagowe ciśnienie pary jest wskaźnikiem szybkości parowania cieczy. Odnosi się ono do tendencji cząsteczek do ucieczki z cieczy (lub ciała stałego).
Flat tint	Obszar wydruku zawierający punkty półtonowe (rastrowe), które są tej samej wielkości, w przeciwieństwie do półtonu lub winiety. Tzw. flat tints często są nazywane po prostu „tintami”.
Flocculation – Flokulacja	Oczyszczanie ścieków polegające na delikatnym mieszaniu, w którym małe cząstki w postaci kłaczków są zbierane w większe cząstki, tak że ich ciężar powoduje osadzanie się na dnie zbiornika oczyszczającego.
Fugitive emission – Emisja niezorganizowana	W niniejszym dokumencie stosowana jest definicja IED: są to wszelkie emisje lotnych związków organicznych do powietrza, gleby i wody, niebędące gazami odlotowymi, jak również rozpuszczalników zawartych w jakichkolwiek produktach, chyba że w części 2 Załącznika VII określono inaczej; obejmują one niewyłapaną emisję uwalnianą do

	środowiska zewnętrznego przez okna, drzwi, otwory wentylacyjne i podobne otwarcia (w przeciwieństwie do gazu odlotowego).
Grade B or C creosote – Kreozot klasy B lub C	Rodzaje kreozotu, dla których specyfikacje podano w normie EN 13991.
Hexavalent chromium – Chrom sześciowartościowy	Chrom sześciowartościowy, wyrażony jako Cr(VI), obejmuje wszystkie związki chromu, w których chrom znajduje się w stanie utlenienia +6 (rozpuszczony lub związany z cząsteczkami).
High-solids paint – Farba o wysokiej zawartości cząstek stałych	Farba o wysokiej zawartości cząstek stałych (fazy stałej) jest terminem używanym do określenia farby, która jest stworzona tak, aby mieć wyższe stężenie żywicy oraz mniejsze stężenie lotnych związków organicznych (LZO). Większość producentów farb lotniczych oferuje pewien rodzaj produktu farby o wysokiej zawartości części stałych.
HOI – Hydrocarbon oil index – Indeks oleju węglowodorowego	Suma związków ulegających ekstrakcji za pomocą rozpuszczalnika węglowodorowego (w tym długłańcuchowych lub rozgałęzionych węglowodorów alifatycznych, alicyklicznych, aromatycznych lub aromatycznych z podstawnikiem alkilowym).
Indirect discharge – Zrzut pośredni	Zrzut, który nie jest zrzutem bezpośrednim.
Installation – Instalacja	Stacjonarna jednostka techniczna, w której prowadzony jest jeden lub więcej rodzajów działalności wymienionych w Załączniku I do Dyrektywy 2010/75/UE, oraz wszelkie inne bezpośrednio związane czynności, które mają techniczny związek z działalnością wymienioną w Załączniku I i które mogłyby mieć wpływ na emisję i zanieczyszczenie.
K1 K2 K3	Oznaczenie palności stosowane w Holandii i Belgii, według temperatury zapłonu: - K1: < 21 °C; - K2: 21-55 °C; - K3: > 55 °C.
LEL – Lower explosive limit – Dolna granica wybuchowości (DGW)	Najniższe stężenie (procentowe) gazu lub pary w powietrzu zdolne do wywołania błysku ognia w obecności źródła zapłonu. Stężenia niższe niż DGW są „zbyt niskie”, aby się spalić. Zwana jest również dolną granicą palności DGP (Lower flammable limit – LFL).
Livery paintings – Dekoracja samolotu	Tzw. livery paintings - to zestaw kompleksowych insygniów składających się z kolorowych, graficznych i typograficznych identyfikatorów, które operatorzy (linie lotnicze, rządy, siły powietrzne, a czasami prywatni i korporacyjni właściciele) stosują na swoich samolotach celem łatwej ich identyfikacji.
LoD (limit of detection) – Granica wykrywalności	Sygnal wyjściowy lub wartość stężenia, powyżej których można potwierdzić z określonym poziomem ufności, że próbka różni się od próbki ślepej niezawierającej analizowanego czynnika.
LoQ (limit of quantification) - Granica oznaczalności	Określona wielokrotność granicy wykrywalności dla stężenia analizowanego czynnika, która może zostać określona z akceptowalnym poziomem dokładności i precyzji. Granica oznaczalności może być obliczana przy użyciu odpowiedniego wzorca lub próbki i może zostać uzyskana z najniższego punktu kalibracji na krzywej kalibracyjnej, z wyłączeniem próbki ślepej.
Middle fifty, 50 % middle range – Środkowe 50 %	Środkowe 50 % to inna nazwa dla rozstępu ćwiartkowego (rozstępu międzykwartylowego, przedziału międzykwartylowego, rozstępu kwartylnego, IQR - <i>interquartile range</i>), który jest miarą rozpiętości w statystyce. Środkowe 50 % jest przydatne, aby zobaczyć, gdzie leży większość wartości w zbiorze danych i jak te wartości są skupione wokół średniej. Jest powszechnie używane do raportowania wyników testów oraz statystyk przyjęć na studia.
MKM	Model kalkulacji kosztów środowiskowych (<i>Milieu-Kosten-Model</i>), zob. Załącznik. 21.3.2.
Monitoring - Monitorowanie	Proces mający na celu ocenę lub określenie rzeczywistej wartości i zmienności emisji lub innego parametru, oparty na procedurach systematycznego, okresowego lub chwilowego nadzoru, kontroli, pobierania próbek i dokonywania pomiarów lub innych metodach oceny

	mających na celu dostarczenie informacji o emitowanych ilościach i/lub tendencjach w zakresie emitowanych zanieczyszczeń.
Naphthalene - Naftalen	Związek organiczny o wzorze C ₁₀ H ₈ . Jest najprostszym wielopierścieniowym węglowodorem aromatycznym (WWA).
Nickel - Nikiel	Nikiel, wyrażony jako Ni, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki niklu, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.
NP (1 - 6)	Klasa penetracji określona w normie EN 351 (Klasyfikacja penetracji i retencji środka konserwującego). Norma EN 351 ustanawia klasyfikację drewna poddanego zabiegom konserwującym pod względem głębokości penetracji środka konserwującego oraz podaje wytyczne dotyczące klasyfikacji retencji. Klasyfikacje te mogą być stosowane jako podstawa do określania zabiegów konserwujących dla poszczególnych produktów.
Oblongs - Podłużność	Pojęcie związane z produkcją puszek (opakowań): odnosi się do ogólnej linii kształtu pojemnika, w przypadku którego górna i dolna ściana ma kształt prostokątny z zaokrąglonymi rogami.
ODP - Ozone depletion potential – Potencjał niszczenia ozonu	Wskaźnik względny określający stopień, w jakim dany związek może powodować zubożenie warstwy ozonowej.
Off-gas – Gaz odlotowy	Gaz wydobywający się z procesu, urządzenia lub obszaru, który jest kierowany do przetwarzania/oczyszczania lub odprowadzany bezpośrednio do powietrza przez komin.
Operator	Każda osoba fizyczna lub prawna, która eksploatuje lub kontroluje instalację lub, jeżeli jest to przewidziane w ustawodawstwie krajowym, której przekazano decydujące uprawnienia ekonomiczne w odniesieniu do technicznego funkcjonowania instalacji.
Organic solvent – Rozpuszczalnik organiczny	Rozpuszczalnik organiczny zdefiniowany w art. 3 pkt 46 Dyrektywy 2010/75/UE.
Organic compound – Związek organiczny	Związek organiczny zdefiniowany w art. 3 pkt 44 Dyrektywy 2010/75/UE.
OTNOC - Other than normal operating conditions - Inne niż normalne warunki eksploatacji	Artykuł 14 lit. f) Dyrektywy IED odnosi się do innych niż normalne warunków eksploatacji jako operacji rozruchu i wyłączenia, wycieków, niesprawności, chwilowych przestojów czy ostatecznego zaprzestania eksploatacji.
Paint overspray – Mgła lakiernicza	Tzw. <i>overspray</i> powodowany jest przez nadmiarowe cząsteczki materiału powlekającego np. farby, lakieru, bejcy, które powstają podczas powlekania natryskowego powierzchni. Są one na tyle lekkie, że unoszą się w powietrzu tworząc mgłę. Łądując na nieprzeznaczonej do tego powierzchni twardnieją, co jest zjawiskiem niekorzystnym. W wielu przypadkach tak powstały nadmiar natryskiwanego środka może zostać bezpiecznie usunięty/wychwycony. Brak jednolitego nazewnictwa dla tego zjawiska w języku polskim. W przypadku tego dokumentu, niezależnie od materiału powlekającego, stosowana będzie wspólna nazwa tzw. mgły lakierniczej (<i>paint overspray</i> lub po prostu <i>overspray</i>).
Ozone depletion - Zubożenie warstwy ozonowej	Niszczenie stratosferycznej warstwy ozonowej, które może być spowodowane fotolitycznym rozpadem niektórych związków zawierających chlor i/lub brom (np. chlorofluorowęglowodory), które katalitycznie rozkładają cząsteczki ozonu.
Plant - Zakład	Wszystkie części instalacji, w których prowadzi się działania wymienione w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE oraz wszelkie inne bezpośrednio związane z nimi działania, które mają wpływ na zużycie i/lub emisje. Zakłady mogą być nowymi lub istniejącymi obiektami.
Pollutant – Substancja zanieczyszczająca	Pojedyncza substancja lub grupa substancji, które mogą szkodzić środowisku lub na nie wpływać.
Pre-product – Produkt wstępny	Przedmiot obrabiany (przetwarzany), który nie jest produktem końcowym, ale jest poddawany obróbce i powlekany oddzielnie. W tym dokumencie, na przykład, płaskie arkusze np. blachy, które mogą być

	powlekane i/lub zadrukowywane przed formowaniem i dodawaniem elementów końcowych celem utworzenia puszkii (pojemnika).
Primer coat – Powłoka podkładowa (podkład, primer)	Powłoka przeznaczona do stosowania jako warstwa na przygotowaną powierzchnię, w celu zapewnienia dobrej przyczepności, ochrony warstw znajdujących się poniżej oraz wypełnienia nierówności.
Primary measure/technique - Podstawowy środek/technika	Technika, która w jakiś sposób zmienia sposób działania procesu głównego, zmniejszając w ten sposób emisję lub zużycie surowców (zob. technika „końca rury”).
RAINS	<i>Regional Air Pollution Information and Simulation for Europe</i> . Zob. Załącznik 21.3.2. Tam, gdzie w niniejszym dokumencie jest mowa o RAINS, jest to wersja RAINS CP_CLE_Aug04(Nov04). Przegląd danych wykorzystywanych w modelu RAINS-VOC: http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/ .
RAL	System oznaczania barw oparty na porównaniu z wzorcami. W ten sposób oznacza się barwy farb do metalu, lakierów samochodowych w aerozolu, samoprzylepnych folii PVC stosowanych przez plastików i wiele innych zastosowań, w tym także farb mieszanych komputerowo, niezależnie od ich producentów.
REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals - Rejestracja, ocena, udzielanie zezwoleń i stosowane ograniczenia w zakresie chemikaliów	Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE.
Reference conditions - Warunki referencyjne	Z tekstu standardowego - zob. Rozdział 18.
Right first time – Za pierwszym razem	Technika kontroli jakości w zarządzaniu produkcją, umożliwiającą uzyskanie odpowiedniej jakości produktu w ramach minimalnej liczby zrealizowanych elementów.
Sap stain - Sinizna	Zgodnie z normą CEN EN 1001-2 (sierpień 2005 r.): przebarwienie drewna wynikające z rozwoju mikrogrzybów, które odżywiają się zawartością jego komórek, ale nie powodują znaczącego rozkładu drewna. Rozwój grzybów ogranicza się zasadniczo do bielu drewna zielonego (świeżo ściętego).
Sap stain treatment – Zabezpieczenie przed sinizną	Obróbka ochronna drewna zielonego o charakterze tymczasowym zabezpieczająca je przed rozwojem grzybów powodujących siniznę.
Secondary measure/technique - Wtórny (drugorzędny) środek/technika	Zob. technika „końca rury”.
Sector - Sektor	Każda z czynności obróbki powierzchniowej, która należy do działalności wymienionych w pkt 6.7 lub 6.10 Załącznika I do Dyrektywy 2010/75/UE.
Sensitive receptor – Obiekt wrażliwy	Obszar, który wymaga szczególnej ochrony, taki jak: - obszary mieszkalne; - obszary, na których prowadzona jest działalność ludzka (np. sąsiadujące miejsca pracy, szkoły, świetlice, tereny rekreacyjne, szpitale lub domy opieki).
Solid mass input – Wejściowa masa ciał stałych	Całkowita masa użytych ciał stałych zgodnie z definicją zawartą w części 5 pkt 3 lit. a) ppkt (i) Załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.
Solvent input – Wejściowa ilość rozpuszczalnika	Całkowita ilość użytych rozpuszczalników organicznych zgodnie z definicją w części 7 pkt 3 lit. b) Załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.
Solvent-based (SB) – Na bazie rozpuszczalnika	Rodzaj farby, tuszu lub innego materiału powłokowego, w którym nośnikiem jest rozpuszczalnik(i). W przypadku konserwacji drewna i

	produktów drewnianych odnosi się to do rodzaju chemikaliów używanych do obróbki.
Solvent based-mix (SB-mix) – Na bazie różnych rozpuszczalników	System powlekania na bazie rozpuszczalnika, w którym jedna z warstw powlekających jest na bazie wody (WB).
Solvent mass balance (SMB) – Bilans masy rozpuszczalnika	Analiza bilansu masy przeprowadzana co najmniej raz w roku zgodnie z częścią 7 załącznika VII do Dyrektywy 2010/75/UE.
SOMO 35	Termin statystyczny: suma średnich wartości ozonu przekraczających 35 ppb.
Specific emission – Emisja jednostkowa	Emisja związana z bazą referencyjną, taką jak zdolność produkcyjna lub rzeczywista produkcja (np. masa na tonę lub na wyprodukowaną jednostkę).
Strip coating	Tzw. <i>strip coating</i> to zastosowanie dodatkowej powłoki farby do krawędzi, spoin, elementów łącznych oraz innych nieregularnych obszarów. Dodatkowa powłoka zapewnia tym obszarom dodatkową ochronę przed korozją i jest zwykle wykonywana przed nałożeniem pełnej warstwy na całą powlekaną powierzchnię.
SVHC (substances of very high concern) – Substancje stanowiące bardzo duże zagrożenie	Substancje, co do których zaproponowano, że będą podlegać procedurze udzielania zezwoleń (np. włączenie do Załącznika XIV) na mocy rozporządzenia REACH. Zgodnie z art. 57 mogą to być substancje, które są: CMR (kategoria 1A lub 1B), PBT (trwałe, wykazujące zdolność do bioakumulacji i toksyczne), vPvB (bardzo trwałe i wykazujące bardzo dużą zdolność do bioakumulacji), lub o równoważnym poziomie zagrożenia, ELoC (zaburzające funkcjonowanie układu hormonalnego). (Zob. rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH)).
Surface run-off water – Spływ powierzchniowy	Woda z opadów atmosferycznych, która spływa po gruncie lub powierzchniach nieprzepuszczalnych, takich jak utwardzone ulice i place składowe, dachy itp. i nie wsiąka w ziemię.
Treatment chemicals – Chemikalia do obróbki	Środki chemiczne stosowane do konserwacji drewna i produktów drewnianych, takie jak biocydy, środki chemiczne stosowane do impregnacji (np. oleje, emulsje) oraz środki zmniejszające palność; obejmuje również nośniki substancji czynnych (np. woda, rozpuszczalnik).
Total emissions – Emisje całkowite	Suma emisji niezorganizowanych i emisji w gazach odlotowych zgodnie z definicją w art. 57 ust. 4 Dyrektywy 2010/75/UE.
Treatment area – Obszar obróbki	W przypadku konserwacji drewna i produktów drewnianych za pomocą środków chemicznych obszar obróbki obejmuje zbiorniki do obróbki, zbiorniki robocze, powiązane z zbiornikami instalacje rurowe, obszar załadunku zbiorników do obróbki obejmujący całą linię kolejową (i/lub drogi dojazdowe dla pojazdów, obszar załadunku/obróbki pojemników) oraz obszar suszenia po obróbce.
Treatment vessel – Zbiornik do obróbki	Zbiornik zanurzeniowy, zbiornik zalewowy lub autoklaw używany do obróbki konserwującej.
TWG – Technical Working Group – Techniczna Grupa Robocza	Składa się z ekspertów technicznych reprezentujących państwa członkowskie, przemysł, organizacje pozarządowe i Komisję, odpowiedzialnych za opracowanie lub przegląd dokumentów BREF.
UC (1 - 5)	Klasa użytkowania zgodnie z definicją zawartą w normie EN 335. Norma EN 335 definiuje pięć klas użytkowania, które reprezentują różne sytuacje użytkowe, na jakie może być narażone drewno i produkty drewnopochodne.
Varnish - Lakier	Lakiery są preparatami składającymi się z substancji żywicznych rozpuszczonych w oleju, rozpuszczalniku lub innej lotnej cieczy. Po nałożeniu na powierzchnię drewna, metalu itp. wysychają i pozostawiają twardą, mniej lub bardziej błyszczącą, zwykle przezroczystą powłokę.
Water-based (WB) – Na bazie wody	Rodzaj farby, tuszu lub innego materiału powlekającego, w którym woda zastępuje całość lub część zawartości rozpuszczalnika. W przypadku

	konserwacji drewna i produktów drewnianych odnosi się to do rodzaju chemikaliów używanych do obróbki.
Waste gas – Gaz odlotowy	W niniejszym dokumencie stosowana jest definicja IED: końcowy zrzut gazowy, zawierający lotne związki organiczne lub inne zanieczyszczenia, z komina lub urządzeń redukcyjnych do powietrza.
WFD - Water Framework Directive – Ramowa Dyrektywa Wodna	Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
White spirit – Benzyna lakowa	Nr CAS: 8052-41-3. Znana również jako spirytus mineralny, benzyna ciężka, frakcje destylatów ropy naftowej, rozpuszczalnik Stoddarda, destylat ropy naftowej. Stosowana jako rozcieńczalnik do farb, odtłuszczacz i środek czyszczący. Jest mieszaniną nasyconych węglowodorów alifatycznych i alicyklicznych C7-C12 o zawartości 1520 % (wagowo) węglowodorów aromatycznych C7-C12 o zakresie temperatur wrzenia 130-230 °C. Węglowodory C9-C11 (alifatyczne, alicykliczne i aromatyczne) występują w największej ilości, stanowiąc > 80 % (wagowo) całości. Temperatura zapłonu (fp) i temperatura wrzenia (początkowa, bp) w zależności od gatunku: - klasa o niskiej temperaturze zapłonu: fp 21-30 °C, bp 130-144 °C; - klasa o normalnej temperaturze zapłonu: fp 31-54 °C, bp 145-174 °C; - klasa o wysokiej temperaturze zapłonu: fp => 55 °C, bp 175-200 °C. [136. WHO_IPCS 1996]
Working vessel - Zbiornik roboczy	Zbiornik pośredni do przechowywania roztworu środka konserwującego w procesach ciśnieniowych. Środek konserwujący doprowadzany jest ze zbiornika lub pojemników magazynowych do zbiornika roboczego, a stamtąd do zbiornika do obróbki.
Zinc - Cynk	Cynk, wyrażony jako Zn, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki cynku, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.

BIBLIOGRAFIA

- [1] INTERGRAF oraz EGF, Printing and the Environment, Guidance on BAT in Printing Industries, 1999 (*Drukowanie a środowisko. Wytyczne dotyczące BAT w przemyśle poligraficznym, 1999*).
- [2] IFARE i in., Application of paint in vehicle (trucks, truck cabins, buses) and wood coating, 2002 (*Zastosowanie farb w powlekanii pojazdów (samochody ciężarowe, kabiny samochodów ciężarowych, autobusy) oraz powlekanie drewna, 2002*).
- [3] IMPEL, Good practice fact sheet - PRINTERS, European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, Antal Sidor 42, 2000 (*IMPEL - Europejska Sieć Wdrażania i Egzekwowania Prawa Ochrony Środowiska, Arkusz dobrych praktyk – DRUKARKI, 42 strony, 2000*).
- [4] Germany, Integrated Pollution Prevention and Control in selected Industrial Activities; Installations for Surface Treatment using organic solvents for Dressing, Impregnating, Printing, Coating. Part I: Dressing, Impregnating, Coating, Federal Environmental Agency, Berlin, funding nr. 200 94 324, 2002 (*Niemcy, Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola w wybranych gałęziach przemysłu; Instalacje do obróbki powierzchni przy użyciu rozpuszczalników organicznych stosowanych do powlekania, impregnowania, drukowania, malowania. Część I: Powlekanie, Impregnowanie, Malowanie, Federalny Urząd Ochrony Przyrody, Berlin, nr finansowania 200 94 324, 2002*).
- [5] DFIU i in., Best Available Techniques (BAT) for the Paint- and Adhesive Application in Germany. Volume I: Paint Application, Deutsch-Franzosisches Institut fur Umweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement, 2002 (*Najlepsze dostępne techniki (BAT) do nakładania farb i klejów stosowane w Niemczech. Tom I: Nakładanie farb, Francusko-Niemiecki Instytut Badań nad Środowiskiem, 2002*).
- [6] DFIU i in., Best Available Techniques (BAT) for the Paint- and Adhesive Application in Germany. Volume II: Adhesive Application, Deutsch-Franzosisches Institut fur Umweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement, 2002 (*Najlepsze dostępne techniki (BAT) do nakładania farb i klejów stosowane w Niemczech. Tom II: Nakładanie klejów, Francusko-Niemiecki Instytut Badań nad Środowiskiem, 2002*).
- [7] Germany, Integrated Pollution Prevention and Control in selected Industrial Activities; Installations for Surface Treatment using organic solvents for Dressing, Impregnating, Printing, Coating. Part II: Printing, Federal Environmental Agency, Berlin, funding nr. 200 94 324, 2003 (*Niemcy, Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola w wybranych gałęziach przemysłu; Instalacje do obróbki powierzchni przy użyciu rozpuszczalników organicznych stosowanych do powlekania, impregnowania, drukowania, malowania. Część II: Drukowanie, Federalny Urząd Ochrony Przyrody, Berlin, nr finansowania 200 94 324, 2003*).
- [8] Nordic Council of Ministers, Best available techniques (BAT) for the printing industry, TemaNord 1998:593, 1998 (*Nordycka Rada Ministrów (Rada Nordycka), Najlepsze dostępne techniki (BAT) dla przemysłu poligraficznego, publikacja TemaNord 1998:593, 1998*).

- [9] VITO, Beste Beschikbare Technieken voor de Grafische Sector, BBT kenniscentrum Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, 1998 (*VITO, Najlepsze dostępne techniki dla sektora poligraficznego, centrum wiedzy BBT, Flamandzka Instytucja Badań Technologicznych, 1998*).
- [11] InfoMil, T10 Milieu-informatie Scheepsbouw en -reparatie, Versie 2, 2003 (*InfoMil, T10 Informacje środowiskowe związane z budową i naprawą zbiorników, wersja 2, 2003*).
- [12] Netherlands, Milieuhandboek Grafische Industry, 1996 (*Holandia, podręcznik ochrony środowiska dla przemysłu graficznego, 1996*).
- [13] Aminal et al., Evaluatie emissiereductiepotentieel voor VOS-emissies van de grafische sector, deel 1, Afdeling Algemeen Milieubeleid, 00.1688, 2002 (*Aminal i in., Ocena potencjału redukcji emisji LZO z sektora poligraficznego, część 1. Departament Ogólnej Polityki Ochrony Środowiska, 00.1688, 2002*).
- [14] Aminal et al., Evaluatie van het reductiepotentieel voor VOS emissies naar het compartiment lucht en de problematiek van de implementatie van de Europese richtlijn 99/13/EG in de grafische sector in Vlaanderen; deel 3”, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid, 2002 (*Aminal i in., Ocena potencjału redukcji emisji LZO do powietrza i problemy związane z wdrażaniem dyrektywy 99/13/WE w sektorze poligraficznym we Flandrii, część 3, Ministerstwo Wspólnoty Flamandzkiej, Departament Ogólnej Polityki Ochrony Środowiska i Przyrody, 2002*).
- [15] CITEPA, Draft Background Document on the sector: Publication gravure, 2003 (*CITEPA, Projekt dokumentu informacyjnego na temat sektora: Grawiura (wkłęsłodruk) publikacyjna, 2003*).
- [16] Aminal et al., Measuring method for fugitive solvent emissions in flexible packaging, 2002 (*Aminal i in., Metoda pomiaru emisji niezorganizowanych rozpuszczalników w opakowaniach elastycznych, 2002*).
- [18] US EPA et al., Pollution prevention in the printing industry - a manual for pollution prevention technical assistance providers (<http://www.p2pays.org/ref/03/02453/>), 2003 (*US EPA i in., Zapobieganie zanieczyszczeniom w przemyśle poligraficznym - podręcznik dla podmiotów świadczących pomoc techniczną w zakresie zapobiegania zanieczyszczeniom (<http://www.p2pays.org/ref/03/02453/>), 2003*).
- [19] Austria, Stand der Technik bei ausgewählten Anlagen zur Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2003 (*Austria, Najnowsze techniki stosowane w wybranych zakładach obróbki powierzchni z użyciem rozpuszczalników organicznych, Federalne Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa, Środowiska i Gospodarki Wodnej, 2003*).
- [22] ECCA, The coil coating industry a metal surface treatment (organic coating), IPPC March 2004, issue 4 (*ECCA, Przemysł powlekania metodą ciągłą - obróbka powierzchniowa metalu (powłoka organiczna), IPPC marzec 2004, wydanie 4*).
- [23] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Surface Treatment of Metals and Plastics (STM BREF), 2006 (*COM, Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie obróbki powierzchniowej metali i tworzyw sztucznych (STM BREF), 2006*).
- [24] ESIG, Guide on VOC emissions management, 2000 (*ESIG, Przewodnik dotyczący zarządzania emisjami LZO, 2000*).
- [25] GEPVP et al., Mirror manufacture, 2004 (*GEPVP i in., Produkcja luster, 2004*).

-
- [26] CITEPA, Final Background Document on the sector: Car Coating, in the framework of EGTEI, 2003 (CITEPA, Końcowy dokument informacyjny na temat sektora: Powlekanie samochodów, w ramach EGTEI, 2003).
- [28] EWWG, Techniques to consider BAT in the Winding Wire Industry, The Winding Wire Business Group of EUROPACABLE, 2004 (*EWWG, Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla przemysłu drutu nawojowego, Grupa biznesowa ds. drutu nawojowego przy EUROPACABLE, 2004*).
- [29] UK DEFRA, Sector Guidance Note IPPC SG6; Secretary of State's Guidance for the A2 Surface Treatment Using Organic Solvents Sector, Department for Environment Food and Rural Affairs, October 2003 (*UK DEFRA, Wytyczne sektorowe IPPC SG6; Wytyczne Sekretarza Stanu dla sektora A2 Obróbka powierzchniowa z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, Departament Środowiska, Żywności i Spraw Wsi, październik 2003*).
- [31] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (CWW BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2016 (*COM, Najlepsze Dostępne Techniki (BAT), Dokument referencyjny dotyczący wspólnych systemów oczyszczania ścieków i gazów odlotowych w sektorze chemicznym (CWW BREF), Komisja Europejska, JRC IPTS EIPPCB, 2016*).
- [32] ACEA Contribution STS BREF, May, 2004 (*Wkład ACEA do STS BREF, maj 2004*).
- [34] Germany, 'Mission report: Rexam, Berlin', Personal Communication, 2003 (*Niemcy, „Sprawozdanie z misji: Zakład produkcji puszek do napojów Rexam, Berlin”, komunikat własny, 2003*).
- [37] Jansen, Workshop on VOC abatement, Sevilla, 15/11/2004, 2005 (*Jansen, Warsztaty na temat ograniczania emisji LZO, Sewilla, 15/11/2004, 2005*).
- [38] TWG, Compiled comments of the TWG on STS draft 1, October 2004 (TWG, Uwagi na temat STS zebrane przez TWG, projekt 1, październik 2004).
- [39] SEFEL, Workshop on VOC abatement, Seville, 15/11/04 - Comments on Draft Results, 2004 (*SEFEL, Warsztaty na temat ograniczania emisji LZO, Sewilla, 15.11.04 - Uwagi dotyczące wyników wstępnych, 2004*).
- [40] EWWG, STS BREF update to Chapter 3 Winding Wires, 2004 (*EWWG, aktualizacja STS BREF do Rozdziału 3 Przewody nawojowe, 2004*).
- [41] ISACOAT, ISACOAT Workpackage 3.5, DFIU/IFARE, University of Karlsruhe, 2004 (*ISACOAT, Pakiet roboczy ISACOAT 3.5, DFIU/IFARE, Uniwersytet w Karlsruhe, 2004*).
- [42] Envirowise, Reducing solvent use by good housekeeping, GG413 (updates and replaces Good housekeeping measures for solvents, GG28), 2003 (*Envirowise, Ograniczanie zużycia rozpuszczalników poprzez dobre gospodarowanie, GG413 (uaktualnia i zastępuje środki dobrego gospodarowania rozpuszczalnikami, GG28), 2003*).
- [43] Envirowise, Reduce costs by tracking solvents, 1998 (*Envirowise, Redukcja kosztów poprzez kontrolę rozpuszczalników, 1998*).
- [46] France, Surface Treatment - Waste Water Treatment, Agence de l'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 2-9506252-3-1 (EN), 2-9506252-2-3 (FR), 2002 (*Francja, Obróbka Powierzchni - Oczyszczanie ścieków, Agencja Wodna Rodan-Morze Śródziemne-Korsyka, 2-9506252-3-1 (EN), 2-9506252-2-3 (FR), 2002*).
-

- [47] EU, 'Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)', Official Journal of the European Union, Vol. L 396, 30.12.2006, pp. 1-849 (*UE, Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniającego dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylającego rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE*”, *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, L 396 z 30.12.2006, s. 1-849).
- [48] VITO, Flemish BAT reduction measures for the STS BREF, 2005 (VITO, Flamandzkie środki redukcji BAT dla STS BREF, 2005).
- [50] COM, Reference Document on Economics and Cross-Media Effects (ECM REF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006 (*COM, Dokument referencyjny dotyczący aspektów ekonomicznych oraz wzajemnych powiązań pomiędzy różnymi komponentami środowiska (ECM REF), Komisja Europejska, JRC IPTS EIPPCB, 2006*).
- [52] COM, Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of-life-vehicles, OJ L 269, 2000 (*COM, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/53/WE z dnia 18 września 2000 r. w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, Dz.U. UE L 269, 2000*).
- [53] COM, Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, OJ L 37, 2003 (*COM, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/95/WE z dnia 27 stycznia 2003 r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym, Dz.U. UE L 37, 2003*).
- [56] ACEA, BAT proposal for bumpers coating, Version 2, 12.04.05, 2005 (*ACEA, Propozycja BAT dotycząca powlekania zderzaków, wersja 2, 12.04.05*).
- [57] VDI, Wood issues - report 3462, 2005 (*VDI, Problemy związane z drewnem - sprawozdanie 3462, 2005*).
- [62] Verspoor et al., 'Incineration costs', Personal Communication, 2005 (Verspoor i in., „Koszty spalania”, informacje własne, 2005).
- [66] AEA et al., The impacts and costs of climate change, 2005 (*AEA Technology Environment i in., Wpływ oraz koszty zmian klimatycznych, 2005*).
- [69] RIZA, Best safety practice for preventing risks of unplanned discharges, 1999 (*RIZA, Najlepsze praktyki bezpieczeństwa w zakresie zapobiegania ryzyku nieplanowanych zrzutów, 1999*).
- [70] INRS, Ateliers de traitement de surface: Prévention des risques chimiques, ED 827, 1998 (*INRS, Zakłady obróbki powierzchni: Zapobieganie zagrożeniom chemicznym, ED 827, 1998*).

-
- [73] COM, 'Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC, OJ L 197 (Seveso III Directive)', Official Journal of the European Communities, Vol. L 010, 14.01.1997, 2012, pp. 13-33 (COM, „Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/18/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie kontroli zagrożeń poważnymi awariami związanymi z substancjami niebezpiecznymi, zmieniająca, a następnie uchylająca dyrektywę Rady 96/82/WE, Dz.U. UE L 197 (Dyrektywa Seveso III)”, *Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich, tom L 010 z 14.1.1997, 2012, s. 13-33*).
- [77] VROM, Diffuse Oplosmiddelesissies in Verpakkingdiepdruk en Flexo: Deel 2, Meten en Verminderen, 2004 (VROM, *Emisja nieorganizowana rozpuszczalników z opakowań rotograwiurów i fleksograficznych: Część 2, Pomiar i redukcja, 2004*).
- [78] TWG, Compiled comments of the TWG on STS draft 2, Sept 2005 (TWG, *Zebrane uwagi TWG na temat STS, projekt 2, wrzesień 2005*).
- [82] EGTEI, Winding wires coating: Synopsis sheet, 2005 (EGTEI, *Powlekanie drutów nawojowych: Arkusz informacyjny, 2005*).
- [83] EGTEI, Industrial applications of adhesives: Synopsis sheet, 2005 (EGTEI, *Przemysłowe zastosowania klejów: Arkusz informacyjny, 2005*).
- [84] EGTEI, Car coating: Synopsis sheet, 2005 (EGTEI, *Powlekanie samochodów: Arkusz informacyjny, 2005*).
- [89] EGTEI, Wood coating: Synopsis sheet and background document., 2005 (EGTEI, *Powlekanie drewna: Arkusz informacyjny i dokument pomocniczy, 2005*).
- [90] EWWG, 'Winding wires and NOx emissions, I. Jansen, H.Myland', Personal Communication, 2006 (EWWG, „*Drut nawojowy a emisje NO_x, I. Jansen, H.Myland*”, *informacja własna, 2006*).
- [91] EGTEI, Preservation of wood: Synopsis sheet, 2005 (EGTEI, *Konserwacja drewna: Arkusz informacyjny, 2005*).
- [92] EGTEI, Industrial application of paints: Synopsis sheet, 2005 (EGTEI, *Przemysłowe nakładanie farb: Arkusz informacyjny, 2005*).
- [93] COM, Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety, O.J L 31, 2002 (COM, *Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności, Dz.U. UE L 31 z 2002 r.*).
- [94] VITO, Guidance manual air cleaning techniques, 2004 (VITO, *Wytyczne dotyczące technik oczyszczania powietrza, 2004*).
- [95] CEI-BOIS, 'Comments on BAT- Surface treatments using solvents', Personal Communication, 2006 (CEI-BOIS, „*Uwagi dotyczące BAT - obróbka powierzchniowa z wykorzystaniem rozpuszczalników*”, *informacja własna, 2006 r.*).
- [96] Presti, Reduction of emissions in the wood and furniture finishing operations: possibilities and difficulties, 2005 (Presti, *Redukcja emisji w procesach wykańczania drewna i mebli: możliwości i trudności, 2005*).
- [97] TWG, STS TWG final meeting, 2006 (TWG, *końcowe posiedzenie TWG STS, 2006 r.*).
-

- [99] UKHSE, 'Blue book' for biocides, 2006 (UKHSE, „Niebieska księga” dotycząca biocydów, 2006).
- [100] EEA, Wood preservation pesticides, 1999 (EEA, *Pestycydy w konserwacji drewna*, 1999).
- [105] CEPE, 'Paint costs', Personal Communication, 2006 (CEPE, „Koszty farby”, *informacja własna*, 2006 r.).
- [108] ESVOCCG, Cleaning in the STS BREF industries, STS TWG final meeting, 2006 (ESVOCCG, *Czyszczenie w przemyśle STS BREF, końcowe posiedzenie STS TWG*, 2006).
- [109] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009 (COM, *Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie efektywności energetycznej (ENE BREF)*, Komisja Europejska, JRC IPTS EIPPCB, 2009).
- [110] Eurocar, 'V Congreso Eurocar', 2005 (Eurocar, „V Kongres Eurocar”, 2005 r.).
- [111] EWWG, 'Additional data on NO_x emissions from winding wire coating', Personal Communication, 2005 (EWWG, „Dodatkowe dane dotyczące emisji NO_x z powlekania drutu nawojowego”, *informacja własna*, 2005 r.).
- [113] ECN, CO₂ price dynamics, 2005 (ECN, *Dynamika cen CO₂*, 2005).
- [114] AEA et al., Damages per tonne of PM_{2.5}, NH₃, SO₂, NO_x and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and the surrounding seas, 2005 (AEA *Technology Environment i in.*, *Szkody na tonę PM_{2.5}, NH₃, SO₂, NO_x i VOC z każdego państwa członkowskiego UE-25 (z wyjątkiem Cypru) i otaczających mórz*, 2005 r.).
- [115] Verspoor et al., Solvent based or water borne inks in flexography: A cost comparison, 2005 (Verspoor i in., *Atramenty na bazie wody lub rozpuszczalnika we fleksografii: Porównanie kosztów*, 2005).
- [116] ESIG, 'Additional data for the information exchange', Personal Communication, 2005 (ESIG, „Dodatkowe dane do wymiany informacji”, *informacja własna*, 2005 r.).
- [119] May et al., 'Coating of plastics: data to support TWG BAT decision', Personal Communication, 2006 (May i in., „Powlekanie tworzyw sztucznych: dane wspierające decyzję TWG BAT”, *informacja własna*, 2006 r.).
- [121] Portugal, 'Dock discipline: Basic rules for activities performed in docks and slipways', Personal Communication, 2006 (Portugalia, „Dyscyplina doków: Podstawowe zasady dotyczące czynności wykonywanych na dokach i pochylniach”, *informacja własna*, 2006 r.).
- [123] Kiil et al., 'Marine biofouling protection: design of controlled release antifouling paints. In: Ka M.N., Gani, R. and Dam-Johansen, K. Chemical Product Design: Toward a perspective through case studies', 2006 (Kiil i in., „Ochrona przed porastaniem statków: projektowanie farb przeciwporostowych o kontrolowanym uwalnianiu”. W: Ka M.N., Gani, R. oraz Dam-Johansen, K. *Konstruowanie produktów chemicznych: Ulepszanie poprzez studia przypadków*”, 2006).
- [127] TWG, E-coat process data for STM BREF, 2003 (TWG, *Dane dotyczące procesu powlekania elektroforetycznego dla STM BREF*, 2003).
- [128] Czech Republic, Description of e-coat process, 2006 (Republika Czeska, *Opis procesu powlekania elektroforetycznego*, 2006 r.).
- [129] ACEA, E-coat data for STM BREF, 2003 (ACEA, *Dane dotyczące powlekania elektroforetycznego dla STM BREF*, 2003).

-
- [130] ADEME, VOC emission calculations, 2006 (*ADEME, Obliczenia emisji LZO, 2006*).
- [131] Verspoor et al., Waste gas treatment options and efficiencies, 2006 (*Verspoor i in., Opcje oraz wydajność przetwarzania gazów odlotowych, 2006*).
- [132] AFERA, New text for chapter 5 on manufacturing of adhesive tapes, 2005 (*AFERA, Nowy tekst do rozdziału 5 dotyczącego produkcji taśm klejących, 2005*).
- [136] WHO_IPCS, WHO_IPCS, 1996.
- [137] CEI-BOIS, 'Reference data for BAT 'Surface Treatment Using Solvents'', Personal Communication, 2006 (*CEI-BOIS, „Dane referencyjne dla BAT „ Obróbka powierzchniowa z wykorzystaniem rozpuszczalników”, informacja własna, 2006 r.*).
- [142] ACEA, ACEA Paint Shop Study, 2016 (*ACEA, Studium Malowania ACEA, 2016*).
- [143] ACEA, ACEA guidance on solvent mass balances, 2017 (*ACEA, Wytyczne ACEA dotyczące bilansu masy rozpuszczalnika, 2017*).
- [144] ACEA, Solvents in waste: „20170714_STS-BREF_Study_Waste data in Questionnaires”, 2017 (*ACEA, Rozpuszczalniki w odpadach: „20170714_STS-BREF_ Studium odpadów z danych ankietowych”, 2017*).
- [145] ACEA, Facts about the Automobile Industry (<https://www.acea.be/automobileindustry/facts-about-the-industry>), 2019 (*ACEA, Fakty o przemyśle samochodowym (<https://www.acea.be/automobileindustry/facts-about-the-industry>), 2019*).
- [146] ACEA, ACEA Pocket Guide, 2018-2019, 2018 (*ACEA, Przewodnik kieszonkowy ACEA, 2018-2019, 2018*).
- [147] TFTEI, CLRTAP/TFTEI (Task Force on Techno-Economic Issues): VOC Abatement in the coating of passenger cars, 2016 (*TFTEI, CLRTAP/TFTEI (Task Force on Techno-Economic Issues): Ograniczanie emisji LZO podczas powlekania samochodów osobowych, 2016*).
- [148] COM, Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC), 2009 (*COM, Wytyczne dotyczące zastępowania i ograniczania emisji LZO w odniesieniu do działań objętych Dyrektywą w sprawie ograniczenia emisji lotnych związków organicznych spowodowanej użyciem organicznych rozpuszczalników (Dyrektywa 1999/13/WE), 2009 r.*).
- [149] ERA, Gravure: The environmentally friendly print process, Gravure News 166/07, Josef Paul Bernard, European Rotogravure Association, 2016 (*ERA, Wkłęśłodruk: Proces druku przyjazny dla środowiska, Magazyn Wkłęśłodruk 166/07, Josef Paul Bernard, Europejskie Stowarzyszenie Wkłęśłodruku, 2016*).
- [150] FEPA/VDS, FEPA/VDS contribution on updating Section on the manufacturing of coated abrasives Oct, 2016 (*FEPA/VDS, Wkład FEPA/VDS w aktualizację sekcji dotyczącej produkcji powlekanych materiałów ściernych, październik, 2016*).
- [151] CESA, Characterization of Antifouling Emission Scenarios in European Shipyards, Community of European Shipyards Associations, 2011 (*CESA, Charakterystyka rodzajów emisji substancji przeciwporostowych w stocznjach europejskich, Wspólnota Europejskich Stowarzyszeń Stocznjowych, 2011*).
- [153] Bert de Vries VNSI, Model Regulation Dockfloor/Slipway Discipline, 2011 (*Bert de Vries VNSI, Modelowe przepisy dotyczące postępowania na dokach i pochylniach, 2011*).

- [154] Nordic Council of Ministers, Nordic Shipyards, Best Available Techniques (BAT), 2016 (*Nordycka Rada Ministrów (Rada Nordycka), Stocznie Nordyckie, Najlepsze Dostępne Techniki (BAT), 2016 r.*).
- [155] TWG, Emission and consumption data from STS data collection, 2016 (*TWG, Dane dotyczące emisji i zużycia energii pochodzące z gromadzenia danych STS, 2016 r.*).
- [159] MPE, Revised document for chapters 1 & 2 for the metal packaging sector, 2017 (*MPE, Poprawiony dokument dotyczący rozdziałów 1 i 2 dla sektora opakowań metalowych, 2017*).
- [160] US EPA, Control Techniques Guidelines for Miscellaneous Metal and Plastic Parts Coatings, 2008 (*US EPA, Wytoczne dotyczące technik kontroli stosowanych przy powlekanii różnorodnych części metalowych i z tworzyw sztucznych, 2008*).
- [161] TWG, Additional information submitted with the initial positions for the STS BREF review (available on BATIS), 2015 (*TWG, Dodatkowe informacje zgłoszone razem z początkowymi stanowiskami do przeglądu STS BREF (dostępne na BATIS), 2015 r.*).
- [162] COM, The EU furniture market situation and a possible furniture products initiative, Final Report, 2014 (*COM, Sytuacja na unijnym rynku mebli oraz możliwa inicjatywa dotycząca produktów meblowych, sprawozdanie końcowe, 2014 r.*).
- [163] Kovacevic et al., Coated Textile Materials (<https://www.intechopen.com/books/woven-fabric-engineering/coated-textile-materials>), 2010 (Kovacevic i in., Powlekane materiały tekstylne (<https://www.intechopen.com/books/woven-fabric-engineering/coated-textile-materials>), 2010).
- [164] Singha, 'A Review on Coating & Lamination in Textiles: Processes and Applications', 2012 (*Kunal Singha, „Przegląd Powlekania i Laminowania w Tekstyliach: Procesy i zastosowania”, 2012*).
- [165] EURATEX, Who we are, European Apparel and Textile Confederation (<http://euratex.eu/about-uratex/who-we-are/>), 2018 (EURATEX, Kim jesteśmy, Europejska Organizacja ds. Odzieży i WYROBÓW TEKSTYLNICH (<http://euratex.eu/about-uratex/who-we-are/>), 2018).
- [166] FEDUSTRIA, BRIEF TECHNICAL DESCRIPTION „The transfer coating of high performance polyurethane using the organic solvent DMF”, 2016 (*FEDUSTRIA, KRÓTKI OPIS TECHNICZNY „Powlekanie transferowe wysokowydajnych poliuretanów przy użyciu rozpuszczalnika organicznego DMF”, 2016*).
- [167] FEDUSTRIA, BRIEF TECHNICAL DESCRIPTION „The direct coating of high performance polyurethane using the organic solvent DMF”, 2016 (*FEDUSTRIA, KRÓTKI OPIS TECHNICZNY „Bezpośrednie powlekanie wysokowydajnych poliuretanów przy użyciu rozpuszczalnika organicznego DMF”, 2016*).
- [168] United Kingdom, Brief Technical Description, The direct coating on to continuous reels of textile fabrics, typically applying solutions of polyurethane polymers dissolved in volatile organic compounds (VOCs), 2016 (*Wielka Brytania, Krótki opis techniczny, Bezpośrednie powlekanie na ciągłych rolkach tkanin tekstylnych, zazwyczaj z zastosowaniem roztworów polimerów poliuretanowych rozpuszczonych w lotnych związkach organicznych (LZO), 2016*).
- [169] VDI, VDI 3455:2013 Emission control - High-volume car body painting plants, 2013 (*VDI, VDI 3455:2013 Kontrola emisji - wysokonakładowe lakiernie karoserii samochodowych, 2013*).

-
- [170] OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (OICA), World Motor Vehicle Production (<http://www.oica.net/category/production-statistics/>), 2017 (*OICA, Światowa Organizacja Producentów Pojazdów Samochodowych, Produkcja pojazdów samochodowych na świecie* (<http://www.oica.net/category/production-statistics/>), 2017).
- [171] ACEA, Interactive Map: Automobile Assembly and Engine Production Plants in Europe (<http://www.acea.be/statistics/tag/category/european-production-plants-map>), 2016 (*ACEA, Mapa interaktywna: Zakłady montażu samochodów i produkcji silników w Europie* (<http://www.acea.be/statistics/tag/category/european-production-plants-map>), 2016).
- [172] MPE, Specific Emissions in the metal packaging industry, Metal Packaging Europe, e-mail communication (10/08/2017), 2017 (*MPE, Emisje indywidualne w przemyśle opakowań metalowych, Europejskie Stowarzyszenie Producentów Opakowań Metalowych, korespondencja mailowa (10/08/2017), 2017*).
- [173] EWWG, Revised chapters X.1 & X.2 and BAT candidates for the manufacturing of winding wires, 2017 (*EWWG, Zmienione rozdziały X.1 i X.2 oraz kandydaci do BAT w branży produkcji drutów nawojowych, 2017*).
- [174] Finland, FI contribution to applied processes and techniques in coil coating industry, 2017 (*Finlandia, Fiński wkład do procesów i technik stosowanych w przemyśle powlekania metodą ciągłą, 2017*).
- [175] ECCA, Updated version of chapter on applied processes and techniques in coil coating industry, 2016 (*ECCA, Zaktualizowana wersja rozdziału dotyczącego procesów i technik stosowanych w przemyśle powlekania metodą ciągłą, 2016*).
- [176] ASD, General information, applied processes and BAT candidates for the aircraft coating sector, 2017 (*ASD, Informacje ogólne, Stosowane procesy oraz kandydaci na BAT w branży powłok lotniczych, 2017*).
- [177] ECCA, Working paper on the calculation of uncertainty in deriving II in the Coil Coating installations, 2017 (*ECCA, Dokument roboczy dotyczący obliczania niepewności przy wyznaczaniu II w instalacjach do powlekania metodą ciągłą, 2017*).
- [178] COM, Sioen, Ardoorie, BE. Site visit report May, 2017 (*COM, Sioen, Ardoorie, Belgia. Raport z wizyty, maj 2017*).
- [179] COM, Seyntex, Tielt, BE. Site visit report, May, 2017 (*COM, Seyntex, Tielt, Belgia. Raport z wizyty, maj 2017*).
- [180] COM, Amcor, BE. Site visit report May, 2017 (*COM, Amcor, Belgia. Raport z wizyty, maj 2017*).
- [181] COM, Renault, Douai, FR. Site visit report, 2017 (*COM, Renault, Douai, Francja. Raport z wizyty, 2017*).
- [182] COM, Tata Steel, Maubeuge, FR. Site visit report May, 2017 (*COM, Tata Steel, Maubeuge, Francja. Raport z wizyty, maj 2017*).
- [183] ACEA, Proposed and updated BAT candidates for the vehicle coating sector, 2017 (*ACEA, Proponowane i zaktualizowane kandydaty na BAT w sektorze powlekania pojazdów, 2017*).
- [184] AGC GLASS EUROPE, Proposed modifications in Section for mirror manufacturing, 2017 (*Przedsiębiorstwo AGC GLASS EUROPE, Propozycje zmian w sekcji dotyczącej produkcji luster, 2017*).

- [185] ECCA, Proposed and updated BAT candidates for the coil coating sector, 2017 (*ECCA, Proponowane i zaktualizowane kandydatury na BAT w sektorze powlekania metodą ciągłą, 2017*).
- [186] INTERGRAF, Proposed and updated BAT candidates for the Heatset Offset printing sector, 2017 (*INTERGRAF, Proponowane i zaktualizowane kandydatury na BAT w sektorze gorącego offsetu rolowego, 2017*).
- [189] MPE, Proposed and updated BAT candidates, 2017 (*MPE, Proponowani i zaktualizowani kandydaci na BAT, 2017 r.*).
- [190] ESVOC, Proposed and updated general BAT candidates, 2017 (*ESVOC, Proponowani i zaktualizowani kandydaci na BAT o charakterze ogólnym, 2017 r.*).
- [191] Nitrosystem, Nitrosystem coating systems (<http://www.nitro-system.com>), 2017 (*Nitrosystem, Systemy powlekania firmy Nitrosystem (<http://www.nitro-system.com>), 2017*).
- [192] INTERGRAF, Draft proposal for the solvent mass balance technique for the heatset web offset printing sector, 2017 (*INTERGRAF, Projekt propozycji dotyczącej techniki bilansu masy rozpuszczalnika dla sektora gorącego offsetu rolowego, 2017*).
- [194] Technavio, Flexible Packaging Market in Europe 2016-2020 (www.technavio.com/report/europe-packaging-flexible-packaging-market), 2017 (Technavio, Rynek opakowań giętkich w Europie 2016-2020 (www.technavio.com/report/europe-packaging-flexible-packaging-market), 2017).
- [196] ERA, Statement of the European Rotogravure Association e.V. James Siever and Josef Bernard, Munich, 7 October 2015 (*ERA, Stanowisko Europejskiego Stowarzyszenia Włóksłodruku e.V. James Siever i Josef Bernard, Monachium, 7 października 2015*).
- [197] FPE, FPE comments on original STS BREF (2007), 2017 (*FPE, Uwagi FPE na temat oryginału STS BREF (2007), 2017 r.*).
- [200] ACEA, General information on the automobile industry, 2016 (*ACEA, Ogólne informacje o przemyśle samochodowym, 2016*).
- [201] ACEA, Processes and Techniques used for the coating of motor vehicles, 2016 (*ACEA, Stosowane w powlekanii pojazdów silnikowych procesy i techniki, 2016*).
- [202] SEA SMRC, BREF chapter 11 (coating of ships and yachts) combined comments, Sander den Heijer, 2017 (*SEA SMRC, BREF rozdział 11 (malowanie statków i jachtów) uwagi łączne, Sander den Heijer, 2017*).
- [203] Gabe et al., Induction effected removal of industrial coatings on steel, 2016 (*Gabe i in., Indukcyjne usuwanie powłok przemysłowych ze stali, 2016*).
- [204] UNECE, Draft guidelines for estimation and measurement of emissions of volatile organic compounds, United Nations Economic Commission for Europe, Working group on strategies and review, Executive Body of the CLRTAP, 4 October 2016 (*EKG ONZ, Projekt wytycznych dotyczących szacowania i pomiaru emisji lotnych związków organicznych, Europejska Komisja Gospodarcza Organizacji Narodów Zjednoczonych, Grupa robocza ds. strategii i przeglądu, Organ Wykonawczy CLRTAP, 4 października 2016 r.*).

- [205] Belgium, BE submission of background information on the manual for the solvent mass balance and VOC emissions, (translation in EN submitted in 2017), 2005 (*Belgia, Belgijskie przedłożenie informacji ogólnych na temat podręcznika dotyczącego bilansu masy rozpuszczalników oraz emisji LZO (tłumaczenie w języku angielskim dostarczone w 2017 r.), 2005 r.*).
- [207] EEA, E-PRTR data for 2016 (European Pollution Release and Transfer Registry) (www.prtr.eea.europa.eu), 2019 (EEA, E-PRTR Dane za rok 2016 (Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń) (www.prtr.eea.europa.eu), 2019).
- [208] TCI et al., Roller coating application techniques, Technical Coating International, Inc. (<http://www.tciinc.com/capabilities/>) and FlexoGlobal Blog (www.flexoglobal.com/blog/tag/doctor-blade/), 2017 (*TCI i in., Rolowe techniki nakładania powłok, Technical Coating International, Inc. (http://www.tciinc.com/capabilities/) oraz FlexoGlobal Blog (www.flexoglobal.com/blog/tag/doctor-blade/), 2017.*
- [209] ACEA, BAT for solvent mass balances of motor vehicle paint shops, 2017 (*ACEA, BAT dla bilansów masy rozpuszczalników w lakierniach pojazdów silnikowych, 2017.*
- [210] TFTEI, Costs of reduction techniques for large users of solvents - ERICA VOC model (<http://tftei.citepa.org/en/work-in-progress/costs-of-reduction-techniques-for-large-users-of-solvents>), 2017 (*TFTEI, Koszty technik redukcji dla dużych użytkowników rozpuszczalników - model ERICA VOC (http://tftei.citepa.org/en/work-in-progress/costs-of-reduction-techniques-for-large-users-of-solvents), 2017.*
- [211] Germany, Definition of Best Available Techniques (BAT) in Europe for Surface Treatment Using Organic Solvents, Ökopol GmbH, Final report, 2016 (*Niemcy, Definicja najlepszych dostępnych technik (BAT) w Europie dla obróbki powierzchniowej z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych, Ökopol GmbH, Sprawozdanie końcowe, 2016.*
- [212] TWG, Compiled comments received in D1 of the revised STS BREF, 2018 (*TWG, Zestawienie uwag otrzymanych w D1 zrewidowanego STS BREF, 2018.*
- [213] Germany, First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control - TA Luft 2002) of 24 July 2002 (*Niemcy, Pierwsze Ogólne Rozporządzenie Administracyjne dotyczące Federalnej Ustawy o Kontroli Imisji (Instrukcje Techniczne dotyczące Kontroli Jakości Powietrza - TA Luft 2002) z dnia 24 lipca 2002 r.*).
- [214] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals (LVOC BREF), European Commission, JRC Seville EIPPCB, 2017 (*COM, Najlepsze dostępne techniki (BAT). Dokument referencyjny dotyczący wielkotonazowej produkcji związków organicznych (LVOC BREF), Komisja Europejska, JRC Sewilla EIPPCB, 2017.*
- [216] Kopeliovich D., Radiation curable coatings (http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=radiation_curable_coatings), 2018 (*Kopeliovich D., Powłoki utwardzane promieniowaniem (http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=radiation_curable_coatings), 2018.*
- [217] AUDI, Overspray-free painting (<https://www.audi-mediacycenter.com/en/pressreleases/contrasting-paintwork-in-just-one-spray-process-audi-tests-overspray-freepainting-10396>), 2018 (*AUDI, malowanie bez mgły lakierniczej (https://www.audi-mediacycenter.com/en/pressreleases/contrasting-paintwork-in-just-one-spray-process-audi-tests-overspray-freepainting-10396), 2018.*

- [218] Dürr, Inside-out drying process, 2018 (*Dürr, Proces suszenia metodą inside-out, 2018*).
- [219] ACEA, ACEA contribution after the STS data workshop, 2018 (*ACEA, Wkład ACEA po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [220] Belgium, BE contribution after the STS data workshop, 2018 (*Belgia, Wkład Belgii po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [221] Germany, DE contribution after the STS data workshop, 2018 (*Niemcy, Wkład Niemiec po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [223] Spain, ES contribution after the STS data workshop, 2018 (*Hiszpania, Wkład Hiszpanii po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [224] INTERGRAF, INTERGRAF contribution after the STS data workshop, 2018 (*INTERGRAF, Wkład INTERGRAF po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [225] EWWG, EWWG contribution after the STS data workshop, 2018 (*EWWG, Wkład EWWG po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [226] MPE, MPE contribution after the STS data workshop, 2018 (*MPE, Wkład MPE po warsztatach dotyczących danych STS, 2018*).
- [227] TFTEI, VOC Abatement in the Packaging Printing Industry, 2017 (*TFTEI, Ograniczanie emisji LZO w przemyśle poligraficznym opakowań, 2017*).
- [228] IEEP et al., Data gathering and impact assessment for a possible technical review of the IPPC Directive – Part 2, Fact sheet B5: Wood preservation, 2007 (*IEEP i in., Gromadzenie danych oraz ocena skutków na potrzeby ewentualnego przeglądu technicznego Dyrektywy IPPC - część 2, arkusz informacyjny B5: Konserwacja drewna, 2007*).
- [229] WEI, The wood preservation industry (<http://www.wei-ieo.org/woodpreservation.html>), 2017 (*WEI, Przemysł konserwacji drewna (<http://www.wei-ieo.org/woodpreservation.html>), 2017*).
- [230] VDI, VDI 3462 Part 1:2014 Emission Control - Wood machining and processing, Raw wood processing, 2014 (*VDI, VDI 3462 Część 1:2014 Kontrola emisji - Obróbka i przetwórstwo drewna, Obróbka surowego drewna, 2014*).
- [231] Germany, Determination of the Best Available Techniques for preservation of wood and wood products in Germany considering cross-media environmental impacts, BiPRO GmbH, Final report February, 2013 (*Niemcy, Określenie najlepszych dostępnych technik konserwacji drewna i produktów drewnianych w Niemczech z uwzględnieniem przekrojowego oddziaływania na środowisko, BiPRO GmbH, raport końcowy, luty 2013*).
- [232] WPA, Manual: Industrial Wood Preservation - Specification and Practice, 2nd Edition, April, 2012 (*WPA, Podręcznik: Przemysłowa konserwacja drewna - specyfikacja i praktyka, wydanie 2, kwiecień 2012*).
- [234] Austrian Umweltbundesamt, Konservierung von Holz und Holzzeugnissen - Stand der Technik der Konservierung von Holz und Holzzeugnissen Sowie Situation in Österreich, 2015 (*Austriacki Urząd Ochrony Środowiska (Umweltbundesamt), Konserwacja wyrobów z drewna i materiałów budowlanych - stanowisko w sprawie techniki konserwacji wyrobów z drewna i materiałów budowlanych oraz sytuacji w Austrii, 2015*).
- [235] UK DEFRA, Sector Guidance Note SG11 (draft) - Secretary of State's Guidance for Wood Products Preservation with Chemicals, September, 2013 (*UK DEFRA, Wytyczne sektorowe SG11 (projekt) - Wytyczne Sekretarza Stanu dotyczące produktów drewnianych konserwowanych środkami chemicznymi, wrzesień, 2013*).

-
- [236] TWG, Emission and consumption data from WPC data collection, 2017 (*TWG, Dane dotyczące emisji i konsumpcji pochodzące ze zbioru danych WPC, 2017*).
- [237] ECHA, Understanding BPR (<https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-productsregulation/understanding-bpr>), 2018 (*ECHA, Zrozumieć BPR (https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-productsregulation/understanding-bpr), 2018*).
- [238] WPA, Dealing with Treated Wood Related Waste Streams - Guidance Note on the Legislation and Options, 3rd Edition, October, 2009 (*WPA, Postępowanie ze strumieniami odpadów związanych z drewnem poddanym obróbce - wytyczne dotyczące przepisów i opcji, wydanie trzecie, październik 2009*).
- [239] Superwood, Technical data (<http://www.superwood.eu/fordele-fakta/fakta/tekniske-data>), 2017 (*Firma Superwood (Dania), Dane techniczne (http://www.superwood.eu/fordele-fakta/fakta/tekniske-data), 2017*).
- [240] Denmark, Proposed BAT candidate on 'Supercritical treated wood', June, 2017 (*Dania, Proponowany kandydat na BAT dotyczący „drewna poddanego obróbce w stanie nadkrytycznym”, czerwiec 2017*).
- [241] EWPM/WEI, EWPM/WEI response to EIPPCB Request for information (RFI) – WPC installation terminology, January, 2016 (*EWPM/WEI, Odpowiedź EWPM/WEI na prośbę EIPPCB o informacje - terminologia związana z instalacją WPC, styczeń 2016*).
- [242] EWPM/WEI, EWPM/WEI COMMENTS ON BAT Candidates list, April, 2016 (*EWPM/WEI, Komentarze EWPM/WEI do listy kandydatów na BAT, kwiecień 2016*).
- [243] EOS, EOS comments on BAT candidates, March, 2016 (*Firma EOS, Komentarze EOS na temat kandydatów na BAT, marzec 2016*).
- [244] Norden, Wood preservation with chemicals, Best Available Techniques (BAT), 2014 (*Norden, Konserwacja drewna środkami chemicznymi, Najlepsze Dostępne Techniki (BAT), 2014*).
- [245] ThermoWood, ThermoWood - Environmental aspects (<https://www.thermowood.fi/ymparisto>), 2018 (*ThermoWood, ThermoWood - aspekty środowiskowe (https://www.thermowood.fi/ymparisto), 2018*).
- [246] CEN, CEN/TS 15679:2007 Thermal Modified Timber - Definitions and characteristics, 2007 (*CEN, CEN/TS 15679:2007 Drewno modyfikowane termicznie - Definicje i właściwości, 2007*).
- [247] Belgium, Additional information submitted by Belgium with the initial positions for the WPC BREF review, 2014 (*Belgia, Dodatkowe informacje przedstawione przez Belgię wraz z początkowymi stanowiskami do przeglądu dokumentu WPC BREF, 2014 r.*).
- [248] Austria, Additional information submitted by Austria with the initial positions for the WPC BREF review, 2014 (*Austria, Dodatkowe informacje przedstawione przez Austrię wraz z początkowymi stanowiskami do przeglądu dokumentu WPC BREF, 2014 r.*).
- [249] IHD, TMT fact sheet series (<https://www.ihd-dresden.com/en/knowledge-portal/leaflets/>), 2018 (*IHD, TMT - zestaw not tematycznych (https://www.ihd-dresden.com/en/knowledge-portal/leaflets/), 2018*).
- [250] IAF, International Accreditation Forum website, 2010 (*IAF, strona internetowa Międzynarodowego Forum Akredytacji, 2010 r.*).
-

- [251] EU, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community ecomanagement and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', Official Journal of the European Union, Vol. L 342, 22.12.2009, pp. 1-45 (*UE*, „Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1221/2009 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ek zarządzania i audytu we Wspólnocie (EMAS), uchylające rozporządzenie (WE) nr 761/2001 oraz decyzje Komisji 2001/681/WE i 2006/193/WE”, *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, tom L 342, 22.12.2009, s. 1-45).
- [252] COM, DG Environment: What is Emas?, 2010 (*Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Środowiska: Czym jest Emas?, 2010 r.*).
- [253] COM, EMAS reports & statistics (<http://ec.europa.eu/environment/emas/register/reports/reports.do>), 2015 (*Komisja Europejska, EMAS sprawozdania i statystyki* (<http://ec.europa.eu/environment/emas/register/reports/reports.do>), 2015).
- [254] CEN, EN ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use, 2015 (*CEN, Certyfikat ISO 14001:2015 Systemy zarządzania środowiskowego - Wymagania wraz z wytycznymi stosowania, 2015*).
- [255] France, FR contribution after the STS data workshop (June), 2018 (*Francja, Wkład Francji po warsztatach dotyczących danych STS, czerwiec 2018*).
- [256] COM, Nissan Motor Manufacturing, Sunderland, UK. Site visit report August, 2018 (*Komisja Europejska, Nissan Motor Manufacturing, Sunderland, Wielka Brytania. Sprawozdanie z wizyty w zakładzie, sierpień 2018*).
- [257] ECCA, ECCA Academy (<http://www.prepaintedmetalacademy.eu>), 2019 (*ECCA, Akademia ECCA* (<http://www.prepaintedmetalacademy.eu>), 2019).
- [258] ASD, ASD Facts and Figures -(<https://www.asd-europe.org/news-publications/factsfigures>), 2019 (*ASD, ASD - fakty i liczby -* (<https://www.asd-europe.org/news-publications/factsfigures>), 2019).
- [259] COM, Site visit reports for: 1. Anton Debatin GmbH, DE, December and 2. Eibach Oberflächentechnik GmbH (EOT), DE, December, 2017 (*Komisja Europejska, Sprawozdania z wizyt w zakładach: 1. Anton Debatin GmbH, Niemcy, grudzień i 2. Eibach Oberflächentechnik GmbH (EOT), Niemcy, grudzień 2017*).
- [260] VDI, VDI 2442:2014 Waste gas cleaning - Methods of thermal waste gas cleaning, 2014 (*VDI, VDI 2442:2014 Oczyszczanie gazów odlotowych - Metody oczyszczania termicznego, 2014*).
- [261] TWG, Information on techniques applicable to more than one STS sectors submitted during the period 2016-2018 (available on BATIS), 2016 (*TWG, Informacje o technikach mających zastosowanie do więcej niż jednego sektora STS, zgłoszonych w latach 2016-2018 (dostępne na BATIS), 2016*).
- [262] ESVOC et al., Table of techniques used per STS sector (proposed by ESVOC) and input from other TWG members (ES, DE) and amended according to the available information from the STS data collection, 2019 (*ESVOC i in., Tabela technik stosowanych w poszczególnych sektorach STS (zapropozowana przez ESVOC), oraz wkład innych członków TWG (ES, DE), zmieniona zgodnie z dostępnymi informacjami pochodzącymi z gromadzenia danych STS, 2019 r.*).

- [263] ESIG, The European Solvent Industry Group, data from <https://www.esig.org/>, 2019 (*ESIG, Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Rozpuszczalników, dane ze strony <https://www.esig.org/>, 2019*).
- [264] TWG, TWG contributions after the STS TWG final meeting, 2019 (*TWG, Wkład TWG po końcowym posiedzeniu STS TWG, 2019*).
- [265] TWG, TWG comments on STS pre-final Draft, 2019 (*TWG, Uwagi TWG na temat wstępnego projektu STS, 2019*).
- [266] JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations (ROM REF), European Commission, Joint Research Centre, Seville, EUR 29261 EN, doi: 10.2760/344197, 2018 (*Raport referencyjny JRC dotyczący monitorowania emisji do powietrza i wody z instalacji IED (ROM REF), Komisja Europejska, Wspólne Centrum Badawcze, Sewilla, EUR 29261 PL, doi: 10.2760/344197, 2018*).

KONTAKTOWANIE SIĘ Z UE

Osobiste

Na terenie całej Unii Europejskiej znajdują się setki punktów informacji europejskiej Europe Direct. Adres najbliższego ośrodka można znaleźć na stronie internetowej: <http://europea.eu/contact>.

Telefonicznie lub mailowo

Europe Direct to serwis, który odpowiada na pytania dotyczące Unii Europejskiej. Z serwisem tym można się skontaktować w następujący sposób:

- telefonicznie (numer bezpłatny): 00 800 6 7 8 9 10 11 (niektórzy operatorzy mogą pobierać opłaty za te połączenia),
- telefonicznie (numer standardowy): +32 22999696, lub
- mailowo poprzez stronę: <http://europa.eu/contact>.

ZNAJDOWANIE INFORMACJI O UE

Internet

Informacje o Unii Europejskiej we wszystkich językach urzędowych UE dostępne są na stronie internetowej Europa pod adresem: <http://europa.eu>.

Publikacje UE

Bezpłatne oraz płatne publikacje UE można pobrać lub zamówić w księgarni UE pod adresem: <http://bookshop.europa.eu>. Wiele bezpłatnych publikacji można otrzymać kontaktując się z Europe Direct lub lokalnym centrum informacyjnym (zob. <http://europa.eu/contact>).

Śłużba Komisji Europejskiej do spraw nauki i wiedzy

Wspólne Centrum Badawcze (JRC)

Misja JRC

Misją Wspólnego Centrum Badawczego, jako służby Komisji Europejskiej do spraw nauki i wiedzy, jest wspieranie polityki UE w całym jej zakresie poprzez dostarczanie niezależnych dowodów.



EU Science Hub

ec.europa.eu/jrc



@EU_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



EU Science, Research and Innovation



EU Science Hub

