

## A.1 INFORMACJA OGÓLNA NA TEMAT KSZTAŁTOWANIA PLASTYCZNEGO NA GORĄCO I NA ZIMNO

Sektor przeróbki żelaza i stali w części kształtowania plastycznego na gorąco i zimno obejmuje różne metody wytwarzania, takie jak walcowanie na gorąco, walcowanie na zimno i ciągnięcie stali. Wytwarzana jest szeroka gama różnorodnych półwyrobów i wyrobów gotowych w różnych liniach produkcyjnych.

Literatura zajmująca się sektorem żelaza i stali stosuje różne podziały i struktury sektora oraz różne metody prezentacji danych. Niektóre raporty za kryterium rozróżnienia przyjmują proces kształtowania: na gorąco – na zimno, lub kształt wyrobu finalnego: płaski – długi.

Inni (np. NACE<sup>2</sup>) dokonują podziału na grupy: produkcja żelaza i stali (obejmujące większość wyrobów walcowanych na gorąco i na zimno, jak również taśmę powlekaną w procesie ciągłym), wytwarzanie rur stalowych i „inne pierwsze procesy przetwórstwa stali” (ciągnięcie na zimno, walcowanie wąskiej taśmy na zimno, ciągnięcie drutu itd.).

Zestawienie informacji ogólnej na temat sektora, danych statystycznych (wydajność, ilość/wielkość instalacji, rozmieszczenie itd.) i informacji ekonomicznej jest trudne, ponieważ większość dostępnych źródeł danych stosuje różną bazę i różny podział sektora, uniemożliwiając w ten sposób porównanie określonych danych.

W niniejszym dokumencie referencyjnym BREF do przedstawiania ogólnej informacji dotyczącej sektora kształtowania na gorąco i na zimno wybrano prezentację zgodnie z produkowanymi wyrobami, jak pokazano na rysunku A.1-1.



**Rys. A.1-1: Wyroby kształtowane na gorąco i na zimno, objęte niniejszym dokumentem referencyjnym BREF**

<sup>2</sup> Ogólna klasyfikacja przemysłowa działalności ekonomicznej w obrębie Wspólnoty Europejskiej

### A.1.1 Wyroby płaskie walcowane na gorąco

Całkowita produkcja wyrobów walcowanych na gorąco (HR) w UE zmalała z 131,7 miliona ton w 1994 roku [EGKS95] do 127,8 miliona ton w 1996 roku [Stat97]. Około 62 % wyrobów walcowanych na gorąco należy do kategorii wyrobów płaskich, których produkuje się 79,2 miliona ton rocznie. Tabela A.1-1 prezentuje dane produkcyjne dla poszczególnych wyrobów płaskich, dla każdego Państwa Członkowskiego w 1996 r.

	Szerokie płaskowniki gorąco walcowane [1000 t]	Wąska taśma gorąco walcowana [1000 t]	Szeroka taśma gorąco walcowana [1000 t]	Blacha gruba gorąco walcowana [1000 t]	Ogółem wyroby płaskie gorąco walcowane [1000 t]
<b>Austria</b>	0	0	2621	340	<b>2961</b>
<b>Belgia</b>	0	0	9350	566	<b>9916</b>
<b>Dania</b>	0	0	0	388	<b>388</b>
<b>Finlandia</b>	0	0	1670	576	<b>2246</b>
<b>Francja</b>	1	0	9871	845	<b>10717</b>
<b>Niemcy</b>	103	623	19138	2748	<b>22612</b>
<b>Grecja</b>	0	9	346	4	<b>359</b>
<b>Irlandia</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Włochy</b>	185	48	8061	1385	<b>9679</b>
<b>Luksemburg</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Holandia</b>	0	0	4136	15	<b>4151</b>
<b>Portugalia</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Szwecja</b>	46	32	2832	569	<b>3479</b>
<b>Hiszpania</b>	0	190	3385	575	<b>4150</b>
<b>Zjednoczone Królestwo WB i IP</b>	88	145	7396	958	<b>8587</b>
<b>Ogółem</b>	<b>423</b>	<b>1047</b>	<b>68806</b>	<b>8969</b>	<b>79245</b>

Dane dla 1996 roku

**Tabela A.1-1: Produkcja wyrobów płaskich w 15 państwach UE w 1996 roku [Stat97]**

W całkowitej produkcji wyrobów płaskich gorąco walcowanych (HR) Niemcy są największym producentem z produkcją ponad dwa razy większą niż kolejni producenci (Francja, Belgia, Włochy i Zjednoczone Królestwo WB i IP). Znaczną większość wyrobów płaskich walcowanych na gorąco stanowi taśma szeroka.

Na początku 1993 roku w 12 państwach UE pracowały 74 instalacje produkcyjne wyrobów płaskich. Ilość i wielkość tych instalacji jest podana w tabeli A.1-2.

	Ilość instalacji ogółem	Średnia techniczna godzinowa wydajność ogółem [t/h]	Ilość instalacji ze średnią techniczną godzinową wydajnością ponad 20t/h
Walcownie taśmy wąskiej	17	45	15
Walcownie taśmy szerokiej	25	474	25
Walcownie blachy średniej i grubej	32	109	23
Walcownie blachy cienkiej	7	12	
Walcownie uniwersalne płaskowników	2	31	
Walcownie przewalcowujące taśmy szerokie walcowane na gorąco	8	677	

**Tabela A.1-2: Rozkład wielkości urządzeń produkcyjnych wyrobów płaskich [EUROSTAT]**

### A.1.2 Wyroby długie walcowane na gorąco

Pozostałe 38 % wyrobów gorąco walcowanych są zaklasyfikowane do kategorii wyrobów długich. Wielkości produkcyjne dla wszystkich Państw Członkowskich są podane w tabeli A.1-3.

	Szyny i akcesoria szynowe [1000 t]	Kształtowniki/profile ciężkie [1000 t]	Stalowe pręty zbrojeniowe [1000 t]	Pręty zwykłej handlowej jakości [1000 t]	Walcówka [1000 t]	Wyroby długie gorąco walcowane [1000 t]
<b>Austria</b>	238	0	159	90	389	876
<b>Belgia</b>	0	61	8	174	805	1048
<b>Dania</b>	0	0	58	158	0	216
<b>Finlandia</b>	1	0	91	210	294	596
<b>Francja</b>	255	303	923	1215	1766	4462
<b>Niemcy</b>	243	1914	1566	1287	5268	10278
<b>Grecja</b>	0	0	635	56	197	888
<b>Irlandia</b>	0	311	0	0	0	311
<b>Włochy</b>	106	927	3725	3538	3270	11566
<b>Luksemburg</b>	55	1255	282	260	463	2315
<b>Holandia</b>	0	0	453	0	152	605
<b>Portugalia</b>	0	0	523	0	138	661
<b>Szwecja</b>	48	17	128	587	107	887
<b>Hiszpania</b>	64	1180	2315	1381	1883	6823
<b>Zjednoczone Królestwo WB i IP</b>	211	1951	650	2071	2147	7030
<b>Ogółem</b>	<b>1221</b>	<b>7919</b>	<b>11516</b>	<b>11027</b>	<b>16879</b>	<b>48562</b>

**Tabela A.1-3: Produkcja wyrobów długich w 15 państwach UE w 1996 [Stat97]**

Dwoma głównymi krajami produkcyjnymi są Włochy i Niemcy, a w dalszej kolejności Zjednoczone Królestwo WB i IP i Hiszpania. Największą część sektora wyrobów długich, wyrażoną tonażowo, stanowi produkcja walcówki, która wynosi w przybliżeniu jedną trzecią całkowitej produkcji. W dalszej kolejności są pręty zbrojeniowe i pręty handlowej jakości, których udział w produkcji wynosi w przybliżeniu po jednej czwartej.

Tabela A.1-4 zestawia rozkład wielkości dla urządzeń produkcyjnych wyrobów długich. W 1993 roku ogółem pracowało 306 instalacji.

Godzinowa wydajność techniczna (HTC) [t/h]	<20	20-39	40-59	60- 79	80-99	100-119	120-139	>=140	Ogółem
Wyroby długie*	89	56	53	44	28	14	10	12	306
Tylko kształtowniki ciężkie	3	2	5	4	3	6	1	3	27
Tylko walcówka	4	7	7	8	5	3	2	3	39
Walcówka + pręty zbrojeniowe w kęgach	0	3	3	2	4	0	4	3	19
HTC [t/h]	<30	30-49	50-69	70-89	>=90				ogółem
Kształtowniki ciężkie +pręty handlowej jakości	3	2	4	3	1				13
HTC [t/h]	<20	20-39	40-59	60-79	80-89	>=90			ogółem
Tylko pręty handlowej jakości	55	12	12	7	2	1			89
HTC [t/h]	<20	20-39	40-59	60-79	80-99	100-149			ogółem
Pręty handlowej jakości + pręty zbrojeniowe w kawałkach	3	5	4	2	7	2			23

\* Z wyjątkiem pras wyłaczających, urządzeń kuźniczych i linii produkcyjnych grodzi.

**Tabela A.1-4: Rozkład wielkości urządzeń produkcyjnych wyrobów długich [EUROSTAT]**

### A.1.3 Rury

UE, z produkcją wynoszącą 20,9 % całkowitej produkcji światowej, jest największym producentem rur stalowych; w dalszej kolejności są Japonia i Stany Zjednoczone. Europejski przemysł rur stalowych posiada wysoce skoncentrowaną strukturę. Pięć krajów – Niemcy, Włochy, Francja, Zjednoczone Królestwo WB i IP i Hiszpania – wytwarza w przybliżeniu 90 % całkowitej produkcji UE. W niektórych krajach jedna firma może dawać 50 % lub więcej krajowej produkcji. W dodatku do dużych zintegrowanych producentów rur stalowych (produkujących głównie rury spawane/zgrzewane) istnieje stosunkowo duża ilość firm małej i średniej wielkości, które są niezależne. Niektórzy producenci, często mali w kategoriach tonażowych, działający na rynkach z wysoką wartością dodaną, skupiają się na produkcji rur o nietypowych wymiarach i z nietypowych gatunków stali, stosownie do szczególnych specyfikacji klienta. Na koniec 1994 roku w UE było 280 instalacji produkcyjnych, należących szacunkowo do 245 przedsiębiorstw. Z tego 67 było wyspecjalizowanych w ciągnięciu rur bezszwowych lub zgrzewanych na zimno.[Pan97].

Informacja statystyczna z Europejskiego Związku Rur Stalowych (*European Steel Tube Association*) – dla 1994 roku i 12 państw UE – odnosi się do 252 miejsc produkcji należących szacunkowo do 193 firm.[CEAM]

Rury stalowe obejmują trzy kategorie wyrobów, które różnią się znacznie pod względem procesu produkcyjnego, materiałów wsadowych i potrzeb inwestycyjnych. Kategorie te są sklasyfikowane jako:

- Rury bezszwowe.
- Rury stalowe spawane o kołowym przekroju poprzecznym i średnicy zewnętrznej powyżej 406,4 mm.
- Rury stalowe spawane/zgrzewane o kołowym przekroju poprzecznym i średnicy zewnętrznej do 406,4 mm włącznie, razem z rurami spawanymi/zgrzewanymi o niekołowym przekroju poprzecznym o dowolnym obwodzie.

Należy zauważyć, że niekiedy rury różnych kategorii (np. rury bezszwowe i rury spawane/zgrzewane) i różnego gatunku (np. w gatunku zwykłej handlowej jakości, wysokiej jakości) są produkowane na tej samej walcowni.

Około 26,4 % produkowanych rur stanowią rury bezszwowe, z pozostałych 73,6 % rur spawanych/zgrzewanych około 18,9 % stanowią rury o dużej średnicy. Większą część całego sektora rur stalowych stanowią rury o małej średnicy, których udział w produkcji wynosi 54,7 %.[CEAM]

Tabela A.1-5 przedstawia produkcję rur stalowych oraz ilość miejsc i liczbę zatrudnionych pracowników dla poszczególnych Państw Członkowskich.

	<b>Rury stalowe bezszwowe [1000 t]<sup>1</sup></b>	<b>Rury stalowe zgrzewane/spawane [1000 t]<sup>1</sup></b>	<b>Rury stalowe ogółem [1000 t]<sup>1</sup></b>	<b>Ilość miejsc produkcji<sup>2</sup></b>	<b>Ilość zatrudnionych<sup>2</sup></b>
<b>Austria</b>	234	255	489	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Belgia</b>	---	118	118	3	554
<b>Dania</b>	---	60	60	4	1100
<b>Finlandia</b>	---	330	330	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Francja</b>	566	834	1400	32	8785
<b>Niemcy</b>	1295	1991	3286	65	22774
<b>Grecja</b>	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	26	840
<b>Irlandia</b>	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	1	45
<b>Włochy</b>	711	2508	3219	49	9050
<b>Luksemburg</b>	---	95	95	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Holandia</b>	---	393	393	5	775
<b>Portugalia</b>	---	---	---	2	380
<b>Szwecja</b>	131	90	221	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Hiszpania</b>	242	662	904	29	4200
<b>Zjednoczone Królestwo WB i IP</b>	73	1215	1288	36	6325
<b>Ogółem</b>	<b>3252</b>	<b>8551</b>	<b>11803</b>	<b>252</b>	<b>54828</b>

<sup>1</sup> Informacja za rok 1996

<sup>2</sup> Informacja za rok 1994

#### **Tabela A.1-5: Produkcja rur stalowych, ilość instalacji i zatrudnionych pracowników [CEAM]**

Jak widać z tabeli A.1-6, zakłady produkujące spawane/zgrzewane rury stalowe są w większości zakładami małej i średniej wielkości, przy czym tylko 22 ze 161 zakładów zatrudnia więcej niż 500 pracowników. W przypadku zakładów produkujących rury bezszwowe zjawisko to nie jest tak oczywiste, ponieważ 13 z 32 zakładów można scharakteryzować jako duże zakłady.

	Ilość firm				Ogółem
	Małe zakłady (<100 <sup>*</sup> )	Średnie (100 – 499 <sup>*</sup> )	Duże (500-999 <sup>*</sup> ) (>1000 <sup>*</sup> )		
Rury bezszwowe	5	14	6	7	32
Rury stalowe spawane/zgrzewane	78	61	14	8	161
Rury spawane o średnicy zewnętrznej > 406,6 mm	6	17	2	2	27
Rury spawane/zgrzewane o średnicy zewnętrznej ≤406,4 mm	72	44	12	6	134
<b>Ogółem</b>	83	75	20	15	193

\* Ilość zatrudnionych

**Tabela A.1-6: Ilość i wielkość rurowni w 1994 roku  
[CEAM]**

### A.1.4 Wyroby płaskie walcowane na zimno

Całkowita produkcja wyrobów zimno walcowanych w 1994 roku wyniosła 39,7 miliona ton w 15 państwach UE. Produkcja cienkich blach nierdzewnych i cienkich blach transformatorowych wyniosła odpowiednio 2,3 i 1,14 miliona ton, co stanowi odpowiednio 6,4 % i 3,2 % całkowitej produkcji. [EGKS95]

#### Taśma szeroka walcowana na zimno

Produkcja blach cienkich i grubych zimno walcowanych wyniosła 39,6 miliona ton w 1996 roku [EUROFER CR]

Tabela A.1-7 podaje produkcję blach cienkich i taśm zimno walcowanych dla poszczególnych Państw Członkowskich.

Tabela A.1-8 przedstawia ilość i zdolność produkcyjną walcowni zimnych w UE

	Produkcja zimno walcowanych blach cienkich i taśm [1000 t]
Austria	1289
Belgia	3852
Dania	0
Finlandia	890
Francja	6296
Niemcy	10615
Grecja	380
Irlandia	0
Włochy	4271
Luksemburg	336
Holandia	2088
Portugalia	202
Szwecja	1174
Hiszpania	3093
Zjednoczone Królestwo WB i IP	4026
<b>Ogółem</b>	<b>38512</b>

**Tabela A.1-7: Produkcja zimno walcowanych blach cienkich i taśm w 1996 roku  
[Stat97]**

	Ilość walcowni	Średnia techniczna wydajność godzinowa [t/h]	Planowane do zamknięcia po 1993 roku
Walcarki posobne taśm szerokich	44	138	2
Walcarki nawrotne kwarto taśm szerokich	36	31	--
Walcarki wielowalcowe taśm szerokich	43	16	--
Walcarki wygładzające	91	63	4

**Tabela A.1-8: Ilość i nominalna wydajność walcowni zimnych [EUROSTAT]**

#### Taśma zimno walcowana (wąska)

Ilość firm zmalała ze 166 w 1989 roku do 141 zakładów w 1995 roku, z czego 61 mieści się w Niemczech, 22 we Włoszech, 16 w Zjednoczonym Królestwie WB i IP, 15 w Belgii/Luksemburgu, 13 we Francji, 10 w Hiszpanii, 2 w Grecji, 1 w Portugalii i 1 w Holandii. W 1994 roku produkcja w UE wyniosła 2,98 miliona ton. [Pan97]

Produkcja taśmy zimno walcowanej może być podzielona na różne sektory produkcyjne: walcowanie na zimno wąskiej taśmy walcowanej na gorąco o szerokości mniejszej niż 500 mm (zwanej dalej taśmą zimno walcowaną) i walcowanie na zimno, a następnie rozcinanie, szerokiej blachy cienkiej walcowanej na gorąco (zwanej dalej taśmą rozcinaną). Około dwie trzecie całkowitego zapotrzebowania na taśmy wąskie w UE są produkowane przez rozcinanie szerokiej blachy cienkiej.

Przemysł taśm zimno walcowanych w UE (15) jest zarówno skoncentrowany jak i rozdrobniony. Największych 10 firm wytwarza 50 % produkcji, podczas gdy 140 innych firm wytwarza pozostałe 50 % produkcji. Struktura sektora charakteryzuje się krajowymi różnicami w wielkości firm i koncentracji przemysłu. Na przykład we Francji małe firmy produkują specjalistyczne taśmy o wysokiej wartości podczas gdy w Hiszpanii znaczna ilość dużych firm produkuje taśmy o małej wartości. Najwięcej dużych firm znajduje się w Niemczech, które dominują na rynku wytwarzając około 57 % produkcji UE (15) (1,57 miliona ton w 1994 roku). Jednakże większość firm może być sklasyfikowana jako przedsiębiorstwa małe lub średniej wielkości. [Bed95]

Rozkład i średnia wielkość firm w UE jest podana w tabeli A.1-9.

	Ilość producentów taśmy zimno walcowanej	Średnia produkcja na firmę [1000 t]	Średnia ilość zatrudnionych
Niemcy	60	26	167
Włochy	22	18	58
Zjednoczone Królestwo WB i IP	16	13	73
Hiszpania	10	18	80
Francja	13	7	80
Reszta UE	30	11	70
<b>Ogółem UE (15)</b>	<b>151</b>	<b>18</b>	<b>109</b>

Informacja za rok 1994

**Tabela A.1-9: Rozkład i średnia wielkość firm/walcowni zimnych taśmy [Bed95]**

Produkcja taśmy zimno walcowanej w UE (15) w 1994 roku została oszacowana na 2,77 miliona ton, na które składało się:

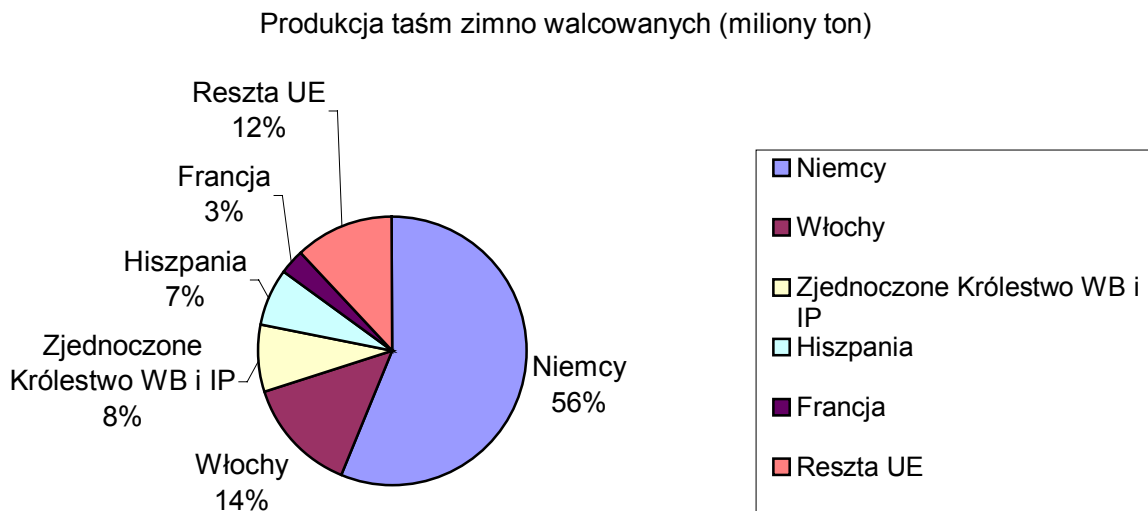
- 2,09 miliona ton taśm ze stali niestopowej (zawartość C < 0,25 %)
- 0,46 miliona ton taśm ze stali niestopowej (zawartość C > 0,25 %)
- 0,12 miliona ton taśmy stalowej powlekanej
- 0,10 miliona ton taśm ze stali szybkotnącej (HSS) i innych taśm stopowych.

Podział całkowitej produkcji taśm (taśmy zimno walcowane i taśmy rozcinane) na kraje jest podany w Tabeli A.1-10, na Rysunku A.1-2 i Rysunku A.1-3.

	Produkcja taśm zimno walcowanych [1000 t]	Produkcja taśm rozcinanych [1000 t]	Produkcja taśm ogółem [1000 t]
Niemcy	1570	1950	3520
Włochy	390	900	1290
Zjednoczone Królestwo WB i IP	210	500	710
Hiszpania	180	330	510
Francja	90	900	990
Reszta UE	320	970	1290
Szwecja	140		
Beneluks	100		
Grecja	30		
Portugalia	30		
Finlandia	10		
Austria	10		
Ogółem	2760	5550	8310

Informacja za rok 1994

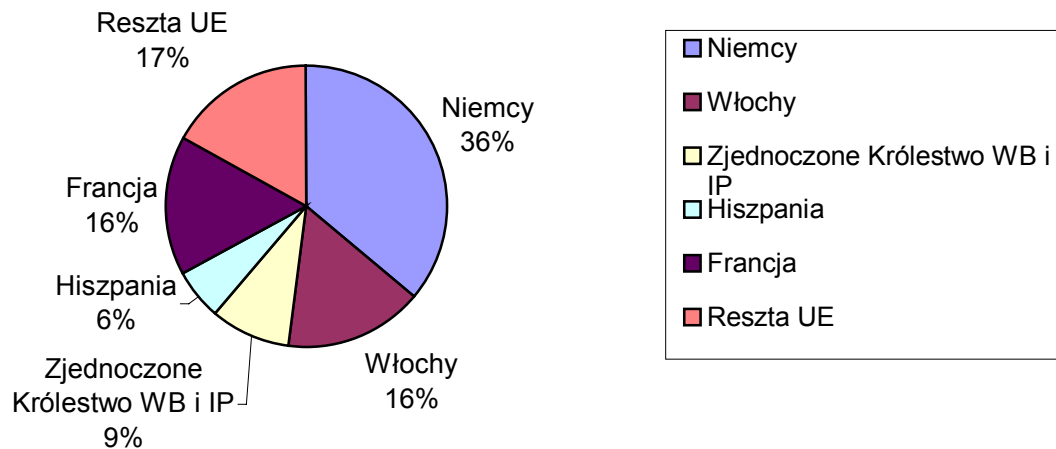
**Tabela A.1-10: Produkcja taśm zimno walcowanych i rozcinanych [Bed95]**



**Rysunek A.1-2: Produkcja taśm zimno walcowanych w 1994 roku [Bed95]**



Produkcja taśm rozcinanych [miliony ton]



**Rysunek A.1-3: Produkcja taśm rozcinanych [Bed95]**

### A.1.5 Wyroby długie ciągnięte na zimno/pręty stalowe wyższej jakości

Produkcja prętów stalowych wyższej jakości w UE w 1994 roku wyniosła około 2,4 miliona ton. Ilość firm zmalała ze 154 w 1988 roku do 130 w 1995 roku, z czego w Niemczech było 46 firm, w Hiszpanii 26, we Włoszech 25, w Wielkiej Brytanii 15, we Francji 14, w Portugalii 2 i po 1 w Danii i w Belgii. Pręty stalowe wyższej jakości są stosowane w przemyśle motoryzacyjnym, maszynowym, elektrycznym i w innych przemysłach, gdzie obowiązkowo stosowane są materiały podstawowe wysokiej jakości. [Pan97]

### A.1.6 Drut

Unia Europejska posiada największy w świecie przemysł ciągnięcia drutu, w dalszej kolejności jest Japonia i Ameryka Północna. Unia Europejska produkuje około 6 milionów ton drutu rocznie. Wliczając w to różne wyroby z drutu, jak drut kolczasty, kraty, ogrodzenia, siatki, gwoździe itd., produkcja sektora wynosi ponad 7 milionów ton rocznie. Europejski przemysł ciągnięcia drutu charakteryzuje się dużą ilością wyspecjalizowanych firm średniej wielkości ze średnim zatrudnieniem 121 pracowników i rocznym obrotem 13,7 miliona ECU/firmę. Produkcja tego przemysłu jest jednakże zdominowana przez kilku dużych producentów. Szacuje się, że około 5 % firm daje 70 % produkcji tego przemysłu (25 % firm daje 90 % produkcji).

Przez 10 minionych lat niezależne firmy produkujące drut ciągnięty coraz bardziej integrowały się w pionie. Dalsza przeróbka ciągniętego drutu i produkcja wyrobów gotowych z drutu wykazały wysoki stopień integracji. Nastąpiła również pewna integracja pomiędzy przemysłami wytwarzającymi stal i walcówkę oraz przemysłem ciągnięcia drutu. W Europie w przybliżeniu 6 % ciągarni drutu stanowią zintegrowani producenci reprezentujący około 75 % całkowitej produkcji drutu stalowego [C.E.T].

Największym producentem drutu stalowego są Niemcy wytwarzające 32 % produkcji drutu, a w dalszej kolejności Włochy (w przybliżeniu 22 %), Zjednoczone Królestwo WB i IP, Beneluks (głównie Belgia), Francja i Hiszpania. Innymi Państwami Członkowskimi, które posiadają mały przemysł ciągnięcia drutu, są Szwecja, Austria, Grecja i Portugalia. W tabeli A.1-11 podany jest rozkład instalacji ciągnięcia drutu w UE, wielkość i ilość zakładów dla poszczególnych Państw Członkowskich.

	<b>Produkcja drutu [1000 t]<sup>1</sup></b>	<b>Wyroby z drutu [1000 t]<sup>1</sup></b>	<b>Ilość zakładów<sup>2</sup></b>	<b>Średnia ilość pracowników/zakład<sup>2</sup></b>
<b>Austria</b>	120	115	2	nie dotyczy
<b>Beneluks</b>	619	246	20	325
<b>Dania</b>	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Finlandia</b>	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Francja</b>	406	102	36	136
<b>Niemcy</b>	1908	89	85	125
<b>Grecja</b>	140	60	2	nie dotyczy
<b>Irlandia</b>	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
<b>Włochy</b>	1250	300	74	58
<b>Portugalia</b>	82	30	2	nie dotyczy
<b>Szwecja</b>	135	63	11	85
<b>Hiszpania</b>	463	138	26	nie dotyczy
<b>Zjednoczone Królestwo WB i IP</b>	735	105	25	110
<b>Ogółem</b>	5858	1248	283	121

<sup>1</sup> Informacja za rok 1996

<sup>2</sup> Informacja za rok 1994

**Tabela A.1-11: Przemysł ciągnięcia drutu w UE  
[C.E.T] [Euro-Strategy]**

## A.2 TECHNIKI I PROCESY STOSOWANE W KSZTAŁTOWANIU NA GORĄCO I NA ZIMNO

Operacjami kształtowania na gorąco i na zimno, prezentowanymi w tym dokumencie referencyjnym BREF, są: walcowanie na gorąco, walcowanie na zimno i ciągnięcie stali.

### A.2.1 Walcowanie gorące

#### A.2.1.1 Przegląd procesu

W walcowaniu na gorąco zmieniane są wielkość, kształt i własności metalurgiczne kęsisk płaskich (slabów), kęsisk kwadratowych i prostokątnych, kęsów lub wlewków z odlewania konwencjonalnego, przez wielokrotne zgniatanie gorącego metalu (temperatura w zakresie od 1050<sup>0</sup>C do 1300<sup>0</sup>C) pomiędzy walcami napędzanymi elektrycznie. **Wsad** stalowy do walcowania na gorąco różni się pod względem formy i kształtu, zależnie od drogi procesu i produkowanego wyrobu:

**Wlewki z odlewania konwencjonalnego** (do wlewnic), najczęściej z prostokątnym przekrojem poprzecznym, są stosowane do produkcji kęsisk płaskich i kęsisk kwadratowych/prostokątnych na walcowniach kęsisk płaskich i kęsisk kwadratowych/prostokątnych. Kęsiska płaskie i kęsiska kwadratowe/prostokątne są dalej przerabiane na blachy grube, taśmy lub kształtowniki na innych walcowniach. Obecnie maleje stosowanie wlewków z odlewania konwencjonalnego i stosowanie walcowni kęsisk płaskich/kwadratowych i prostokątnych, ponieważ ciągle odlewanie uczyniło ten krok zbyt technicznym. W Europie w przybliżeniu 93,7 procent (1995 rok) stali surowej jest odlewane w sposób ciągły na wyroby takie jak kęsiska płaskie, kwadratowe/prostokątne lub kęsy. Tylko nieznaczna część jest odlewana do wlewnic dla produkowania wlewków na specjalne wyroby (np. blachy o dużej grubości).

**Kęsiska płaskie** (szerokość 400 do 2500 mm i grubość 40 do 500 mm) są półwyrobami z ciągłego odlewania przeznaczonymi do walcowania na wyroby płaskie.

**Kęsy** (o kształcie kwadratowym lub prostokątnym i z przekrojami poprzecznymi od 2500 mm<sup>2</sup> do 14400 mm<sup>2</sup> (50 x 50 mm do 120 x 120 mm)) i **kęsiska** (o kształcie kwadratowym lub prostokątnym i z przekrojami poprzecznymi 14000 mm<sup>2</sup> do około 100000 mm<sup>2</sup> (120 x 120 mm do 250 x 400 mm)) są półwyrobami z ciągłego odlewania stosowanymi do walcowania na wyroby długie.

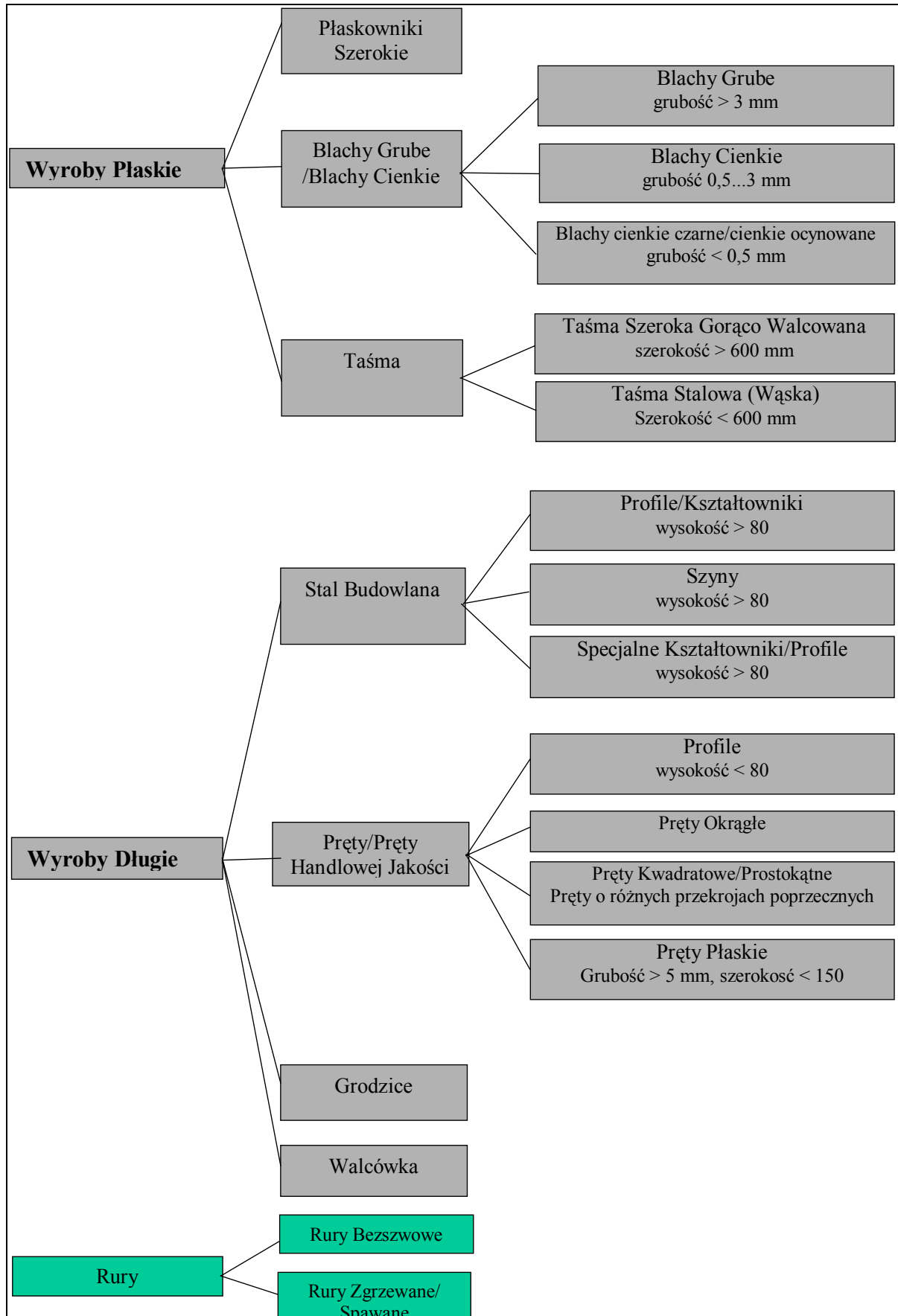
**Profile wstępne dwuteowe** (o wymiarach 170 x 240 mm do 500 x 1120 mm) są półwyrobami z ciągłego odlewania bliskiego kształtowi wyrobu gotowego. Profile wstępne dwuteowe są stosowane do walcowania na wyroby długie. [EUROFER HR]

Walcownie gorące realizują zazwyczaj następujące procesy technologiczne:

- Kondycjonowanie wsadu (oczyszczanie płomieniowe, szlifowanie).
- Ogrzewanie do temperatury walcowania.
- Zbijanie zgorzeliny.
- Walcowanie (walcowanie wstępne łącznie z redukcją szerokości, walcowanie na wymiar końcowy i własności).
- Wykańczanie (okrawanie brzegów, rozcinanie, cięcie poprzeczne).

Wyroby otrzymywane z walcowania na gorąco są zaklasyfikowane zazwyczaj do dwóch podstawowych typów, odpowiednio do ich kształtów: wyroby płaskie i wyroby długie. W tym dokumencie również rury są zaliczane do „wyrobów długich”.

Rysunek A.2-1 przedstawia przegląd wyrobów produkowanych dla różnych celów i zastosowań.



Rysunek A.2-1: Przegląd wyrobów gorąco walcowanych

Walcownie gorące są klasyfikowane według wyrobu, jaki mogą produkować oraz według cech konstrukcyjnych. Kolejne rozdziały dają przegląd układów różnych walcowni i kolejności etapów produkcyjnych. W dalszej części podane są bardziej szczegółowe informacje na temat poszczególnych etapów procesu produkcyjnego, które są często podobne w różnych walcowniach.

### A.2.1.1.1 Walcownie kęsisk płaskich/kęsisk kwadratowych i prostokątnych

Walcownie kęsisk płaskich i kęsisk kwadratowych/prostokątnych są stosowane do walcowania wlewków, odlewanych konwencjonalnie, na półwyroby, takie jak kęsiska kwadratowe/prostokątne i kęsiska płaskie, przeznaczone do dalszej przeróbki na innych walcowniach. Wsad jest podgrzewany w piecach węglnych do około 1300<sup>0</sup>C i następnie kształtowany w dwóch ciężkich kłatkach nawrotnych duo w 15 – 30 przepustach.

Materiał poddawany walcowaniu jest transportowany samotokami, pozycjonowany za pomocą manipulatorów i wprowadzany w kotłnię walcowniczą. Materiał jest wielokrotnie obracany o 90<sup>0</sup> wokół własnej osi podłużnej podczas serii przepustów.

Główną różnicę pomiędzy kłatkami do walcowania kęsisk kwadratowych/prostokątnych i kłatkami do walcowania kęsisk płaskich stanowi większa wysokość klatek stosowanych do walcowania kęsisk płaskich. Jest to związane z charakterystykami wyrobu, ponieważ walcownie kęsisk płaskich są stosowane głównie do walcowania półwyrobów płaskich, które wymagają większej wysokości podnoszenia górnych walców.

Innym systemem walcowania jest uniwersalna klatka walcownicza do walcowania kęsisk płaskich. Pary walców roboczych są ustawione kolejno poziomo i pionowo. Walce pionowe kształtują wąskie boki.

Walcowane półwyroby są obcinane na obu końcach za pomocą nożyc i dzielone na zamówione długości. Wady powierzchniowe wyrobu mogą być usuwane za pomocą oczyszczania płomieniowego (scarfing). [Ullmann's]

Wraz ze wzrostem produkcji wyrobów metodą ciągłego odlewania zmalała liczba i znaczenie walcowni kęsisk płaskich i kęsisk kwadratowych/prostokątnych. Od 1988 roku ich liczba zmniejszyła się o 18 i w 1993 roku wynosiła 67 (patrz Tabela A.2-1).

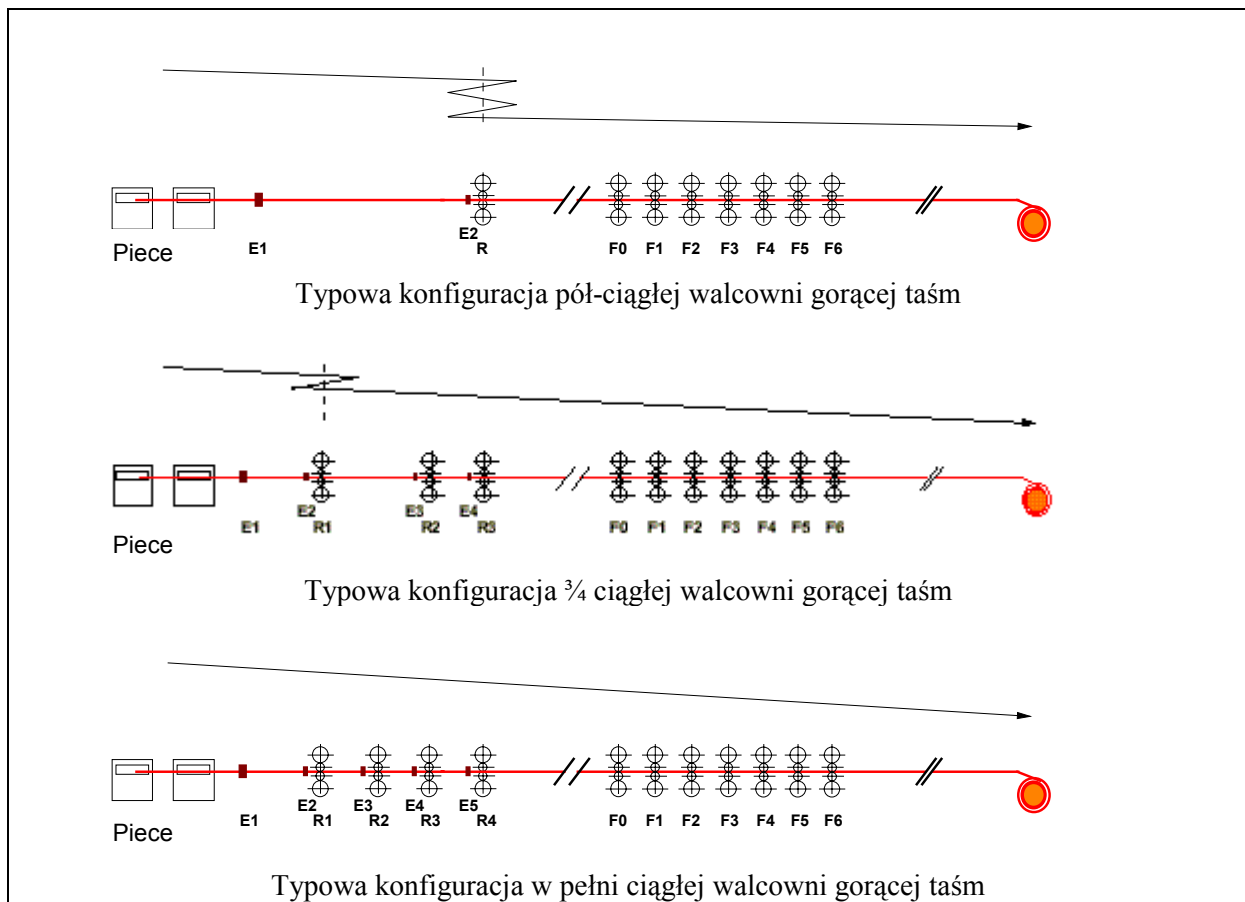
	Liczba instalacji	Średnia wydajność [t/h]
<b>Walcownie kęsisk kwadratowych/prostokątnych</b>	13	85
<b>Walcownie kęsisk kwadratowych/prostokątnych i kęsów</b>	8	84
<b>Walcownie kęsisk kwadratowych/prostokątnych i płaskich</b>	13	187
<b>Walcownie kęsisk kwadratowych/ prostokątnych, kęsisk płaskich i kęsów</b>	6	109
<b>Walcownie (tylko) kęsisk płaskich</b>	5	284
<b>Walcownie (tylko) kęsów</b>	20	83
<b>Walcownie kęsów i kęsisk płaskich</b>	2	122
<b>Ogółem</b>	67	122

**Tabela A.2-1: Walcownie półwyrobów [EUROSTAT]**

### A.2.1.1.2 Walcownie gorące taśm

Przy produkcji taśmy walcowanej na gorąco rozgrzane kęsisko płaskie – po zbitiu zgorzeliny – przechodzi przez walcarkę wstępną, w której jego grubość jest redukowana z około 120 – 300 (500) mm do około 20 – 50 mm [transfer bar]. Walcowanie wstępne może również obejmować redukcję szerokości.

To walcowanie wstępne jest realizowane albo w kilku przepustach przez pojedynczą klatkę walcowniczą przez wielokrotne nawracanie, albo w ciągłym przepuszczeniu przez kilka klatek wstępnych. Nazwy walcowni taśm (pół-ciągła walcownia gorąca taśm,  $\frac{3}{4}$  ciągła walcownia gorąca taśm i ciągła walcownia gorąca taśm, patrz rysunek A.2-2) pochodzą od konfiguracji tej instalacji.



E = Klatka osadcza      R = Klatka wstępna      F = Klatka wykańczająca

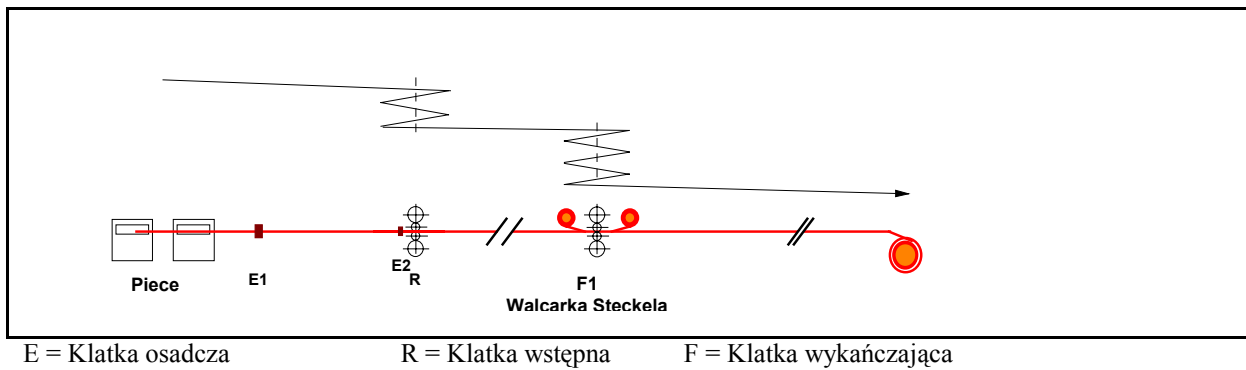
**Rysunek A.2-2: Typowe projekty dla walcowni gorących taśm [EUROFER HR].**

Materiał zredukowany do „transfer bar” jest kierowany do zespołu klatek wykańczających przez samotok pośredni, który w niektórych przypadkach jest kombinowany z tak zwaną „coil box”. Przedni koniec „transfer bar” jest obcinany przed wejściem „transfer bar” do zespołu klatek walcowniczych wykańczających, w którym następuje redukcja grubości do wymiaru końcowego (pomiędzy 1,2 i około 20 mm). W zespole klatek wykańczających odbywa się walcowanie z kontrolowaną temperaturą, obejmujące kontrolowane chłodzenie taśmy zainstalowane przy samotoku odprowadzającym taśmę; to walcowanie z kontrolowaną temperaturą zapewnia pożądane parametry technologiczne (wytrzymałość, ciągliwość, itd.) taśmy gorąco walcowanej. Na końcu linii walcowniczej gotowy wyrób jest zwijany w kęgi.

Taśma gorąco walcowana, która nie jest przewidziana do dalszej przeróbki na zimno, jest częściowo sprzedawana z nieokrawanymi krawędziami taśmy (w stanie walcowanym), ale w zależności od planowanego zewnętrznego zastosowania taśma musi być kondycjonowana. To wykańczanie taśmy w kęgach obejmuje okrawanie boków taśmy, cięcie na wąskie taśmy w liniach rozcinania podłużnego i cięcie na arkusze. [EUROFER HR]

### Walcarka Steckela

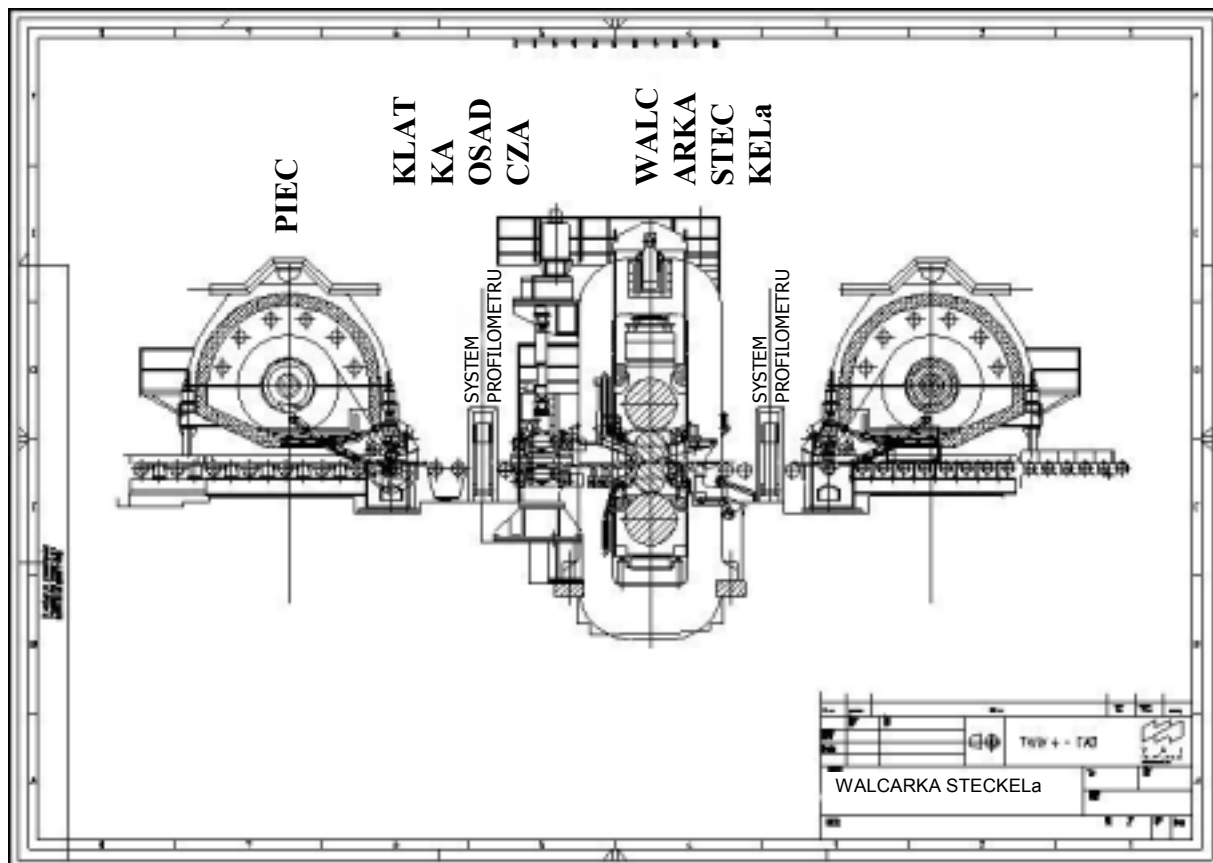
Specjalną metodą produkcji taśmy gorąco walcowanej jest walcowanie w tak zwanej walcierce STECKELA. Materiał wstępny jest tutaj zazwyczaj przerabiany na taśmę w procesie nawracania przez klatkę wstępną i klatkę wykańczającą, w niektórych przypadkach przez proces nawracania tylko przez jedną klatkę.



**Rysunek A.2-3: Typowa konfiguracja linii walcowniczej z walcarką STECKELA [EUROFER HR]**

Ażeby utrzymywać straty ciepła w rozsądnych granicach podczas raczej długiego procesu kształtowania i aby łatwiej manewrować stosunkowo długą taśmą, po obu stronach klatki walcowniczej (klatka wykańczająca) zainstalowane są ogrzewane urządzenia nawijające, zwane zwijarkami STECKELA, w których materiał walcowany jest magazynowany tymczasowo.



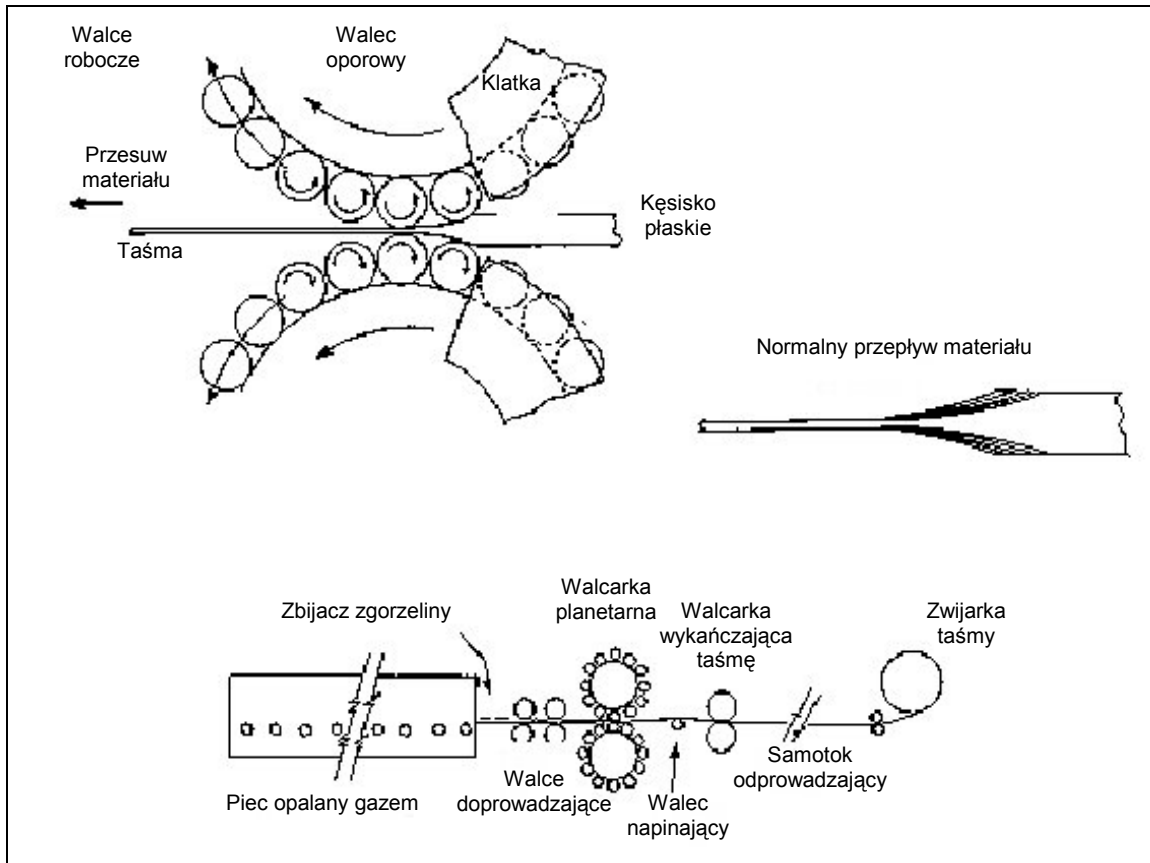


**Rysunek A.2-4: Walcarka STECKELa z piecami zwijarkowymi  
[EUROFER HR]**

### **Walcarka Planetarna Sędzimir**

Walcarki tego typu charakteryzują się obrotowymi walcami oporowymi, które napędzają walce robocze tak, że powierzchnia walców roboczych porusza się w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu materiału walcowanego. Walce robocze są trzymane w klatkach, które obracają się wokół walców oporowych w sposób zsynchronizowany. Aby ułatwić stosowanie grubszego materiału wejściowego (kęsiska płaskie), walcarki planetarne mogą być wspomagane przez zainstalowane prasy mimośrodowe.

Szczególnymi rodzajami walcarek planetarnych są pojedyncze walcarki planetarne, w których tylko dolny zestaw walców jest typu planetarnego, a powyżej linii przejścia umieszczony jest albo górny walec obrotowy, albo stała matryca i walcarka planetarna 'Krupp-Platzer', gdzie walce pośrednie są zainstalowane pomiędzy walcami roboczymi i walcem oporowym.  
[EUROFER HR]

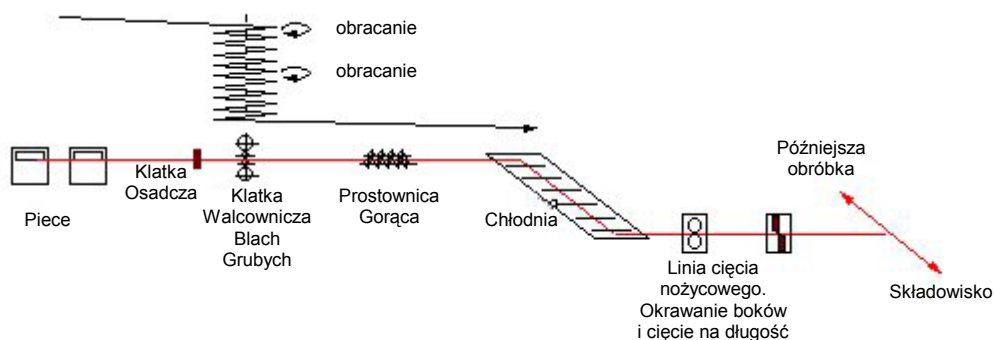


**Rysunek A.2-5: Walcarka Planetarna (SĘDZIMIRA)**  
[EUROFER HR]

### A.2.1.1.3 Walcownie blach grubych

Produkcja blach grubych (grubość pomiędzy 5,0 i 380 mm, szerokość do 5,2 m) jest realizowana przez operację nawracania w jednej klatce walcowniczej lub w operacji posobnej.

Blachy grube są po walcowaniu umieszczane na chłodni (przesuwacz poprzeczny) i schładzane do temperatury pokojowej i/lub do maksymalnych temperatur 500<sup>0</sup>C dla dalszej przeróbki. [EUROFER HR]



**Rysunek A.2-6: Typowa konfiguracja walcowni blach grubych**  
[EUROFER HR]

W specjalnych przypadkach wyrób walcowany jest obrabiany cieplnie przez systemy chłodzenia wodnego (np. kurtyny wodne) bezpośrednio po walcowaniu na gorąco. Do prostowania blach grubych instalowane są prostownice gorące i/lub zimne przed lub za chłodnią.

Po procesie chłodzenia na chłodni odbywa się obróbka wtórna arkuszy blach (cięcie nożycami, okrawanie boków, cięcie na długość) na wykańczalniach. Część produkcji jest poddawana obróbce cieplnej przed wysyłką. Obróbki cieplne obejmują wyżarzanie, wyżarzanie sferoidyzujące, wyżarzanie odprężające, normalizowanie, ulepszenie cieplne.

## Platery

Specjalne wyroby, takie jak blachy wielowarstwowe (platery), wymagają oddzielnego przygotowania i oddzielnej techniki walcowania (głównie w dwustopniowej operacji). W takich wyrobach materiał powierzchniowy, odporny na korozję, jest na stałe wiązany z tańszą, możliwie mocniejszą, stalą węglową.

W pierwszym etapie fabrykowane są „kanapki” składające się z blachy, która jest poddawana platerowaniu, i materiałów powłoki ochronnej o grubości dokładnie w takiej proporcji, jaka jest potrzebna do produkcji blachy platerowanej o wymaganej grubości, z zamówionym udziałem procentowym metali ochronnych. Następnie „kanapka” jest walcowana na pożądaną grubość, szerokość i długość, a materiały są wiązane na stałe dzięki dużemu naciskowi walców.

W operacji walcowania gnioty są zazwyczaj ograniczone a temperatury wykańczania są dokładnie kontrolowane. W niektórych przypadkach „kanapki” są walcowane w pierwszym etapie na kęsiska płaskie, cięte na wymagane wymiary, a w drugim etapie są walcowane ostatecznie na walcarce gorącej taśm albo na walcarce blach grubych. Niekiedy dla uzyskania pożądanego odporności na korozję i pożądanego własności fizycznych potrzebne są obróbki cieplne; zgorzelina po obróbce jest usuwana przez piaskowanie lub śrutowanie.

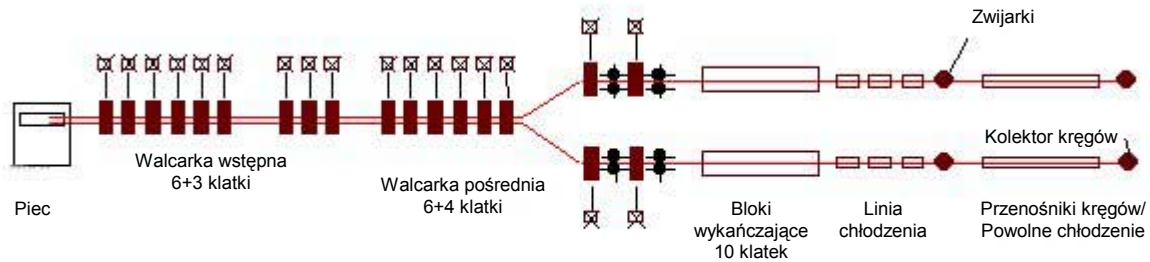
[EUROFER HR]

### A.2.1.1.4 Walcownie prętów i walcówki

Pręty i walcówka są wyrobami walcowanymi na gorąco, o stosunkowo małych przekrojach poprzecznych, produkowanymi w kręgach lub w długościach prostych. Operacja walcowania jest przeprowadzana w walcach bruzdowych, aby wyrobowi nadać pożądanego kształt końcowy.

## Walcówka

Walcówki mają najczęściej kołowe przekroje poprzeczne ze średnicą od 5 do 14 mm. Na walcowniach walcówki, przy odpowiednio ukształtowanych walcach, mogą być również produkowane walcówki o większych przekrojach poprzecznych i innych kształtach przekroju takich, jak owalny, kwadratowy, sześciokątny, ośmiokątny itd. Walcówka walcowana na gorąco jest stosowana głównie do dalszej przeróbki przez ciągnięcie na zimno lub walcowanie na zimno.



Uwaga: Przykład 2-żyłowej, 30-klatkowej walcarki walcówki z kontrolowanym chłodzeniem Stelmor

### Rysunek A.2-7: Typowy układ walcowni walcówki [EUROFER HR]

Kęsy wprowadzane do walcarek prętów są nagrzewane w piecach przepychowych lub pokrocznych do temperatury walcowania na gorąco. Pomiędzy wylotem z pieca i pierwszą klatką walcowniczą zainstalowany jest system zbijania zgorzeliny.

Walcarki prętów są walcarkami ciągłymi z sekcjami wstępnymi, pośrednimi i wykańczającymi. Klatki walcownicze są klatkami duo a ich liczba wynosi zazwyczaj ponad 25, zależnie od przekroju poprzecznego kęsów wsadowych (80 do 155 mm). Sekcje wstępne i pośrednie mogą być wielożyłowe (do 4 żył), podczas gdy sekcje wykańczające są zawsze jednożyłowe.

Pomiędzy różnymi sekcjami walcarki zainstalowane są nożyce do obcinania końców, które służą do czystego obcinania przedniego końca materiału dla lepszego wprowadzania do następnej klatki walcowniczej. Nożyce te są stosowane również do przecinania pręta będącego w trakcie walcowania w przypadku zakłócenia (awarii) w dalszej części walcarki.

Bezpośrednia obróbka cieplna walcówki w linii walcowniczej jest przeprowadzana za pomocą ramp chłodzenia wodnego, usytuowanych pomiędzy końcowymi klatkami walcowniczymi i zwijarkami; następnie kręgi ułożone na prętoznosnikach taśmowych są chłodzone powietrzem. Kontrolowany przepływ powietrza nadaje walcówce mikrostrukturę pożądaną dla dalszej przeróbki [chłodzenie STELMOR®]. [EUROFER HR]

### Pręty

Pręty gorąco walcowane obejmują zasadniczo dwa rodzaje wyrobów stalowych, **stale handlowej jakości** lub stale techniczne z okrągłymi, kwadratowymi, prostokątnymi, sześciokątnymi, ośmiokątnymi, L-kształtnymi, [-kształtnymi, I-kształtnymi przekrojami poprzecznymi mniejszymi niż 1600 mm<sup>2</sup> oraz **pręty do zbrojenia betonu** z okrągłymi przekrojami poprzecznymi, o średnicy 6 do 40 mm, przeważnie z żebrami na powierzchni.

Walcarki prętów są podobne do pierwszych sekcji walcarek walcówki. Najczęściej posiadają jednożyłowe walcarki duo z zespołami wstępnymi, pośrednimi i wykańczającymi, za którymi zainstalowane są nożyce, które tną wyrób gorąco walcowany na długie pręty, które są następnie transportowane na chłodnię. Wszystkie walcarki o dużej wydajności są walcarkami ciągłymi z naprzemiennymi klatkami poziomymi i pionowymi. Walcarki o małej wydajności posiadają zespoły przednie „otwartego” typu.

Po chłodzeniu pręty są cięte na długości handlowe i mogą być prostowane w prostownicy zimnej.

Pręty zbrojeniowe są często obrabiane cieplnie bezpośrednio w linii produkcyjnej, przez intensywne chłodzenie wodne, w celu uzyskania wysokiej wytrzymałości na rozciąganie (proces TEMPCORE®). Innym sposobem zwiększania wytrzymałości prętów zbrojeniowych na rozciąganie jest obróbka mechaniczna po chłodzeniu: pręty są deformowane przez skręcanie poza ich umowną granicę plastyczności aż do uzyskania pożądanej wytrzymałości na rozciąganie. [EUROFER HR]

### **Ciągnienie prętów stalowych na zimno**

Ciągnienie na zimno odnosi się do produkcji prętów stalowych lub kształtowników przez ciągnienie na zimno, szlifowanie lub łuszczenie prętów stalowych gorąco walcowanych, na tak zwane „pręty stalowe wyższej jakości” (jasne), posiadające formę i charakterystyki wymagane przez użytkowników. Wykańczanie na zimno, podczas operacji ciągnienia na zimno, utwardza stal i zwiększa wytrzymałość stali na rozciąganie, zmniejszając równocześnie jej ciągliwość, co może wymagać wyżarzania wyrobu po ciągnieniu. Pręty stalowe wyższej jakości mają głównie kołowy, kwadratowy, prostokątny lub sześciokątny przekrój poprzeczny, ale mogą być produkowane przekroje poprzeczne wszelkiego rodzaju, stosownie do zapotrzebowania. Wyrobami są pręty ze stali niestopowej, pręty ze stali stopowej różnych gatunków, łącznie ze stalą szybko tnącą i inną stalą narzędziową oraz wyroby o innych kształtach i przekrojach z różnych gatunków stali. [Pan97]

Pręty stalowe wyższej jakości, szlifowane lub polerowane, są stosowane przez przemysły takie jak motoryzacyjny, maszynowy, wyrobów elektrycznych i inne przemysły, gdzie niezbędna jest wysoka jakość materiału podstawowego.

#### **A.2.1.1.5 Walcownie kształtowników**

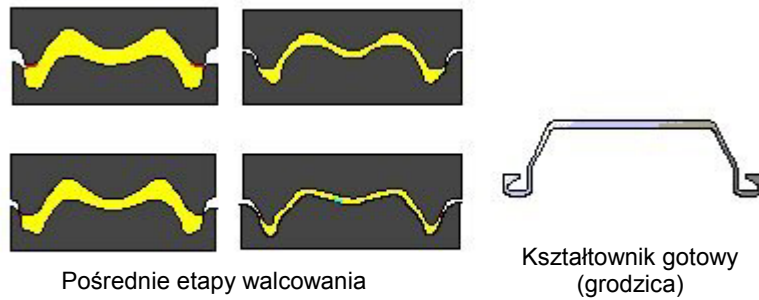
Podobnie jak większość walcowni innych typów, walcownie kształtowników są podzielone na klatki wstępne, pośrednie i wykańczające, poprzedzone zbijaczem zgorzeli, usytuowanym pomiędzy piecem grzewczym i walcarką wstępną.

Klatki wstępne są najczęściej klatkami nawrotnymi duo. Walce posiadają kilka kompletów wykrojów, które są stosowane kolejno w linii walcowniczej. Górny walec może być przemieszczany pionowo, celem stopniowego zmniejszania kotliny między walcami i redukcji w ten sposób przekroju przechodzącego materiału.

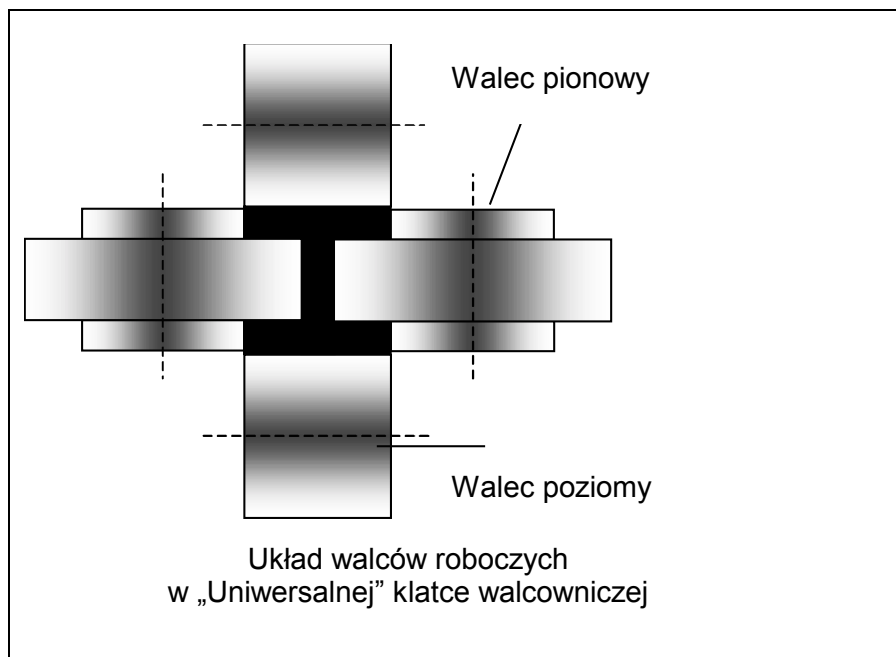
Pomiędzy różnymi sekcjami walcowni instalowane są najczęściej nożyce lub piły do cięcia na gorąco, do obcinania końców odpadowych, celem zapewnienia czystego cięcia końca, co ułatwia wprowadzanie go do następnej klatki walcowniczej.

Po opuszczeniu klatki wykańczającej, lub zespołu klatek wykańczających, pręty są cięte piłami na długość chłodni lub na długości handlowe. Po schłodzeniu na chłodni pręty są prostowane na prostownicach mechanicznych lub hydraulicznych i cięte piłami na wymagane długości. [EUROFER HR]

Aby uzyskać różne wymagane kształty przekrojów poprzecznych kształtowników, stosowane są klatki duo z 2 walcami wykrojowymi (bruzdowymi) lub klatki „uniwersalne” z 2 walcami poziomymi i 2 walcami pionowymi, jak pokazano na rysunku A.2-8 i A.2-9.



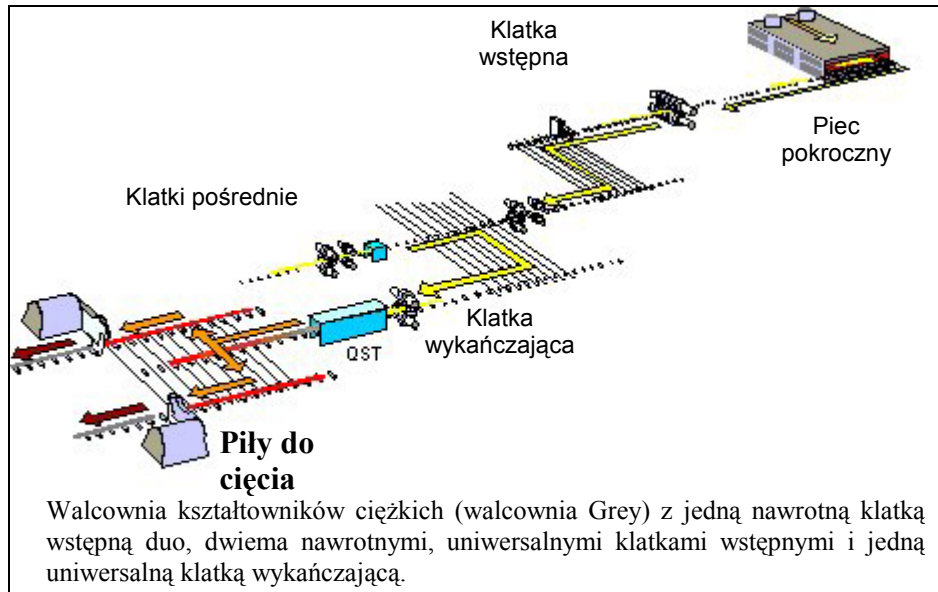
**Rysunek A.2-8: Walce wykrojowe (bruzdowe) do walcowania grodzic [EUROFER HR]**



**Rysunek A.2-9: Klatki uniwersalne dla wyrobów z równoległymi półkami [EUROFER HR]**

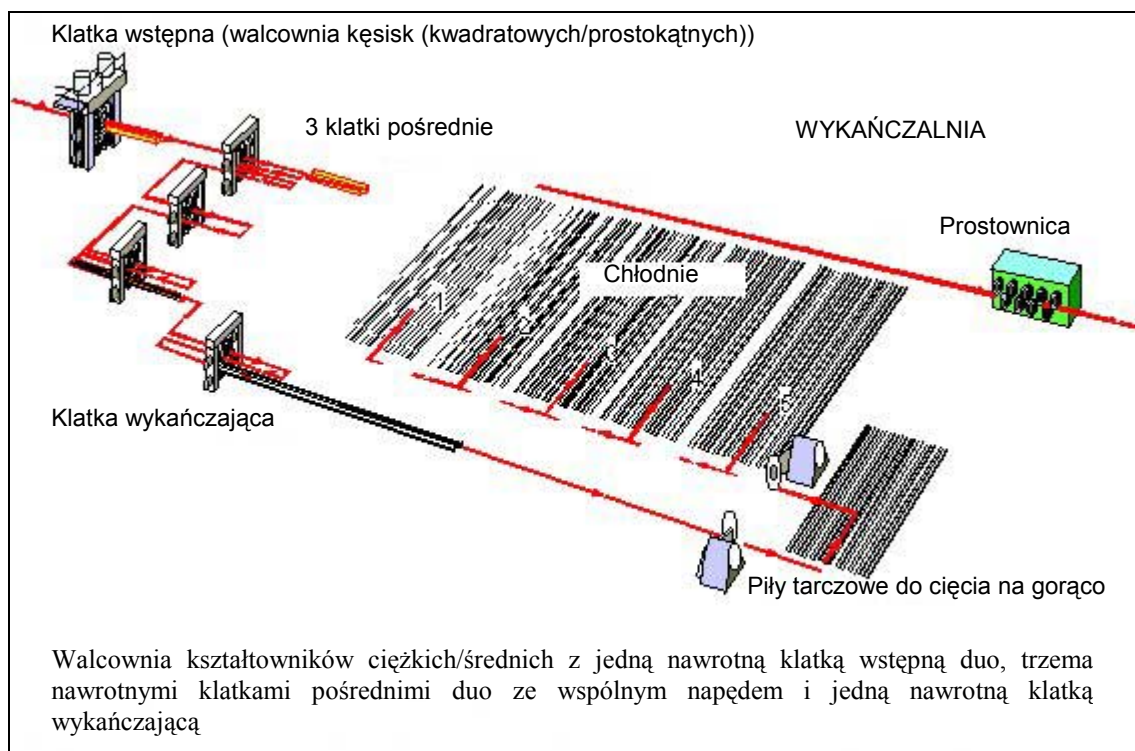
Przy walcowaniu kształtowników najważniejsza jest kontrola geometrii, ponieważ dla kształtowników walcowanych na gorąco zazwyczaj wymagane są wąskie zakresy tolerancji. Z tego powodu powszechnie stosowane są skomplikowane urządzenia pomiarowe wykorzystujące wiązkę laserową i źródła radioaktywne.

Projekty walcowni kształtowników są bardzo zróżnicowane, odpowiednio do programu produkcji. Rysunek A.2-10 przedstawia układ walcowni kształtowników ciężkich z klatkami uniwersalnymi, wyspecjalizowanymi w produkcji belek dwuteowych z szerokimi stopkami (półkami) równoległymi i normalnych belek dwuteowych. Program ten obejmuje bezpośrednią obróbkę cieplną w linii (QST – hartowanie i samodopuszczanie) dla uzyskania optymalnej mikrostruktury potrzebnej dla zastosowań wymagających wysokiej wytrzymałości i wysokiej ciągliwości.



**Rysunek A.2-10: Konfiguracja walcowni kształowników ciężkich [EUROFER HR]**

Rysunek A.2-11 przedstawia układ walcowni kształowników ciężkich/średnich wyspecjalizowanej w walcowaniu grodzie. Klatki pośrednie są klatkami typu „otwartego” z jednym wspólnym napędem. Klatka wykańczająca duo może być zastąpiona przez klatkę uniwersalną do produkcji wyrobów ze stopkami równoległymi.



**Rysunek A.2-11: Układ walcowni kształowników ciężkich/średnich dla grodzie [EUROFER HR]**



Walcownie kształtowników w coraz większym stopniu stosują półwyroby ciągle odlewane, zwane belkami wstępnymi, o kształcie zbliżonym do kształtu wyrobu gotowego (patrz Rysunek A.2-12) dla zwiększenia wydajności i zmniejszenia zużycia energii.



**Rysunek A.2-12: Przykłady przekrojów poprzecznych belek wstępnych [EUROFER HR]**

Jeśli rytm produkcji i program produkcji pozwalają, to w coraz większym stopniu stosowane jest ładowanie gorących półwyrobów z ciągłego odlewania – z rejonu odprowadzania maszyny ciągłego odlewania do pieca grzewczego walcowni. Przy takiej procedurze można osiągnąć znaczne oszczędności energii, ale zależy to od odległości walcowni do instalacji ciągłego odlewania.

#### **A.2.1.1.6   Walcownia rur**

##### **Rury bezszwowe**

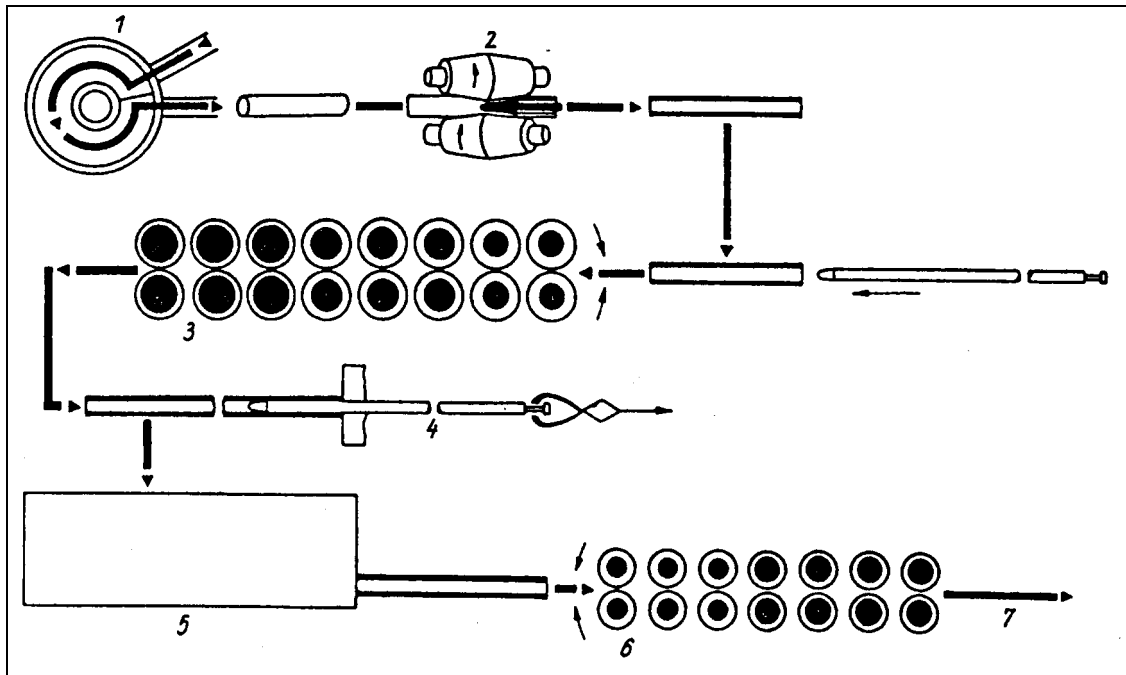
Produkcja rur bezszwowych składa się z następujących etapów produkcyjnych:

- Nagrzewanie wsadu.
- Dziurowanie (prasa dziurująca lub walcowanie skośne).
- Wydłużanie/Rozciąganie.
- Walcowanie na gotowo.
- Obróbka cieplna.

Obecnie najważniejszymi rodzajami stosowanych urządzeń są walcarki trzpieniowe, walcarki automatyczne duo, walcarki z ławą przepychową i walcarki pielgrzymowe. Rysunek A.2-13 i rysunek A.2-14 prezentują niektóre typowe konstrukcje walcarek do rur bez szwu.

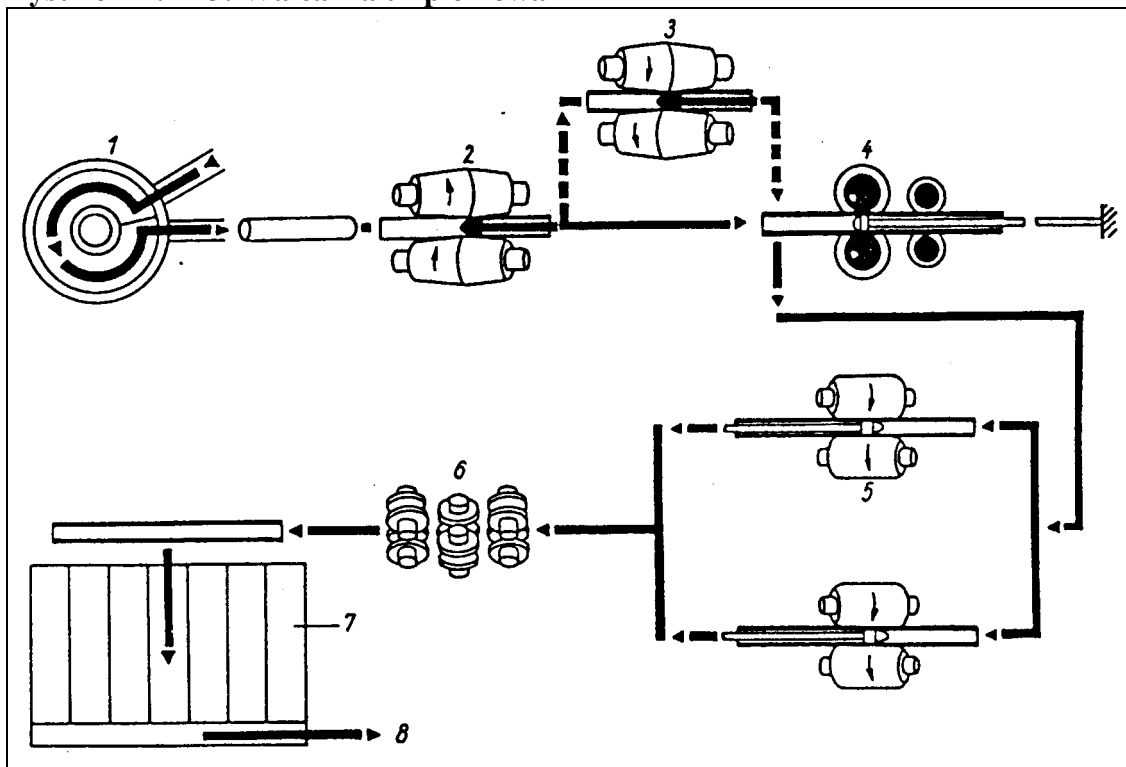
Wsadem do produkcji niestopowych i średniostopowych rur stalowych są kęsy lub kęsiska, odlewane na maszynach ciągłego odlewania, z okrągłymi przekrojami poprzecznymi, aczkolwiek czasami stosowane są kwadratowe przekroje poprzeczne. Surowcem na wysokochromowe rury stalowe są głównie pręty o przekroju okrągłym, walcowane z kęsów odlewanych. Wsad jest grzany do temperatury walcowania w piecach z trzonem obrotowym, opalanych gazem ziemnym lub olejem. Następnie produkowany jest kęs (blok) drażony przez dziurowanie. Najważniejszy proces dziurowania stosuje walce skośne. Otwór jest wykonywany przez dwa walce skośne, obracające się w tym samym kierunku, tak aby kęs walcował się ruchem śrubowym na końcówce trzpienia dziurującego w celu utworzenia kęsa drażonego (tuleja). Końcówka trzpienia dziurującego jest przymocowana do swobodnie obracającego się pręta podpieranego przez łożysko oporowe na stronie wyjściowej.





- |  |  |
|--|--|
| 1. Piec z trzonem obrotowym                | 5. Piec grzewczy                                       |
| 2. Walcarka dziurująca z walcami skośnymi  | 6. Walcarka rozciągająca-redukująca (przesunięcie 60°) |
| 3. Walcarka trzpieniowa (przesunięcie 45°) | 7. Na chłodnię i do linii wykańczających               |
| 4. Wyciągacz trzpieni                      |  |

Rysunek A.2-13: Walcarka trzpieniowa



- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. Piec z trzonem obrotowym                | 5. Obtaczarka           |
| 2. Walcarka dziurująca z walcami skośnymi  | 6. Walcarka kalibrująca |
| 3. Walcarka wydłużająca z walcami skośnymi | 7. Chłodnia             |
| 4. Automatyczne duo do rur bez szwu        | 8. Do wykańczalni       |

Rysunek A.2-14: Walcarka z automatycznym duo do rur bez szwu  
[Tech Metal]

Do wydłużania stosowane jest walcowanie podłużne, walcowanie poprzeczne lub prasy. Najważniejszym procesem jest proces ciągłego walcowania rur, ponieważ jest on jednym z najsprawniejszych i najwydajniejszych procesów.

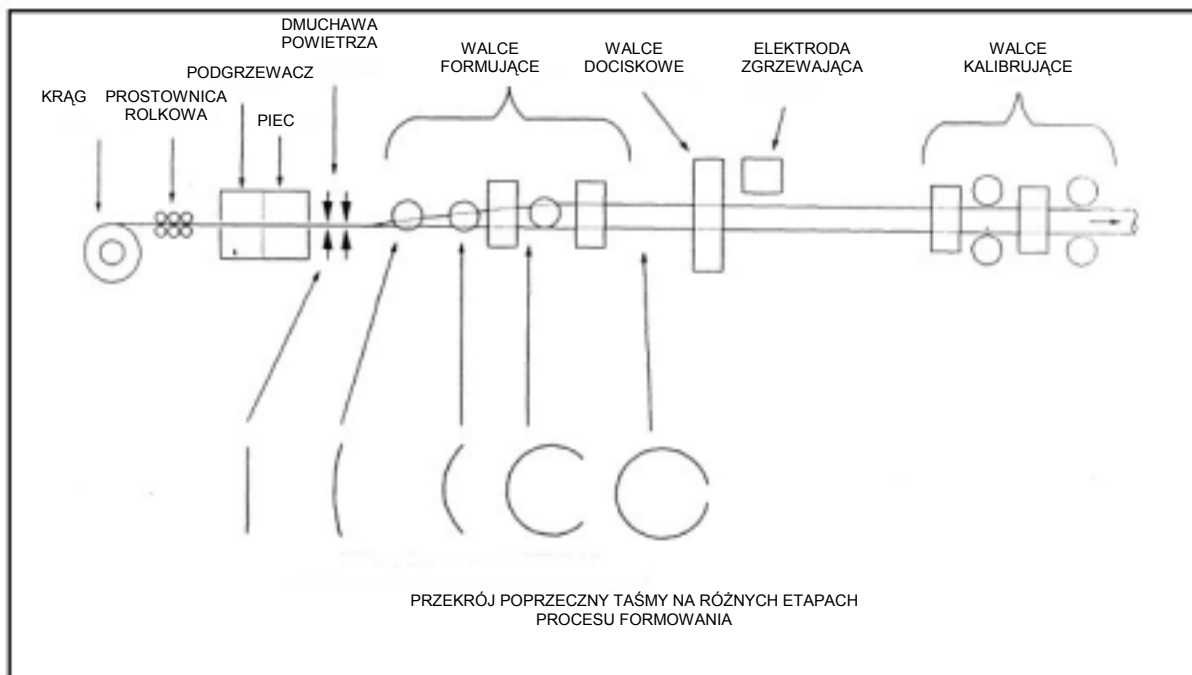
Stosowanych jest równocześnie kilka klatek walcowniczych, zazwyczaj 6 – 8 klatek duo na zespół, ułożonych wzajemnie pod kątem  $90^0$ . Redukcja grubości ścianki odbywa się pomiędzy walcami i smarowanym trzpieniem cylindrycznym.

Walcowanie na wymiar gotowy jest wykonywane bez trzpienia wewnętrznego, w walcarkach kalibrujących lub w walcarkach rozciągająco-redukujących. Walcarki kalibrujące (wykańczające) mają 2 – 10 klatek i mogą mieć dwa lub trzy walce na klatkę. Gdy zmniejsza się obwód, zwiększa się grubość ścianki. W walcarkach rozciągająco-redukujących, które normalnie mają trzy walce na klatkę i do 30 klatek, wyeliminowany jest wzrost grubości ścianki, ponieważ podczas procesu stosowane są siły rozciągające między klatkami.

Rury do niewymagających zastosowań mogą być wysyłane bezpośrednio po walcowaniu. Dla wyższych wymagań jakościowych, zwłaszcza odnośnie dobrej ciągliwości, po walcowaniu jest zazwyczaj wykonywana obróbka cieplna. Może ona obejmować normalizowanie i odpuszczanie.

## Rury zgrzewane

Rury zgrzewane są produkowane z taśmy stalowej walcowanej na zimno lub na gorąco, z szerokiej taśmy walcowanej na gorąco, lub z blachy grubej. W zasadzie proces produkcyjny obejmuje zginanie taśmy lub blachy grubej na rurę szczelinową i zamknięcie szczeliny przez zgrzewanie. Rysunek A.1-1 przedstawia schematycznie ciągłą produkcję rur (proces Fretz-Moona).

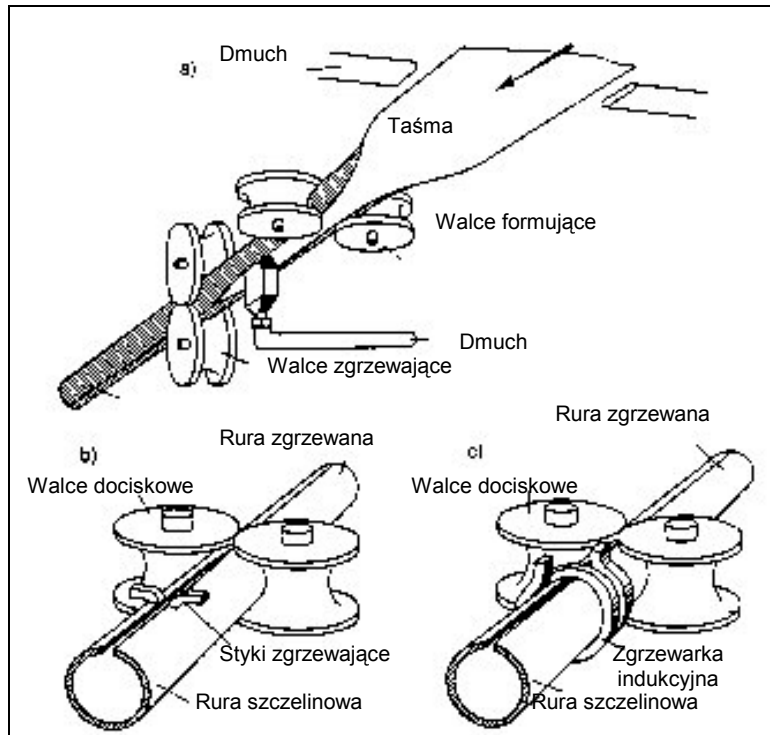


**Rysunek A.2-15: Schemat technologiczny dla ciągłej produkcji rur [HMIP]**

W procesie Fretz-Moona (zgrzewanie dociskowe) kręgi taśmy gorąco walcowanej są nagrzewane do wysokiej temperatury w piecu tunelowym. Krawędzie taśmy są nagrzewane do temperatury zgrzewania przez dodatkowe palniki. Taśma jest przekształcana w rurę ze szczeliną podłużną. Następnie dwuwalcowe urządzenie ściskające pod kątem  $90^{\circ}$  redukuje szczelinę i dociska do siebie krawędzie i w ten sposób krawędzie są zgrzewane.

Półwyrób rurowy (rura zgrzewana) przechodzi bez dalszego nagrzewania przez walcarkę rozciągającą, w której wymiary są redukowane według potrzeb. Piła latająca tnie rurę ciąglą na długości, które są następnie schładzane na chłodni.

Alternatywnymi procesami zgrzewania jest **oporowe zgrzewanie dociskowe**, w którym potrzebne ciepło zgrzewania jest wytwarzane przez prąd przemienny wysokiej częstotliwości, przez przewodzenie lub indukcję. Własności zgrzein mogą być poprawione przez ciągłą obróbkę cieplną albo przez oddzielną obróbkę cieplną poszczególnych rur. **Spawanie** jest stosowane głównie do produkcji rur stalowych z większymi średnicami ( $> 457,2$  mm). Rysunek A.2-16 przedstawia główne procesy zgrzewania.



a Proces zgrzewania Fretz-Moona

b Zgrzewanie przewodnościowe

c Zgrzewanie indukcyjne prądem wysokiej częstotliwości

**Rysunek A.2-16: Procesy zgrzewania rur**  
[EUROFER HR]

### A.2.1.2 Oczyszczanie powierzchni wsadu i kondycjonowanie wsadu

Kęsiska płaskie, kęsiska kwadratowe/prostokątne i kęsy mogą posiadać wady powierzchniowe takie jak pęknięcia, rysy lub fałdy. Doprowadzenie powierzchni walcowanego wsadu do odpowiedniego stanu (kondycjonowanie) jest konieczne dla zapewnienia dobrej (wolnej od wad) powierzchni wyrobu walcowanego. Wady powierzchniowe półwyrobów mogą być usuwane za pomocą następujących procesów:

#### Oczyszczanie płomieniowe

Oczyszczanie płomieniowe usuwa wady powierzchniowe stali węglowych za pomocą płomienia tlenowego. Płomień jest stosowany do szybkiego topienia i utleniania powierzchni stali, podczas gdy oddzielne zasilanie noża tlenowego tlenem pod wysokim ciśnieniem usuwa z powierzchni tworzący się żużel. Oczyszczanie płomieniowe jest wykonywane albo ręcznie (małe partie), albo maszynowo.

Zgorzelina z maszyny czyszczenia płomieniowego jest wmywana z powierzchni stali przez wodę pod wysokim ciśnieniem i doprowadzana do dołu wodnego, z którego usuwana jest za pomocą suwnicy. Woda jest oczyszczana i zwracana do obiegu. Przy ręcznym oczyszczaniu płomieniowym odpad metalowy jest zbierany za pomocą elektromagnesów.

Emisje pyłu z operacji oczyszczania ogniowego są zbierane i ograniczane zazwyczaj przez filtry elektrostatyczne (mokre lub suche).

### Szlifowanie

W przypadku stali nierdzewnych i specjalnych gatunków stali nie jest możliwe płomieniowe usuwanie wad powierzchniowych. Z tego powodu wady muszą być usuwane przez szlifowanie. Proces szlifowania jest wykonywany ręcznie albo maszynowo. Szlifowanie ręczne jest wykonywane za pomocą trzymanyh w rękach szlifierek mechanicznych, w niektórych przypadkach w pomieszczeniach zamkniętych, wyposażonych w odciąg dymów, które są doprowadzane do filtrów tkaninowych. Szlifierki maszynowe są wyposażone w samotok, który podpira materiał szlifowany i na którym materiał może być przemieszczany. Ściernica jest zamontowana na wózku, który umożliwia poruszanie jej tam i z powrotem nad materiałem szlifowanym. Zespół szlifierki znajduje się w obudowie, z której zapyłone powietrze powstające przy szlifowaniu jest zbierane i doprowadzane do filtra tkaninowego i oczyszczane w nim przed zrzucaniem do atmosfery.

### Cięcie kęsisk płaskich na wymiar

W pewnych przypadkach kęsiska płaskie muszą być cięte na odpowiedni wymiar. Kęsiska płaskie typu klinowego, będące wynikiem nastawiania szerokości w maszynie ciągłego odlewania (nastawianie krystalizatora) i zmiany rozmiaru partii, muszą być doprowadzane do należytego stanu przez cięcie palnikiem w celu uzyskania pożądanego kształtu geometrycznego.

### A.2.1.3 Piece grzewcze i piece do obróbki cieplnej

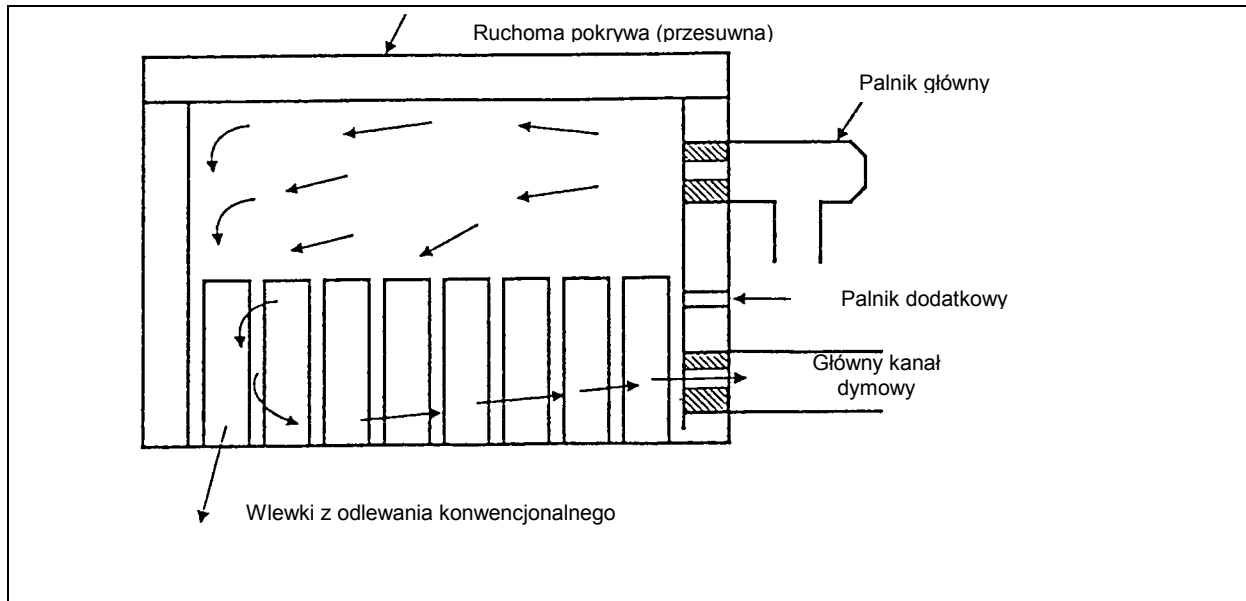
Do walcowania na gorąco wsad stalowy musi być podgrzewany do odpowiedniej temperatury walcowania pomiędzy 1050 i 1300<sup>0</sup>C; należy też zapewnić równomierny rozkład temperatury.

Zależnie od materiału wsadowego i od procesu walcowania na gorąco, grzanie jest przeprowadzane w różnego rodzaju piecach takich jak piece wgłębne, piece przepychowe, piece pokroczne, piece z obrotowym trzonem i inne. Piece te są opalane bezpośrednio zazwyczaj olejem, gazem ziemnym lub gazami hutniczymi takimi jak gaz koksowniczy (COG) i gaz wielkopieczowy (BFG). Zależnie od mediów grzejnych będą występować różne emisje gazów odlotowych.

#### A.2.1.3.1 Piece nieprzelotowe

Piece nieprzelotowe są często stosowane dla stali specjalnych i odkuwek. Typowym przykładem pieca nieprzelotowego jest **piec wgłębny**, stosowany do grzania wlewków z odlewania konwencjonalnego, kęsisk płaskich i innego wsadu. Składa się on z komór wyłożonych materiałami ogniotrwałymi, w których wsad jest ustawiany pionowo (wlewki z odlewania konwencjonalnego) lub poziomo (kęsiska płaskie). Ruchoma pokrywa umożliwia ładowanie wsadu i wyciąganie go do walcowania. Dla zachowania energii wlewki konwencjonalne mogą być ładowane bezpośrednio po wyciągnięciu z wlewnic. Typowa pojemność pieca wynosi 50 do 170 ton, przy mocy cieplnej 9,5 MW (Th) i wydajności 10,7 t/h.

Piece wgłębne nie mają już powszechnego zastosowania, ponieważ coraz więcej stali jest odlewanej w sposób ciągły, to jest w procesie, który często umożliwia pominięcie pieców wgłębnych. Przykład pieca wgłębny jest pokazany na rysunku A.2-17. [EUROFER HR]



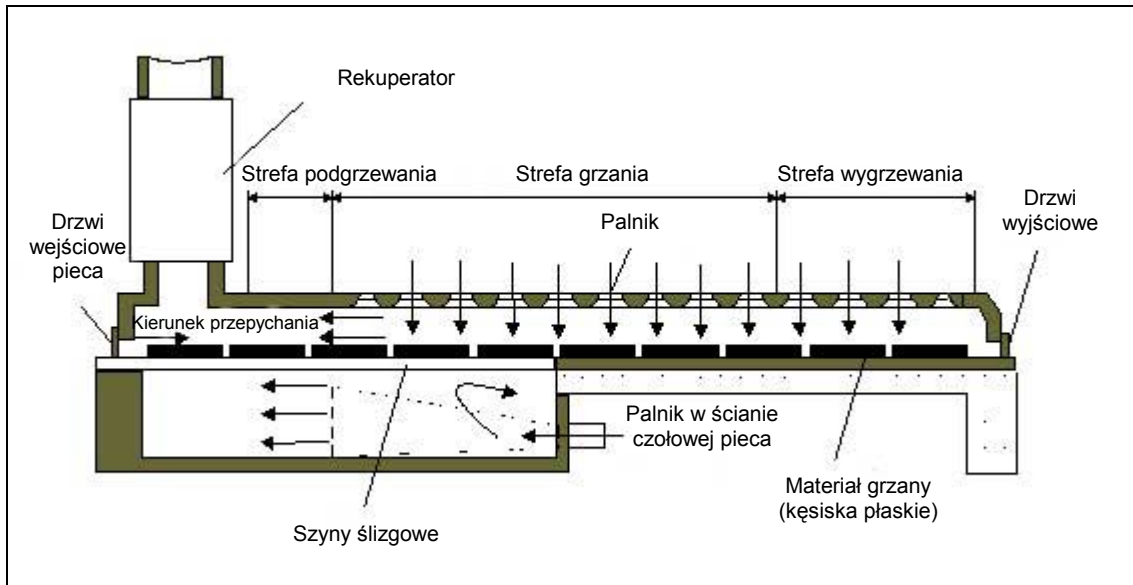
**Rysunek A.2-17: Piec wlewny  
[ETSU-NP-54]**

Innym rodzajem pieca nieprzelotowego jest piec z wysuwającym trzonem. Wsad jest wprowadzany do komory pieca na wózku zwrotnym. Komora pieca jest zamykana za pomocą drzwi i wsad jest grzany. Po osiągnięciu zadanej temperatury drzwi są otwierane i wózek z wsadem jest wysuwany z pieca, a kęsisko płaskie lub odlew są zabierane do dalszej przeróbki.

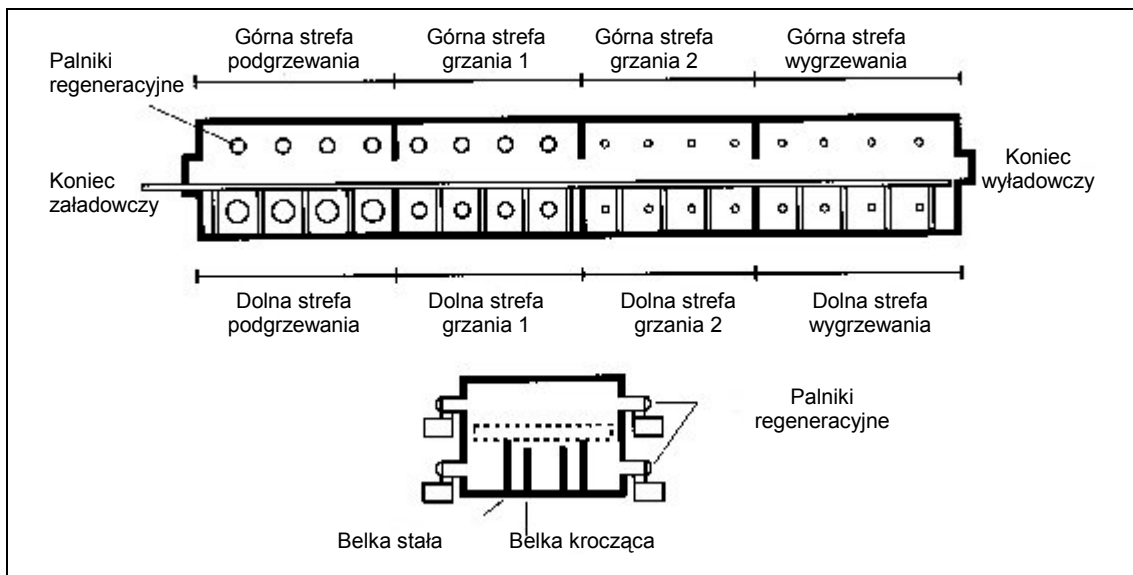
#### **A.2.1.3.2 Piece przelotowe (ciągłe)**

Większe piece są zazwyczaj zasilane wsadem w sposób ciągły. Wsad jest przepychany przez piec przez kolejny wsad (**piec typu przepychowego**) lub jest przemieszczany przez belki kroczące (**piec pokroczny**), przez trzon pokroczny lub na/między rolnkami.

Przykłady pieców dużej wielkości (> 20 MW<sub>Th</sub>) – pieca przepychowego i pieca pokrocznego – są pokazane na rysunku A.2-18 i na rysunku A.2-19. Obecnie największymi pracującymi piecami są piece pokroczne z mocą cieplną około 125 MW (Th) i piece przepychowe o mocy cieplnej 200 MW (Th). [EUROFER HR]

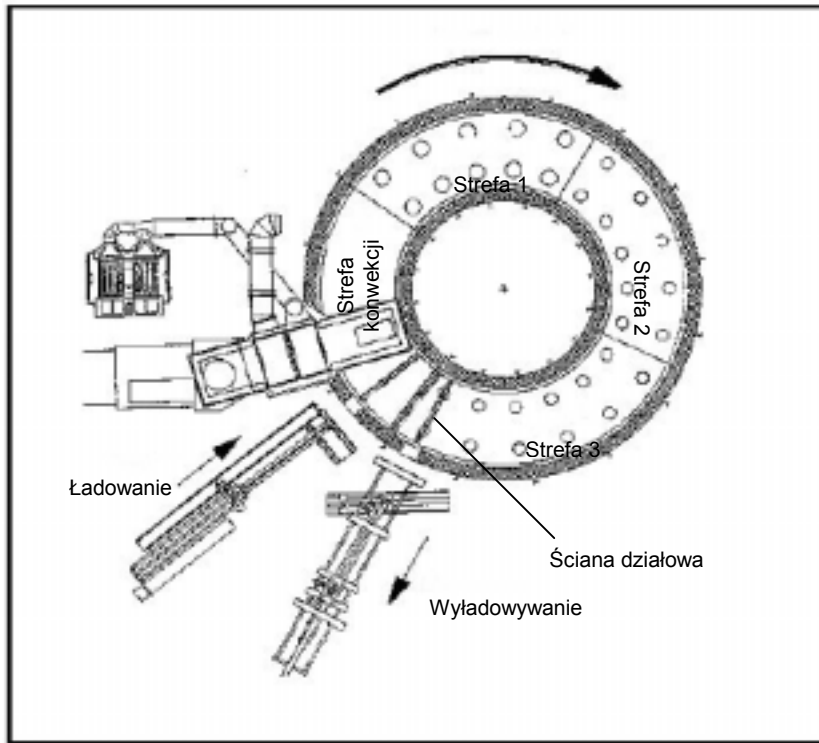


**Rysunek A.2-18: Piec przepychowy**  
[DFIU98]



**Rysunek A.2-19: Piec pokroczny**

W piecu z **trzonem obrotowym** (patrz Rysunek A.2-20) materiał wsadowy jest umieszczony na trzonie obrotowym. Podczas kampanii pieca (trzon się obraca) materiał jest grzany i wyładowywany po zakończeniu obrotu.



**Rysunek A.2-20: Typowa konstrukcja pieca z trzonem obrotowym [EUROFER HR]**

#### **A.2.1.4 Usuwanie (zbijanie) zgorzeliny**

Przed walcowaniem musi być usunięta zgorzelina przywarta do powierzchni wsadu, tworząca się podczas grzania, aby uniknąć zanieczyszczenia powierzchni wsadu zgorzeliną wgniataną przez walce (tak zwana „zgorzelina zawalcowana”).

Mechaniczne usuwanie zgorzeliny, przy którym przywarta zgorzelina jest mechanicznie rozbijana w lekkim przepuszczeniu (przeważnie w kłatkach duo) a następnie usuwana strumieniem wody lub mechanicznie (za pomocą szczotek), jest już rzadko stosowane. Dzisiaj powszechnie stosowaną metodą usuwania zgorzeliny jest jej łamanie i zbijanie za pomocą strumienia wody pod wysokim ciśnieniem. Woda robocza o ciśnieniu od 120 do 250 bar (wyjątkowo 600 bar) jest podawana na powierzchnię materiału przez płaskie dysze. Dla efektu czyszczenia ciśnienie udarowe (tj. ciśnienie określone przez odległość między dyszami zbijającymi zgorzelinę i wsadem walcowanym) jest ważniejsze niż ciśnienie w układzie wodnym. Podczas całego procesu walcowania stosowane są następujące techniki:

- Pierwotne zbijanie zgorzeliny w tak zwanych wysokociśnieniowych zbijaczach zgorzeliny, zainstalowanych przed wejściem do zespołu klatek wstępnych i wyposażonych w 1 lub 2 pary - niekiedy nastawialnych - rur rozgałęźnych wody zbijania zgorzeliny.
- Zbijanie zgorzeliny w zespole klatki walcowniczej za pomocą rur rozgałęźnych wody zbijania, umieszczonych nad i pod przejściem blachy grubej po obu stronach klatki nawrotnej i na stronie wejściowej w przypadku klatek ciągłych.
- Zbijacz zgorzeliny na wejściu do zespołu klatek wykańczających, do usuwania zgorzeliny wtórnej, to jest zgorzeliny tworzącej się na taśmie wstępnej na samotoku transportowym zespołu klatek wykańczających.
- Pary natrysków zbijających zgorzelinę klatek walcowniczych, zainstalowanych na wejściu do pierwszej klatki zespołu klatek wykańczających. [EUROFER HR]



W przypadku linii produkcyjnych wyrobów długich rury rozgałęźne wody zbijania zgorzeliney są zaprojektowane albo jako pierścienie natryskowe albo jako kombinacja pionowych lub poziomych rur rozgałęźnych, czasami nastawialnych odpowiednio do przekroju poprzecznego materiału, dla dobrego usuwania zgorzeliney z wszystkich powierzchni materiału. [EUROFER HR]

### **A.2.1.5 Walcowanie osadcze**

Walcowanie osadcze jest zazwyczaj stosowane przy produkcji taśm i blach grubych. Kęsiska płaskie, produkowane w maszynie ciągłego odlewania, są dostarczane w pewnych zdefiniowanych, stopniowanych wymiarach szerokości. Szerokość musi być zredukowana odpowiednio do podanego wymiaru taśmy walcowanej, z naddatkiem materiału na okrawanie tak wąskim, jak to możliwe (minimalizacja ilości złomu i poprawa uzysku). W większości przypadków ta redukcja szerokości jest wykonywana na tak zwanych klatkach osadczych (klatki walcownicze z walcami pionowymi) - ostatnio nawet w prasach dla kęsisk płaskich – które są instalowane przed zespołem klatek wstępnych. Dokładność redukcji szerokości i optymalne zbliżenie do kształtu prostokątnego wpływają na ilość złomu z obcinania końców odpadowych (przedni i tylny koniec) na walcowni i na wykańczalniach (okrawanie krawędzi).

### **A.2.1.6 Walcowanie wstępne**

Walcowanie wstępne określa pierwszą dużą redukcję przeprowadzaną na przychodzącym gorącym wsadzie przeznaczonym do produkcji taśm, prętów i kształtowników. Najczęściej zespół klatek wstępnych składa się z jednej lub więcej klatek poziomych do redukcji grubości, łącznie z klatkami osadczymi (klatki pionowe), usytuowanymi przed klatką do walcowania na zadaną szerokość. Nawrotne klatki wstępne są niekiedy wyposażone w klatki osadcze na obu końcach klatki walcowniczej [EUROFER HR].

### **A.2.1.7 Zespół klatek walcowniczych taśm/zespół klatek wykańczających**

Zazwyczaj walcarka wykańczająca składa się z szeregu klatek walcowniczych, ustawionych jedna za drugą. Klatki mają schodkowe kotliny walcownicze tak, że redukcja grubości na żadaną grubość końcową następuje w jednym przepuszczeniu „transfer bar” (transfer bar = materiał po walcierce wstępnej). Liczba klatek zależy od gatunku stali i grubości materiału wsadowego (kęsiska płaskie), jak również od zakresu grubości taśm gotowych.

Nożyce do obcinania końców odpadowych, umieszczone przed klatkami wykańczającymi, służą do obcinania końców taśm wstępnych, które to końce mogą mieć kształt języka lub rybiego ogona. Zapewnia to bezpieczne wejście do zespołu klatek wykańczających i chroni walce przed uszkodzeniem, jak również zapobiega powstawaniu złomu.

W większości przypadków instalowany jest dodatkowy zbijacz zgorzeliney (natryski wodne zbijające zgorzelineę), jak opisano wyżej, pomiędzy nożycami obcinania końców odpadowych i zespołem klatek wykańczających. Czasami istnieje również dodatkowa klatka pionowa, która służy głównie do prowadzenia taśmy, ale okazjonalnie również do mniejszych regulacji szerokości.

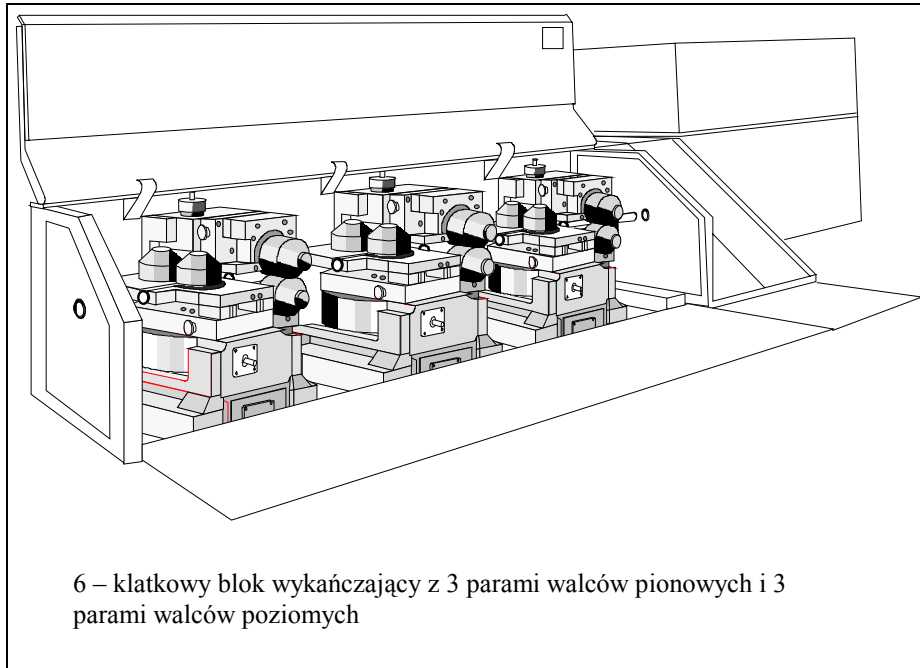
## Zwijarki

Taśmy walcowane na gorąco o długości do 2 km, i nawet większej, są zwijane na tak zwanych zwijarkach nadpodłogowych (niekiedy podpodłogowych) na końcu linii walcowniczej, z prędkościami do 20 m/s i więcej. Gorąca taśma jest prowadzona wokół rozszerzalnego trzpienia przez specjalnie rozmieszczone rolki owijające. Po około 3 - 4 zwojach rolki owijające są podnoszone i taśma nawijana jest na rozszerzony trzpień. Po zakończeniu operacji zwijania, trzpień się kurczy i gorący krąg jest transportowany do stacji wiązania taśmą za pomocą wózka do kręgów. [EUROFER HR]

### A.2.1.8 Zespół klatek walcowniczych walcówki/zespół klatek wykańczających

Zespół klatek wykańczających walcarki prętów (walcówki) składa się z bloków walcowniczych z do 10 zestawów naprzemiennych par walców poziomych i pionowych, jak pokazano na rysunku A.2-21.

W końcowych etapach walcowania osiągnęte są prędkości ponad 100 m/s. Walce wstępne i pośrednie są wykonane najczęściej ze stali utwardzonej lub z żeliwa, natomiast walce wykańczające są wykonane z węgliku, który jest materiałem szczególnie odpornym na zużycie. Typową kalibracją stosowaną dla walcarek walcówki jest sekwencja naprzemiennych wykrojów okrągłych i owalnych.



**Rysunek A.2-21: Układ walców zespołu wykańczającego walcówki [EUROFER HR]**

### **A.2.1.9 Walcowanie blach grubych**

Walcowanie blach grubych przez operację nawracania jest podobne do walcowania wstępnego przy produkcji taśm. Kęsiska płaskie są walcowane na blachy grube w tak zwanych operacjach walcowania wielostopniowego, gdzie kęsiska płaskie są wydłużane, obracane o  $90^0$  za pomocą rolek stożkowych na specjalnym samotoku, rozszerzane, obracane ponownie i walcowane na pożądaną grubość.

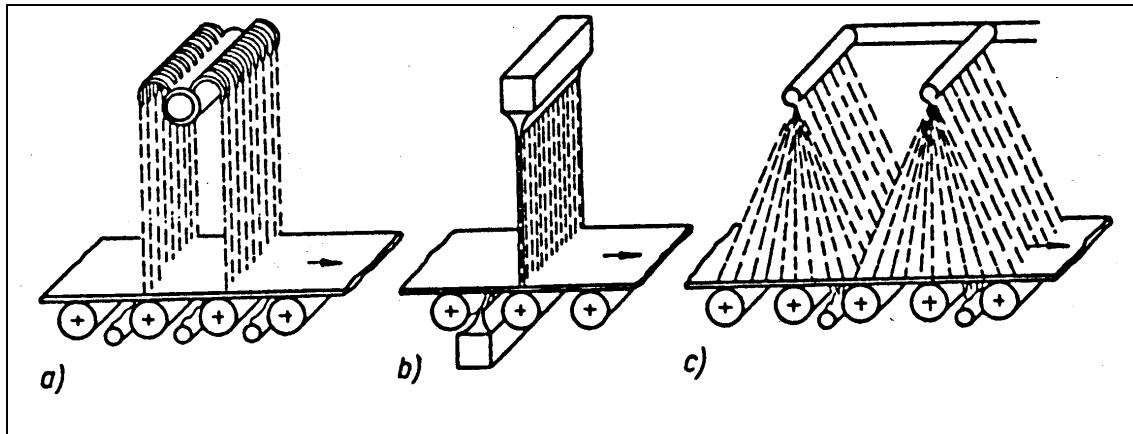
### **A.2.1.10 Transport materiału wsadowego pomiędzy kłatkami walcowniczymi**

Zazwyczaj do transportu materiału walcowanego służą samotoki umieszczone wzdłuż całego zespołu kłatek walcowniczych taśm. Samotoki te składają się z pojedynczych rolek metalowych drażonych i/lub pełnych (litych) z napędem indywidualnym lub grupowym, uzyskiwanym za pomocą silnika elektrycznego i przekładni, jeśli to konieczne.

W szczególnych przypadkach, na przykład przy późniejszej modernizacji walcowni, obejmującej zwiększenie ciężaru pojedynczych wyrobów lub zainstalowania dodatkowego wyposażenia, odległość pomiędzy kłatką wstępną i kłatką wykańczającą nie jest już wystarczająca dla rozłączenia tych dwóch procesów. W takich przypadkach instalowane są pośrednie urządzenia magazynujące, tak zwane „coil boxes”, - opracowane przez STELCO, Steel Company of Canada Ltd. [EUROFER HR]

### **A.2.1.11 Linie chłodzenia**

W połączeniu z odpowiednią kontrolą temperatury w obrębie zespołów kłatek wykańczających, linia chłodzenia zapewnia materiałowi pożądane parametry mechaniczno-technologiczne. Stal jest szybko schładzana przy zastosowaniu natrysków wodnych, ścian wodnych albo przepływów laminarnych (patrz rysunek A.2-22).



a. Przepływ laminarny

b. Ściana wodna

c. Natryski wodne

### Rysunek A.2-22: Różne rodzaje chłodzenia wodnego [Tech Metal]

Obecnie najbardziej rozpowszechnione jest stosowanie chłodzenia z przepływem laminarnym na samotkach odprowadzających. Zazwyczaj rozgałęźne rury natryskowe (umieszczone nad i pod linią przejścia) są pogrupowane w sekcje, czasami o różnej wielkości przepływu wody. Każda sekcja i/lub każda rura rozgałęźna jest indywidualnie regulowana, tak aby można było realizować pożądaną temperaturę chłodzenia. Linie chłodzenia i indywidualne natryski są sterowane komputerowo, podczas gdy rozgałęźne rury natryskowe są włączane i wyłączane według skomplikowanych matematyczno-doświadczalnych modeli wspomaganymi przez peryferyjne pomiary temperatury.  
[EUROFER HR]

#### A.2.1.12 Produkcja blach cienkich i blach grubych

Do produkcji blachy cienkiej w arkuszach kręgi z taśmą walcowaną na gorąco są rozwijane za pomocą rozwijarek i taśma jest doprowadzana do linii cięcia blach, która jest wyposażona w prostownice do prostowania taśmy. Arkusze blachy walcowanej o pożądaną długość są układane w stopy i magazynowane na składowisku. [EUROFER HR]

Arkusze blach grubych są produkowane na liniach cięcia blach po procesie walcowania. Blachy grube po okrawaniu obu boków i obcięciu końców odpadowych są cięte na pożądaną długość. Cięcie na wymiar, na specjalne wyroby, jest wykonywane przez sterowane numerycznie maszyny do cięcia (urządzenia do cięcia palnikowego, plazmowego lub laserowego). Jakość wewnętrzną blach grubych może być badana za pomocą technik ultradźwiękowych. Automatycznie pracujące defektoskopy ultradźwiękowe mogą być instalowane w samotoku odprowadzającym w linii cięcia blach.

Operacje wykańczania są sterowane komputerowo w większości instalacji. Bierze się również pod uwagę hartowanie i obróbkę cieplną blach grubych w linii po ostatnim przepuszczeniu walcowniczym jako sposób oszczędzania energii. [EUROFER HR]

#### A.2.1.13 Obróbka cieplna blach grubych

Część gotowych blach grubych poddawana jest obróbce cieplnej. Przy **wyżarzaniu** stal jest ogrzewana do temperatury poniżej temperatury  $A_{c1}$  w celu zmniejszenia naprężeń. Dla celów **normalizowania** stal jest ogrzewana do temperatury powyżej temperatury przemiany i

chłodzona powietrzem. Celem normalizowania jest uzyskanie drobnego ziarna i takiego rozkładu węgla żelaza, który będzie się łatwiej rozpuszczał, czyli uzyskanie **struktury austenitycznej**. Może być również stosowane **hartowanie**, **odpuszczanie** i inne metody obróbki cieplnej.

Do tych celów stosuje się kilka różnych typów pieców, takich jak piec pokroczny, piec z trzonem samotokowym lub piec z trzonem wysuwany. System ogrzewania i opalania takich pieców jest porównywalny z systemami związanymi z grzaniem wsadu. Do opalania pieców obróbki cieplnej stosować można wszystkie dostępne nośniki ciepła. [EUROFER HR]

#### A.2.1.14 Warsztat walców

Walce robocze, jak również walce oporowe dla walcarek wstępnych i dla walcarek wykańczających są kondycjonowane zgodnie z dobrze zdefiniowanymi specyfikacjami, zależnie od produktu, który ma być walcowany. Kondycjonowanie walców jest przeprowadzane w warsztacie walców, gdzie stosowane są typowe techniki warsztatu mechanicznego, takie jak obróbka skrawaniem i szlifowanie. [EUROFER HR]

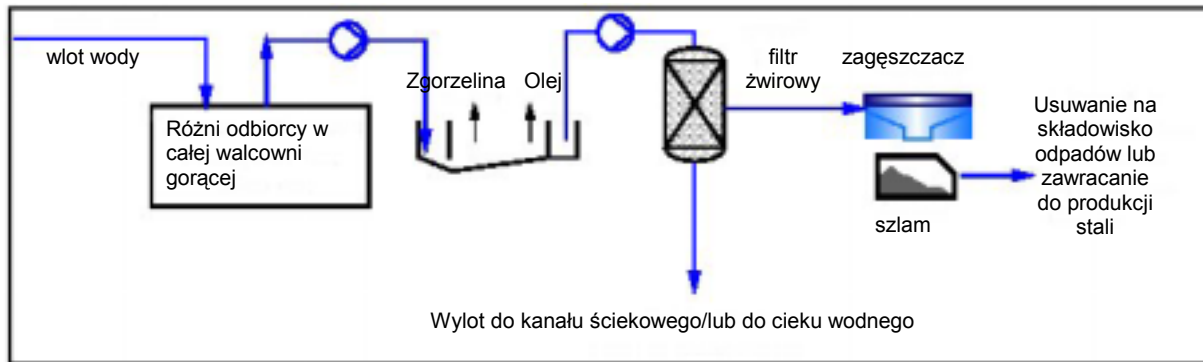
Warsztat walców zawiera najczęściej:

- Rejon chłodzenia, gdzie walce robocze są chłodzone na otwartym powietrzu albo przez zraszanie wodą.
- Rejon przygotowania, gdzie osprzęty są demontowane i montowane (w niektórych przypadkach maszyny warsztatu walców umożliwiają rekondycjonowanie walców bez uprzedniego demontażu).
- Rejon czyszczenia, gdzie walce, które mają być rekondycjonowane, są oczyszczane z osadów i smarów. (Techniki czyszczenia obejmują oczyszczanie parą, stosowanie alkalicznych roztworów odtłuszczających, stosowanie rozpuszczalników organicznych).
- Typowe wyposażenie warsztatu mechanicznego obejmujące tokarki i szlifierki, które posiadają indywidualny system chłodzenia, gdzie chłodziwo jest ciągle przerabiane w celu oddzielenia wiórów i szlamu szlifierskiego. [EUROFER HR]

#### A.2.1.15 Obiegi wodne/gospodarka wodna na walcowniach gorących

Przez cały proces walcowania na gorąco i związane z nim etapy procesu woda stosowana jest do chłodzenia i dla celów technologicznych. Pośrednio chłodzone są zazwyczaj silniki elektryczne, piece grzewcze, pomieszczenia sterownicze i systemy energetyczne, aparatura kontrolno-pomiarowa i sterowanie procesem. Bezpośrednio chłodzona jest stal, rolki, piły, końce odpadowe, zwijarki i samotoki odprowadzające gorący materiał. Woda stosowana jest również do zbijania zgorzeli, do splukiwania zgorzeli i do transportowania zgorzeli. Wszędzie gdzie woda styka się z materiałem walcowanym (woda technologiczna) i sprzętem walcowniczym, ulega ona zanieczyszczeniu zgorzeliną i olejem.

Najprostszym stosowanym systemem wodnym jest **obieg otwarty** (system przepływowy) jak pokazano na rysunku A.2-23. Woda jest pobierana z zasobów naturalnych (rzeka, jezioro, lub woda gruntowa), przepływa przez różnych odbiorców z walcowni gorącej i jest spuszczana ponownie do cieku wodnego.



**Rysunek A.2-23: Przykład przepływowego systemu wodnego [EUROFER HR]**

Zanieczyszczone wody chłodzenia i wody technologiczne są zbierane i oczyszczone przed zrzucaniem. Pierwszym etapem obróbki jest osadnik, w którym składniki stałe, głównie tlenki żelaza, osadzają się na dnie.

Osadzona zawiesina jest wybierana z osadnika przez odpowiednie urządzenia (koparka zgarniakowa, przenośnik ślimakowy, itd.) i, w przypadku hut o pełnym cyklu produkcyjnym, szlam jest zwracany do procesu produkcyjnego przez proces produkcyjny ciekłej surówki. Zanieczyszczenia olejowe pływające na powierzchni są usuwane za pomocą odpowiednich urządzeń zgarniających i są zrzucane do odpowiednich basenów zbiorczych.

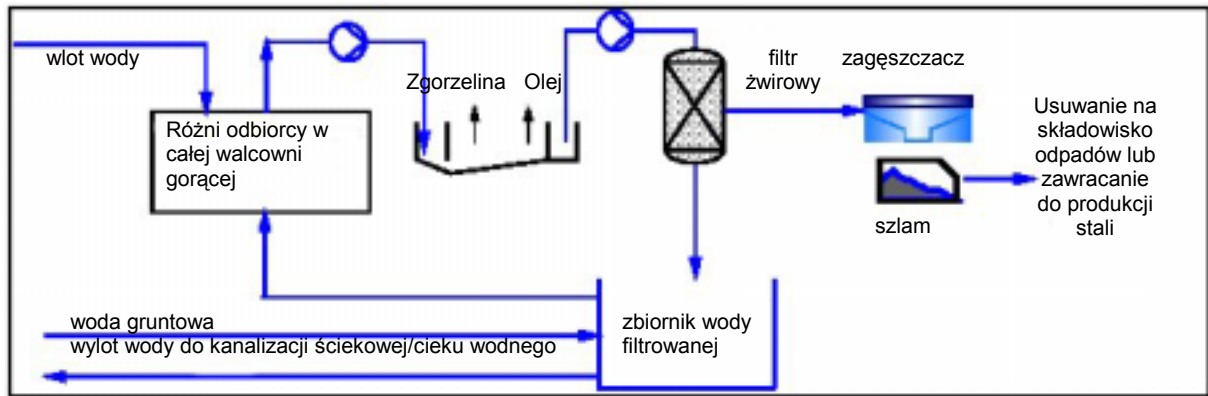
Wstępnie oczyszczona woda przelewowa jest dostarczana rurami do baterii filtrów, których liczba, wielkość i wydajność jest zaprojektowana odpowiednio do objętości wody. W większości przypadków te filtry są filtrami żwirowymi, to jest woda przelewowa jest oczyszczana przez przejście przez złoża żwirowe.

Zanieczyszczenia zbierane w filtrach żwirowych muszą być usuwane przez płukanie wsteczne, aby utrzymać działanie i sprawność filtrów w zakresie oddzielania zanieczyszczeń. Oczyszczona woda ściekowa z filtrów jest zrzucana do systemu ścieków kanalizacyjnych i/lub do jezior i rzek.

Wody zaszlamione (zawierające przeważnie tlenek żelaza) z baterii filtrów, są odszlamiane w zagęszczaczu. Przelew jest zwracany do systemu obiegu oczyszczania. Materiał wsadowy wysokiej jakości, zawarty w szlamie, jest dalej odwadniany i wywożony lub zwracany do procesu produkcyjnego stali, pod warunkiem, że dostępne jest odpowiednie wyposażenie techniczne.

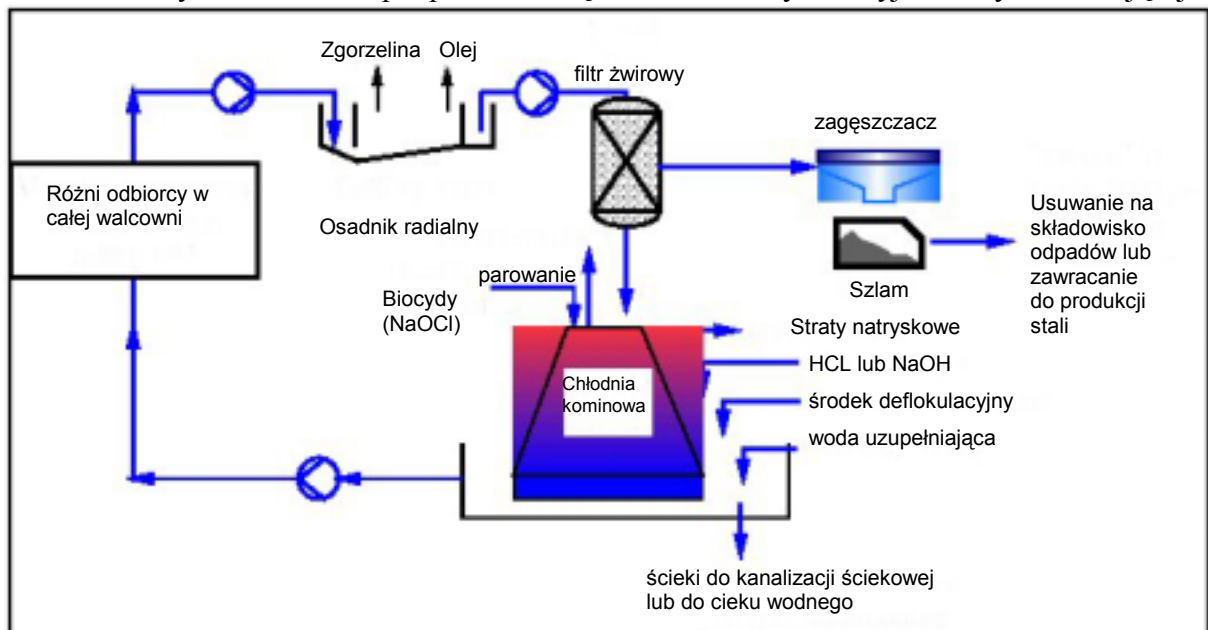
Aby zmniejszyć ilość ścieków lub uniknąć zrzucania ścieków, pochodzących z operacji walcowania na gorąco, wdrażane są obiegi pół-zamknięte i zamknięte.

W **obiegach pół-zamkniętych**, jak pokazano na rysunku A.2-24, woda jest oczyszczana i częściowo ponownie wykorzystywana zależnie od temperatury. Urządzenia oczyszczania wody są takie same jak dla obiegów otwartych, ale filtrowane ścieki nie są zrzucane bezpośrednio. Zamiast bezpośredniego zrzucania ścieki są doprowadzane do basenu wody filtrowanej i mieszane ze świeżą zimną wodą, jeśli zachodzi taka potrzeba. Zależnie od temperatury wody mieszanej woda filtrowana jest zwracana do różnych odbiorców na walcowni gorącej i tylko przelew jest zrzucany. Stosownie do tego ilość wody obiegowej zależy od pór roku i sytuacji geograficznej.



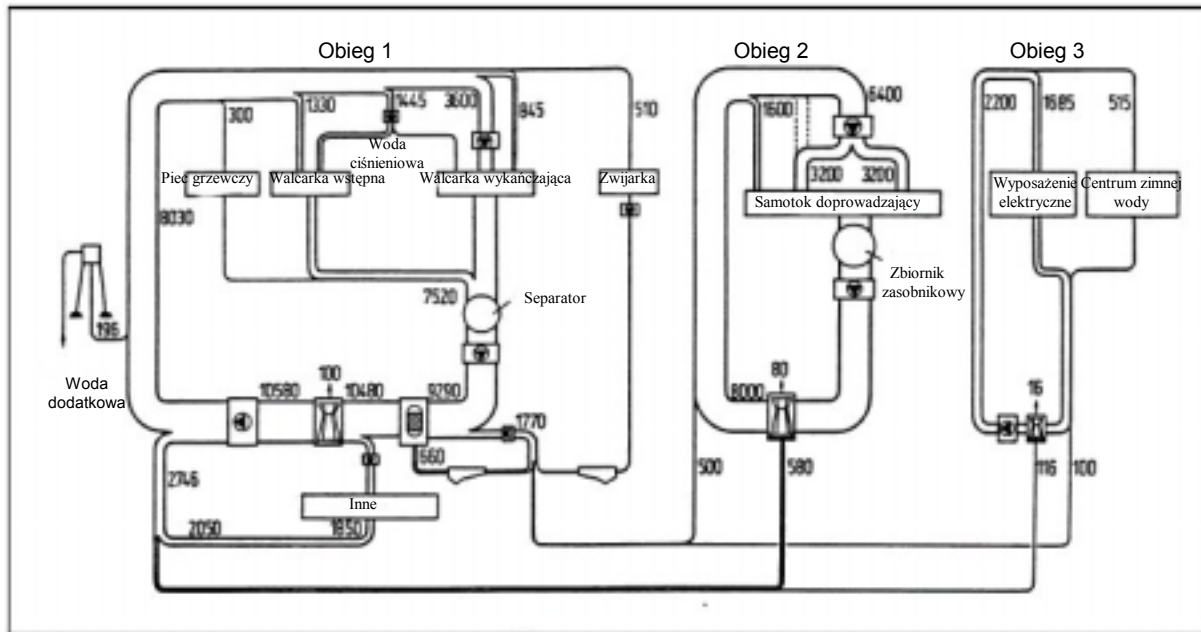
**Rysunek A.2-24: Przykład pół-zamkniętego obiegu wody [EUROFER HR]**

Przy stosowaniu **obiegów zamkniętych** (patrz rysunek A.2-25) woda oczyszczona nie jest zrzucana, ale schładzana w chłodniach kominowych lub w wymiennikach ciepła do wymaganej temperatury i jest ponownie wykorzystywana w procesie walcowania. W walcowniach stosujących chłodnie kominowe zużycie wody jest ograniczone do wody dodatkowej (około 3 – 5 %) potrzebnej do uzupełniania strat na odparowanie i zrzucanie. Przy stosowaniu wymienników ciepła potrzebne są duże ilości recyrkulacyjnej wody schładzającej.



**Rysunek A.2-25: Przykład zamkniętego obiegu wody [EUROFER HR]**

Systemy zasilania wodnego i oczyszczania wody na walcowniach gorących są zazwyczaj bardzo skomplikowane, z kilkoma obiegami wodnymi, częściowo połączonymi wzajemnie z sobą i wielostopniowym wykorzystaniem wody. W niektórych przypadkach obieg wody walcowni gorącej jest sprzężony z systemami zasilania wodnego innych urządzeń produkcyjnych żelaza i stali, jak na przykład ciągle odlewanie. Przyczyną takiego połączenia jest podobieństwo zawartości ścieków i bliskość instalacji.



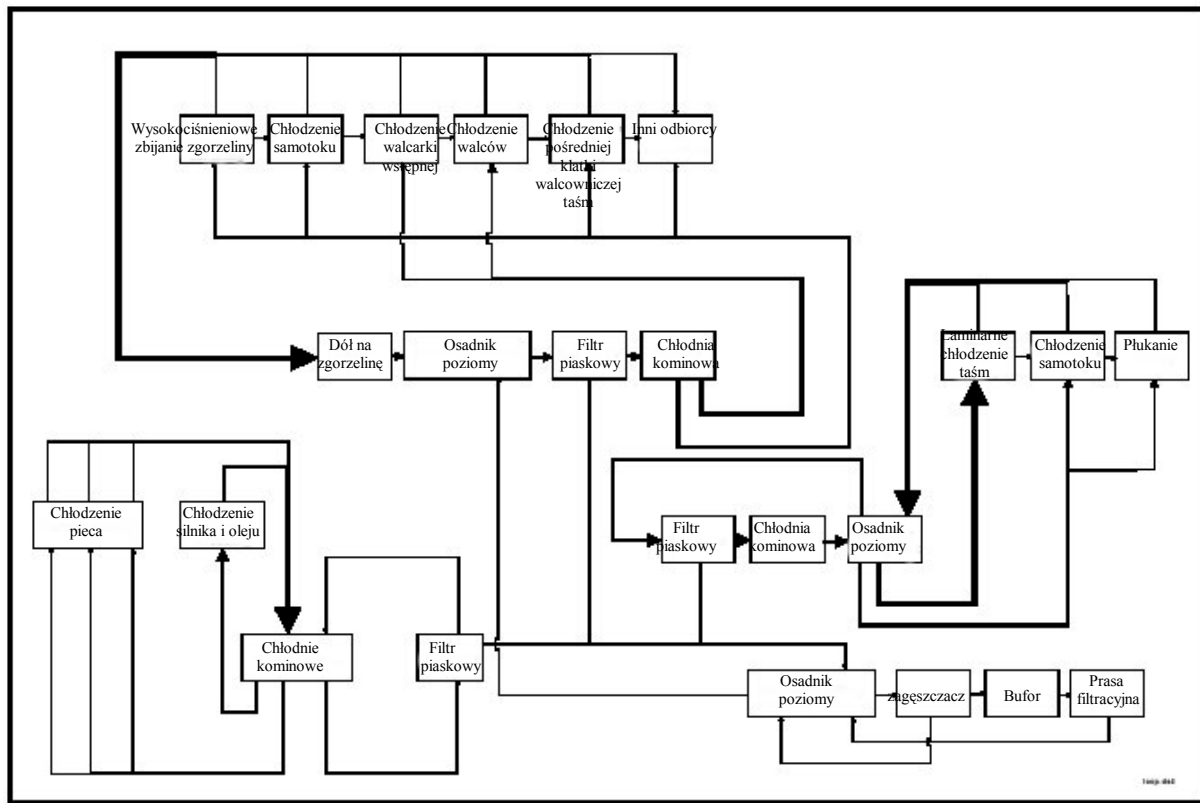
- Uwagi: 1) Podane liczby reprezentują przepływ wody w m<sup>3</sup>/h  
2) Wydajność walcowni: 270 000 t/miesiąc

**Rysunek: A.2-26: Obiegi wodne dla walcowni gorącej taśm [StuE-96-7]**

Rysunek A.2-26 przedstawia system wodny walcowni gorącej taśm szerokich, gdzie zainstalowane są 3 obiegi wodne. Obieg 1 z przepływem 8030 m<sup>3</sup>/h; obejmuje klatkę wstępną, zespół klatek wykańczających i piec grzewczy; obieg 2 (8000 m<sup>3</sup>/h) obejmuje samotok doprowadzający, a obieg 3 (2200 m<sup>3</sup>/h) głównie wyposażenie elektryczne. Obiegi są połączone w taki sposób, że wejście wody dla obiegu 2 i 3 jest zasilane przez stronę czystej wody obiegu 1. Woda przemysłowa z obiegu 2 i 3 jest doprowadzana do urządzeń oczyszczających obiegu 1, a również woda zrzutowa obiegu 2 i 3 może być wyładowywana do obiegu 1.

Rysunek A.2-27 przedstawia inny przykład systemu gospodarki wodnej dla walcowni gorącej taśm szerokich. W tym przypadku zainstalowane są obiegi do chłodzenia pieca i silnika, do chłodzenia klatek walcowniczych, chłodzenia laminarnego taśm i do chłodzenia samotoku.





**Rysunek A.2-27: Stosowanie obiegów wodnych na walcowni gorącej [DFIU98].**

Zapobieganie powstawaniu ścieków przez stosowanie wody w obiegach lub w wielu operacjach jest dobrze znaną i szeroko rozpowszechnioną praktyką w hutnictwie. Walcownie gorące mają duże możliwości redukcji zużycia wody, jak też ilości zrzuconych ścieków z powodu dużego zapotrzebowania na wodę.

#### **A.2.1.16 Gospodarka odpadami i produktami ubocznymi na walcowniach gorących**

W operacjach walcowania na gorąco wytwarzane są, oprócz ścieków, różne rodzaje stałych i ciekłych produktów ubocznych i odpadów.

- Metalowe odpady i produkty uboczne.
- Zgorzelina/odpryski z oczyszczania płomieniowego.
- Pyły z oczyszczania płomieniowego i walcowania.
- Zgorzelina walcownicza (niezaolejona i zaolejona).
- Szlam z oczyszczania wody i szlam ze zgorzeliną walcowniczą.
- Szlam szlifierski (warsztat walców)
- Olej i smary stałe.

**Metalowe produkty uboczne/odpady**, takie jak złom, wyroby w złym gatunku, końce odpadowe, itd. pochodzące z walcowania na gorąco są zazwyczaj raczej czyste i łatwe do zawracania do procesów metalurgicznych (np. do konwertora LD).

**Zgorzelina** bezolejowa i zgorzelina zaolejona o niskiej zawartości oleju (< 1%) jest zawracana bezpośrednio do procesu metalurgicznego, zazwyczaj przez spiekalnię. Zaolejone szlamy żelazne z zawartością FeO do 80%, jak **zaolejona zgorzelina walcownicza** i **szlamy**

**szlifierskie**, uzyskane na instalacjach oczyszczania wody, muszą być kondycjonowane przed zawracaniem do wewnętrznego procesu.

Zgorzelina jest również sprzedawana do zewnętrznego wykorzystania (np. producentom cementu) lub jest dostarczana do zewnętrznej firmy do obróbki (zazwyczaj obróbka cieplna dla wypalenia oleju). Zakłady obróbki cieplnej mogą uzyskiwać produkt z zawartością żelaza około 60 – 70 %. Jeśli zawartość oleju w zgorzelinie walcowniczej wynosi około 4,5 %, to zakład obróbki cieplnej nie zużywa dodatkowej energii na usuwanie oleju ze zgorzliny.

**Pyły zawierające tlenki** z urządzeń oczyszczających powietrze, na przykład z filtrów workowych do usuwania tlenków z kłatek walcowniczych, mogą być bez ryzyka zawracane do produkcji stali (np. na spiekalnię).

**Oleje i smary stałe**, oddzielane i zbierane na różnych etapach, stanowią źródło energii i mogą być wykorzystane jako paliwa wtórne, na przykład przez wtryskiwanie do wielkiego pieca lub w procesie wytwarzania koksu. Odwadnianie mogłoby być warunkiem wstępnym. Alternatywnie, materiały te mogą być stosowane w piecach koksowniczych do zwiększania gęstości nasypowej węgla przed koksowaniem. [EUROFER HR], [Com2 HR]

**Emulsja przepracowana** z warsztatu walców lub od innych odbiorców może być rozdzielana na składniki: olej i wodę. Oddzielony olej może być wykorzystywany cieplnie lub zawracany do obiegu zewnętrznym. [Com2 HR]

## A.2.2 Walcownie zimne

### A.2.2.1 Przegląd procesu

Przy walcowaniu na zimno własności wyrobów taśmowych walcowanych na gorąco, np. grubość, cechy mechaniczne i technologiczne są zmieniane przez zgniatanie pomiędzy walcami bez uprzedniego ogrzewania wsadu. Wsad jest otrzymywany z walcowni gorących w postaci kręgów.

Operacje przeróbki i kolejność przeróbki na walcowni zimnej zależy od jakości przerabianej stali. **Przeróbka stali niskostopowych i stali stopowych (stali węglowych)** przebiega zazwyczaj w następującej kolejności: trawienie, walcowanie, wyżarzanie, walcowanie wygładzające i wykańczanie.

Przebieg procesu dla **stali wysokostopowej (stal nierdzewna)** wymaga operacji wyżarzania początkowego przed trawieniem z powodu twardości stali jakościowej i, ponadto, konieczne może być kilka dodatkowych operacji wyżarzania i/lub trawienia podczas walcowania.

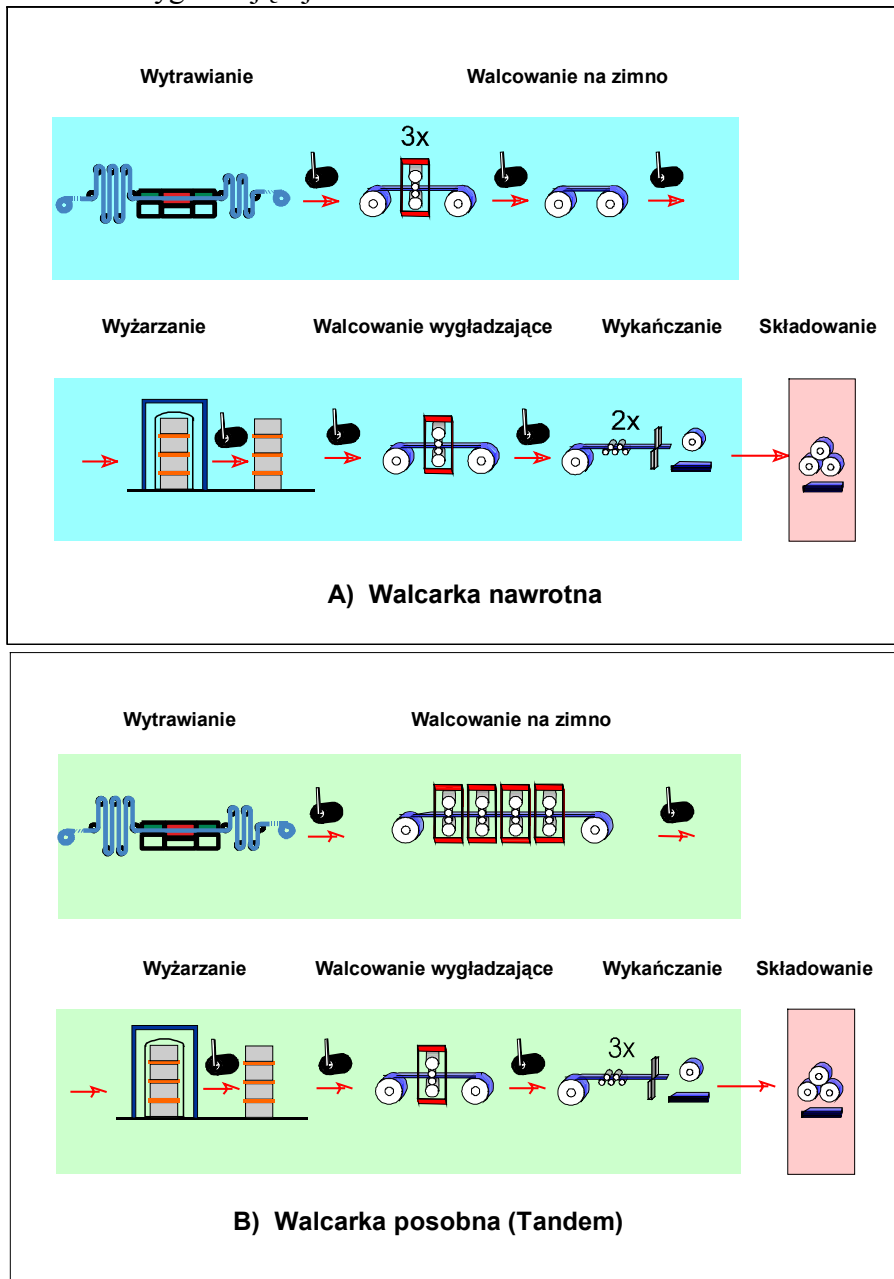
Wyrobami walcowanymi na zimno są głównie taśmy i blachy cienkie (typowa grubość 0,16-3mm) z wysokiej jakości wykończeniem powierzchni i dokładnymi własnościami metalurgicznymi do stosowania w wyrobach o wysokich wymaganiach.

### Walcownie zimne (Walcownie zimne taśm)

Typowe konfiguracje walcowni zimnych są pokazane na (rysunku A.2-28), walcownie zimne zazwyczaj obejmują:

- **Ciągłą linię wytrawiania**, gdzie warstwa tlenków utworzona podczas walcowania na gorąco jest usuwana przez trawienie kwasem siarkowym, kwasem solnym lub mieszaniną kwasu azotowego i kwasu fluorowodorowego. Do poprawy kształtu taśmy i mechanicznego zbijania warstwy tlenkowej może być stosowana prostownica rozciągająca lub zabudowany w linii przepust wygładzający.
- **Walcarkę zimną** składającą się najczęściej z 4-klatkowej lub 5-klatkowej walcarki posobnej czterowalcowej lub walcarki nawrotnej czterowalcowej. Walcowanie na zimno redukuje początkową grubość taśmy gorąco walcowanej typowo o 50 do 80 %.
- **Urządzenia wyżarzające** do przywracania ciągliwości taśmie stalowej, którą traci się w wyniku umocnienia podczas walcowania na zimno.
- **Walcarki wygładzające** do nadawania wyżarzonemu materiałowi wymaganych własności mechanicznych (zapobiega tworzeniu się linii Lüdersa podczas ciągnięcia). Materiał jest poddawany lekkiemu przepustowi wygładzającemu, najczęściej na walcarce wygładzającej kwarto. Gładkość walców roboczych walcarki jest przekazywana taśmie przez nacisk walców.
- **Kontrola i linie wykańczające**, tutaj kręgi o różnej długości mogą być zgrzewane ze sobą, w celu uzyskania wymaganego ciężaru, lub mogą być rozcinane na wymaganą szerokość. Również kręgi są cięte na arkusze o wymaganej długości i szerokości. Równocześnie mogą być wycinane i złomowane wadliwe części taśmy.
- **Linie pakowania kręgów lub arkuszy blach** stosownie do przeznaczenia i/lub środków transportu.

- **Warsztat walców**, gdzie przygotowywane są walce robocze i walce oporowe dla walcarki zimnej i walcarki wygładzającej.

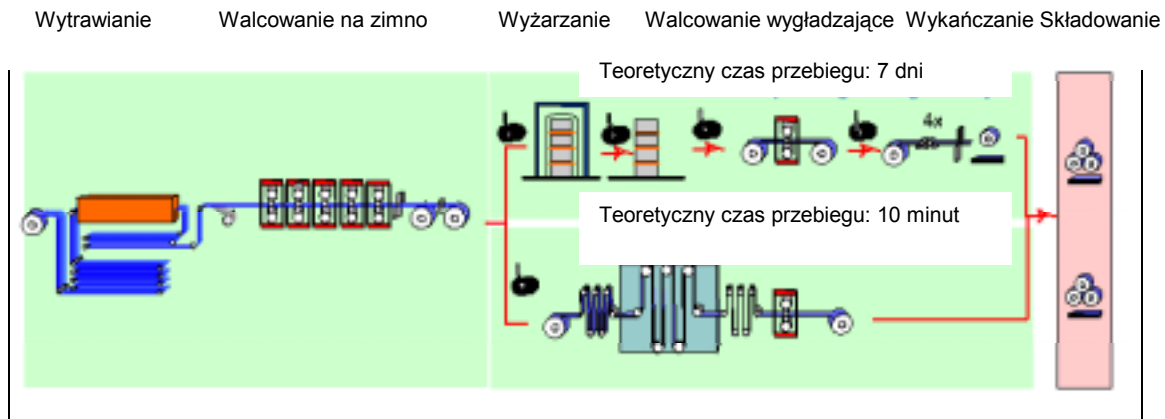


**Rysunek A.2-28: Typowe konfiguracje walcarek taśm zimno walcowanych [EUROFER CR]**

Konstrukcja walcarki do produkcji stalowych transformatorowych blach cienkich jest bardzo podobna do walcarki opisanej wyżej. Walcarka zawiera zazwyczaj nawrotną klatkę walcowniczą kwarto, która jest powiększana dla walcowania i dla alternatywnego walcowania wygładzającego (przepust zgrubny ze zgniotem do 7%). Dla wyższych zawartości Si zgrzewanie doczołowe przednich i tylnych końców kręgów dla uzyskania taśmy bez końca, musi być zastąpione przez „klamrowanie” końców kręgów.

Trendy techniczne i postępy w produkcji taśm zimno walcowanych, napędzane przez rosnące wymagania rynkowe i konkurencję ze strony alternatywnych materiałów, mają na celu zwiększenie wydajności i produkcji przez minimalizowanie czasu przetwarzania i zużycia materiałów i energii. Równocześnie zredukowane są wpływy urządzeń na środowisko.

Rysunek A.2-29 przedstawia przykład koncepcji zmodyfikowanej walcowni, która skraca czas procesu na wyżarzanie i następujące po nim operacje z 3-7 dni (2-3 dni, gdy stosowany jest wodór) do w przybliżeniu 10 minut. [EUROFER CR], [Com VDMA]



Rysunek A.2-29: Linia procesu walcowania na zimno z ciągłym wyżarzaniem [EUROFER CR]

### A.2.2.2 Wytrawianie walcowanej na gorąco stali niskostopowej i stopowej

Cała powierzchnia kręgów walcowanych na gorąco jest pokryta cienką warstwą zgorzeliney zawierającej tlenki, które muszą być usunięte przed walcowaniem na zimno. Realizuje się to przez wytrawianie kwasem solnym lub kwasem siarkowym w temperaturach najczęściej w zakresie od 75°C do 95°C.

Po trawieniu taśma lub blacha cienka musi być całkowicie spłukana wodą zdemineralizowaną (lub równoważną) a następnie osuszona. Natłuszczanie taśmy lub blachy wykonuje się olejem walcowniczym albo olejem antykorozyjnym. [EUROFER CR]

#### Linie wytrawiania

Wytrawianie może być realizowane w procesie nieprzelotowym (zazwyczaj dla prętów, walcówki lub rur), w procesie pół-ciągłym lub w procesie ciągłym i może się składać z kilku etapów stosujących różne kąpiele kwasowe. Poniższy opis procesu dotyczy linii ciągłego wytrawiania, w których stal jest wytrawiana w formie kręgów. Każdy z niżej opisanych etapów wytrawiania może być również realizowany jako nieprzelotowy proces indywidualny.

Typowa wytrawialnia może zawierać:

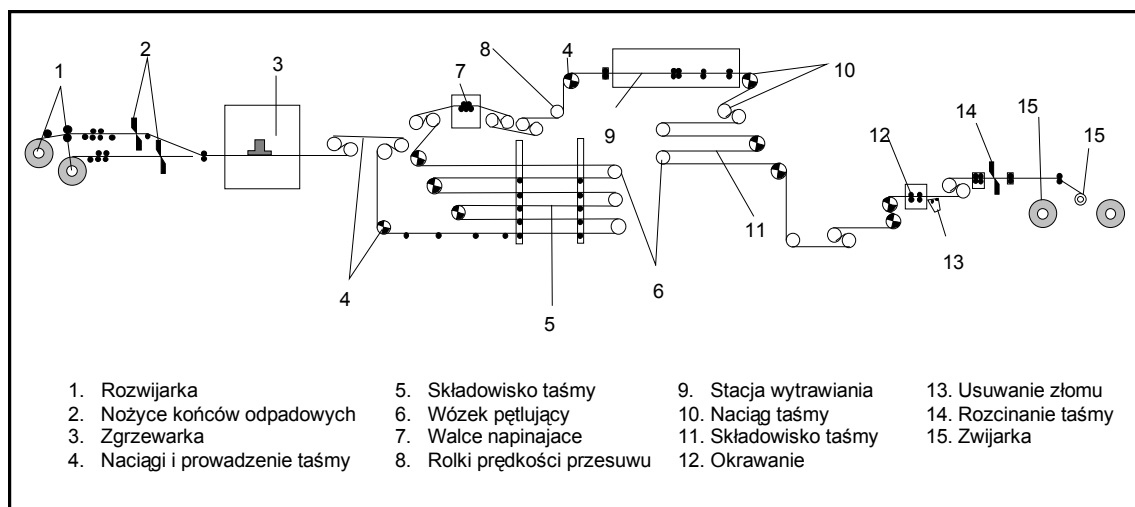
- Urządzenie chroniące kręgi przed uszkodzeniem, zainstalowane na rozwijarce, dla uniknięcia występowania linii płynięcia (linie Lüdersa) przy wchodzeniu kręgu gorąco walcowanego.
- Zgrzewanie końców kręgów gorąco walcowanych, dla uzyskania taśmy ciągłej, w celu zapewnienia stałych czasów wytrawiania.
- Wyposażenie prostujące przed wejściem taśmy gorąco walcowanej do wanien do wytrawiania. Prostowanie poprawia płaskość taśmy gorąco walcowanej i wydajność trawienia w wyniku usuwania zgorzeliney podczas prostowania.
- Strefę wytrawiania chemicznego; wyposażenie do wytrawiania w postaci głębokiej wanny lub płytkiej wanny (z turbulencją).
- Strefy płukania do usuwania resztek kwasu z powierzchni taśmy.

- Okrawanie taśmy dla uzyskania ciętych krawędzi i dokładnych szerokości.
- Kontrolę taśmy na tolerancje wymiarowe, wady powierzchniowe i pozostałości.
- Natłuszczanie taśmy (Uwaga: może to nie być wymagane w kombinowanej linii wytrawiania i walcowania).

Wytrawianie jest przeprowadzane w całkowicie zamkniętej instalacji lub w wannach wyposażonych w okapy. W obu przypadkach urządzenia pracują przy odsysaniu/usuwaniu wszelkich powstających oparów.

Nowoczesna wytrawialnia zawiera wanny do wytrawiania, wyposażone w pompy zewnętrzne. Zamiast prostego ciągłego przepuszczania taśmy stalowej przez kąpiel kwasową, kwas jest pompowany przez system obiegowy przez dysze zamontowane w samej kąpeli. Turbulencja wynikająca z tego wspomaga reakcje trawienia. [EUROFER CR]

Duże linie ciągłego wytrawiania mogą posiadać wydajność do 2,4 miliona t/r. Rysunek A.2-30 prezentuje kroki operacyjne w liniach ciągłego wytrawiania. [DFIU98]



**Rysunek A.2-30: Schemat linii ciągłego wytrawiania**  
[DFIU98]

### A.2.2.3 Wyżarzanie (I) i wytrawianie (I) stali wysokostopowej gorąco walcowanej

Kręgi nierdzewnej taśmy stalowej, produkowane przez walcowanie na gorąco, są znane jako kręgi „taśmy gorącej”. Z powodu obecności warstwy zgorzeliny tlenkowej i warstwy zubożonego chromu, tworzonych podczas walcowania na gorąco, stal nierdzewna również musi być poddawana usuwaniu zgorzeliny/wytrawianiu przed walcowaniem na zimno. Ponadto, większa twardość stali w porównaniu ze stalami węglowymi, wymusza potrzebę wyżarzania początkowego (I). Proces wyżarzania obejmuje trzy stopnie; podgrzewanie do temperatury wyżarzania, wygrzanie w tej temperaturze i ochłodzenie. Może być stosowany zarówno proces wyżarzania ciągłego (przelotowego) jak również proces wyżarzania partiami (nieprzelotowego). [EUROFER CR]

## Wyżarzanie

**Gatunki ferrytyczne** są najczęściej wyżarzane jako szczelnie nawinięte kręgi w **nieprzelotowym urządzeniu do obróbki cieplnej**. Takie instalacje mogą być stosowane do pełnych cykli nagrzewania, wyrównywania temperatury i ochładzania. Na trzonie pieca umieszcza się jeden lub więcej kręgów i przykrywa je, aby utworzyć zamkniętą komorę piecową. Grzanie może być uzyskiwane przez opalanie gazem lub ogrzewanie elektryczne. Z powodów metalurgicznych potrzebna jest atmosfera ochronna (azot/wodór). Stale ferrytyczne są najczęściej wyżarzane przy temperaturach stali do 800°C. [EUROFER CR]

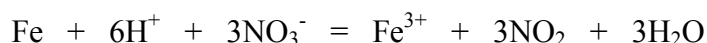
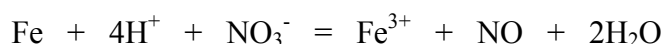
**Do ciągłego wyżarzania stali austenitycznych** kręgi stalowe są rozwijane i przechodzą przez jeden lub więcej pieców do obróbki cieplnej. Typowo piece te składają się z konstrukcji stalowej wyłożonej materiałami ogniotrwałymi (lub innymi materiałami izolacyjnymi) i są zazwyczaj bezpośrednio opalane paliwami gazowymi. Potrzebna jest atmosfera utleniająca do tworzenia zgorzeli, która jest bogata w tlen, aby umożliwić lepsze wytrawianie. Gazy odlotowe są wyciągane przez kanały spalinowe pod naturalnym lub wymuszonym ciągiem. Typowo konieczne są temperatury taśmy do 1100°C dla wyżarzania stali austenitycznych. Następnie taśma stalowa przechodzi przez sekcję chłodzenia i może być schładzana stosując strumienie gazu, powietrze, natryski wodne lub wodę hartowniczą. Ciągłe wyżarzanie jest najczęściej łączone z instalacją usuwania zgorzeli/wytrawiania, jak opisano wyżej, dla stworzenia linii ciągłego wyżarzania i wytrawiania. [EUROFER CR]

## Usuwanie zgorzeli i wytrawianie

Po wyżarzaniu ze stali jest usuwana zgorzelina dla uzyskania powierzchni stali nadającej się do walcowania na zimno. Mechaniczne zbijanie, takie jak śrutowanie lub łamanie zgorzeli, może być stosowane do usuwania trudnej do zbitcia zgorzeli przed wytrawieniem chemicznym. Jednakże przy takich mechanicznych procesach konieczna jest ich dokładna kontrola aby zminimalizować uszkodzanie powierzchni taśmy, które mogłoby wpływać na końcową jakość wyrobu.

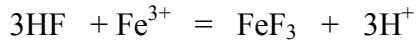
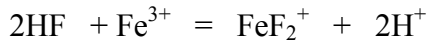
Końcowe usuwanie zgorzeli, łącznie z usuwaniem warstwy zubożonego chromu pod zgorzeliną, jest najczęściej realizowane przez wytrawianie w mieszaninie kwasu azotowego i kwasu fluorowodorowego w temperaturach do 70°C. Stężenia stosowanego kwasu zależą od obrabianego materiału, ale normalnie mieszczą się w zakresie 10 - 18 % kwasu azotowego i 1 - 5 % kwasu fluorowodorowego.

Reakcje chemiczne, które zachodzą podczas wytrawiania stali nierdzewnych, są skomplikowane i pociągają za sobą usuwanie przywarłej warstwy zgorzeli przez połączone działanie stosowanych kwasów. Dominującą reakcją chemiczną podczas wytrawiania jest rozpuszczanie metali przez kwas azotowy. Jako produkt uboczny tych reakcji tworzy się podtlenek azotu i dwutlenek azotu. Reakcje prezentowane poniżej dotyczą dominującego żelaza w formie metalowej, ale podobne reakcje zachodzą również dla pierwiastków stopowych obecnych w stali nierdzewnej, takich jak nikiel i chrom.



Generowany NO<sub>x</sub> jest częściowo rozpuszczalny w kwasie, ale zaraz po osiągnięciu granicy rozpuszczalności opary NO<sub>x</sub> przechodzą do fazy gazowej i są uwalniane z wanien do wytrawiania. Stopień tworzenia się NO<sub>x</sub> rośnie ze wzrostem temperatury.

Jony metalu tworzone w reakcjach rozpuszczania reagują następnie z kwasem fluorowodorowym prowadząc do tworzenia kompleksów metali.



Kombinacja tych dwóch zestawów reakcji daje w rezultacie zużycie obu tych kwasów, tj. kwasu azotowego i fluorowodorowego. Dla utrzymania optymalnych warunków do usuwania zgorzeliny regularnie dodawany jest kwas według potrzeb. Kompleksy fluorku żelazowego wytwarzane w reakcjach rozpuszczania, mają ograniczoną rozpuszczalność i jeśli pozwoli się na uzyskanie stężenia żelaza 5% (40 g/l), wówczas znacznie się wytrąca fluorku żelazowego. To wytrącanie powoduje tworzenie się dużej ilości twardego krystalicznego szlamu.

Linia wytrawiania jest zazwyczaj taka sama jak do wytrawiania stali stopowych. Wyjątek stanowi to, że na wyjściu z ostatniej wanny do wytrawiania taśma stalowa jest spłukiwana wodą dla usuwania resztek kwasu i suszona, ale nie jest konieczne natłuszczanie z powodu odporności stali na korozję. [EUROFER CR]

#### **A.2.2.4 Walcowanie na zimno trawionej taśmy gorąco walcowanej**

##### **A.2.2.4.1 Stal niskostopowa i stopowa**

Przy walcowaniu na zimno trawione pręty, blachy cienkie lub taśmy gorąco walcowane są przepuszczane przez zestaw walców na walcarkach nawrotnych lub na walcarkach ciągłych w linii. Stale niskowęglowe, które są mniej twarde, są najczęściej walcowane w wieloklatkowych walcarkach tandem (posobnych) z powodu większej wydajności tych walcarek. Składają się one z szeregu klatek czterowalcowych (kwarto) lub sześciowalcowych (seksto). Taśma wchodzi w pierwszą klatkę i podlega początkowej redukcji grubości, dalsze redukcje są osiągnięte w każdej kolejnej klatce aż do uzyskania końcowej grubości.

Dla stali niskowęglowej najczęściej konieczne jest użycie emulsji 0,5 do 4% (10 – 20 % do bezpośredniego nakładania) oleju w wodzie w celu:

- Smarowania.
- Chłodzenia taśmy, walców roboczych i oporowych.
- Usuwania cząsteczek Fe.

W procesie walcowania taśma szeroka jest odkształcana głównie w kierunku podłużnym, z nieistotnym odkształceniem poprzecznym. Redukcja grubości materiału jest osiągnięta przez wpływ nacisku walców i naciągów taśmy (do przodu i do tyłu). Proces kształtowania na zimno prowadzi do odpowiedniego umocnienia materiału. Może być stosowana dokładna kontrola (regulacja) przepływu masy (kontrola nacisku walców i/lub położenia), wspomagana przez laserową kontrolę prędkości taśmy i naciągu. Dodatkowe pętle automatycznej regulacji płaskości (zginanie walców, strefa chłodzenia, itd.) są stosowane dla uzyskania wymaganej płaskości taśmy. W ostatniej klatce walcarki tandem odbywa się teksturowanie gładkości/szorstkości powierzchni taśmy.

Dla utrzymania optymalnej czystości powierzchni taśmy ważne jest unikanie zanieczyszczenia emulsji walcarki posobnej przez olej hydrauliczny, przez olej Morgoila,



przez smar stały lub przez wodę chłodzenia (stosowaną do chłodzenia emulsji). Podejmowane środki ostrożności mogą obejmować:

- Ciągłe kontrolowanie (ciągły monitoring) poziomów oleju.
- Monitoring stężenia oleju.
- Regularną kontrolę sprzętu hydraulicznego i łożysk.
- Monitoring parametrów emulsji takich jak temperatura, wartość pH, liczba zmydlenia, liczba kwasowa, przewodność.
- Filtrowanie emulsji walcarki tandem (z zastosowaniem technik takich jak filtry magnetyczne, filtry papierowe, filtry precoat).

Celem oczyszczenia i osuszania z resztek mydła lub oleju taśma może być poddawana chemicznemu i/lub elektrochemicznemu odtłuszczeniu. W tym celu instalowane są strefy oczyszczania przed wejściem do dalszych instalacji przetwarzania, takich jak instalacje cynkowania ogniowego lub instalacje ciągłego wyżarzania. [EUROFER CR]

### **Konwencjonalne walcowanie nieciągłe**

Trawiona taśma gorąco walcowana jest podawana na walcarkę zimną krąg po kręgu. Odzwierciedla się to w zmienności grubości taśmy, odpowiednio do warunków geometrycznych linii na końcach taśmy podczas przewlekania i na wylocie końca kręgu.

W celu wyprodukowania „blachy cienkiej czystej w stanie walcowanym” na ostatnich klatkach walcarki tandem często może być stosowana emulsja o maksymalnym stężeniu 1%. Emulsja jest zazwyczaj nakładana na walce i taśmę dyszami natryskowymi. W systemach bezpośredniego nakładania stosowane są wyższe stężenia.

Nieciągłe walcowanie charakteryzuje się wysokim stopniem elastyczności umożliwiającym reagowanie na zmienność w palecie wyrobów. Technika ta jest wskazana dla pewnych gatunków stali. [EUROFER CR]

### **Walcowanie ciągłe**

Aby osiągnąć najwięzsze możliwe tolerancje grubości, maksymalną wydajność i optymalną produktywność, instalacja do wytrawiania z turbulencją w płytkiej wannie może być sprzężona z walcarką tandem, która jest powiększona o jedną klatkę. Zazwyczaj akumulator i zgrzewarka, zainstalowane przed walcarką tandem, również zwiększają wydajność. Stosowanie zgrzewarki i akumulatora pozwala na łączenie taśm i podawanie ich do walcarki w sposób ciągły.

W walcierce tandem wejściowa, trawiona taśma gorąco walcowana jest redukowana na wymaganą grubość końcową w pojedynczym przepuszczeniu przez linię. Dzięki zainstalowaniu kilku oddzielnych systemów emulsji w ostatniej klatce może być nakładana specjalna emulsja dla poprawienia efektu czyszczenia. W tym celu może być stosowany albo środek piorący (detergent) albo rzadka emulsja (zawartość oleju 1%).

Walcowanie ciągłe może umożliwić dobrą kontrolę grubości taśmy dla końców kręgów oraz kontrolę jakości powierzchni. Może to mieć korzystny wpływ na uzysk materiału. Ponadto umożliwia to optymalizację zużycia oleju. [EUROFER CR]

#### A.2.2.4.2 Stal wysokostopowa

Po początkowym wyżarzaniu i wytrawianiu stal jest najczęściej walcowana na wymagany wymiar na walcarkach nawrotnych wielowalcowych w szeregu przepustów aż do osiągnięcia wymaganych wymiarów lub do momentu, gdy umocnienie materiału nie wymaga wyżarzania.

W procesie redukcji na zimno wytwarza się ciepło, którego część jest przekazywana do oleju walcowniczego, który jest natryskiwany na stal i na walce dla chłodzenia oraz smarowania. Ciepło to jest następnie rozpraszane przez wymienniki ciepła do systemów chłodzenia wodą.

W charakterze oleju walcowniczego są powszechnie stosowane oleje mineralne, przy czym konieczna jest dokładna kontrola czystości oleju dla optymalnych osiągnięć. Może to być uzyskiwane stosując obiegi filtrowania oleju, które zawierają filtry z wkładami materiałów filtrujących lub systemy filtrów wstępnie powlekanych proszkiem (pre-coat). Chociaż przeważa stosowanie olejów mineralnych, to mogą być stosowane systemy chłodzenia emulsją, podobne do systemów stosowanych dla stali węglowych. W takich przypadkach muszą być podejmowane dodatkowe środki ostrożności do kontrolowania czystości oleju, aby uniknąć plamienia taśmy.

Walcarka jest wyposażona w okapy zbiorcze pracujące w sposób ciągły, które odsysają generowaną mgłę olejową. [EUROFER CR]

#### A.2.2.5 Wyżarzanie stali niskostopowej i stali stopowej

Podstawowe etapy procesu wyżarzania obejmują:

- Nagrzewanie do temperatury wyżarzania (powyżej 650 °C).
- Wygrzewanie w temperaturze wyżarzania.
- Chłodzenie.

Ten proces wyżarzania może być wykonywany w piecach nieprzelotowych lub w piecach ciągłych. Cykl wyżarzania ma istotny wpływ na właściwości mechaniczne, a w konsekwencji na odkształcalność taśmy stalowej. Głównym parametrem kontrolowania cyklu wyżarzania jest profil temperatury. Zmienia się on zależnie od tego, czy wyżarzanie jest wykonywane w piecu ciągłym (przelotowym), czy w piecu nieprzelotowym i zależnie od wymaganej wytrzymałości lub twardości wyrobu. Cykl wyżarzania zależy od szeregu parametrów, łącznie z rzeczywistym składem chemicznym materiału, od redukcji realizowanej podczas walcowania na zimno, od wymaganych właściwości mechanicznych i wymaganej czystości powierzchni, od rodzaju gazu ochronnego, itd.

Wyżarzanie ciągłe i wyżarzanie partiami (nieprzelotowe) są uważane za procesy dopełniające się i nie są w pełni wzajemnie zamienne. Zagadnienia związane z produkcją są istotne dla wyboru techniki wyżarzania.

### A.2.2.5.1 Wyżarzanie partiami

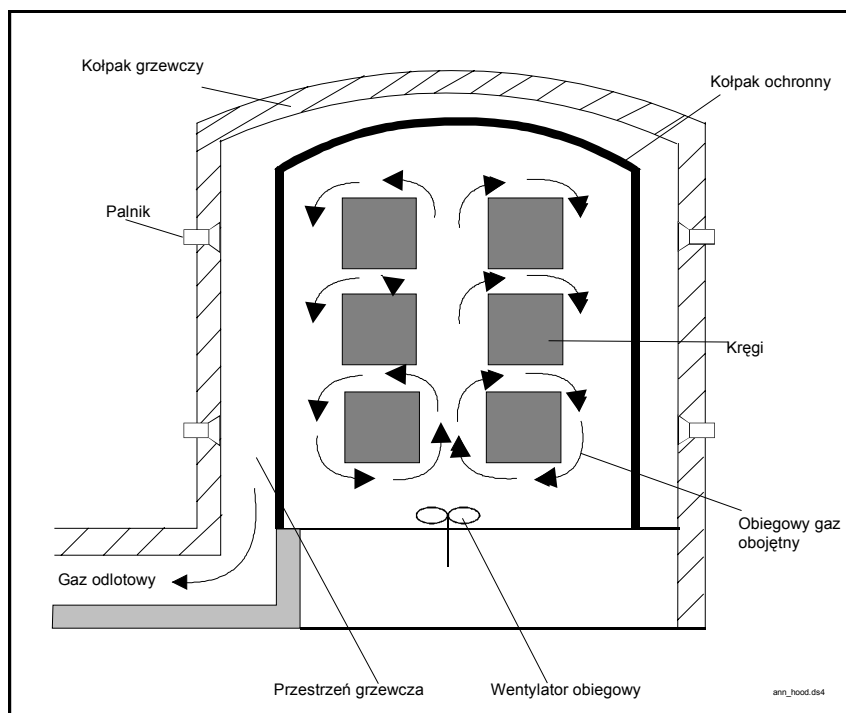
#### Odtłuszczenie/oczyszczanie za pomocą alkaliów

Przed procesem wyżarzania taśma może być oczyszczana (odtłuszczana) dla uzyskania czystej powierzchni. Oczyszczanie służy do usuwania pozostałości oleju z powierzchni stali. Proces jest podobny do procesu stosowanego do wytrawiania kwasem, z wyjątkiem chemikaliów, które są stosowane. Najczęściej stosowanymi środkami czyszczącymi są fosforany, krzemiany alkaliczne, soda kaustyczna i soda amoniakalna. W niektórych przypadkach stosowane jest również oczyszczanie elektrolityczne i szczotki do usuwania miazgi żelaznej z powierzchni taśmy.

Blacha cienka stalowa jest rozwijana z kręgu i przepuszczana przez wanny oczyszczające, w których środek czyszczący może być mieszany dla poprawienia efektu czyszczenia. Następnie blacha jest spłukiwana wodą i z powrotem zwijana. Roztwór odtłuszczający może być regenerowany i zwracany do obiegu.

#### Wyżarzanie

Taśma zimno walcowana w kręgach jest układana w stosach w piecu kołpakowym do wyżarzania (patrz rysunek A.2-31). Komora spalania (przestrzeń pomiędzy ogrzewaniem i kołpakiem ochronnym) jest ogrzewana przez palniki olejowe lub gazowe. Ciepło przechodzi przez kołpak ochronny do miejsca, gdzie kręgi stalowe są ułożone w stosach. Wentylator obiegowy zapewnia równomierny rozkład temperatury w maksymalnie możliwym stopniu. Atmosferę w konwencjonalnych instalacjach stanowi zazwyczaj gaz HNX (mieszanka azotowódór z zawartością wodoru bliską granicy zapalności). Atmosferą może być również 100 %  $H_2$  jak w częściach cyklu roboczego pieców o wysokiej konwekcji.



**Rysunek A.2-31: Schemat pieca kołpakowego do wyżarzania [DFIU98]**

Ciepło przechodzi do kręgów przez ich zewnętrzne krawędzie, tak że zwoje zewnętrzne mają zawsze wyższą temperaturę niż zwoje wewnętrzne, zwłaszcza podczas rozgrzewania. Obróbka cieplna powoduje częściowe wypalenie pozostałości organicznych emulsji;

częściowo ma miejsce proces destylacji. Produktami odbywających się reakcji są CO/CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, FeOx i CH<sub>4</sub>. Taśma jest nagrzewana do temperatury rekrystalizacji i wyżarzana w około 700 °C, co daje w rezultacie kompletną rekrystalizację stali zimno walcowanej. W celu chłodzenia kręgów podnoszony jest kołpak grzewczy. Chłodzenie może być zintensyfikowane przez natryskiwanie wody na kołpak ochronny; przez nakrycie go dzwonem chłodzącym i dmuchaniem powietrza na niego lub przez stosowanie systemu obejściowego chłodzenia, który chłodzi atmosferę ochronną znajdującą się pod kołpakiem ochronnym. Czas potrzebny na wyżarzanie zależy od temperatury wyżarzania i ciężaru wsadu i może wynosić od 2 do 7 dni.

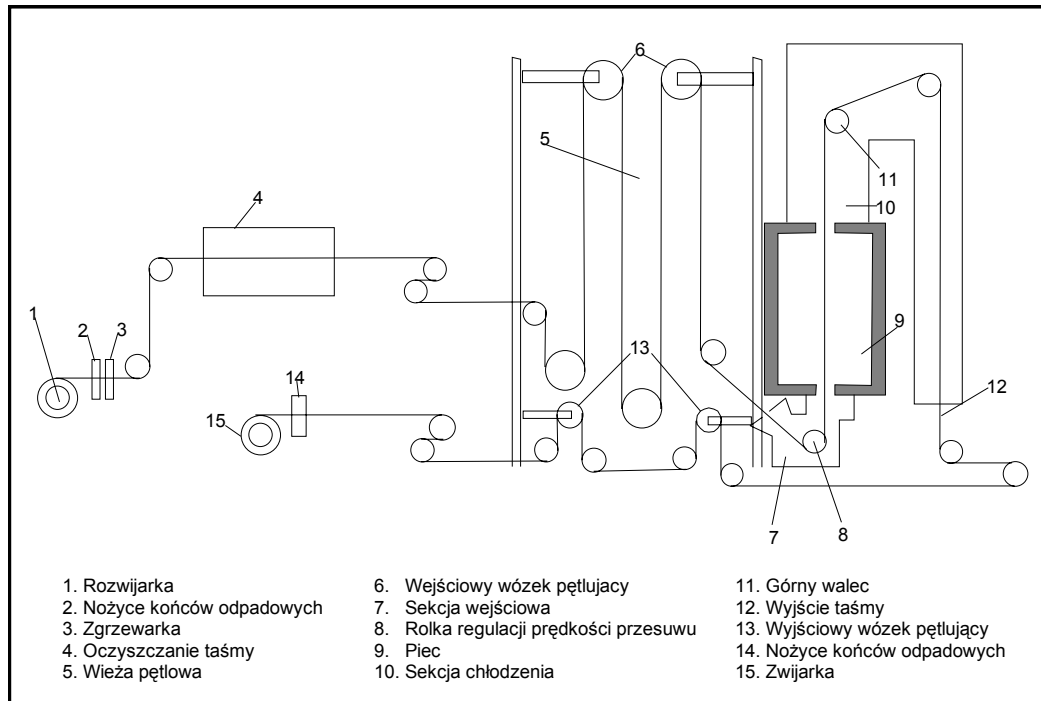
Wyżarzanie w piecu tego typu jest bardzo powolne, a szybkość chłodzenia nie jest odpowiednia dla pewnych gatunków stali. Dlatego opracowano i wdrożono proces wyżarzania w 100% atmosferze wodoru, który skraca czasy wyżarzania i przyspiesza chłodzenie.

#### **A.2.2.5.2 Wyżarzanie ciągle (przelotowe)**

Dla wyżarzania ciągłego końce kręgów są zgrzewane ze sobą po stronie wejściowej instalacji i poddawane następującym operacjom technologicznym:

- Alkaliczne/elektrolityczne oczyszczanie taśm.
- Nagrzewanie do wymaganej temperatury wyżarzania i wygrzewanie w tej temperaturze.
- Chłodzenie (powolne chłodzenie strumieniem, wysokowydajne chłodzenie strumieniem gazu (z zastosowaniem szybkości schładzania do 150°C/s, schładzania gorącą wodą (HOWAQ), chłodzenia walców, chłodzenia końcowego, chłodzenia strumieniem mgły).

Wyżarzanie ciągle jest wykonywane poprzez przepuszczanie taśmy stalowej przez piec grzewczy wielostrefowy z komorą grzewczą, komorą wyżarzającą, strefą chłodzenia, strefą odpuszczania i drugą strefą chłodzenia. Stal jest nagrzewana do temperatury w zakresie od 650°C do 830°C, a następnie chłodzona strumieniami gazu, natryskami dwuskładnikowymi gaz-woda, walcami kontaktowymi lub wodą chłodzącą, zależnie od wymaganych własności metalurgicznych. Piece te są zazwyczaj opalane gazem (bezpośrednio lub pośrednio) lub ogrzewane elektrycznie. Stal może być chroniona przez atmosferę gazu obojętnego lub atmosferę gazu redukującego w częściach pieca. Podstawowe kroki operacyjne dla wyżarzania ciągłego pokazano na rysunku A.2-32.



**Rysunek A.2-32: Przykład przelotowego pieca do wyżarzania ciągłego [DFIU98]**

Ciągłe wyżarzanie skraca czas procesu wyżarzania (około 10 minut), eliminuje składowanie pośrednie, daje jednolite własności mechaniczne i lepszą czystość powierzchni. Ciągłe wyżarzanie jest odpowiedniejsze do produkcji stali o wyższej wytrzymałości. Konfiguracja pieca ułatwia odzysk energii z gazu odlotowego.

### A.2.2.6 Wyżarzanie (II) i wytrawianie (II) stali wysokostopowej

#### Odtłuszczenie

Przed procesem wyżarzania końcowego może być potrzebne odtłuszczenie taśmy dla usunięcia wszelkich zanieczyszczeń z powierzchni stali. Może to być osiągnięte przy zastosowaniu systemów oczyszczania na bazie alkaliów, które mogą być wbudowane w sekcję wejściową linii ciągłego wyżarzania.

Krąg stalowy jest rozwijany i taśma jest przepuszczana przez szereg wanien zawierających roztwory czyszczące. Dla zintensyfikowania oczyszczania roztwór jest zazwyczaj mieszany. Po oczyszczeniu taśma jest splukiwana wodą. Dla końcowego stopnia płukania może być stosowana woda zdeminalizowana. [EUROFER CR]

#### Wyżarzanie

Przebieg procesu dla wyżarzania końcowego i wytrawiania jest dyktowany przez wymagane wykończenie powierzchni. Przykładami tego są, według Normy Europejskiej (EN), standardowe wykończenie „2R”, które wymaga wyżarzania jasnego i wykończenie powierzchni „2B”, które wymaga wyżarzania i wytrawiania.

Wyżarzanie jasne (bez nalotu) jest najczęściej przeprowadzane w piecu ogrzewanym elektrycznie lub opalonym gazem z obojętną atmosferą ochronną azotu i/lub wodoru. Mogą być stosowane oba rodzaje tj. wyżarzanie partiami i wyżarzanie ciągłe. Odtłuszczenie powierzchni stali jest potrzebne do zapobiegania odbarwieniu powierzchni.

Materiał z wykończeniem powierzchni „2B” jest najczęściej obrabiany na liniach ciągłego wyżarzania i wytrawiania. Budowa pieca i działanie są zazwyczaj podobne do opisanego wyżej pieca do wyżarzania materiału gorącej taśmy. Taśma jest rozwijana i przepuszczana przez jeden lub więcej pieców, które są zazwyczaj opalane gazem. Wyżarzanie odbywa się w atmosferze bogatej w tlen. Jest to konieczne do zapewnienia, że zgorzelina generowana w piecu ma skład taki, że jest ona łatwo usuwalna przez procesy wytrawiania chemicznego, realizowane za piecem.

### **Wytrawianie**

W przeciwieństwie do opisanego wyżej usuwania zgorzeliny z materiału gorącej taśmy, techniki mechanicznego zbijania zgorzeliny nie mogą być stosowane jako pomoc w usuwaniu tej zgorzeliny z powodu uszkodzania powierzchni, które wynikałoby dla końcowej taśmy zimno walcowanej. Dlatego stosowane jest tylko wytrawianie chemiczne. Jest ono realizowane w taki sam sposób, jak opisano wyżej dla wytrawiania taśmy gorącej.

Zgorzelina stali wysokostopowej, z powodu obecności tlenków pierwiastków stopowych, nie zawsze może być usuwana w pojedynczym kroku eliminowania zgorzeliny przy użyciu kwasu. Może być potrzebna dodatkowa obróbka lub procesy obróbki wstępnej. Procesy te mogą obejmować usuwanie zgorzeliny przez początkowy krok elektrolitycznego pozbywania się zgorzeliny (stosując np. siarczan sodowy), zainstalowany przed sekcją kwasu mieszanego. Najczęściej urządzenia te działają stosując jako elektrolit sole obojętne lub kwasy. Proces elektrolityczny należy traktować jako system wytrawiania wstępnego, ponieważ za pomocą samej tej sekcji nie można osiągnąć zadowalającego usuwania zgorzeliny. Jednakże długość potrzebnej sekcji mieszanego kwasu (i w związku z tym zużycie kwasu i wpływy na środowisko) jest znacznie zredukowana. Ponadto połączenie procesu elektrolitycznego z kwasem mieszanym może dawać lepsze wykończenie powierzchni. [EUROFER CR], [Com2 CR]

## **A.2.2.7 Wygładzanie taśmy walcowanej na zimno**

### **A.2.2.7.1 Stal niskostopowa i stopowa**

Po wyżarzeniu wykończenie powierzchni i własności mechaniczne stali są modyfikowane zgodnie z wymaganiami klienta. Jest to realizowane przez walcowanie wygładzające (wykańczające), które polega na poddawaniu taśmy lekkiemu przepustowi walcowniczem z redukcją grubości pomiędzy 0,3 i 2%. Przed tym przepustem temperatura taśmy musi być niższa od 50°C.

Walcowanie wygładzające jest przeprowadzane w walcierce wygładzającej (wykańczającej), która typowo składa się z jednej lub dwóch klatek czterowalcowych, aczkolwiek możliwe są również klatki dwuwalcowe lub sześciowalcowe. Do produkcji blachy ocynkowanej stosowane są powszechnie dwie klatki czterowalcowe. Walce dla tych klatek posiadają nadzwyczaj dokładne wykończenie powierzchni, aby kontrolować finalną szorstkość taśmy zgodnie z końcowym zastosowaniem gotowego wyrobu. Wygładzanie poprawia również płaskość taśmy.

Aby uniknąć resztek z procesu walcowania, pozostających na taśmie, mogą być podczas wykańczania stosowane środki do czyszczenia taśmy (mokry środek do walcowania wykańczającego). Walce mogą być również szcietkowane za pomocą mechanicznego sprzętu polerującego i skojarzonego z nim systemu odsysania. [EUROFER CR]

### A.2.2.7.2 Stal wysokostopowa

Podobnie do przebiegu procesu dla stali węglowej walcowanie wykańczające lub walcowanie wygładzające jest realizowane, aby uzyskać wymagane wykończenie powierzchni stali (taśmy). Ten proces walcowania na zimno, charakteryzujący się minimalną redukcją grubości (do 2 %), jest najczęściej przeprowadzany na sucho bez stosowania oleju do chłodzenia. Walcarka wygładzająca posiada zazwyczaj pojedynczą klatkę dwu- lub czterowalcową z dokładnie oszlifowanymi walcami.

### A.2.2.8 Wykańczanie

Wykańczanie obejmuje podłużne rozcinanie taśm w kręgach na taśmy o różnej szerokości i poprzeczne cięcie taśmy na arkusze. Wykonywane są również dodatkowe operacje takie jak prostowanie, pobieranie próbek, natłuszczanie i znakowanie. Zwykle stosowane techniki są podobne dla stali niskostopowych i stali wysokostopowych, jednakże dla stali nierdzewnych natłuszczanie olejem nie jest potrzebne.

Proces wykańczania obejmuje następujące operacje:

- Kontrola wymiarów (szerokość, grubość i długość).
- Kontrola wad powierzchniowych i ich usuwanie.
- Pobieranie próbek dla określenia własności mechanicznych i technologicznych, struktury szorstkości taśmy i zawartości resztek cząsteczek z zużycia walców i węgla na powierzchni taśmy (opróbowanie statystyczne).
- Okrawanie kręgów (taśm) na dokładną szerokość.
- Prostowanie taśm na optymalną płaskość.
- Natłuszczanie taśm za pomocą olejowych natłuszczarek elektrostatycznych lub natłuszczarek olejowych wyposażonych w natryski lub natłuszczarek olejowych walców (oleje antykorozyjne lub smary wstępne).
- Znakowanie wyrobów gotowych numerem kręgu, datą produkcji, itd.
- Zgrzewanie końców różnych mniejszych kręgów na większe kręgi.

Na wykańczalniach ciężkie kręgi stosowane do maksymalizowania wydajności są cięte na kręgi o ciężarach zamawianych przez klientów. Wadliwe części kręgów są eliminowane i, w razie potrzeby, materiał jest poddawany dodatkowej obróbce dla usuwania wad. Może to obejmować dodatkowe wyżarzanie, walcowanie wygładzające lub prostowanie. [EUROFER CR]

#### Szlifowanie taśmy

Szlifowanie powierzchni stali może być stosowane do wytwarzania powierzchni z jednolitą jakością jak również do naprawiania wad. Taśma jest zazwyczaj rozwijana na wyznaczonych liniach technologicznych, natryskiwana olejem i szlifowana taśmami o różnych szorstkościach powierzchni. Dla tego procesu powszechnie stosowany jest olej mineralny i instalowane są obiegi filtracyjne służące do usuwania składników stałych (opilek) ze ścieku po-szlifierskiego, generowanego podczas szlifowania. [EUROFER CR]

**Pakowanie**

Materiał, teraz w swojej finalnej postaci, jest zazwyczaj pakowany na gotowo do wysyłki do klienta. Pakowanie jest tak zaprojektowane, żeby żadne uszkodzenie nie następowało ani podczas składowania ani podczas transportu do klienta. Muszą być również podjęte środki nadzoru, aby zapobiec uszkodzeniu mechanicznemu i klimatycznemu. Ponadto sprzęt do podnoszenia i transportu w zakładzie produkcyjnym powinien być tak zaprojektowany i obsługiwany, aby zminimalizować uszkodzenia stali. Po wykańczeniu odbywa się pakowanie indywidualnych pozycji zamówionych przez klienta. Stosowane materiały pakunkowe obejmują: taśmy stalowe, papier, plastik, drewno, pakowanie morskie, pakowanie specjalne. [EUROFER CR]

**A.2.2.9 Warsztat walców**

Operacje najczęściej obejmują demontaż poduszek walców, szlifowanie walców, teksturowanie walców roboczych i ponowny montaż walców.

Aby spełnić wymagane tolerancje taśm i wymaganą jakość powierzchni, walce muszą być regularnie przeszlifowywane. Podczas operacji szlifowania walce są zazwyczaj chłodzone i smarowane cieczą chłodząco-smarującą (emulsją) do szlifowania. Przepracowana emulsja może być zawracana i filtrowana, ale okresowo konieczna jest częściowa wymiana. Ponadto powstają przepracowany olej i szlam szlifierski, które wymagają usuwania.

Podstawowe systemy teksturowania walców obejmują:

- Teksturowanie przez Śrutowanie (SBT /Shot Blast Texturing/): walce robocze są teksturowane mechanicznie stosując śrutowanie.
- Teksturowanie przez Wyładowanie Elektronowe (EDT /Electron Discharge Texturing/): walce robocze są teksturowane przez generowanie iskry w kąpielii olejowej.
- Teksturowanie Wiązką Elektronową (EBT /Electron Beam Texturing/): w tym systemie walec jest umieszczany w komorze próżniowej a tekstura jest nakładana za pomocą działka elektronowego.
- Teksturowanie Laserowe (Laser Texturing): walec jest teksturowany na z góry zadaną szorstkość za pomocą działka laserowego.
- Teksturowanie Premium (Pretext): Walec jest teksturowany przez zgrubne chromowanie elektrolityczne. Proces chromowania elektrolitycznego jest całkowicie zamknięty i wyposażony w system odsysania oparów stosując płuczkę wodną. Cały proces pracuje bez usuwania odcieku z powodu strat na odparowywanie [EUROFER CR].

**A.2.2.10 Gospodarka wodna i kąpielami technologicznymi na walcowniach zimnych**

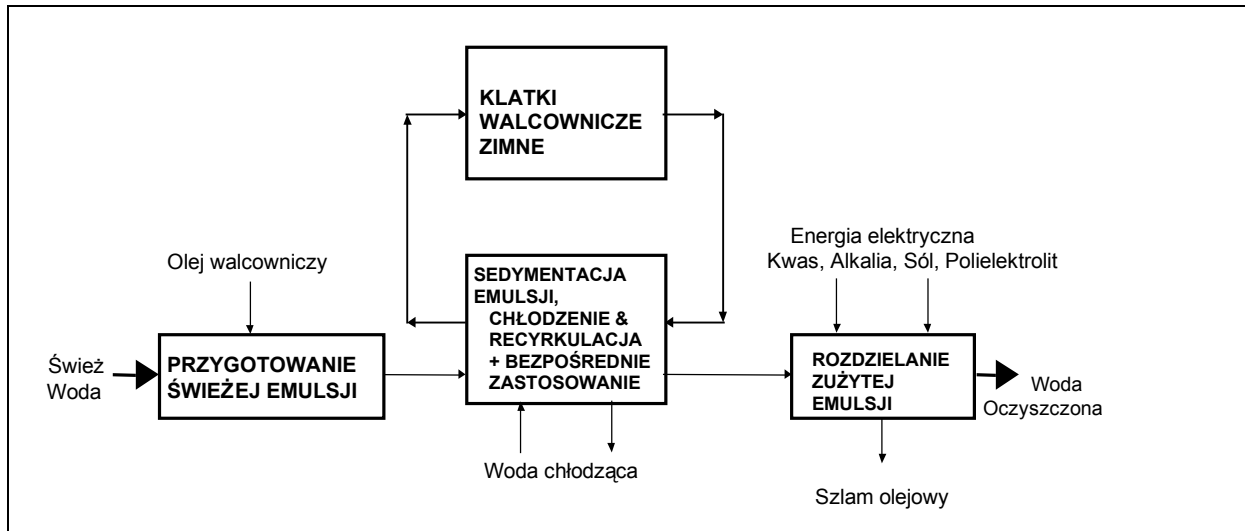
Woda jest stosowana w walcowniach zimnych do oczyszczania powierzchni materiału walcowanego, do sporządzania kąpeli trawiących i odtłuszczających, do płukania i do chłodzenia. Wytrawianie i procesy związane (płukanie, operacje oczyszczania gazu, regenerowanie kwasu) powodują powstawanie ścieków kwaśnych. W przypadku, gdy odtłuszczanie jest częścią procesu technologicznego powstają również ścieki alkaliczne.

Do chłodzenia i smarowania w sekcjach walcowniczych stosowane są emulsje woda/olej, które powodują powstawanie ścieków obciążonych olejem i zawiesiną stałą. Najczęściej emulsja i roztwory odtłuszczające są zawracane do procesu w obiegach zamkniętych. Woda stosowana do chłodzenia pośredniego pracuje również w obiegach zamkniętych. (Klasyfikacje i definicje obiegów wodnych są analogiczne do klasyfikacji i definicji stosowanych w walcowaniu na gorąco, odsyła się do punktu A.2.1.15)



### A.2.2.10.1 System emulsji

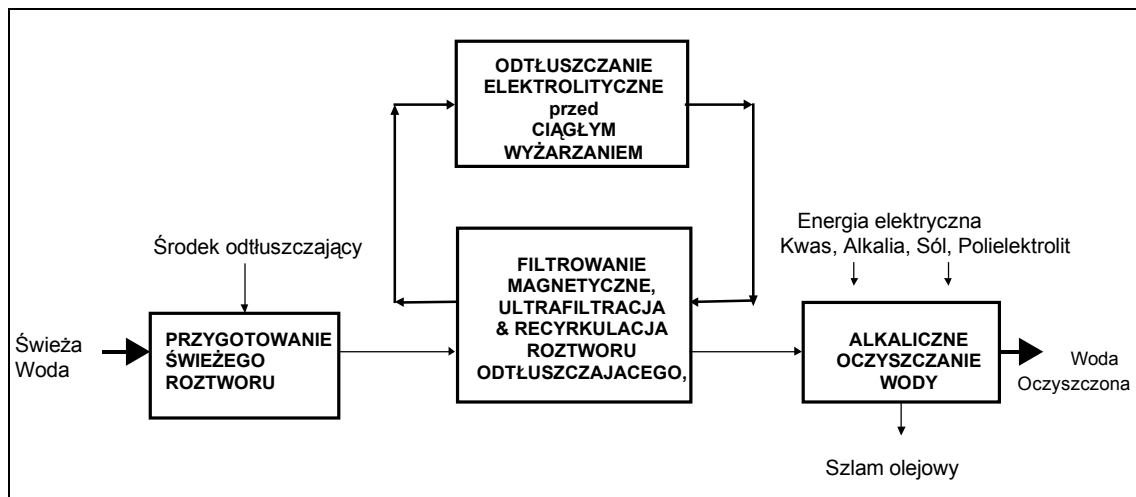
W walcowniach zimnych są zazwyczaj instalowane obiegi emulsyjne, jak przedstawiono na rysunku A.2-33. Dla utrzymania tych obiegów w działaniu ciecze obiegowe muszą być oczyszczane i kondycjonowane przez sedymentację i chłodzenie. Środki do utrzymania jakości emulsji i dla przedłużenia żywotności są opisane w rozdziale 4.



Rysunek A.2-33: Ogólny przepływ emulsji [EUROFER CR]

### A.2.2.10.2 System roztworu odtłuszczającego

W systemach roztworów odtłuszczających (patrz rysunek A.2-34) zawracanie roztworu do obiegu jest umożliwiające przez usuwanie oleju i innego zanieczyszczenia, np. przez filtrowanie magnetyczne lub ultrafiltrację. Środki oczyszczające są opisane w rozdziale 4.



Rysunek A.2-34: Przepływ roztworu odtłuszczającego (linia ciągłego wyżarzania) [EUROFER CR]

### A.2.2.10.3 Systemy wody chłodzącej

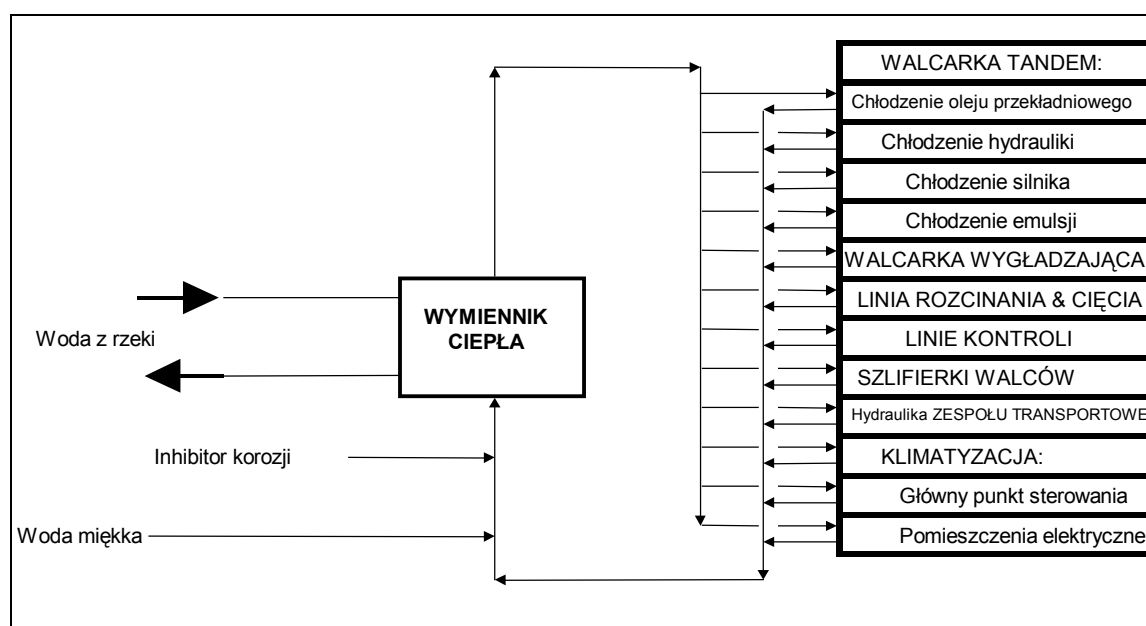
W walcowniach zimnych woda chłodząca jest potrzebna do rozpraszania nadmiaru ciepła z procesu walcowania (energia walcowania) i z pieców do wyżarzania (energia ogrzewania). Energia walcowania jest przekazywana głównie przez emulsję i/lub chłodnicę emulsji i częściowo przez smar i chłodnicę hydrauliczną do wody systemu chłodzenia. Głównymi odbiorcami wody chłodzącej są:

- Chłodzenie emulsji dla linii tandem.
- Klatka walcarki wygładzającej zainstalowana za instalacją wyżarzania partiami.
- Instalacja ciągłego wyżarzania z klatką walcarki wygładzającej.
- Chłodzenie transformatorów i silników.
- Urządzenia smarowania olejowego.

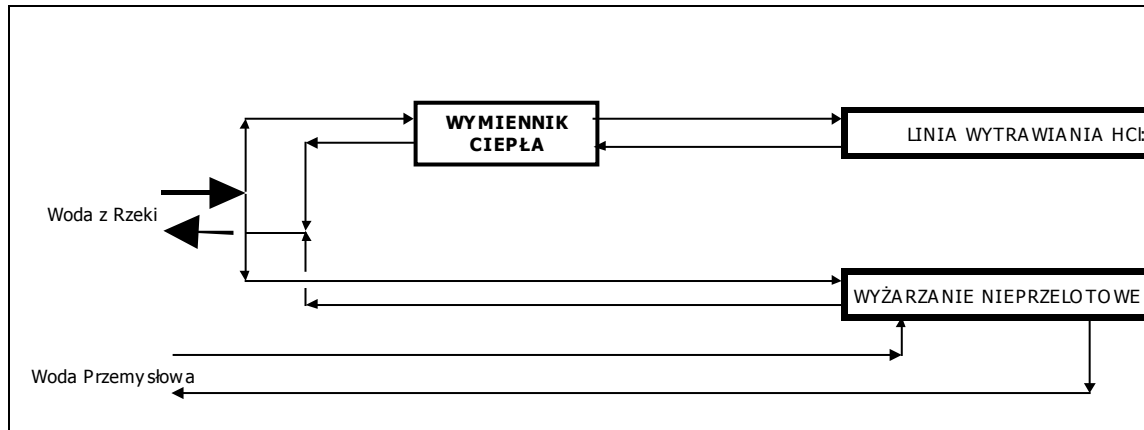
Obciążona cieplnie woda chłodząca jest ponownie schładzana wodą przemysłową w płytowych wymiennikach ciepła, jeśli do dyspozycji są odpowiednie zasilania wodne lub przez odparowywanie w chłodniach kominowych. Ponowne schładzanie w wymiennikach ciepła ma tę zaletę, że znaczne ilości chemikaliów do wody chłodzącej (takie jak inhibitory korozji, stabilizatory twardości, dyspergatory i biocydy) mogą być zaoszczędzone i tym samym nie są zrzucane do systemu kanalizacji ściekowej. Obiegi wody chłodzącej są traktowane inhibitorami korozji, ale przy tych obiegach zamkniętych nie jest konieczne zrzucanie częściowego przepływu z wysoką zawartością soli. W przeciwieństwie do tego w obiegach z chłodnią kominową potrzebne jest regularne zrzucanie częściowych przepływów do systemu kanalizacji ściekowej, aby przeciwdziałać koncentracji soli wynikającej z odparowywania. Ponadto unika się tworzenia pary wodnej (śnieg przemysłowy), towarzyszącej chłodniom kominowym, co niekiedy jest problemem w pewnych rejonach Europy.

W zasadzie oba te rozwiązania tj. stosowanie ponownego schładzania i wyparkowych chłodni kominowych stanowią systemy zdolne do przeżycia a wybór systemu do zastosowania będzie zależał od położenia i innych zagadnień specyficznych dla danego miejsca. W niektórych krajach są nakładane podatki na pobieranie i zrzucanie wody, co może wpływać na wybór stosowanego systemu. [Com2 CR]

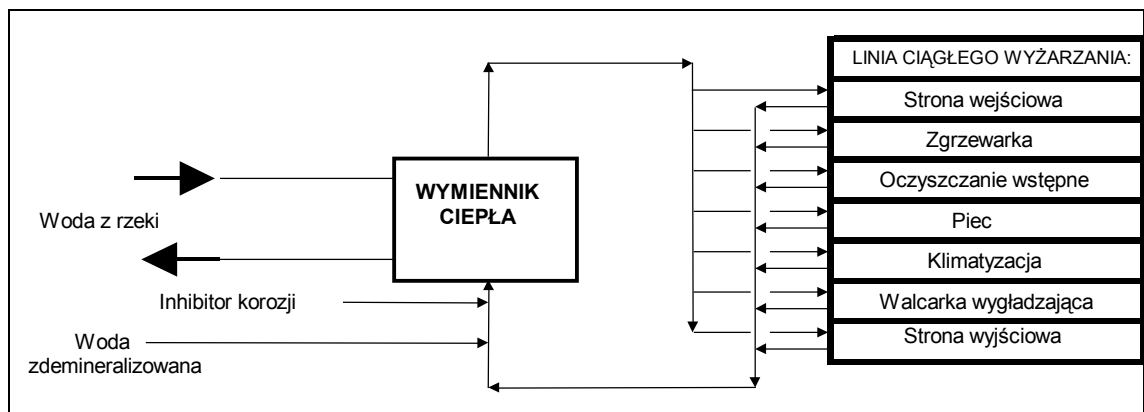
Rysunek A.2-35, rysunek A.2-36 i rysunek A.2-37 pokazują przykłady obiegów wody chłodzącej.



**Rysunek A.2-35: System wody chłodzącej dla walcarki zimnej**  
[EUROFER CR]



**Rysunek A.2-36: System wody chłodzącej dla wytrawiania kwasem HCl i wyżarzania nieprzełotowego (wyżarzania partiami)**  
[EUROFER CR]



**Rysunek A.2-37: Systemy wody chłodzącej dla linii ciągłego wyżarzania**  
[EUROFER CR]

#### A.2.2.10.4 Oczyszczanie ścieków

Ścieki z operacji walcowania na zimno, których nie można regenerować lub stosować gdzie indziej w linii produkcyjnej, muszą być oczyszczone przed zrzucaniem.

Ścieki kwaśne z płukania lub regeneracji kwasu są zazwyczaj obrabiane przez zobojętnianie za pomocą środków chemicznych takich jak wodorotlenek wapniowy lub wodorotlenek sodowy. Rozpuszczone jony metali są wytrącane jako wodorotlenki a następnie rozdzielane technikami sedymentacyjnymi łącznie z klarowaniem lub filtrowaniem. Do wspomaganie procesu czasami są stosowane flokulanty. Szlam jest odwadniany, np. przez prace filtracyjne, dla redukcji końcowej objętości szlamu.

Tam gdzie stosowane są procesy elektrolityczne wstępnego wytrawiania chemicznego, mogą być potrzebne dodatkowe kroki obróbki odcieku. Typowo mogą one obejmować procesy redukcji chromu (VI) stosując wodorosiarczyn sodowy lub związki żelaza (II).

Ścieki alkaliczne mogą być zubożone z zastosowaniem HCl, filtrowane, a następnie zrzucone.

Przepracowane chłodziwa/smary (emulsje) są obrabiane przez rozdzielanie emulsji, dokonywane cieplnie, chemicznie, mechanicznie albo fizycznie, w wyniku czego następuje oddzielenie wody od fazy olejowej.

### **A.2.2.11 Gospodarka odpadami i produktami ubocznymi w walcowniach zimnych**

Walcownie na zimno powoduje powstawanie stałych pozostałości, takich jak odpady (szmaty do czyszczenia, papier do czyszczenia), szlamy z oczyszczalni ścieków, pozostałości z materiału pakunkowego i pył.

**Złom** jest zwracany do produkcji stali. **Szlamy** z oczyszczalni ścieków, **zawierające olej**, mogą być stosowane w wielkich piecach.

**Szlamy z regeneracji kwasów** mogą być zwracane w hutach (do pieca łukowego i wielkiego pieca) lub dostarczane do zewnętrznych firm recyklingowych do produkcji tlenków żelaza.

Siedmiowodny siarczan żelaza z instalacji regeneracji kwasu siarkowego może być stosowany:

- Do produkcji kompleksowych soli cyjano-żelazowych.
- Jako flokulant w oczyszczalniach ścieków.
- Do produkcji masy do powierzchniowego pochłaniania gazu.
- Jako środek chemiczny ulepszenia.
- Do produkcji pigmentów miniowych.
- Do produkcji kwasu siarkowego [Com D].

**Tlenek żelazowy** z regeneracji kwasu solnego może być stosowany w kilku przemysłach jako wsad wysokiej jakości, np.:

- Jako wsad do produkcji materiałów ferromagnetycznych.
- Jako wsad do produkcji proszku żelaza
- Jako wsad do produkcji materiału budowlanego, pigmentów, szkła i ceramiki [Com D].

**Szlamy z odzysku oleju** są stosowane zewnętrznie, są spopielenie albo służą do regeneracji oleju w specjalnie wyznaczonych zakładach.

Jedynie mała część **szlamów z oczyszczania ścieków** jest wewnętrznie zwracana do produkcji, ogromna większość jest stosowana do zasypywania zagłębień terenowych.

Powstające **tluste odpady** (olej, emulsja, smary stałe) są usuwane wewnętrznie lub zewnętrznie przez spopielenie.

## A.2.3 Ciągarnie

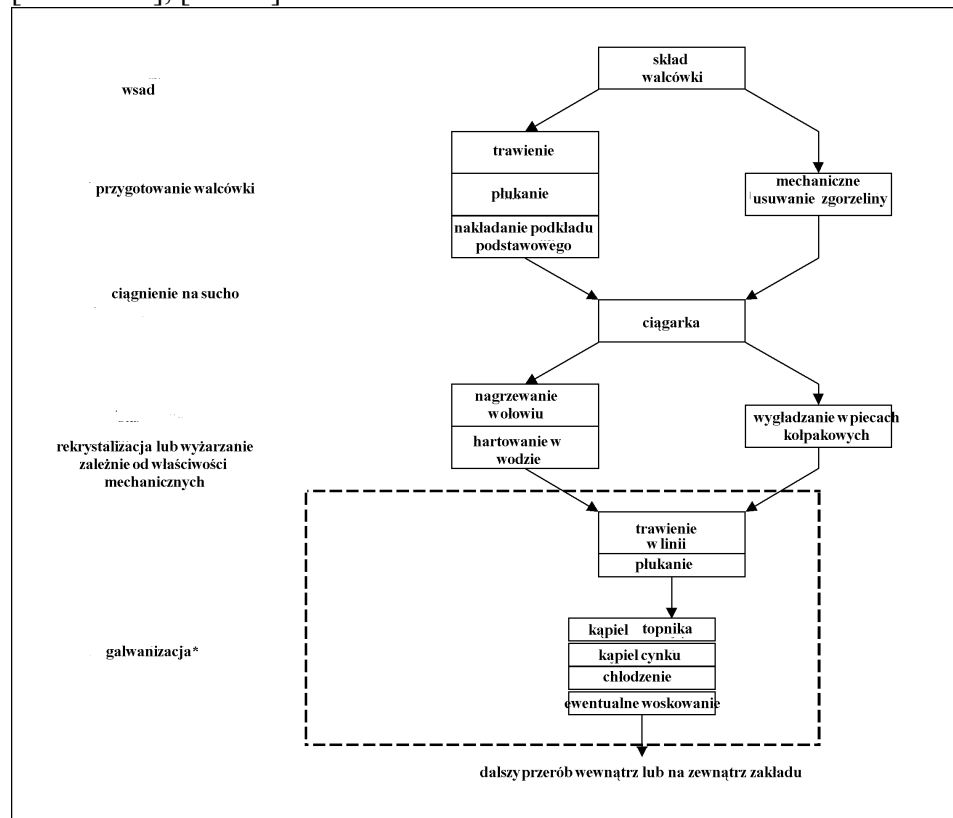
### A.2.3.1 Ciągnięcie drutu - informacje ogólne

Ciągnięcie drutu jest procesem, w trakcie którego następuje zmniejszenie rozmiaru walcówki/drutu poprzez przeciąganie przez stożkowate narzędzia zwane ciągadłami. Otwory w ciągadłach mają mniejszy przekrój poprzeczny niż walcówka/drut. Wsadem jest zwykle walcówka o średnicy 5,5 do 16 mm, otrzymywana w postaci kręgów z walcowni gorących. Typowy proces ciągnięcia drutu obejmuje następujące czynności:

- Obróbka wstępna - przygotowanie walcówki (mechaniczne usuwanie zgorzeliny, trawienie)
- Ciągnięcie na sucho lub mokro (zwykle szereg ciągów przez ciągadła o zmniejszającym się przekroju).
- Obróbka cieplna (wyżarzanie ciągle/wyżarzanie partiami, patentowanie, hartowanie w oleju).
- Wykańczanie.

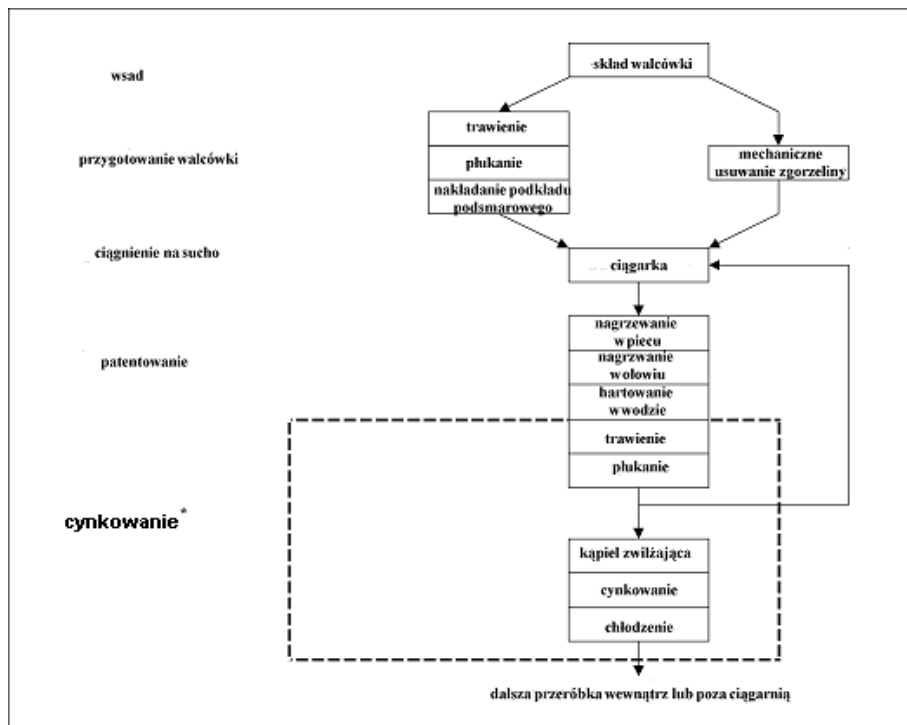
Drut produkowany jest ze stali różnych gatunków: ze stali niskowęglowych o zawartości węgla do 0,25 %, stali wysokowęglowych o zawartości węgla powyżej 0,25 %, stali nierdzewnych i innych stali stopowych. Drut ze stali niestopowych może mieć powierzchnię niepowlekaną lub powlekaną cynkiem, miedzią, mosiądzem, cyną, niklem, chromem, plastikiem lub lakierem. Drut do dalszej przeróbki na wyroby gotowe (np. liny, siatki, drut kolczasty, siatki ogrodzeniowe, płyty pokrywające podesty, sprężyny, gwoździe) jest wysyłany w formie kręgów.

[Bekaert94], [Pan97]



\* Galwanizacja została omówiona w części B niniejszego dokumentu referencyjnego BAT

**Rysunek A.2-38: Schemat produkcji drutu galwanizowanego ze stali niskowęglowej [Bekaert98]**



\* Cynkowanie zostało omówione w części B niniejszego dokumentu referencyjnego BAT

### Rysunek A.2-39: Schemat produkcji drutu cynkowanego ze stali wysoko węglowej [Bekaert98]

Ze względu na dużą różnorodność produktów wytwarzanych z drutu istnieje wiele różnych procesów ich produkcji, uwzględniających średnicę drutu, wymagania mechaniczne i inne wymagania jakościowe. Schematy procesów podane na rysunku A.2-38 i rysunku A.2-39 dotyczą większości produkowanych w Europie (i na świecie) drutów ocynkowanych. Część z nich jest sprzedawana jako drut ocynkowany, część poddawana jest dalszej przeróbce przez ciągnięcie na mokro lub innym procesom wykraczającym poza zakres niniejszego dokumentu referencyjnego BAT, takim jak spawanie, powlekanie elektrolityczne, przerób na siatki, liny, powlekanie powłokami farby lub plastiku, cięcie na pręty itp.

#### A.2.3.2 Przygotowanie walcówki

W wyniku chłodzenia walcówki po walcowaniu na powietrzu, na powierzchni walcówki tworzy się warstwa tlenku żelaza (zgorzelina). Warstwa ta musi być usunięta przed dalszymi procesami, jakim zostanie poddana walcówka, ponieważ jest bardzo twarda, łamliwa i nieodkształcalna. Proces usuwania w większości przypadków prowadzony jest przez producentów drutu. Tylko dla stali nierdzewnych usuwanie warstwy tlenków z powierzchni walcówki wykonywane jest przez huty.

Do usuwania warstwy tlenków z powierzchni walcówki stosowane są dwie techniki: mechaniczne usuwanie zgorzeliny i chemiczne usuwanie zgorzeliny - trawienie. Niektóre wyroby końcowe mogą być produkowane tylko z drutu mechanicznie oczyszczanego z warstwy tlenków i ciągnionego ze zmniejszoną prędkością (potrzebna jest do tego większa wydajność ciągnarek, co oznacza wyższe koszty inwestycyjne). Wybór techniki usuwania zgorzeliny podejmowany jest zatem przez poszczególne zakłady na podstawie jakości wytwarzanego wyrobu i uwarunkowań ekonomicznych.

##### A.2.3.2.1 Mechaniczne usuwanie zgorzeliny

Przeгинanie drutu jest najbardziej powszechnie stosowaną metodą mechanicznego usuwania zgorzeliny. Przeгинanie drutu powoduje łamanie zgorzeliny i następnie jej odpadanie. Inne techniki usuwania zgorzeliny jak: piaskowanie, szcztokowanie lub usuwanie poprzez natrysk śrutem stosowane są jako proces wykańczający po przeгинaniu lub jako samodzielny proces usuwania zgorzeliny.

Proces usuwania zgorzeliny przez śrutowanie poszczególnych partii jest powszechnie stosowaną techniką dla walcówki o dużej średnicy (np. stosowanej do spęczania na zimno). Jednakże zwykle mechaniczne usuwanie zgorzeliny prowadzone jest jako proces ciągły.

Usuwanie zgorzeliny przez przeгинanie, w zależności od stanu wykończenia walcówki i wymagań jakościowych gotowego wyrobu, jest uzupełniane lub nawet zastępowane przez jedną z metod usuwania zgorzeliny ścierniwem, taką jak piaskowanie, szcztokowanie, usuwanie przez natrysk śrutem lub natrysk strumieniem wody. Łącząc usuwanie zgorzeliny przez przeгинanie z jedną z dodatkowych metod możliwe jest całkowite usunięcie warstwy tlenków i osiągnięcie podobnej czystości powierzchni jak przy trawieniu. [Com2 BG]

Mechaniczne usuwanie zgorzeliny w porównaniu z usuwaniem zgorzeliny przez trawienie ma tę przewagę, że eliminuje jeden etap w procesie produkcji, ponieważ urządzenie do usuwania zgorzeliny jest zwykle połączone w linii z ciągarką. Z drugiej jednak strony przy mechanicznym usuwaniu zgorzeliny trudno jest osiągnąć ten sam stopień przydatności do ciągnięcia. [CET-BAT]

#### **A.2.3.2.2 Chemiczne usuwanie zgorzeliny z walcówki (trawienie)**

W procesie chemicznego usuwania zgorzeliny - trawienia - zgorzelina walcownicza jest usuwana przez rozpuszczenie w kwasie. Stosowane są następujące kwasy:

- Kwas siarkowy lub kwas solny dla drutu ze stali niskowęglowych
- Kwas solny dla drutu ze stali wysokowęglowych

Proces trawienia prowadzony jest zwykle jako proces nieciągły - partiami. Każdy krąg walcówki jest zanurzany w wannie z kwasem. Kwas powoli rozpuszcza warstwę tlenków, tworząc chlorki żelaza lub siarczany żelaza. Przy trawieniu w HCl dodawany jest inhibitor H<sub>2</sub>-ograniczający reakcję:  $2 \text{HCl} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$  i redukujący tym samym niepożądane straty żelaza.

Po trawieniu kręgi walcówki są płukane w wodzie. Zwykle, w celu uzyskania maksymalnej efektywności płukania przy minimalnym zużyciu wody, stosowane jest płukanie kaskadowe (np. trzystopniowe).

[Bekaert94], [Bekaert98]

#### **A.2.3.2.3 Nanoszenie podkładu podsmażowego**

W niektórych przypadkach, w celu zwiększenia przylegania smaru mydlanego, nanoszony jest podkład podsmażowy. Dostępnych jest wiele różnych podkładów podsmażowych. Wybór podkładu dokonywany jest na podstawie przesłanek ekonomicznych i wymaganych własności wynikających z dalszych faz procesu produkcji. Tradycyjnymi podkładami pod smar mydlany są: wapno, boraks, i fosforan cynku. Nowoczesne podkłady podsmażowe pod smar mydlany to mieszaniny rozpuszczalnych soli, np. siarczanów lub chlorków sodu i potasu, boraksu, fosforanów lub krzemianów. Skład podkładu dostosowywany jest do poszczególnych smarów mydlanych i określonych warunków ciągnięcia.

Podkład podsmarowy nakładany jest na drut przed ciągnięciem przez zanurzenie drutu w wodnym roztworze podkładu podsmarowego. Proces ten może być wykonywany jako nakładanie na poszczególne partie w połączeniu z trawieniem lub jako proces ciągły połączony z mechanicznym usuwaniem zgorzeliny.

### **A.2.3.3 Ciągnięcie**

#### **A.2.3.3.1 Ciągnięcie drutu na sucho**

Ciągnięcie na sucho zwykle jest stosowane przy produkcji drutów o średnicy 1 - 2 mm, czasami nawet mniejszej, ciągnionych z walcówki o średnicy > 5.5 mm. Średnica drutu jest zmniejszana w wyniku przechodzenia drutu przez zestaw ciągałek o zmniejszających się otworach. Drut przed wejściem w ciągałko przechodzi przez suchy smar. W większości przypadków stosowanie smaru na bazie mydeł zależy od rodzaju tłuszczu, z którego wyprodukowane jest mydło, rodzaju zastosowanego wypełniacza lub użytych dodatków. W wyjątkowych przypadkach (np. stali specjalnych, drutów ze specjalnymi powłokami metalicznymi) mogą być stosowane inne smary, jak pasty lub oleje.

Podczas procesu ciągnięcia, w wyniku tarcia drutu nagrzewa się zarówno drut jak i ciągałko. Drut chłodzony jest nie bezpośrednio, lecz przez kontakt z chłodzoną wodą bębnową ciągnącym ciągarcią.

#### **Ciągnięcie drutu na mokro**

Normalnie ciągnięcie na mokro stosowane jest dla drutów produkowanych z wadu o średnicy 1 - 2 mm. Także w tym przypadku drut przechodzi przez zestaw ciągałek o zmniejszających się otworach, lecz zarówno drut, ciągałko, jak i bębny ciągnące zanurzone są w cieczy smarnej zapewniającej smarowanie i chłodzenie. Jako ciecze smarne stosowane są zwykle emulsje mydlane lub olejowe (w niektórych przypadkach może być stosowany zwykły olej). Ciecz smarna ogrzewana w wyniku ciągnięcia jest pośrednio chłodzona przepływającą wodą.

#### **A.2.3.4 Obróbka cieplna drutu**

Obróbka cieplna drutu ma różne cele. Stąd możliwość stosowania różnego rodzaju obróbki cieplnej w zależności od gatunku stali (nisko węglowa, wysoko węglowa, nierdzewna) i zastosowania końcowego (wymagana elastyczność i wytrzymałość). W trakcie obróbki cieplnej następuje także w wyniku procesów termicznych usunięcie resztek smaru mydlanego jak i płynnego.

Znacząca ilość wyrobów przemysłu ciągnicznego nie wymaga żadnej obróbki cieplnej. Powodowana przez proces ciągnięcia głęboka zmiana struktury krystalicznej metalu daje w większości przypadków efekt pozytywny, ponieważ wzrasta twardość i wytrzymałość drutu w kierunku osiowym.

##### **A.2.3.4.1 Wyżarzanie partiami drutu ze stali nisko węglowej**

Proces ciągnięcia zmniejsza głęboko strukturę krystaliczną metalu, z którego wykonany jest drut. Wyżarzanie jest jedną z wielu metod przywrócenia odpowiedniej struktury krystalicznej. W celu uzyskania produktu bardzo miękkiego i ciągliwego dla drutu ze stali nisko węglowej stosowane jest zwykle wyżarzanie partiami w piecach kołpakowych lub garnkowych.



Kręgi przeciągniętego drutu poddawane procesowi wyżarzania partiami umieszczane są w komorach pieca garnkowego lub kołpakowego, wypełnionych atmosferą ochronną. Atmosfera ochronna jest gazem neutralnym lub redukującym. Najbardziej powszechnie stosowany jest azot, wodór, mieszanina azotu i wodoru i częściowo utleniony gaz ziemny (lub podobne paliwo). Komory pieca ogrzewane są z zewnątrz, do ogrzewania komór wykorzystywany jest gaz lub inne paliwo. Ogrzanie od temperatury otoczenia do temperatury szczytowej (około 700 °C) trwa kilka godzin, podobnie jak ochłodzenie. Pod kołpakiem lub w garnku utrzymywane jest nadciśnienie atmosfery ochronnej, której część jest w sposób ciągły usuwana.

W niektórych przypadkach drut po wyżarzaniu jest natychmiast olejony.

#### **A.2.3.4.2 Wyżarzanie ciągle (w linii) drutu ze stali nisko węglowej**

Cel wyżarzania ciągłego lub wyżarzania w stanie rozwiniętym jest taki sam jak wyżarzania partiami: przywrócenie odpowiedniej struktury krystalicznej stali po ciągnięciu. Jednakże żądana w tym przypadku budowa krystaliczna i właściwości metalu są różne od żądanych przy wyżarzaniu partiami. Wyżarzanie ciągle jest typową metodą obróbki cieplnej dla wyrobów ze stali niskowęglowej.

Wyżarzanie w stanie rozwiniętym jest procesem ciągłym. Drut nagrzewany jest do temperatury rekrytalizacji (500 - 700 °C) i trzymany w tej temperaturze przez kilka sekund a następnie jest chłodzony przez hartowanie w kąpeli wodnej.

Typowa linia jest przystosowana do wyżarzania 15 - 50 żył drutu i charakteryzuje się wskaźnikiem  $v \times d$  (prędkość drutu w linii  $\times$  średnica drutu). Oznacza to, że w linii mogą być wyżarzane równocześnie druty o różnych średnicach, lecz im większa średnica tym mniejsza prędkość. Dla nowoczesnych linii dysponujących prędkościami 100 - 200 m/min ze wskaźnika  $v \times d$  wynika, że drut o średnicy 1 mm będzie mógł być wyżarzany z szybkością 100 - 200 m/min. Linie kilku lub jednożyłowe i/ lub pracujące przy bardzo niskim  $v \times d$  są stosowne do celów specjalnych. Wyżarzanie w stanie rozwiniętym jest często łączone w linię z innym procesem np. powlekaniem ogniowym.

Normalnie drut ulega ogrzewaniu przechodząc przez kąpiel ołowiowa. Szybkie nagrzanie drutu jest kluczowe przy wyżarzaniu w stanie rozwiniętym. Równowaga termiczna pomiędzy drutem i kąpielą ołowiową, dzięki wysokiemu współczynnikowi przekazywania ciepła przez ołów (3000 W/m<sup>2</sup>.K), osiągnięta jest w ciągu kilku sekund. Inne metody, takie jak piece indukcyjne lub nagrzewanie indukcyjne, są alternatywą stosowaną wyłącznie dla specjalnych potrzeb, np. dla linii jednożyłowej, linii zaprojektowanych do pracy przy bardzo niskich prędkościach lub dla linii przewidzianych do wyżarzania drutu tylko o jednej średnicy.

Drut po obróbce cieplnej jest zwykle hartowany w wodzie. Po tym zabiegu, w celu usunięcia tlenków, w linii może być prowadzone trawienie w zimnym lub podgrzany HCl; zabieg ten usuwa częściowo ołów wyciągnięty z kąpeli. Może być też stosowane trawienie w innych kwasach, jak również trawienie elektrolityczne. Po procesie trawienia następuje płukanie kaskadowe. W niektórych zakładach trawienie jest pierwszym stopniem procesu produkcji drutu. Po wyżarzaniu w atmosferze ochronnej trawienie często zostaje pominięte.

#### **A.2.3.4.3 Ciągłe wyżarzanie (w linii) drutu ze stali nierdzewnych**

Ciągłe wyżarzanie drutu ze stali nierdzewnych i stali wysokostopowych jest stosowane w celu osiągnięcia odpowiedniej do ciągnięcia struktury krystalicznej. Obróbka cieplna stali odpornych na korozję prowadzona jest w atmosferach ochronnych. Jeśli obróbka cieplna prowadzona byłaby bez atmosfery ochronnej, drut ze stali nierdzewnej zostałby utleniony; usunięcie tych tlenków wymagałoby trawienia w specjalnych kwasach takich jak  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3/\text{HF}$  (por. produkcja taśm ze stali nierdzewnych). Temperatura obróbki cieplnej drutu ze stali odpornych na korozję jest różna (700 – 1100 °C) i zależy od zawartości w wyżarzanej stali Ni, Cr lub innych składników stopowych.

Drut w trakcie wyżarzania przechodzi przez wypełnione atmosferą ochronną rury lub muflę. Atmosfera ochronna jest odprowadzana podobnie jak to opisano przy wyżarzaniu partiami. Pierwsza część rur lub mufla umieszczona jest w piecu (pośrednie ogrzewanie drutu); druga część rur jest chłodzona przeponowo np. wodą -chłodzenie pośrednie. Piec może być ogrzewany elektrycznie (grzanie oporowe, ogrzewanie indukcyjne) lub w wyniku spalania. [CET-BAT]

#### **A.2.3.4.4 Patentowanie**

Patentowanie jest metodą obróbki cieplnej stosowaną zwykle do wytworzenia odpowiedniej struktury krystalicznej w stalach wysokowęglowych i stopowych, umożliwiającą łatwe odkształcanie. W przeciwieństwie do wyżarzania, przy którym żelazo i żelazo/węgiel mają tendencję do oddzielania się, przy patentowaniu tworzy się struktura, w której węgiel jest równomiernie rozłożony w żelazie.

Przy patentowaniu drut jest nagrzewany do temperatury 850 - 1000 °C, następnie szybko ochładzany do temperatury 450 - 600 °C i trzymany przez chwilę w tej temperaturze a na końcu hartowany w wodzie. Patentowanie zwykle jest prowadzone w sposób ciągły i często jest łączone z innymi procesami np. z cynkowaniem ogniowym.

Ogrzewanie do temperatury 850 - 1000 °C odbywa się w piecu, w którym drut ma bezpośredni kontakt ze spalinami. Ochładzanie do temperatury 450 - 600 °C i trzymanie w tej temperaturze odbywa się w kąpeli ołowiu. W przypadku małych linii o specjalnym przeznaczeniu (np. dla bardzo cienkich drutów lub linii jednożyłowych) mogą być stosowane inne metody ogrzewania, takie jak ogrzewanie w atmosferze ochronnej lub stosowanie pieców elektrycznych. Niekiedy do patentowania drutów o dużych średnicach stosowna jest kąpiel stopionej soli.

Palniki pieców ogrzewanych paliwem zasilane są mieszanką nieco uboższą niż wynika to ze stechiometrii (rachunku teoretycznego). W ten sposób zostaje wyeliminowany cały  $\text{O}_2$  z atmosfery pieca, co ma na celu zmniejszenie tworzenia się tlenków żelaza na powierzchni drutu. Nadmierne tworzenie się tlenków żelaza prowadzi do wysokich strat materiału, z którego wykonany jest drut, zwiększonego zużycia kwasu do trawienia i jest nadmiernego wyciągania ołowiu z kąpeli.

Końcowe chłodzenie odbywa się przez hartowanie w kąpeli wodnej przy stosowaniu procedury podobnej, jak przy wyżarzaniu ciągłym.

#### **A.2.3.4.5 Hartowanie i odpuszczanie w oleju**

W stalach o wysokiej procentowej zawartości martenzytu hartowanie i odpuszczanie w oleju prowadzi do powstawania struktury krystalicznej powodującej wzrost twardości i odporności na ścieranie przy jednoczesnej dobrej odporności na uderzenia. Najpierw drut jest nagrzewany do temperatury 850 – 1000 °C a następnie szybko chłodzony.

Nagrzewanie przeprowadzane jest zazwyczaj w atmosferze ochronnej przy wykorzystaniu energii elektrycznej (promieniowanie, nagrzewanie indukcyjne) lub spalania. Atmosfera ochronna jest upuszczana podobnie, jak to ma miejsce przy wyżarzaniu partiami. Tradycyjnie hartowanie odbywa się w oleju, ale mogą być też stosowane inne media, takie jak woda lub woda z dodatkami. (Uwaga: choć do hartowania często stosuje się inne media niż olej, to zwykle określa się ten etap procesu jako hartowanie w oleju).

Następnym etapem procesu po hartowaniu w oleju jest odpuszczanie lub wyżarzanie odpężające mające na celu usunięcie naprężeń powstałych w wyniku bardzo szybkiego chłodzenia. Odbywa się to przez ponowne nagrzanie drutu do temperatury 300 - 500 C. Zwykle ma to miejsce w piecu ogrzewanym elektrycznie lub ogrzewanym bezpośrednio spalaniem gazem; może być również stosowane ogrzewanie indukcyjne.

#### **A.2.3.4.6 Wyżarzanie odpężające**

Wyżarzanie odpężające (odpężanie) ma na celu usunięcie - bez zmiany kształtu i struktury krystalicznej stali - naprężeń wewnętrznych w drucie powstałych w wyniku zabiegów produkcyjnych poprzedzających odpężanie. Naprężenia wewnętrzne mogą być spowodowane odkształceniem (naprężenia mechaniczne) lub przez szybkie chłodzenie (naprężenia termiczne). Niezależne stanowisko obróbki cieplnej jest typowym rozwiązaniem przy produkcji strun (druty do wstępnie sprężanego betonu).

Odpężanie może być prowadzone w różnych temperaturach (200 - 500 °C), w zależności od żądanej charakterystyki wyrobu gotowego. Zwykle odbywa się to w piecu ogrzewanym elektrycznie lub ogrzewanym bezpośrednio spalaniem gazem; można również stosować ogrzewanie indukcyjne. Drut po odpężaniu jest chłodzony stosunkowo wolno na powietrzu lub w wodzie. [CET-BAT]

#### **A.2.3.5 Trawienie w linii**

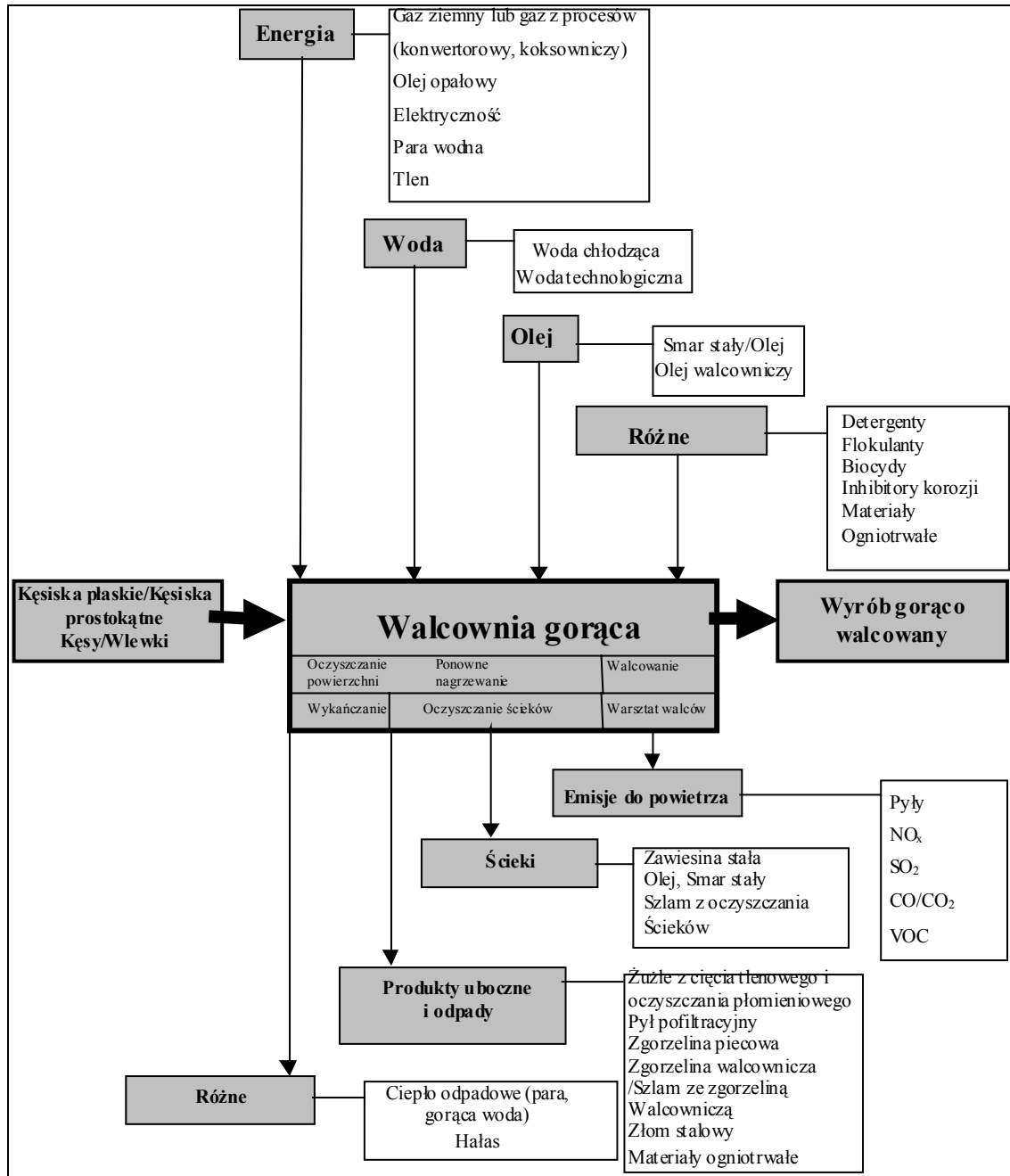
Trawienie w linii jest typową operacją po obróbce cieplnej i/ lub przed ogniowym cynkowaniem drutu. Celem trawienia jest oczyszczenie drutu i usunięcie tlenków metalu. Drut przechodzi przez jedną lub kilka wanien z HCl, który jest najczęściej stosowany, ale mogą być wykorzystywane również inne kwasy. Trawienie następuje bardzo szybko (kilka sekund), dlatego kwas jest często ogrzewany i/ lub stosowany w postaci stężonej. Drut po trawieniu jest płukany wodą.

Wykańczanie drutu obejmuje nakładanie metalicznych i niemetalicznych powłok. Część B niniejszego dokumentu referencyjnego BAT zajmuje się galwanizowaniem drutu oraz omawia szczegółowo trawienie w linii.

## A.3 AKTUALNE POZIOMY ZUŻYCIA I EMISJI DLA KSZTAŁTOWANIA NA GORĄCO I ZIMNO

### A.3.1 Walcownie gorące

#### A.3.1.1 Przegląd strumienia masy



VOC = Lotne Związki Organiczne

Rysunek A.3-1: Przegląd wejścia/wyjścia dla walcowni gorących.

Dalsze rozdziały prezentują dane jednostkowe wejściowe i dane jednostkowe zużycia, jak również dane jednostkowe wyjściowe i dane emisji dla indywidualnych procesów technologicznych związanych z produkcją wyrobów walcowanych na gorąco.

### **A.3.1.2 Oczyszczanie powierzchni i kondycjonowanie wsadu**

Zużycie paliwa (gaz ziemny, gaz ciekły lub gazy technologiczne) i tlenu do oczyszczania płomieniowego zależy od wymiarów walcowanego materiału. Możliwe są na przykład 20% fluktuacje w zużyciu i emisjach, kiedy grubość kęsiska płaskiego wzrasta z 200 mm do 250 mm. Informowano o typowych zużyciach dla automatycznego oczyszczania płomieniowego kęsów na poziomie 5 m<sup>3</sup> tlenu/t i 25 MJ (propan)/t oczyszczanej stali. Nie było żadnych danych na temat zużycia wody przy oczyszczaniu płomieniowym czy na temat ilości ścieków, które są najczęściej odprowadzane do oczyszczalni wody walcowni lub wydziału ciągłego odlewania i są ponownie wykorzystywane w gospodarce wodnej walcowni. [EUROFER HR]

Podczas oczyszczania płomieniowego generowane są mokre, korozjotwórcze opary z wysokimi zawartościami cząsteczek submikroskopowych (zakres wielkości od 0,5 do 250 mikronów). Próbki tych oparów, pobierane na wlocie do filtra elektrostatycznego, wykazały stężenia 60 mg/m<sup>3</sup> dla CO, 35 mg/m<sup>3</sup> dla NO<sub>x</sub> i zakres 230 – 3000 mg/m<sup>3</sup> dla pyłu. [HMIP]

<b>Oczyszczanie płomieniowe</b>		
<b>Wejście / Poziom zużycia</b>		
<b>Energia</b>	brak danych	
<b>Tlen</b>	brak danych	
<b>Woda</b>	brak danych	
<b>Wyjście / Poziom emisji</b>		
	<b>Emisja jednostkowa</b>	<b>Stężenie</b>
<b>Pył</b> <sup>1</sup>	1 - 80 <sup>2</sup> g/t	5 - 115 <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>
<b>Pył pofiltracyjny</b>	1,5 - 3,25 <sup>2</sup> kg/t	
<b>NOx</b> <sup>7</sup>	brak danych	około 35 mg/m <sup>3</sup>
<b>CO</b> <sup>7</sup>	brak danych	około 60 mg/m <sup>3</sup>
<b>Zgorzelina</b>	brak danych	
<b>Ścieki</b>	Nie zrzucana, ponownie wykorzystywana w gospodarce wodnej walcowni	
<b>Szlifowanie</b>		
<b>Wejście / Poziom zużycia</b>		
<b>Energia</b>	brak danych reprezentatywnych	
<b>Woda</b>	brak danych reprezentatywnych	
<b>Wyjście / Poziom emisji</b>		
	<b>Emisja jednostkowa</b>	<b>Stężenie</b>
<b>Pył:</b> <sup>4</sup> stal miękka stal nierdzewna	brak danych	< 30 - 100 <sup>5,6</sup> mg/m <sup>3</sup> < 50 <sup>5</sup> mg/m <sup>3</sup>
<b>Ciecz szlifierska z drobnymi cząstkami metali</b>	brak danych	
<b>Hałas</b>	brak danych	
<b>Oczyszczanie ogniowe, szlifowanie i śrutowanie</b> Zgorzelina (suchy materiał)	< 0,2 - 35 <sup>2</sup> kg/t	

<sup>1</sup> Pył emitowany w oczyszczanym gazie odlotowym  
<sup>2</sup> Źródło danych [Studium WE]  
<sup>3</sup> Zakres wynikający ze źródeł [SIDMAR], [CITEPA] i [EUROFER HR]  
<sup>4</sup> [CITEPA] podaje 1 - 10 mg/m<sup>3</sup> bez rozróżnienia stali miękkiej i nierdzewnej.  
<sup>5</sup> Źródło danych [EUROFER HR]  
<sup>6</sup> Przykłady, odpylanie: filtr tkaninowy, V = 2,5 i 7 Nm<sup>3</sup>/s  
<sup>7</sup> [Com HR]

**Tabela A.3-1: Poziomy zużycia i emisji z procesu przygotowania powierzchni**

Pył wytwarzany przez oczyszczanie płomieniowe zawiera głównie tlenki żelaza z pewnymi śladowymi ilościami pierwiastków stopowych obecnych w stali. Czynniki emisji pyłu zmieniają się znacznie zależnie od tego, czy oczyszczanie płomieniowe jest wykonywane automatycznie (30 – 60 g/t) czy ręcznie (3 g/t). [CITEPA]

Próbki pyłu emitowanego z oczyszczania płomieniowego wykazują następujące zawartości metalu:

Cr 0,5 – 10 g/kg, Ni 1 – 5 g/kg, Mn 5 – 20 g/kg, Pb 1,7 – 2,3 g/kg, Cu 7,5 – 8,6 g/kg. [Studium WE]

Dla pyłu zbieranego ze szlifowania i śrutowania stali nierdzewnej stwierdzono następujące zawartości: Cr 3-100 g/kg, Ni 6 – 20 g/kg, Mn 4 – 10 g/kg [Studium WE]

### A.3.1.3 Piece grzewcze i piece do obróbki cieplnej

#### Zużycie energii

Huty z pełnym cyklem produkcyjnym próbują wykorzystywać do użytku wewnętrznego gazy powstające w procesach produkcyjnych w maksymalnym możliwym stopniu. W związku z tym gaz wielkopieczowy, gaz koksowniczy, gaz konwertorowy, gaz ziemny i wiele różnych kombinacji tych gazów (tak zwane gazy mieszane) są stosowane w piecach ciągłych (przelotowych). Zużycie energii przez te piece zależy od kilku parametrów takich jak:

- Konstrukcja pieca (przepychowy, pokroczny, itd).
- Cykl produkcyjny i harmonogram obciążenia zmian roboczych (czas produkcji) [Com UK].
- Projektowa długość strefy rekuperacyjnej w piecu.
- Budowa palnika
- Stosowanie rekuperatorów lub systemu regeneracji
- Wydajność produkcyjna pieca
- Układ strefy grzewczej
- Temperatura ładowanego wsadu
- Temperatura ogrzewania i temperatura wyładowywanego wsadu
- Dokładność regulacji cieplnej, i
- Stopień izolacji cieplnej pieca [EUROFER HR]

Rysunek A.3-2 przedstawia bilans energii typowego pieca grzewczego w formie wykresu Sankeya, tylko połowa ciepła wejściowego idzie na ogrzewanie stali.

#### Pył (zawiesina stała w gazie)

Z powodu stosowanego paliwa (gaz wielkopieczowy odpylany, gaz ziemny bez pyłu) emisje pyłu do powietrza są niskie. Niektóre raportowane dane podają średnią 13 g/tonę walcowanego materiału i medianę 8 g/t. Najwyższe wartości emisji odpowiadają stosowaniu oleju opałowego [EUROFER HR], [Studium WE].

#### NO<sub>x</sub>

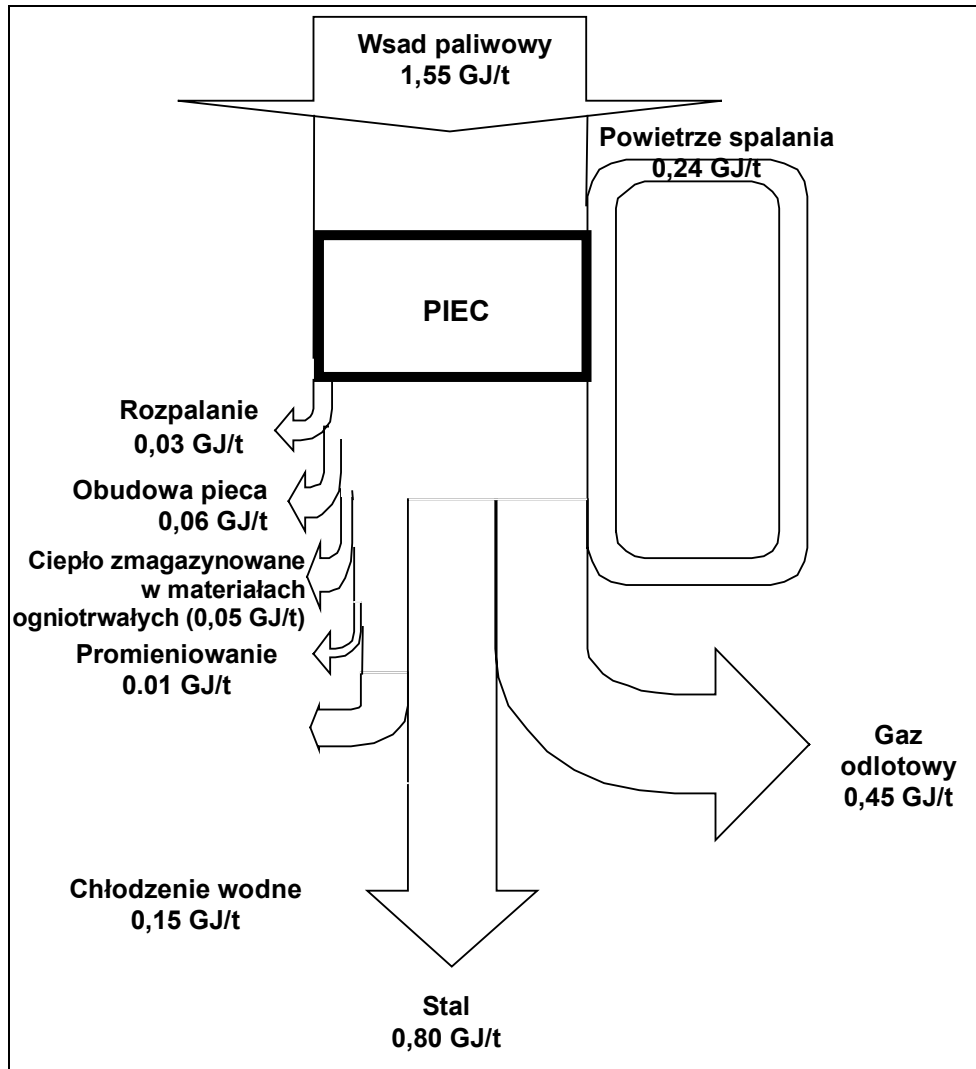
Poziom emisji NO<sub>x</sub> zależy najbardziej od rodzaju paliwa i od typu palnika oraz od rozmieszczenia palników, np. palniki stropowe emitują mniej NO<sub>x</sub> niż palniki w ścianie czołowej lub w ścianie bocznej. Stosowanie systemu rekuperatorów lub regeneratorów zwiększa sprawność cieplną pieca, ale może prowadzić również do wyższego stężenia NO<sub>x</sub> (do 3500 mg/Nm<sup>3</sup>). W niektórych krajach dozwolony jest wyższy poziom NO<sub>x</sub> dla wyższych temperatur podgrzewania powietrza. W **palnikach konwencjonalnych** (klasycznych) wysokie temperatury płomienia dają w konsekwencji wysokie poziomy emisji NO<sub>x</sub>. Typową wartością dla poziomu NO<sub>x</sub> jest 500 mg/Nm<sup>3</sup> (gaz ziemny, 3% O<sub>2</sub>, powietrze spalania o temperaturze otoczenia). Podgrzewanie powietrza spalania (za pomocą systemów rekuperacyjnych) może wykładniczo zwiększać poziom NO<sub>x</sub>. [EUROFER HR] [Studium WE]

#### SO<sub>2</sub>

Poziom emisji SO<sub>2</sub> zależy od zawartości S w stosowanym paliwie. Podawane emisje SO<sub>2</sub> wykazują w zależności od rodzaju paliwa różnicę w poziomach emisji SO<sub>2</sub> pomiędzy gazem ziemnym, gazami generowanymi w procesach produkcyjnych huty i olejem opałowym. Średnie wartości wynoszą 9,7 g SO<sub>2</sub>/t gazu ziemnego, 452 g SO<sub>2</sub>/t dla gazu z procesów produkcyjnych (Mieszanka gazowa z gazu konwertorowego i gazu wielkopieczowego) i 803 g SO<sub>2</sub>/t dla oleju opałowego. [EUROFER HR] [Studium WE]

#### Zgorzelina

Ilość zgorzeliiny powstającej w piecach grzewczych zależy od temperatury wyładowywania wsadu, materiału, regulacji powietrza spalania, rodzaju paliwa i czasu przebywania wsadu w piecu. Wyraźne rozróżnianie pomiędzy zgorzeliiną piecową i walcowniczą jest trudne, ponieważ zgorzeliina z grzanego materiału jest usuwana w rejonie walcarki i oba rodzaje zgorzeliiny są zbierane razem. Typowym zakresem dla zgorzeliiny piecowej jest 0,07 do 15 kg/t. [EUROFER HR], [Com I], [Com2 HR].



Rysunek A.3-2: Wykres Sankeya dla typowego pieca grzewczego według raportu w [StTimes 6/93]



Wejście / Poziom zużycia		
<b>Energia:</b>	1,1 – 2,2 <sup>6,10</sup> GJ/t	
<b>Woda chłodząca</b> (dla części składowych pieca grzewczego)	obieg zamknięty woda zawracana w całości	
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
<b>Pył</b> <sup>1</sup>	1 - 10 <sup>6,8</sup> g/t	4 - 20 <sup>6</sup> mg/Nm <sup>3</sup>
<b>NOx</b> <sup>2,3</sup>	80 - 360 <sup>6</sup> g/t	200 - 700 <sup>6</sup> mg/Nm <sup>3</sup>
Palniki konwencjonalne	2 - 600 <sup>4</sup> g/t	250 <sup>11</sup> - 900 <sup>5</sup> mg/Nm <sup>3</sup>
Palnik z niskim NOx	150 - 500 <sup>4</sup> g/t	
Palnik regeneracyjny	1000 - 4000 <sup>4</sup> g/t	
<b>SO<sub>2</sub></b> <sup>3</sup>	0,3 - 600 <sup>6,9</sup> g/t	0,6 - 1300 <sup>6</sup> mg/Nm <sup>3</sup> 400 - 800 <sup>5</sup> mg/Nm <sup>3</sup>
<b>CO</b>	5 - 850 <sup>5,7</sup> g/t	100 - 170 <sup>5</sup> mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Węglowodór</b> (dla opalania gazem wielkopieczowym + gazem ziemnym)	0 - 5 <sup>5,7</sup> g/t	
<b>Zgorzelina piecowa</b>		
Walcarki nawrotne kwarto	0,5 - 18 <sup>4</sup> kg/t	
Walcarki gorące taśm	0,1 - 11 <sup>4</sup> kg/t	
Walcarki kęsisk/kęsów/ciężkich kształtowników	0,5 - 47 <sup>4</sup> kg/t	
Walcarki lekkich/średnich prętów i kształtowników	1 - 30 <sup>4</sup> kg/t	
Walcarki walcówki	0,3 - 20 <sup>4</sup> kg/t	
<b>Odpady materiałów ogniotrwałych</b>		
<sup>1</sup> [CITEPA] podaje 200 – 1400 g pyłu/t dla pieców przelotowych i 100g/t dla pieców węglowych opalanych olejem opałowym, uwaga ostrzegawcza: dane mogą nie być reprezentatywne. <sup>2</sup> [Studium WE] podaje średnią 383 g/t dla palników z niskim NOx, 1690 g/t dla palników regeneracyjnych i 228 g/t dla palników konwencjonalnych. <sup>3</sup> [CITEPA] podaje 5 – 10 g/t dla mieszanki gazowej złożonej z gazu wielkopieczowego i gazu ziemnego, uwaga ostrzegawcza: dane mogą nie być reprezentatywne. <sup>4</sup> Źródło danych [Studium WE] <sup>5</sup> Informacja [CITEPA] <sup>6</sup> Źródło danych [EUROFER HR] <sup>7</sup> Uwaga ostrzegawcza: dane mogą nie być reprezentatywne <sup>8</sup> [DFIU98] podaje 0,2 - 30 g/t <sup>9</sup> [DFIU98] podaje 0,02 - 900 g/t <sup>10</sup> [ETSU-G76] podaje typowe zużycie energii 2,0 – 3,0 GJ/t, rozrzut od 0,7 – 6,5 GJ/t <sup>11</sup> [Input-HR-1] <sup>12</sup> [Vercaemst 30.3] podał 2,2 – 63 mg/Nm <sup>3</sup>		

**Tabela A.3-2: Poziomy zużycia i emisji dla pieców grzewczych/pieców do obróbki cieplnej**

### A.3.1.4 Usuwanie zgorzeliny

#### Odpady

Zgorzelina walcownicza z operacji usuwania zgorzeliny po piecu grzewczym i pomiędzy przepustami walcowniczymi składa się głównie z tlenków żelaza, jak FeO i Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Skład chemiczny zgorzeliny zmienia się w zależności od gatunku walcowanej stali i procesu walcowania, ale zawartość żelaza wynosi zazwyczaj około 70 % (na bazie walcowiny bez oleju i suchej). Analiza chemiczna zgorzelin walcowniczych wykazuje średnią zawartość

węglowodoru 4,6 % z zakresem rozrzutu 0,5 – 8,7 %. Wysoka zawartość węglowodoru może ograniczać zwracanie zgorzeli do obiegu. W [Studium WE] podano, że szlam zgorzeli walcowniczej wykazuje zakresy 25 – 65 % dla części stałych, 30 – 60 % dla wody i 2 – 15 % dla oleju. [StuE-114-1]

Zgorzelina walcownicza jest zanieczyszczona z powodu stosowania oleju smarowego i smaru stałego podczas walcowania. Zawartość oleju zależy od operacji technologicznej, wyposażenia technicznego, a zwłaszcza od jakości konserwacji/utrzymania ruchu. Innym czynnikiem wpływającym na zawartość oleju w zgorzelinie walcowniczej jest wielkość cząsteczek. Bardzo drobnoziarnista część zgorzeli walcowniczej (określana jako szlam zgorzeli walcowniczej) składa się z cząsteczek mniejszych niż 63  $\mu\text{m}$ , które mają skłonność do pochłaniania oleju. [DFIU 98]

Podaje się, że typowy zakres ilości generowanej zgorzeli wynosi 12,7 – 16 kg/t zgorzeli niezaolejonej i 1,9 – 3,5 kg/t zgorzeli zaolejonej. [EUROFER HR]

### **Ścieki**

Woda stosowana do zbijania zgorzeli bezpośrednio za piecem jest zazwyczaj wolna od oleju. Woda stosowana do zbijania zgorzeli w obrębie sekcji walcowania na gorąco zawiera przeważnie olej z powodu strat i z powodu stykania się ze sprzętem walcowniczym. Te dwa ścieki są zwykle mieszane, dając w wyniku jeden strumień ścieku zawierający olej i zgorzelinę. Duże cząsteczki zgorzeli mogą być usuwane w osadnikach i z powodu stosunkowo niskiej zawartości oleju mogą być zwracane do procesu metalurgicznego.

Wejście / Poziom zużycia		
<b>Woda:</b>		
Walcarka wstępna	brak danych m <sup>3</sup> /t	0,1 - 0,12 <sup>1</sup> m <sup>3</sup> /s
przed walcarką wykańczającą	brak danych m <sup>3</sup> /t	0,05 - 0,06 <sup>1</sup> m <sup>3</sup> /s
za walcarką wykańczającą	brak danych m <sup>3</sup> /t	0,03 - 0,04 <sup>1</sup> m <sup>3</sup> /s
<b>Energia</b>	brak danych	
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
<b>Ścieki</b>	brak danych m <sup>3</sup> /t	
Zawierające zgorzelinę i olej	brak danych	
<b>Zgorzelina nie zawierająca oleju<sup>3</sup>:</b>		
Walcarki nawrotne kwarto	1,6 - 23 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki gorące taśm	10 - 20 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki kęsisk/kęsów/kształtowników ciężkich	9 - 38 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki lekkich/średnich prętów i kształtowników	3 - 60 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki walcówki	5 - 20 <sup>2</sup> kg/t	
<b>Zgorzelina zaolejona<sup>3</sup>:</b>		
Walcarki nawrotne kwarto	1 - 36 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki gorące taśm	2,7 - 30 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki kęsisk/kęsów/kształtowników ciężkich	0,4 - 28 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki lekkich/średnich prętów i kształtowników	0,5 - 20 <sup>2</sup> kg/t	
Walcarki walcówki	0 - 20 <sup>2</sup> kg/t	
<sup>1</sup> Źródło [DFIU98] <sup>2</sup> Źródło [Studium WE] <sup>3</sup> dane austriackie: zgorzelina gruboziarnista 20 – 30 kg/t dla wyrobów płaskich, 5 – 10 kg dla wyrobów długich, szlam zgorzelinowy (zgorzelina drobnoziarnista) z zespołu wykańczającego 3 – 15 kg/t [Com A]		

Tabela A.3-3: Poziomy zużycia i emisji dla procesu usuwania zgorzeliny

### A.3.1.5 Walcowanie na gorąco

Zapotrzebowanie **energii** dla walców napędzanych silnikiem zależy od stopnia odkształcenia, temperatury walcowanego materiału i twardości materiału. Stosowanym rodzajem energii jest energia elektryczna.

**Zużycie wody** i zrzucanie wody zależy od tego jak jest zaprojektowany przepływ wody (gospodarka wodna). Zrzucanie wody bliskie 0 m<sup>3</sup>/t może być osiągnięte przy zastosowaniu obiegów zamkniętych. Obiegi półzamknięte mają typowe zrzuty wody maksymalnie do 11 m<sup>3</sup>/t, podczas gdy przy obiegach otwartych ilość zrzucanej wody wynosi typowo 11 – 22 m<sup>3</sup>/t.

**Emisje do powietrza** stanowią pyły pochodzące z klatek walcowniczych, a dla wyrobów taśmowych z linii obsługi/transportu kręgów. Niezorganizowane emisje olejów pochodzą z klatek walcowniczych (smarowanie walców roboczych). Ilość pyłu emitowanego z walcowania na gorąco zależy w znacznym stopniu od prędkości walcowania i pola powierzchni wyrobu.

Wejście / Poziom zużycia		
Olej walcowniczy i smarowy		
Woda	1 – 15,5 <sup>2,3</sup>	m <sup>3</sup> /t
Energia: Energia odkształcania	72 – 140 <sup>2,4</sup>	kWh/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Części stałe (tlenki, pyły) Klatki walcownicze: Linie obsługi transportu kręgów	2 - 40 <sup>1</sup> g/t	2 - 50 <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup> ≈ 50 <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
Pyły pofiltracyjne (zebrane z klatek walcowniczych)	100 – 7 600 <sup>1</sup> g/t	
Niezorganizowane emisje oleju <sup>5</sup>	śladowe	
Ścieki: (zawierające zawiesiny stałe, olej...) Szlam z oczyszczania ścieków	0,8 – 15,3 <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /t	
Metaliczne produkty uboczne: końce odpadowe, odrzuty z walcowania, skrawki, itd.	70 – 150 <sup>6</sup> kg/t	
<sup>1</sup> Źródło danych [Studium WE] <sup>2</sup> Źródło danych [EUROFER HR] <sup>3</sup> [Studium WE] podaje do 22 m <sup>3</sup> /t <sup>4</sup> Górna granica zakresu raportowana przez [Com I] <sup>5</sup> Generowane wewnątrz nawy walcowni, godne uwagi tylko w bliskim sąsiedztwie źródła emisji i dlatego bez znaczenia dla wypuszczania do powietrza [EUROFER HR] <sup>6</sup> Źródło [Com A]		

Tabela A.3-4: Poziomy zużycia i emisji dla walcowania na gorąco

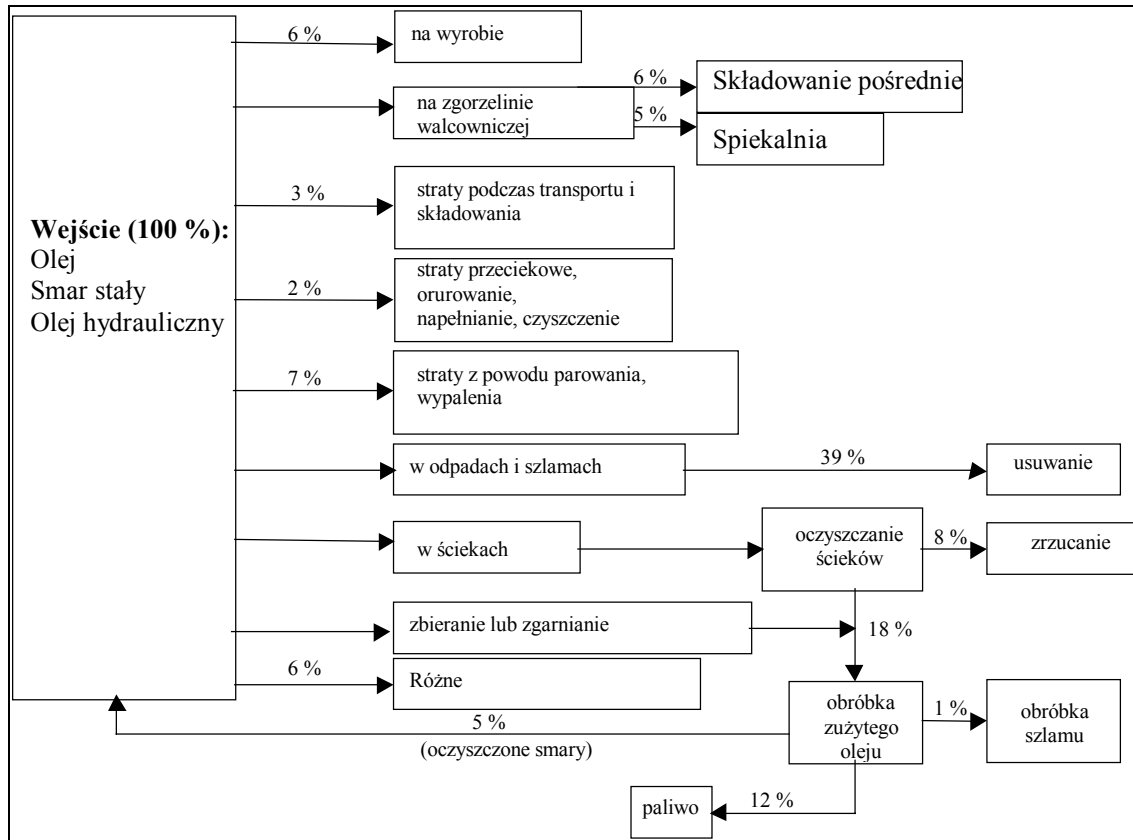
### A.3.1.6 Warsztat walców

→ Brak danych

### A.3.1.7 Przepływ oleju, smaru stałego i oleju hydraulicznego

Olej i smary stałe stosowane do smarowania i olej hydrauliczny dają w konsekwencji ścieki i odpady zawierające olej. Duże ilości wejściowego oleju/smaru stałego są wyprowadzane z systemu przez wyrób, przez zgorzelinę walcowniczą, przez ścieki lub emisję do powietrza. Szacunkowo 300 g/t wyrobów płaskich i szacunkowo 100 – 800 g/t wyrobów długich jest emitowane jako węglowodory do powietrza z powodu odparowywania, np. w momencie zetknięcia z powierzchnią gorącego metalu.

Rysunek A.3-3 ilustruje przykład przepływu oleju i smaru stałego w hucie. [DFIU 96]



Rysunek A.3-3: Bilans materiału zaolejonego typowej huty według raportu w [DFIU 96]

### A.3.1.8 Oczyszczalnia ścieków walcowni gorącej

Rodzaj i ilość ścieków doprowadzanych do oczyszczalni ścieków zależy głównie od projektu oczyszczalni ścieków i środków do uzdatniania wody, np. stosowania flokulantów lub kwasów. Wpływ ma również jakość doprowadzanej wody i jednostkowe zużycie wody.

Ścieki ze zbijania zgorzeliny i spłukiwania koryt, oprócz zgorzeliny gruboziarnistej, zawierają zawiesinę stałą i emulgowany olej. Duże ilości wody, która również zawiera olej i zawiesinę stałą, stosowane są do chłodzenia walców i materiału. Stężenia zawiesiny stałej mieszczą się w zakresie od 120 do 2000 mg/l (inni podają 50 do 1000 mg/l [DFIU 98]); zawartość oleju od 10 do 200 mg/l zależnie od rodzaju walcarki. [WE Haskoning]

Raportuje się, że ilość wody zrzucanej z walcowni gorących leży w zakresie od 0 do 22 m<sup>3</sup>/t, łącznie z otwartymi obiegami chłodzenia. Jeśli wyłączy się z tego obiegi otwarte, to maksymalny jednostkowy zrzut wody wynosi do 11 m<sup>3</sup>/t. Otwarte obiegi chłodzenia nie odpowiadają „stanowi rzeczy”.

<b>Wejście / Poziom zużycia</b>		
<b>Woda technologiczna</b>		
<b>Flokulanty</b>		
<b>Inne</b>		
<b>Wyjście / Poziom emisji</b>		
	<b>Emisja jednostkowa</b>	<b>Stężenie</b>
<b>Woda zrzucana:</b>		
<b>Woda zrzucana ogółem (TSS)</b>	20 - 1065 <sup>1</sup> g/t	5 - 100 <sup>1,3</sup> mg/l
<b>Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (COD)</b>	22 - 65 <sup>1,5</sup> g/t	18 - 43 <sup>1,4</sup> mg/l
<b>Zawartość węglowodorów</b>	1 - 3 <sup>1</sup> g/t	0,2 - 10 <sup>1</sup> mg/l
<b>Cu</b>		0,009 - 0,26 <sup>2,6</sup> mg/l
<b>Zn</b>		0,004 - 0,35 <sup>2</sup> mg/l
<b>Cd</b>		< 0,05 <sup>6</sup> mg/l
<b>Al</b>		0,04 - 0,14 <sup>2</sup> mg/l
<b>Pb</b>		< 0,1 <sup>2,6</sup> mg/l
<b>Cr</b>		< 0,18 <sup>6</sup> mg/l
<b>Cr<sup>6+</sup></b>		0,01 mg/l
<b>Mn</b>		0,04 - 0,26 <sup>2</sup> mg/l
<b>Fe</b>		0,3 - 2,0 <sup>2</sup> mg/l
<b>Ni</b>		0,01 - 2,0 <sup>2,6</sup> mg/l
<b>Hg</b>		< 0,01 mg/l
<b>Wolny chlor</b>		0,1 - 0,5 <sup>2</sup> mg/l
<b>Inne parametry:</b>		
Wartość pH	7 - 8,5 <sup>1</sup>	
Temperatura	11 - 30 °C <sup>1</sup>	
<b>Szlam z oczyszczania wody</b>		
<sup>1</sup> Źródło danych [EUROFER HR]		
<sup>2</sup> Źródło danych [HMIP]		
<sup>3</sup> [Studium WE] podaje najwyższą wartość 200 mg/l		
<sup>4</sup> [Studium WE] podaje normalny zakres do 80 mg/l, z dwiema najwyższymi wartościami: 200 i 450 mg/l		
<sup>5</sup> [Studium WE] podało dane 300, 800 g/t i więcej		
<sup>6</sup> Źródło danych [Studium WE]		

Tabela A.3-5: Poziomy zużycia i emisji z oczyszczalni ścieków

### A.3.1.9 Odpady i zwracanie do obiegu

Tabela A.3-6, oprócz informacji na temat generowania odpadów dla pojedynczych podprocesów, prezentuje przegląd odpadów generowanych ogółem przez operacje walcowania na gorąco i możliwości ich wykorzystania. Za bazę odniesienia wybrano walcownię gorącą jako całość, ponieważ wyraźne rozróżnienie źródeł odpadów i przyporządkowanie ilości odpadów do indywidualnych procesów technologicznych jest niemożliwe w szeregu przypadków.

Rodzaj odpadu lub produktu ubocznego/Źródło	Średnia masa jednostkowa [kg/t]	Raportowany odpad <sup>1</sup> [t] (produkcji stali) <sup>2</sup>	Wykorzystanie	Procent <sup>3</sup>
<b>Zgorzelina</b> (z oczyszczania płomieniowego, szlifowania, śrutowania)	3,5	77900 (22 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>4</sup> Hałda	95,9 3,4 0,7
<b>Zgorzelina z pieca grzewczego</b>	4	128000 (44,7 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>4</sup> Wykorzystanie zewnętrzne <sup>5</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	37,6 13,4 9,7 29,0 10,3
<b>Zgorzelina walcownicza bezolejowa</b>	14,1	517000 (36,8 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>4</sup> Wykorzystanie zewnętrzne <sup>5</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	74,8 3,6 15,1 2,9 3,6
<b>Zgorzelina walcownicza zaolejona</b>	11,2	692800 (61,7 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>4</sup> Wykorzystanie zewnętrzne <sup>5</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	81,6 1,6 1,5 9,7 5,6
<b>Pył i szlamy z urządzeń odpylających, Wyroby Płaskie</b>	0,23	2363 (10,2 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>5</sup> Hałda	94,8 0,8 4,4
<b>Pył i szlamy z urządzeń odpylających, Wyroby Długie</b>	0,71	2492 (3,5 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>4</sup> Hałda	16,8 24,5 58,7
<b>Szlamy z oczyszczania ścieków</b>	3,4	161000 (11 Mt)	Zawracanie w zakładzie Wykorzystanie zewnętrzne <sup>6</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	7,7 25,3 7,6 59,4
<b>Materiały ogniotrwałe z wyburzania</b>	0,5	21900 (46 Mt)	Zawracanie do obiegu Wykorzystanie zewnętrzne <sup>7</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	6,0 7,7 13,8 72,5
Uwaga: dane oparte na [Studium WE]: liczby podane są na bazie ciężaru suchego				
<sup>1</sup> Przedłożone jako odpowiedź na kwestionariusz WE				
<sup>2</sup> Produkcja stali firm, które dostarczyły informację na temat wykorzystania				
<sup>3</sup> Procent dotyczy podanej masy / odpowiedzi na kwestionariusze				
<sup>4</sup> Podane przez huty o niepełnym cyklu produkcyjnym, zwracanie w innych hutach				
<sup>5</sup> Brak wskazania co do dalszego wykorzystania				
<sup>6</sup> W przybliżeniu czwarta część jest zwracana do innych hut				
<sup>7</sup> Zasadniczo w zakładach materiałów ogniotrwałych				

Tabela A.3-6: Odpady generowane w walcowniach gorących i stopnie ich wykorzystania

### A.3.1.10 Zagadnienia hałasu przy walcowaniu na gorąco

Nadmierny hałas z walcowania na gorąco jest przede wszystkim wewnętrznym zagadnieniem zdrowia zawodowego, z środkami zapobiegawczymi normalnie podejmowanymi dla ochrony pracowników, tam gdzie nie stosuje się eliminacji lub redukcji hałasu u jego źródła. W pewnych przypadkach, zależnie od lokalizacji procesu (np. blisko terenu mieszkaniowego) i charakteru hałasu (hałas przerywany, udarowy i/lub wysokiej częstotliwości jest częściej źródłem skarg niż ciągły hałas niskiej częstotliwości) może on być przyczyną troski poza obrębem zakładu, aczkolwiek zależy to od poziomu szumu tłowego i innych pobliskich źródeł hałasu.

Najważniejszymi źródłami hałasu w procesie walcowania na gorąco są operacje związane z obsługą wyrobów. Innymi istotnymi źródłami hałasu mogą być również wysokociśnieniowe zbijanie zgorzeliny, wentylatory wyciągowe pieca grzewczego i cięcie piłami tarczowymi na gorąco/na zimno. Główne zagadnienia przy transporcie wyrobów są związane na przykład z hałasem udarowym przy manewrowaniu rurami o dużej średnicy i blachami grubymi. Chłodnie walcowni kształtowników mogą być również źródłem dużego hałasu podczas przemieszczania materiału na chłodni. Wysokociśnieniowe zbijanie zgorzeliny (w niektórych przypadkach wodą o ciśnieniu ponad 250 bar) jest innym źródłem nieciągłego hałasu. Wentylatory wyciągowe pieca grzewczego pracują ciągle, ale mogą mieć zmienną prędkość obrotową i dlatego będą powodować hałas o zmiennej częstotliwości i o zmiennym poziomie hałasu. Wyroby długie, takie jak kształtowniki lub szyny, są cięte na długość, bezpośrednio w linii lub na oddzielnym stanowisku, za pomocą pił tarczowych na gorąco lub na zimno. Hałas wysokiej częstotliwości jest generowany przez cięcie/tarcie. Hałas ten może być nieciągły (przerywany) i posiadać wysoką częstotliwość. Bezwzględne poziomy hałasu (w decybelach) są specyficzne dla sprzętu/instalacji, ale mogą być powyżej 85 dBA.

Jeśli chodzi o obsługę wyrobów, główną metodą redukcji hałasu jest opracowanie procedur roboczych minimalizujących wielkości styku pomiędzy wyrobami i sprzętem obsługi materiału, takimi jak płozy chłodni. Większość innych źródeł hałasu mieści się zwykle w budynkach i poziom hałasu jest obniżony do poziomu możliwego do przyjęcia. W przypadku konkretnych lokalnych problemów mogą być potrzebne dodatkowe środki, takie jak lokalna obudowa i/lub izolacja budynku, ale środki te mogą być bardzo kosztowne i normalnie nie są uważane za konieczne.

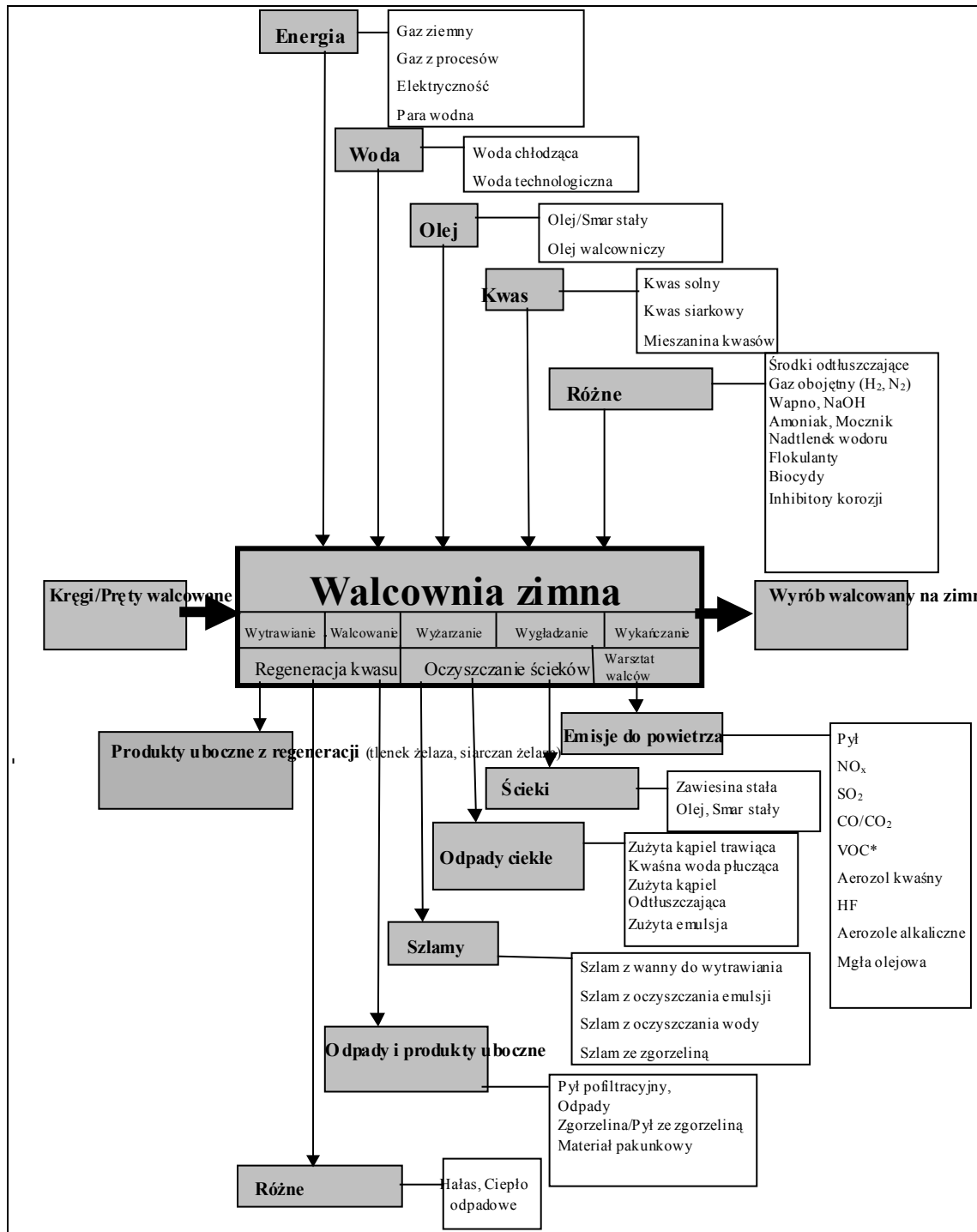
### A.3.1.11 Uruchamianie i zatrzymywanie

Operacje uruchamiania i zatrzymywania na walcowniach gorących najczęściej nie mają istotnego wpływu na środowisko. Do dyspozycji są urządzenia (np. azot gazowy do płukania pieców grzewczych) zapewniające bezpieczeństwo podczas uruchamiania lub zatrzymywania lub dla umożliwienia prowadzenia prac konserwacyjnych na instalacjach.



## A.3.2 Walcownie zimne

### A.3.2.1 Przegląd strumienia masy



\* VOC = Lotne Związki Organiczne

**Rysunek A.3-4: Przegląd wejścia/wyjścia dla walcowni zimnych**

Dalsze rozdziały prezentują jednostkowe dane wejściowe i jednostkowe dane zużycia, jak również jednostkowe dane wyjściowe i dane emisji dla indywidualnych procesów technologicznych związanych z operacjami walcowania na zimno.

### A.3.2.2 Wytrawianie stali niskostopowej, stopowej i wysokostopowej

Do wytrawiania stali niskostopowej i stopowej stosowany jest kwas solny i kwas siarkowy, a do wytrawiania stali wysokostopowej (nierdzewnej) stosowana jest mieszanina kwasu azotowego i fluorowodorowego. Zużycie kwasu zmienia się zależnie od tego, czy kwas jest regenerowany czy nie. Zużycie zależy również od wielkości pola powierzchni trawionej i od grubości warstwy tlenku. [EUROFER CR]

Zużycie oleju antykorozyjnego zależy od procentu olejonych wyrobów, od rodzaju stosowanej natłuszczarki (elektrostatyczne natłuszczanie olejem lub natłuszczanie dyszami natryskowymi oleju) i od ciężaru oleju wymaganego przez klienta. [EUROFER CR]

Energia w postaci pary wodnej jest potrzebna do ogrzewania kąpeli trawiącej, energia elektryczna jest potrzebna dla napędów, pomp itd., a energia cieplna (gaz ziemny lub gaz płynny) dla procesu regeneracji kwasu solnego. Niektóre zakłady nie regenerują kwasu lub podzlecają jego regenerację, co w obu przypadkach może dać w wyniku mniejsze zużycie energii. Jednakże w tych zakładach cały świeży kwas musi być podgrzewany do temperatury roboczej. [EUROFER CR]

Ponadto dla przetwarzania stali wysokostopowej potrzebne jest śrutowanie (za pomocą śrutownicy) do mechanicznego usuwania zgorzeli z taśmy gorącej. Dla redukcji NO<sub>x</sub> potrzebne jest albo dodawanie nadtlenu wodoru do kąpeli trawiącej w celu tłumienia tworzenia NO<sub>x</sub> podczas wytrawiania albo dla instalacji selektywnej redukcji katalitycznej potrzebny jest amoniak lub mocznik. [EUROFER CR]

Woda jest stosowana do splukiwania po trawieniu i do przygotowania kąpeli trawiącej. Podczas wytrawiania generowane są trzy rodzaje ścieków. Są to ścieki z wody do splukiwania, zużyte kąpiele trawiące i inne (jak woda z absorberów oparów systemu wyciągowego wanny do wytrawiania i woda płucząca z oczyszczania instalacji). Główna ilość ścieków pochodzi ze splukiwania, natomiast główne obciążenie zanieczyszczeniami pochodzi z ciągłej lub okresowej wymiany kąpeli trawiących. [EUROFER CR]

Podstawowym celem powinno być zmniejszenie ilości ścieków i zminimalizowanie zawartości zanieczyszczeń w ściekach przez optymalizację procesu wytrawiania. Ilość ścieków można zredukować przez regenerację kwasu i zwracanie do obiegu. Niektóre zakłady sprzedają zużyty kwas trawiący do zewnętrznego użytku, np. do oczyszczania wody. Ścieki kwaśne np. z sekcji splukiwania lub z płuczek wieżowych oparów, które nie mogą być stosowane w innych procesach instalacji muszą być oczyszczane/zobojętniane przed zrzucaniem. Jednakże zobojętnianie wymaga stosowania dodatkowych chemikaliów, jak wapno, NaOH lub polielektrolit.

Odpady, pyły zawierające zgorzelinę i szlam z wanny do wytrawiania powstają podczas operacji wytrawiania. Z regeneracji kwasu powstaje 0,05 do 15 kg szlamów (na bazie suchego materiału) na tonę stali, ze średnią 4,2 kg/t. Szlamy zawierają 55 – 65 % żelaza, a w przypadku przetwarzania stali nierdzewnej 5 – 10 % Cr i 3 – 5 % Ni.

Przy regeneracji kwasu generowane są produkty uboczne w postaci tlenków żelaza lub siarczanu żelazowego. Średni uzysk tlenku żelaza z regeneracji wynosi 5,5 kg/t. Zawartość Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w produktach ubocznych wynosi zwykle > 99 % z niskimi stężeniami innych metali takich jak Al < 0,1 %; Pb, Cu < 0,03 %; Cr, Ni < 0,02 % i Zn < 0,01 %. Zawartości chlorku mieszczą się w zakresie od 0,1 do 0,2 %.

Produkcja siarczanu żelazowego mieści się w zakresie od 2,5 do 25 kg/t ze średnią 17 kg/t. Raportuje się, że mniej niż 0,1 % produkcji służy do zasypywania wgłębień terenowych, ponieważ produkt może być sprzedawany do zewnętrznego użytkowania, wliczając w to uzdatnianie wody i przemysł chemiczny. [Studium WE]

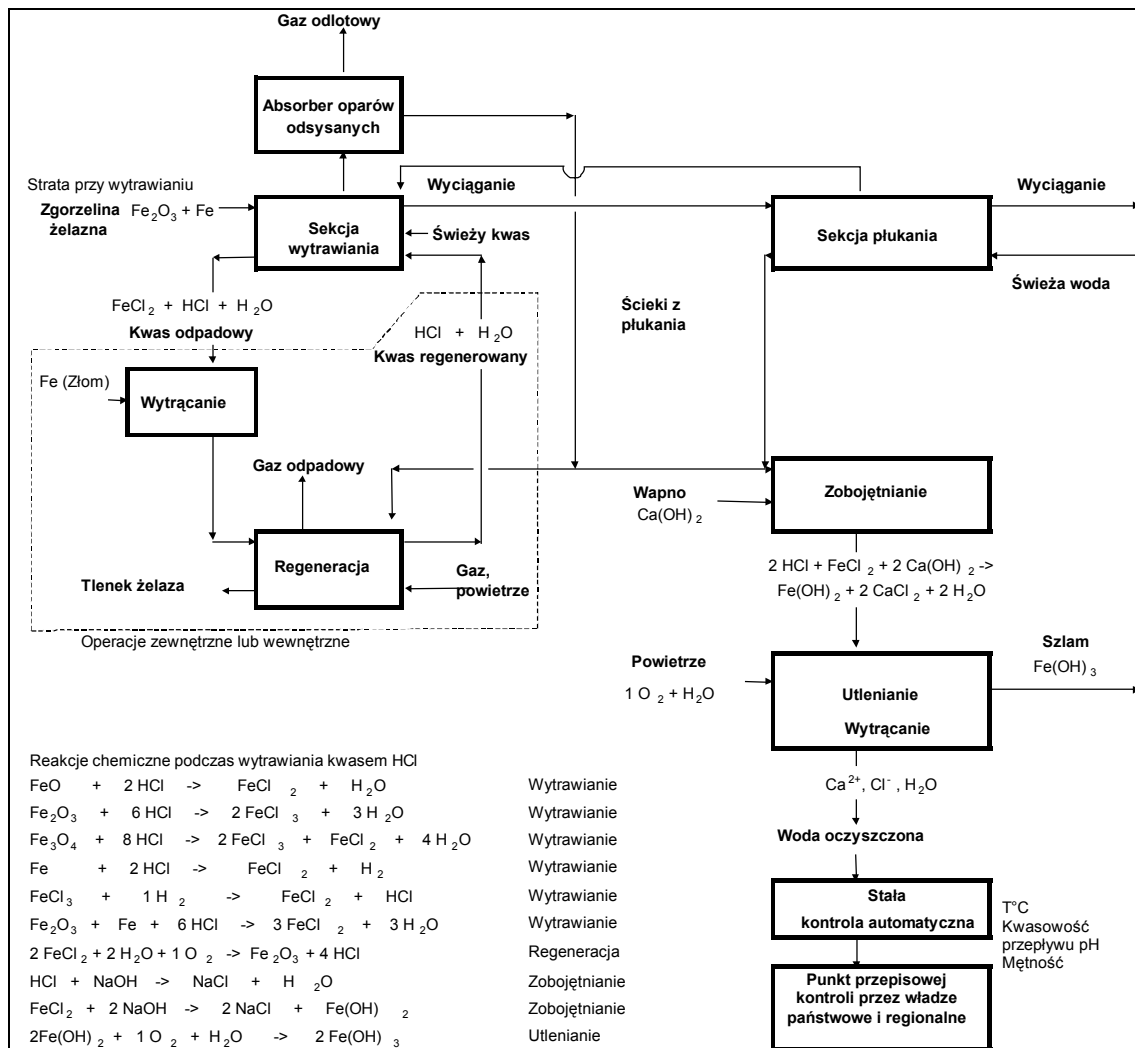
Emisje do powietrza, generowane przez wytrawianie, zależą częściowo od kwasu stosowanego do wytrawiania. Emisjami tymi są:

- Opary kwaśne z wanien do wytrawiania (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), wysyłane z wylotu komina wyciągu oparów z wanien do wytrawiania i z komina gazów odlotowych instalacji regeneracji kwasu.
- W przypadku wytrawiania mieszaniną kwasów: NO<sub>x</sub>, HF.
- Pył, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl z instalacji regeneracji.
- Emisje gazowe z urządzeń magazynowych. [EUROFER CR]

Kiedy dla gatunków stali nierdzewnej stosowane jest wstępne usuwanie zgorzeliny za pomocą wytrawiania elektrolitycznego z użyciem siarczanu sodowego, mogą powstawać ścieki i odpady (szlamy) zawierające chrom.

Wiele nowoczesnych linii wytrawiania pracuje w połączeniu z instalacjami do regeneracji kwasu. Dlatego niektóre dane zużycia i emisji, prezentowane dla indywidualnych procesów wytrawiania w następujących rozdziałach, zawierają proces regeneracji. Tam gdzie to było możliwe, dokonano rozróżnienia. Szczegółowe dane zużycia i emisji dla instalacji regeneracji i oczyszczania gazu odsysanego z wanien do trawienia są podane w odpowiednich rozdziałach dla technik do rozważenia przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT.

## A.3.2.2.1 Linia wytrawiania kwasem solnym i instalacja regeneracji



Rysunek A.3-5: Schemat technologiczny wytrawiania za pomocą HCl i regeneracji kwasu  
[EUROFER CR]

Wejście / Poziom zużycia		
Taśma walcowana na gorąco	1,01 – 1,05	t/t
<b>Srodek trawiący:</b>		
HCl (33 %) z regeneracją	0,7 – 0,9 <sup>1</sup>	kg/t
HCl (33 %) bez regeneracji	12 – 17,5	kg/t
<b>Oleje antykorozyjne</b>	0,1 – 0,2	kg/t
<b>Energia:</b> Para do ogrzewania kąpielii	0,03 – 0,07	GJ/t
Energia elektryczna	0,015 – 0,08	GJ/t
Energia cieplna	0,04 – 0,1	GJ/t
<b>Woda przemysłowa + zdemineralizowana</b>	0,02 – 0,13	m <sup>3</sup> /t
<b>Woda chłodząca</b>	0,5 – 0,8	m <sup>3</sup> /t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
<b>Spaliny</b>	35 - 100 m <sup>3</sup> /t	
<b>Powietrze odpadowe</b>	50 - 400 m <sup>3</sup> /t	
<b>Spaliny z regeneracji kwasu</b> (Pył, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO/CO <sub>2</sub> , HCl, Cl)	24 - 38 m <sup>3</sup> /t	
<b>Gaz odsysany z wanien do wytrawiania</b>	25 - 400 m <sup>3</sup> /t	
Pył <sup>2</sup>	brak danych	< 5 - 20 mg/m <sup>3</sup>
HCl <sup>3</sup>	0,258 g/t	1 - 30 mg/m <sup>3</sup>
<b>HCl (20 %) zawracany</b>	23 - 40 kg/t	
<b>Ścieki<sup>4</sup></b> Zużyty roztwór potrawienny	0,025 – 0,07 m <sup>3</sup> /t	
<b>Placek ze szlamu</b>	0,043 – 1,2 kg/t	
<b>Szlam z wanien do wytrawiania</b>		
<b>Odpad zanieczyszczony olejem</b>		
<b>Tlenek żelaza (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</b>	4 - 12 <sup>5</sup> kg/t	
<b>Pył zawierający zgorzelinę</b> (zbierany przez system odpylania)		
<b>Złom z przedniego/tylnego końca taśmy</b>	30 kg/t	
Uwagi: Źródło danych [EUROFER CR]; Produkcja: 300000 - 2500000 t/r		
<sup>1</sup> Niemcy podawały zużycie świeżego HCl tak niskie jak 0,01 kg/t dla linii wytrawiania pracującej w obiegu zamkniętym [Com D]		
<sup>2</sup> [EUROFER CR] podaje 10 – 20 mg/Nm <sup>3</sup> , [Corus 31.8] podaje < 5 mg/Nm <sup>3</sup> .		
<sup>3</sup> [EUROFER CR] podaje poziomy emisji 10 – 20 mg/m <sup>3</sup> , [Studium WE] 1 - 145 mg/m <sup>3</sup> i 2 - 16 g/t a [EPA-453] osiągnięte poziomy 2,7 – 3,5 mg/m <sup>3</sup> , [EUROFER 6.9] podaje górny poziom 30 mg/Nm <sup>3</sup> jeśli wliczy się pomiary ciągłe.		
<sup>4</sup> W pewnych przypadkach bez regeneracji kwasu, ale redukcja wolnego kwasu za pomocą złomu, FeCl <sub>2</sub> (zużyta kąpiel): 19.4 kg/t jest sprzedawane do użytku wewnętrznego		
<sup>5</sup> Źródło: [Studium WE]		

**Tabela A.3-7: Poziomy zużycia i emisji dla wytrawialni stosujących HCL (łącznie z regeneracją)**

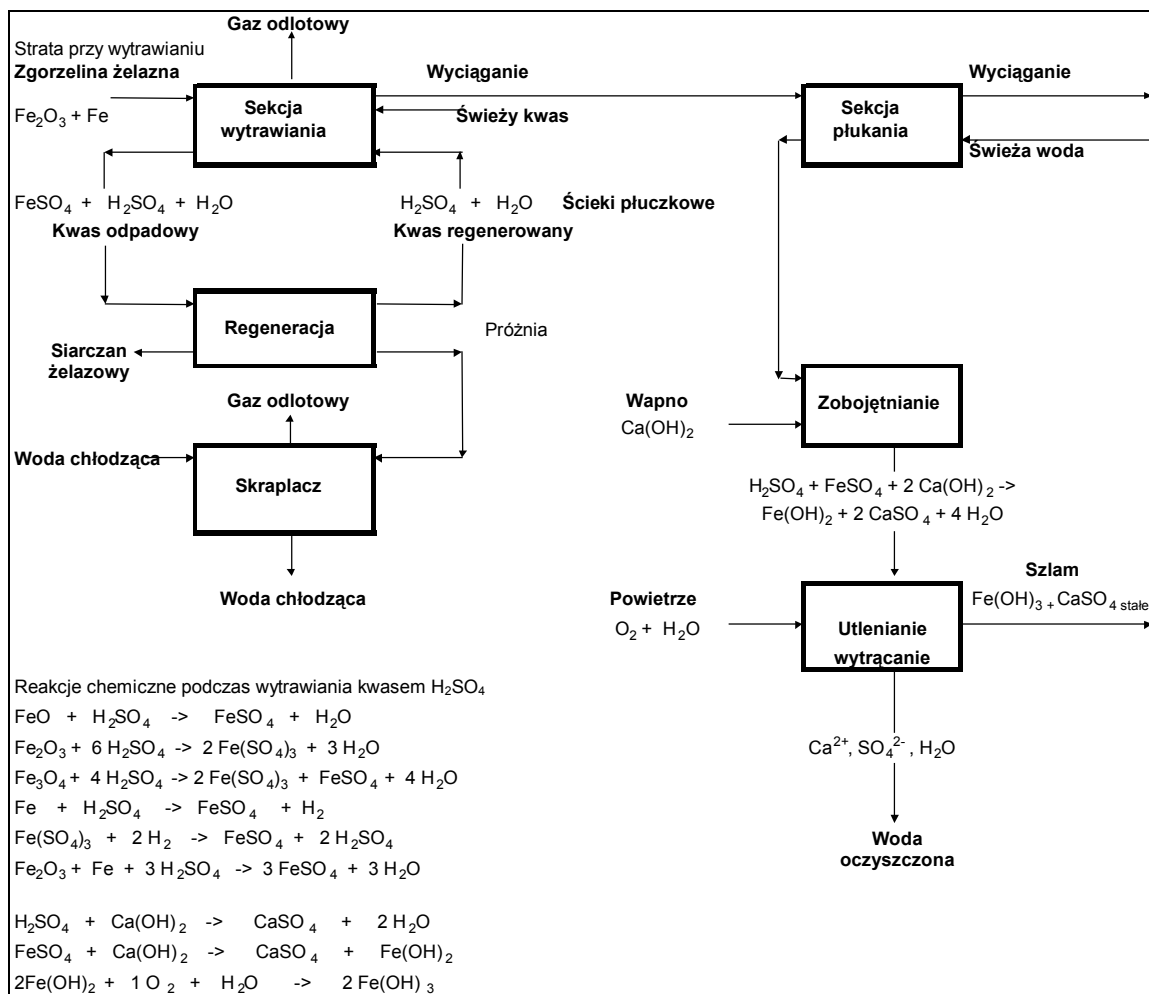
Kwaśna woda płuczkowa z wytrawialni może być stosowana jako woda płuczkowa dla płuczek wieżowych gazu i jako woda technologiczna w instalacji regeneracji. Jeśli kwaśna woda nie jest ponownie wykorzystywana ani w całości ani częściowo jako woda technologiczna, jest zobojętniana wapnem lub NaOH w instalacji zobojętniania, przed zrzucaniem. Szlam jest odwadniany w prasach filtracyjnych, a następnie usuwany. Wejście i wyjście zobojętniania, sedimentacja i filtracja, jak również stężenie zrzucanych zanieczyszczeń są podane w Tabeli A.3-8.

Chociaż kwaśne ścieki z płukania gazu i inne odpady kwaśne są często zobojętniane i szlam jest usuwany, to istnieją procesy, które pozwalają na zawracanie tych ścieków. Dla wytrawiania kwasem solnym raportowano możliwość pracy bezściekowej. [Com D]

<b>Wejście / Poziom zużycia</b>	
<b>Ścieki surowe</b>	0,025 – 0,07 m <sup>3</sup> /t
<b>Ca(OH)<sub>2</sub> (95 %)</b>	0,272 – 0,525 kg/t
<b>Poliekrolit</b>	0,22 g/t
<b>Powietrze</b>	0,259 kg/t
<b>Energia (elektryczna)</b>	1 MJ/t
<b>Wyjście / Poziom emisji</b>	
<b>Emisja jednostkowa</b>	
<b>Placek ze szlamu</b>	0,043 – 1,2 kg/t
<b>Ścieki</b>	0,025 – 0,07 m <sup>3</sup> /t
Zawiesina stała	2,86 g/t
Fe ogółem	0,114 g/t
Uwaga: źródło danych [EUROFER CR] <sup>1</sup> Wielkość redukcji w oparciu o przepływ masy składnika	

**Tabela A.3-8: Poziomy zużycia i emisji dla oczyszczania ścieków w wytrawialniach stosujących HCl**

### A.3.2.2.2 Linia wytrawiania kwasem siarkowym i instalacja regeneracji



**Rysunek A.3-6: Schemat technologiczny dla wytrawiania kwasem  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i dla regeneracji [EUROFER CR]**

Regeneracja roztworu potrąconego jest wykonywana wewnątrz zakładu lub poza zakładem. Rysunek A.3-6 przedstawia przepływ materiału dla linii wytrawiania kwasem  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z regeneracją (odzyskiem) kwasu.

Wejście / Poziom zużycia		
Taśma walcowana na gorąco	1,03 – 1,06	t/t
Środek trawiący: 96% kwas siarkowy	7 - 10	kg/t
Woda chłodząca	3,84	m <sup>3</sup> /t
Oleje antykorozyjne <sup>1</sup>	0,15 – 0,3	kg/t
<b>Energia:</b> energia cieplna/para do ogrzewania kąpielii energia elektryczna dla napędów	0,05 – 0,1 0,02 – 0,05	GJ/t GJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
FeSO <sub>4</sub> -heptawodzian (z regeneracji)	26 - 30	kg/t
Kwas zawracany (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20 %)	0 - 10	kg/t
Gaz odpadowy	100 - 150	m <sup>3</sup> /t
Gaz odsysany z wanien do wytrawiania	50 - 110	m <sup>3</sup> /t
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,05 – 0,1	g/t
	SO <sub>2</sub> 0,4 - 1	g/t
		1 - 2 mg/m <sup>3</sup> 8 - 20 mg/m <sup>3</sup>
Gaz odsysany z regeneracji kwasu (SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	70 - 90	m <sup>3</sup> /t
Ścieki	0,2 – 0,5	m <sup>3</sup> /t
Odpady zanieczyszczone olejem	4 - 8 E - 5	m <sup>3</sup> /t
Placek ze szlamu <sup>3</sup>	0,06 – 0,2	kg/t
Pył ze zgorzeli (zbierany przez system odpylania)		
Złom (z okrawania taśm i obcinania przedniego/tylnego końca kręgów)	37 - 45	kg/t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]; Produkcja: 900000 - 1500000 t/r		
<sup>1</sup> Czasami olej walcowniczy		
<sup>2</sup> Odpady = pył + szlam		

**Tabela A.3-9: Poziomy zużycia i emisji dla wytrawialni stosujących H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (łącznie z regeneracją)**

W przypadku, kiedy woda chłodząca ze skraplacza (regeneracja kwasu) i kwaśna woda płuczkowa z wytrawialni muszą być zrzucone, zubożenie się je najczęściej za pomocą wapna lub NaOH. Szlam jest odwadniany w procesach filtracyjnych i usuwany. Wejście i wyjście neutralizacji, sedymentacja i filtracja, jak również stężenie zrzucanych zanieczyszczeń podano w tabeli A.3-10.

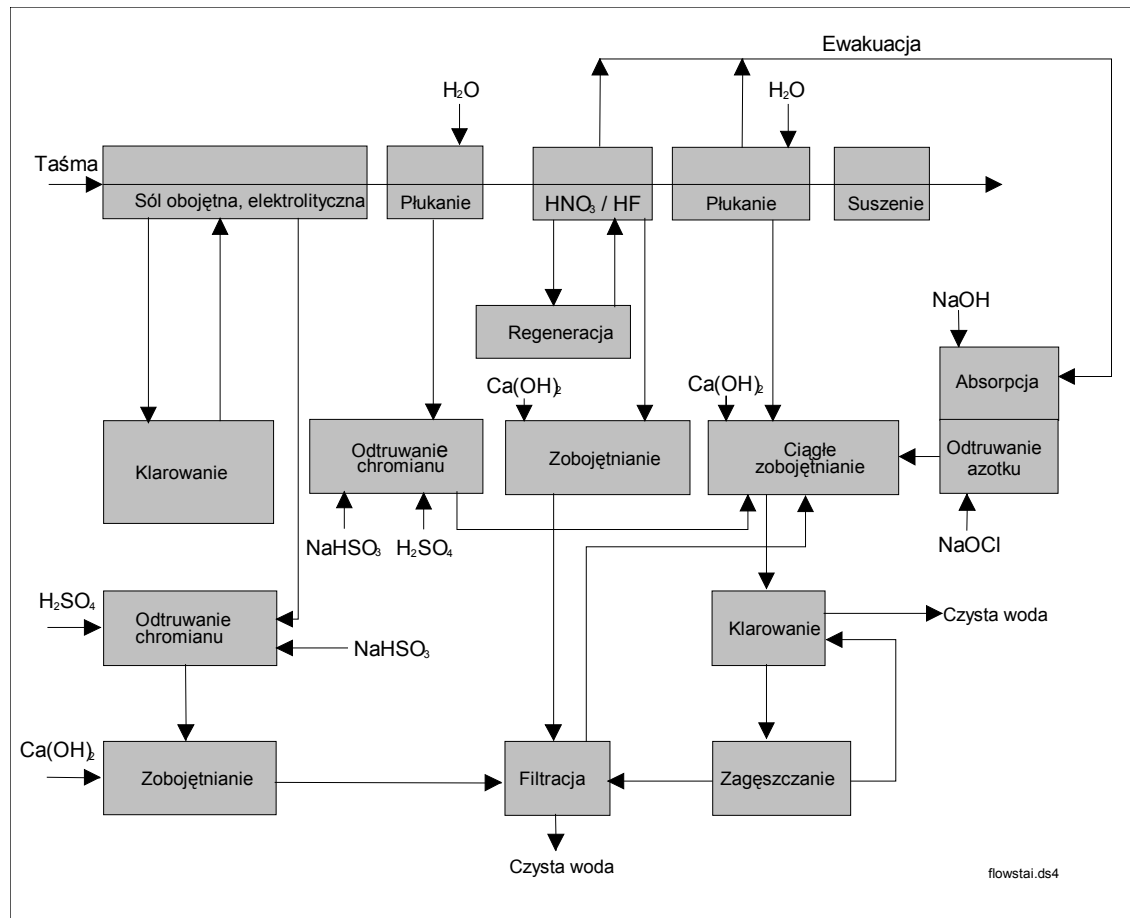


Wejście / Poziom zużycia	
Ścieki surowe	0,315 m <sup>3</sup> /t
Ca(OH) <sub>2</sub>	kg/t
Polielektrolit	g/t
Powietrze	kg/t
Energia (elektryczna)	1 MJ/t
Wyjście / Poziom emisji	
	Emisja jednostkowa
Placek ze szlamu	kg/t
Ścieki	0,315 m <sup>3</sup> /t
	Zawiesina stała 16 - 20 g/t
	Fe ogółem 0,3 - 0,5 g/t
Uwaga: źródło danych [EUROFER CR] <sup>1</sup> Wielkość redukcji w oparciu o przepływ masy składnika	

Tabela A.3-10: Poziomy zużycia i emisji dla oczyszczania ścieków w wytrawialniach stosujących H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### A.3.2.2.3 Linia wytrawiania mieszaniną kwasów (HNO<sub>3</sub>-HF) i odzysku kwasu

Rysunek A.3-7 przedstawia przepływ materiału dla wytrawiania mieszaniną kwasów w połączeniu z odzyskiem kwasu.



Rysunek A.3-7: Schemat technologiczny dla wytrawiania stali nierdzewnej mieszaniną kwasów HNO<sub>3</sub>-HF (łącznie z odzyskiem kwasu) [DFIU]

Wejście / Poziom zużycia			
<b>Taśma wyżarzana</b>			
<b>Śrutowanie</b> <sup>1</sup>	1.5 - 3	kg/t	
<b>Kwas azotowy (HNO<sub>3</sub> 70 %)</b>	3 - 10	kg/t	
<b>Kwas fluorowodorowy (HF 70 %)</b>	2,5 - 7,5	kg/t	
<b>Nadtlenek wodoru (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35 %)</b>	3 - 10	kg/t	
<b>Woda</b>			
<b>Energia: para wodna (ogrzewanie kwasu)</b>	0,1 - 0,3	GJ/t	
Wyjście / Poziom emisji			
	Emisja jednostkowa		Stężenie
<b>Tlenek metalu i/lub cząsteczki zgorzeliny, fragmenty śrutu</b>			
<b>Gaz odsysany z mechanicznego usuwania zgorzeliny</b>	350 - 450	m <sup>3</sup> /t	
<b>Pył</b>	10 - 20	g/t	< 1 - 25 <sup>2</sup> mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Zgorzelina</b>			
<b>Zużyta kąpiel trawiąca/mieszanina kwasów</b>			
<b>Szlam</b>			
<b>Szlam z oczyszczania kwasu</b>			
<b>Gaz odsysany z wytrawialni:</b> <sup>a</sup>			
HF	0,2 - 3,4	g/t	0,2 - 17 <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	3 - 4000	g/t	3 - (~1000) mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	1	g/t	1 - 10 mg/m <sup>3</sup>
<b>Ścieki</b> <sup>4</sup>	1,0 - 9,0	m <sup>3</sup> /t	
<b>Woda z neutralizacji (metale, zawiesina stała)</b>			
<b>Emisje gazowe ze składowania</b>			

Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], z wyjątkiem a: [Studium WE]  
<sup>1</sup> Śrutowanie jest stosowane tylko dla taśmy gorącej (śrutowanie I)  
<sup>2</sup> 15 - 25 mg/Nm<sup>3</sup> źródło [EUROFER CR]; < 1 - 4,5 mg/Nm<sup>3</sup> źródło [FIN 28.3]  
<sup>3</sup> Zakres przytaczany z [EUROFER CR] 350 - 600 mg/Nm<sup>3</sup> z zastosowaniem wtryskiwania nadtlenu wodoru i absorbera wyciągowego oparów z wanny do wytrawiania.  
<sup>4</sup> Zrzucające do oczyszczalni ścieków

**Tabela A.3-11: Poziomy zużycia i emisji dla wytrawiania mieszaniną kwasów i w połączeniu z odzyskiem**

### A.3.2.3 Walcowanie na zimno

#### A.3.2.3.1 Stal niskostopowa

##### Walcarka tandem (posobna)

Olej walcowniczy (łącznie z dodatkami według potrzeby) i woda zdemineralizowana lub woda równoważna są stosowane do przygotowania emulsji walcowniczej. Podstawowymi olejami są zazwyczaj naftenowe i parafinowe frakcje oleju mineralnego lub tłuste oleje roślinne. Dla sporządzenia emulsji oleju w wodzie dodawane są emulgatory anionowe i niejonowe. Stężenie oleju w emulsji może wynosić od 1 do 25 %. Aby zmniejszyć tarcie i zużycie oleje mineralne są zastępowane przez produkty syntetyczne zawierające dodatkowo inhibitory korozji, środki przeciwpieniące i środki zapobiegające degradacji biologicznej. Normalne zużycie chłodziwa/smaru mieści się w zakresie pomiędzy 1800 i 3000 m<sup>3</sup>/h. Energia jest potrzebna na kłatkach walcowniczych, dla gospodarki emulsyjnej, hydraulicznej i olejowej dla napędów, wentylatorów, pomp itd. Zużycie energii elektrycznej zależy od

gatunku walcowanej stali, całkowitej redukcji przekroju i końcowej grubości wyrobu walcowanego na zimno. Ponadto energia w postaci pary wodnej może być potrzebna do ogrzewania emulsji (jeśli to konieczne). Zużycie oleju zależy od średniej końcowej grubości wyrobu walcowanego na zimno.

Operacje walcowania na zimno dają w wyniku generowanie ścieków, które są oczyszczane w instalacjach rozdzielania emulsji. Ścieki mogą zawierać olej i zawiesinę stałą. Olej i szlam olejowy wytwarzany jest przez instalacje rozdzielania emulsji lub przez absorber powietrza odsysanego z klatki walcowniczej. Mogą występować również emisje pyłu (pochodzącego ze ścierania walców lub pyłu żelaznego), które są zbierane przez systemy odpylania.

Wejście / Poziom zużycia		
<b>Trawiona taśma stalowa</b>	1,002 – 1,032	t/t
<b>Woda chłodząca</b>	5 – 6,5 (0,5) <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /t m <sup>3</sup> /t
<b>(Woda rzeczna, woda miękka, NaOH, inhibitor)</b> dla systemu wody chłodzącej		
<b>Woda przemysłowa + woda zdemineralizowana</b>	0,014 – 0,04	m <sup>3</sup> /t
<b>Olej walcowniczy<sup>1</sup></b>	0,3 – 2,0	kg/t
<b>Inne oleje (hydrauliczny, Morgoil...)</b>		
<b>Energia:</b>		
Para wodna	0,01 – 0,03	GJ/t
Elektryczna	0,2 – 0,3	GJ/t
Ciepła	0,001 – 0,036	GJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
<b>Woda chłodząca</b>	5 – 6,5 (0,5) <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /t m <sup>3</sup> /t
<b>Ścieki</b>	0,003 – 0,015	m <sup>3</sup> /t
<b>Powietrze odpadowe</b>	1800 - 2000	m <sup>3</sup> /t
<b>Emisje do powietrza:</b>		
<b>Pył</b>	96	g/t
<b>Węglowodory</b>	7	g/t
<b>Olej<sup>a</sup></b>	0,6 - (~ 150) <sup>3</sup> Ø 19,7	g/t g/t
		10 - 50 5 - 20 0,1 - 15 (34) <sup>4</sup> mg/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>
<b>Odpady zanieczyszczone olejem (usuwane)</b>	0,2	g/t
<b>Emulsja (zawracana wewnątrznie)</b>	5000 - 13200	kg/t
<b>Placek ze szlamu</b>	0,9 – 1,5	kg/t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], wyjątek: a [Studium WE]; Produkcja: 1600000 - 3100000 t/r		
<sup>1</sup> Zużycie oleju walcowniczego w linii wytrawiania jest również uwzględnione		
<sup>2</sup> Woda obiegowa		
<sup>3</sup> Z wykresu [Studium WE]		
<sup>4</sup> Jedna wartość krańcowa		

**Tabela A.3-12: Poziomy zużycia i emisji dla walcarek tandem z systemem emulsyjnym**

## Walcarka nawrotna

Wejście / Poziom zużycia		
Trawiona taśma stalowa	1,002	t/t
Woda chłodząca	3,2 – 3,5	m <sup>3</sup> /t
Woda przemysłowa + woda zdemineralizowana	0,02 – 0,06	m <sup>3</sup> /t
Olej walcowniczy	0,1 – 0,11	kg/t
Energia:		
Elektryczna	240 - 245	MJ/t
Ciepła	0,023 – 0,024	MJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Powietrze odpadowe	180 - 850	m <sup>3</sup> /t
Emisje do powietrza	Węglowodory	8,4 – 10,1 g/t
	Olej <sup>a</sup>	0,4 - (~ 150) <sup>1</sup> g/t
		Ø 10,8 g/t
Ścieki	0,06 – 0,07	m <sup>3</sup> /t
Placek ze szlamu (usuwany)	1,9 – 2,0	kg/t
Emulsja (zawracanie wewnętrzne)	8,5 – 9,0	m <sup>3</sup> /t
Złom, obcinki, itd.		
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], wyjątek: a [Studium WE]; Produkcja: 250000 - 550000 t/r		
<sup>1</sup> Z wykresu [Studium WE]		

Tabela A.3-13: Poziomy zużycia i emisji z walcarek nawrotnych

## A.3.2.3.2 Stal wysokostopowa/Walcarka nawrotna

Jako olej walcowniczy stosowany jest zazwyczaj olej mineralny zawierający dodatki. Energia jest stosowana na klatkach walcowniczych i w obwodach olejowych dla napędów, wentylatorów, pomp itd. W operacjach oczyszczania ulegają zanieczyszczeniu olejem materiały filtracyjne (cząsteczki z zużycia walców, pył i cząsteczki z taśmy stalowej). Odzyskiwany jest olej z systemu filtracyjnego odsysanych gazów. [EUROFER CR]

Wejście / Poziom zużycia		
Taśma wyżarzana ze stali nierdzewnej	1,01 – 1,03	t/t
Woda chłodząca (obiegowa)	20 -35	m <sup>3</sup> /t
Olej (mineralny)	1,5 – 6,0	l/t
Media filtracyjne oleju	1 - 2	kg/t
Energia: elektryczna	0,6 – 0,8	GJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Powietrze odpadowe (absorber powietrza odsysanego z klatki walcowniczej)	Olej	3000 - 12000 m <sup>3</sup> /t
	Olej <sup>a</sup>	50 – 80 g/t
		3 - (~150) <sup>1</sup> g/t
		Ø 91,7 g/t
Odpadowe materiały filtracyjne zanieczyszczone olejem	1,8 – 2,8	kg/t
Ścieki (zawiesina stała, sole żelaza i metali stopowych, ślady oleju)		
Złom, obcinki, itd.		
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], z wyjątkiem a [Studium WE]; Produkcja: 40000 - 150000 t/r		
<sup>1</sup> Z wykresu [Studium WE]		

Tabela A.3-14: Poziomy zużycia i emisji dla walcarek nawrotnych

### A.3.2.4 Wyżarzanie stali niskostopowej i stopowej

#### A.3.2.4.1 Wyżarzanie partiami

##### Odtłuszczanie/Odtłuszczanie elektrolityczne

Wejście / Poziom zużycia		
<b>Alkaliczne środki czyszczące/środki piorące:</b> (soda kaustyczna, soda amoniakalna, krzemiany alkaliczne, fosforany)		
<b>Woda</b>		
<b>Energia</b>		
Wyjście / Poziom emisji		
<b>Ścieki:</b> (zawierające zawiesinę stałą, olej zametalizowany)		
<b>Opary alkaliczne</b>		

Tabela A.3-15: Poziomy zużycia i emisji z odtłuszczania

#### Wyżarzanie

Energia elektryczna jest potrzebna dla napędów, itd. i ogrzewania; mieszanka gazowa (gaz koksowniczy/gaz wielkopiecowy) dla pieców kołpakowych z atmosferą wodorowo-azotową i gaz ziemny lub gaz płynny (LPG) dla pieców kołpakowych z wysoką konwekcją wodoru gazowego. Dla atmosfery ochronnej pieców potrzebny jest gaz obojętny, typowo azot z 3-7% wodoru lub alternatywnie 100% wodoru.

Wejście / Poziom zużycia		
<b>Taśma walcowana na zimno</b>	1 – 1,01 t/t	
<b>Energia:</b>		
Elektryczna	0,06 – 0,12	GJ/t
Ciepła	0,62 – 0,75	GJ/t
<b>Woda chłodząca</b>	5 - 10 m <sup>3</sup> /t	
<b>Gaz obojętny (H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>)</b>		
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
<b>Woda chłodząca</b>	5 - 10 m <sup>3</sup> /t	
<b>Odpady zawierające olej (usuwane)</b>	2,04 E -4 m <sup>3</sup> /t	
<b>Gaz odpadowy</b>	200 - 250 m <sup>3</sup> /t	
<b>Emisje do powietrza: <sup>a</sup></b>		
<b>SO<sub>2</sub></b>	Rev: (~0) - (~2) <sup>1</sup> g/t	
	Cont: (~0) <sup>1</sup> - 41 <sup>2</sup> g/t	
<b>NOx</b>	Rev: (~9) - (~900) <sup>1</sup> g/t	
	Cont: (~0,5) - (~250) <sup>1</sup> g/t	
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], z wyjątkiem a [Studium WE]; Produkcja: 175000 - 1500000 t/r		
Rev = walcarki nawrotne, bez rozróżnienia wyżarzanie partiami/wyżarzanie ciągle		
Cont = walcarki ciągłe, bez rozróżnienia na wyżarzanie partiami/wyżarzanie ciągle		
<sup>1</sup> z wykresu [Studium WE]		
<sup>2</sup> jedna wartość krańcowa: 194.4 g/t		

Tabela A.3-16: Poziomy zużycia i emisji z wyżarzania partiami

### A.3.2.4.2 Wyżarzanie ciągle (przelotowe)

Do alkalicznego i elektrolitycznego oczyszczania wstępnego potrzebne są chemikalia. Ponadto zużywane są mokre środki do walcowania wygładzającego dla przepustów wstępnych i oleje antykorozyjne. Zazwyczaj do nagrzewania taśmy stosowany jest gaz ziemny, inne gazy zakładowe (gaz koksowniczy, wielkopieczowy) lub gaz płynny (LPG). Dla ochrony powierzchni przed utlenianiem stosowany jest gaz obojętny (azot z typowo 5% wodoru lub alternatywnie 100% wodoru).

W ciągłym wyżarzaniu produkowane są głównie ścieki (olej, zawiesina stała, chemiczne zapotrzebowanie tlenu) i gaz odlotowy z pieców do wyżarzania (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>).

Wejście / Poziom zużycia		
<b>Taśma walcowana na zimno</b>	1,007 – 1,030 t/t	
<b>Chemikalia do wstępnego oczyszczania alkaliczno/ elektrolitycznego</b>		
<b>Energia:</b>		
Elektryczna	0,173 – 0,239	GJ/t
Ciepłna	0,775 – 1,483	GJ/t
Para wodna	0,119	GJ/t
<b>Woda chłodząca</b>	23,529	m <sup>3</sup> /t
<b>Gaz obojętny (azot/wodór)</b>		
<b>Mokry środek do walcowania wygładzającego (dla przepustu wstępnego, blacha elektryczna)</b>		
<b>Oleje antykorozyjne</b>		
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
<b>Gaz odpadowy z pieca do wyżarzania:</b>	350 - 400	m <sup>3</sup> /t
<b>Emisje do powietrza: <sup>a</sup></b>	Rev: ~0) - (~2) <sup>1</sup>	g/t
<b>SO<sub>2</sub></b>	Cont: (~0) <sup>1</sup> - 41 <sup>2</sup>	g/t
<b>NO<sub>x</sub></b>	Rev: (~9) - (~900) <sup>1</sup>	g/t
	Cont: (~0,5) - (~250) <sup>1</sup>	g/t
<b>Ciepło odpadowe (para, może być odzyskiwane)</b>	0,037 – 0,078	GJ/t
<b>Ścieki (olej, zawiesina stała...)</b>	0,118	
<b>Woda chłodząca</b>		
<b>Placek ze szlamu (usuwany)</b>	0,018 – 0,47	kg/t
<b>Pył zawierający zgorzelinę</b>		
<b>Szlam olejowy z oczyszczania wstępnego</b>		
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], z wyjątkiem a [Studium WE]; Produkcja: 600000 t/r Rev = walcarki nawrotne, bez rozróżnienia na wyżarzanie partiami/wyżarzanie ciągle Cont = walcarki ciągłe, bez rozróżnienia na wyżarzanie partiami/wyżarzanie ciągle <sup>1</sup> z wykresu [Studium WE] <sup>2</sup> jedna wartość krańcowa: 194.4 g/t		

Tabela A.3-17: Poziomy zużycia i emisji dla wyżarzania ciągłego

### A.3.2.5 Wyżarzanie i wytrawianie stali wysokostopowej

Tabela A.3-18 przedstawia dane zużycia i emisji dla pieców przelotowych do wyżarzania taśmy walcowanej na gorąco.

Wejście / Poziom zużycia		
Taśma walcowana na gorąco	1,01 – 1,02	t/t
Woda przemysłowa + woda zdemineralizowana	0,015 – 0,55	m <sup>3</sup> /t
Woda chłodząca	0,15 – 1,1	m <sup>3</sup> /t
<b>Energia:</b>		
Elektryczna	0,3 – 0,4	GJ/t
Ciepła (gaz)	1,0 – 1,5	GJ/t
Para wodna	0,06 – 0,13	MJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Gaz odpadowy	550 – 1000	m <sup>3</sup> /t
Emisje do powietrza: <sup>a</sup>	SO <sub>2</sub>	0 - (~30) <sup>1</sup> g/t
	NO <sub>x</sub>	0,1 - (~1500) <sup>1,2</sup> g/t
Ścieki	0,4 – 0,5	m <sup>3</sup> /t
Placek ze szlamu	2,0 – 15,0	kg/t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR], z wyjątkiem a [Studium WE]; Produkcja: 56000 - 550000 t/r		
<sup>1</sup> z wykresu [Studium WE]		
<sup>2</sup> jedna wartość krańcowa: 3820 g/t		

**Tabela A.3-18: Poziomy zużycia i emisji z przelotowych pieców do wyżarzania ciągłego**

Stale wysokostopowe są najczęściej obrabiane w kombinowanych liniach wyżarzania i wytrawiania. Ilość potrzebnego kwasu trawiącego zależy od wielkości taśmy (powierzchnia, objętość) i grubości warstwy zgorzeli. Zużycie kwasu zależy również od tego, czy przetwarzana jest taśma gorąca, czy materiał walcowany na zimno.

Zapotrzebowania energii są następujące: gaz ziemny i gaz płynny (LPG) dla pieców do wyżarzania, para wodna dla ogrzewania kąpieli trawiącej i energia elektryczna dla napędów, wentylatorów, pomp itd.

Emisje dotyczą głównie ścieków z instalacji neutralizacyjnych (metale, zawiesina stała), gazu odlotowego z pieców (produkty spalania: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), gaz odlotowy z płuczek wieżowych oparów z instalacji do wytrawiania (zawierający NO<sub>x</sub>, HF) i gaz odlotowy z systemu mechanicznego usuwania zgorzeli (pył). [EUROFER CR]

Tabela A.3-19 podaje zużycie i emisję z kombinowanych linii wytrawiania i wyżarzania.

Wejście / Poziom zużycia		
Taśma ze stali nierdzewnej (taśma gorąca lub walcowana na zimno)	1,03 – 1,08	t/t
Śrut <sup>1</sup>	1,5 - 3	kg/t
Woda chłodząca (obiegowa)	10 - 20	m <sup>3</sup> /t
Kwas azotowy (HNO <sub>3</sub> 70 %)	3 - 10	kg/t
Kwas fluorowodorowy (HF 70 %)	2,5 – 7,5	kg/t
Nadtlenek wodoru (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 35 %)	3 – 10	kg/t
Sprężone powietrze		
Energia <sup>1</sup> :		
Elektryczna	0,15 – 0,30	GJ/t
Ciepłna (gaz ziemny)	0,7 – 1,8	GJ/t
Para wodna (ogrzewanie kwasu)	0,1 – 0,3	GJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Zgorzelina/Pył ze śrutowania		
Gaz odlotowy z mechanicznego usuwania zgorzeliny/pył	350 – 450 m <sup>3</sup> /t	
Ścieki zrzucane do oczyszczalni ścieków	1,0 – 9,0 m <sup>3</sup> /t	
Zużyta kąpiel trawiąca/mieszanina kwasów		
Gaz odlotowy z płuczki oparów z instalacji wytrawiania		
Gaz odlotowy:		
Emisje z pieca do powietrza: <sup>a</sup>		
SO <sub>2</sub>	0 - (~30) <sup>2</sup>	g/t
NO <sub>x</sub>	0,1 - (~1500) <sup>2,3</sup>	g/t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]; Produkcja: 30000 – 300000 t/r		
<sup>1</sup> śrutowanie jest przeprowadzane tylko na taśmie gorącej (wytrawianie I)		
<sup>2</sup> z wykresu [Stadium WE]		
<sup>3</sup> jedna wartość krańcowa: 3820 g/t		

Tabela A.3-19: Poziomy zużycia i emisji z wytrawiania i wyżarzania stali wysokostopowej

### A.3.2.6 Wyglądanie (stal niskostopowa/wysokostopowa)

Podczas operacji walcowania stosowane są zazwyczaj 5% roztwory mokrych środków dla walcowania wygładzającego, które mogą być na bazie azotków. Energia potrzebna jest w formie gorącej wody i energii elektrycznej dla klatki walcowniczej, dla hydrauliki, itd.



Wejście / Poziom zużycia			
Taśma wyżarzana	1,01 – 1,03	t/t	
Woda przemysłowa i woda zdemineralizowana	0,002 – 0,004	m <sup>3</sup> /t	
Woda chłodząca	1,0 – 4,0	m <sup>3</sup> /t	
Energia elektryczna	0,02 – 0,15	GJ/t	
Koncentrat płynu wygładzającego	0,11- 3	kg/t	
Olej antykorozyjny	0,04 – 0,05	kg/t	
Wyjście / Poziom emisji			
	Emisja jednostkowa		Stężenie
Powietrze odpadowe	1 - 100	m <sup>3</sup> /t	
Ścieki	0,002 - 0,004	m <sup>3</sup> /t	
Odpady zanieczyszczone olejem <sup>1</sup>	6 – 7,5 E -5	m <sup>3</sup> /t	
Wygładzanie <sup>2</sup> /Płyn chłodzący			
Placek ze szlamu <sup>2</sup>	2,0 – 4,0	kg/t	
Olej przeciekowy	4 - 5 E -5	m <sup>3</sup> /t	
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]; Produkcja: 300000 - 1000000 t/a			
<sup>1</sup> Usuwany zewnętrznie			
<sup>2</sup> Zawracany wewnętrznie			

Tabela A.3-20: Poziomy zużycia i emisji z wygładzania

### A.3.2.7 Wykańczanie (cięcie, kontrola, pakowanie)

Wejście / Poziom zużycia			
Woda chłodząca	0,5 – 0,7	m <sup>3</sup> /t	
Olej antykorozyjny	0,2 – 0,4	kg/t	
Tusz do znakowania	0,5 - 80	g/t	
Folia (przezroczysta)	80 -90	g/t	
Papier (niebieski)	9 - 80	g/t	
Papier VCI	1,5 – 1,7	g/t	
Taśmy FLEX	0,05 – 0,06	m <sup>2</sup> /t	
Drewno	950 - 1050	g/t	
Energia elektryczna	0,02 – 0,04	GJ/t	
Wyjście odpadów / Poziom emisji			
	Emisja jednostkowa		Stężenie
Odpad zanieczyszczony olejem	1,4 – 1,6 E -4	m <sup>3</sup> /t	
Złom	25 - 40	kg/t	
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]			

Tabela A.3-21: Poziomy zużycia i emisji z operacji wykańczania

### A.3.2.8 Warsztat walców

Głównym wejściem dla warsztatu walców jest woda i ciecz chłodząco-smarująca dla szlifowania do przygotowania świeżych emulsji. Wyjście wynikające ze szlifowania: zużyte emulsje szlifierskie i szlam ze szlifowania. [EUROFER CR]

Wejście / Poziom zużycia		
Woda chłodząca (woda obiegowa)		m <sup>3</sup> /t
Emulsja szlifierska (świeża)	0,4 - 80	g/t
Śrut (do obróbki śrutowaniem)	40 - 50	g/t
Koncentrat oleju rozpuszczalnego	5 - 6	g/t
Sól chromowa (PRETEX)	2 - 3	g/t
Kondensat dla kwasu chromowego (PRETEX)	140 - 160	g/t
Wyjście odpadów / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Gaz odpadowy <sup>1</sup>	25 - 70 m <sup>3</sup> /t	< 1 mg/m <sup>3</sup>
		< 0,1 mg/m <sup>3</sup>
Szlam ze szlifowania	0,1 - 0,2 kg/t	
Odpady ze ściernic	0,9 - 1,0 g/t	
Zużyta (odpadowa) emulsja	0,035 - 0,08 kg/t	
Odpady zanieczyszczone olejem	1,5 - 2,0 E -4 m <sup>3</sup> /t	
Pył ze śrutowania	40 - 50 g/t	
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]		
<sup>1</sup> Instalacja chromowania		
<sup>2</sup> Taśma walcowana na zimno jest stosowana jako wartość odniesienia dla danych jednostkowego zużycia		

Tabela A.3-22: Poziomy zużycia i emisji z warsztatu walców

### A.3.2.9 Gospodarka płynami hydraulicznymi i smarami

W kilku miejscach walcowni zimnej pracują systemy hydrauliczne i urządzenia smarowane olejem i smarem stałym. Systemy te są najczęściej umieszczane w olejoszczelnych piwnicach lub zbiornikach ażeby uniemożliwić olejowi przenikanie do wody lub gleby w przypadku przecieku.

Wejście / Poziom zużycia		
Woda chłodząca	9,0 - 10	m <sup>3</sup> /t
Woda zdeminielizowana	0,05 - 0,12	m <sup>3</sup> /t
Smar stały, olej, olej hydrauliczny	1,5 - 1,8	kg/t
Olej walcowniczy	0,45 - 2,2	kg/t
Oleje hydrauliczne + smarowe	0,2 - 0,9	kg/t
Energia:		
Elektryczna	0,2 - 0,45	GJ/t
Para wodna	0,04 - 0,05	GJ/t
Wyjście odpadów / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	
Odpad (usuwany)		
Zużyty olej + woda + odrzuty	3,0 - 50	kg/t
Zużyty olej + woda	3,2 - 3,5	kg/t
Ścieki	0,05 - 0,12	m <sup>3</sup> /t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]		

Tabela A.3-23: Poziomy zużycia i emisji z systemów płynu hydraulicznego i smaru

### A.3.2.10 Oczyszczalnia ścieków walcowni zimnej

Następujące dane dotyczą zrzucania wody z walcowni jako całości, ponieważ w dostępnych danych nie rozróżnia się różnych źródeł ścieków.

	Walcarka ciągła	Walcarka nawrotna	Walcarka nawrotna
--	-----------------	-------------------	-------------------

	Stal węglowa	Stal węglowa	Stal nierdzewna
<b>Jednostkowy zrzut ścieków</b>	0 - 40 m <sup>3</sup> /t	0 - 6 m <sup>3</sup> /t	(~0) - 35 m <sup>3</sup> /t
<b>Zrzut ścieków z oczyszczalni ścieków</b> (z wyłączeniem chłodzenia w obiegu otwartym)	0 - 12 m <sup>3</sup> /t		
<b>Zawiesina stała ogółem</b> <sup>1</sup>	7 - 120 mg/l 2,7 - 520 g/t	(~0) - 2210 mg/l (~0) - (~160) g/t	0 - 60 mg/l 0 - (~180) g/t
<b>Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (COD)</b> <sup>1</sup>	19 - 5300 mg/l 5 - 220 g/t	15 - 100 mg/l 10 - 80 g/t	10 - 2000 mg/l 10 - 275 g/t
Uwaga: Źródło danych [Studium WE] <sup>1</sup> Jednostka zmieniona z mg/m <sup>3</sup> na mg/l			

Tabela A.3-24: Zrzut ścieków z walcowni zimnych

### A.3.2.11 Odpady i zwracanie do obiegu

Tabela A.3-25 oprócz informacji na temat wytwarzania odpadów dla indywidualnego podprocesu przedstawia przegląd odpadów generowanych ogółem przez operacje walcowania na zimno i możliwości wykorzystania tych odpadów. Za bazę odniesienia wybrano walcownię gorącą jako całość, ponieważ w szeregu przypadków nie jest możliwe wyraźne rozróżnienie źródeł odpadów i przypisanie ilości odpadów do indywidualnych stopni przetwarzania.

Rodzaj odpadu/źródło	Średnia masa jednostkowa [kg/t]	Raportowany odpad <sup>1</sup> [t] (Produkcja stali) <sup>2</sup>	A.3.2.11.1.1 Wykorzystanie	Procent <sup>3</sup>
Szlamy z odzysku oleju	1	13150 (14 Mt)	Zawracanie w zakładzie Zewnętrznie stosowane <sup>4</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	50,3 33,7 3,6 12,4
Szlamy z regeneracji kwasu	4,2	36200 (8,5 Mt)	Zawracanie w zakładzie <sup>6</sup> Zewnętrznie stosowane <sup>7</sup> Sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	9,8 9,4 46,0 35,0
Szlamy z oczyszczania ścieków	3,3	114000 (19,9 Mt)	Zawracanie w zakładzie Zewnętrznie stosowane lub sprzedaż <sup>5</sup> Hałda	32,5 1 66,5
Suchy pył z urządzeń oczyszczania powietrza Walcowanie stali nierdzewnej	5,4	8200 (1,5 Mt)	Zawracanie w zakładzie Zewnętrznie stosowany <sup>5</sup> Hałda	38,5 42 19,5
Olej, emulsja, smar stały	1,3	17700 (8,7 Mt)	Zawracanie Zewnętrzne spopielanie Hałda	42,8 34,4 22,8
Materiały ogniotrwale z wyburzenia		60	Zewnętrznie stosowane <sup>5</sup> Hałda	66 34

Uwaga: dane oparte na [Studium WE]; podane liczby odnoszą się do materiału suchego

<sup>1</sup> Przedłożone jako odpowiedź na kwestionariusz UE.

<sup>2</sup> Produkcja stali firm, które dostarczyły informację na temat wykorzystania.

<sup>3</sup> Procent odnosi się do masy podanej w odpowiedzi na pytanie kwestionariusza.

<sup>4</sup> 56 % spopielane, 44 % rekuperacja oleju w ustalonej instalacji

<sup>5</sup> Brak informacji co do dalszego wykorzystania

<sup>6</sup> Piec łukowy lub wielki piec

<sup>7</sup> Do produkcji tlenków żelaza

Tabela A.3-25: Odpady generowane w walcowniach zimnych i stopnie wykorzystania

### A.3.2.12 Zagadnienia dotyczące hałasu przy walcowaniu na zimno

→ Nie przedłożono żadnej konkretnej informacji dla walcowania na zimno.

## A.3.3 Walcowanie

### A.3.3.1 Przegląd strumieni masy

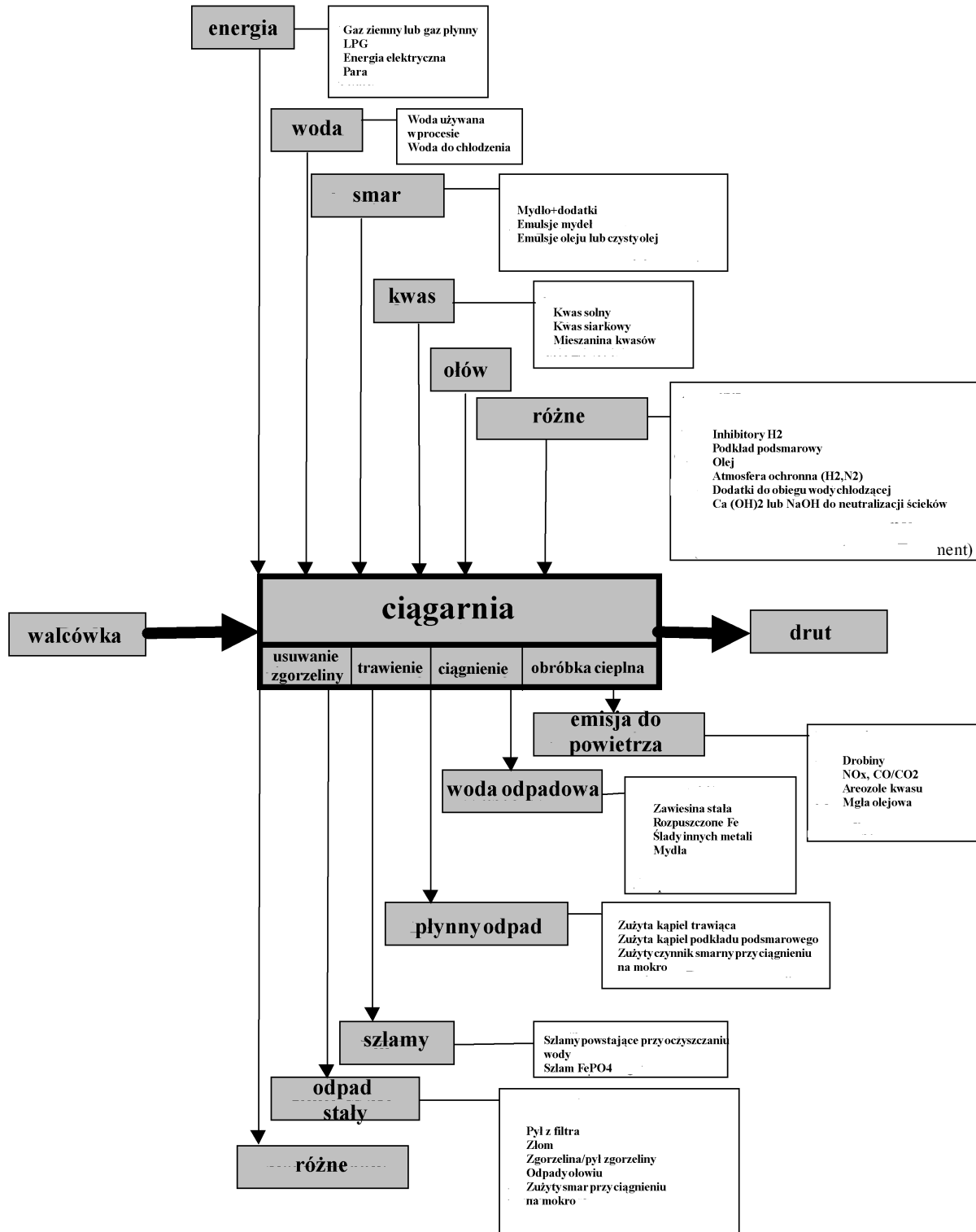


Tabela A.3-26: Bilans materiałów i czynników wchodzących i wychodzących z ciągarni

Dalsze rozdziały przedstawiają dane wejściowe i informacje dotyczące zużycia, jak również dane wyjściowe oraz informacje o emisji dla indywidualnych etapów operacyjnych związane z produkcją drutu (etapy przygotowania walcówki, ciągnięcia, obróbki cieplnej). Należy

zauważyć, że dane jednostkowego zużycia i jednostkowej emisji (wyrażone na tonę wyrobu) mogą znacznie się różnić w zależności od średnicy produkowanego drutu.

### A.3.3.2 Przygotowanie walcówki

#### A.3.3.2.1 Mechaniczne usuwanie zgorzeliny z walcówki

Mechaniczne usuwanie zgorzeliny powoduje powstawanie odpadu stałego: zgorzeliny, składającej się głównie z tlenku żelaza ( $\text{FeO}$  i  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) oraz śladowych zawartości tlenków innych metali, zależnie od pierwiastków stopowych i zanieczyszczeń w walcówce. Najpowszechniej stosowana technika zbijania zgorzeliny z walcówki, polegająca na jej zginaniu, generuje stosunkowo grubą zgorzelinę, powodując powstanie nieistotnej ilości pyłu.

Procesy piaskowania, szczotkowania i śrutowania generują zgorzelinę stosunkowo drobnoziarnistą, a stosowane urządzenia są wyposażone w system filtracyjny do wylapywania pyłu zgorzelinowego. W przypadku stosowania śrutowania zgorzelina miesza się z frakcją zużytego śrutu, która nie jest odzyskiwana.

Zgorzelina nie jest zanieczyszczona olejem lub wodą, w przeciwieństwie do zgorzeliny przy produkcji taśm. Bardzo drobna zgorzelina (np. pył pofiltracyjny) stanowi zagrożenie pożarowe lub wybuchowe.

<b>Metody oczyszczania strumieniowo-ściernego:</b>		
<b>poziom wyjściowy / poziom zużycia</b>		
<b>ścierniwo</b>		
<b>poziom wyjściowy / poziom emisji</b>		
	<b>emisja jednostkowa</b>	<b>Stężenie</b>
<b>zgorzelina (tlenek żelaza)</b>		
<b>pył zgorzelinowy</b>		
<b>Zginanie walcówki (drutu):</b>		
<b>poziom wyjściowy / poziom emisji</b>		
	<b>emisja jednostkowa</b>	<b>Stężenie</b>
<b>zgorzelina</b>	<b>2 - 5<sup>1</sup> kg/t</b>	
Uwaga: źródło danych [Combi] 1. zależnie od średnicy i jakości walcówki		

Tabela A.3-27: Poziomy zużycia i emisji dla mechanicznego zbijania zgorzeliny

#### A.3.3.2.2 Chemiczne usuwanie zgorzeliny z walcówki / trawienie walcówki

W przypadku chemicznego usuwania zgorzeliny generowany jest odpad ciekły w postaci zużytego kwasu  $\text{HCl}$  lub  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , przemienionego w większości na sole metali. Aerozole (małe cząsteczki  $\text{HCl}$  lub  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) mogą tworzyć się mechanicznie podczas ociekania walcówki. Ponadto z kąpieli mogą odparowywać opary i może tworzyć się  $\text{H}_2$ , jeśli nie jest tłumiony przez inhibitor. Z kąpieli utleniają się kwaśne opary. Czasami, zależnie od rodzaju kwasu i stężenia, konieczne jest płukanie. [Bekaert 98]

poziom wejściowy/poziom zużycia		
<b>kwasy:</b> HCl (32%) (bez odzysku) HCl (32%) (z odzyskiem) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (98%) (bez odzysku) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (98%) (z odzyskiem)	15 - 25 kg/t brak danych 10 - 20 kg/t 2,5 - 5 kg/t	
<b>inhibitor H<sub>2</sub></b>	0,01 - 0,1 kg/t	
<b>energia (głównie elektryczność):</b> pompy, wentylacja, dźwignice itd., ogrzewanie kwasu (tylko H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	brak danych brak danych	
<b>woda płuczająca</b> <sup>1</sup>	brak danych	
poziom wyjściowy/poziom emisji		
	emisja jednostkowa	Stężenie
<b>emisje do powietrza z:</b> trawienie HCl (opary kwasu, krople) <sup>6</sup> trawienie H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aerozole, krople kwasu) <sup>6</sup>	brak danych brak danych	
<b>kwasy zużyte:</b> <b>HCl</b> Cl całkowity Fe <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	80-90% <sup>2</sup>	200-275 g/l 100-160 g/l
<b>woda płuczająca</b>	10-20% <sup>2</sup>	
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> x 7H<sub>2</sub>O<sup>4</sup></b>	20-35 kg/t	
<b>H<sub>2</sub></b> <sup>5</sup>		
Uwaga: źródło danych [ComBG] 1. duża zmienność w zależności od zakładu i stosowanej liczby kaskad płukania, średnicy walcówki i wymagań jakościowych 2. zużytego kwasu 3. brak danych dla zużytego H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , jeśli nie jest stosowany odzysk przez krystalizację FeSO <sub>4</sub> 4. z regeneracji, czystość 96-98%; zanieczyszczenia: H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> i ślady metali zależnie od pierwiastków stopowych w walcówce 5. emisja H <sub>2</sub> jest nieistotna, jeśli stosowany jest prawidłowy inhibitor H <sub>2</sub> . Stosowanie inhibitorów jest zwykle ograniczone do trawienia partiami. 6. źródło [Stone]		

Tabela A.3-28: Poziomy zużycia i emisji dla chemicznego usuwania zgorzeliny

### A.3.3.2.3 Stosowanie nośnika mydła

Zużycie i emisje związane ze stosowaniem nośnika mydła zmieniają się w zależności od rodzaju nośnika mydła, nanoszonej grubości i średnicy walcówki. Obecnie nie są dostępne żadne dane ilościowe.

W przypadku stosowania powłoki Zn-PO<sub>4</sub> generowany jest gęsty szlam FePO<sub>4</sub> lub placek zawierający ślady cynku, rozpuszczalne fosforany i chloran lub azotyn pochodzące z kąpieli Zn-PO<sub>4</sub>. Może również powstawać odpad ciekły w postaci zużytej kąpieli nośnika mydła. Jeśli suszenie jest przeprowadzane w piecach opalanych gazem lub paliwem, to emitowane są zwykle produkty spalania. [Bekaert98]

<b>wapno i produkty równoważne:</b>	
zużycie	emisje
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mleko wapienne (wykonane z wapna i wody procesu technologicznego)</li> <li>- para lub gaz ziemny</li> <li>- woda dla wyrównywania strat ciepła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zużyte kąpiele nośnika mydła (kumulacja zanieczyszczeń przez ich wciąganie)</li> <li>- możliwe emisje z ogrzewania</li> </ul>
<b>Sole alkaliczne i mieszanki soli alkalicznych</b>	
zużycie	emisje
<ul style="list-style-type: none"> <li>- sól alkaliczna (mieszanka)</li> <li>- wymiana woda/woda dla wyrównywania strat ciepła</li> <li>- możliwość powstawania pary</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zużyte kąpiele nośnika mydła (kumulacja zanieczyszczeń przez ich wciąganie)</li> <li>- możliwość powstawania emisji z ogrzewania</li> </ul>
<b>Zn PO<sub>4</sub> i produkty równoważne</b>	
zużycie	emisje
<ul style="list-style-type: none"> <li>- skoncentrowana mieszanina Zn, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> i dodatki</li> <li>- wymiana woda/woda dla wyrównywania strat ciepła</li> <li>- para do ogrzewania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- szlam FePO<sub>4</sub></li> <li>- woda płuczająca</li> <li>- <i>ciecz kąpielowa normalnie nie jest nigdy zrzucana</i></li> </ul>

Tabela A.3-29: Poziomy zużycia i emisji dla stosowania nośnika mydła [Com BG]

### A.3.3.3 Ciągnięcie drutu

#### A.3.3.3.1 Ciągnięcie na sucho

Ciągnięcie na sucho pozostawia przepracowany smar składający się głównie z mydła stosowanego przy ciągnięciu (zwykle sól alkaliczna naturalnego kwasu tłuszczowego + dodatki) zanieczyszczonych produktami rozkładu, wywoływanego przez rozgrzewanie smaru w ciągadłach, przez nośnik mydła i cząsteczki metalowe, takie jak: Fe lub Zn, zależnie od powierzchni drutu. W procesie ciągnięcia powstaje również pył mydlany, który może być kontrolowany przez odpowiednie obudowanie i filtrowanie wyciąganego powietrza. Ślady mydła mogą również zanieczyszczać zrzuty z chłodni kominowej, jeśli ciągarka nie jest dobrze utrzymywana. Ponadto powstaje odpad z pękniętych ciągadeł. [Bekaert 98]

<b>poziom wejściowy/poziom zużycia</b>		
smar do ciągnięcia na sucho (wstępnie spreparowane mydło alkaliczne + dodatki)	1 - 4 kg/t	
energia elektryczna dla ciągarki... <sup>1</sup>	brak danych	
woda chłodząca	brak danych (ogromna zmienność)	
<b>poziom wyjściowy/poziom emisji</b>		
	emisja jednostkowa	stężenie
przepracowane (zużyte) mydło + ewentualnie pył pofiltracyjny z systemu filtracyjnego mydła	1 - 4 kg/t	
emisja pyłu mydlanego	brak danych	
woda chłodząca	brak danych	
pęknięte ciągadła	nieistotna	
Uwaga: źródło danych [Com BG] dane na tonę ciążonego drutu		
<sup>1</sup> brak danych, ogromna zmienność zależna od średnicy, stosunku średnicy początkowej do średnicy końcowej oraz rodzaju stali		

Tabela A.3-30: Poziomy zużycia i emisji dla ciągnięcia na sucho



### A.3.3.3.2 Ciągnięcie na mokro

Ciągnięcie na mokro jest wykonywane w wodnej emulsji mydlanej lub w oleju. Emulsja ta jest stopniowo zanieczyszczana w wyniku wciągania różnych produktów z poprzednich etapów procesu, rozpuszczania lub ścierania metalu z powierzchni drutu (Fe lub innych metali, jeśli drut jest wcześniej powlekany) i w wyniku rozkładu cieplnego lub biologicznego. Z tego powodu smar do ciągnięcia na mokro musi być od czasu do czasu wymieniany; częstotliwość wymiany może zostać zmniejszona dzięki ciągłemu usuwaniu niektórych zanieczyszczeń przez dekantację lub filtrowanie.

Innymi strumieniami odpadów są pęknięte ciągadła i zrzuty z chłodni kominowej, które mogą być zanieczyszczone śladowymi ilościami emulsji, jeśli wymiennik ciepła nie jest należycie utrzymywany.

Zanieczyszczenie wody chłodzącej występuje znacznie rzadziej przy ciągarkach mokrych niż przy ciągarkach suchych.

Nie są dostępne dane liczbowe dla ciągnięcia na mokro w zwykłym oleju; Procent tonażu drutu, który jest ciągniemy w oleju jest raczej niewielki. Jeśli drut jest ciągniemy w oleju zwykłym, to nie występują aerozole oleju. Wszystkie części ruchome są zanurzone w oleju. Drut jest wycierany na wylocie z ciągarki. [Com BG]

poziom wejściowy/poziom zużycia		
wstępnie spreparowana skoncentrowana emulsja mydlana lub emulsja olejowa	1 - 10	kg/t
woda rozcieńczająca dla smaru do ciągnięcia na mokro	20 - 250	l/t
energia elektryczna dla ciągarki...	brak danych	
woda chłodząca	brak danych (ogromna zmienność)	
poziom wyjściowy/poziom emisji		
	emisja jednostkowa	stężenie
przepracowana emulsja do ciągnięcia na mokro (łączenie ze szlamem usuniętym przez filtrowanie/dekantację)	20 - 250 l/t	
<b>zawiesina stała</b> chemiczne zapotrzebowanie tlenu (COD) (mydło kwasu tłuszczowego lub oleju, środki powierzchniowo czynne inne dodatki) metale (Fe dla ciągnięcia na mokro jasnego drutu, inne metale dla ciągnięcia na mokro drutu powlekanego)		20 - 80 g/l  0,2 - 1 g/l
woda chłodząca <sup>2</sup>	brak danych	
pęknięte ciągadła	brak danych	
Uwaga: źródło danych [Com BG] dane na tonę ciągniętego drutu		
1. brak danych, ogromna zmienność zależna od średnicy, stosunku średnicy początkowej do średnicy końcowej i rodzaju stali		
2. uwaga: zanieczyszczenie wody chłodzącej występuje dużo rzadziej przy ciągarkach mokrych niż przy ciągarkach suchych		

Tabela A.3-31: Poziomy zużycia i emisji dla ciągnięcia na mokro

### A.3.3.4 Obróbka cieplna walcówki

#### A.3.3.4.1 Wyżarzanie materiału partiami/piece kołpakowe i wannowe

Emisje z pieców nieprzelotowych do wyżarzania zawierają produkty spalania z opalania pieców i niewielką ilość atmosfery ochronnej (przedmuchiwanie) zawierającej produkty rozpadu smaru. Produkty rozpadu tworzą się w wyniku pirolizy/krakingu cząsteczek smaru; typowymi produktami rozpadu są olefiny i parafiny o niskim ciężarze cząsteczkowym.

Woda chłodząca nie jest zanieczyszczona i może być stosowana do chłodzenia pewnych części pieca. [Bekaert], [CET-BAT].

poziom wejściowy / poziom zużycia		
<b>energia</b> (gaz, paliwo, elektryczność)	brak danych	
<b>gaz obojętny</b> (H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , mieszanka H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> , częściowo utleniony gaz)	brak danych	
<b>woda chłodząca</b>	brak danych	
<b>olej</b> (jeśli jest stosowany)	brak danych	
poziom wyjściowy / poziom emisji		
	emisja jednostkowa	stężenie
<b>produkty spalania</b>	brak danych	
<b>woda chłodząca</b>	brak danych	
<b>zużyty gaz obojętny<sup>1</sup></b>		
Uwaga: nie są dostępne żadne dane dla wyżarzania walcówki, ale zakłada się, że są one podobne do danych dla wyżarzania w piecu kołpakowym dla taśm w kręgach, chociaż wielkość pieca kołpakowego dla walcówki jest znacznie mniejsza niż pieca dla taśm. [Com BG].		
<sup>1</sup> . Normalnie cały zużyty gaz obojętny jest spalany.		

Tabela A.3-32: Poziomy zużycia i emisji dla pieców kołpakowych i wannowych

#### A.3.3.4.2 Wyżarzanie ciągle/ ciepła kąpiel ołowiowa

Proces ciągłego wyżarzania w kąpeli ołowiowej składa się z etapu zanurzenia w kąpeli ołowiowej i następującego potem etapu szybkiego studzenia (hartowania) w wodzie. W wyniku tego procesu powstają odpady stałe w postaci tlenków ołowiu i materiału przykrywającego kąpiel zanieczyszczonego ołowiem. Ścieki powstają jako przelew z kąpeli hartowniczej; strumień ten zawiera nieco Pb. Emisje do powietrza występują w postaci pyłu (materiał przykrywający kąpiel, łącznie z małymi ilościami Pb) i w formie produktów pirolizy mydła (lotne związki organiczne, CO, itd.). [Com BG]

Często po tym etapie obróbki cieplnej następuje trawienie ciągle (przelotowe) w kąpeli HCl. Z powodu krótkiego czasu przebywania materiału w kąpeli trawiącej stosowany jest HCl ogrzewany i stężony. Opary HCl są usuwane ze strumienia gazów odlotowych kąpeli HCl przez mokre odpylanie tych gazów. Ciekłymi odpadami są kwasy przepracowane, częściowo przemienione na sole metali i zanieczyszczone przez żelazo, ołów, inne metale w śladowych ilościach i nieorganiczne zawiesiny stałe. Woda hartownicza jest również zanieczyszczona ołowiem (rzęd wielkości mg/l). Ścieki powstają jako woda płuczająca z kaskady płukania za kąpielą HCl i ze skrubera. [Bekaert98], [Com BG].

poziom wejściowy/poziom zużycia		
olów	1 - 15 <sup>1</sup>	kg/t
energia na ogrzewanie kąpeli ołowiowej (gaz, ołów)	brak danych	
woda hartownicza	1 - 3	m <sup>3</sup> /t
poziom wyjściowy/poziom emisji		
	emisja jednostkowa	stężenie
odpad ołowiowy (tlenki ołowiu + przykrycie przepracowanej kąpeli)	1 - 15 <sup>1</sup>	
przelew wody hartowniczej (zawierającej Pb i zawiesinę stałą) Zawiesina Pb	0,5 - 2,5 m <sup>3</sup> /t	brak danych 2 - 20 mg/l
emisje z kąpeli ołowiowej:  Pb Pył całkowity węgiel organiczny (TOC)		0,02 - 5 mg/m <sup>3</sup> 1 - 30 mg/m <sup>3</sup> 1 - 50 mg/m <sup>3</sup>
emisje z ogrzewania kąpeli ołowiowych (typowe emisje standardowego procesu ogrzewania)		
Uwaga: Źródło danych [Com BG], dane na tonę drutu. <sup>1</sup> krańcowe liczby (maksymalne) dotyczą cienkiego drutu		

Tabela A.3-33: Poziomy zużycia i emisji dla kąpeli ołowiowych

poziom wejściowy/poziom zużycia		
HCl (wyrażony jako 32% HCl)	10 - 100	kg/t
Energia na ogrzewanie kąpeli HCl <sup>1</sup>	brak danych	
woda skrubera (woda płuczająca)	0,5 - 5	m <sup>3</sup> /t
poziom wyjściowy/poziom emisji		
	emisja jednostkowa	stężenie
przepracowany (zużyty) HCl <sup>2</sup> całkowity Cl Fe	5 - 100 l/t	150 - 275 g/l 60 - 125 g/l
ścieki ze skrubera/z płukania	0,5 - 5 mg/m <sup>3</sup>	
HCl (emisje ze skrubera)		0 - 30 <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>
wypalenie smaru		
ścieki		
pył		
Uwaga: źródło danych [Com BG], dane na tonę trawiącego drutu; liczby dla trawienia za pomocą HCl są również mniej/więcej reprezentatywne dla innych etapów procesu trawienia za pomocą HCl. <sup>1</sup> często kąpiel jest ogrzewana ciepłem szcztątkowym drutu <sup>2</sup> zużyty kwas zawiera Cl, Fe i inne zanieczyszczenia, zależnie od poprzednich etapów przetwarzania, np.: resztki mydła, trawiony nośnik mydła, Pb. <sup>3</sup> małe źródła (< 300g/h) mogą mieć wyższe stężenia, ponieważ w większości krajów małe źródła muszą spełniać tylko granicę dla przepływu masy.		

Tabela A.3-34: Poziomy zużycia i emisji dla trawienia ciągłego (przelotowego) za pomocą HCl

#### A.3.3.4.3 Patentowanie

W przypadku linii patentowania składającej się z pieca z bezpośrednim kontaktem pomiędzy drutem i gazami spalinowymi, kąpielą ołowiową i kąpielą hartowniczą występują następujące odpady i emisje:

Emisje do powietrza pochodzą z pieca, który jest ogrzewany do 850-1000°C gazem ziemnym (lub podobnym paliwem beziarkowym) i przy nieznacznym niedoborze O<sub>2</sub>. Świeże

powietrze jest mieszane z gorącym gazem spalinowym z pieca w celu przemiany CO na CO<sub>2</sub>, przed zrzucaniem do atmosfery. NO<sub>x</sub> i SO<sub>2</sub> są w tym strumieniu nieistotne: redukująca atmosfera/paliwo jest wolna od siarki.

Kąpiel ołowiowa jest stosowana do chłodzenia. W przeciwieństwie do kąpeli ołowiowej stosowanej do wyżarzania w tym przypadku nie występuje spalanie resztkowego smaru tak, że emisje do powietrza są ograniczone do pyłu (materiał przykrywający kąpiel, zawierający śladowe ilości Pb).

Odpad stały jest generowany przez kąpiel ołowiową w postaci tlenków ołowiu i zużytego materiału przykrywającego kąpiel. Niektóre instalacje potrzebują wody chłodzącej do chłodzenia części ruchomych, które stykają się z gorącym drutem. [Com BG].

poziom wejściowy/poziom zużycia		
<b>olów</b>	1 - 10	kg/t
<b>energia</b> (do ogrzewania pieca i do ogrzewania kąpeli ołowiowej podczas uruchamiania i w okresach pogotowia)	brak danych	
<b>woda hartownicza</b>	1 - 3	m <sup>3</sup> /t
<b>woda chłodząca</b>	0 - brak danych	
poziom wyjściowy/poziom emisji		
	emisja jednostkowa	stężenie
<b>odpad ołowiowy</b> (tlenki ołowiu + zużyte przykrycie kąpeli)	1-10 kg/t	
<b>przelew wody hartowniczej</b> (zawierającej Pb i zawiesinę stałą)	0,5 - 2,5 m <sup>3</sup> /t	
<b>Zawiesina Pb</b>		brak danych 2 - 20 mg/l
<b>emisje kominowe z kąpeli ołowiowej:</b>		
<b>Pb</b>		<0,02 - 5
<b>Pył</b>		mg/m <sup>3</sup> 1 - 30 mg/m <sup>3</sup>
<b>emisje kominowe z pieca:</b>		
<b>CO</b>		50 - 300
<b>NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub></b>		mg/m <sup>3</sup> nieistotne
Uwaga: Źródło danych [Com BG], dane na tonę drutu.		

**Tabela A.3-35: Poziomy zużycia i emisji dla patentowania [Bekaert98]**

#### **A.3.3.4.4 Hartowanie w oleju i odpuszczanie**

Linia hartowania w oleju i odpuszczania składa się z etapu ogrzewania w atmosferze gazu ochronnego, hartowania w oleju lub w wodzie i ponownego nagrzewania. To, w połączeniu z szerokim zakresem średnic wyrobów, uniemożliwia przedstawienie ogólnych danych liczbowych dla linii hartowania w oleju i odpuszczania. [Com BG]

<b>poziom wejściowy/poziom zużycia</b>	
<b>energia na ogrzewanie</b> (elektryczność i/lub gaz ziemny)	
<b>gaz ochronny</b>	
<b>ośrodek hartowniczy</b> (olej, woda, dodatki)	
<b>olów</b> (jeśli jest stosowany)	
<b>woda chłodząca</b>	
<b>poziom wyjściowy/poziom emisji</b>	
stosując kąpiel ołowiową:	<b>odpad ołowiowy</b>
hartowanie wodą:	<b>ścieki</b>
hartowanie olejem:	<b>odpadowy olej hartowniczy</b> <b>emisja do powietrza aerozoli oleju</b>
ogrzewanie gazem ziemnym:	<b>gaz spalinowy z normalnego procesu spalania</b>
<b>strumień spalonego gazu ochronnego</b>	

Tabela: A.3-36: Bilans jakościowy wejścia/wyjścia dla hartowania w oleju

#### A.3.3.4.5 Wyżarzanie drutu ze stali nierdzewnej

Nie można podać ilościowego bilansu masy (brak danych/mały tonaż w porównaniu ze zwykłą stałą/duża zmienność z powodu zmienności średnic i składu chemicznego stali nierdzewnej).

<b>poziom wejściowy/poziom zużycia</b>	
<b>energia:</b> gaz (paliwo), elektryczność	
<b>gaz obojętny:</b> H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , mieszanka H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	
<b>woda chłodząca</b>	
<b>poziom wyjściowy/poziom emisji</b>	
<b>produkty spalania</b>	
<b>woda chłodząca</b>	
Źródło [Com BG]	
Uwaga: zwykle spala się cały zużyty gaz ochronny	

Tabela A.3-37: Bilans jakościowy wejścia /wyjścia dla wyżarzania stali nierdzewnej

#### A.3.3.4.6 Odprężenie

Odprężenie jest przeprowadzane przede wszystkim dla drutu zbrojeniowego stosowanego w betonie sprężonym. Normalnie odprężanie wykonuje się metodą nagrzewania indukcyjnego.

<b>poziom wejściowy/poziom zużycia</b>	
<b>energia elektryczna</b> dla cewki grzania indukcyjnego i być może dla strefy wygrzewania	
<b>woda chłodząca</b> dla wyposażenia i drutu	
<b>poziom wyjściowy/poziom emisji</b>	
<b>woda chłodząca</b>	
Źródło [Com BG]	

Tabela A.3-38: Bilans jakościowy wejścia/wyjścia dla odprężania

#### A.3.3.5 Zagadnienia hałasu w walcowni walcówki i ciągnieni drutu

Nadmierny hałas jest przede wszystkim wewnętrznym zagadnieniem zdrowia zawodowego, które wiąże się ze środkami ostrożności podejmowanymi zwykle dla ochrony pracowników, jeśli niemożliwe jest wyeliminowanie lub obniżenie hałasu u jego źródła. W pewnych przypadkach, zależnie od lokalizacji procesu i charakterystyki hałasu, lokalnych aspektów okolicy zakładu (inne źródła hałasu, bliskość obszaru zamieszkałego, itd.) i samego zakładu

(redukcja hałasu przez konstrukcję budynku), hałas może stanowić problem na zewnątrz zakładu.

Głównymi źródłami hałasu przy przetwarzaniu drutu są:

- sprzęt obrotowy, np. ciągarki mokre; ciągarki suche (pracujące na sucho); zespoły odbiorowe i jednostki przeciągające w liniach powlekania.
- wycieraczki powietrzne lub szczotki powietrzne, które czyszczą drut za pomocą sprężonego powietrza, mogą wytwarzać hałas o wysokiej częstotliwości.
- rozwijarki walcówki wytwarzają szczególny, powtarzający się hałas.
- palniki pieców.

Operacje te są zwykle operacjami ciągłymi i są wykonywane wewnątrz budynku. W ten sposób oddziaływanie na zewnątrz budynku jest zminimalizowane do takiego stopnia, że hałas generowany przez te operacje rzadko stanowi problem na zewnątrz zakładu.

Studia przypadków wykazują, że źródła niezwiązane z samym procesem znajdujące się na zewnątrz budynku, takie jak wentylacja lub instalacje pomocnicze stanowią główny przedmiot troski w walcowniach walcówki zlokalizowanych blisko np. obszaru mieszkaniowego. W przypadku tej ostatniej kategorii źródeł można wziąć pod uwagę kroki takie, jak przemieszczenie, izolacja lub lokalna obudowa.

## **A.4 TECHNIKI DO ROZWAŻENIA PRZY USTALANIU NAJLEPSZYCH DOSTĘPNYCH TECHNIK (BAT) DLA KSZTAŁTOWANIA NA GORĄCO I NA ZIMNO**

W części tej podane są techniki dotyczące środków ochrony środowiska i oszczędzania energii dla indywidualnych stopni przetwarzania. Podany jest opis każdej techniki, główne osiągnięte poziomy emisji, możliwości zastosowania, kontrolowanie emisji, skutki oddziaływania na środowisko, przykładowe zakłady, dane eksploatacyjne, aspekty ekonomiczne i cel wdrożenia tam, gdzie dane te są dostępne i mają związek z tymi zagadnieniami.

Niektóre z podanych tu technik mają głównie na celu poprawę jakości wyrobu i zwiększenie uzysku. Ponieważ środki te mają również wpływ na środowisko (zmniejszona ilość złomu, zmniejszone zużycie energii, mniejsze emisje), to są one również opisane tutaj, chociaż możliwość ich redukcji może być ograniczona.

### **A.4.1 Walcownia gorąca**

#### **A.4.1.1 Składowanie i obsługa/transport surowców i materiałów pomocniczych**

**Opis:**

**Olej:** Wycieki oleju mogą się zdarzać przy zbiornikach magazynowych i z rurociągów. Wycieki te są odprowadzane do studzienek pompowych, skąd mieszanina wody ze smarem stałym i olejem może być doprowadzana do pośrednich zbiorników magazynowych oleju odpadowego. Opróżnianie pełnych zbiorników może być wykonywane przez autoryzowane firmy zewnętrzne lub, w przypadku hut o pełnym cyklu produkcyjnym, przez wewnętrzne instalacje obróbki cieplnej, przez wielki piec albo przez piece koksownicze.

Przypadkowym uwolnieniom węglowodorów zapobiegają okresowe kontrole i konserwacja prewencyjna uszczelnień, uszczelek, pomp i rurociągów.

Zanieczyszczona woda ściekowa u różnych odbiorców (agregaty hydrauliczne) powinna być zbierana i może być pompowana do pośrednich zbiorników magazynowych. Olej odpadowy, po oddzieleniu od wody, powinien być ponownie stosowany lub wykorzystywany np. przez wtryskiwanie do wielkiego pieca lub przez zewnętrzny recykling. Ponowne wykorzystywanie wymaga, aby oddzielany olej był odzyskiwany w wystarczających ilościach i w postaci nadającej się do ponownego stosowania; skład chemiczny i własności fizyczne (np. lepkość) odzyskiwanego (zużytego) oleju muszą być takie same jak nowego oleju. Oddzielona woda może być dalej uzdatniana w oczyszczalni ścieków, np. za pomocą ultrafiltracji lub wyparki próżniowej (np. w pralkach przemysłowych).

Całkowite zapobieganie zanieczyszczaniu wody i zgorzeliny przez węglowodory (oleje i smar stały), nawet przy stosowaniu środków ostrożności, jest prawie niemożliwe.

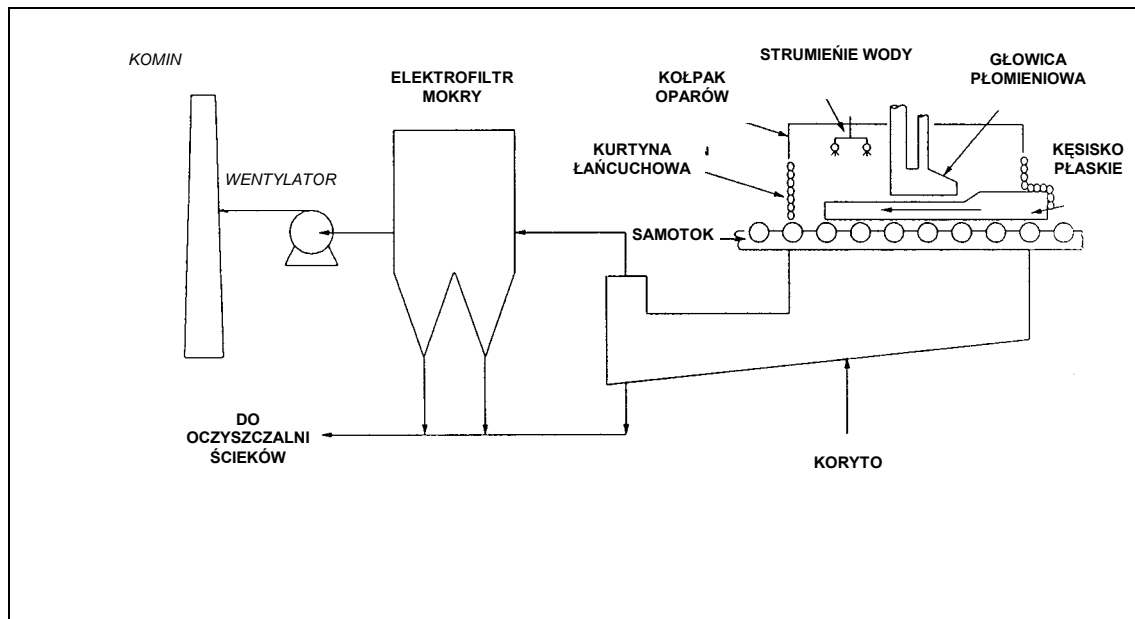
## A.4.1.2 Oczyszczanie powierzchni i kondycjonowanie wsadu

### A.4.1.2.1 Operacja oczyszczania płomieniowego w zamkniętej obudowie z oczyszczaniem gazu odlotowego

#### Opis:

Jak pokazano na rysunku A.4-1, oczyszczanie płomieniowe odbywa się w szczelnie zamkniętym kołpaku, który wylapuje opary i pyły generowane przez płomień tlenowo-paliwowy. Powietrze odpadowe jest oczyszczane przez **elektrofiltry suche** lub **mokre** albo przez **filtry tkaninowe**. Zebrany pył jest zawracany do wewnętrznego obiegu w obrębie huty o pełnym cyklu produkcyjnym lub jest usuwany przez autoryzowane firmy.

Do usuwania żużla z kondycjonowanej powierzchni stosowane są strumienie wodne. Zużyta woda i żużel są zbierane w korycie pod samotokiem i doprowadzane do oczyszczalni ścieków.



**Rysunek A.4-1: Schemat technologiczny odpylenia dla procesu oczyszczania płomieniowego (przykład z elektrofiltrem mokrym) [HMIP]**

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Zredukowane niezorganizowane emisje pyłu do powietrza.

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe zakłady (trudne do wdrożenia w istniejących zakładach z powodu problemów z konstrukcjami budynków).
- Nie ma możliwości zastosowania do ręcznego oczyszczania płomieniowego.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Zwiększone zużycie energii.
- Generowanie odpadów/pyłu pofiltracyjnego lub szlamu, które są zbierane.
- Odpad może być ograniczany przez zawracanie do wewnętrznego obiegu.

#### Przykładowe instalacje:

SIDMAR, Aeralia (Avilés)

#### Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:



**Przykład SIDMAR:**

Maszyna do oczyszczania płomieniowego jest umieszczona w specjalnym budynku (wymiary 32 m x 18 m x 9 m) z akustycznie izolowanymi ścianami bocznymi ograniczającymi maksymalny poziom hałasu do 85 dBA w odległości 1 m. Opary są wylapywane w 4 narożach stropu. Cała instalacja pracuje z odsysaniem z wydajnością ssania 200000 m<sup>3</sup>/h. Ssanie jest kontrolowane automatycznie jako funkcja miejsca, w którym odbywa się oczyszczanie płomieniowe (2/3 oparów jest odsysane z nad rejonu roboczego). Powietrze odlotowe jest oczyszczane przez filtry tkaninowe z powierzchnią filtracyjną 3576 m<sup>2</sup>, co ogranicza stężenie pyłu w zrzucanym powietrzu do 5 – 10 mg/Nm<sup>3</sup> (ciągły pomiar optyczny w kominie).

		Rok zainstalowania	Ilość gazu odpadowego [m <sup>3</sup> /s]	Emisja pyłu w gazie [mg/m <sup>3</sup> ]	Zużycie energii <sup>1</sup> [kWh/1000m <sup>2</sup> ]	Koszty w tysiącach euro
a	<b>Elektrofiltr mokry</b> (maszyna oczyszczania płomieniowego kęsów)	1973	32	20 - 115		
b	<b>Elektrofiltr mokry</b>			< 20		
c	<b>Elektrofiltr mokry</b>	1988	około 60	30 - 80		brak danych
a	<b>Elektrofiltr suchy</b> (maszyna oczyszczania płomieniowego kęsisk płaskich)	1986	30	20 - 115		
b	<b>Elektrofiltr suchy</b>			< 50		420
d	<b>Filtr workowy</b>	dane: 1998	30	< 10		
b	<b>Filtr workowy</b>		Ø 42 max. 55	< 20	155	I <sup>2</sup> : 2200 O <sup>1,3</sup> 0,058
e	<b>Filtr workowy</b>		55,6	5 - 10		

Uwaga: Elektrofiltr = Filtr elektrostatyczny; I = Koszty inwestycyjne; O = Koszty eksploatacyjne  
a: [EUROFER HR]  
b: [CITEPA], poziomy były podawane jako poziomy najlepszych dostępnych technik (BAT) uwagi dotyczącej BAT dla powietrza  
c: [Input-HR-1]  
d: [DFIU98]  
e: Informacja firmy SIDMAR  
<sup>1</sup> Baza odniesienia 1000 m<sup>2</sup> oczyszczanych płomieniowo  
<sup>2</sup> Podane koszty inwestycyjne dotyczą kompletnej instalacji, łącznie z budownictwem, filtrem (powierzchnia filtracyjna: 3200 m<sup>2</sup>), kołpakami, wentylatorami, silnikami, rurami, kontrolnymi urządzeniami pomiarowymi itd.  
<sup>3</sup> Koszty eksploatacyjne dla pełnej wydajności, 60 % siły roboczej

**Tabela A.4-1: Dane eksploatacyjne i możliwe do osiągnięcia poziomy emisji dla pyłu z operacji oczyszczania płomieniowego**

Ponieważ opary generowane przez oczyszczanie płomieniowe są bardzo korozyjotwórcze, to konserwacja jest ważnym zagadnieniem dla dobrych osiągnięć urządzeń obniżających zanieczyszczenia. Do badania korozji zalecana jest regularna kontrola elektrod elektrofiltra, związanych z nimi urządzeń wewnętrznych itd.

Jeśli opary są bardzo wilgotne, filtry workowe mogłyby być problematyczne [Com HR]

**Cel wdrożenia:** zapobieganie emisjom niezorganizowanym [Com HR]

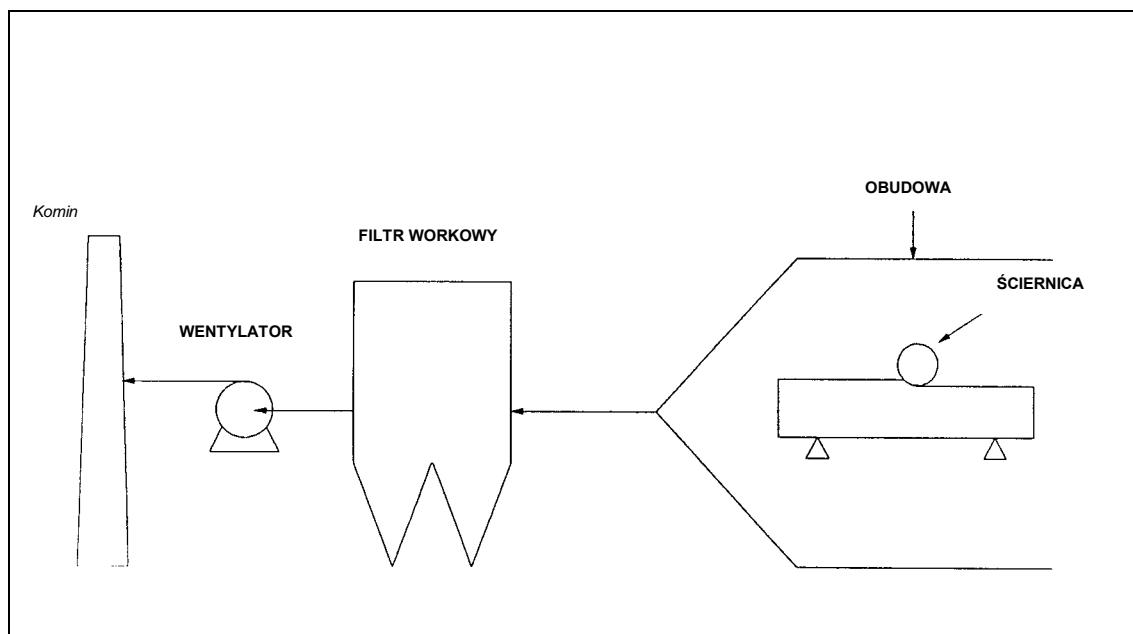
**Bibliografia:**

#### A.4.1.2.2 Operacja szlifowania w zamkniętych obudowach z oczyszczaniem gazu odpadowego

**Opis:**

Pył wytwarzany przy operacjach szlifowania jest zbierany i wytrącany w **filtrach workowych**. Szlifowanie ręczne odbywa się w wyznaczonych budkach wyposażonych w kołpaki odsysające. Szlifowanie maszynowe jest wykonywane w dźwiękoszczelnych, kompletnych obudowach. W obu przypadkach urządzenia odpylające są albo samodzielne albo stanowią część ogólnego systemu odpylającego.

Zbierany pył jest zawracany do obiegu w hutach z pełnym cyklem produkcyjnym lub usuwany (wywożony) przez autoryzowane firmy.



**Rysunek A.4-2: Schemat technologiczny odpylania dla procesu szlifowania [HMIP]**

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Zmniejszone emisje niezorganizowane do powietrza/emisje pyłu.
- Zmniejszony hałas.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe zakłady.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zwiększone zużycie energii.
- Wytwarzanie odpadów/pyłu pofiltracyjnego, który jest zbierany.
- Odpady mogą być ograniczane przez zawracanie do obiegu wewnętrznego.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

		Rok zainstalowania	Ilość gazu odpadowego [m <sup>3</sup> /s]	Emisja pyłu w gazie [mg/m <sup>3</sup> ]	Zużycie energii <sup>1</sup> [kWh/1000m <sup>2</sup> ]	Koszty w tysiącach euro
a	Kompaktowy Filtr Komorowy Workowy <sup>2</sup>	1980 - 1989	2,5	20 - 100		
a	Impulsowy Filtr Workowy <sup>3</sup>	1995	7	< 30		
a: [EUROFER HR], raportowane typowe dane eksploatacyjne i poziomy emisji [Com2 HR] <sup>1</sup> Baza odniesienia 1000 m <sup>2</sup> oszlifowanych <sup>2</sup> Powierzchnia filtra workowego 120 m <sup>2</sup> <sup>3</sup> Powierzchnia filtra workowego 234 m <sup>2</sup>						

**Tabela A.4-2: Dane eksploatacyjne i możliwe do osiągnięcia emisje dla odpylania powietrza ze szlifowania****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:** zapobieganie emisjom niezorganizowanym. [Com HR]**Bibliografia:****A.4.1.2.3 Kontrola jakości wspomagana komputerowo (CAQC)****Opis:**

Wspomagana komputerowo kontrola jakości jest stosowana do poprawy jakości produkcji w procesie ciągłego odlewania, redukując w ten sposób wady powierzchniowe wyrobu walcowanego. Model komputerowy obserwuje i kontroluje warunki odlewania w oparciu o różne pomiary peryferyjne. Każda zmiana w parametrach operacyjnych (roboczych) prowadzi do nowego zadanego nastawienia maszyny na proces optymalnego odlewania. Zmiany warunków odlewania, które nie mogą być korygowane przez pętlę regulacyjną i które mogą prowadzić do wad powierzchniowych, są rozpoznawane i wizualizowane przez system tak, że położenie możliwej wady jest dobrze znane. W następstwie tego możliwe jest selektywne (ręczne) oczyszczanie płomieniowe wadliwych obszarów zamiast automatycznego oczyszczania płomieniowego całego kęsiska płaskiego.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja emisji do powietrza i odpadów z oczyszczania płomieniowego, ponieważ możliwe jest oczyszczanie płomieniowe wybranego miejsca.
- Zmniejszone jest zużycie energii na proces oczyszczania płomieniowego.
- Lepsza jest jakość powierzchni, mniejsza ilość złomu.

	Bez CAQC	Z CAQC
Maszynowe oczyszczanie płomieniowe	32 %	9 %
Kontrola i selektywne oczyszczanie płomieniowe	68 %	8 %
Bez kontroli bez oczyszczania płomieniowego		83 %

**Tabela A.4-3: Porównanie ilości oczyszczania płomieniowego z/bez CAQC [DFIU 98]****Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące zakłady z ciągłym odlewaniem [Com HR]

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

- VA Stahl Linz, Austria
- EKO Stahl, Niemcy [Com A]

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:**

Podano jedynie bardzo ograniczone dane na temat ekonomiki (kosztów).

Jedno źródło podało koszty inwestycyjne 4 miliony euro, Voest [Input-HR-1]; podczas gdy inne źródło podało oszczędności 5 USD/tonę stali [Com A] z tytułu wdrożenia CAQC.

**Cel wdrożenia:**

- Lepsza jakość wyrobu walcowanego na gorąco, większy uzysk.
- Zmniejszenie kosztów kondycjonowania kęsisk płaskich [Com A].

**Bibliografia:**

Aspekty nowoczesnej kontroli jakości dla ciągłego odlewania, 3-cia Konferencja Europejska na temat ciągłego odlewania, 20 – 23 października 1998 r. [Com A].

**A.4.1.2.4 Walcowanie trapezowych kęsisk płaskich****Opis:**

Do trapezowych kęsisk płaskich zamiast obcinania płomieniowego stosowane jest walcowanie przy specjalnym nastawieniu walcarki do walcowania na gorąco. Klin jest eliminowany albo przez technologię krawędziowania (automatyczna regulacja szerokości albo prasa kalibrująca) albo przez okrawanie podczas późniejszego cięcia nożycami taśm gorących.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Unika się emisji i odpadów normalnie generowanych przez cięcie płomieniowe.

**Możliwość zastosowania:** nowe instalacje i istniejące instalacje w przypadku dużej modernizacji [Com HR]

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.1.2.5 Cięcie wzdłużne kęsisk płaskich****Opis:**

Celem poprawienia produktywności maszyny ciągłego odlewania, kęsiska płaskie są często odlewane w wielokrotnych szerokościach. Kęsiska płaskie są rozcinane wzdłużnie, przed walcowaniem na gorąco, za pomocą urządzeń rozcinających, walcowania szczelinowego lub za pomocą palników obsługiwanych ręcznie lub zamontowanych na maszynie. W ten sposób unika się trapezowych kęsisk płaskich.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Zapobiega się emisjom i odpadom powstającym z korygowania trapezowości kęsiska płaskiego.

**Możliwość zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Dodatkowe zużycie energii [Com A].

**Przykładowe zakłady:**

- Krakatau Steel [Com A].

**Dane eksploatacyjne:**

Ta technika wymaga lepszej jakości segregacji w rdzeniu wlewka.

Zużycie gazu 1,6 Nm<sup>3</sup>/t kęsiska płaskiego

Zużycie tlenu 2,7 Nm<sup>3</sup>/t kęsiska płaskiego

Strata uzysku 1,4 do 3,0 % ciężaru kęsiska płaskiego, zależnie od wymiarów kęsiska płaskiego [Com A]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

Wyższa wydajność maszyny ciągłego odlewania niż przy odlewaniu bliźniaczym lub potrójnym [Com A].

**Bibliografia:**

**A.4.1.3 Piece grzewcze i piece do obróbki cieplnej**

**A.4.1.3.1 Środki ogólne dla sprawności energetycznej i pracy niskoemisyjnej**

**Konstrukcja pieca:**

Konstrukcja pieca i stopień izolacji mają istotny wpływ na sprawność cieplną. Piec jako całość oraz ilość i wydajność instalowanych palników powinny być starannie obliczone w oparciu o kilka realistycznych scenariuszy produkcyjnych. Różne temperatury nagrzewania wsadu, różnice w rytmie produkcyjnym powodowane przez zmiany wymiarów wsadu lub w wyniku zmian w rytmie produkcyjnym walcowni gorącej jak również okresów, gdzie stosowane jest ładowanie gorącego wsadu lub bezpośrednio, muszą być brane pod uwagę. [EUROFER HR]

Do dyspozycji powinien być odpowiedni sprzęt, aby ograniczać emisje i zużycie energii w przypadku nagłego zatrzymania linii. Oznacza to, że temperatura może być łatwo obniżona lub palniki wyłączone w pewnych strefach pieca. W tym ostatnim przypadku płukanie azotem (N<sub>2</sub>) mogłoby być konieczne ze względów bezpieczeństwa. [EUROFER HR], [Com HR]

Ogólnie następujące zalecenia powinny być brane pod uwagę, najlepiej w procesie projektowania:

- Wcielenie w piecu strefy nagrzewania wsadu odzyskiwanym ciepłem, z wystarczająco dużą nieopalaną sekcją podgrzewania, aby zapewnić maksymalny odzysk ciepła zawartego w gazach spalinowych.

- Palniki promiennikowe w stropie pieca, z powodu szybkiego rozpraszania energii produkują niskie poziomy NOx.
- Powrót gazów spalinowych do palników wpływa na poziom emisji NOx.
- Ważne są własności izolacyjne materiałów ogniotrwałych, w związku z czym powinny być podjęte środki konstrukcyjne zwiększające żywotność materiałów ogniotrwałych, ponieważ uszkodzeń materiałów ogniotrwałych nie można naprawić natychmiast.
- Stosowanie materiałów ogniotrwałych o małej pojemności cieplnej może zredukować straty zmagazynowanej energii, zmniejszyć energię rozpalania i skrócić czas rozpalania [ETSU-G76]. Włókna ceramiczne są najczęściej tańsze niż prefabrykowane elementy betonowe i posiadają dobre własności izolacyjne. Jednakże w ślad za dyrektywą europejską ich stosowanie jest lub będzie ograniczane, ponieważ mogą one powodować raka przez wdychanie. W nowym stanie włókna są pyłotwórcze gdy się nimi manipuluje i mogą powodować podrażnienia skóry. Po ogrzaniu tworzy się krystobalit podejrzewany o powodowanie raka. Tym niemniej nowe włókna ceramiczne są również uważane za podejrzane [Com HR].
- Lepsza powietrzoszczelność (hermetyczność) pieców i instalowanie specjalnie zaprojektowanych drzwi dla zmniejszenia ilości wnikającego powietrza [ETSU-G76].
- Powierzchnie drzwi i/lub szczelin drzwi ładunkowych i wyładunkowych powinny być zminimalizowane oraz należy stosować kurtyny izolacyjne z materiałów ogniotrwałych w okresach, kiedy drzwi muszą być otwarte (pod warunkiem, że można uniknąć nadmiernego uszkodzenia mechanicznego wsadu) [ETSU-G76].
- Środki takie jak kompensacja miejsc niedogrzenia lub przemieszczanie płóz zapewniają uniknięcie miejsc niedogrzenia i umożliwiają niższą temperaturę grzania [EUROFER HR].

### **Odzysk ciepła odpadowego**

Ciepło zawarte w gazach opuszczających piec grzewczy stanowi normalnie główną stratę energii. Należy brać pod uwagę trzy podstawowe zasady opcji odzysku energii:

- (a) Minimalizowanie energii traconej w gazach odlotowych.
- (b) Zawracanie energii gazów odlotowych z powrotem do pieca.
- (c) Wykorzystywanie energii gazów odlotowych do innych celów („zewnętrzne wykorzystywanie”).

Jak wspomniano przy omówieniu konstrukcji pieca, strata energii w gazach odlotowych może być minimalizowana przez tworzenie dużego gradientu temperatury wzdłuż długości pieców, przez usuwanie gazu odlotowego na zimnym (wyładunkowym) końcu i wykorzystywanie ciepła do nagrzewania wsadu. Wykorzystywanie energii gazów odlotowych na zewnątrz pieca polega zwykle na wytwarzaniu pary, która może być użytkowana gdzie indziej w zakładzie. Wykorzystywanie energii gazów odlotowych wewnątrz pieca obejmuje zasadniczo trzy systemy odzyskiwania ciepła: palniki regeneracyjne, palniki samorekuperacyjne i rekuperatory, które są opisane bardziej szczegółowo w dalszej części tego rozdziału. [ETSU-G76]

### **Eksploatacja & konserwacja**

Piec powinien być prowadzony zgodnie z zasadami „dobrego rzemiosła”. Nawet zaawansowane technicznie instalacje mogą dawać słabe wyniki w zakresie emisji i sprawności cieplnej, jeśli proces nie jest właściwie obsługiwany i jeśli instalacje nie są regularnie konserwowane. Doświadczenie pokazało, że dobra organizacja pracy i dobre prowadzenie pieca mogą prowadzić do oszczędności paliwa do 10 %. [ETSU-G76]

Należy unikać turbulencji w płomieniu palnika. Badania wykazały wyraźny wzrost produkcji NOx z powodu wahań temperatury w porównaniu z wartościami NOx produkowanymi przez stały płomień przy pracy w takiej samej średniej temperaturze. Dlatego powinien istnieć odpowiedni system regulacji.

Nadmiar powietrza jest również ważnym czynnikiem dla kontroli poziomu emisji NOx, zużycia energii i tworzenia zgorzeliny. Nadmiar powietrza powinien być minimalizowany bez nadmiernej emisji CO. Szczególną uwagę należy poświęcić zapobieganiu obecności powietrza wnikającego (przypadkowego), które zwiększa zużycie energii, jak również emisję NOx. Spektrometr masowy jest użyteczny w utrzymywaniu stosunku powietrze/gaz na optymalnym poziomie dla paliw ze zmiennym lub nieznanym składem. [EUROFER HR]

Ciepło magazynowane w materiałach ogniotrwałych jest akumulowane podczas okresu rozpalania i pierwszej zmiany produkcyjnej. Podczas pracy ciągłej to zmagazynowane ciepło jest zwykle traktowane jako nieistotne. Jeśli stosowane są praktyki postojów (np. w weekendy) lub jeśli piece są celowo schładzane dla przeprowadzenia prac konserwacyjnych/remontowych, to te straty energii mogą się stać ważnym czynnikiem, ponieważ ta utracona energia musi być z powrotem doprowadzana podczas rozgrzewania pieca na następny okres produkcyjny. Dla dwóch przypadków raportowano straty zakumulowanej energii podczas weekendowego postoju instalacji: 0,409 GJ/m<sup>2</sup> i 0,243 GJ/m<sup>2</sup>. Podczas przestojów produkcyjnych i postojów weekendowych drzwi powinny być zamknięte i uszczelnione w celu zatrzymywania ciepła. Stosowanie materiałów ogniotrwałych o małej pojemności cieplnej może skrócić czas rozpalania, zmniejszyć zużycie energii i koszty eksploatacyjne. [ETSU-G76]

### **Wybór paliwa**

Huty o pełnym cyklu produkcyjnym (huty zintegrowane) normalnie wykorzystują gazy z koksowni, z wielkiego pieca lub stalowni konwertorowej, czasami w mieszance z gazem ziemnym. Nieodsiarczany gaz koksowniczy i paliwo płynne zawierające S (łącznie z gazem płynnym (LPG) i wszystkimi rodzajami oleju (destylowany i resztkowy) i emulsja) są głównymi źródłami emisji SO<sub>2</sub> z pieców grzewczych. W razie potrzeby odsiarczanie powinno być wykonywane w zakładach produkujących i zaopatrujących w gaz (np. bateria koksownicza). Stosowanie paliwa płynnego jest czasami konieczne dla kontynuowania operacji podczas przejściowego zatrzymania dostaw paliw gazowych, co może dać w wyniku podwyższony poziom emisji tlenku siarki. Ograniczenie zawartości siarki w oleju opałowym jest jednym ze środków redukcji emisji SO<sub>2</sub>. Tam, gdzie to możliwe, wykorzystywanie gazów zakładowych powinno być maksymalizowane, co minimalizuje stosowanie cennych zasobów naturalnych i potrzebę spalania gazów zakładowych na świecy.

Emisja SO<sub>2</sub> jest bezpośrednio związana z zawartością S w paliwie. Z powodu różnych stosunków objętości gazów spalinowych do objętości gazu opałowego dla różnych paliw, porównywalna zawartość S w 2 różnych paliwach może dawać wyraźne różnice zawartości SO<sub>2</sub> w gazach spalinowych.

Zależnie od stosowanego paliwa osiągnęte są następujące poziomy SO<sub>2</sub>:

- gaz ziemny < 100 mg/Nm<sup>3</sup>

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| - wszystkie inne gazy i mieszanki gazowe | < 400 mg/Nm <sup>3</sup>   |
| - olej opałowy (< 1 % S)                 | do 1700 mg/Nm <sup>3</sup> |

Techniki wydajnego spalania są oparte na konstrukcji palnika, na metodzie rozpylania i regulacji ilości doprowadzanego powietrza. Do nadzorowania dostaw paliwa i powietrza potrzebny jest system regulacji, co jest również ważne w kontrolowaniu zanieczyszczania powietrza. Jest ważne, żeby rozpylanie paliw olejowych było skuteczne, a głównym zagadnieniem jest lepkość paliwa doprowadzanego do palników. [EUROFER HR]

Co się tyczy tworzenia NO<sub>x</sub>, poszczególne gazy spalania również wykazują różne zachowanie, na przykład gaz odpadowy z opalania gazem koksowniczym zawiera 50 do 100 % więcej NO<sub>x</sub> niż gaz odpadowy z opalania gazem ziemnym.

Skład paliwa jest związany z temperaturą płomienia. Metan (gaz ziemny) pali się stosunkowo wolno w porównaniu z paliwami z wysoką zawartością H<sub>2</sub> (np. gaz koksowniczy), który ma skłonność do szybszego spalania z wyższym poziomem emisji NO<sub>x</sub> (wyższym do 70%). Rodzaj palnika powinien być odpowiedni do paliwa (paliw) będących do dyspozycji. [EUROFER HR]

#### A.4.1.3.2 Automatykacja pieca/sterowanie pieca

##### Opis:

Za pomocą systemu komputerowego procesu można zoptymalizować proces grzania (np. brak niepotrzebnego przegrzewania kęsisk płaskich podczas przerw w walcowaniu, dokładniejsza kontrola temperatury) zgodnie z jakością i wymiarami materiału. Równocześnie dokładniej są kontrolowane takie parametry jak proporcja powietrza spalania. [EUROFER HR]

**Regulacja ciśnienia w piecu:** Jeśli ciśnienie w piecu jest niższe od ciśnienia atmosferycznego, to zimne powietrze będzie wciągane do komory przez drzwi i otwory. I odwrotnie, jeśli ciśnienie w piecu jest wyższe od ciśnienia atmosferycznego, to gorące gazy będą uchodzić przez te same otwory. Z powodów sprawności energetycznej, niezmiennego działania i jakości wyrobów piece są zwykle prowadzone na nieznacznie wyższym ciśnieniu w porównaniu z ciśnieniem powietrza zewnętrznego. [ETSU-G76] Innym powodem utrzymywania nieznacznego nadciśnienia w piecu są względy bezpieczeństwa; nadciśnienie zapobiega wnikaniu powietrza, które mogłoby stworzyć mieszanekę wybuchową, gdyby nastąpił zapłon paliwa/gazu, zwłaszcza podczas rozruchu [Com HR]

**Regulacja stosunku powietrze/paliwo:** Kontrola stosunku powietrze/paliwo jest konieczna dla regulowania jakości spalania, ponieważ zapewnia to stabilność płomienia i całkowite spalanie. Nastawianie stosunku powietrze/paliwo możliwie najbliższym warunków stechiometrycznych daje w rezultacie wyższą wydajność paliwa i mniejsze straty energii przez gaz odpadowy. Pomiary stężenia tlenu w produktach spalania w piecu mogą być wykorzystywane do nadawania sygnału do systemów sterowania dla dostrojenia stosunku powietrze/paliwo (**Oxygen Trim Control**). [ETSU-G76]

##### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze zużycie energii.
- Redukcja NO<sub>x</sub>.

##### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące przelotowe piece grzewcze.



**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie zaobserwowano negatywnego wpływu na środowisko.

**Przykładowe zakłady:**

Roundwood Coil Bar Mill, Rotherham Engineering Steels Ltd, UK  
British Steel, Teesside, UK  
Benteler AG, Dinslaken, Germany [StuE-116-11]

**Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:**

**Przykład regulacji dopasowania tlenu [Oxygen Trim Control]**

System stosujący czujniki pomiarowe tlenu na bazie cyrkonu został zainstalowany w piecu pokrocznym w hucie Rotherham Engineering Steels, który jest stosowany do grzania kęsów kwadratowych od stanu zimnego do 1200 °C. Piec o wydajności 110 t/h posiada 6 niezależnie kontrolowanych stref temperatury. Normalnie jest on opalany gazem ziemnym, ale z możliwością opalania paliwem ciężkim podczas przerw w dostawach gazu. Dopasowanie ilości tlenu dało w rezultacie niższe średnie stężenie tlenu w piecu niż przy klasycznej regulacji stosunku powietrze/paliwo. Osiągnięto oszczędności energii około 2 %: chociaż redukcja zawartości tlenu sugeruje, że realistycznie mogłyby być osiągnięte oszczędności około 4,7 %, to możliwość takiej oszczędności została zredukowana przez wzrost temperatury w strefach grzewczych. Dodatkowe korzyści to lepsza jakość wyrobów i zmniejszone koszty utrzymania. [ETSU-FP15], [ETSU-G77]

Oszczędności energii na poziomie 2 % były równoważne z oszczędnościami kosztów paliwa w przybliżeniu 26000 funtów/r., przynosząc w okresie 1 roku zwrot nakładów inwestycyjnych w wysokości 26572 funtów (rok referencyjny 1989). [ETSU-FP15]

**Przykład komputerowo sterowanego prowadzenia pieca**

Komputerowo sterowane prowadzenie pieca zainstalowano w dwu piecach przepychowych, stosowanych do nagrzewania zimno sadzonych kęsisk płaskich w British Steel (BS), Teesside, co dało oszczędności energii 15 % dla obu pieców. Strefy temperatur regulowane wcześniej ręcznie przełączono na sterowanie komputerowe (stosując bezpośrednio użytkowane modele matematyczne) dla zapewnienia optymalnych profili grzania.

Wdrożenie skomputeryzowanego sterowania pieca w rurowni w Niemczech doprowadziło do oszczędności energii 5 % i zmniejszenia ilości generowanej zgorzeli do 30 % podczas grzania. [StuE-116-11]

Automatyzacja pieca <sup>2</sup>	Redukcja [%]		Koszt inwestycji [mln ECU]	
	NOx	Energia <sup>1</sup>	Nowe urządzenia	Istniejące urządzenia
	10	10	2,0	2,0

Uwaga: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec o rocznej wydajności 1,5 mln t, opalany gazem ziemnym ze standardowymi palnikami i bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycji mogą być specyficzne dla miejsca (pomieszczenie do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych)

<sup>1</sup> W procentach, oszczędność energii jest odzwierciedlona przez redukcję w emisjach SO<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub>

<sup>2</sup> Pod pojęciem automatyzacji pieca rozumie się wszystkie środki, które pozwalają na szybkie przystosowanie parametrów pieca do zmian produkcyjnych i na dokładną kontrolę nadmiaru powietrza.

**Tabela A.4-4: Typowo osiągalne redukcje i dane kosztów poniesionych na automatyzację pieca**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:** [ETSU-FP15], [ETSU-G77], [ETSU-G76]

#### **A.4.1.3.3 Optymalna konstrukcja drzwi pieca**

**Opis:**

Klasyczne (jednosegmentowe) drzwi pieca pozostawiają szczeliny z boku wsadu, przez które uciekają gazy z pieca (lub przez które może wnikać przypadkowe powietrze do pieca; patrz negatywny wpływ nadmiaru powietrza). W przypadku gazów uciekających z pieca powoduje to nie tylko niekontrolowaną (niezorganizowaną) emisję, lecz także stratę gazu odpadowego, który w przeciwnym razie mógłby być stosowany do podgrzewania powietrza spalania. W ten sposób zredukowana jest skuteczność odzyskiwania.

Konstrukcja drzwi nowoczesnego pieca zawiera ogromną ilość pojedynczych drzwi (np. 64 drzwi na szerokości 15,6 m), które mogą być opuszczane w dół na materiał ogniotrwały, na prawo i na lewo wsadu. [StuE-117-5]

**Główne osiągnane korzyści dla środowiska:**

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące przelotowe piece grzewcze.

**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie zaobserwowano negatywnego wpływu na środowisko.

**Przykładowe zakłady:** Stahlwerke Bremen

**Dane eksploatacyjne:**

Zmiana konstrukcji drzwi pieca (piec pokroczny) dała w wyniku wzrost temperatury podgrzewania powietrza (rekuperacja) o 60 °C z redukcją zużycia energii 0,05 GJ/t. [StuE-117-5]

**Aspekty ekonomiczne:**

Przy podanej redukcji zużycia energii 0,05 GJ/t i nakładzie inwestycyjnym 1 mln DEM (rok odniesienia 97) dla 2 drzwi i produkcji około 3,5 mln ton, zwrot kosztów inwestycji nastąpił po około 1 roku. [StuE-117-5]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:****A.4.1.3.4 System palnika regeneracyjnego**

**Opis:** patrz rozdział D.2.1

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.
- Mniejsza ilość ogólna gazów spalinowych.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe piece.
- Istniejące piece pod warunkiem, że pozwalają na to warunki przestrzenne.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Mogą występować wyższe poziomy emisji NO<sub>x</sub>. [EUROFER HR].
- Mniejsze zużycie energii ma pozytywny wpływ na SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>.

**Przykładowe zakłady:** niewielka ilość pieców grzewczych.

**Informacja na temat eksploatacji i aspektów ekonomicznych:****Przykład A:**

Zakład w Wielkiej Brytanii eksploatujący **piec pokroczny** do nagrzewania rur różnej wielkości z miękkiej stali (o średnicy do 200 mm i długości do 15 m) od stanu zimnego do 1050 °C, zmienił opalanie na palniki regeneracyjne. 44 stare palniki opalane gazem ziemnym i z mieszanym w dyszach zostały zastąpione 12 parami palników regeneracyjnych. Równocześnie zmodyfikowano profil stropu (sklepienia) dla poprawienia kontroli strefy i obiegu gorącego gazu. W wyniku modyfikacji instalacji jednostkowe zużycie energii zmalało z typowego 3,55 GJ/t do 1,7 GJ/t, dając 52 % oszczędność paliwa. Potencjał produkcyjny wzrósł o 14 %. Nakłady inwestycyjne zwróciły się w okresie krótszym niż 3 lata. [ETSU-G77]

**Przykład B:**

Huta Rotherham Engineering Steels zmodernizowała jeden ze swoich zespołów pieców węglanych w 1987, instalując dwupaliwowe regeneracyjne palniki z niską zawartością NO<sub>x</sub>. Oryginalny piec węglany zasilał walcownię kęsów wlewkami klasycznymi; nominalny wsad o ciężarze około 100 t był nagrzewany do około 1300 °C. Około 80 % ładowanego materiału było materiałem gorącym o temperaturze około 750 °C, 20 % było ładowane w stanie zimnym przychodząc ze składowiska zapasów (w piecach węglanych nie mieszano wsadu gorącego z wsadem zimnym). Piec węglany był opalany dwupaliwowo gazem ziemnym lub ciężkim olejem opałowym przez główny palnik 6,5 MW w górnej części jednej ze ścian końcowych i przez 750 kW zespół uzupełniający zainstalowany bezpośrednio niżej. Koncentryczny rekuperator rurowy dostarczał podgrzewane powietrze tylko do głównego palnika. W porównaniu z pierwotną instalacją zmieniono tylko system spalania; konstrukcja, tonaż wsadu i cele cieplne pozostały zasadniczo takie same. Zespół dwóch palników regeneracyjnych został zainstalowany na każdym końcu pieca węglanego. Długotrwały monitoring wykazał oszczędności energii 40 % dla opalania olejem. Krótkotrwały monitoring dla opalania olejem potwierdził takie same oszczędności. Koszt modernizacji wyniósł 170000 funtów (łącznie z 21500 funtów na lokalne wdrożenie palnika), co dało w wyniku okres zwrotu poniesionych nakładów 2,4 roku (2,1 roku bez wdrażania palnika) [ETSU-NP-54]

**Zalety i wady:**

Mogą występować wyższe emisje NO<sub>x</sub> (typowa wartość wynosi 350 mg/Nm<sup>3</sup>), ale w połączeniu z niższym zużyciem energii i mniejszą ilością gazów odpadowych, jednostkowa emisja NO<sub>x</sub> (w g/tonę stali) jest porównywalna z jednostkowym poziomem emisji osiąganym przy innych systemach [EUROFER HR]

Wadą systemów regeneracyjnych jest ich wrażliwość na pył. Jeśli proces grzania generuje znaczące ilości pyłu, to przepuszczalność wkładów ceramicznych w regeneratorze maleje bardzo szybko i w następstwie tego wkłady ceramiczne muszą być wymieniane konsekwentnie. Ta pozycja wydaje się być mało znaczącym problemem w piecach grzewczych hut. [EUROFER HR]

Palniki regeneracyjne są zazwyczaj większe niż palniki klasyczne. Z tego powodu ograniczona przestrzeń może być przeszkodą dla instalowania palników regeneracyjnych w istniejących urządzeniach. Do dziś nie było możliwe zastosowanie systemów regeneracyjnych dla palników stropowych. [EUROFER HR]

System regeneracyjny mógłby być rozważany przy budowie nowych pieców grzewczych w takich przypadkach, gdzie z powodu konfiguracji zakładu musi być ograniczona długość pieca grzewczego. W ten sam sposób wzrost wydajności produkcyjnej istniejącego pieca jest możliwy przez zainstalowanie systemu regeneracyjnego bez zwiększania długości pieca (która w większości przypadków jest ustalona). [EUROFER HR]

System ten jest szczególnie interesujący dla procesów nieprzelotowych, ponieważ procesy nieprzelotowe najczęściej nie obejmują strefy podgrzewania. W piecach przelotowych wyposażonych w system centralnego rekuperatora podobna sprawność cieplna jest osiągana za pomocą długiej nieogrzewanej (ogrzewanie wstępne) strefy, gdzie ciepło gazów spalinowych jest przekazywane zimnemu wsadowi przez konwekcję. 80 % sprawność cieplna pieca jest możliwa do osiągnięcia. [EUROFER HR]

Wyższe koszty inwestycyjne (system regeneracji, droższe palniki) mogą być zrekomensowane przez korzyści ze skrócenia długości pieca (nowy piec) i oszczędności na paliwie. [EUROFER HR]

Systemy regeneracyjne	Redukcja [%]		Koszt inwestycji [mln ECU]	
	NO <sub>x</sub>	Energia <sup>1</sup>	Nowe urządzenia	Istniejące urządzenia
	50	40	4,0	4,5

Uwaga: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec o rocznej wydajności 1,5 mln t, opalany gazem ziemnym ze standardowymi palnikami i bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycji mogą być specyficzne dla miejsca (pomieszczenie do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych)

<sup>1</sup> W procentach, oszczędność energii jest odzwierciedlona przez redukcję w emisjach SO<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub>

**Tabela A.4-5: Typowo osiągalne redukcje i dane poniesionych kosztów na systemy regeneracyjne.**

**Cel wdrożenia:** lepsza sprawność energetyczna i korzyści finansowe

**Bibliografia:** [ETSU-G76], [ETSU-G7].

#### **A.4.1.3.5 Rekuperator i palniki rekuperacyjne**

**Opis:** patrz Rozdział D.2.2

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie paliwa/energii.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje.
- Istniejące instalacje w przypadku dużej modernizacji [Com HR].

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Wzrastają poziomy emisji NO<sub>x</sub> ze wzrostem temperatury powietrza spalania.
- Mniejsze zużycie energii ma pozytywny wpływ na SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>.

**Zakłady referencyjne:****Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:**

Rekuperator z niskimi emisjami NO <sub>x</sub>	Redukcja [%]		Koszty inwestycji [mln ECU]	
	NO <sub>x</sub>	Energia <sup>1</sup>	Nowe urządzenia	Istniejące urządzenia
	50	25	1,0	2,2
<i>Palnik rekuperacyjny</i>	30	25	4,5	5,0

Uwaga: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec o rocznej wydajności 1,5 mln t, opalany gazem ziemnym ze standardowymi palnikami i bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycji mogą być specyficzne dla miejsca (pomieszczenie do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych)

<sup>1</sup> W procentach, oszczędność energii jest odzwierciedlona przez redukcję w emisjach SO<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub>

**Tabela A.4-6: Typowo osiągalne redukcje i dane kosztów poniesionych na rekuperatory i palniki rekuperacyjne****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.1.3.6 Technologia tlenowo-paliwowa****Opis:**

Normalne powietrze spalania jest zastąpione przez tlen techniczny.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii i mniejsza emisja CO<sub>2</sub>
- Mniejsze emisje CO i ogólnych NO<sub>x</sub>

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe piece.
- Istniejące piece w przypadku dużych modernizacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Wyższe stężenia emisji NO<sub>x</sub>, chociaż ogólne emisje NO<sub>x</sub> są niższe.
- Potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa przez stosowanie czystego tlenu.

**Przykładowe zakłady:** kilka studiów przypadku (przeważnie dla stali nierdzewnej)

Co najmniej 50 jednostek w codziennej normalnej operacji nagrzewania stali; piece wgłębne, piece z trzonem wysuwającym, piece komorowe, piece przelotowe do obróbki taśmy stalowej, piece z trzonem obrotowym, piece z trzonem samotokowym itd. Co najmniej 6 nowych pieców pracuje w Szwecji.

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:**

- Niskie koszty inwestycyjne.
- Wysokie wydatki eksploatacyjne jeśli nie realizuje się wzrostu produkcji.

**Cel wdrożenia:**

- Większa wydajność.
- Oszczędności paliwa.
- Niższe emisje ogólne NO<sub>x</sub>.

**Bibliografia:**

„Czysty Tlen-Paliwo w piecach grzewczych”, Dr Joachim von Schéele i Inż. Tomas Ekman, „Nordycki Przegląd Hutnictwa i Górnictwa”, strona 100.

**A.4.1.3.7 Palniki z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>**

**Opis:** patrz Rozdział D.2.1

Obecnie dostępne są palniki łączące cechy konstrukcyjne niskich NO<sub>x</sub> z podgrzewaniem powietrza, np. regeneracyjne palniki z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza emisja NO<sub>x</sub>.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe piece.
- Istniejące piece w przypadku dużej modernizacji (może istnieć ograniczenie zamiany istniejących palników ze względu na różnice wielkości palników). [Com HR] Istniejące palniki klasyczne mogą być najczęściej przerobione na pierwszą generację palników z niskimi emisjami NO<sub>x</sub> przez wymianę deflektora palnika i bloku wejściowego. Przeróbka na palniki drugiej generacji z niskimi emisjami NO<sub>x</sub> jest trudniejsza i wymaga modyfikacji wyłożenia pieca. [EUROFER HR]

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Wewnętrzna recyrkulacja spalin, cecha konstrukcyjna palników z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>, obniża poziom NO<sub>x</sub>, ale zwiększa zużycie energii.

**Przykładowe zakłady:**

EKO Stahl, Aceralia, Voest Alpine, Preussag, itd.

**Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:**

Dla palników z niskimi emisjami NO<sub>x</sub> poziom NO<sub>x</sub> jest mniej zależny od temperatury podgrzewania powietrza. Czasami w praktyce przemysłowej palniki z niskimi emisjami NO<sub>x</sub> nie wykazują najlepszych osiągnięć w emisji NO<sub>x</sub>. Dowodzi to, że na ogólną emisję NO<sub>x</sub> wpływa wiele innych parametrów, takich jak konstrukcja pieca, rodzaj paliwa, temperatura

grzania, obsługa i utrzymanie ruchu. [EUROFER HR] Dlatego konieczna jest szczególna troska w kwestii warunków roboczych i kontroli działania.

W porównaniu z palnikami klasycznymi można uzyskać obniżenie poziomu emisji NO<sub>x</sub> w przybliżeniu o 30 %. Typowa wartość dla gazu ziemnego wynosi 300 mg/Nm<sup>3</sup>.

W dwóch przypadkach przy zastosowaniu gazu koksowniczego i ciężkiego oleju podawano gwarantowane poziomy emisji 330 mg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> (suchy gaz odpadowy przy 5 % O<sub>2</sub>). [DFIU]

### Przykłady

Voest Alpine eksploatuje 2 piece przepychowe (350 t/h) i 2 piece do obróbki cieplnej. Obniżenie poziomu NO<sub>x</sub> można uzyskać tylko wówczas, gdy wydajność palnika jest wyższa niż 20 %. Podczas nieplanowanego lub planowanego czasu opóźnienia (wydajność palnika < 20 %) poziom NO<sub>x</sub> może wzrosnąć dwukrotnie lub więcej. Podano, że koszty inwestycyjne wyniosły 1 mln euro/piec (350 t/h). [Input-HR-1]

**EKO Stahl** eksploatuje piec pokroczny o przepustowości 200 t/h. Piec jest wyposażony w palniki z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>, jest opalany gazem ziemnym i pracuje na podgrzewanym powietrzu o temperaturze 450 °C (ilość gazu odpadowego 140000 m<sup>3</sup>/h). Osiągane są poziomy 400 mg/m<sup>3</sup> dla NO<sub>x</sub> i <100 mg/m<sup>3</sup> dla CO (odniesienie 5 % O<sub>2</sub>) jako średnie dobowe w przypadku ładowania zimnego wsadu.

Podawano również emisje NO<sub>x</sub> na poziomie 250 mg/m<sup>3</sup> (odniesienie 3 % O<sub>2</sub>) przy palnikach z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>, w porównaniu z palnikami klasycznymi z emisjami NO<sub>x</sub> 300 – 500 mg/m<sup>3</sup> **ACB**

	Redukcja [%]		Koszt inwestycji [mln ECU]	
	NO <sub>x</sub>	Energia	Nowe urządzenia	Istniejące urządzenia
Palniki z niskimi emisjami NO <sub>x</sub> z wewnętrzną recyrkulacją gazów spalinowych (1-sza generacja)	40	0	0	0,8
Palniki z niskimi emisjami NO <sub>x</sub> z wewnętrzną recyrkulacją gazów spalinowych i podgrzewaniem powietrza	65	0	0,2	1,2

Uwaga: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec z roczną przepustowością 1 mln t, opalany gazem ziemnym ze standardowymi (klasycznymi) palnikami i bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycyjne mogą być specyficzne dla miejsca (przestrzeń do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych)

**Tabela A.4-7: Typowo osiągalne redukcje i dane kosztów poniesionych na palniki z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### A.4.1.3.8 Selektywna redukcja katalityczna (SCR)

#### Opis:

Pomocniczym środkiem do obniżania emisji NO<sub>x</sub> jest selektywna redukcja katalityczna. Ogólny opis techniczny SCR jest podany w Rozdziale D.2.4.

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Redukcja emisji NO<sub>x</sub>.

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje.

#### Skutki oddziaływania na środowisko :

- Stosowanie gazu amoniakalnego (transport i magazynowanie może być niebezpieczne i podlega ścisłym przepisom bezpieczeństwa).
- Ryzyko zanieczyszczenia powietrza z powodu ucieczki amoniaku.
- Możliwy wzrost zużycia energii [Vercaemst 27.7].
- Możliwy wzrost ilości odpadów; odaktywniony katalizator, który może być ponownie przetwarzany przez producenta. Ten odpad będzie prawdopodobnie minimalny. [Vercaemst 27.7] [Oekopol 7.9]

#### Przykładowe zakłady:

Hoogovens Stell, piec pokroczny [Com NL]

#### Dane eksploatacyjne:

#### Przykład Corus/Hoogovens Walcownia Gorąca Nr 2 w IJmuiden:

W IJmuiden stosowana jest technika Selekttywnej Redukcji Katalitycznej (SCR) w piecach pokrocznych, które nagrzewają wsad na produkcję wyrobów walcowanych na gorąco w ilości około 2,3 mln ton rocznie. Z powodu specjalnej konstrukcji kanału gazów spalinowych możliwe było wbudowanie zwyczajnego katalizatora SCR w istniejący kanał. Rodzaj stosowanego katalizatora nadaje się do pracy w zakresie temperatur 270 – 450 °C. Krótkie okresy temperatur do 500°C nie szkodzą katalizatorowi. Za pomocą instalacji tego typu możliwe jest uzyskanie ogólnego stopnia redukcji ponad 80 % NO<sub>x</sub>. Zezwolenie zakładowe opisuje obniżenie z 800 mg/Nm<sup>3</sup> do 320 mg/Nm<sup>3</sup> i żądanie osiągnięcia redukcji ponad 85 %, co prawdopodobnie może być zrealizowane. Efektywność kosztowa SCR w przypadku pieca pokrocznego w Corus/Hoogovens wynosi 4,20 guldenów holenderskich na kg zredukowanego NO<sub>x</sub>. [EUROFER 31.3] [EUROFER 3.4]

W IJmuiden nie zainstalowano jeszcze żadnej SCR za piecem przepychowym, ale jedna jest w budowie. Uruchomienie tego procesu jest planowane na czerwiec 2000 roku. Dla drugiego pieca przepychowego zainstalowanie SCR jest planowane na początek następnego roku. Osiągi będą prawdopodobnie dużo gorsze niż w przypadku pieca pokrocznego. Z powodu bardzo wysokich temperatur gazów spalinowych (75 % powyżej 520 °C) musi być zastosowany eksperymentalny typ katalizatora. Ten typ działa należycie tylko w zakresie temperatur 300 – 520 °C. Przy temperaturach powyżej 520 °C nie można już wdmuchiwać amoniaku z powodu potencjalnego uszkodzenia katalizatora. Jeśli nie ma się do czynienia z wysokimi temperaturami (to znaczy, jeśli znajdzie się rozwiązanie techniczne tego problemu lub podejmie się dodatkowe środki), szacuje się, że ogólna redukcja NO<sub>x</sub> nie będzie większa niż 30 %. [EUROFER 31.3]



Wyrażono pewne wątpliwości odnośnie technicznej wykonalności SCR, co może ograniczać zastosowanie do pieców grzewczych:

- Prawdopodobnie zostaną napotkane pewne problemy praktyczne w zastosowaniu SCR w piecach grzewczych / w piecach do obróbki cieplnej stali, ponieważ tempo produkcji (i w konsekwencji wkład ciepła) i profile temperatury nie są stanem ustalonym. Aby uniknąć nadmiernego wpływu  $\text{NH}_3$  albo nadmiernych  $\text{NO}_x$  w kominie, ilość wdmuchiwanego amoniaku musiałaby być kontrolowana, aby dopasować ją do szybko zmieniających się natężeń przepływów gazów odlotowych i do stężenia  $\text{NO}_x$  [ETSU-GIR-45].
- Technologia SCR wymaga pewnych granic temperatury i wielkości przepływu, które mogłyby nie być osiągnięte w niektórych instalacjach [DK 30.6].
- Wymagana temperatura gazów spalinowych, odpowiednia dla SCR może nie być łatwa do osiągnięcia. Jeśli temperatury będą zbyt wysokie, to mogłyby być stosowane powietrze rozcieńczające, chociaż spadek ciągu pieca może być nie do przyjęcia [ETSU-GIR-45].
- W przypadku palników regeneracyjnych sprawność odzysku ciepła z gazów spalinowych uległaby pogorszeniu, gdyby SCR nie można było umieścić w połowie drogi warstwy regeneratora (np. warstwa musiałaby być rozszczepiona). [ETSU-GIR-45].
- Wiele zakładów odzyskuje ciepło odpadowe z gazów odlotowych z powodu wydajności cieplnej. Temperatura gazu odpadowego po odzysku leży w zakresie 150 – 210 °C i musi być podwyższona tak, aby katalizator SCR pracował właściwie. W konsekwencji byłby konieczny dodatkowy wkład energii [EUROFER 2.7].
- Ponieważ istnieje tylko bardzo ograniczone doświadczenie ze stosowaniem SCR w piecach grzewczych (tylko jeden zakład i tylko dla pieców pokrocznych), to nie dowiedziono, czy technika będzie pracować we wszystkich temperaturach i przy wszystkich stosunkach powietrza [EUROFER 30.6].
- Przy wyższych stężeniach w gazie odpadowym (np. jeśli olej opałowy będzie stosowany jako źródło energii) byłoby konieczne odpylanie dla ochrony katalizatora [EUROFER 2.7].
- W hutach o pełnym cyklu produkcyjnym gazy zakładowe (gaz wielkopieczowy, gaz konwertorowy lub gaz koksowniczy) są stosowane jako paliwa. Zawierają one zwykle zaledwie śladowe ilości cynku lub innych metali, ale mogłyby one zanieczyszczać powierzchnię katalizatora i stopniowo obniżać jego sprawność i skracać żywotność [EUROFER 2.7].
- Problemem, jaki może powstać, jest tworzenie się cząsteczek kwaśnego siarczanu amonowego  $(\text{NH}_4) \text{SO}_4$  lub wodorosiarczanu  $(\text{NH}_4) \text{HSO}_4$  przez reakcję nadmiaru amoniaku przeniesionego z reaktora SCR z  $\text{SO}_2$  i  $\text{SO}_3$  za chłodnicą gazów spalinowych. Osadzanie się tych cząsteczek może powodować zanieczyszczenie, erozję i korozję powierzchni wyposażenia za chłodnicą. Tworzenie się siarczanu amonowego jest minimalizowane przez stosowanie nieznacznie podstechiometrycznych ilości  $\text{NH}_3$  (0,9 – 1,0 mola na mol  $\text{NO}_x$ ) w celu tłumienia przeniesienia amoniaku. [HMIP-95-003], [ETSU-GIR-45].

**Aspekty ekonomiczne:** 4,20 guldena holenderskiego (NGL) na kg zredukowanych  $\text{NO}_x$  [EUROFER 3.4]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:** [HMIP-95-003], [ETSU-GIR-45], [EUROFER 31.3]

### A.4.1.3.9 Selektywna redukcja niekatalityczna (SNCR)

#### Opis:

Opis ogólny SNCR jest podany w rozdziale D.2.5

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsza emisja NO<sub>x</sub>.

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Stosowanie gazu amoniakalnego (transport i magazynowanie mogą być niebezpieczne i podlegają surowym przepisom bezpieczeństwa).
- Ryzyko zanieczyszczenia powietrza wskutek ucieczki amoniaku.

#### Przykładowe zakłady:

Avesta Sheffield, piece pokroczne

#### Dane eksploatacyjne:

##### Przykład Avesta Sheffield:

Na walcowni gorącej taśm dla walcowania kęsisk płaskich ze stali nierdzewnej na taśmy znajdują się dwa piece grzewcze (piece pokroczne), każdy o wydajności 100 t/h, stosujące gaz propan/butan jako paliwo. Piec A, dostarczony przez firmę Stein Heurty, został wdrożony do eksploatacji w 1992 roku, a piec B, dostarczony przez Italimpianti, w 1996 roku.

Ponieważ te piece są największym źródłem NO<sub>x</sub> w zakładzie, podjęto działania na rzecz zmniejszenia tych emisji przez wprowadzenie instalacji SNCR. Instalacja składa się głównie ze zbiornika magazynowego dla amoniaku (25 % roztwór wodny), pomp, rur, lanc wdmuchujących, i skomputeryzowanego systemu pomiarowego i kontrolnego, gdzie amoniak jest dodawany do gazu odlotowego z każdego pieca na bazie ciągłego poziomu NO<sub>x</sub>.

Instalacja została wdrożona do ciągłego działania w październiku 1999 roku i była regulowana przez jesień. Pomiary w styczniu 2000 roku dały następujące wyniki (NO<sub>x</sub> mierzone jako NO<sub>2</sub>):

	Zawartość NO <sub>x</sub> (mg/MJ paliwa)	Redukcja (%)	NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]
Piec A	74	70	205
Piec B	62	30	172 (ucieczka amoniaku 5 mg/Nm <sup>3</sup> )

Wyniki pomiarów są średnimi z przeprowadzonych pomiarów ciągłych w czasie 32 godzin na Piecu A i 42 godzin na Piecu B. Uważa się je za normalne i oczekuje się, że pozostaną one na tych poziomach w działaniu ciągłym.

Powodem, dla którego redukcja w Piecu B jest niższa jest to, że zawartość tlenu azotu bez amoniaku jest niższa niż w Piecu A.

Następująca informacja na temat kosztów została podana Szwedzkiej Radzie Ochrony Środowiska (Swedish Environment Court) w grudniu 1999 roku w raporcie dotyczącym możliwości redukcji emisji tlenków azotu z tych pieców.

Inwestycja kapitałowa (łącznie z kosztami instalowania i docierania jak również kosztem całego wyposażenia): 6,3 mln koron szwedzkich (SEK) (0,76 mln euro)<sup>3</sup>

Koszty operacyjne (głównie amoniak i utrzymanie ruchu): 1,4 mln SEK na rok (0,169 mln euro na rok)

Ogółem koszty kapitałowe i eksploatacyjne: 3,3 mln SEK/rok (0,40 mln euro/rok)

Przy podanej wyżej redukcji NO<sub>x</sub>, emisje tlenków azotu mogą być zredukowane o 60 ton/rok, co odpowiada kosztowi jednostkowemu 55 SEK (6,63 euro) na kg zredukowanych NO<sub>x</sub> (mierzonych jako NO<sub>2</sub>). [EUROFER 17.4]

Inne źródła podają skuteczność usuwania NO<sub>x</sub> przez SNCR typowo 50 – 60 % z ucieczką 20 – 30 ppm NH<sub>3</sub> [ETSU-GIR-45], ale nawet wyższe redukcje do 85 % są podawane w połączeniu z wdmuchiwaniami amoniaku na palnik regeneracyjny opalany gazem ziemnym. Inne źródła podawały stosowanie amoniaku i mocznika, wdmuchiwanym do kanału spalinowego palnika (pracującego na podgrzewanym powietrzu o temperaturze 900 °C) spalającego mieszkankę gazową składającą się z gazu wielkopieczowego i gazu koksowniczego. Dla obu odczynników maksymalna redukcja była rzędu 80%. Dane te pochodzą z pieca doświadczalnego o wydajności nie przekraczającej 600 kWt/h, który w tym przypadku był wersją pieca wglębnego w skali 1/3. [HIMP-95-003].

Wyrażano pewne wątpliwości co do technicznej wykonalności SNCR, która może ograniczać możliwość zastosowania do pieców grzewczych. Problemy w zastosowaniu SNCR do pieców grzewczych z powodu dużej zmienności warunków procesu (temperatura gazu odpadowego, natężenie przepływu itd.) i/lub nie dysponowania odpowiednim zakresem temperatur są prawdopodobnie takie same jak dla stosowania SCR (patrz wyżej):

- Zakres (okienko) temperatury dla SNCR wynosi około 850 - 1100 °C (zależnie od odczynnika). Dla tych systemów regeneracyjnych, które posiadają temperatury w piecu dobrze ponad 1000 °C, właściwy zakres temperatury SNCR może istnieć w obrębie warstwy regeneratora, co może stać na przeszkodzie w stosowaniu metody. Systemy sterowania byłyby skomplikowane, gdyby istniała potrzeba „podążania” za okienkiem temperatury, które może zmieniać swoje położenie w obrębie pieca/palnika kiedy zmieniają się ilości doprowadzonego ciepła i tempo produkcji. [HMIP-95-003], [EUROFER HR]
- Potencjalną wadą techniki SNCR jest powstawanie siarczanu amonowego przez przenoszenie nadmiaru NH<sub>3</sub>. Stosowanie czystych paliw gazowych takich jak gaz ziemny w połączeniu z SNCR powinno prowadzić do uniknięcia podawanych problemów ze związkami adhezyjnymi i korozyjnymi, które w przeciwnym razie mogą występować. W przypadku gazów hutniczych może to nie być problemem. [HMIP-95-003]

**Aspekty ekonomiczne:** Dane ekonomiczne zakładów szwedzkich wykazują, że koszt 6,63 euro na kg NO<sub>x</sub> zredukowanych powoduje dodatkowe koszty 0,33 euro w produkcji 1 tony walcowanej stali. W oparciu o cenę około 400 euro za tonę szerokiej taśmy walcowanej na gorąco, wydatek względny wynosi 0,08 %. Oszacowano, że roczna produkcja tych dwóch pieców wyniosła 1,2 miliona ton walcowanej stali. [Niemcy 7.4]

**Cel wdrożenia:**

Urządzenia selektywnej redukcji niekatalitycznej (SNCR) zostały zamontowane w wyniku wymagań lokalnych przepisów. Dana lokalizacja ma limit rocznej ogólnej masy emitowanych NO<sub>x</sub>, a równocześnie pożądane było zwiększenie produkcji. Zwiększonej produkcji nie

<sup>3</sup> Koszty w euro obliczono stosując kurs wymiany 0,12 euro za 1 SEK.

można było realizować bez uzyskania pewnej redukcji ilości emisji i wówczas stwierdzono, że najlepszym rozwiązaniem będzie zainstalowanie SNCR.

**Bibliografia:** [HMIP-95-003], [ETSU-GIR-45], [EUROFER 17.4]

#### **A.4.1.3.10 Zewnętrzna recyrkulacja gazów spalinowych (FGR)**

**Opis:** patrz rozdział D.2.3

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza emisja NO<sub>x</sub>.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące piece.
- W praktyce przy modyfikacji konstrukcji mogą zaistnieć fizyczne trudności w instalowaniu kanałów i problemy dostępności.
- Potencjalne trudności w regulowaniu w przypadkach, gdzie skład i w konsekwencji ilość gazu odpadowego są zmienne. (np. w hutach o pełnym cyklu produkcyjnym, gdzie stosowane są mieszanki gazów produkowanych w zakładzie).

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Potencjalny wzrost zużycia paliwa (tak długo jak długo FGR nie ma wpływu na przepływ i temperaturę gazów odpadowych, wydajność spalania i zużycie paliwa pozostaną takie same, ale to pociąga za sobą wzrost temperatury podgrzania powietrza).

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

Dla pieca grzewczego dla stalowych kęsisk płaskich, opalanego gazem koksowniczym, z wydajnością co najmniej 140 t/h, podawano redukcje NO<sub>x</sub> 51,4 %, 69,4 % i 79,8 % (z podstawowego poziomu 657 mg/m<sup>3</sup>) odpowiednio dla 10 %, 20 %, i 30 % FGR [ETSU-GIR-45]

Dane podane dla wzrostów zużycia paliwa (i stąd dla emisji CO<sub>2</sub>) dla palników o różnej konstrukcji wahały się od 1,1 do 9,9 % (FGR w zakresie od 10 – 50 %). [ETSU-GIR-45]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

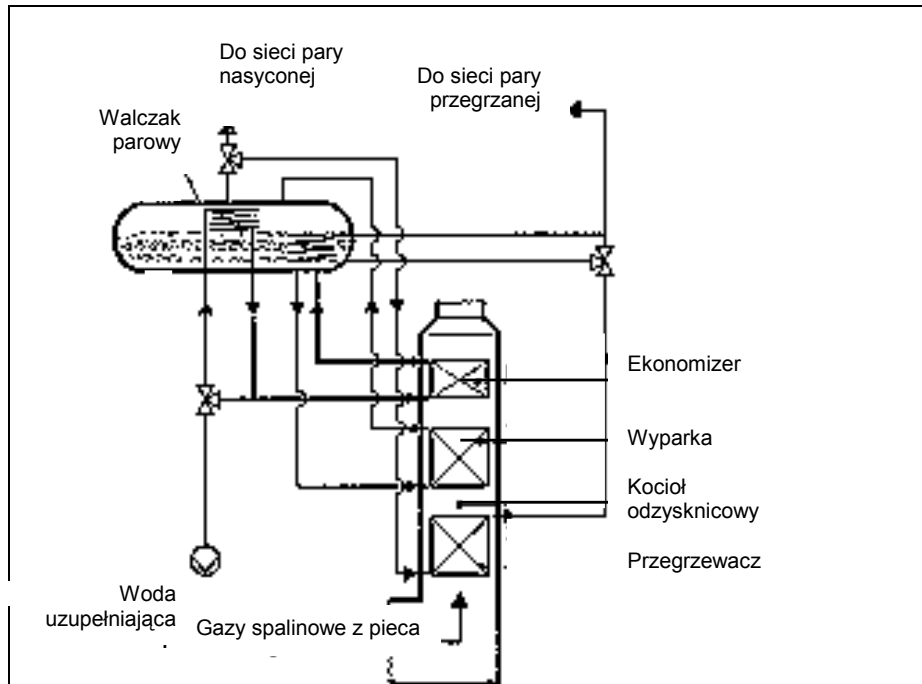
**Bibliografia:**

#### **A.4.1.3.11 Kocioł odzysknicowy**

**Opis:**

Kocioł odzysknicowy może być zainstalowany pomiędzy wylotem pieca i kominem (zmniejszając efektywność systemu rekuperacyjnego) lub pomiędzy rekuperatorem i kominem. W kotle odzysknicowym ciepło zawarte w gazie odpadowym jest wykorzystywane do wytwarzania pary wodnej. Temperatura gazu odpadowego za kotłem odzysknicowym jest obniżona do około 200 °C. Wytwarzanie pary tą metodą w tym punkcie oszczędza wytwarzanie tej energii gdzie indziej (np. w elektrowni lub w ciepłowni). W rezultacie mogą być osiągnięte znaczne oszczędności energii i redukcje emisji.

Wytwarzana para może być stosowana na walcowni do ogrzewania systemów lub poza walcownią do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach i dla dalekosiężnych systemów ogrzewania miast. [EUROFER HR]



Rysunek A.4-3: Schemat kotła odzysknicowego [EUROFER HR]

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Efektywne wykorzystanie energii.
- Oszczędza zasoby, ponieważ żadne paliwo nie jest zużywane w innych stopniach do produkowania pary i emisje są redukowane.

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe instalacje.
- Istniejące instalacje, pod warunkiem, że dostępna jest potrzebna przestrzeń.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

#### Przykładowe zakłady:

Voest Alpine (2 kotły), Svenskt Stål AB

#### Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:

#### Przykład z Voest:

Temperatura pary:	320 °C
Ciśnienie pary:	18 bar
Temperatura gazu odpadowego za kotłem odzysknicowym:	200 °C
Odzysk energii:	0,17 GJ/t (12 % zużycia paliwa)
Koszty inwestycyjne:	4,5 mln euro/ kocioł (65t/h)

	Redukcja <sup>1</sup> [%]		Koszt inwestycyjny [mln ECU]	
	NOx	Energia <sup>2</sup>	Nowe urządzenia	Istniejące urządzenia
<b>Kocioł odzysknicowy</b>	15	15	4,0	4,0

Uwagi: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec o rocznej wydajności 1.5 mln ton opalany gazem ziemnym, z klasycznymi palnikami i bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycyjne mogą być specyficzne dla miejsca (pomieszczenie do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych).

<sup>1</sup> Kotły odzysknicowe mają znikomy wpływ, jeśli są w kombinacji z rekuperatorami lub z systemami regeneracyjnymi.

<sup>2</sup> Oszczędność energii w procentach ma równy wpływ na obniżenie emisji SO<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub>

#### **Tabela A.4-8: Typowo osiągalne redukcje i dane kosztów poniesionych na kotły odzysknicowe.**

Instalowanie kotła odzysknicowego jest rozsądne tylko wtedy, kiedy istnieje specjalne zapotrzebowanie na parę, to znaczy jeśli są na nią odbiorcy. Tylko marginalnego efektu można oczekiwać z zainstalowania kotła odzysknicowego w przypadku połączenia z efektywnym odzyskiem ciepła odpadowego przez stosowanie rekuperatorów lub systemu regeneracyjnego i przy właściwej konstrukcji pieca. [EUROFER HR]

**Cel wdrożenia:** mniejsze zużycie energii, korzyści finansowe.

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.3.12 Optymalna konstrukcja płóz dla redukcji miejsc niedogranych**

**Opis:**

**SMC – Urządzenie do dogrzewania miejsc niedogranych.**

Kęsiska płaskie grzane w **piecu przepychowym** spoczywają na rurach podporowych (płozach) chłodzonych wodą, które powodują lokalne niedogrzanie (miejsca niedograne [skid marks]) na dolnym boku kęsisk płaskich i muszą być wyrównane w czasie ich pobytu w strefie wygrzewania dla uniknięcia zmian grubości wyrobu gotowego.

Czas wygrzewania może być skrócony, jeśli miejsca niedograne są ogrzewane odpowiednimi metodami, np. lokalne ogrzewanie indukcyjne (urządzenie do dogrzewania miejsc niedogranych). Straty powodowane przez system chłodzenia i ścianę trzonu są prawie niezmiennie w czasie, bez względu na to, czy piec pracuje pod pełnym obciążeniem, czy pod obciążeniem częściowym.

**Główne osiągalne korzyści dla środowiska:** Skrócenie czasu przebywania w strefie wygrzewania i w konsekwencji skrócenie czasu przejścia przez piec, co daje w rezultacie oszczędności energii. Ale raportowano również, że SMC wymaga dużego wkładu energii na ogrzewanie indukcyjne [Com2 HR]

**Koniki płóz piecowych**

Dodatkowym środkiem do redukcji powstawania miejsc niedogranych jest stosowanie tak zwanych koników płozowych. Są to uchwyty dla chłodzonych wodą płóz piecowych, wykonane ze specjalnego materiału (stop metalowy lub ceramika), które redukują rozpraszanie energii.

**Główne osiągalne korzyści dla środowiska:** Jak w SMC, możliwe jest obniżenie temperatury wyrównawczej, połączone z większą przepustowością pieca, oraz mniejsze zużycie energii.

**Przesunięcie płóz**

W nowoczesnych **piecach pokrocznych** płozy podpierające materiał nie są proste na całej długości pieca. Głównie ostatnia sekcja płóz, w pobliżu strony wylotowej pieca, jest

przesunięta o zaprojektowane przesunięcie, dla rozłożenia, a przez to zmniejszenia miejsc niedogranych.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:** poprawa jakości i mniejszy odpad.

**Możliwość zastosowania:**

- Koniki płóz piecowych i przesunięcie płóz mają zastosowanie tylko do nowych instalacji ponieważ te rozwiązania muszą być wzięte pod uwagę na etapie projektowania.
- Urządzenia do dogrzewania miejsc niedogranych: nowe i istniejące instalacje

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Zakłady przykładowe:**

**Dane eksploatacyjne:**

Raportowana redukcja z tytułu przesunięcia płóz, dogrzewania miejsc niedogranych lub koników płóz piecowych wyniosła 1% dla zużycia energii i 1% dla emisji NOx. [EUROFER HR].

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.1.3.13 Redukcja straty energii przez urządzenie transportowe wsadu**

**Opis:**

W piecach grzewczych stosowane jest chłodzenie wodą w celu ochrony pewnych elementów i podtrzymania ich wytrzymałości fizycznej; przykłady obejmują drzwi, nadproża i mechanizm transportowy wsadu lub system podporowy. Elementy chłodzone wodą stanowią istotne źródło straty energii. W szczególności strata przez systemy transportowe w piecach przelotowych (pokrocznych) może stanowić 6 do 12 % wkładu paliwowego w typowych warunkach roboczych. Pod koniec kampanii roboczej pieca, kiedy izolacja chłodzonych elementów zaczyna się degradować, strata może wynosić 20 do 25 %. [ETSU-G76], [Com2 HR]

Straty ze strony konstrukcji podporowych wsadu mogą być zminimalizowane na etapie projektowania przez optymalizację/redukcję **ilości chłodzonych płóz i podpór** i przez zastosowanie **odpowiedniej izolacji**. [ETSU-G76]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Raportowano mniejsze straty z tytułu chłodzenia wodą o 26,7 GJ/h (co jest równoważne oszczędności paliwa 44,5 GJ/h) [ETSU-G76].

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe piece i istniejące piece.
- Dla istniejących pieców optymalizacja może być przeprowadzana podczas remontu materiałów ogniotrwałych [Com2 HR].

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zużycie wody mniejsze o 46 % [ETSU-G76].
- Mniejsze zużycie energii przez mechanizm wypcharki [ETSU-G76].
- Mniejsza ilość miejsc niedogranych, lepsza jakość [ETSU-G76].

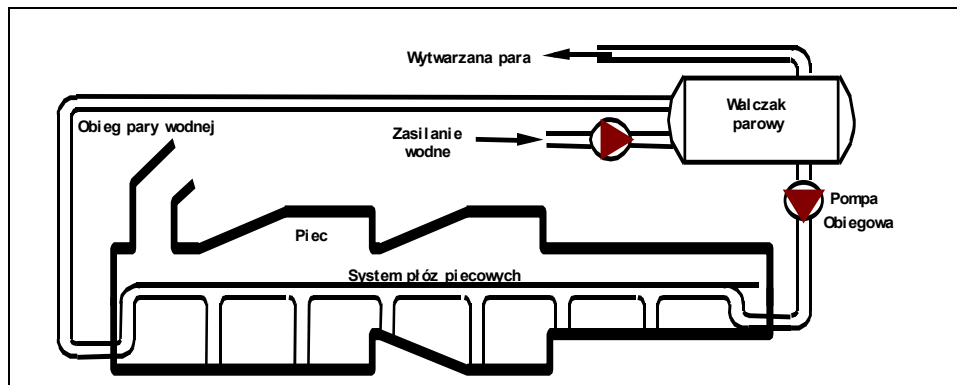
**Zakłady przykładowe:**  
**Dane eksploatacyjne:**  
**Aspekty ekonomiczne:**  
**Cel wdrożenia:**  
**Bibliografia:**

#### A.4.1.3.14 Wyparkowe chłodzenie płóz pieca

##### Opis:

Straty energii z tytułu chłodzenia płóz mogą być wykorzystane do wytwarzania pary. W piecach grzewczych może być zainstalowany zamknięty wymuszony obieg chłodzenia, który wprawia w obieg mieszaninę około 95 % wody i 5 % pary nasyconej.

Para wytwarzana przez chłodzenie płóz podporowych wsadu walcowniczego jest odbierana z obiegu i dostarczana innym użytkownikom do dalszego wykorzystania. [EUROFER HR]



**Rysunek A.4-4: Typowy schemat wyparkowego chłodzenia płóz piecowych [EUROFER HR]**

##### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Skuteczniejsze wykorzystanie energii oszczędza zasoby, ponieważ żadne paliwo nie jest zużywane na innych stopniach dla wytwarzania pary, mniejsze są emisje.

##### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje.
- Rozsądne tylko wtedy, kiedy jest konkretne zapotrzebowanie na parę. [ETSU-G76].

**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie są znane żadne negatywne wpływy na środowisko.

**Zakłady przykładowe:** Svenskt Stål AB, EKO Stahl

**Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:**

##### Przykład z EKO Stahl [Input-HR-1]

- |  |   |
|--|---|
| - średnie ciśnienie robocze:           | 23 bar  |
| - średnia temperatura wody chłodzącej: | 222 °C (przy 23 bar)  |
| - możliwa produkcja pary dla turbiny:  | 10 – 41 t/h (zależnie od sytuacji materiału ogniotrwałego i warunków roboczych pieca) |
| - moc generatora:                      | 4,16 MW   |



- produkcja pary (ładowanie zimne):	Ø 18 t/h
- produkcja pary (ładowanie gorące):	Ø 22 t/h
- odzyskiwana energia:	brak danych

Podawane ogólne możliwości redukcji i dane dotyczące ponoszonych kosztów są podane w poniższej tabeli.

	Redukcja <sup>1</sup> [%]		Koszt inwestycyjny [mln ECU]	
	NOx	Energia <sup>2</sup>	Nowe urządzenia	Istniejące urządzenia
<b>Chłodzenie wyparkowe płóz piecowych</b>	7	7	4,0	4,0
<p>Uwagi: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec o rocznej wydajności 1.5 mln ton opalany gazem ziemnym, z klasycznymi palnikami i bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycyjne mogą być specyficzne dla miejsca (pomieszczenie do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych).</p> <p><sup>1</sup> Wyparkowe chłodzenie płóz piecowych w kotłach odzysknicowych ma znikomy skutek jeśli są one w kombinacji z rekuperatorami lub z systemami regeneracyjnymi.</p> <p><sup>2</sup> Oszczędność energii w procentach ma równy wpływ na obniżenie emisji SO<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub></p>				

#### **Tabela A.4-9: Typowo osiągalne redukcje i dane ponoszonych kosztów na wyparkowe chłodzenie płóz piecowych**

Tylko niewielki efekt może być oczekiwany z wyparkowego chłodzenia płóz piecowych jeśli chłodzenie to stosuje się w połączeniu z dobrą izolacją płóz.

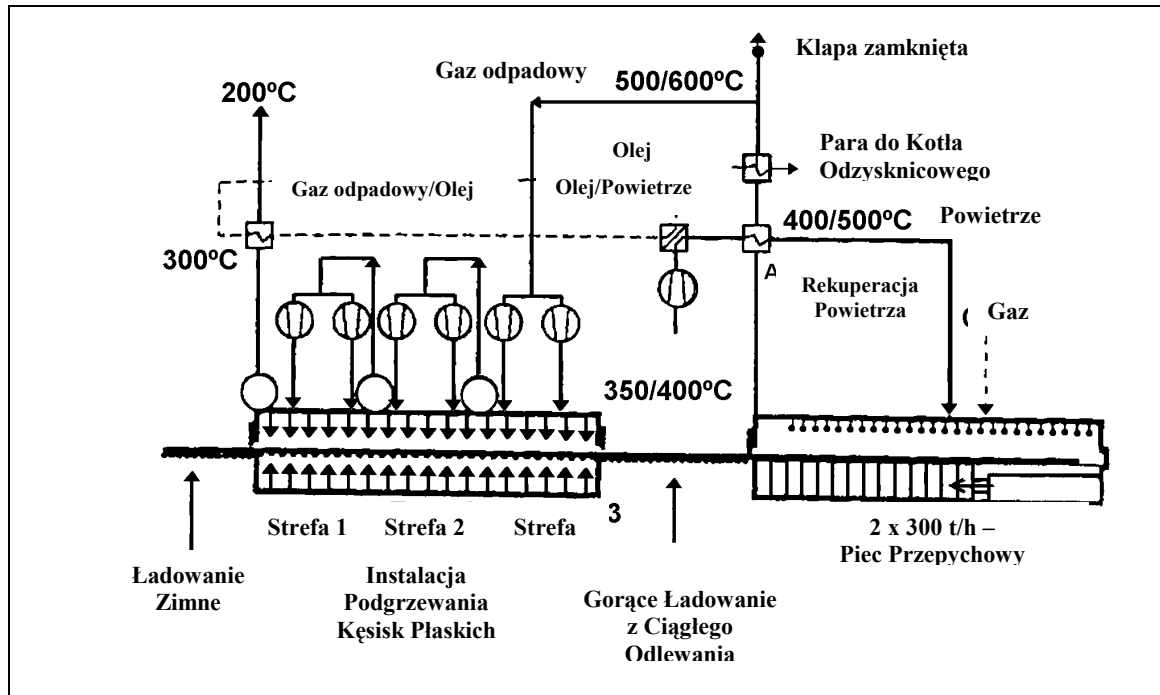
**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.3.15 Podgrzewanie wsadu**

**Opis:**

Ciepło zawarte w gazie odpadowym z pieców grzewczych może być wykorzystywane do wstępnego ogrzewania wsadu przez nadmuchiwanie gorącego gazu odpadowego z góry i z dołu na kęsisko płaskie. Nawet za palnikami regeneracyjnymi i kotłem odzysknicowym gaz odpadowy może mieć wystarczającą energię, aby podgrzać kęsiska płaskie do około 400 °C. Rysunek A.4-5 prezentuje przykład podgrzewacza kęsisk płaskich, zainstalowanego przed piecem grzewczym typu przepychowego.



**Rysunek A.4-5: Zasada podgrzewania kęsisk płaskich gazem odpadowym**  
[StuE-113-10]

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze zużycie energii w piecu grzewczym (20%).

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące piece przelotowe (dla przypadków, gdzie rekuperacja wsadu nie jest już stosowana w piecu)

**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie są znane żadne negatywne wpływy na środowisko.

**Zakłady przykładowe:** Preussag Stahl, Salzgitter

#### Dane eksploatacyjne:

##### Przykład:

Podgrzewacz pokazany na rysunku A.4-5 jest zainstalowany przed 2 piecami przepychowymi. Piece mają wydajność 300 t/h i są opalane przez palniki regeneracyjne. Ciepło z gazu odpadowego z pieca jest najpierw wykorzystywane dla odzysku ciepła w kotle odzysknicowym. Za kotłem gaz ten ma nadal temperaturę 500 - 600 °C i jest wykorzystywany w podgrzewaczu do podgrzewania kęsisk płaskich do 400 °C. Gaz odpadowy opuszczający podgrzewacz posiada jeszcze temperaturę 300 °C i jest wykorzystywany do podgrzewania powietrza spalania dla palników regeneracyjnych pieca grzewczego do około 150 °C (za pomocą olejowych wymienników ciepła). Gaz odpadowy jest zrzucany przy temperaturze 200 °C. [StuE-113-10]

Ciepło gazu odpadowego może być wykorzystywane jako alternatywa dla podgrzewaczy w bardzo długich piecach pokrocznych w długiej nieopalonej strefie ogrzewania wstępnego. [StuE-113-10]

#### Aspekty ekonomiczne:

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.3.16 Skrzynie zachowujące ciepło / osłony termiczne**

**Opis:**

Skrzynie gorące lub komory izolowane są stosowane do zatrzymywania ciepła w stali i dla stworzenia połączenia pomiędzy źródłem gorącego wsadu i piecem. Półwyroby, które nie mogą być ładowane bezpośrednio (z powodu koordynacji programu i dla zapełnienia luk spowodowanych przerwami produkcyjnymi) są składowane w tej nieogrzewanej, izolowanej cieplnie skrzyni zamiast składowania na składowiskach pod gołym niebem. Straty ciepłe kęsisk płaskich są mniejsze, a temperatura wsadu jest utrzymywana na wysokim poziomie. Średnio czas składowania kęsisk płaskich wynosi 8 godzin. Temperatura kęsiska płaskiego składowanego w izolowanej komorze jest w przybliżeniu o 220 °C wyższa od temperatury kęsisk płaskich składowanych pod gołym niebem. [EUROFER HR], [ETSU-G76].

Inną metodą obniżenia temperatury roboczej pieca i zapobiegania stratom ciepła pomiędzy piecem i walcarką są izolowane osłony (pokrywy zatrzymujące ciepło) zainstalowane pomiędzy wylotową stroną pieca i klatkami walcowniczymi. Dla zapobiegania stratom ciepła podczas transportu z maszyny ciągłego odlewania do pieca grzewczego mogą być stosowane środki takiego samego rodzaju. [DFIU98], [ETSU-G76]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii przy grzaniu.
- Pokrywy / osłony termiczne dla transportu kęsisk płaskich pomiędzy maszyną ciągłego odlewania i piecem grzewczym mogą dawać oszczędność energii około 0,33 GJ/t [DFIU98].

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.
- Wszystkie instalacje ciągłego odlewania z przylegającą walcownią [Com A].
- Mogą mieć zastosowanie takie same ograniczenia jak dla gorącego ładowania [Input-HR-1].

**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie zaobserwowano negatywnego wpływu na środowisko.

**Zakłady przykładowe:**

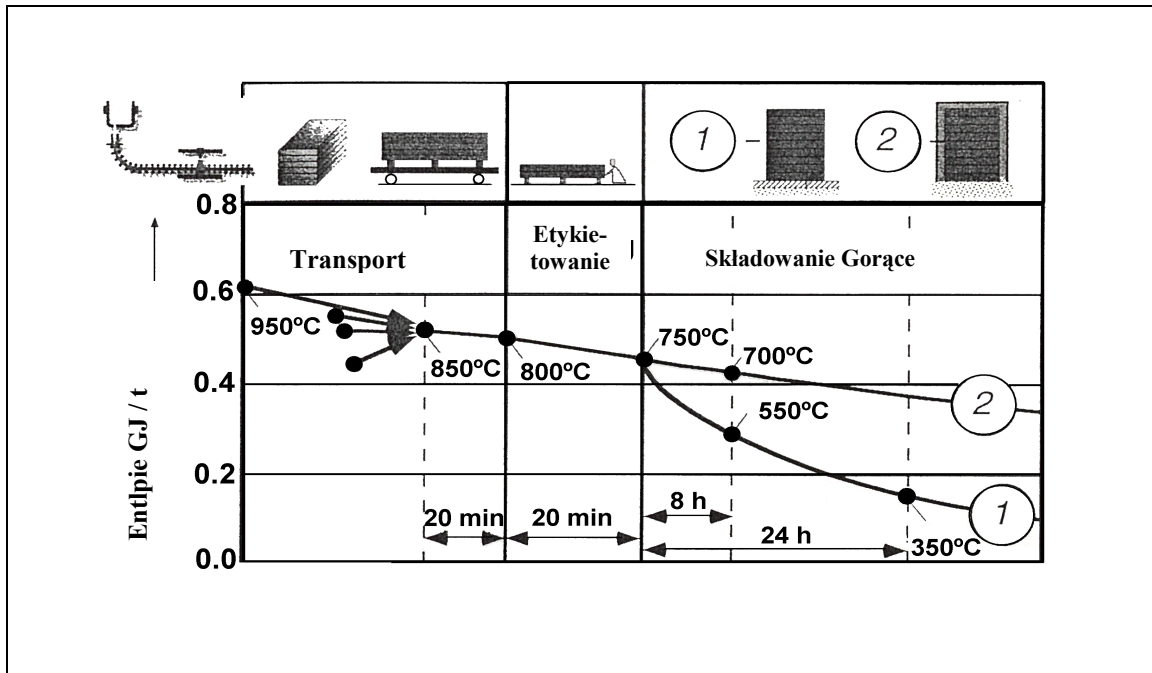
- VA Stahl Linz, (max. 5000 t), Austria [Input-HR-1].
- HADEED, Arabia Saudyjska [Com A].
- Stahlwerke Bremen [STuE-117-5].

**Dane eksploatacyjne:**

**Przykład:**

Badanie potencjalnych środków podwyższania temperatury kęsisk płaskich, odlewanych ciągle, ładowanych do pieca grzewczego, zostało przeprowadzone w hucie Stahlwerke Bremen z zastosowaniem modelowania numerycznego. Wyniki oparte na symulacji komputerowej i pomiarach dla tej instalacji wykazały, że temperatura w rdzeniu kęsiska płaskiego bezpośrednio po odlewaniu wynosiła około 950 °C. Na drodze do składowiska walcowni gorącej kęsiska płaskie ostygły o 200 °C do 750 °C: podczas czasu składowania 24h temperatura kęsisk płaskich spadała dalej, zachowując jeszcze około 350 °C przy ładowaniu

do pieca grzewczego. Przez optymalizację synchronizacji maszyny ciągłego odlewania i planu walcowania można było skrócić czas składowania do jednej trzeciej. Ponadto kęsiska płaskie były przykryte pokrowcami termicznymi z wyłożeniem wełną mineralną o grubości 50 mm. Wykazano, że podczas 8-godzinnego składowania, zaczynając od 750 °C, można było utrzymać temperaturę 700 °C do ładowania. W porównaniu ze starą praktyką ładowania (350 °C) przedstawiało to wkład dodatkowej energii do pieca na poziomie 0,26 GJ/t, z czego połowa wynikała ze skrócenia czasu składowania, a połowa z izolacji cieplnej. [StuE-117-5]



Rysunek A.4-6: Zmodyfikowane składowanie dla wzrostu temperatury wsadu [StuE-117-5]

#### Aspekty ekonomiczne:

Zwrot nakładu inwestycyjnego w ciągu 1 roku w VA Stahl Linz [ComA].

Koszty inwestycyjne 2 mln euro, Voest [Input-HR-1].

#### Cel wdrożenia:

- Większa wydajność pieca i walcowni.
- Większy udział ładowania gorącego wsadu w połączeniu z CAQC. [Com A].

#### Bibliografia:

Idee i koncepcje dla gorącego lub bezpośredniego ładowania, praca nr 50, siódma międzynarodowa konferencja na temat ciągłego odlewania, 20-22 maj, 1996 [Com A]

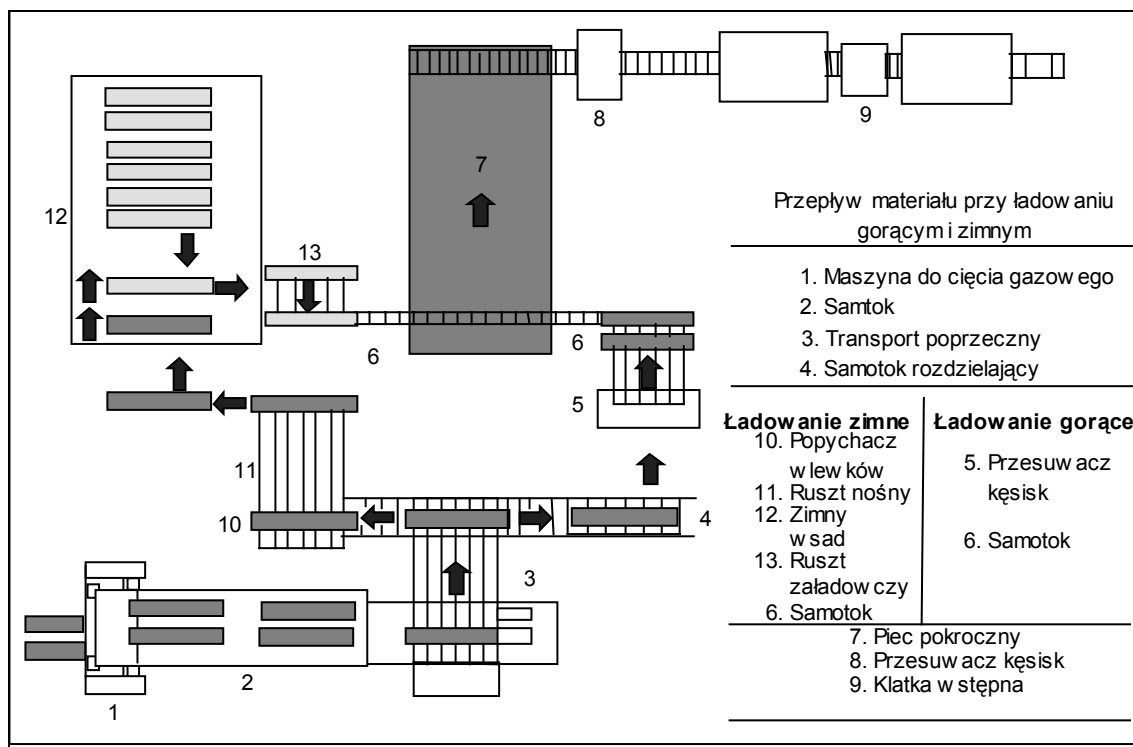
#### A.4.1.3.17 Ładowanie gorącego wsadu/walcowanie bezpośrednie

##### Opis:

W przeciwieństwie do procesu klasycznego (składowanie i schładzanie materiału), ciepło zawarte w kęsiskach płaskich, kęsiskach, profilach wstępnych dwuteowych lub kęsach pochodzących z ciągłego odlewania, jest wykorzystywane przez ładowanie ich bezpośrednio (z ich entalpią) do pieców grzewczych. Ładowanie gorącego wsadu dotyczy ładowania materiału o temperaturze 300 do 600 °C; walcowanie bezpośrednie odnosi się do materiałów wsadowych o temperaturze 900 do 1000 °C. Te techniki mogą być stosowane tylko wtedy,

gdy jakość powierzchni jest wystarczająco dobra ażeby nie było potrzebne schładzanie i oczyszczanie płomieniowe i jeśli programy produkcyjne stalowni i walcowni gorącej mogą być odpowiednio dostosowane. Komputerowe systemy sterowania stosowane są do koordynowania produkcji obu wydziałów, stosownie do zamówień klientów, i do opracowywania planów walcowania.

Rysunek A.4-7 przedstawia możliwy przepływ materiału w zakładzie, umożliwiając oba rodzaje ładowania: ładowanie zimnego i ciepłego wsadu oraz ładowanie gorącego wsadu. Zoptymalizowane planowanie produkcji i system sterowania do synchronizowania planów produkcyjnych stalowni i walcowni umożliwia udział ładowania gorącego wsadu w wysokości ponad 60 % przy temperaturze wsadu około 800 °C. Może być potrzebny piec grzewczy pracujący okresowo, zlokalizowany przed walcownią.



**Rysunek A.4-7: Przepływ materiału: zestawienie ładowania gorącego i zimnego wsadu [DFIU98]**

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Redukcja zużycia paliwa (oszczędności paliwa).
- Redukcja emisji SO<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub>.

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje.
- Zastosowanie w niektórych istniejących zakładach może być ograniczone z powodu konfiguracji zakładu i logistyki eksploatacyjnej. Ważnymi parametrami technologicznymi są typ walcowni i jej konfiguracja, odległość maszyny ciągłego odlewania od pieca i od walcowni (czas potrzebny na przetransportowanie wsadu ze stalowni do pieca grzewczego), jak również warunki techniczne stali. Czasami nie jest możliwe zastosowanie w przypadku pieców z nieopalanymi strefami podgrzewania. Wdrożenie ładowania gorącego wsadu lub walcowania bezpośredniego zależy ponadto od zainstalowania wyposażenia umożliwiającego większą przepustowość pieca,

ujednorodnienia temperatury (np. grzejniki krawędziowe), od harmonogramu swobodnego walcowania, od możliwości dostrojenia planu produkcyjnego stalowni (maszyny ciągłego odlewania) do planu produkcyjnego walcowni, od wysokiej jakości kęsisk płaskich (jakość powierzchni) itd. [DFIU98], [ETSU-G77].

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Krótszy czas pobytu wsadu w piecu.
- Wyższe wydajności produkcji (np. o 10 –25 %).
- Lepsze uzyski i jakość wyrobu dzięki mniejszej ilości zgorzeliny i płytzemu odwęglaniu.
- Mniejsze odpady w dalszych procesach, np. przy zbijaniu zgorzeliny.
- Może wzrosnąć temperatura gazów odlotowych [ETSU-G77].

#### Przykładowe zakłady:

EKO Stahl, [Input-HR-1]

Rotherham Engineering Steels, [ETSU-CS-263]

Stahlwerke Thueringen [StuE-118-2]

#### Dane eksploatacyjne:

Tabela A.4.10 ilustruje wpływ ładowania gorącego wsadu na zużycie energii i czas pobytu wsadu w piecu. W pokazanych przykładach potencjał produkcyjny wzrósł o 10 % dla temperatury ładowanego wsadu 400 °C i o 25 % przy ładowaniu gorącego wsadu o temperaturze 700 °C.

Temperatura ładowanego wsadu			
	20 °C	400 °C	700 °C
<b>Jednostkowe zużycie energii (paliwo)</b>	1,55 GJ/t	1,25 GJ/t	0,94 GJ/t
<b>Redukcja w procentach</b>	0 %	19 %	39 %
<b>Ciepło dostarczane do stali</b>	0,80 GJ/t	0,56 GJ/t	0,37 GJ/t
<b>Czas pobytu w piecu<sup>1</sup></b>	100 min	90 min	75 min

<sup>1</sup> Przykład oparty na: kęsach, stal miękka, piec przepychowy opalany z góry, temperatura wyladowywanego wsadu 1200 °C

**Tabela A.4-10: Wpływ ładowania gorącego wsadu na zużycie paliwa i czas przebywania w piecu [ETSU-G77]**

#### Przykłady:

**EKO Stahl;** ładowanie gorących kęsisk płaskich [Input-HR-1]

- procent ładowania gorącego wsadu: 4,63 – 31,65 %, Ø w 1998 roku 14,64 %
- średnia temperatura ładowanych kęsisk płaskich: 700 – 900 °C
- zużycie paliwa (gaz ziemny): 17 Nm<sup>3</sup>/t
- oszczędność energii: 0,6 GJ/t

**Rotherham Engineering Steels;** ładowanie gorących kęsisk [ETSU-CS-263].

- procent ładowania gorącego wsadu: 66,4 %
- temperatura ładowania kęsisk: ~ 700 °C
- jednostkowe zużycie energii (SEC): 1,1 GJ/t w okresach produkcyjnych  
1,23 GJ/t łącznie z energią rozpalania  
oszczędność energii: ~ 0,67 GJ/t (w porównaniu z piecem pokrocznym z

podobną strukturalną stratą energii, sprawność 67 % i SEC 1,9 GJ/t).

**Stahlwerke Thuringen**; ładowanie gorących wstępnych profili dwuteowych [StuE-118-2]

- procent ładowania gorącego wsadu: >60 %

**British Steel, Scunthorpe**; ładowanie gorących kęsisk z ciągłego odlewania [Input-HR-1]

- temperatura ładowanych kęsisk: od temperatury otoczenia do temperatury wyjściowej z ciągłego odlewania ~ 1300 °C
- oszczędność energii: około 33 %
- jednostkowe zużycie energii (SEC): 1,35 GJ/t (2,1 GJ/t bez gorącego ładowania).

Raportowano 15 % oszczędności energii przy ładowaniu wsadu o temperaturze 300 °C [EUROFER HR].

**Imatra Steel, Imatra**; ładowanie gorących kęsisk

- gatunki stali technicznej, kęsy/grube pręty 74/26 %
- procent ładowania gorącego wsadu 91 – 93 %
- bezpośrednio gorące ładowanie 700 – 900 °C
- ładowanie przez bufor gorący (opalany gazem ziemnym) 700 °C
- temperatura wygrzewania 1250 – 1290 °C
- jednostkowe zużycie energii roku (gaz ziemny + 2 % elektryczność) 0,87 GJ/t (średnia dla produkcji 1998 (98 % łącznie z buforem

gorącym, ładowaniem zimnym, weekendami i energią rozpalania).

Bufor gorący jest stosowany dla:

- wyeliminowania skutków krótkich postojów na walcowni
- bilansowania różnicy wydajności produkcji przy walcowaniu prętów (prędkość odlewania nie może być obniżona tak aby dopasować ją do wydajności starej walcowni)
- powolnego podgrzewania zimnych kęsisk podczas weekendów

#### Aspekty ekonomiczne:

Rodzaj inwestycji	Koszt inwestycji	
	Nowe urządzenia (mln ECU)	Istniejące urządzenia (mln ECU)
Ładowanie gorącego wsadu (300 °C)	1,5	2,0
Uwagi: Źródło danych [EUROFER HR]. Bazą jest piec z roczną wydajnością 1,5 mln t opalany gazem ziemnym ze standardowymi palnikami bez podgrzewania powietrza. Koszty inwestycyjne mogą być specyficzne dla konkretnego miejsca (miejsce do dyspozycji, konfiguracja istniejącego pieca, ilość palników bocznych i dolnych).		

**Tabela A.4-11: Koszty inwestycyjne dla ładowania gorącego wsadu [EUROFER HR]**

**Cel wdrożenia:** - mniejsze zużycie energii.

#### Bibliografia:

#### A.4.1.3.18 Odlewanie bliskie kształtowi końcowemu wyrobu/odlewanie cienkich kęsisk płaskich

**Opis:**

„Odlewanie bliskie kształtowi końcowemu wyrobu” lub odlewanie cienkich kęsisk płaskich obejmuje udoskonaloną technikę ciągłego odlewania, w której grubość produkowanego kęsiska płaskiego jest w maksymalnie możliwym stopniu zbliżona do wymaganego kształtu wyrobu finalnego.

Będące do dyspozycji rozwiązania techniczne różnią się głównie grubością kęsisk płaskich w zakresie od 15 do 80 mm (klasyczne zakresy grubości 150 –300 mm), techniką grzania i rodzajem połączenia pomiędzy maszyną ciągłego odlewania i walcownią gorącą. Dostępne techniki ciągłego odlewania kęsisk płaskich obejmują:

- **Kompaktową produkcję taśm (CSP):** ta technika stosuje krystalizatory typu lejkowego z grubością odlewania około 50 mm.
- **Produkcja taśm w linii (ISP):** Odlewana żyła o grubości około 60 mm podlega miękkiej redukcji (przy jeszcze ciekłym rdzeniu żyły) za pomocą rolek umieszczonych poniżej krystalizatora, po czym następuje kształtowanie skrzepniętej żyły tworzące kęsisko płaskie o grubości około 15 mm.
- **Ciągłe odlewanie kęsisk płaskich i walcowanie (CONROLL):** stosuje proste krystalizatory o bokach równoległych z grubością odlewania 70 – 80 mm.
- **Bezpośrednia produkcja taśm (DSP):** maszyna ciągłego odlewania z krystalizatorem 90 mm i miękką redukcją do 70 mm.

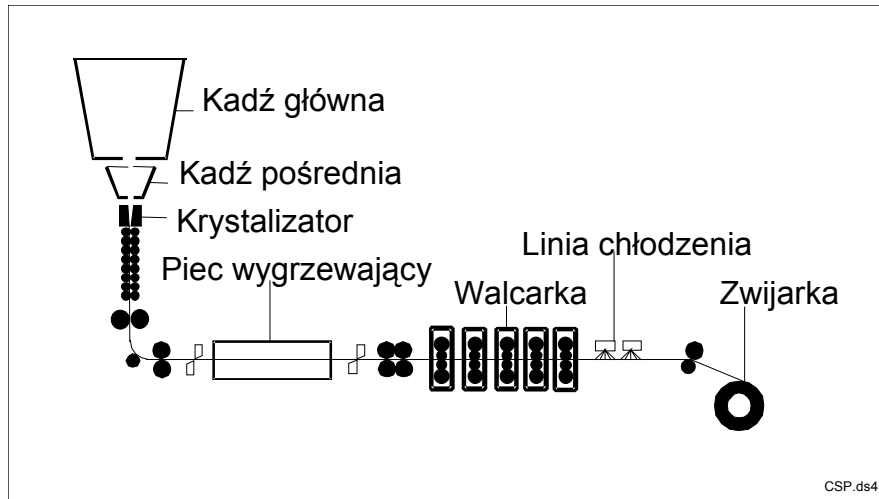
Maszyny ciągłego odlewania mogą być łączone z wszystkimi głównymi konfiguracjami walcarek wykańczających walcowania na gorąco np. z zespołem walcarek wykańczających, z walcarkami planetarnymi, z walcarkami Steckela itd.

Rysunek A.4-8 i rysunek A.4-9 przedstawiają, jako przykłady, schematy procesu CSP i ISP.

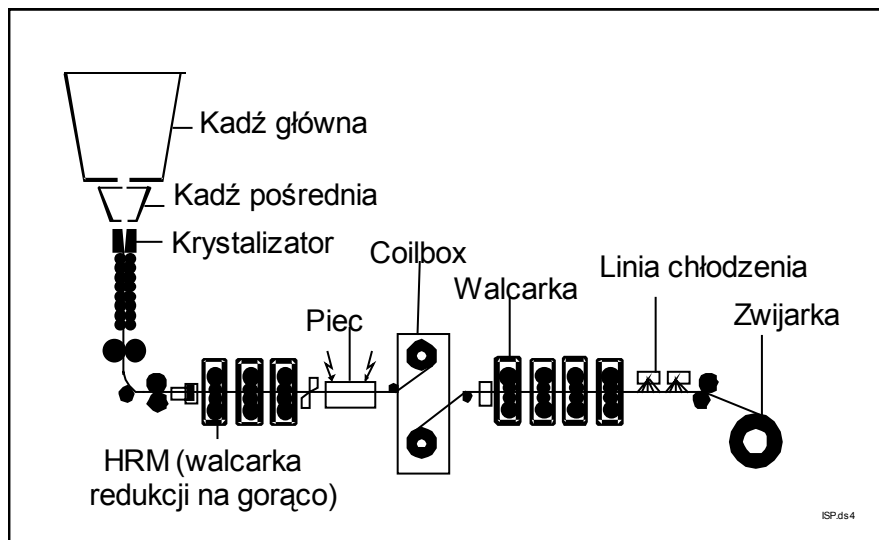
Piece różnej konstrukcji – ujednorodniające temperaturę przychodzącego kęsiska płaskiego – stanowią połączenie pomiędzy maszyną ciągłego odlewania i walcarką gorącą. Zależnie od rodzaju instalacji produkującej cienkie kęsiska płaskie stosowane są piece tunelowe lub piece typu ‘Cremona box’. Głównym celem tych urządzeń jest wyrównanie i ujednorodnienie temperatur odlewanych ciągle kęsisk płaskich o różnych przekrojach poprzecznych i obecnie o długości około 50 m do 300 m [Com2 HR] i regulowanie podawania materiału do walcarki wykańczającej. Zależnie od ilości odlewanych żył instalowany jest 1 lub 2 piece, połączone wahadłowcem.

Opalenie pieców przelotowych i systemów spalania jest zazwyczaj porównywalne ze zwykłymi systemami pieców grzewczych.





**Rysunek A.4-8: Schemat procesu CSP**  
[DFIU98]



**Rysunek A.4-9: Schemat procesu ISP**  
[DFIU-99]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.

**Możliwość zastosowania:**

- Ma zastosowanie dla nowych instalacji.
- Do produkcji stali niskowęglowych, niestopowej i mikrostopowej stali konstrukcyjnej o podwyższonej wytrzymałości i stali węglowej z  $C > 0,22\%$  [STuE-118-5].
- Do produkcji stali nierdzewnej wysokiej jakości (gatunki austenityczne, gatunki ferrytyczne jak również gatunki martenzytyczne (BHM, 142Jg. 1997, Heft 5, 210 – 214)) [Com A].

**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie odnotowano negatywnego wpływu na środowisko.

**Przykładowe zakłady:**

	Wymiary kęsiska płaskiego [mm]	Wydajność [mln t/r]	Grubość walcowania [mm]	Data uruchomienia
<b>Kompaktowa Produkcja Taśm (CSP)</b>				
<b>Nucor</b> Crawfordsville, USA	50 x 900 - 1350	0,8	1,6	7/89
	50 x 500 - 1350	1	1,6	4/94
<b>Nucor</b> Hickman, USA	50(75) x 1220 - 1560	1	1,5	8/92
	50(75) x 1220 - 1560	1	1,5	5/94
<b>Nucor</b> , Berkeley County, USA	50 x 1680	1,5	1,2	3/97
<b>Geneva Steel</b> Provo, USA	150-250 x 3200 max lub 50 x 1880 max	1,9	blacha gruba	7/94 - 95
<b>AST</b> , Terni, Włochy	50 x 1000 - 1560	-	-	12/92
<b>Hylba SA</b> , Monterrey, Mexico	50 x 790 - 1350	0,75	1,2	11/94
<b>Hanbo Steel</b> Asan Bay, Korea	50 x 900 - 1560	1	1,5	6/95
	50 x 900 - 1560	1	1,5	12/95
<b>Gailatin Steel</b> , Warsaw, USA	50 x 1000 - 1560	1	2,1	2/95
<b>Steel Dynamics</b> , Butler, USA	40-70 x 990 - 1560	1,2	1,2	1/96
<b>Nippon Denro Ispal</b> Calcutta, Indie	50 x 900 - 1560	1,2	1,2	8/96
<b>Amalgamated Steel Mills</b> Malezja	50 x 900 - 1560	2	1,2	10/96
<b>Ac. Compacta Bizkaya</b> Bilbao, Hiszpania	53 x 790 - 1560	0,91	1,3	7/96
<b>Acme Metals</b> Riverdale, USA	50 x 900 - 1560	0,9/1,8	1,25	10/96
<b>Produkcja Taśm w Linii (ISP)</b>				
<b>Arvedi ISP Works</b> Cremona, Włochy	60* x 1070 - 1250 *(redukcja do 40 podczas krzepnięcia)	0,5	1,2	1/92
<b>Posco</b> , Kwangyang, Korea	75* x 900 - 1350 *(redukcja do 60 podczas krzepnięcia)	1 0,8	1,0 1,0	1996 1996
<b>Nusantara Steel Corp</b> Malezja				?
<b>Saldanha</b> , Afryka Południowa		(1,4) <sup>1</sup>		?
<b>Ipsco</b> , USA		(1) <sup>1</sup>		?
<b>Pohang Iron and Steel</b> Korea Południowa		(2) <sup>1</sup>		
<b>Hoogovens Staal</b> <sup>2</sup> Ijmuiden, Holandia	70 – 90 x ??	(1,3)	1 – 2,5	
<b>CONROLL</b>				
<b>Avesta</b> , Szwecja	80-200 x 660–2100	-	-	12/88
<b>Armco</b> , Mansfield, USA	75-125 x 635-1283	0,7/1,1	1,7	4/95
<b>Voest Alpine</b> , Linz, Austria				?
<b>Bezpośrednia Produkcja Taśm (DSP)</b>				
<b>Algoma</b> , CAN <sup>3</sup>	90* x 200 *(redukcja do 60 podczas krzepnięcia)		1	11/97

Uwaga: Źródło danych [Jahrbuch Stahl 1996], rok odniesienia informacji 1995

<sup>1</sup> Źródło [StuE-116-11], zamówione instalacje, rok odniesienia informacji 1996

<sup>2</sup> Źródło [Steel News, march 1998]

<sup>3</sup> Źródło [algoma.com]

**Tabela A.4-12: Instalacje odlewania cienkich kęsisk płaskich (do lipca 1995 roku)**

#### Dane eksploatacyjne:

Produkcja taśm o grubości 1 do 3 mm przez klasyczne odlewanie kęsisk płaskich – z temperaturą ładowania do pieca 20 °C i wyładowywania 1200 °C – wymaga jednostkowej energii 1,67 GJ/t. Linia ciągłego odlewania cienkich kęsisk płaskich – z temperaturą

ładowania do pieca 960 °C i wyładowania przy 1150 °C - posiada jednostkowe zużycie energii 0,50 GJ/t.

**Gatunki stali odlewanej przez odlewanie cienkich kęsisk płaskich (produkcja handlowa):**

- Zwykłe stale węglowe poza zakresem perytektycznym (CSP).  
(0,065 – 0,15 % C)
- Stale wysokostopowe i nierdzewne (CSP).
- Stale niestopowe konstrukcyjne (ISP).
- Stale stopowe konstrukcyjne (ISP).
- Stale na rury (Stale Niskostopowe o Podwyższonej Wytrzymałości (HSLA)) (ISP).
- Stale na rury wiertnicze (ISP).
- Wysokostopowe stale austenityczne i stale ferrytyczne (ISP).
- Stale nierdzewne (odlewanie bliskie kształtowi końcowemu) (CONROLL).
- Stale niskowęglowe i ultraniskowęglowe (CSP) [StuE-118-5], [AC-Kolloq].
- Stale węglowe z C>0,22 %
- Wysokowytrzymałe stale konstrukcyjne (mikrostopowe i niestopowe).
- Stale głębokotłoczne.
- Stale mikrostopowe z Nb.
- Stale konstrukcyjne z Cu [odlewanie bliskie kształtowi końcowemu].

	<b>Klasyczne ścieżki produkcji</b> <b>Typowe Zużycie</b>	<b>Produkcja cienkich kęsisk płaskich</b> <b>Typowe Zużycie</b>
<b>Energia elektryczna</b> <sup>1</sup> <b>(energia odkształcania)</b>	72 - 115 kWh/t średnio 94 kWh/t (podane przez członków grupy śledzenia)	W przybliżeniu 70 kWh/t (tylko odkształcanie) W przybliżeniu 77 kWh/t (łącznie z Coilbox)
<b>Energia grzania</b> <b>(zużycie paliwa)</b> <sup>2</sup>	Okolo 1300 - 1900 MJ/t	Okolo 300 - 650 MJ/t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER HR] <sup>1</sup> Zależnie od stopnia odkształcania; temperatury taśmy pośredniej; twardości materiału. <sup>2</sup> Zużycie paliwa zależy od konstrukcji pieca i grubości przychodzącego kęsiska płaskiego		

**Tabela: A.4-13: Porównanie danych zużycia dla ścieżki z klasycznym odlewaniem kęsisk płaskich i ścieżki z odlewaniem cienkich kęsisk płaskich**

**Aspekty ekonomiczne:**

Technika odlewania cienkich kęsisk płaskich skutecznie otworzyła rynek walcowanych wyrobów płaskich dla minihut, które do tego czasu były bardziej lub mniej związane z produkcją wyrobów długich. Wdrożenie tej technologii redukuje wielkość maszyny odlewniczej i eliminuje walcarkę wstępną, co daje w wyniku oszczędność kosztów kapitałowych. Taśma gorąca w segmencie niewysokich wymagań odnośnie jakości powierzchni może być obecnie ekonomicznie produkowana z wydajnością 0,8 – 1,0 mln t/r (na jednożyłowych maszynach ciągłego odlewania).

**Cel wdrożenia:**

Dzięki mniejszemu zużyciu energii i skróceniu czasu przetwarzania korzyści ekonomiczne/monetarne.

**Bibliografia:**

**A.4.1.3.19 Odlewanie bliskie kształtowi końcowemu/odlewanie profili wstępnych dwuteowych**

**Opis:**

Inna – bardziej powszechna – forma ‘odlewania bliskie kształtowi końcowemu’ jest stosowana w dziedzinie walcowania wyrobów długich ze stali konstrukcyjnej. Zamiast tradycyjnego kęsiska z przekrojem prostokątnym lub kwadratowym maszyna ciągłego odlewania produkuje profil wstępny o kształcie H, I lub dwuteowym.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejszy wkład energii na grzanie i walcowanie.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje w przypadku dużej modernizacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:** - nie odnotowano negatywnego wpływu na środowisko.

**Przykładowe zakłady:**

Northwestern Steel & Wire, USA [StuE-114-8]

Chaparral Steel, USA [StuE-114-8]

Kawasaki Steel, Nucor-Yamato, Yamato Steel Tung Ho Steel [StuE-114-9]

Stahlwerke Thueringen [StuE-118-2]

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:**

- Większy uzysk na maszynie ciągłego odlewania dzięki mniejszej ilości końców odpadowych.
- Większa jednostkowa wymiana ciepła w piecu grzewczym.
- Skrócony czas procesu walcowania, wzrost wydajności [Com HR].

**Bibliografia:****A.4.1.4 Usuwanie zgorzeli****A.4.1.4.1 Śledzenie materiału****Opis:**

Automatyzacja odpowiednich sekcji linii walcowniczej i czujniki peryferyjne umożliwiają dokładne określenie wejścia i wyjścia materiałów ze zbijacza zgorzeli i pozwalają operatorowi na otwieranie zaworów wody ciśnieniowej stosownie do sytuacji. W rezultacie ilość wody może być ciągle dopasowywana do wymagania.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie wody.
- Mniejsze zużycie energii.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcarki wstępne, wykańczające i walcarki blach grubych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**  
**Aspekty ekonomiczne:**  
**Cel wdrożenia:**  
**Bibliografia:**

#### **A.4.1.4.2 Stosowanie zasobników wody wysokociśnieniowej**

**Opis:**

Zasobniki wody wysokociśnieniowej odpowiedniej wielkości są stosowane do przejściowego magazynowania wody wysokociśnieniowej i w celu złagodzenia fazy startowej pomp dużej mocy. Ponadto taki system umożliwia utrzymywanie ciśnienia na stałym poziomie w czasie kilku równoczesnych procesów zbijania zgorzeliny. Ta metoda pomaga w utrzymaniu zużycia energii w obrębie rozsądnych granic i, w przypadku kilku równocześnie odbywających się procesów zbijania zgorzeliny, pomaga w zapewnieniu optymalnego oczyszczania i wyrobów wysokiej jakości dzięki stałemu ciśnieniu w systemie.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.

**Możliwości zastosowania:**

- Systemy zbijania zgorzeliny w sekcji walcarki wstępnej, wykańczającej i na walcierce blach grubych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**  
**Aspekty ekonomiczne:**  
**Cel wdrażania:**  
**Bibliografia:**

#### **A.4.1.5Walcowanie osadcze**

##### **Prasa kalibrująca**

**Opis:**

W klasycznym walcowaniu pionowym redukcja szerokości jest ograniczona do krawędzi kęsisk płaskich tylko z małym wpływem na środkową część kęsisk płaskich. Wzrasta grubość materiału przy krawędziach, tworząc przekroje poprzeczne w kształcie psiej kości. W następującym walcowaniu poziomym ma miejsce istotny powrót do poszerzania szerokiego boku, co daje w wyniku niską sprawność redukcji szerokości.

W procesach kalibrujących zabudowanych w linii walcowniczej, dzięki zjawisku kucia kęsiska płaskiego, wzrasta również grubość materiału w środku kęsiska płaskiego. Kształt przekroju poprzecznego jest prawie prostokątny i redukowane jest poszerzanie boczne podczas przepustów walcowania poziomego.

Przez zabudowanie prasy kalibrującej przed walcarką wstępną maleje ilość przedziałów maszyny ciągłego odlewania i ilość trapezowych kęsisk płaskich. Dzięki temu może wzrosnąć wydajność maszyny ciągłego odlewania i udział ładowania gorącego wsadu. [EUROFER HR]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.
- Mniejsza ilość złomu z okrawania krawędzi i obcinania końców.

#### Możliwości zastosowania:

- Walcarki wstępne i blach grubych.
- Nowe walcownie gorące wyrobów płaskich.
- Z ograniczeniami dla istniejących walcowni.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

**Przykładowe zakłady:** Sollac Fos, Thyssen Bruckhausen

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

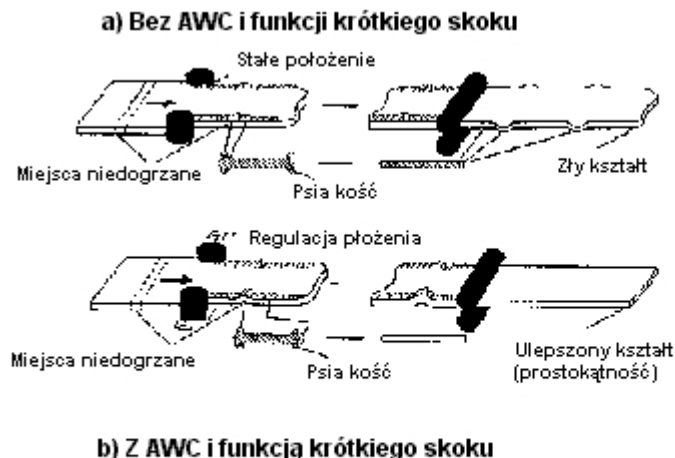
**Cel wdrożenia:** - większy uzysk.

**Bibliografia:**

#### A.4.1.5.1 Automatyczna regulacja szerokości (AWC) zawierająca regulację krótkiego skoku

##### Opis:

W tradycyjnym walcowaniu osadczym szerokość kęsiska płaskiego jest redukowana niezależnie od rzeczywistej szerokości i temperatury materiału wytwarzając przez to zmienność szerokości wzdłuż walcowanego wyrobu pośredniego ('transfer bar'), zwłaszcza przy dużych redukcjach szerokości. Za pomocą systemu Automatycznej Regulacji Szerokości (AWC) proces walcowania osadczego jest wykonywany przez modele komputerowe. Dla końców taśm (przedni i tylny koniec taśmy) wartości walcowania osadczego są redukowane na określonej długości i w ten sposób unika się tworzenia tak zwanych języków na przednim i/lub tylnym końcu taśmy, co ma miejsce w tradycyjnym walcowaniu.



**Rysunek A.4-10: Działanie AWC**

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze ilości złomu z okrawania krawędzi i obcinania przednich i tylnych końców.

#### Możliwości zastosowania:

- Walcarki wstępne, wykańczające i walcarki blach grubych.

- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Lepsza jakość wyrobów, większy uzysk, dlatego mniejsza ilość materiału musi być zwracana; mniejsze zużycie energii i mniejsze emisje.

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - większy uzysk.

**Bibliografia:****A.4.1.6 Walcowanie wstępne****A.4.1.6.1 Automatykacja procesu****Opis:**

Stosowanie komputerów pozwala na nastawianie redukcji grubości na przepust. Innymi słowy kęsiska płaskie i kęsiska prostokątne/kwadratowe są redukowane do taśmy wstępnej przez stosowanie możliwie najmniejszej ilości przepustów, nawet w przypadku krótkich przerw odzwierciedlających się w spadkach temperatury materiału.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.
- Temperatura wsadu wyładowywanego z pieca może być obniżona.
- Zoptymalizowana jest ilość przepustów.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcarki wstępne i walcarki blach grubych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### A.4.1.7 Transport walcowanego wsadu z walcarki wstępnej do zespołu walcarek wykańczających.

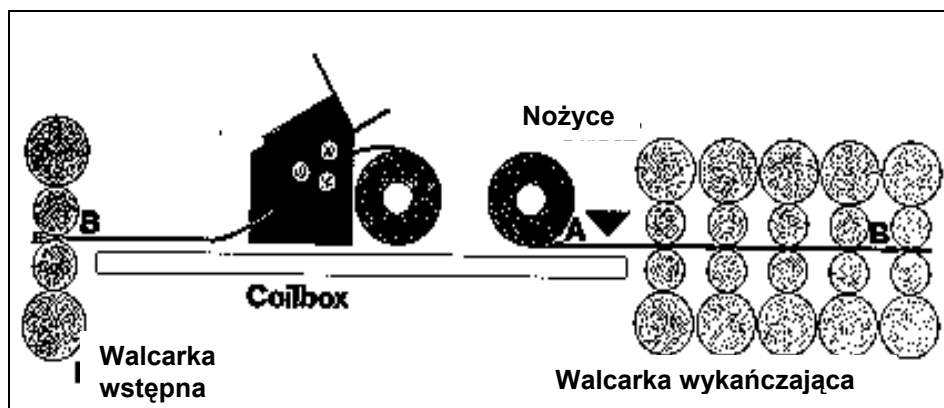
#### A.4.1.7.1 Coil Box (Skrzynia kręgów)

##### Opis:

Wyrób pośredni produkowany w zespole walcarek wstępnych ('transfer bar') jest zwijany w krag bez trzpienia za pomocą odpowiednio rozmieszczonych, napędzanych elektrycznie rolek dociskowych/zginających i rolek kołyskowych. Po zakończeniu zwijania krag jest umieszczany na rozwijarce, jest rozwijany i puszcza na klatkę wykańczającą. Podczas procesu rozwijania i walcowania wykańczającego zwijarka jest wolna i może odbierać następną taśmę wstępną. W ten sposób można uniknąć wąskich gardeł w przebiegu produkcji.

To urządzenie posiada taką zaletę, że rozkład temperatury na długości wyrobu pośredniego pozostaje stały i zredukowane są naciski podczas walcowania wykańczającego. Z drugiej strony musi być uwzględniane zapotrzebowanie na dodatkową energię dla operacji zwijania/rozwijania. Przy modernizowaniu istniejących walcowni można zwiększyć zakres wyrobów.

W przypadku zakleszczenia materiału walcowanego w klatkach wykańczających nawinięty wyrób pośredni może być trzymany przez dłuższy czas niż było by to możliwe w przeciwnym razie. Przy dłuższych postojach walcarki nawinięty wyrób pośredni mógłby być składowany w tak zwanych piecach grzewczych kręgów. Oba te środki poprawiają uzysk.



Rysunek A.4-11: Konfiguracja Coil Box [EUROFER HR]

##### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze zużycie energii.
- Potrzebna mniejsza siła walcowania (temperatura wsadu jest wyższa i bardziej jednorodna).

##### Możliwości zastosowania:

- Samotok odprowadzający z walcarek wstępnych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

##### Skutki oddziaływania na środowisko:

##### Przykładowe zakłady:

##### Dane eksploatacyjne:



W pewnych przypadkach coil box może ograniczać maksymalną produkcję walcowni. [Com HR]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.7.2 Piec grzewczy kręgów (Piec odzysku kręgów)**

**Opis:**

Piece odzysku kręgów zostały opracowane jako dodatek do instalacji „coil box”, tak ażeby w przypadku dłuższych przerw walcowniczych kręgi mogły mieć przywracaną temperaturę do temperatury walcowania i mogły być zawracane do sekwencji walcowania, co daje w wyniku poprawę uzysku. Straty temperatury są minimalizowane i mogą być pokrywane z przerwami w walcowaniu nawet do 2 godzin.

Modele temperatury ogrzewania i chłodzenia określają prawidłowy cykl ogrzewania dla każdego kręgu, uwzględniając profil temperatury kręgu na początku ogrzewania. Ten profil jest wyznaczany z danych z komputera walcowni w oparciu o temperaturę przy przepuszczeniu wstępnym, a czas jaki upłynął przed i po zwijaniu, jak również w oparciu o wielkość wyrobu pośredniego i jego gatunek. Kręgi zabezpieczone w piecu odzyskowym kręgów są walcowane na taśmę gorącą pierwszej jakości, pod warunkiem, że są one walcowane w ciągu 2h. Kręgi trzymane w piecu przez dłuższe okresy czasu są walcowane na wyroby z ‘niekrytyczną powierzchnią’. (Piec może być wyposażony w system gazu obojętnego).

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.

**Możliwości zastosowania:**

- W połączeniu z „coil box” przy klatkach wstępnych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** Wyższy uzysk.

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.7.3 Osłony ciepłochronne na samotkach transportowych**

**Opis:**

Dla zminimalizowania spadku temperatury w wyrobie pośrednim podczas jego transportowania z walcarki wstępnej do walcarki wykańczającej i dla zmniejszenia różnicy temperatur pomiędzy przednim i tylnym końcem wyrobu pośredniego, wchodzącego do zespołu klatek wykańczających, samotok może być wyposażony w osłony ciepłochronne. Są to izolowane pokrywy przyłożone do przenośnika. Dla tych wielkości, przy których walcowane wyroby osiągają granicę wydajności zespołu walcowniczego, wyposażenie to daje niższe naciski walców.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.

- Mniejsza strata temperatury.

**Możliwości zastosowania:**

- Samotok transportowy pomiędzy walcarką wstępną i walcarką wykańczającą.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:** Stosowanie osłon ciepłochronnych pociąga za sobą wysokie koszty utrzymania ruchu, ponieważ osłony te łatwo ulegają uszkodzeniu przez uciekający z linii materiał walcowany w przypadku zakleszczenia. [Com2 HR]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:****A.4.1.7.4 Ogrzewanie krawędzi taśmy****Opis:**

Ażeby podwyższyć temperaturę chłodniejszych krawędzi taśmy do ogólnego poziomu temperatury i dla osiągnięcia stałego profilu temperatury na szerokości taśmy, samotok transportowy jest wyposażony w dodatkowe urządzenia ogrzewania gazowego lub indukcyjnego.

**Główne osiągane korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii przy walcowaniu wykańczającym.
- Mniejsze zużycie walców roboczych (mniej szlamu szlifierskiego).

**Możliwości zastosowania:**

- Samotok transportowy pomiędzy walcarką wstępną i wykańczającą.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

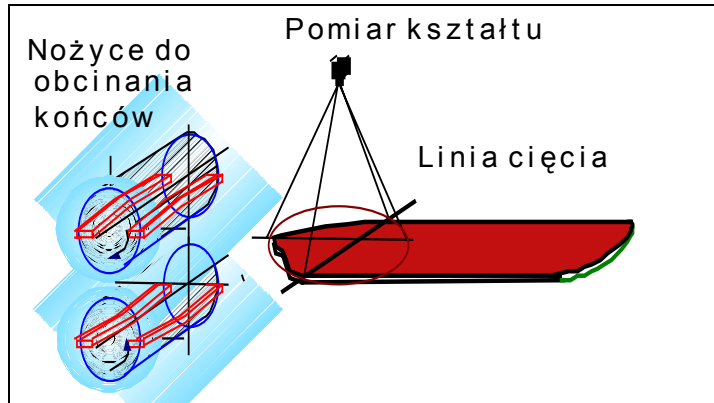
- Energia stosowana do ogrzewania krawędzi.

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:****A.4.1.8 Walcowanie****A.4.1.8.1 System optymalizacji cięcia końców odpadowych****Opis:**

Przez stosowanie kamer wyposażonych w urządzenie o sprzężeniu ładunkowym (CCD), połączonych z pomiarem szerokości, uzyskiwanej w wyniku walcowania na walcarce wstępnej, rozpoznawany jest rzeczywisty kształt końca odpadowego przychodzącej taśmy wstępnej. Automatyczny system zapewnia, że nożyce odcinają tylko materiał na zewnątrz prostokątnego pola wyrobu pośredniego.



**Rysunek A.4-12: System optymalizacji cięcia końca odpadowego [EUROFER HR]**

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość złomu (z obcinania przedniego i tylnego końca).

**Możliwości zastosowania:**

- Na wlocie zespołów walcarek wykańczających.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:** Sidmar

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.2 System smarowania walców roboczych**

**Opis:**

Oleje walcownicze są dostarczane do kotliny walcowniczej przez dysze w celu zmniejszenia tarcia pomiędzy materiałem i walcem, dla obniżenia zapotrzebowań na moc napędu, zmniejszenia nacisków walców i dla poprawy jakości powierzchni walcowanego materiału.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii przez zredukowany nacisk walców.
- Mniejsze zużycie walców (zwłaszcza w obszarach krawędziowych taśmy), co daje w wyniku dłuższą żywotność walców roboczym i zmniejszenie ilości szlamu szlifierskiego.

**Możliwości zastosowania:**

- Klatki wykańczające.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zanieczyszczanie systemu wodnego olejami walcowniczymi.

**Przykładowe zakłady:** duże ilości zakładów.

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - wyższa wydajność walcowni i zwiększona szybkość trawienia.

**Bibliografia:****A.4.1.8.3 Wymuszone międzyklatkowe chłodzenie taśmy****Opis:**

Aby umożliwić przyśpieszenie zespołu walcarek wykańczających i nadal osiągać stałą temperaturę wykańczania, stosowane jest wymuszone chłodzenie międzyklatkowe taśmy przez natryski wodne lub kurtyny wodne.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Ograniczane jest generowanie zgorzeli i oparów tlenków.
- Mniejszy stopień zużycia walców roboczych w kolejnych klatkach i mniejsza ilość szlamu szlifierskiego.

**Możliwości zastosowania:**

- Pomiedzy klatkami wykańczającymi.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Generowanie ścieków.

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.1.8.4 Regulacja międzyklatkowego naciągu taśm****Opis:**

Normalnie do regulowania naciągu taśmy między klatkami wykańczającymi stosowane są oprowadnice. Do dyspozycji są oprowadnice różnej konstrukcji (hydrauliczne, o małej bezwładności, i urządzenia pomiarowe naciągu). Ponadto zostały opracowane tak zwane techniki bezoprowadnicowe ale ich pomyślne działanie zależy w dużej mierze od dokładności pomiarowej parametrów walcowania. Udoskonalone systemy oprowadnic w połączeniu z modelami komputerowymi do obliczania naciągu taśm i odpowiednie sterowniki elektroniczne ułatwiają niezależną regulację zarówno naciągu jak również wysokości oprowadnicy. Zapobiega to głównie szyjkowaniu taśmy po przewlekaniu i niestabilnej pracy.

Automatyczne systemy do regulowania szerokości taśmy, kiedy opuszcza ona zespół walcarek wykańczających i/lub kiedy zbliża się do zwijarek (ze sprzężeniem zwrotnym do modeli komputerowych zespołu walcarek wykańczających) wspomagają system regulacji naciągu.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość złomu z okrawania przez unikanie 'szyjkowania' podczas przewlekania i unikanie niestabilnego działania.

**Możliwości zastosowania:**

- Zespoły walcarek wykańczających.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich (część systemów automatyzacji walcowni).

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.5 Regulacja płaskości i profilu taśm**

**Opis:**

Profil przekroju poprzecznego i płaskości taśmy gorącej są ważne dla dalszego przetwarzania i zależą one od szeregu warunków roboczych łącznie z praktyką planowania przepustów.

Podstawowym celem regulacji profilu taśmy i płaskości taśmy na walcarkach jest osiągnięcie pożądanego profilu taśmy nie przekraczając wymaganych tolerancji płaskości. W zastosowaniu do walcowni gorących systemy regulacji profilu taśmy i płaskości są zwykle zaprojektowane na osiągnięcie następujących celów:

- Zakres regulacji wypukłości taśmy od około 0 – 75  $\mu\text{m}$ .
- Tolerancje wypukłości taśmy..
- Płaskość taśmy około 10 jednostek I (Jednostka I =  $\Delta L/L = 10^{-5}$  m).
- Redukcja spadku krawędziowego.

Dla zachowania dobrej płaskości taśmy na walcowniach gorących taśmy istnieją tylko pewne maksymalne zmiany w stosunku wypukłości taśmy do grubości taśmy, które są możliwe w jednym przepuście walcowniczym bez wprowadzania niepożądanych zakłóceń dla płaskości taśmy, znane jako ‘Martwe pasmo płaskości’. Opracowano różne organy wykonawcze dla obiektywnego wyboru profilu taśmy i płaskości:

- Systemy zginania walca roboczego i walca oporowego.
- Walce z nastawną wypukłością z elastycznym korpusem (z elastyczną beczką walca).
- Walce z nastawną wypukłością z elastycznym (giętkim) brzegiem.
- Systemy krzyżowania walców.
- Systemy przesuwania osiowego z walcami nie cylindrycznymi.
- Osowo przesuwane walce cylindryczne.
- Automatyczna regulacja grubości.

W walcarkach gorących taśm każda klatka jest zwykle wyposażona w system zginania walców, który może powodować wypukłości do wewnątrz, wypukłość na zewnątrz lub oba rodzaje wypukłości. Jeśli to nie jest wystarczające dla osiągnięcia wymaganej wypukłości to klatki mogą być wyposażone w dodatkowe organy wykonawcze takie jak walce CVC, walce UPS, systemy krzyżowania walców lub inne. Komputer walcarki nastawia model, zawierający czasami sieci neuronowe, oblicza wymagane nastawienia organów wykonawczych profilu i płaskości z uwzględnieniem wypukłości cieplnej korpusu walca, ażeby uzyskać pożądaną wypukłość i płaskość taśmy.

Za klatkami walcowniczymi zainstalowane są urządzenia pomiarowe profilu do kontrolowania rzeczywistej wypukłości. Rzeczywista wypukłość jest porównywana z wypukłością zadaną a różnica jest wykorzystywana do generowania zmian głównie w siłach zginania walców. Pętle regulacyjne płaskości zapewniają prawie stały stosunek wypukłość/grubość taśmy. Urządzenia pomiarowe kształtu są instalowane albo przy końcu zespołu walcarek wykańczających albo pomiędzy klatkami walcowniczymi do kontrolowania rzeczywistej płaskości. Wykrywane odchyłki od płaskości są ponownie stosowane do nastawiania sił zginających walce.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość złomu.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcarki wykańczające i walcarki blach grubych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich (część automatycznego sterowania procesu)

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.6 Chłodzenie walców roboczych**

**Opis:**

W klatkach walcowniczych stosowana jest szeroka gama różnych typów dysz natrysku wodnego i konfiguracji kolektorów z dyszami natryskowymi, stosowanych do chłodzenia walców roboczych. Jest to ważne dla unikania uszkodzeń i pęknięć walców (co oznacza mniej operacji szlifowania i mniejszą ilość odpadów) oraz dla ograniczania tworzenia zgorzeli.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość tworzonej zgorzeli.
- Mniejsze zużycie walców i mniejsza ilość szlamu szlifierskiego.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcarki wstępne, wykańczające i dla blach grubych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

#### **A.4.1.8.7 Automatyzacja zespołu walcarek wykańczających – automatyzacja podstawowa i procesu**

**Opis:**

Materiały wysokiej jakości mogą być produkowane stosując systemy komputerowe procesu, wspomagane przez odpowiednie pętle regulacyjne (automatyzacja podstawowa – poziom I),

do planowania produkcji i sterowania pieców i walcarek wstępnych. W przypadku krótkich przerw walcowniczych wdrożone modele elastycznego oprogramowania pozwalają na zmienianie planu przepustów do ostatniej chwili (tuż przed wejściem do pierwszej klatki walcowniczej).

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość złomu z krótkich przestojów walcarki.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcarka wykańczająca.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.8 Redukcja emisji niezorganizowanych/systemy usuwania tlenków**

**Opis:**

Cząsteczki tlenków są uwalniane w wyniku operacji walcowania. Cząsteczki unoszone w powietrzu są uwalniane jako emisje niezorganizowane, głównie po stronie wylotowej klatek walcowniczych (gdzie prędkość klatek walcowniczych jest największa). Emisje te mogą być ograniczane za pomocą **natrysków wodnych** lub usuwane przez **systemy wyciągowe (odsysające)** (kołpaki wyciągowe, kołpaki pyłowe lub inne wyciąg).

**Natryski wodne**

Ograniczane tlenki są doprowadzane z wodą natryskową do koryt samotokowych i dalej do oczyszczalni ścieków, gdzie są one odzyskiwane w osadnikach i filtrach.

**System wyciągowy**

Inną możliwością jest zainstalowanie systemu wyciągowego, w którym kołpaki pyłowe są instalowane pomiędzy klatkami walcowniczymi (głównie za trzema ostatnimi klatkami walcowniczymi), do zbierania pyłu i tlenków. Przez rury ssące po stronie napędowej walcarek wyciągana jest mieszanka tlenki – pył i doprowadzana do filtrów workowych impulsowych (filtr workowy typu suchego) lub do filtrów typu mokrego. Rozdzielone pyły i tlenki są transportowane do kubłów za pomocą przenośników śrubowych i są zawracane do procesów w hutach o pełnym cyklu produkcyjnym.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza są niezorganizowane emisje pyłów.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcarki wykańczające.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Natryski wodne dają w wyniku ścieki, tlenki muszą być odzyskiwane ze ścieków.

- Suche systemy zużywają więcej energii, ale, jak w przypadku systemu wyciągowego/filtrów workowych, mają tę zaletę, że unika się konieczności odzyskiwania tlenków ze ścieków i zbierany pył może być zwracany do procesów wewnętrznych. [Com2 HR].

#### Przykładowe zakłady:

Natryski wodne WSM Aviles, Acelaria; Sidmar, Hoogovens

System wyciągowy Voest Alpine

#### Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:

		Emisja zawiesiny stałej [mg/m <sup>3</sup> ]	Wydajność [mln t/r]	Koszty w tysiącach euro
a	Natryski wodne			IC:50
a	Kołpak i filtr workowy <sup>1</sup>	< 50	3	IC:280

a: [CITEPA], poziom był podany jako poziom BAT z noty dotyczącej BAT dla powietrza  
IC: Koszty inwestycyjne

**Tabela A.4-14: Osiągane poziomy emisji i dane eksploatacyjne dla systemów usuwania tlenków**

#### Przykłady natrysków wodnych:

Natryski wodne są zainstalowane na ostatniej klatce wykańczającej. Wyposażenie obejmuje 6 dysz w górnej części i 8 dysz w dolnej części na każdej klatce. Woda jest natryskiwana z przepływem 22 l/min i pod ciśnieniem 8 barów. Całkowity przepływ wody w systemie natryskowym wynosi 35 m<sup>3</sup>/h. Koszty podane dla 1994 roku: 50000 ECU.

Miejsca pobierania próbek Czas trwania pobierania próbek: 3 h	Stężenie pyłu	
	bez natrysku	z natryskiem
Nad walcarką wykańczającą	6,02 mg/Nm <sup>3</sup>	2,35 mg/Nm <sup>3</sup>
Strop	2,77 mg/Nm <sup>3</sup>	0,63 mg/Nm <sup>3</sup>

**Tabela A.4-15: Typowa redukcja emisji nieorganizowanych w wyniku stosowania natrysku wodnego [Input-HR-1]**

System pomiarowy nie odpowiada żadnej normie, ponieważ emisje są bardziej lub mniej rozproszone. Punkty pobierania próbek wybrano w miejscu, gdzie emisje przenikały do warsztatu, ponieważ nie było żadnych dobrze zdefiniowanych przepływów.

#### Przykładowy system wyciągowy:

W [Input-HR-1] podano koszty inwestycyjne wynoszące 1 mln euro (Voest). Inne źródło [EUROFRER HR] wskazuje przybliżone koszty inwestycyjne równe 1,45 mln ECU i koszt eksploatacyjny wynoszący 0,15 mln ECU/t (bez kosztów usuwania/zrzucania pyłu i szlamu) na urządzenia odsysające dla zespołu walcarek wykańczających.

**Cel wdrożenia:** - ograniczenie emisji tlenków żelaza. [Input-HR-1]

#### Bibliografia:

#### A.4.1.8.9 Zapobieganie zanieczyszczeniu węglowodorami

#### Opis:

Ograniczenie strat oleju i smaru służy zapobieganiu zanieczyszczeniu wód z procesów i zawartej w nich zgorzeliny. Stosowanie **łożysk o nowoczesnej konstrukcji i pierścieni uszczelniających** łożyska dla walców roboczych i oporowych oraz zainstalowanie



**wskaźników przecieku** w liniach smarowych (np. sprzęt kontrolowania ciśnienia w łożyskach hydrostatycznych) może obniżyć zawartość węglowodorów (oleju) w zgorzelinie i w ściekach i zmniejszyć zużycie oleju o 50 do 70 %. [EUROFER HR]

Zanieczyszczone ścieki od różnych użytkowników (agregaty hydrauliczne) powinny być zbierane i mogą być pompowane do zbiorników pośrednich. Olej odpadowy, po oddzieleniu od wody, może być stosowany jako środek redukujący w wielkim piecu lub może być zawracany do obiegu na zewnątrz. Oddzielona woda może być dalej obrabiana w oczyszczalni ścieków, albo w instalacjach uzdatniania z ultrafiltracją lub wyparką próżniową. [Com2 HR]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Zapobieganie zanieczyszczaniu wody i zgorzliny olejem (węglowodorami).
- Mniejsza ilość zaolejonej zgorzliny.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje w przypadku dużych modernizacji (mniejsza możliwość zastosowania w starszych instalacjach).

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.10 Zwijarki hydrauliczne zawierające sterowanie krokowe**

**Opis:**

Przy klasycznym zwijaniu taśma kontaktuje się z rolkami nawijającymi podczas co najmniej 3 obrotów trzpienia i wciska się w pokrywający zwój. Te części gorącej taśmy muszą być usuwane przed dalszym przetwarzaniem na walcierce zimnej.

Zwijarki napędzane hydraulicznie, które zawierają systemy sterowania krokowego, po otrzymaniu sygnału z czujników automatycznie podnoszą poszczególne rolki nawijające, kiedy mija je przedni koniec taśmy.

**Główne korzyści osiągnięte dla środowiska:**

- Zmniejsza się ilość złomu z końców odpadowych w dalszych procesach.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcownie gorące taśm.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.11 Walcowanie kształtowe/kontrola rzutu poziomego**

**Opis:**

Podczas klasycznego walcowania blach grubych przez utrzymywanie stałej grubości blachy podczas każdego przepustu walcowniczego ma miejsce wyraźne odkształcenie rzutu poziomego blachy grubej od prawdziwego kształtu prostokątnego.

Stosowanie kontrolowanego walcowania kształtowego będzie powodować wytwarzanie stożkowych profili grubości lub psich kości podczas walcowania. W oparciu o pomiary (nacisk walców lub kształt) obliczana jest wielkość tworzonej psiej kości, lub wielkość zbieżności i sygnały korekcyjne są wysyłane do systemu nastawiania walców. Kontrola rzutu poziomego jest stosowana głównie jako dodatek do automatycznego systemu pomiarowego grubości blachy. Pojęcie „walcowanie kształtowe lub kontrola rzutu poziomego” odnosi się do różnych technik opracowanych w ostatnich latach. Wszystkie z nich bazują na tej samej zasadzie, która stosuje walcowanie blachy grubej o zmiennej grubości podczas przepustów pośrednich, co daje w wyniku prawie prostokątny kształt końcowej blachy grubej i mniejszą ilość złomu z okrawania.

**Główne korzyści osiągnięte dla środowiska:**

- Mniejsza ilość złomu.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcownie blach grubych.
- Nowe instalacje i, w ograniczonym zakresie, istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:** - Większy uzysk.

**Bibliografia:****A.4.1.8.12 Bezpośrednia obróbka cieplna (przyspieszone chłodzenie)****Opis:**

Za klatką walcowniczą zainstalowane są urządzenia chłodzące o różnej konstrukcji (np. kurtyny wodne, poduszki wodne, itd.). Dzięki kontrolowaniu ilości wody chłodzącej, z uwzględnieniem temperatur blachy cienkiej, można stosować obróbkę - taką jak normalizowanie lub hartowanie - bezpośrednio w linii produkcyjnej.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii i mniejsze emisje z późniejszych pieców do obróbki cieplnej.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcownie blach grubych.
- Nowe instalacje i, w ograniczonym zakresie, istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:**

#### **A.4.1.8.13 Operacja walcowania ciepłno-mechanicznego**

**Opis:**

W „operacji walcowania ciepłno-mechanicznego” wpływa się na własności blach grubych lub kształtowników walcowanych na gorąco w celu ograniczenia potrzeby późniejszej obróbki cieplnej. Kęsiska płaskie lub kęsiska/dwuteowe profile wstępne z pieca grzewczego są walcowane na grubość pośrednią, po walcowaniu następuje okres wytrzymywania (podczas którego mogą być stosowane natryski wodne) dla schłodzenia do pożądanej temperatury, po czym odbywa się ostateczne walcowanie. Przy walcowaniu ciepłno-mechanicznym osiąga się parametr technologiczny, który zazwyczaj przypisuje się mniejszej wielkości ziarna, stosując mniej dodatków stopowych i mniej późniejszych obróbek cieplnych, takich jak normalizowanie, lub bez takiej potrzeby.

**Główne korzyści osiągnane dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie energii.
- Mniejsze emisje z obróbki cieplnej.

**Możliwości zastosowania:**

- Walcownie blach grubych i kształtowników.
- Nowe i istniejące instalacje pod warunkiem, że do dyspozycji jest wystarczająca moc walcownicza [Com HR].

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:**

#### **A.4.1.9 Linie chłodzenia**

##### **A.4.1.9.1 Optymalne pompy wodne dla przepływów laminarnych**

**Opis:**

➔ Nie przedłożono opisu ani informacji technicznych.

### A.4.1.10 Dalsza produkcja blach cienkich

#### A.4.1.10.1 Usuwanie pyłu z prostownicy

##### Opis:

Dzięki efektowi zginania taśmy w rolkach prostujących zgorzelina jest odrywana z powierzchni taśmy i generowana jest emisja nieorganizowana pyłu. Mogą być zainstalowane kołpaki ssania/wyciągania, które zbierają pył z powietrza w pobliżu prostownicy i doprowadzają go przez rury ssania do stacji filtrów, wyposażonej zazwyczaj w filtry tkaninowe. [Com2 HR]

##### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Ograniczenie emisji nieorganizowanych pyłu.

##### Możliwości zastosowania:

- Linie cięcia nożycowego i przewijania.
- Nowe instalacje dla dalszej przeróbki wyrobów płaskich.

##### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Generowanie odpadów.
- Zbierane pyły są zwracane do produkcji stali.
- Większe zużycie energii [Com2 HR].

##### Przykładowe zakłady:

##### Dane eksploatacyjne:

##### Aspekty ekonomiczne:

##### Cel wdrożenia:

##### Bibliografia:

### A.4.1.11 Warsztat walców

#### A.4.1.11.1 Dobra praktyka operacyjna dla warsztatów walców

##### Opis:

##### Stosowanie rozpuszczalników

- Jeżeli spełnia to warunki techniczne dla wymaganego stopnia czystości, powinno się stosować odłuszczenie na bazie wody.
- Jeśli stosowane są rozpuszczalniki organiczne, to preferowane są rozpuszczalniki niechlorowe.

##### Odpady

- Smar stały usuwany z czopów walców jest zbierany i usuwany we właściwy sposób (np. przez spopielenie).
- Szlam szlifierski jest rozdzielany magnetycznie dla odzysku cząsteczek metali, które są zwracane do procesu stalowniczego.
- Pozostałości mineralne ze ściernic są deponowane na hałdach.
- Wióry stalowe i żelazne są zwracane do procesu stalowniczego.
- Zużyte ściernice są deponowane na hałdach.
- Zużyte walce, które nie nadają się do dalszego regenerowania, są zwracane do procesu stalowniczego lub zwracane do producenta.

- Ciecze chłodzące i emulsje chłodząco - smarujące są rozdzielane na olej/woda. Pozostałości oleju są usuwane we właściwy sposób (np. przez spopielanie).
- Ścieki z chłodzenia i odtłuszczania jak również z rozdzielania emulsji są oczyszczane w zakładzie oczyszczania ścieków walcowni gorącej.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejszy ogólny wpływ na środowisko.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące warsztaty walców.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### **A.4.1.12 Gospodarka wodna**

#### **A.4.1.12.1 Redukcja zużycia wody i zrzutu wody**

**Opis:**

Wdrożenie półzamkniętych i zamkniętych obiegów wody z możliwie najmniejszym zrzucaniem. Dalszy opis znajduje się w rozdziale A.2.1.15

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze ilości ścieków i zrzucanych substancji zanieczyszczających.

**Możliwość zastosowania:**

- W pewnych przypadkach udoskonalenie istniejących instalacji z „walcowni mokrych” (z obiegami otwartymi) przez przekształcenie ich na walcownie z obiegami półzamkniętymi i zamkniętymi może nie być możliwe z powodu braku wystarczającej przestrzeni na ulokowanie w pełni wyposażonej oczyszczalni ścieków, przy ekonomicznie uzasadnionych kosztach inwestycyjnych.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Większe zużycie energii i zużycie chemikaliów.
- Generowanie odpadu (szlam).

**Przykładowe zakłady:**

**Obiegi półzamknięte: .....**

**Obiegi zamknięte: Stahlwerke Bremen, ...**

**Dane eksploatacyjne:**

Tabela A.4-16 przedstawia poziomy emisji osiągnięte przy półzamkniętych i zamkniętych obiegach wodnych. Dla porównania podane są również poziomy osiągnięte przy obiegu otwartym.

Parametr	Obieg otwarty	Obieg półzamknięty	Obieg zamknięty
Zawiesina stała	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l
Jednostkowa emisja zawiesiny	około 800 g/t	około 480 g/t	0 - 40 g/t
Zużycie wody	100 %	około 60 % <sup>1</sup>	około 4 % <sup>1</sup>
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l
Jednostkowa emisja związana z ChZT	około 800 g/t	około 480 g/t	około 38 g/t
Węglowodory (HC) (związane z olejem mineralnym)	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l
Jednostkowa emisja HC	około 100 g/t	około 60 g/t	około 4 g/t

Uwagi: źródło danych [EUROFER HR]. Na podstawie produkcji około 3,0 mln t. Oczyszczanie ścieków składające się z kombinacji pojedynczych rozwiązań jak opisano w następującym rozdziale (brak szczegółowych informacji)

<sup>1</sup> Porównanie z obiegiem otwartym, wartości bezwzględne dla zużycia wody zależą od sytuacji indywidualnych zakładów.

**Tabela A.4-16: Typowo osiągnięte poziomy emisji w ściekach dla różnych systemów gospodarki wodnej**

**Aspekty ekonomiczne:**

Proces	Koszty inwestycyjne	Koszty operacyjne	Przepływ wody/zużycie
<b>Gospodarka wodna z obiegiem otwartym</b>	9,4 – 14,4 mln ECU	0,5 – 0,65 ECU/t	4000 m <sup>3</sup> /h
<b>Gospodarka wodna z obiegiem półzamkniętym</b>	13,0 – 14,5 mln ECU	0,6 – 1,15 ECU/t	2500 m <sup>3</sup> /h
<b>Gospodarka wodna z obiegiem zamkniętym</b>			m <sup>3</sup> /h
• z chłodnią kominową	25,0 do 40,0 mln ECU	1,45 ECU / t	dodatkowe zużycie wody (chłodnia kominowa) i/lub woda chłodząca w dużych ilościach dla wymienników ciepła.
• z wymiennikiem ciepła	43,2 mln ECU	1,6 – 1,75 ECU/t	

Uwaga: Źródło danych [HR]. Na podstawie produkcji około 3,0 mln t/r wyrobów walcowanych na gorąco. Koszty inwestycyjne nie obejmują kosztów placu budowy i warsztatów, ale obejmują niezbędną infrastrukturę. Koszty operacyjne są tylko typowymi przykładami; usuwanie szlamu i pyłu (likwidacja) nie zostało uwzględniane.

**Tabela A.4-17: Szacunkowe koszty dla różnych gospodarek wodnych**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.1.12.2 Oczyszczanie ścieków zawierających olej i zgorzelinę walcowniczą**

**Opis:**

Ścieki zawierające zgorzelinę i olej z walcowania na gorąco (i często z ciągłego odlewania) są oczyszczane w kilku stopniach oczyszczania, na przykład w dołach na zgorzelinę, osadnikach, cyklonach, stacjach filtracyjnych itd. tworzących kompleksowe systemy oczyszczania ścieków. Pierwszym stopniem jest zwykle dół na zgorzelinę do usuwania grubej zgorzeliny przez sedymentację. Po tym stopniu następuje kilka stopni wtórnego lub dokładnego oczyszczania mającego na celu rozdzielanie i ograniczanie oleju i pozostałej zgorzeliny.

Bardziej szczegółowy opis poszczególnych urządzeń oczyszczających znajduje się w rozdziale D.9.1

Ponieważ istnieją liczne opcje łączenia poszczególnych stopni oczyszczania, to oczyszczanie ścieków, zawierających zgorzelinę i olej, oraz możliwe do osiągnięcia poziomy emisji są opisane za pomocą przykładów systemów oczyszczania ścieków, wdrożonych na walcowniach gorących.

#### **Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja ilości zanieczyszczenia zrzuconego do wody, zwłaszcza zawiesiny stałej, oleju, smaru stałego itd.

#### **Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

#### **Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przy oczyszczaniu ścieków oleje i szlamy powstają jako odpad. [Com D].**

#### **Przykładowe zakłady:**

**Stahlwerke Bremen (Niemcy), SSAB (Szwecja), BSW (Niemcy).**

#### **Dane eksploatacyjne:**

##### **Przykład A: SSAB**

Główna część zgorzeliny i oleju jest rozdzielana w dwóch dołach na zgorzelinę w pobliżu walcowni. Oczyszczalnia ścieków jest wyposażona w trzy baseny dla grawitacyjnego oddzielania zgorzeliny i powierzchniowego rozdzielania oleju i smaru stałego. Końcowe oczyszczanie jest przeprowadzane w dziesięciu filtrach piaskowych. Udział wody obiegowej był stopniowo zwiększany w minionych latach dla ograniczenia ilości wody zrzucanej do rzeki do poniżej 200 m<sup>3</sup>/h (dawniej: 3500 m<sup>3</sup>/h, stopień recyrkulacji w przybliżeniu > 95 %). Ponadto podjęto podstawowe działania w celu ograniczenia przecieku np. smaru stałego, smarów i olejów hydraulicznych z wyposażenia maszynowego. Wymieniono węże, zainstalowano lepsze złączki i wykonywane są rutynowe kontrole. [SSAB]

Osiągane wartości zrzutowe wynoszą 0,4 mg/l dla oleju (0,7 t/r) i 3,8 mg/l dla zawiesiny stałej (6 t/r) (informacja za rok 1994, średnia wartość miesięczna?) [SSAB]

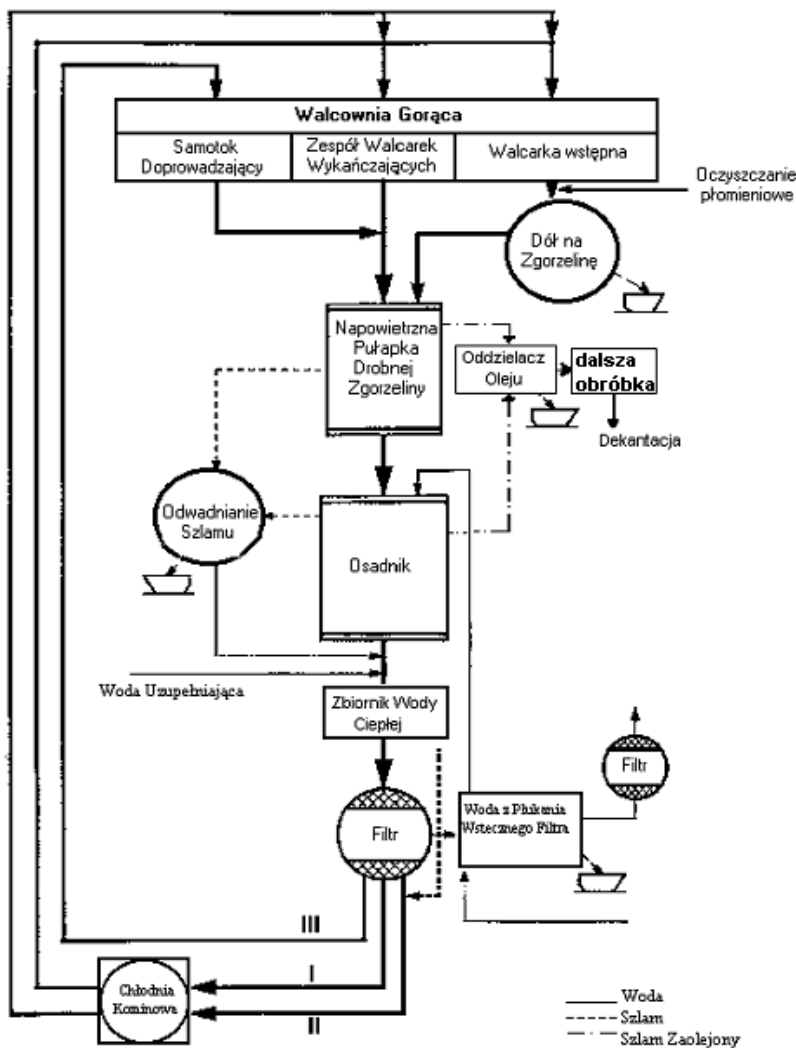
##### **Przykład B: Stahlwerke Bremen**

Rysunek A.4-13 przedstawia obieg wody i system oczyszczania wody zainstalowany w hucie Stahlwerke Bremen. System obrabia średni przepływ strumieni wody 18000 m<sup>3</sup>/h; z tego około 3500 m<sup>3</sup>/h pochodzi z walcarki wstępnej i około 14500 m<sup>3</sup>/h z zespołu walcarek wykańczających łącznie z wodą z samotoku doprowadzającego, ze zwijarki i systemu wyciągowego mgły. Gruba zgorzelina jest usuwana ze ścieków z walcarki wstępnej w dołach na zgorzelinę, zanim ten ściek zostanie poddany oczyszczaniu razem ze strumieniem z zespołu walcarek wykańczających w napowietrzanych pułapkach drobnej zgorzeliny, zainstalowanych przed osadnikami. Zanim woda zostanie recyrkulowana i rozdzielona na strumienie o różnej jakości, jest ona oczyszczana w filtrach piaskowych. Składają się one z 3 grup filtrów ciśnieniowych (pras filtracyjnych); przy pracy z pełną wydajnością produkcyjną prędkość filtrowania wynosi 21,4 m/h. Redukowane stężenie zawiesiny stałej, żelaza i węglowodorów przedstawiono w tabeli A.4-18. [Dammann], [UBA-Kloeckner-82]

Substancja	Doły na zgorzelinę, napowietrzana pułapka drobnego pyłu, osadnik		Filtr piaskowy/żwirowy		
	Wyjście		Wejście <sup>1</sup>	Wyjście	Redukcja
	[mg/l]		[mg/l]	[mg/l]	[%]
Zawiesina stała	40 – 70		36	3,5 ~ 3,8	90
Żelazo	10 – 20		7,7	0,85	90
Węglowodory	1 - 2		1,7	0,5 ~ 0,6	65

Uwaga: Źródło danych [UBA-Kloechner-82]  
<sup>1</sup> średnie stężenie na wejściu

Tabela A.4-18: Stężenie zanieczyszczeń w obiegu wodnym.



Strumień I: 4600 m<sup>3</sup>/h do chłodzenia maszyny (najwyższa jakość, olej < 10 mg/l)

Strumień II: 7400 m<sup>3</sup>/h walcarka wstępna i zespół walcerek wykańczających (średnia jakość, olej ~15 mg/l)

Strumień III: 6000 m<sup>3</sup>/h samotok doprowadzający (najniższa jakość < 20 mg/l)

**Rysunek A.4-13: Przykład systemu obiegu wody dla walcowni gorącej [UBA-CS-8007]**

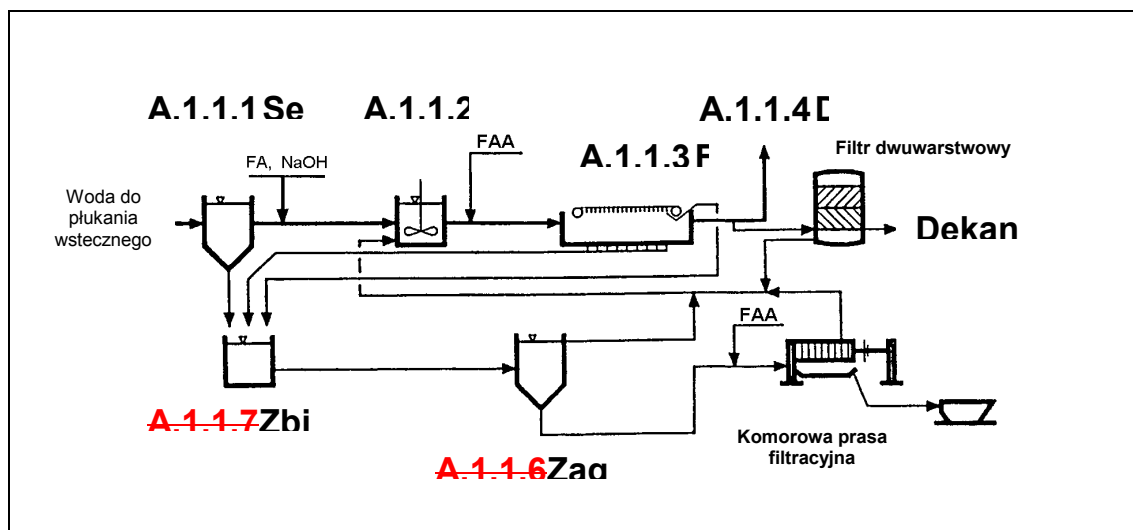
Dla pokrycia strat wody z powodu parowania i wody dekantacyjnej, do systemu dodawana jest woda uzupełniająca ze stalowni konwertorowo-tlenowej lub – w przypadku przerwy w produkcji – wstępnie filtrowana woda z rzeki. Ilość wody dekantowej, która musi być usuwana z systemu, aby uniknąć kumulacji soli, jest minimalizowana przez ponowne



wykorzystywanie do przepłukiwania wstecznego filtrów piaskowych i przez częściowe ponowne stosowanie w procesie przetwarzania żużla.  
[Dammann], [UBA-Kloekner-82]

Z przepłukiwania wstecznego filtra powstaje około 750 m<sup>3</sup>/h wody, która jest uzdatniana, jak pokazano na rysunku A.4-14. Około 92 % składników stałych osadza się w stopniu sedymentacji; pozostała zawiesina stała (około 50 mg/l) i węglowodory (średnio 1,5 mg/l) są usuwane przez flokulację i flotację. Woda jest zwracana do obiegu wodnego. Część strumienia, która musi być zrzucana, jest oczyszczana w filtrach dwuwarstwowych. Stężenie zawiesiny stałej i węglowodorów jest znacznie poniżej wartości granicznych emisji ustalonych przez władze (10 mg/l zawiesiny stałej i 1 mg/l węglowodorów). Osiągane poziomy emisji są przedstawione w tabeli A.4-19.

Dla celów konserwacji systemu obiegu wody dodaje się biocydy, inhibitory korozji i środki dyspergujące. W razie potrzeby (np. raz/dzień) przeprowadzane jest chlorowanie rzutowe.



FA = Flokulant FAA = środek wspomagający filtrację.

**Rysunek A.4-14: Oczyszczanie wody z przepłukiwania wstecznego filtrów**  
[UBA-CS-8007]

Substancja	Stężenie w mg/l	Rodzaj pobierania próbek	Pomiary w 1998 roku Przedsiębiorca/właściwy organ
Fe	0,13	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Olej	< 0,1	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Zawiesina stała	< 3	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Cr	< 0,01	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Ni	0,02	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Zn	0,03	Kwalifikowana próbka losowa	12/6

Uwaga: Źródło danych: Senator fur Bau und Umwelt Bremen. Zakład: Stahlwerke Bremen.  
Wartości średnie kwalifikowanych próbek losowych z 1988 roku. Objętość wody ściekowej: 1620404 m<sup>3</sup>

**Tabela A.4-19: Stężenie substancji w ściekach z oczyszczania wody z przepłukiwania wstecznego filtrów.**  
[Com2 D]

### Przykład C: SIDMAR

Obieg wody zainstalowany w hucie Sidmar składa się zasadniczo z 3 systemów: systemu z ciśnieniem 3 barów do chłodzenia rolek podporowych, samotoku i silników; systemu z ciśnieniem 12 barów do chłodzenia walców roboczych i do zasilania pomp systemu zbijania zgorzeliney i systemu z ciśnieniem 150 barów do zbijania zgorzeliney na wylotach z pieców i na walcarkę wstępną i wykańczającą. Całkowity przepływ wynosi do 13000 m<sup>3</sup>/h.

Woda zawierająca olej i zgorzelinę z systemu z ciśnieniem 150 barów jest oczyszczana w pierwszym stopniu w dołach do zgorzeliney, następnie grawitacyjnie w filtrach piaskowych. Ścieki z walcarki wstępnej zawierają głównie grubą zgorzelinę, mniej niż 20 % oleju i smaru stałego, nie wymagają chłodzenia i mogą być ponownie wykorzystywane w systemie z ciśnieniem 3 barów bez dalszego oczyszczania. Woda z walcarki wykańczającej zawiera drobną zgorzelinę i ponad 80 % stosowanego oleju i smaru stałego. Za dekanterami i filtrami piaskowymi woda ta musi być chłodzona przed jej ponownym użyciem w systemie z ciśnieniem 3 barów. Woda kanale wody ponownie stosowanej zawiera mniej niż 5 mg/l zawiesiny stałej i mniej niż 0,2 mg/l węglowodorów.

Z powodu strat na parowanie i wysokich zawartości Na, Cl, itd. potrzeba około 500 m<sup>3</sup>/h świeżej wody uzupełniającej, która jest pobierana z walcowni zimnej. Woda dekantowana jest używana na stalowni.

Stopień ponownego wykorzystywania dla opisanego systemu wynosi ponad 95 %.

Sprawność oczyszczania ścieków a zatem i stężenie zrzucanych zanieczyszczeń zależy między innymi, od kombinacji pojedynczych operacji oczyszczania. Tabela A.4-20 podaje więcej przykładów sekwencji oczyszczania ścieków i osiągniętych poziomów emisji.

Wyniki oczyszczania ścieków		
Przed oczyszczeniem	Oczyszczanie	Po oczyszczeniu [mg/l]
<b>Olej/smar stały:</b> 10 -200 mg/l 0,7 – 2,73 kg/t  <b>Zawiesina stała:</b> 120 – 2000 mg/l 0,13 – 4,57 kg/t	<b>Przykład E</b> Sedymentacja + flokulacja, flotacja + filtr piaskowy	Olej: 50 Zawiesina stała: 50
	<b>Przykład F</b> Sedymentacja + flokulacja + chłodzenie + filtr piaskowy	Zawiesina: < 10 Olej: <5 Fe: 12 Ni, Cr, Cu, Zn, Pb, Cd: < 0,1
	<b>Przykład G</b> Sedymentacja + flokulacja + chłodzenie + filtracja magnetyczna <sup>1</sup>	Redukcja: Zawiesina: 90 % (w dół do 3 - 9 mg/l) Olej: 50 - 90 %
	<b>Przykład B'</b> Sedymentacja + napowietrzane usuwanie zgorzeli + flotacja + filtr piaskowy, zrzucanie: biologiczne doczyszczanie	Redukcja: Zawiesina (>63 μm): > 99 % 31 < zawiesiny <63 μm): 20 - 80 %:
	<b>Przykład H</b> Cyklony, osadnik, filtr piaskowy, chłodzenie kominowe	Olej: 50 (= 20 g/t) Zawiesina: 50 (= 20 g/t) Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT): 100
Uwaga: Źródło danych [EC Haskoning] <sup>1</sup> Stężenie przed oczyszczeniem: 30 - 100 mg zawiesiny stałej/l		

**Tabela A.4-20: Redukcja zanieczyszczeń dla kilku procesów oczyszczania ścieków**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.1.12.3 Uzdatnianie wody chłodzącej**

**Opis:**

Aby woda chłodząca mogła być stosowana w obiegach zamkniętych chłodzenia wodnego musi być schładzana i uzdatniana. Chłodzenie jest realizowane przez parowanie w chłodniach kominowych albo za pomocą wymienników ciepła. W ciśnieniowo chłodzonym przeciwprądzie chłodni kominowych woda schładzana jest natryskiwana na kraty w komorach chłodni kominowej i spływa po blokach do talerza chłodni kominowej. Wentylatory rozmieszczone bocznie lub na wierzchu wciągają powietrze otoczenia, które przechodzi przez wodę w przeciwprądzie. W ten sposób chłodzenie jest osiągnięte w wyniku parowania. Wydajność chłodzenia jest regulowana za pomocą ilości powietrza. Odsalanie jest regulowane przez pomiar przewodności elektrycznej właściwej. W razie potrzeby dodawana jest konieczna ilość dyspergatorów, podchlorynu sodowego i biocydu (zapobieganie namnażaniu bakterii i grzybów) oraz kwasu lub alkaliów (wartość pH).

W **plytowych wymiennikach ciepła** płyty z kanałami przepływowymi są skręcone w pakiet. Przez te kanały z każdej płyty jest naprzemiennie pompowany gorący ściek i zimna woda chłodząca. Ciepło jest przekazywane (wymieniane) przez ściankę płyty.

W **hybrydowych (mieszanych) chłodniach kominowych** płytowy wymiennik ciepła jest instalowany w górnej części wieży. W dolnej części woda jest chłodzona przez parowanie.

Dzięki wymiennikowi ciepła powietrze o 100 % wilgotności jest ogrzewane i skrapla się w formie mgły nieco później i z mniejszą intensywnością.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie wody, ponieważ może być ona ponownie stosowana w procesie.

**Możliwość zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Dodatek dyspergatorów i biocydów [Com HR].
- Większe zużycie energii w wyniku konieczności pompowania recykulacyjnego. [Com 2HR].

Przy planowaniu i instalowaniu zakładów uzdatniania wody typu obiegowego z chłodniami kominowymi musi być brane pod uwagę położenie geograficzne konkretnej huty. Z powodu parowania wody w procesie schładzania warunki klimatyczne mogą podlegać wpływowi ze strony stale tworzącej się mgły i tak zwanego śniegu przemysłowego, zwłaszcza w Europie Środkowej.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:** patrz tabela A.4-16 [Com2 HR]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### **A.4.1.13 Obróbka i recykling odpadów/produktów ubocznych**

#### **A.4.1.13.1 Recykling wewnętrzny suchych lub odwodnionych tlenków**

**Opis:**

Suche lub odwodnione tlenki, które przeważnie składają się z grubej frakcji – pochodzące również z operacji szlifowania lub oczyszczania płomieniowego - mogą być selektywnie zawracane do obiegu przez magnetyczne lub mechaniczne rozdzielanie (sita). W ten sposób część tlenków może być bezpośrednio ponownie wykorzystywana w piekarni, w wielkim piecu lub w stalowni.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość odpadów.
- Wykorzystanie zawartości żelaza.

**Możliwość zastosowania:**

- Pewne opcje recyklingu wymagają wstępnej obróbki przez brykietowanie [Com Niemcy].

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### A.4.1.13.2 Technologie recyklingu dla zaolejonej zgorzeliny walcowniczej

#### Opis:

Bezpośrednie wykorzystywanie zaolejonej zgorzeliny walcowniczej w procesach metalurgicznych jest uzależnione od oleistości. Gruba zgorzelina o wielkości cząsteczek 0,5 – 5 mm i zawartością oleju poniżej 1 % może być zawracana na taśmę spiekalniczą bez obróbki wstępnej. Wysokie zawartości oleju (> 3 %) dają w wyniku zwiększone emisje lotnych związków organicznych (VOC) i potencjalnie dioksyn i mogą prowadzić do problemów w systemach oczyszczania spalin (np. wyładowania iskrowe w filtrach elektrostatycznych). Z tego powodu pozostałości i odpady muszą być wstępnie oczyszczone przed ponownym użyciem. Szlam zawierający drobną zgorzelinę składa się głównie z bardzo małych cząsteczek zgorzeliny (< 0,1 mm). Drobne cząsteczki pochłaniają olej w bardzo wysokim stopniu (5 – 20 %), więc zgorzelina nie może być zawracana bezpośrednio na taśmę spiekalniczą bez jakiegokolwiek obróbki wstępnej. Wysoka oleistość szlamu w połączeniu z niepełnym spalaniem może powodować tworzenie się par oleju, które mogą prowadzić do pożaru w dalszych systemach oczyszczania gazu odpadowego.

[Com A]

#### Przykładami obróbki zaolejonej zgorzeliny walcowniczej są:

##### Brykietowanie i ładowanie do konwertora

Szlam zawierający zgorzelinę jest brykietowany z dodatkiem środków wiążących. Produkowane brykiety posiadają konsystencję nadającą się do ładowania do konwertora. Efekt schładzający brykietów jest wystarczający, aby można je było ładować do konwertora. Aby brykiety były obojętne pod względem cieplnym, można stosować dodatki takie jak antracyt.

##### CARBOFER

Szlam zawierający zaolejoną zgorzelinę walcowniczą jest mieszany z wapnem i pyłem węglowym i, ewentualnie, z żelazonośnym lub węglonośnym pyłem piecowym w celu uzyskania suchej mieszanki, która nadaje się do pneumatycznego wdmuchiwanie do pieców metalurgicznych, takich jak wielki piec lub piec łukowy. Można oczekiwać pełnego odzysku wdmuchiwanych materiałów. [Com HR]

##### Płukanie (metoda usuwania oleju opracowana przez firmę PREUSSAG)

Do mieszalnika ładowany jest wstępnie przygotowany szlam (zgorzelina, olej, woda) z dodatkiem środków piorących. Po płukaniu utworzonej zawiesiny rozdzielane są składniki stałe, woda i olej. Wynikiem jest materiał żelazny wolny od oleju ( $\leq 0,2$  %).

##### Flotacja (metoda usuwania oleju opracowana przez firmę THYSEN)

Szlam zawierający zgorzelinę jest przygotowywany za pomocą odczynników i pozbawiany oleju w 3-stopniowym procesie flotacyjnym. Wynikiem jest produkt żelazny, produkt zaolejony i ich mieszanina.

##### Obrotowy piec rurowy (usuwanie oleju)

Zgorzelina zawierająca olej i wodę jest odwadniana i odolejana w temperaturach około 450 – 470 °C. Piec może być ogrzewany bezpośrednio lub pośrednio. Wynikiem jest produkt żelazny wolny od oleju (~ 0,1 %) plus emisje do powietrza przez dodatkowe użycie energii.

##### Technologia spiekania 2-warstwowego

Etapy procesu:

Wstępne filtrowanie wsadu (zgorzelina walcownicza, pył piecowy, itd.)

Wstępne mieszanie wsadu w bunkrze, następnie proces intensywnego mieszania  
Zasypywanie mieszanki odpadowej – około 10 m za urządzeniem zapłonowym – na już spieczony wsad pierwotny, co daje w wyniku wtórny zapłon.

**Bezpośrednie wykorzystywanie w wielkim piecu (metoda firmy VOEST-ALPINE STAHL)**

Zgorzelina jest wstrzeliwana do trzonu wielkiego pieca przez lancę do spalania szlamu. Jest to bardzo ekonomiczny sposób wykorzystania energii węglowodorów i redukcji tlenku żelaza (zgorzeliny) bez potrzeby dodatkowego pieca i bez generowania dodatkowego zanieczyszczenia środowiska, ale jest on możliwy wyłącznie w przypadku wielkich pieców wyposażonych w lancę do spalania szlamu lub oleju odpadowego (lub przepracowanego). Ważne jest, żeby szlam wtryskiwać w trzonie a nie w gardzieli wielkiego pieca, co zapewnia, spalanie węglowodorów, a nie tylko ich odparowywanie. Należy zwrócić szczególną uwagę na emisje, w celu kontrolowania, czy rzeczywiście wszystkie węglowodory są spalane i dla zapewnienia, że współspalanie tych odpadów w wielkim piecu nie będzie wywoływało wyższych emisji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość odpadów.
- Wykorzystywanie zawartości żelaza w charakterze surowca.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Metody usuwania oleju używają środki piorące lub flokulanty i powodują powstawanie zaolejonych ścieków lub pozostałości z flotacji.
- Obróbki cieplne wywołują emisje do powietrza i zwiększone zużycie energii.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

## A.4.2 Walcownia zimna

### A.4.2.1 Składowanie i transport surowców i materiałów pomocniczych

### A.4.2.2 Wytrawianie

#### A.4.2.2.1 Redukcja objętości ścieków i obciążenia ich substancjami zanieczyszczającymi

##### Opis:

Techniki ogólne do ograniczania objętości ścieków i ich obciążenia substancjami zanieczyszczającymi obejmują:

- Ograniczanie generowania tlenków żelaza podczas walcowania na gorąco i transportu stali (np. przez wysokociśnieniowe zbijanie zgorzeli, szybkie chłodzenie, krótki czas składowania, składowanie bezkorozyjne i transport). Zużycie kwasu podczas wytrawiania jest proporcjonalne do ilości usuwanego tlenu żelaza z powierzchni stali. Chociaż możliwość redukcji generowania tlenków jest ograniczona, to regulacja szybkości chłodzenia może modyfikować strukturę zgorzeli. Może to wpływać na szybkość wytrawiania i w ten sposób zmniejszać zużycie energii w procesie. Jednakże szybkie chłodzenie taśmy walcowanej na gorąco może być ograniczone ze względu na jakość.
- Częściowe lub całkowite zastąpienie mokrych procesów wytrawiania przez bezściekową obróbkę mechaniczną (mechaniczne usuwanie zgorzeli). Dla stali nierdzewnej mechaniczne usuwanie zgorzeli może być stosowane tylko w jednej części procesu i tylko częściowe zastąpienie jest możliwe do realizacji. [Com2 HR]. Jednakże należy pamiętać, że stosowanie wyposażenia do mechanicznego usuwania zgorzeli jest związane z większym zużyciem energii.
- Redukcja zużycia kwasu i kosztów regeneracyjnych przez dodawanie odpowiednich chemikaliów (inhibitorów) do wytrawiania stali niskostopowej i stopowej (nie ma zastosowania do stali nierdzewnej). Jednakże inhibitory mogą mieć pogarszający wpływ na jakość powierzchni (z powodu generowania rdzy).
- Redukcja stężenia kwasu przez stosowanie wysokich temperatur wytrawiania. W tym przypadku jednakże musi być osiągnięta równowaga pomiędzy stężeniem kwasu i temperaturą wytrawiania. Optimum jest funkcją strat kwasu, wydajności wytrawiania i zużycia energii. Podwyższanie temperatury wytrawiania prowadzi do wzrostu ilości generowanych NO<sub>x</sub> przy wytrawianiu stali nierdzewnej i dlatego unikanie nadmiernego tworzenia NO<sub>x</sub> musi być uwzględniane w bilansie.
- Redukcja stężenia kwasu przez stosowanie procesów elektrycznych.
- Minimalizacja ilości ścieków przez stosowanie przepływu kaskadowego.
- Minimalizacja objętości ścieków przez stosowanie ulepszonych wyposażenia do wytrawiania i płukania (mechaniczna obróbka wstępna, zamknięte zbiorniki dla redukcji ścieków z płuczki gazowej, obróbka natryskowa zamiast obróbki zanurzeniowej, wałki gumowe do usuwania przylegającej kąpieli trawiącej dla zredukowania ilości przenoszonych ścieków potrawiennych i wody płuczającej, itd.)
- Recykling wewnętrzny i mechaniczne filtrowanie ścieków (roztworów) potrawiennych i wody płuczającej dla przedłużenia żywotności.

- Regeneracja kwasu trawiącego. Regeneracja kwasów odpadowych zmniejsza objętość odpadów wymagających zobojętniania. Jednakże stężenie i objętość kwasu odpadowego muszą osiągnąć pewien poziom, aby kwas nadawał się do procesów regeneracji.
- Dla regeneracji kąpieli wymiana jonowa ze strumieniem bocznym lub elektrodializa.
- Staranny wybór surowców dla minimalizowania strumieni odpadów.
- Ograniczanie generowania pyłu tlenkowego (podczas rozwijania kręgów, podczas prostowania lub przy wejściu do zasobnika) przez stosowanie odpowiednich głowic ssących.
- Pośrednie ogrzewanie kwasu. Najpowszechniejszym sposobem ogrzewania kwasu jest stosowanie wymienników ciepła. Bezpośrednie ogrzewanie parą wodną rozcieńcza kwas odpadowy, który przez to nie może być regenerowany.

#### A.4.2.2.2 Ograniczanie emisji pyłu przy rozwijarkach

##### Opis:

Pył tlenku żelaza jest tworzony przez rozciąganie taśmy podczas operacji rozwijania. Tworzeniu pyłu można zapobiegać przez stosowanie **kurtyń wodnych**. Ta mokra metoda wymaga systemu separatora do usuwania tlenku żelaza z wody natryskowej. Może to być albo system niezależny albo system zintegrowany z ogólnym systemem oczyszczania wody walcowni.

W pewnych przypadkach metoda natrysku wodnego prowadzi do niepożądanego kumulacji cząsteczek tlenku żelaza na wałkach w linii wytrawiania i stąd do odcisków powierzchni wałków na taśmie. W tych przypadkach jest stosowany, jako alternatywa, **system wyciągowy**, wyposażony zwykle w **filtr tkaninowy** do ograniczania rozpraszania pyłu.

##### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Ograniczanie niezorganizowanych emisji pyłu.
- Redukcja emisji do powietrza.

##### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje.

##### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Zużycie energii.
- Generowanie ścieku lub odpadu (pył pofiltracyjny).

##### Przykładowe zakłady:

##### Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:

Zgłaszano, że nakłady inwestycyjne wyniosły 50000 euro na natryski wodne i 280000 euro na system wyciągowy z filtrem tkaninowym (dla zakładu o produkcji 3 mln t/r). [CITEPA]

##### Cel wdrożenia:

##### Bibliografia:



### A.4.2.2.3 Mechaniczne wstępne usuwanie zgorzeliny

#### Opis:

Do łamania i usuwania głównej części zgorzeliny z walcowania na gorąco stosowane są techniki mechanicznego usuwania zgorzeliny, takie jak śrutowanie, prostownica rozciągająca, walcarka wygładzająca lub prostownica. Zmniejsza to ilość tlenku żelaza, który musi być usunięty z powierzchni stali w sekcji wytrawiania chemicznego, zatem mniejsze jest również zużycie kwasu.

Urządzenia do mechanicznego usuwania zgorzeliny są wyposażone w systemy wyciągowe i urządzenia ograniczające (najczęściej **filtry tkaninowe**) do kontrolowania ilości emisji pyłu.

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze zużycie kwasu.
- Zwiększona efektywność procesu wytrawiania.

#### Możliwości zastosowania:

- Nowe instalacje i w ograniczonym zakresie - z powodu dostępnego miejsca - w istniejących instalacjach.
- Mechaniczne usuwanie zgorzeliny dla gatunków stali nierdzewnej może być stosowane tylko przed początkowym stopniem wytrawiania. W dalszych stopniach wytrawiania wpływałoby to na jakość powierzchni wyrobu gotowego.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Zwiększone zużycie energii.
- Generowanie emisji pyłów, które muszą być wylapywane i ograniczane.
- Generowanie odpadów (pył pofiltracyjny).
- Dzięki zwiększonej efektywności operacji wytrawiania można obniżyć temperaturę kąpeli trawiącej, co powoduje niższe straty wskutek parowania. Ograniczanie obciążenia na wytrawianie kwasami, a tym samym zużycia kwasów, zmniejsza generowanie odpadów kwaśnych.

#### Przykładowe zakłady:

**Thyssen Stahl**, Krefeld, Niemcy (poziome śrutowanie dla taśmy gorącej i zimnej, filtr tkaninowy)

[Met-Plant-Int-1-94]

**Dane eksploatacyjne:**

	Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Emisja jednostkowa [kg/t produktu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Objętość gazu odpadowego	Metoda analizy
<b>Przykład A: Śrutownica zakładu stali nierdzewnej</b>					
Pył	15 – 25 <sup>1</sup>	0,01 – 0,02	> 95	350 – 450 m <sup>3</sup> /t	BS 3405
Cr, Mn, Ni	dobrze poniżej granicy 5 mg/m <sup>3</sup> <sup>2</sup>				
<b>Przykład B: Śrutownica linii wyżarzania i wytrawiania dla taśm stalowych walcowanych na gorąco</b>					
	4,5/< 1/2.6			13800/15200/18200 Nm <sup>3</sup> /h	
Uwaga: Źródło danych dla przykładu A [EUROFER CR]; przykład B [FIN 28.3]					
<sup>1</sup> [CITEPA] podaje poniżej 20 mg/m <sup>3</sup> dla V=135000 m <sup>3</sup> /h i maksymalnej wydajności 225 t/h.					
<sup>2</sup> Źródło danych [Met-Plant-Int-1-94]					

**Tabela A.4-21: Poziomy emisji pyłu osiągnęte na śrutownicy przy zastosowaniu filtrów tkaninowych****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.2.4 Optymalna procedura płukania/płukanie kaskadowe**

**Opis:** patrz również rozdział D.8

Zoptymalizowana operacja płukania ma na celu ograniczanie ilości generowanych ścieków i minimalizowanie zanieczyszczenia wody płuczającej. Powszechną metodą ograniczania ilości ścieków i szlamu z oczyszczania ścieków jest instalowanie systemu przepływu kaskadowego (przeciwpłukowego) w połączeniu z wałkami gumowymi w instalacji płukania. Ponadto zużyta woda płuczająca może być ponownie stosowana w zakładzie, np. jako woda uzupełniająca w kąpielach trawiących. Wałki wyżymające i wałki wycierające są zainstalowane za kąpielami trawiącymi, jak również przed i za kąpielami płuczającymi. Z powierzchni taśmy jest usuwana przylegająca ciecz kąpielowa w celu zmniejszenia ilości ścieku potrawiennego przenoszonego z kąpeli trawiącej i ilości skoncentrowanej wody płuczającej z jednego etapu przepływu kaskadowego do etapu następnego.

Typowy system płukania kaskadowego wykorzystuje trzy do sześciu komór z wałkami wyżymającymi w celu ograniczenia przenoszenia pomiędzy komorami. Świeżej lub skroplonej wodzie dodawanej do ostatniej komory pozwala się na kaskadowy przepływ przeciwpłukowy przez przelew do poprzedzającej komory. Nadmiar, czyli ciecz usuwana, przepływa z pierwszej komory do zbiornika zasobnikowego, skąd jest zazwyczaj doprowadzana do instalacji regeneracyjnej. Porcje ze zbiorników pośrednich są zabierane do pochłaniania par kwasu w kolumnach absorpcyjnych instalacji regeneracyjnej lub do rozcieńczania świeżego kwasu w wannach do wytrawiania.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie wody.
- Mniejsza ilość ścieków i szlamu z oczyszczania ścieków.
- Redukcja zużycia kwasu.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:** Jenn An, Tajwan

**Dane eksploatacyjne:**

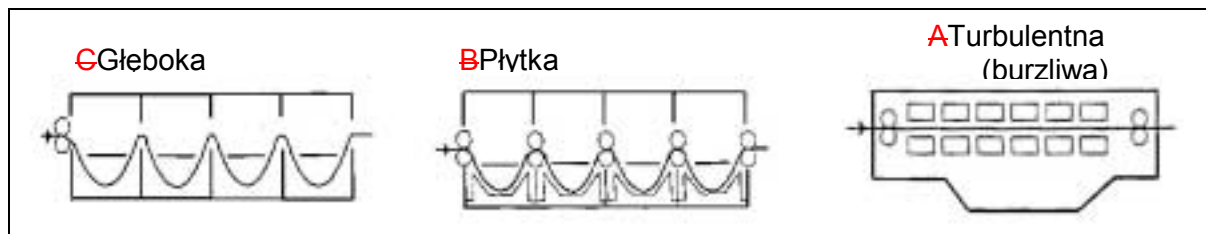
**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.2.2.5 Trawienie turbulencyjne****Opis:**

Najnowsze opracowania w zakresie technik wytrawiania mają głównie na celu udoskonalenie samego procesu, zwiększenie wydajności i uczynienie procesu łatwiejszym do sterowania. Rysunek A.4-15 przedstawia rozwój od głębokich wanien do wytrawiania przez płytkie wanny aż do wytrawiania turbulencyjnego, przy którym kwas jest natryskiwany na taśmę w wąskiej szczelinie pomiędzy wannami do wytrawiania.



**Rysunek A.4-15: Różne rodzaje wanien do wytrawiania**

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Zwiększona wydajność.
- Redukcja zużycia energii, redukcja zużycia kwasu.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące wytrawialnie w połączeniu z dużą modernizacją.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Ponieważ proces jest wydajniejszy, możliwe są niższe temperatury dla kąpieli kwaśnej, co prowadzi do mniejszego zużycia kwasu [Metall94]
- Ponieważ trawienie turbulencyjne (burzliwe) jest łatwiejsze do sterowania (i może być wyposażone w dodatkowe modele procesu), to możliwe jest efektywniejsze sterowanie efektu wytrawiania, prowadzące do mniejszego przetrawienia i w ten sposób do mniejszej straty trawienia (20 – 30 %, odpowiednio 0,8 – 1,2 kg/t) [Metall94].
- Mniej wydajne zużycie nowego kwasu i/lub mniejsze możliwości regeneracji dla zużytego kwasu.

**Przykładowe zakłady:**

Stahlwerke Bochum AG (Niemcy); BHP (Australia); Sumitomo Metals (Japonia); Sidmar (Belgia); Thyssen Stahl (Niemcy); ILVA (Włochy); ALZ (Belgia), Avesta (Szwecja); Allegheny Ludlum (USA) [Metall94]

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:** niższe koszty inwestycyjne i operacyjne.

**Cel wdrożenia:** poprawa wydajności procesu trawienia, lepsza jakość, korzyści finansowe.

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.6 Oczyszczanie i ponowne wykorzystywanie kwaśnego roztworu potrawiennego**

**Opis:**

Do oczyszczania i przedłużania żywotności kąpeli trawiącej może być stosowane filtrowanie strumienia bocznego, odzysk kwasu i recykling wewnętrzny. Kąpiel jest filtrowana np. w filtrach grubowarstwowych do usuwania składników stałych. Chłodzenie kwasu za pomocą wymienników ciepła mogłoby być konieczne przed zespołem adsorpcyjnym, w którym adsorbent fizyko-chemiczny (jak żywica) usuwa wolny kwas ze strumienia odpadowego. Kiedy zespół zostanie nasycony, wolny kwas jest odpędzany przez strumień świeżej wody i zwracany do procesu trawienia.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie kwasu (mniejsza ilość ścieków i szlamu).

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zwiększone zużycie energii.

**Przykładowe zakłady:**

Allegheny Ludlum, USA

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.7 Regeneracja kwasu solnego przez prażenie natryskowe**

**Opis:**

Patrz rozdział D.6.10.1.2 dla opisu procesu regeneracji i rozdział D.6.3 dla opisu ograniczania emisji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie świeżego kwasu (z 12 - 17,5 kg/t do 0,7 – 0,9 kg/t; stężenie HCl 33 %).
- Mniejsza ilość ścieków i szlamu.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje zależnie od wielkości.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zużycie energii i wody.
- Generowanie emisji do powietrza (produkt spalania i kwas), które muszą być ograniczane np. przez płuczki mokre.
- Generowanie ścieków, które muszą być oczyszczane (patrz A.4.2.2.28).
- Emisje jednostkowe zawiesiny stałej 2,86 g/t wyrobu (w oczyszczanym ścieku).

- Redukcja ilości produkowanego nowego kwasu (dostawca).
- Generuje nadający się do sprzedaży stały produkt uboczny: tlenek żelaza, który może być ponownie wykorzystany w przemyśle ferrytowym lub w produkcji szkła i pigmentów.

#### Przykładowe zakłady: [Karner-1]

Firma	Rok kontraktu	Wydajność [l/h]	Uwagi
Hoesch Stahl AG; Dortmund, Niemcy	1989	9000	
Ornatube Enterprise; Kaohsiung; Tajwan	1989	900	
Shanghai Cold Strip; Chiny	1989	2900	
China Steel; Kaohsiung, Tajwan	1989	1900	
Sidmar S.A.; Gent, Belgia	1990	11000	
Anshan Iron & Steel; Chiny	1991	2 x 6000	tlenek wysokiej czystości
Benxi Iron & Steel; Chiny	1992	5000	
Karaganda Met. Komb.; Kazachstan	1992	2 x 10000	
MMK; Magnitogorsk, Rosja	1993	11000	
Baoshan Iron & Steel; Chiny	1994	2 x 2900	tlenek wysokiej czystości
Hanbo Steel; Korea	1994	11000	

#### Dane eksploatacyjne:

Tabela A.4-22 i tabela A.4-23 prezentują dane dotyczące zużycia i emisji, związane z prażeniem natryskowym HCl.

Wejście / poziom zużycia		
Kwas zużyty	0,7 – 0,9	kg/t
Woda chłodząca (dopływ)	0,07 – 0,09	m <sup>3</sup> /t
Woda przemysłowa + zdemineralizowana	0,09 – 0,15	m <sup>3</sup> /t
Energia:		
Energia elektryczna	4 - 15	MJ/t
Energia cieplna (gaz ziemny)	102 - 119	MJ/t
Wyjście / poziom emisji		
Emisja jednostkowa		
Stały produkt uboczny: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,1 – 5,4 (5,6 Sidmar)	kg/t
Kwas zawracany (20 %)	23 - 40	kg/t
Woda chłodząca (odpływ)	0,07 – 0,09	m <sup>3</sup> /t
Gaz odpadowy	24 -38	m <sup>3</sup> /t
Ścieki (zrzut)	0,04 – 0,07	m <sup>3</sup> /t

Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]

#### Tabela A.4-22: Poziomy zużycia i emisji dla prażenia natryskowego HCl

	Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Emisja jednostkowa [kg/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
Pył	20 - 50	brak danych	brak danych	Agencja Ochrony Środowiska (EPA)
SO <sub>2</sub>	50 - 100	brak danych	brak danych	SO <sub>4</sub> wykrywany przez chromatografię jonową (NBN T95-202)
NO <sub>2</sub>	300 - 370	0,014	> 90	NO <sub>3</sub> wykrywany przez chromatografię jonową (NBN T95-301), luminescencja
CO	150	0,006	> 90	Umwelt-BA EM-K1
CO <sub>2</sub>	180000	6855	> 90	Podczerwień
HCl	8 - 30	3,05 E-4	> 98	Chromatografia jonowa (ASTM D 4327-84), miareczkowanie potencjometryczne (NEN 6476)
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]				
<sup>1</sup> Stopień redukcji oparty na przepływie masy składnika przed/za środkiem ograniczającym				
<sup>2</sup> (3 % O <sub>2</sub> )				

**Tabela A.4-23: Emisje do powietrza z prażenia natryskowego HCl**

Dostawca instalacji twierdzi, że stężenia substancji zanieczyszczającej są mniejsze niż 2 mg/m<sup>3</sup> HCl i wolnego Cl<sub>2</sub>.  
[Karner-1]

[CITEPA] raportowała dla przeciwpądowej płuczki wodnej z wypełnieniem z końcowym płukaniem alkalicznym poziomy emisji HCl < 15 mg/m<sup>3</sup> przy koszcie inwestycyjnym 1175 000 ECU i kosztach operacyjnych 6000 ECU/r (elektryczność 300 kWh, V=10000 m<sup>3</sup>/h).

#### Aspekty ekonomiczne:

#### Cel wdrożenia:

#### Bibliografia:

#### A.4.2.2.8 Regeneracja kwasu solnego przez złożę fluidalne

#### Opis:

Patrz rozdział D.5.10.1.1: opis procesu regeneracji i rozdział D.5.3: opis ograniczania zanieczyszczeń.

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze zużycie świeżego kwasu.
- Mniejsza ilość ścieków i szlamu.

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe instalacje i istniejące instalacje zależnie od wielkości.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

#### Przykładowe zakłady:

#### Dane eksploatacyjne:

#### Aspekty ekonomiczne:

Aspekty ekonomiczne nowoczesnej wytwornicy, włącznie z procesem złoża fluidalnego, obejmują następujące czynniki:

- Zużycie pierwotnego kwasu.
- Wykorzystanie wody płuczającej i wody po płuczce.
- Produkcję czystego kwasu solnego wolnego od żelaza.
- Produkcję tlenku żelaza, który może być stosowany w różnych gałęziach przemysłu.

Najczęściej koszty materiałowe wytrawialni, łącznie z procesem złoża fluidalnego, są korzystne w porównaniu z kosztami operacyjnymi i wynikającymi korzyściami. Ogólne aspekty ekonomiczne będą się różnić w zależności od instalacji z powodu lokalnych różnic w kosztach kwasu, w kosztach regeneracji roztworu potrawiennego i w kosztach poniesionych na modernizację istniejących urządzeń lub budowę nowych urządzeń. [Rituper-1]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.2.2.9 Bezściekowa wytrawialnia taśm kwasem solnym

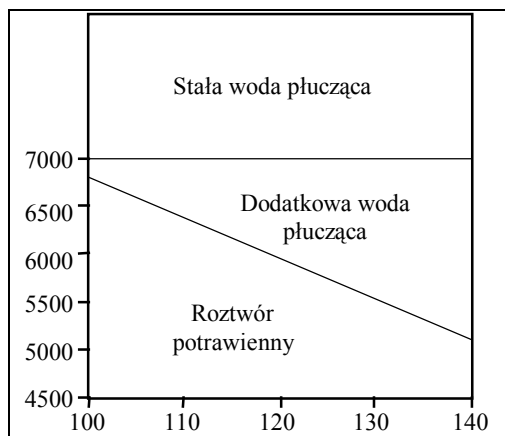
**Opis:**

Przy określaniu ścieku z operacji wytrawiania należy brać pod uwagę: kąpiel potrawienną, ściek z płukania i wodę po płuczce. Stosując proces złoża fluidalnego, roztwór potrawienny zawracany jest pomiędzy wannami do wytrawiania i instalacją regeneracyjną, uzyskuje się prawie zerowe zużycie pierwotnego (surowego) kwasu, nie licząc małej ilości traconej wskutek parowania. [Rituper-1]

Ponieważ proces złoża fluidalnego pracuje przy około 850 °C, to dodatkowa woda z płukania i z płuczki wieżowej z linii wytrawiania może być wykorzystana w instalacji regeneracyjnej. Zgodnie z bilansem energii płuczki zwężkowej, pewna ilość wody jest konieczna do chłodzenia gazu odlotowego z reaktora przez parowanie. [Rituper-1]

Ilość wody płuczającej i wody po płuczce, jaka może być wykorzystywana w procesie złoża fluidalnego, zależy od zawartości żelaza w roztworze potrawiennym. Przykład wykorzystania wody płuczającej został pokazany na rysunku A.4-16. Część wody płuczającej jest stosowana do absorpcji, a reszta tej wody jest dodawana do płuczki zwężkowej. [Rituper-1]

W przykładzie pokazanym na rysunku A.4-16 ogółem 5943 l/h wody płuczającej może być stosowane do absorpcji HCl. Zależnie od zawartości żelaza w roztworze potrawiennym, w przybliżeniu 500 l/h wody płuczającej ze 105 g/l Fe<sup>++</sup> i w przybliżeniu 1750 l/h wody płuczającej z 130 g/l Fe<sup>++</sup> może być stosowane dodatkowo.



**Rysunek A.4-16: Zależność wykorzystania wody płuczającej od zawartości żelaza**

**[Rituper-1]**

Przykład ten pokazuje, że ekonomiczna eksploatacja bezściekowej linii do wytrawiania może być osiągnięta przy uwzględnieniu ilości i stężenia roztworu potrawiennego i wody płuczającej.

Ten proces jest zdolny do działania w całkowicie zamkniętej, bezściekowej wytrawialni i został już zainstalowany w kilku nowoczesnych instalacjach. Instalacje te pracują ze zużyciem kwasu solnego mniejszym niż 0,2 kg kwasu/tonę trawionego materiału. Przykład będącej w eksploatacji bezściekowej linii do wytrawiania taśm jest przedstawiony na rysunku A.4-17. [Rituper-1]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

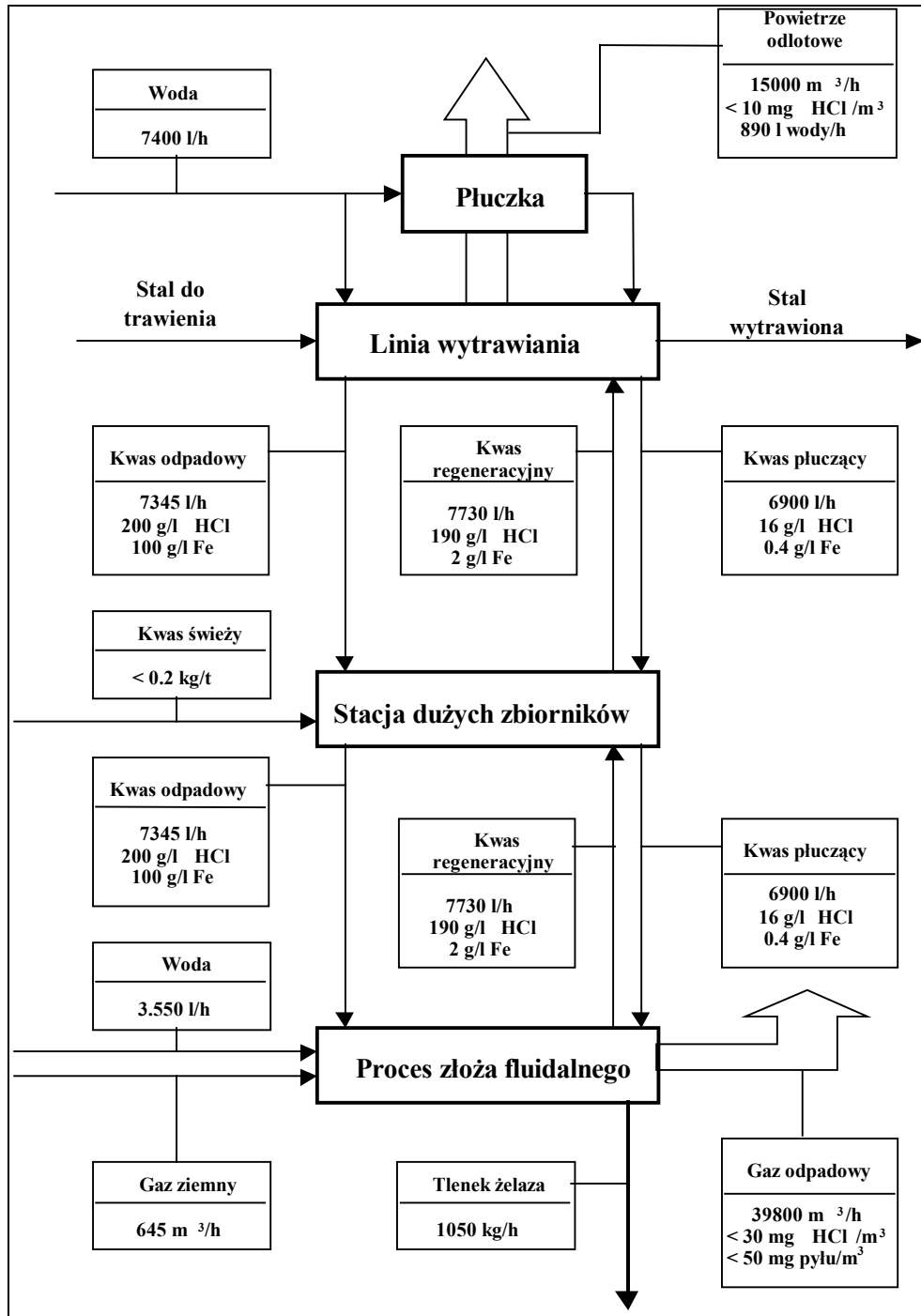
- Brak zrzucania/zanieczyszczania wody.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe zakłady i istniejące zakłady zależnie od wielkości.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:**





Rysunek A.4-17: Przykład bezściekowego trawienia za pomocą HCl i regeneracji kwasu [Rituper-1]

#### A.4.2.2.10 Odzysk kwasu siarkowego przez krystalizację

**Opis:** patrz rozdział D.6.9.1 i D.6.3 dla redukcji emisji do powietrza (płukanie)

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie świeżego kwasu.
- Mniejsza ilość ścieków i szlamu.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje, zależnie od wielkości.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Zwiększone zużycie energii.
- Emisje do powietrza z odzysku.

#### Przykładowe zakłady:

#### Dane eksploatacyjne:

Tabela A.4-35 przedstawia dane dotyczące zużycia i emisji związane z krystalizacją próżniową H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Wejście / Poziom zużycia		
Zużyty kwas	7 - 10	kg/t
Woda chłodząca (dopływ)	2 - 3,5	m <sup>3</sup> /t
Woda przemysłowa + zdemineralizowana	0,2 - 0,4	m <sup>3</sup> /t
<b>Energia:</b>		
Energia elektryczna	1 - 20	MJ/t
Energia cieplna	100 - 200	MJ/t
Wyjście / Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	
Produkt uboczny stały: Siarczan Fe	26 - 30	kg/t
Kwas zawracany (20 %)	0 - 10	kg/t
Woda chłodząca (odpływ)	2 - 3,5	m <sup>3</sup> /t
Gaz odpadowy	70 - 90	m <sup>3</sup> /t
Ścieki (zrzut)	0,2 - 0,4	m <sup>3</sup> /t
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]		

Tabela A.4-24: Poziomy zużycia i emisji dla krystalizacji próżniowej H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

	Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
SO <sub>2</sub>	8 - 20	0,5 - 1,5	> 95	Podczervenienie
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 - 10	0,3 - 0,6	> 95	Miareczkowanie
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]				
<sup>1</sup> Stopień redukcji oparty na przepływie masy składnika przed/za środkiem ograniczającym				

Tabela A.4-25: Emisje do powietrza z krystalizacji próżniowej H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

#### Aspekty ekonomiczne:

#### Cel wdrożenia:

#### Bibliografia:

#### A.4.2.2.11 Regeneracja mieszaniny kwasów przez prażenie natryskowe

Opis: patrz rozdział D.5.10.1.2 i D.5.3

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Redukcja zużycia świeżego kwasu (z 2,5 - 7 kg/t HF i 3 - 10 kg/t HNO<sub>3</sub> do 0,8 - 1,2 kg/t HF), redukcja produkcji nowego kwasu (dostawca) [Com Karner].
- Redukcja ilości szlamu z regeneracji [Com Karner].

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje [Com Karner].

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Zużycie energii i chemikaliów.
- Generowanie emisji do powietrza, które muszą być ograniczane/kontrolowane.
- Generowanie ścieków, które muszą być oczyszczane.
- Generowanie użytecznego produktu ubocznego w postaci mieszanego tlenku [Com Karner].

#### Przykładowe zakłady: [Com Karner]

Firma	Wydajność[l/h]	Rok uruchomienia
Acerinox, Hiszpania	3000	1992
Yieh United, Tajwan	4500	1994
Posco, Korea	4500	1994
Columbus, Afryka Południowa	4500	1995

#### Dane eksploatacyjne:

Tabela A.4-26 przedstawia dane dotyczące zużycia i emisji z regeneracji mieszaniny kwasów przez prażenie natryskowe.

Wejście/Poziom zużycia	
Zużyty kwas	25 - 100 kg/t
Woda chłodząca (dopływ)	1,5 - 9 m <sup>3</sup> /t
Mocznik (dla Denox)	0,4 - 1 kg/t
Soda kaustyczna	
Energia:	
Energia elektryczna	5 - 20 MJ/t
Energia cieplna (gaz ziemny)	60 - 230 MJ/t
Wyjście/Poziom emisji	
Produkt uboczny stały: tlenek mieszany	1,7 - 5 kg/t
Kwas zawracany (HF 6 %, HNO <sub>3</sub> 10 %)	26 - 108 kg/t
Woda chłodząca (odpływ)	1,5 - 9 m <sup>3</sup> /t
Gaz odpadowy:	25 - 100 m <sup>3</sup> /t
NO <sub>x</sub>	< 100 ppm (= 200 mg/m <sup>3</sup> obliczonego NO <sub>2</sub> )
HF	< 2 mg/Nm <sup>3</sup>
Pył	< 10 mg/Nm <sup>3</sup>
Ścieki	0,003 - 0,01 m <sup>3</sup> /t
Uwaga: Źródło danych [Com-Karner], przykład Pyromars	

#### Tabela A.4-26: Zużycie i emisje z regeneracji mieszaniny kwasów metodą prażenia natryskowego

**Aspekty ekonomiczne:** oszczędności z powodu mniejszego zużycia kwasu i możliwego do sprzedania (pokupnego) produktu ubocznego.

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

W. Karner, W. Hofkirchner, Nowoczesna technologia wytrawiania i regeneracji kwasu, MPT - Metallurgical Plant and Technology nr 2, 1996, 92 - 100

#### A.4.2.2.12 Regeneracja mieszaniny kwasów (HNO<sub>3</sub> i HF) przez wymianę jonową.

**Opis:** patrz rozdział D.5.9.3

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja ilości odpadów i zużycia świeżego kwasu.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

Wejście/Poziom zużycia		
Zużyta mieszanina kwasów	0,05 – 0,2	m <sup>3</sup> /t
Woda	0,05 – 0,2	m <sup>3</sup> /t
<b>Energia:</b>		
Energia elektryczna	2 - 5	MJ/t
Wyjście/Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	
Odzyskiwana mieszanina kwasów	0,05 – 0,2	m <sup>3</sup> /t
Stopień odzysku wolnego HF:	75 - 85 %	
Stopień odzysku wolnego HNO <sub>3</sub> :	80 - 85 %	
Stopień usuwania metali:	50 - 55 %	
Roztwór słabego kwasu zawierający metal	0,05 – 0,2	m <sup>3</sup> /t

Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]

**Tabela A.4-27: Poziomy zużycia i emisji dla odzyskiwania mieszaniny kwasów przez wymianę jonową**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.2.2.13 Regeneracja (odzyskiwanie) mieszaniny kwasów (HNO<sub>3</sub> i HF) przez dializę dyfuzyjną.**

**Opis:** patrz D.5.9.4

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja ilości odpadów i zużycia świeżego kwasu.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:** zakład szwedzki

**Dane eksploatacyjne:**

**Przykład**

Dzięki filtrowaniu używanych kwasów czyszczenie przepony staje się konieczne bardzo rzadko. Dzięki odpowiedniej obróbce wstępnej roztworu roboczego zakład dializy dyfuzyjnej do regeneracji kwasu trawiącego dla stali nierdzewnej (HF/HNO<sub>3</sub>, 300 l/h), zainstalowany w

Szwecji w 1989 roku, pracuje aż do dnia dzisiejszego (1993 rok), bez przeprowadzania czyszczenia przepony, i osiąga doskonałe wyniki. [OSMOTA]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.14 Regeneracja mieszaniny kwasów przez parowanie**

**Opis:** Patrz rozdział D.5.10.4 i D.5.10.5

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja zużycia świeżego kwasu przez zawracanie do obiegu wolnego i związanego kwasu HNO<sub>3</sub> i HF.
- W ściekach nie występują azotany.
- Brak emisji pyłu [Com2 FIN].

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zużycie energii i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Generowanie siarczanów metali, które mogą być neutralizowane do wodorotlenków metali [Com2 FIN].

**Przykładowe zakłady:**

Firma	Wydajność (l/h)	Rok uruchomienia
Outokumpu, Finlandia	1500	1984
Outokumpu, Finlandia	3000	1997

**Dane eksploatacyjne:**

<b>Wejście/Poziom zużycia</b>	
Kwas zużyty	15 – 30 litrów / t
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (95 %)	4,0 – 6,0 kg / t
Woda chłodząca	3,8 – 5,8 kg / t
Energia:	
Elektryczność	2,3 – 3,5 MJ / t
Para wodna	16 – 24 kg / t
Propan	3,2 – 4,8 MJ / t
<b>Wyjście/Poziom emisji</b>	
Woda chłodząca	3,8 – 5,8 kg / t
Kwas zawracany:	14 – 20 litrów / t
130 g/l HNO <sub>3</sub>	
55 g/l HF	
Siarczan metalu:	5,0 – 7,6 kg / t
Fe	0,6 – 0,8 kg / t
Cr	0,09 – 0,13 kg / t
Ni	0,08 – 0,12 kg / t
SO <sub>4</sub>	1,9 – 2,9 kg / t
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,7 – 2,5 kg / t
Spaliny:	
Pył	Brak
HF	< 2 mg / l
NO <sub>2</sub>	< 100 mg / l
Powyższe dane bazują na pomiarach dokonywanych podczas pracy instalacji.	

**Tabela A.4-28: Poziomy zużycia i emisji dla odzyskiwania mieszaniny kwasów metodą parowania [Com2 FIN]**

**Aspekty ekonomiczne:**

- Oszczędności dzięki zmniejszonemu zużyciu kwasów.
- Łatwy do utrzymania stały skład kwasów trawiących.
- Nie ma potrzeby zubożniania kwasu [Com2 FIN].

**Cel wdrożenia:**

- Całkowita regeneracja kwasów [Com2 Fin]

**Bibliografia:**

B. Nyman, T. Koivunen, Proces Outokumpu do odzyskiwania kwasu trawiącego, Kontrola żelaza w hydrometalurgii, Toronto, 19-22 października 1986 r., s. 519-536, John Wiley & Sons.

**A.4.2.2.15 Elektrolityczne wytrawianie wstępne dla stali wysokostopowej**

**Opis:**

Wytrawianie wstępne jest przeprowadzane w początkowo obojętnym elektrolizerze, przy zastosowaniu wodnego roztworu siarczanu sodowego (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) w temperaturze obróbki (max. 80 °C) przed kąpielami z mieszaniny kwasów. Urządzenia wstępnego wytrawiania elektrolitycznego są szczelnie zamknięte; opary są wyciągane i doprowadzane do instalacji płuczki przed zrzucaniem.

Ostatnie rozwiązania zawierają również alkaliczne elektrolityczne wytrawianie wstępne w połączeniu z obojętnym wytrawianiem wstępnym i kwaśnym wytrawianiem/kwaśną elektrolizą [Hitachi].

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie mieszaniny kwasów, a co za tym idzie redukcja ilości zrzucanych NOx i azotanów.
- Do ograniczania emisji do powietrza z urządzeń wytrawiania wstępnego najczęściej wykorzystywane są techniki płukania mokrego, przy zastosowaniu wypełnionych wież płuczkowych.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe linie do wytrawiania i istniejące w przypadku dużych modernizacji, pod warunkiem że dostępna jest wystarczająca przestrzeń.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:**

Allegheny Ludlum, USA

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.2.16 Oczyszczanie i ponowne wykorzystywanie elektrolitycznego roztworu potrawiennego****Opis:**

Podczas procesu wytrawiania generowane są sole nierozpuszczalne i metaliczne, które muszą być usuwane z elektrolitycznego roztworu siarczanu sodowego dla utrzymania właściwego działania.

Dlatego oczyszczany jest mały strumień boczny elektrolitu. Zawiesiny stałe w roztworze są usuwane w pochyłych osadnikach półkowych przez sedimentację grawitacyjną. Sklarowany roztwór jest zawracany do elektrolizy, podczas gdy strumień szlamu jest wysyłany do jednostki usuwania chromu.

**Główne korzyści osiągnięte dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie elektrolitu, mniejsza ilość odpadów.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:**

Allegheny Ludlum, USA

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.17 Zewnętrzne wykorzystywanie zużytego kwaśnego roztworu potrawiennego**

**Opis:** sprzedaż do zewnętrznej regeneracji/sprzedaż do zewnętrznego użytku w uzdatnianiu wody

→ *nie przedłożono informacji*

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

**Możliwość zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.18 Redukcja emisji z wytrawiania/zamknięte wanny do wytrawiania kwasem HCl i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> z odpylaniem gazu odlotowego**

**Opis:** patrz rozdział D.5.2 i D.5.3 (filtr tkaninowy)

Różne etapy robocze procesu wytrawiania są wykonywane w całkowicie zamkniętych urządzeniach wyposażonych w kołpaki. Generowane kwaśne opary są wyciągane i przepuszczane przez płuczki gazu (kolumny absorpcyjne) w celu ich oczyszczenia. Woda zawracana, np. z płukania, jest stosowana jako absorbent. Częściowy przepływ wody płuczkowej musi być zrzucany przez instalację zubożniania.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja emisji do powietrza, zwłaszcza niezorganizowanych oparów kwaśnych.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zwiększone zużycie energii.
- Generowanie kwaśnych ścieków, które mogą być stosowane w procesie, np. jako woda płuczająca dla regeneracji HCl, lub które wymagają zubożniania z późniejszym oczyszczaniem wody (które wiąże się ze zużyciem chemikaliów i generowaniem szlamów z oczyszczania wody).

**Przykładowe zakłady:** Jenn Ann, Tajwan [Danieli].

**Dane eksploatacyjne:**



**Wytrawianie kwasem solnym (HCl)**

		Wytrawianie kwasem solnym	
		Pył	HCl
Jednostkowa ilość gazu odpadowego [m <sup>3</sup> /t]		25 - 400	
Zużycie energii [MJ/t]		0,5 – 1,5	
Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	10-20	10 – 30 <sup>1</sup>	
Emisja jednostkowa [g/t]		0,258	
Stopień redukcji <sup>2</sup>		> 98 %	
Metoda analizy	EPA	Chromatografia jonowa (ASTM D 4327-84) Miareczkowanie potencjometryczne (NEN 6476)	
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]			
<sup>1</sup> [EUROFER 6.9] podaje górny poziom 30 mg/Nm <sup>3</sup> z uwzględnieniem pomiarów ciągłych.			
<sup>2</sup> Stopień redukcji bazuje na przepływie masy składnika przed/za środkiem ograniczającym.			

**Tabela A.4-29: Poziomy emisji dla wytrawiania kwasem solnym osiągnane przez kolumny absorpcyjne**

Inne źródła podawały następujące osiągnane poziomy emisji:

**USA [EPA-453]**

**Pluczka z wypełnieniem + siatkowy eliminator mgły:**

Wartość emisji HCl: 2,7 / 2,8 / 21,2 mg/m<sup>3</sup>, sprawność odpowiednio 99,5 / 97,8 / 97,0%.

**Pluczka półkowa + siatkowy eliminator mgły:**

Wartości emisji HCl: 3,5 mg/m<sup>3</sup>, sprawność odpowiednio 99,96%.

**Pluczka półkowa + daszkowy eliminator mgły:**

Wartość emisji HCl: 12,9 / 13,4 mg/m<sup>3</sup>, sprawność odpowiednio 99,0 %.

[Co-or] podał wartości emisji HCl wynoszące jedynie 1 mg/m<sup>3</sup>, ze średnią 15,4 i maksimum 30 mg/m<sup>3</sup>.

[CITEPA]:

**Ściana wodna + eliminator mgły:**

Emisje HCl 10-15 mg/m<sup>3</sup>, koszty inwestycyjne: 450000 ECU, koszty eksploatacyjne: 14000 ECU/r, godzinowe zużycie energii elektrycznej: 100 kWh.

**Przeciwprądowe płukanie z wypełnieniem wodnym:**

Emisje HCl 10 - 15 mg/m<sup>3</sup>, koszty inwestycyjne: 625000 ECU, koszty eksploatacyjne: 14000 ECU/r, godzinowe zużycie energii elektrycznej 80 kWh.

[Rituper] podawał poziomy emisji < 10 mg/m<sup>3</sup>.

### Wytrawianie kwasem siarkowym (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

	Wytrawianie kwasem siarkowym	
	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Jednostkowa ilość gazu odpadowego [m <sup>3</sup> /t]	50 - 110	
Zużycie energii [MJ/t]	1 - 2	
Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	8 - 20	1 - 2
Emisja jednostkowa [g/t]	0,4	0,05
Stopień redukcji <sup>1</sup>	> 95 %	> 95 %
Metoda analizy	Podczerwień	Miareczkowanie
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]		

**Tabela A.4-30: Poziomy emisji dla wytrawiania kwasem solnym, osiągnięte przez kolumny absorpcyjne**

#### Aspekty ekonomiczne:

Płukanie przeciwprądem wodnym w kolumnach absorpcyjnych	
Zdolność produkcyjna	900000 t/r
Zużycie energii elektrycznej	0,68 kWh/t
Przepływ	10,6 Nm <sup>3</sup> /s
Koszt inwestycyjny	625000 euro
Koszty eksploatacyjne	14000 euro

**Tabela A.4-31: Szacunkowe koszty przeciwprądowego płukania wodnego w kolumnach z wypełnieniem [CITEPA]**

#### Cel wdrożenia:

#### Bibliografia:

#### A.4.2.2.19 Redukcja emisji z wytrawiania/zamknięte wanny do wytrawiania mieszaniną kwasów z odpylaniem gazu odlotowego

**Opis:** patrz rozdział D.5.2, D.5.3 (filtr tkaninowy) i D.5.8.3. odpylanie za pomocą H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH, mocznika...

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

Redukcja emisji do powietrza, zwłaszcza niezorganizowanych oparów kwaśnych (HF i NO<sub>x</sub>).

#### Możliwość zastosowania:

- Nowe instalacje i istniejące instalacje.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

- Odpylanie nadtlenkiem wodoru (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) daje produkt uboczny w postaci kwasu azotowego ze stężeniem, które pozwala na zawracanie do procesu trawienia.
- Redukcja zużycia kwasu azotowego.
- Mniejsza ilość ścieków i szlamu z oczyszczania ścieków.
- W przypadku wtryskiwania H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lub mocznika do kąpielii trawiącej, woda płuczająca może być ponownie wykorzystywana jako woda uzupełniająca do wanień do wytrawiania.
- Płukanie wodorotlenkiem sodowym daje w wyniku odpad w postaci azotanu sodowego, który jest usuwany.

#### Przykładowe zakłady:

**Thyssen Stahl**, Krefeld, Niemcy [Met-Plant-Int-1-94]  
**Allegheny Ludlum**, USA

**Dane eksploatacyjne:**

[CITEPA] raportowała wartości emisji 0,2 - 2mg/m<sup>3</sup> (max. 17 mg/m<sup>3</sup>) dla HF i 5 – 1000 mg/m<sup>3</sup> dla NOx.

Przemysł podawał, że dolny koniec zakresu emisji wynosi 350 mg/Nm<sup>3</sup> dla NOx. [Com2 CR]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.2.2.20 Ograniczanie NOx z wytrawiania mieszaniną kwasów przez dodawanie H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (lub mocznika) do kąpieli trawiącej**

**Opis:** patrz rozdział D.5.8.1

**Główne korzyści osiągnięte dla środowiska:**

- Redukcja emisji NOx.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Redukcja zużycia kwasu.
- Zużycie nadtlenu wodoru (3 do 10 kg/t).

**Przykładowe zakłady:**

**Thyssen Stahl**, Krefeld, Niemcy (dodawanie mocznika) [Met-Plant-Int-1-94]

**Dane eksploatacyjne:**

Dodatek nadtlenu wodoru ogranicza tworzenie gazowych emisji NOx przez reformowanie HNO<sub>3</sub> w wannie do wytrawiania. W ten sposób możliwe jest ponowne wykorzystanie części kwasu, co pozwala na redukcję zużycia kwasu do 25 %.

	Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	A.4.2.2.20.1.1 Metoda analizy
NOx	350 - 600	80 - 300	75 - 85	Chemiluminescencja
HF	2 - 7	1 - 1,5	70 - 80	Miareczkowanie
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]				
<sup>1</sup> Stopień redukcji jest kombinacją wtryskiwania H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> i systemu absorbera wyciągowego.				

**Tabela A.4-32: Poziomy emisji możliwe do osiągnięcia przy wtryskiwaniu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Raportowano, że przy stosowaniu dodatku mocznika do kąpieli trawiącej (plus płuczka gazu) do ograniczania NOx, poziomy emisji NOx były znacznie poniżej wartości granicznej NOx, wynoszącej 850 mg/m<sup>3</sup>. Wyższe zawartości amoniaku w ściekach obniżono przez napowietrzanie. [Met-Plant-Int-94]

**Aspekty ekonomiczne:**

Dla 70 % redukcji NO<sub>x</sub> podano koszt dodawania nadtlenu wodoru w wysokości 4000 ECU/kg NO<sub>x</sub>. [CITEPA]

Dla wytrawiania turbulentnego z płytką kąpielą wymagana dawka nadtlenu wodoru może znacząco wzrastać. [Com2 CR]. Stąd też dla dużych instalacji do wytrawiania, gdzie dawka nadtlenu wodoru byłaby nadmiernie wysoka, bardziej odpowiednie mogą być inne rozwiązania w celu redukcji NO<sub>x</sub>, np. system selektywnej redukcji katalitycznej (SCR).

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.21 Redukcja NO<sub>x</sub> z wytrawiania przez selektywną redukcję katalityczną**

**Opis:** bardziej szczegółowy opis znajduje się w rozdziale D.2.4

Technika selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) może być stosowana do emisji z wytrawiania mieszaniną kwasów. Obejmuje to ogrzewanie obciążonego NO<sub>x</sub> gazu odlotowego z wanien do wytrawiania, do 280 – 450 °C i wdmuchiwanie amoniaku lub mocznika. Następnie strumień gazu jest przepuszczany przez katalizator i NO<sub>x</sub> reaguje z amoniakiem tworząc azot i wodę.

Technika SCR może być sprzężona z dodatkowym etapem redukcji HF, którym jest albo absorpcja mokra albo obróbka wapnem. [Com CR]. W obróbce wapnem gaz odpadowy (odlotowy) jest traktowany wapnem przed SCR. HF reaguje z wapnem tworząc fluoryt, który z powodu swojego wysokiego stopnia czystości, może być stosowany jako surowiec wtórny. [CITEPA]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja NO<sub>x</sub> (sprawność redukcji do 95 % z typowym zakresem 70 – 90 %. Osiągany poziom NO<sub>x</sub> zależy od stężenia początkowego).
- Jeśli proces jest połączony z obróbką wapnem, to następuje redukcja emisji HF.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje, przy dużej modernizacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:** 3 jednostki w Outokumpu Tornio Plant, Finlandia [Com2 FIN]

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:** Wysoki koszt materiałowy, dlatego metoda odpowiednia tylko dla dużych instalacji [Com CR]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.22 Redukcja NO<sub>x</sub> z wytrawiania przez selektywną redukcję niekatalityczną (SNCR)**

**Opis:** Bardziej szczegółowy opis znajduje się w rozdziale D.2.5

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja NO<sub>x</sub>.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje i w przypadku istotnych modernizacji istniejących instalacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zużycie energii na ogrzewanie gazu odlotowego do temperatury roboczej dla SNCR.

**Przykładowe zakłady:** technika ta nie jest stosowana dla procesu wytrawiania mieszaniną kwasów.

**Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:**

Podgrzewanie gazów odlotowych z procesu pracującego w temperaturze otoczenia do temperatury wymaganej do działania SNCR (w zakresie 900 – 1000 °C) oznacza, że koszty eksploatacyjne byłyby bardzo wysokie. Ponadto sprawność usuwania NO<sub>x</sub> jest niższa od sprawności, jaka może być osiągana przy stosowaniu techniki SCR, która wymaga temperatury niższej o 500 – 600 °C od temperatury potrzebnej do skutecznego działania SNCR. [Com3 EUROFER]. Ponieważ istnieją inne łatwo dostępne metody redukcji NO<sub>x</sub>, które lepiej nadają się do tego celu i są wydajniejsze, to technika SNCR nie została wybrana jako BAT do ograniczania NO<sub>x</sub> z wytrawiania mieszaniną kwasów.

**Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.2.23 Wytrawianie stali nierdzewnej bez kwasu azotowego**

**Opis:** Bardziej szczegółowy opis znajduje się w rozdziale D.5.8.2

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja NO<sub>x</sub>.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe instalacje i większa modernizacja istniejących instalacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:** Technika nie jest stosowana do wytrawiania taśm [Com2 CR]

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.2.24 Optymalne stosowanie oleju dla stali niskostopowej i stopowej****Opis:**

Przy natłuszczaniu blach cienkich olejem (olejem walcowniczym lub olejem antykorozyjnym) optymalizacja komór natryskowych lub natłuszczonek prowadzi do redukcji zużycia oleju. Natłuszczarka elektrostatyczna posiada taką zaletę, że przepływ oleju może być ciągle dostosowywany do wymaganej grubości powłoki olejowej przy aktualnej prędkości linii.

Jeśli wytrawiona blacha cienka (wyrób) ma być stosowana do walcowania na zimno, to natłuszczanie olejem może nie być wymagane w linii wytrawiania. Z drugiej strony

natłuszczenie olejem antykorozyjnym nie jest konieczne, jeśli bezpośrednio następuje kolejny etap procesu.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

**Możliwość zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.25 Pompy magnetyczne (stal niskostopowa i stopowa)**

**Opis:**

Pompy mechaniczne potrzebują stałego przepływu wody dławnicowej na uszczelnieniach mechanicznych. Zastąpienie pomp mechanicznych pompami magnetycznymi zmniejsza zapotrzebowanie na wodę.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja zużycia wody.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.2.26 Ogrzewanie kwasu przez wymienniki ciepła**

**Opis:** patrz rozdział D.6

Stosowanie wymienników ciepła zapobiega rozcieńczeniu kwasu trawiącego, które może występować przy bezpośrednim wtryskiwaniu pary wodnej.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.2.2.27 Ogrzewanie kwasu przez spalanie pod powierzchnią cieczy

**Opis:** patrz rozdział D.6

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.2.2.28 Oczyszczanie ścieków kwaśnych

**Opis:**

Ścieki kwaśne z płukania i z absorberów oparów z systemu wyciągowego wanien do wytrawiania, jeśli nie mogą być ponownie stosowane w wannach do wytrawiania, jak też ścieki z przepłukiwania strumieniem wody (czyszczenie instalacji) wymagają oczyszczania przed zrzuceniem. Ścieki są zobojętniane (np. ściekami alkalicznymi z innych operacji instalacji), rozpuszczone jony metali zostają przekształcone na wodorotlenki lub na sole trudno rozpuszczalne, a następnie eliminowane przez sedymentację, w wielu przypadkach przez dodawanie flokulantów. Strącony szlam metalowy jest odwadniany w prasach filtracyjnych i usuwany.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja ilości ścieków i zanieczyszczeń zrzucanych do wody.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Generowanie dużej ilości szlamu.
- Szlam, składający się głównie z wodorotlenku żelaza i wody, może być zawracany do produkcji żelaza, jeśli nie jest zanieczyszczony niedopuszczalnymi metalami (np. cynkiem) lub innymi składnikami. Należy unikać mieszania strumieni ścieków lub szlamów, co mogłoby utrudniać recykling.
- Zobojętnianie może również powodować powstawanie dużych ilości soli obojętnych (np. NaCl, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>), z których większość jest dobrze rozpuszczalna w wodzie i które są zrzucane z oczyszczoną wodą. Ich usuwanie jest możliwe tylko dzięki bardzo specjalnej obróbce, która w większości przypadków jest nieekonomiczna (osmoza odwrócona, elektrodializa lub odparowanie, a następnie wymianą jonową i odparowanie koncentratu z suszeniem soli). Nawet jeśli te sole są usuwane, to ich mieszany skład ogranicza ponowne wykorzystanie a ich stosowanie do zasypywania wgłębień terenowych może być ograniczone z powodu ich rozpuszczalności.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

	Stężenie [mg/l]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
Zawiesina stała	50	2,86	> 90	DIN 38409-H2
Fe całkowite	2	0,114	> 90	DIN 38406
Zn całkowity	0,06 - 1			"
Ni całkowity	0,1 - 0,5			"
Cr całkowity	0,02 - 0,5			"
Cr <sup>VI</sup>	0,01 - 0,1			"
Temperatura	< 30 °C			Termometr
pH	6,5 - 9,5			DIN38404-C5

Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]. Dane bazują na tygodniowym, proporcjonalnym do objętości 24 godzinnym pobieraniu próbek.

<sup>1</sup> Stopień redukcji bazuje na przepływie masy składnika przed/za środkiem ograniczającym

**Tabela A.4-33: Stężenie zanieczyszczeń w wodzie zrzucanej z instalacji wytrawiania kwasem solnym i z instalacji regeneracji [EUROFER CR]**

Substancja	Stężenie w mg/l <sup>1)</sup>	Rodzaj próbkowania	Pomiary w 1998 Przedsiębiorca/Właściwy organ
Fe	0,41	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Olej	< 0,28	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Zawiesina stała	< 10	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Cr	< 0,01	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Ni	0,03	Kwalifikowana próbka losowa	12/6
Zn	0,02	Kwalifikowana próbka losowa	12/6

Uwaga: Źródło danych: Senator fuer Bau und Umwelt Bremen. Zakład: Stahlwerke Bremen.

<sup>1)</sup> Wartości średnie z kwalifikowanych próbek losowych z 1998 roku. Objętość ścieków: 264528 m<sup>3</sup>

**Tabela A.4-34: Stężenie zanieczyszczeń w wodzie zrzucanej z wytrawiania kwasem solnym i z instalacji regeneracji [Com2 D]**

	Stężenie g/l]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
Zawiesina stała	40 - 50	16 - 20	> 90	DIN 38409-H2
Fe całkowite	1,4 - 2	0,3 - 0,5	> 95	DIN 38406
Zn całkowity	0,15 - 1			"
Ni całkowity	0,1 - 0,5			"
Cr całkowity	0,5			"
Cr <sup>VI</sup>	0,01 - 0,1			"
Temperatura	< 30 °C			Termometr
pH	6,5 - 9,5			DIN38404-C5

Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]. Dane bazują na tygodniowym, proporcjonalnym do objętości 24 godzinnym pobieraniu próbek.

<sup>1</sup> Stopień redukcji bazuje na przepływie masy składnika przed/za środkiem ograniczającym

**Tabela A.4-35: Stężenie zanieczyszczeń w wodzie zrzucanej z wytrawiania kwasem siarkowym i z instalacji regeneracji**

Aspekty ekonomiczne:

Cel wdrożenia:

Bibliografia:

### A.4.2.3 Walcowanie



### **A.4.2.3.1 Walcowanie ciągle zamiast klasycznego walcowania nieciągłego dla stali niskostopowej i stopowej**

**Opis:** patrz rozdział A.2 Walcowanie ciągle

**Główne korzyści osiągnane dla środowiska:**

- Redukcja zużycia oleju.
- Redukcja zużycia energii elektrycznej.

**Możliwość zastosowania:**

- Ma zastosowanie dla instalacji z wysoką wydajnością produkcyjną i z takim samym rodzajem wyrobów.
- Nowe instalacje lub istniejące instalacje po istotnej modernizacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

- Walcowanie ciągle sprzężone lub w pełni ciągle może mieć wiele zalet w porównaniu z walcowaniem nieciągłym.
- Poprawa uzysku materiału dzięki lepszej kontroli grubości taśmy na obu końcach kręgu.
- Poprawa uzysku jakościowego.
- Redukcja częstotliwości zmiany walców.

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

- Lepsza jakość i większy uzysk.

**Bibliografia:**

### **A.4.2.3.2 Wytrawialnia sprzężona z walcarką tandem**

**Opis:**

Połączenie istniejącej linii wytrawiania z istniejącą walcarką tandem jest korzystne tylko wtedy, gdy wydajności tych dwóch indywidualnych instalacji są dobrze zrównoważone.

**Główne osiągnane korzyści dla środowiska:**

- Mniejsza ilość złomu (minimalizacja wad).

**Możliwość zastosowania:**

- Dla nowych instalacji lub przy dużej modernizacji istniejących instalacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

- Krótszy czas procesu, minimalizacja wad, zwiększony uzysk.

**Bibliografia:****A.4.2.3.3 Optymalny wybór oleju walcowniczego i systemu emulsji****Opis:**

Właściwy wybór oleju dla walcarki tandem (posobnej) jest ważny z powodów jakościowych (dobre własności destylacyjne, łatwe usuwanie w liniach odłuszczenia). Prócz tego, aby ograniczyć zużycie oleju, olej dla walcarki tandem musi spełniać szereg kryteriów dotyczących osiągnięć:

- Dobre parametry smarowania umożliwiają zmniejszenie zużycia oleju.
- Łatwe rozdzielanie emulsji jest konieczne, gdy dochodzi do przypadkowych przecieków z systemu hydraulicznego lub z łożysk Morgoila. Jeśli rozdzielanie nie jest możliwe, to konieczne jest częściowe lub całkowite odnawianie emulsji.
- Parametry rzeczywistego procesu (walcowanie na zimno, naciski walców, szorstkość powierzchni) i będąca do dyspozycji stacja przygotowania emulsji wyznaczają wymagania odnośnie stabilności emulsji i odnośnie dyspersji oleju w emulsji.
- Jakość oleju musi pozostawać niezmienna w warunkach dłuższych okresów postoju linii (stabilność emulsji, namnażanie bakterii), aby uniknąć konieczności przedwczesnego usuwania emulsji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja zużycia oleju.
- Mniejsza ilość zrzucanej emulsji odpadowej.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.3.4 Ciągłe kontrolowanie (monitoring) jakości emulsji****Opis:**

Jakość emulsji może ulegać pogarszaniu z powodu wielu trudnych do monitorowania przypadkowych zdarzeń: przenoszenie kwasu z linii wytrawiania, zanieczyszczanie przez wodę chłodzącą emulsję, zanieczyszczanie olejem hydraulicznym lub olejem Morgoila, niszczenie własności emulsji przez bakterie lub stężenie miążskiego żelaza. Przypadki te bardzo często powodują konieczność częściowego lub całkowitego odnawiania emulsji dla walcarki tandem. Regularny, lub, jeśli to możliwe, ciągły pomiar istotnych parametrów emulsji (stężenie oleju, pH, liczba (wskaźnik) zmydlania, stężenie kwasu, stężenie możliwych zanieczyszczeń, stężenie miążskiego żelaza itd.) stwarza możliwość wykrywania i korygowania anomalii w zakresie jej jakości.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja zużycia oleju/emulsji.
- Redukcja ilości emulsji odpadowej poddawanej obróbce i usuwanej.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.3.5 Zapobieganie zanieczyszczeniu****Opis:**

Regularna kontrola uszczelnień i orurowań pomaga w zapobieganiu przeciekom i w ten sposób zanieczyszczeniu emulsji walcowniczej olejem hydraulicznym lub olejem Morgoila.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie emulsji.
- Mniejsza ilość oczyszczanych i zrzucanych ścieków.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.3.6 Optymalne wykorzystanie emulsji/oleju**

Stężenie oleju resztkowego pozostawianego na taśmie opuszczającej walcarkę, który odpowiada za większą część zużycia oleju, jest funkcją stężenia oleju w ostatniej klatce walcowniczej. Dlatego stężenie oleju w ostatniej klatce powinna być ograniczana do minimum potrzebnego do smarowania, a przenoszenie emulsji z poprzedzających klatek walcowniczych, gdzie stężenie oleju jest wyższe, powinno być mniejsze niż minimalne stężenie robocze. Możliwe rozwiązania (rozdzielanie piwnic emulsyjnych, osłanianie klatek walcowniczych) są specyficzne dla każdej instalacji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja zużycia oleju.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:****A.4.2.3.7 Oczyszczanie i ponowne wykorzystanie emulsji****Opis:** patrz rozdział D.3.1

Emulsje walcownicze dla klatek walcowniczych są natryskiwane na walce dla ich chłodzenia, smarowania i oczyszczania. Zanieczyszczenie emulsji walcowniczej jest powodowane przez zbieranie (łapanie) pyłu, łusek stalowych, zgorzeliny i kurzu. Obecnie systemy emulsyjne pracują jako systemy obieguowe, w których zainstalowane są urządzenia oczyszczające do utrzymywania jakości emulsji, i w ten sposób do minimalizowania uszkodzenia powierzchni wykańczanej taśmy.

Do usuwania zanieczyszczeń z emulsji stosowane są osadniki, separatory, filtry sitowe, filtry magnetyczne itd. Tylko częściowy przepływ musi być zrzucany z obiegu i jest on oczyszczany w instalacjach rozdzielania emulsji przed ostatecznym zrzucaniem.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie nowej emulsji dla walcowania na zimno.
- Mniejsza ilość ścieków.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.3.8 Obróbka zużytej emulsji****Opis:** patrz rozdział D.3.2

Częściowy przepływ z systemu oczyszczania obiegu emulsji, który jest zrzucany, jest pozbawiany oleju w instalacji rozdzielania emulsji i/lub rozdzielany na szlam olejowy i wodę, a oczyszczona woda jest następnie zrzucana. Oddzielony szlam zawierający olej może być stosowany np. w wielkich piecach huty o zamkniętym cyklu produkcyjnym.

Rysunek A.4-18 przedstawia przykład systemu rozdzielania emulsji stosujący rozdzielanie elektrolityczne.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze emisje do wody.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Oczyszczanie cieplne:****Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Wysokie zużycie energii.

- Potrzebne jest oczyszczanie gazu odpadowego.
- Niskie chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) w ściekach [Woll].

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**Oczyszczanie chemiczne:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Generowanie dodatkowych szlamów zawierających olej z procesu zubożniania [Com D].
- Zużycie chemikaliów [Woll].
- Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) w ściekach [Woll].

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

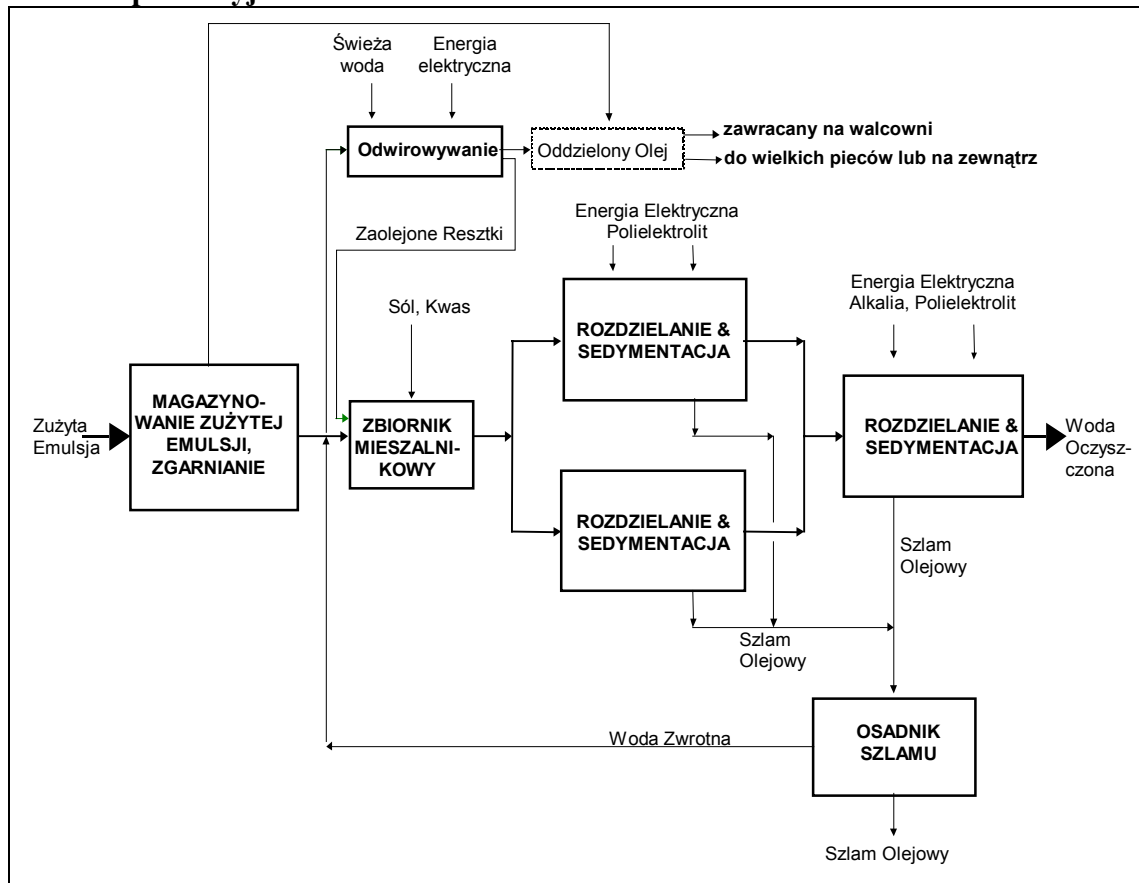
**Bibliografia:**

**Oczyszczanie elektrolityczne:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**



**Rysunek A.4-18: System rozdzielania zużytej emulsji  
[EUROFER CR]**

Wejście/Poziom zużycia				
	Walcarka tandem		Walcarka nawrotna	
Emulsja zużyta	5 -13	kg/t	0,06	m <sup>3</sup> /t
Woda przemysłowa	0,5 - 1	kg/t		kg/t
Sól	0,025 – 0,05	kg/t	0,125	kg/t (NaCl)
Polielektrolit	0,003 – 0,005	kg/t	0,012	kg/t
Anody aluminiowe	0,003 – 0,006	kg/t	0,012	kg/t
Energia elektryczna	5 - 10	MJ/t	3 – 3,5	MJ/t
Wyjście/Poziom emisji				
Ścieki oczyszczone	5 - 13	kg/t	0,06	m <sup>3</sup> /t
Woda (-> koksownia)				
Szlam olejowy (usuwanie)	0,1 – 0,3	kg/t	1,9	kg/t
Szlam olejowy (recykling wewnętrzny)	2,5 – 3,5	kg/t		
Olej (+/- 20 % wody, -> wielki piec)	1,3 - 2	kg/t		
	Stężenie [mg/l]	Emisja jednostkowa [kg/t produktu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
Osadzająca się zawiesina	7 - 10	5,8 - 8 E -5	> 90	DIN 38409-H9
Σ Węglowodorów	6 - 18	5,2 - 18 E -5	> 90	DIN 38409-H18
Chlorki	800 - 1400	6,7 - 10 E -3		DIN 38405-D1
Siarczki	0,004 – 0,4	3,3 - 330 E -8		DIN 38405-D26
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	8 -10	8 - 9 E -5		DIN 38405-D19
Pb całkowity	0,03 – 0,3	2,65 - 27 E -7	> 90	DIN 38406
As całkowity	0,075 – 0,1	6,2 – 7,5 E -7	> 90	DIN 38406
Zn całkowity	0,08 – 1,6	6,6 - 13 E -7	> 90	DIN 38406
Ni całkowity	0,4 – 0,5	3,3 - 4 E -6	> 90	DIN 38406
Cr całkowity	0,008 – 0,4	6,6 - 2500 E -8	> 90	DIN 38406
Cu całkowita	0,06 – 0,4	5 - 33 E -7	> 90	DIN 38406
Adsorbowalne organiczne chlorowce	0,1 – 0,4	8,3 - 32 E -7		DIN 38409-H14
BTX	0,02 – 0,08	1,7 – 6,6 E -7		DIN 38407-F9
Temperatura	28 °C			Termometr
pH	7,6			DIN 38405-C5
Uwagi: - Źródło danych [EUROFER CR] - Dane bazujące na tygodniowym, proporcjonalnym do objętości próbkowaniu 24-godzinnym				

Tabela A.4-36: Dane eksploatacyjne dla elektrolitycznego rozdzielania emulsji.

Aspekty ekonomiczne:

Cel wdrożenia:

Bibliografia:

Ultrafiltracja:

Skutki oddziaływania na środowisko:

- Nie jest potrzebny żaden dodatek chemiczny [SIDMAR].

- Nie jest generowany żaden szlam olejowy [SIDMAR].
- Prawie 100 % skuteczność usuwania oleju, niezależnie od oleistości strumienia dopływającego (we wcieku). [SIDMAR].

**Przykładowe zakłady:** [SIDMAR]

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:** Oszczędność kosztów

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.2.3.9 Wyciąganie emisji mgły olejowej i oddzielanie oleju

**Opis:**

Oparry emulsji z klatek walcowniczych są wyciągane (odsysane) i przepuszczane przez separatory do oczyszczania. Stosowane są eliminatory zawierające wypełnienie przegrodowe i półki, o które uderza strumień mgły, albo wkładki siatkowe do oddzielania oleju od wyciąganego strumienia powietrza, a w niektórych przypadkach filtry elektrostatyczne. Oddzielona emulsja może być zawracana do systemu obiegowego emulsji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja oparów emulsji, skuteczność > 90 %.

**Możliwość zastosowania:**

- Operacje walcowania i szlifowania taśm.
- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Olej odzyskiwany z separatorów może być zawracany do obiegu, choć w pewnych przypadkach zawracanie oleju z filtrów emulsji mogłoby być niemożliwe z powodu niskiej jakości oleju (bakterie) [Com HR].

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

	Walcarka tandem		Walcarka nawrotna stal niskostopowa	Walcarka nawrotna stal wysokostopowa
Separator wyciągowy	brak danych		Separator kropłowy z tkaniny stalowej	Separator kropłowy z tkaniny stalowej
Objętość [m <sup>3</sup> /t]	1850 - 2000		175 - 850	3000 - 12000
Zużycie energii [MJ/t]	5 - 10		12 - 13	brak danych
Osiągnięte poziomy emisji				
Zanieczyszczenia	Pył <sup>2</sup>	Węglowodory <sup>1</sup>	Węglowodory <sup>1</sup>	Olej
Stężenie [mg/m <sup>3</sup> ]	10 – 50	5 – 20	10 – 12	10 – 20
Emisja jednostkowa [g/t]	96	7	8,4 – 10.1	50 – 80
Stopień redukcji <sup>3</sup> [%]	> 90	> 90	> 90	brak danych

<sup>1</sup> Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]

<sup>2</sup> jako węgiel organiczny, metoda analizy Umwelt-BA EM-K1, EPA S 008

<sup>3</sup> Metoda analizy EPA (Agencja Ochrony Środowiska)

<sup>3</sup> Stopień redukcji oparty na przepływie masy składnika



---

**Tabela A.4-37: Możliwe do osiągnięcia poziomy emisji dla rozdzielania oparów emulsji na walcarkach****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.3.10 Obiegi wody chłodzącej/specjalne systemy wody chłodzącej****Opis:**

Ciepło wytwarzane podczas walcowania na zimno jest zwykle usuwane przez płytowe wymienniki ciepła dla obiegów wody chłodzącej. Woda z tych obiegów może być zawracana dla minimalizowania jej zużycia, przez zrzucanie ciepła w wyparkowych chłodniach kominowych lub w obiegach chłodzenia wtórnego.

**Specjalny system wody chłodzącej:**

Można zminimalizować ryzyko zanieczyszczenia wody chłodzącej olejami.

**Ponowne stosowanie wody chłodzącej:**

Oszczędzanie naturalnych zasobów wody i energii w systemie oczyszczania wody chłodzącej.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:****Możliwość zastosowania:****Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:**

**System wody chłodzącej:**

Wejście/Poziom zużycia		
Woda chłodząca (obiegowa)	8400	m <sup>3</sup> /t
Woda z rzeki (rzeczna)	7000	m <sup>3</sup> /t
Woda miękka <sup>1</sup>	25 E -4	m <sup>3</sup> /t
NaOH	125 E -8	m <sup>3</sup> /t
Inhibitor	25 E -7	m <sup>3</sup> /t
<b>Energia:</b>		
Elektryczna	0,004	GJ/t
Ciepła <sup>2</sup>	0,282	GJ/t
Wyjście/Poziom emisji		
	Emisja jednostkowa	Stężenie
Woda chłodząca (obiegowa)	8400	m <sup>3</sup> /t
Ścieki (system ściekowy wody)	2,5 E -4	m <sup>3</sup> /t
Zawiesina osadzająca się (objętość)	2 - 5	ml/l
Węglowodory (olej, smar stały)	2 - 5	mg/l
Chlorki	50	mg/l
Fe całkowite	2	mg/l
Temperatura	35	°C
pH	6,5 – 9,5	
Przewodność elektryczna właściwa	1,1	mS/cm
Uwagi: Źródło danych [EUROFER CR] Dane oparte na tygodniowym, proporcjonalnym do objętości próbkowaniu 24-godzinnym. <sup>1</sup> tylko w przypadku systemu ściekowego <sup>2</sup> energia usuwana z walcarki tandem przez wodę chłodzącą		

**Tabela A.4-38: Poziomy zużycia i emisji dla systemu wody chłodzącej walcarki tandem****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.4 Wyżarzanie****A.4.2.4.1 Wdrożenie kaskad kąpieli odtłuszczających**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych

**A.4.2.4.2 Odtłuszczanie wstępne gorącą wodą**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych

**A.4.2.4.3 Oczyszczanie i ponowne wykorzystanie roztworu odtłuszczającego****Opis:** patrz rozdział D.4.3

Wysoka oleistość sprawia, że roztwór odtłuszczający jest nieużyteczny po jego wykorzystaniu i dlatego stosowane są metody oczyszczania dla przedłużenia żywotności kąpieli. Sposobami oczyszczania kąpieli odtłuszczającej i przedłużania jej żywotności są:

**Separatory magnetyczne** do usuwania mieszaniny miazgi żelaznej i oleju.

**Oczyszczanie mechaniczne**

Zazwyczaj emulsje środków odtłuszczających i oleju/smaru stałego z powierzchni metalu są niestabilne i po pewnym czasie unoszą się na powierzchni kąpieli. Mogą być usuwane za pomocą

zgarniaczy. Zawiesina stała jest usuwana przez sedymentację w separatorach grawitacyjnych. Mechaniczne oczyszczanie może przedłużyć żywotność kąpieli odtłuszczających 2 – 4 razy.

**Adsorpcja środków powierzchniowo czynnych i oleju** (strącanie, a następnie filtracja).

#### Ultrafiltracja

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Zużycie chemikaliów dla nowych kąpieli alkalicznych może być znacznie zredukowane.
- Redukcja ilości oczyszczanych i zrzucanych ścieków.

**Możliwość zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Olej i smar stały powstają jako odpady w roztworach oczyszczających i odtłuszczających. Odpady te mogą być wykorzystywane jako źródło energii cieplnej, lub muszą być likwidowane przez spopielanie.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

Tabela A.4-39 przedstawia dane wejścia/wyjścia i dane ścieku dla cyklu roztworu odtłuszczającego linii ciągłego wyżarzania, który jest utrzymywany przez oczyszczanie za pomocą **ultrafiltracji**.

Wejście / Poziom zużycia				
Roztwór odtłuszczający		50 – 60 kg/t		
Woda zdeminielizowana		0,3 – 0,4 kg/t		
Środek odtłuszczający		0,04 – 0,05 kg/t		
Koncentrat gęstości odpuszczającego		0,15 – 0,2 kg/t		
Energia elektryczna		4 – 5 MJ/t		
Wyjście / Poziom emisji				
Oczyszczony roztwór odtłuszczający		40 – 50 kg/t		
Szlam		0,4 – 0,5 kg/t		
	Stężenie [mg/l]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
Zawiesina stała (przesączalna)	20 - 40	2,35 – 4,7 E -4	> 90	DIN 38409-H2
Σ Węglowodorów (olej, smar stały)	5 - 8	5,9 – 9,4 E -5	> 90	DIN 38409-H18
Fe całkowite	1 -2	1,2 – 2,4 E -5	> 90	DIN 38406
Temperatura	30 °C			Termometr
pH	6,5 – 9,5			
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]. Dane oparte na tygodniowym, proporcjonalnym do objętości próbkowaniu 24-godzinnym				
<sup>1</sup> Oparte na przepływie masy składnika				

**Tabela A.4-39: Dane eksploatacyjne i ścieku dla oczyszczania kąpieli odtłuszczającej przez ultrafiltrację**

**Aspekty ekonomiczne:**

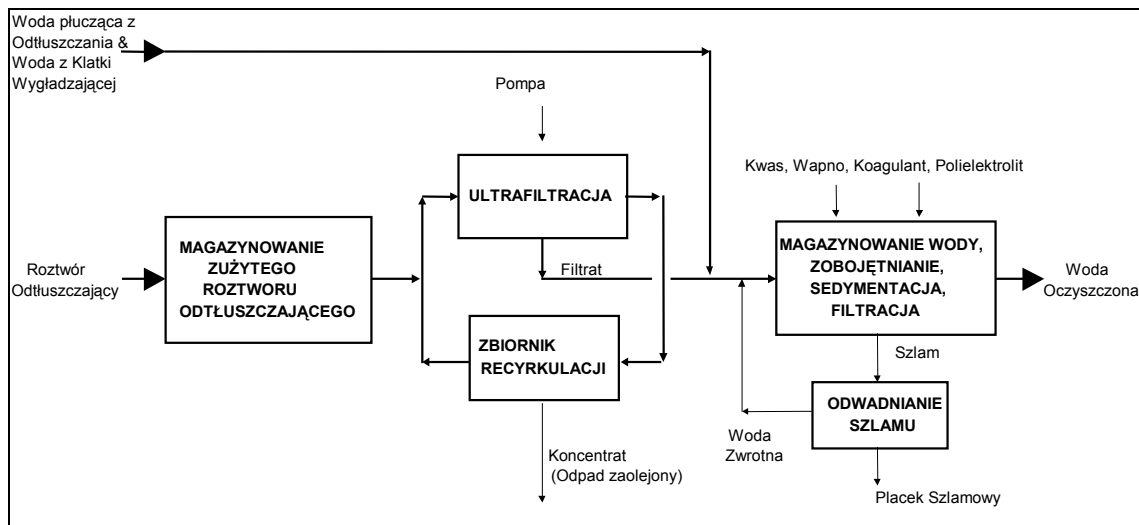
**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.2.4.4 Oczyszczanie zużytej kąpieli odtłuszczającej i ścieków alkalicznych

**Opis:** patrz również D.4.4 i D.4.5

Częściowe przepływy (strumienie) z obiegu oczyszczania roztworu odtłuszczającego, woda płuczająca z odtłuszczenia elektrolitycznego i ścieki z klatki walcowniczej wygładzającej, które nie mogą być ponownie wykorzystane w walcowniach, muszą zostać oczyszczone przed zrzucaniem. Przed oczyszczaniem ścieków flokulantami należy zlikwidować oleistość, np. przez ultrafiltrację. [Com2 D]. Następnie ściek jest zwykle zobojętniany wapnem lub HCl w instalacji zobojętniania, przepuszczany przez filtry i na koniec zrzucany. Szlam jest odwadniany w prasach filtracyjnych i usuwany na hałdy. Szlam olejowy z instalacji ultrafiltracji może być stosowany w wielkich piecach. [EUROFER CR]



**Rysunek A.4-19: Przepływ zużytego roztworu odtłuszczającego (przykład linii ciągłego wyżarzania)**  
[EUROFER CR]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze emisje, zwłaszcza oleju do wody.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zużycie energii i surowców.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

Tabela A.4-40 przedstawia dane wejścia/wyjścia i dane ścieku dla oczyszczania alkalicznego ścieku (odtłuszczenie) za pomocą ultrafiltracji (linia ciągłego wyżarzania).

Wejście / Poziom zużycia		
Ścieki surowe	12 - 15	kg/t
Kwas cytrynowy	okazjonalnie	kg/t
Energia elektryczna	1 - 1,5	MJ/t
Wyjście / Poziom emisji		

Ścieki oczyszczone		12 - 15 kg/t		
Szlam		kg/t		
	Stężenie [mg/l]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
Zawiesina stała (przesączalna)	20 - 40	2,35 – 4,7 E -4	> 90	DIN 38409-H2
Σ Węglowodorów (olej, smar stały)	5 - 8	5,9 – 9,4 E -5	> 90	DIN 38409-H18
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)	5000 - 6000	5,9 – 7,1 E -5	> 50	DIN 38409-H44
Temperatura	30 °C			Termometr
pH	6,5 – 9,5			

Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]. Dane oparte na tygodniowym, proporcjonalnym do objętości próbkowaniu 24-godzinnym  
<sup>1</sup> Oparte na przepływie masy składnika

Tabela A.4-40: Dane eksploatacyjne i ścieków dla oczyszczania ścieków alkalicznych

Aspekty ekonomiczne:

Cel wdrożenia:

Bibliografia:

#### A.4.2.4.5 System wyciągowy dla urządzeń odtłuszczających

Opis:

Oparzy z kąpeli odtłuszczających i z sekcji oczyszczania wstępnego linii ciągłego wyżarzania są odsysane przez system wyciągowy i przepuszczane przez płuczki gazu w celu oczyszczenia. Zawracana woda jest stosowana jako absorbent. Częściowy strumień wody za płuczkami gazu musi być zrzucany przez urządzenia oczyszczające ścieki linii odtłuszczenia lub, odpowiednio, przez urządzenia oczyszczające instalacji ciągłego wyżarzania.

Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Zredukowane emisje niezorganizowane oparów z odtłuszczenia.

Możliwości zastosowania:

Skutki oddziaływania na środowisko:

Przykładowe zakłady:

Dane eksploatacyjne:

Aspekty ekonomiczne:

Cel wdrożenia:

Bibliografia:

#### A.4.2.4.6 Specjalne systemy wody chłodzącej i ponowne wykorzystanie wody

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

#### A.4.2.4.7 Wyżarzanie partiami w 100 % atmosferze wodoru

Opis:

Wyżarzanie partiami (stacjonarne) w 100 % atmosferze wodoru może być stosowane zamiast wyżarzania w atmosferze wodór/azot.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja jednostkowego zużycia energii (zużycie zmniejszone z 700 MJ/t przy wyżarzaniu w atmosferze H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> do 422 MJ/t w 100 % atmosferze wodoru) [EUROFER CR]

**Możliwości zastosowania:****Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.4.8 Wyżarzanie ciągle zamiast wyżarzania partiami****Opis:**

Wyżarzanie ciągle zamiast klasycznego wyżarzania partiami może być stosowane dla niektórych części zakresu wyrobów.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

**Możliwości zastosowania:** Dla nowych instalacji lub przy istotnej modernizacji istniejących instalacji.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.4.9 Podgrzewanie powietrza spalania/stosowanie palników regeneracyjnych lub rekuperacyjnych w piecach do wyżarzania**

**Opis:** patrz rozdziały D.1.1 i D.1.2

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja zużycia energii.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące piece.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Potencjalnie zwiększony poziom (stężenie) emisji.
- 

**Przykładowe zakłady:** - British Steel Stainless, Sheffield.

**Dane eksploatacyjne:****Przykład:**

„Stary” piec do wyżarzania taśmy ze stali nierdzewnej pracował z 3 indywidualnie regulowanymi strefami, ale o tej samej temperaturze wynoszącej około 1100 °C, ogrzewanych

przez elementy elektryczne zamontowane w ścianach bocznych. Maksymalna wydajność wynosiła 1 t/h. W 1989 roku przeprowadzono modyfikację konstrukcyjną w celu zwiększenia wydajności i poprawienia obiegu gazu w piecu. Pozostawiono 3 strefy, ale dwie pierwsze wyposażono w dwie pary palników z integralnym korpusem (IBB) o wydajności cieplnej 5,5 termii/h, w trzeciej strefie zainstalowano palnik samorekuperacyjny.

Zmierzono emisje NO<sub>x</sub> przy stopniach opalania palnika 21 – 84 % opalania maksymalnego i mieściły się one w zakresie 225 – 317 ppm z odniesieniem do 3 % tlenu (460 – 650 mg/m<sup>3</sup>).

Zakładając średnią wydajność 100 t/tydzień i 46 tygodni produkcji w roku zmniejszono zużycie energii pierwotnej o 50,6 % (biorąc pod uwagę zużycie energii pierwotnej w elektrowni przez poprzedni system ogrzewania elektrycznego). Okres spłaty w tym przypadku wyniósł 5,5 roku, ale czas spłaty zależy w dużej mierze od kosztów energii (paliwo, gaz, elektryczność itd.). Podano przypuszczalne okresy spłaty dla innych scenariuszy: 2,5 roku przy cenie 2,93 funta/GJ gazu i 11,77 funta/GJ elektryczności. [ETSU-FP-64]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.2.4.10 Redukcja emisji NO<sub>x</sub> przez stosowanie palnika z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>**

**Opis:** patrz rozdział D.2.1

Generowanie NO<sub>x</sub>, wynikającego z procesów spalania, może być zredukowane przez wybór palników z niskimi emisjami NO<sub>x</sub>.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Zmniejszone emisje NO<sub>x</sub>.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące piece.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

	Stężenie [mg/m <sup>3</sup> ]	Emisja [kg/t wyrobu]	Redukcja <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
<b>Pył</b>	5 - 10			EPA
<b>SO<sub>2</sub></b>	60 - 100	9 - 14 E -03		Podczerwień, Fluorescencja UV
<b>NO<sub>2</sub><sup>2</sup></b>	150 - 380	25 - 110 E -02	60	Chemi luminescencja (NBN T94-303)
<b>CO</b>	40 - 100	15 - 40 E -03	87	Umweltbundesamt-EM-K1, Spektrometria Podczerwieni (IR)
<b>CO<sub>2</sub></b>	200000 - 220000	31200	0	Spektrometria absorpcyjna w zakresie podczerwieni (IR)

Uwagi: Źródło danych [EUROFER CR]  
m<sup>3</sup> są oparte na warunkach normalnych; (gaz odpadowy 10000 – 16000 m<sup>3</sup>/h, 200 - 250 m<sup>3</sup>/t)  
<sup>1</sup> Stopień redukcji oparty na przepływie masy składnika  
<sup>2</sup> Odniesienie 3 % O<sub>2</sub>, mg/m<sup>3</sup> suchy

**Tabela A.4-41: Możliwe do osiągnięcia poziomy emisji przy stosowaniu palników z niskimi emisjami NOx w nieprzelotowych piecach do wyżarzania partiami**

	Stężenie [mg/m <sup>3</sup> ]	Emisja [kg/t wyrobu]	Redukcja <sup>1</sup> [%]	Metoda analizy
<b>Pył</b>	10 - 20	0,16 – 0,32		EPA
<b>SO<sub>2</sub></b>	50 - 100	0,08 – 1,6		Podczerwień, Fluorescencja UV
<b>NO<sub>2</sub><sup>2</sup></b>	400 - 650	0,14 – 0,22	60	Chemi luminescencja (NBN T94-303)
<b>CO</b>	50 - 120	0,08 – 0,2	87	Umweltbundesamt-EM-K1, Spektrometria Podczerwieni (IR)
<b>CO<sub>2</sub></b>	180000 - 250000	62,5 – 86,8	0	Spektrometria absorpcyjna w zakresie podczerwieni (IR)

Uwagi: Źródło danych [EUROFER CR]  
m<sup>3</sup> są oparte na warunkach normalnych; (gaz odpadowy 350 – 400 m<sup>3</sup>/t)  
<sup>1</sup> Stopień redukcji oparty na przepływie masy składnika  
<sup>2</sup> Odniesienie 3 % O<sub>2</sub>, mg/m<sup>3</sup> suchy

**Tabela A.4-42: Możliwe do osiągnięcia poziomy emisji przy stosowaniu palników z niskimi emisjami NOx w piecach przelotowych do wyżarzania ciągłego**

#### Aspekty ekonomiczne:

Raportowano koszty inwestycyjne 100000 ECU (dla przelotowego pieca do wyżarzania ciągłego o wydajności: 540000 t/r). [CITEPA]

#### Cel wdrożenia:

#### Bibliografia:

#### A.4.2.4.11 Podgrzewanie wsadu

#### Opis:

##### Podgrzewanie materiału w linii ciągłego wyżarzania gazem odpadowym:

Może to być realizowane albo przez bezpośredni kontakt pomiędzy taśmą i gazami spalinowymi albo ciepło może być przekazywane taśmie przez gaz ochronny ogrzewany przez gaz odpadowy w wymiennikach ciepła. Bezpośredni kontakt jest możliwy tylko w kontrolowanych okolicznościach (zależnie od temperatury gazu i taśmy, potencjału utleniającego gazu, wilgotności, zanieczyszczenia gazu pyłem). Wynikiem jest redukcja zużycia energii.

##### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:



- Mniejsze zużycie energii.

**Możliwości zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.4.12 Wykorzystanie ciepła do ogrzewania kąpeli odtłuszczającej**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

### **A.4.2.5 Wyglądanie**

#### **A.4.2.5.1 Optymalizacja systemu emulsji**

**Opis:**

**a) Stosowanie niskociśnieniowych natrysków dla emulsji**

Rozpylanie emulsji do walcowania wygładzającego musi być minimalizowane przez stosowanie dysz natryskowych odpowiedniego typu z odpowiednim ciśnieniem.

**b) Dostosowanie ilości strumieni emulsyjnych do szerokości taśm.**

Ponieważ emulsja do walcowania wygładzającego nie jest zawracana, to optymalizacja konfiguracji natrysków redukuje zużycie emulsji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze emisje oleju.
- Mniejsze zużycie oleju.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.5.2 Zmiana procesu wygładzania z mokrego na suchy**

**Opis:**

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Proces bez zużycia oleju.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Generuje emisje do powietrza.
- Wymaga systemu wyciągowego i generuje odpady (pył pofiltracyjny)

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.5.3 Oczyszczanie emulsji z walcarki wygładzającej****Opis:**

Zużyta emulsja z walcarki wygładzającej musi być oczyszczana przed usuwaniem. Ta emulsja jest najczęściej oczyszczana razem z emulsją z walcarki tandem i innymi zaolejonymi resztkami w systemie oczyszczania emulsji.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze emisje do wody.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zużycie energii i surowców.

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.2.5.4 Redukcja mgły olejowej i pyłu****Opis:**

Mgła olejowa i pył są wyciągane przez system wyciągowy wyposażony w filtry mokre lub suche. Mogą być również stosowane eliminatory mgły olejowej (mechaniczne) i cyklony.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze emisje oleju.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:**

	Stężenie [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Emisja jednostkowa [g/t wyrobu]	Stopień redukcji <sup>1</sup> [%]	Objętość jednostkowa [m <sup>3</sup> /t]	Metoda analizy
Przykład: Separator kroplowy z tkaniny stalowej					

Węglowodory	5 - 15	0,273	> 90	90 - 110	Umwelt-BA EM-K1
Uwaga: Źródło danych [EUROFER CR]					

### Tabela A.4-43: Możliwe do osiągnięcia poziomy emisji dla tkaninowych separatorów kroplowych

Emisje mgły olejowej podane przez [CITEPA]: ~ 10 mg/m<sup>3</sup>

#### Aspekty ekonomiczne:

**Eliminator mgły olejowej:** koszty inwestycyjne: 375000 ECU (125000 na ograniczanie oleju, 250000 na ograniczanie pyłu), koszty eksploatacyjne: 6000 ECU/r, elektryczność: 70 kWh [CITEPA]

**Cyklon:** koszty inwestycyjne: 25000 ECU, koszty eksploatacyjne: 2500 ECU/r, elektryczność 45 kWh [CITEPA]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

## A.4.2.6 Wykańczanie

### A.4.2.6.1 Zbieranie i ograniczanie mgieł olejowych z operacji natłuszczania olejem

#### Opis:

Emisje oleju, które powstają z natryskiwania mgły olejowej na taśmę, w celach konserwacyjnych, mogą być ograniczane przez okapy odciągowe z dodatkowym eliminatorem mgły (typu przegrodowego) i filtrem elektrostatycznym. Olej zbierany w eliminatorze mgły może być zawracany do procesu natłuszczania olejowego.

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Redukcja niezorganizowanych emisji mgły olejowej.
- Mniejsze zużycie oleju.

#### Możliwości zastosowania:

- Nowe i istniejące instalacje.

#### Skutki oddziaływania na środowisko:

**Przykładowe zakłady:** Stahlwerke Bremen.

#### Dane eksploatacyjne:

##### Przykład

Dzięki opisanej metodzie możliwe jest prawie całkowite wyłapywanie mgły powstającej z natłuszczania olejem (ocena wizualna: wyłapywane są wszystkie widzialne emisje). Raportowano skuteczność eliminatora mgły wynoszącą 72 %. Pomiary gazu odpadowego wykazały stężenie kropeł oleju za eliminatorem mgły, lecz przed filtrem elektrostatycznym, do 296 mg/m<sup>3</sup> (średnia 104 mg/m<sup>3</sup>). Maksymalne stężenie, mierzona za filtrem elektrostatycznym, wyniosło 6,3 mg/m<sup>3</sup> ze średnią emisji 3,0 mg/m<sup>3</sup>. Skuteczność filtra elektrostatycznego mieściła się w zakresie pomiędzy 97 i 98 %. W nieoczyszczonym gazie

odpadowym zmierzono zawartość węgla 17,5 do 21,3 mg/m<sup>3</sup>; za filtrem elektrostatycznym około 10,6 do 11,9 mg/m<sup>3</sup>. [UBA-Kloeckner-82]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.6.2 Elektrostatyczne natłuszczenie olejem**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

#### **A.4.2.6.3 Optymalizacja natrysku olejowego**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Mniejsze zużycie oleju.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe instalacje i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.6.4 Redukcja emisji pyłu z prostowania i spawania (zgrzewania)**

**Opis:**

Emisje cząsteczek stałych ze zgrzewania i prostowania są wyłapywane przez kołpaki i ograniczane przez filtry tkaninowe. [CITEPA]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja emisji do powietrza, zwłaszcza niezorganizowanych emisji pyłu.

**Możliwości zastosowania:**

- Nowe i istniejące instalacje.

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

- Zwiększone zużycie energii.
- Generowanie odpadów (pył pofiltracyjny)

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne i aspekty ekonomiczne:**

W [CITEPA] podawano emisję pyłu wynoszącą 5 – 30 mg/m<sup>3</sup> dla instalacji pracującej 5 % czasu na ograniczanie emisji ze zgrzewania (nieciągłe) i ciągle dla redukcji pyłu z prostowania. Godzinowe zapotrzebowanie elektryczności wynosiło 110 kWh (0,64 kWh/t). [CITEPA]

Podane koszty inwestycyjne wyniosły 625000 ECU (na urządzenia zbierające pył, na rury, filtry, wentylatory, sprzęt elektryczny, silniki) i koszty eksploatacyjne 10000 ECU/r. [CITEPA]

Inne źródła [Vanroosb 3.4] informowały o instalacji filtrującej gazy odlotowe z prostownicy rozciągającej, ze zgrzewarki i prostownicy rozwijarki, z wartościami emisji pyłu:

16 - 7 - 39 - 22 - (zmiana worków) - 24 - 29 - 35 - 39 mg/Nm<sup>3</sup>.

Każda wartość emisji jest wynikiem z 6 izokinetycznie pobranych próbek w 6 różnych miejscach przekroju poprzecznego komina. Dlatego są 2 punkty próbkowania pod kątem wzajemnym 90 °. Każda kampania próbkowania trwa około 6 godzin. Częstotliwość próbkowania wynosi około 6 razy/rok.

Dane instalacji:

Powierzchnia filtra	687 m <sup>2</sup>
Ilość worków filtracyjnych	441
Wymiana worków filtracyjnych	Ø 120 mm x długość 4030 mm
Rodzaj worków filtracyjnych	PE/PE - ciężar 550 g/m <sup>2</sup> - grubość 1,9 mm - gęstość 0,29 g/cm <sup>3</sup> - przepuszczalność powietrza 150 l/dm <sup>2</sup> ; min. przy 196 Pa (20 mm słupa wody)
Ilość wentylatorów wyciągowych	3 x 55 kW - 1470 obrotów/min.
Przepływ gazu (projektowy)	90000 m <sup>3</sup> /h
Spadek ciśnienia (projektowy)	120 daPa
Cykl oczyszczania	50 msek. przy ciśnieniu 4 - 6 bar [Vanroosb 3.4]

(PE = polietylen)

Worki są wymieniane po zauważeniu w nich pęknięć. Wymiana ta zajmuje około 50 osobogodzin i wymaga zatrzymania linii wytrawiania na co najmniej 2 zmiany – koszt wynosi około 10000 euro. [Vanroosb 3.4]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.6.5 Optymalna operacja wykańczania**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

- Redukcja ilości złomu.

**Możliwości zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.2.7 Warsztat walców**

**A.4.2.7.1 Oczyszczanie i ponowne wykorzystanie emulsji szlifierskiej**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

**A.4.2.7.2 System wyciągowy (PRETEX/SBT)**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

**A.4.2.7.3 Redukcja ilości złomu i zwracanie złomu do procesu**

→ Nie przedłożono opisu i informacji technicznych.

**Opis:**

Opcje wewnętrznego recyklingu dla złomu (z okrawania krawędzi, wykańczania itd.).  
Dobre sterowanie procesu pomaga w ograniczaniu strat materiału [Com D]

**Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:**

**Możliwości zastosowania:**

**Skutki oddziaływania na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### A.4.3 Ciągarnia

#### A.4.3.1 Składowanie i przechowywanie materiałów wsadowych i pomocniczych

**Opis:**

Wszystkie zbiorniki kwasu, zarówno świeżego jak i zużytego, muszą być wyposażone w, sprawny i szczelny zbiornik zapasowy i, jeśli jest to konieczne, również w osłony ochronne. Zbiornik zapasowy musi być całkowicie chroniony dobrą wykładziną kwasoodporną, która musi być regularnie kontrolowana w celu wykrycia potencjalnych uszkodzeń i pęknięć.

Ponadto teren, na którym prowadzony jest załadunek i rozładunek kwasów, musi być zaprojektowany w sposób umożliwiający bezpośrednie odprowadzanie wszelkich wycieków do stacji oczyszczania ścieków lub oddzielne ich zbieranie.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

**Zastosowanie:**

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.3.2 Mechaniczne usuwanie zgorzeliny

##### A.4.3.2.1 Wykorzystanie zgorzeliny przez zakłady zewnętrzne

**Opis:**

W większości ciągarni zgorzelina usuwana jest przez przeginanie. Odpadająca zgorzelina składa się głównie z tlenków metalu i nie zawiera oleju ani wody. W wyniku przeginania i skręcania drutu zgorzelina pęka i odpada do pojemników zbiorczych. We wszystkich ciągarniach zgorzelina może być trzymana oddzielnie od innych strumieni zanieczyszczeń stałych, co ma na celu umożliwienie odzysku zawartego w niej żelaza dla przemysłu przetwórstwa żelaza i stali przez recykling. Czy wykorzystanie to ma miejsce czy też nie zależy w znacznej mierze od zainteresowania lokalnych zakładów hutniczych, które nie odnoszą istotnego zysku z wykorzystywania takich małych ilości wtórnego materiału wsadowego, który jest dodatkowo stosunkowo trudny do transportowania. [CET-BAT]

W szczególnych przypadkach, gdy do usuwania stosowane jest ścierniwo (np. w przypadku śrutowania, piaskowania itp.), zgorzelina może zawierać domieszkę innych produktów. Powszechnie stosowaną praktyką jest odzysk śrutu ze zgorzeliny, co ma zarówno uzasadnienie ekonomiczne (mniejsze zużycie) jak i ekologiczne (mniej odpadów). Pełny odzysk jest niemożliwy i niepożądany (obniżenie własności śrutu, duża ilość powstającego pyłu).

[CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie odpadu [CET-BAT].

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.
- Technicznie możliwe dla całej mechanicznie usuniętej z drutu (walcówki) zgorzeliny.

- Ograniczenia recyklingu nie wynikają ze wskazań technicznych, ale zainteresowania potencjalnych zakładów wykorzystujących zgorzelinę. [CET-BAT].

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### A.4.3.3 Chemiczne usuwanie zgorzeli / trawienie walcówki

#### A.4.3.3.1 Optymalny zakres eksploatacji wanien z roztworem trawiącym HCl

**Opis:** patrz rozdział D.5.1

Ponieważ trawienie walcówki jest w większości przypadków wykonywane jako trawienie nieciągłe - partiami - w otwartych wannach, podobnie jak ma to miejsce w procesie galwanizacji usługowej, mogą być stosowane te same zasady prawidłowej eksploatacji i zmniejszania zanieczyszczeń.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji kwasów do powietrza.

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

Stężenie kwasu dobrane zgodnie z wytycznymi VDI (*Verein Deutscher Ingenieure* - Stowarzyszenie Inżynierów Niemieckich) jest niższe niż zwykle stosowane przy trawieniu walcówki. (Typowe warunki procesu patrz: A.3.3.2.2.). W konsekwencji:

- Niższa konwersja HCl w FeCl<sub>2</sub> powoduje wyższe zużycie świeżego HCl [Com2 BG].
- Wykorzystanie zużytego roztworu trawiącego jako wtórnego materiału wsadowego jest bardzo trudne; w przypadku wykorzystania do przeróbki na FeCl<sub>3</sub> minimalne wymagane stężenie Fe wynosi 10%, które można uzyskać tylko przy wysokiej konwersji HCl i przy wysokim początkowym stężeniu kwasu. [Com2 BG].
- Wydłużenie czasu trawienia, co powoduje konieczność inwestowania w większą liczbę wanien i/ lub większe wanny. Większa powierzchnia wanien zwiększa parowanie HCl g/h. [Com2 BG].

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:** W związku z wydłużeniem czasu trawienia konieczne mogą okazać się inwestycje w większą liczbę wanien i/ lub w większe wanny. [Com2 BG]

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### A.4.3.3.2 Ograniczanie rozprzestrzeniania się oparów z nad wanny trawialniczej

**Opis:** patrz rozdział D.5.2

Wydobywanie się par i aerozoli z wanny trawialniczej może być ograniczane poprzez różne systemy odciągowe, np. odciągi boczne lub okapy i pokrywy instalowane ponad lub wokół



pojedynczej wanny lub zestawu wanien. Wyciągane powietrze jest kierowane do komina. W przypadku trawienia ciągłego w linii mogą być stosowane takie same działania jak przy trawieniu w walcowniach zimnych.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie niezorganizowanych emisji przy trawieniu (pary kwasu i aerozole).

**Zastosowanie:**

**Okapy**

- Nowe linie trawienia lub istniejące zakłady, w przypadku gruntownej modernizacji.
- Wyposażenie istniejącej grupy otwartych wanien lub wanny w pokrywę lub okap nad wanną jest możliwe, ale wiąże się z bardzo wysokimi kosztami. Wymaga to kompletnie nowego wewnętrznego systemu transportowego, ponadto zmieniony musi zostać system kontroli procesu (ponieważ operator nie będzie miał już możliwości prowadzenia kontroli wzrokowej, sugerowane jest przejście na kontrolę automatyczną), wymagane będzie wprowadzenie zmian w budynku jak i w infrastrukturze.

**Wyciąganie powietrza z boku**

- Zakłady nowe i istniejące

**Oddziaływanie na środowisko:**

- Wyciąganie (dużych objętości) może być przyczyną większej emisji, gdyż z powodu ciśnienia par na miejsce wyciąganych par wchodzi nowe pary z kąpieli aż do ustalenia się równowagi.

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

Poprawa warunków pracy, ochrona instalacji i wyposażenia.

**Bibliografia:**

**A.4.3.3.3 Oczyszczanie powietrza wyciąganego z wanien trawialniczych przez systemy zbiorcze**

**Opis:**

Konieczność i metoda oczyszczania zależą w znacznym stopniu od stosowanego kwasu (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, inne kwasy) i sposobu prowadzenia procesu trawienia (kąpiel ogrzewana czy nieogrzewana, zastosowanie inhibitorów lub substancji powierzchniowo czynnych, zastosowany stopień wzburzania kąpieli). Dostępne techniki zmniejszania zanieczyszczeń to stosowanie oczyszczania absorpcyjnego w skruberach (płuczkach) z wypełnieniem lub skruberach płytowych i stosowanie eliminatorów mgły.

Przy stosowaniu roztworów trawiących H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lub H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, nawet jeśli są ogrzewane, ciśnienie par jest bardzo niskie, tak że oczyszczanie wyciąganego powietrza nie jest potrzebne pod warunkiem, że nie są emitowane cząsteczki kwasu. W tym przypadku kropelki kwasu mogą być usunięte z odciąganego powietrza w filtrach suchych. Usuwany kwas może być zawracany do wanny trawialniczej. Od czasu do czasu potrzebna jest jedynie, niewielka ilość wody do przemywania materiału filtra.[CET-BAT]

W przypadku kąpieli trawiących HCl, w zależności od stężenia kwasu, temperatury kąpieli, liczby kręgów walcówki trawionych w jednostce czasu lub obecności dodatków, dla zmniejszenia emisji par HCl i aerozoli stosowane są skrubery mokre. Płuczki płytowe zużywają niewielkie ilości wody w porównaniu z płuczkami z wypełnieniem, w związku z czym powstaje niewielki odpływ mocnego kwasu. Odpływ ten może być zawracany do wanny trawialniczej. [CET-BAT], [N.Stone 2]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji par, kropelek i aerozoli kwasu.

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące, jeśli posiadają wanny wyposażone w instalacje odciągowe.

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

Większość instalacji trawienia walcówki wybudowanych w ostatnich +/- 10 latach wyposażona jest w płuczki zainstalowane w systemach odciągowych od wanien z HCl. [CET-BAT]

**Dane eksploatacyjne:**

Typowa emisja mieści się w granicach: < 20 do < 30 mg/Nm<sup>3</sup>. Ten poziom emisji może być osiągnięty bez specjalnych problemów przy zastosowaniu –eliminatora mgły (dla H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) lub przez zastosowanie płuczki (dla HCl). [CET-BAT]

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.3.3.4 Trawienie kaskadowe**

**Opis:**

Trawienie kaskadowe jest prowadzone w dwóch lub więcej wannach ustawionych w szereg. Kwas przepływa (w sposób ciągły lub nieciągły), w przeciwnym kierunku z jednej wanny do drugiej. Ten sposób prowadzenia procesu pozwala na bardzo efektywne wykorzystanie kwasu przy zachowaniu dobrej jakości trawienia. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie zużycia świeżego kwasu
- Zmniejszenie ilości kwasu zużytego (odpad).

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.
- Dla zakładów istniejących dostępna powierzchnia może być czynnikiem ograniczającym.

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

Koszty obejmują:

- większy budynek, także większą powierzchnię wykładziny kwasoodpornej podłogi, większy zbiornik zapasowy

- dodatkowy zbiornik, pompę obiegową, możliwe, że również dodatkowy system wyciągowy
- bardziej skomplikowany program kontroli procesu śledzący skład i poziom kąpieli trawiącej
- często różne rodzaje walcówki wymagają różnego czasu trawienia. Jeśli ma to miejsce wymagany będzie specjalny program pozwalający na ustalanie przebiegu procesu dla różnych kręgów i śledzenie jego przebiegu.

Koszt szacunkowy, w zależności od wydajności, 0,2 – 0,4 milionów euro.

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.3.3.5 Minimalizacja wynoszenia kąpieli z wanny trawialniczej**

**Opis:**

Minimalizacja wynoszenia kąpieli z wanny trawialniczej wymaga dostatecznego czasu odciekania kwasu z kręgu po wyjęciu go z kąpieli. Minimalizacja może być osiągnięta przez powolne wyciąganie kręgu walcówki z ostatniej wanny kaskady trawienia i następnie utrzymanie jej nad tą wanną przez kilka sekund, aby pozwolić na ocieknięcie kropel roztworu trawiącego przed przeniesieniem kręgu do pierwszej wanny kaskady płukania. Ociekanie może być udoskonalone np. przez wprawianie wyciągniętego kręgu w wibracje.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie ilości wynoszonego kwasu, zmniejszenie zużycia kwasu świeżego.
- Zmniejszenie ilości zużytego kwasu (odpadu)
- Zmniejszenie strat przy trawieniu.

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

#### **A.4.3.3.6 Rozdzielanie kwasu zużytego i kwasu świeżego**

**Opis:** patrz także rozdział D.5.9

Dostępnych jest wiele różnych metod rozdzielania kwasu świeżego i kwasu związanego. Strumień kwasu świeżego jest wykorzystywany ponownie w procesie trawienia. Ta technika nie ma znaczenia, gdy walcówka jest trawiona w procesie trawienia kaskadowego, ponieważ pozwala on na przekształcenie prawie całego kwasu w sole metalu (kwasu świeżego nie ma lub są go niewielkie ilości). Innymi słowy rozdzielanie i ponowne użycie frakcji kwasu świeżego jest alternatywą dla trawienia kaskadowego (patrz A.4.3.2.2).

Krystalizacja  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  i ponowne wykorzystanie fazy wodnej (zawierającej  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) jest powszechnie stosowaną techniką dla  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , która jest ekonomicznie opłacalna, jeśli  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  znajduje nabywców.

Odzysk HCl przez odparowanie jest dostępny z technicznego punktu widzenia, lecz stosuje się go bardzo rzadko ze względu na znaczące koszty inwestycyjne i koszty energii.

Inne metody rozdzielania opisane w literaturze, takie jak **absorpcja na przeponach żywicowych, stosowanie membranowych procesów** rozdzielania, są generalnie nieprzydatne (krótki okres eksploatacji membran ze względu na obecność w oczyszczanym kwasie dodatków i zanieczyszczeń pochodzących z kwasu technicznego, jak również ze względu na zatykanie porów membran przez  $\text{FeCl}_2$ ).

Ekstrakcja przy **pomocy rozpuszczalników** nie jest uznawana za metodę rozdzielania, ze względu na konieczność stosowania w procesie ekstrakcji niebezpiecznych substancji chemicznych. Jakikolwiek wadliwe działanie urządzeń sprawia, że rozpuszczalnik pojawia się tam, gdzie go nie powinno być, powodując powstanie niebezpiecznych odpadów lub wycieku do wód odpadowych, które nie będą mogły być zrzucane do typowej stacji oczyszczania wody. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie zużycia kwasu świeżego.
- Zmniejszenie ilości kwasu zużytego - roztworu potrawiennego (odpadu).

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.3.3.7 Odzysk zużytego kwasu**

**Opis:** patrz także D.5.10

**Prażenie kwasu solnego:** ogrzewanie zużytego kwasu w obecności tlenu; proces fazy gazowej w podwyższonej temperaturze. Cały kwas jest przemieniany na kwas wolny; metale są przekształcane w tlenki metali. Komora utleniania i część urządzenia, w której następuje odzysk kwasu, muszą być wykonane z materiałów o bardzo wysokiej odporności na korozję. Jakość HCl może być poprawiana tak, że będzie on przydatny do trawienia. Tlenki metalu są wywożone na hałdy lub wykorzystywane jako wtórny materiał wsadowy. [CET-BAT]

Obecnie dostępne instalacje odzysku przez prażenie mają wydajność znacznie przekraczającą ilości zużytego kwasu, które może dostarczać typowa cięgarnia drutu. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie ilości kwaśnych odpadów (ścieków)

**Zastosowanie:**

- Instalacja odzysku ma określoną minimalną wydajność, przy czym minimalna ilość zużytego kwasu powstająca w pojedynczej cięgarni drutu, która powinna być poddana obróbce, jest dużo niższa od minimalnej wydajności instalacji.
- Przemysł cięgarniczy jest zależny, w zakresie odzysku zużytego kwasu, od zewnętrznych wykonawców.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.3.8 Wykorzystanie zużytego kwasu jako wtórnego materiału wsadowego****Opis:**

Zużyty kwas wykorzystywany jest jako surowiec wtórny w przemyśle chemicznym do produkcji  $\text{FeCl}_3$  i, w niewielkim stopniu, do produkcji pigmentów. W wielu regionach Europy istnieje możliwość wykorzystania zużytego kwasu do produkcji cennych produktów chemicznych. Niektórzy przedsiębiorcy/produccenci kwasu narzucają lub muszą narzucać ściśle granice zawartości zanieczyszczeń w zużytych kwasach. Kilku operatorów opracowało ostatnio i opatentowało specjalistyczne procesy usuwania np. Zn lub Pb z niektórych rodzajów zużytego kwasu. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie ilości kwaśnych odpadów (ścieków)

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.3.9 Zmniejszenie zużycia wody płuczącej przez stosowanie płukania kaskadowego****Opis:** patrz rozdział D.8

Krąg walcówki jest płukany kilka razy w oddzielnych wannach, za każdym razem w czystszej wodzie. Świeża woda jest doprowadzana tylko do ostatniej wanny płuczącej. Woda z każdej wanny przepływa do wanny poprzedzającej.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

Zmniejszenie zużycia wody (w wyniku wprowadzenia systemu o mniejszym zapotrzebowaniu niż przy wannach płuczących oddzielnych) [CET-BAT].

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:**

### A.4.3.4 Usuwanie zgorzeliny przez śrutowanie: rozdzielanie zgorzeliny i śrutu

#### Opis:

Proces śrutowania może być prowadzony niezależnie lub w linii. Polega on na wyrzucaniu na powierzchnię materiału tysięcy drobnych stalowych cząstek śrutu w ciągu sekundy. Powoduje to pękanie zgorzeliny i odpadanie jej od materiału bazowego. System usuwania zgorzeliny przez natrysk śrutem lub czyszczenia natryskowego składa się z:

1. Zamkniętej komory, w której prowadzona jest operacja usuwania zgorzeliny.
2. Szeregu kół wyrzucających śrut z różną prędkością, zależną od wymaganej szybkości linii, wymagań produkcyjnych, itp.
3. Systemu zbierania i zawracania śrutu do ponownego użycia lub skierowania go do systemu odzysku.
4. Systemu odzysku, w którym usunięty śrut jest oczyszczany z drobnych cząstek pyłu i zgorzeliny.
5. Powierzchni składowania, gdzie składowany jest śrut przed ponownym doprowadzeniem do oczyszczarek wirnikowych.
6. Systemu zbierającego pył (odciąg).

Komora śrutowania jest zamkniętą przestrzenią, w której następuje proces usuwania zgorzeliny. W komorze jest zainstalowany szereg kół, wykorzystujących siły odśrodkowe do wyrzucania określonego ścierniwa na powierzchnię drutu, zwykle jest to śrut stalowy.

System zbierania i zawracania ma za zadanie zbieranie śrutu łącznie z pyłem i dostarczanie go do systemu odzysku.

Zadaniem systemu odzysku jest oddzielenie z zebranej mieszanki dobrych nadających się do ponownego użycia cząstek śrutu, od zanieczyszczeń i pyłu. Oczyszczanie odbywa się w trakcie przepuszczania przez rozdzielacz powietrzny; drobne zanieczyszczenia pyliste i inne drobne cząstki zostają wyssane w wyniku tworzącego się podciśnienia i w ten sposób zostają oddzielone od śrutu, który może być zawrócony do systemu zbiorczego. Z systemu zbiorczego śrut doprowadzany jest poprzez serię rozdzielaczy lub zaworów zwrotnych do oczyszczarek wirnikowych. Zsynchronizowanie całego systemu zapewnia ciągły natrysk ścierniwa na czyszczony materiał, pozwalając osiągnąć żądany efekt szybko i skutecznie.

**Oczyszczanie strumieniowe**

Metoda ta obejmuje wstępne usuwanie zgorzeliny z walcówki przez przeginięcie i skręcanie a następnie upłynnienie tej zgorzeliny. W specjalnej komorze upłynniona zgorzelina jest wrzucana na powierzchnię walcówki przez pompy strumieniowe lub przy pomocy sprężonego powietrza. W ten sposób powierzchnia walcówki zostaje oczyszczona do czystego metalu. Zgorzelina jest transportowana przy pomocy sprężonego powietrza do systemu oddzielającego pył (cyklon, filtr tkaninowy). Zgorzelina gruba jest zwracana do pomp strumieniowych do ponownego użycia. Drobną zgorzelina jest wykorzystywana jako składnik farb.

Odnotowano, że stosowanie tej metody jest możliwe dla walcówki ze stali nisko i wysoko węglowych. Podaje się również, że wstępne koszty inwestycyjne jak również wymagania odnośnie powierzchni są bardzo niskie. Kolejną zaletą tej metody jest fakt, że niepotrzebne są inne ścierniwa jak śrut czy żwirek.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zgorzelina jest zbierana oddzielnie i może być wykorzystana.
- Zmniejszone jest zużycie ścierniw

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:**

**Oczyszczanie strumieniowe:** Fabryka drutu w Gliwicach, Polska: zastosowanie dla drutu ze stali niskowęglowej, obniżka kosztów produkcji (planowane lub wprowadzane?)

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****Strumieniowe usuwanie zgorzeliny:**

„Nowa metoda mechanicznego usuwania zgorzeliny z nisko węglowej walcówki” – sprawozdanie z konferencji Wire association International Incorporated, 65 Doroczna Konwencja w Atlancie, 1995.]

**A.4.3.5 Ciągnięcie na sucho****A.4.3.5.1 Zbieranie powietrza zanieczyszczonego przez ciągaraki / obróbka zebranego powietrza****Opis:**

Nad częściami ciągarok mającymi kontakt z drutem instalowane są okapy lub pokrywy. Pokrywy muszą być zaprojektowane w sposób umożliwiający ich łatwe i częste zdejmowanie, gdy przez ciągarok trzeba przeciągnąć nowy drut, wyregulować lub usunąć pęknięty drut lub wstawić nowe ciągadło oraz uzupełnić smar. Powietrze jest wyciągane przez pokrywę.

Wyciągane powietrze w celu wychwycenia pyłów mydlanych może być oczyszczane w filtrze lub innym podobnym urządzeniu.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji do powietrza szczególnie lotnych pyłów mydlanych [CET-BAT].

**Zastosowanie:**

- Nowe zakłady
- W zakładach istniejących, ze względu na ich konstrukcję, mogą wystąpić problemy techniczne.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:**

Wszystkie obecnie pracujące ciągaraki są w znacznym stopniu obudowane [CET-BAT].

**Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:**

Celem jest ograniczenie rozprzestrzeniania się wokół ciągaraki pyłu smaru. Eliminacja mydła w 100 % jest niemożliwa (np. pył mydlany opuszcza ciągarkę na powierzchni drutu). Powyższe działanie ma głównie na celu poprawę warunków środowiska pracy. [CET-BAT]

**Bibliografia:****A.4.3.5.2 Zamknięty obieg wody chłodzącej****Opis:**

W procesie ciągnięcia wskutek tarcia nagrzewa się zarówno drut jak i ciągadło, zatem obydwa elementy są chłodzone wodą (chłodzenie pośrednie poprzez kontakt z chłodzonym bębniem ciągnącym). W celu umożliwienia ponownego wykorzystania wody chłodzącej, obieg jest wyposażony w chłodnie kominowe, chłodnice powietrza lub podobne urządzenia. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie zużycia wody

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.6 Ciągnięcie na mokro****A.4.3.6.1 Zamknięty obieg wody chłodzącej****Opis:**

W procesie ciągnięcia wskutek tarcia nagrzewa się zarówno drut jak i ciągadło. Powstające w ten sposób ciepło odbierane jest przez smar - medium smarujące. Smar jest z kolei chłodzony, często pośrednio przy pomocy wody. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie zużycia wody.



**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.6.2 Oczyszczanie medium smarującego - smaru / chłodziwa****Opis:** patrz także rozdział D.3.1

Media smarujące (środki smarujące) do ciągnięcia drutu, emulsje olejowe mieszające się z wodą lub czyste oleje gromadzą w procesie ciągnięcia drobne cząsteczki metalu. W miarę wzrostu zawartości tych cząstek powstają problemy eksploatacyjne, takie jak przerwy w ciągnięciu drutu, niszczenie bębna ciągnącego, niska jakość drutu, co stwarza konieczność wymiany medium smarującego. Do oczyszczania medium smarującego i wydłużenia czasu jego eksploatacji stosowana jest filtracja lub oczyszczanie w wirówkach. [El-Hindi]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie odpadu medium smarującego [El-Hindi].

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

- Powstawanie odpadu przy filtrowaniu medium smarującego [El-Hindi].

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:**

Oczyszczanie medium smarującego może poprawić warunki eksploatacyjne, ponieważ redukuje przerwy w ciągnięciu drutu i poprawia jakość drutu (zmniejszając w ten sposób problemy eksploatacyjne). [El-Hindi]

**Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:** [El-Hindi]**A.4.3.6.3 Obróbka zużytego medium smarującego: oleju i emulsji olejowych****Opis:** patrz rozdział D.3.2**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie objętości odprowadzanych ścieków.
- W przypadku spopielania, termiczne wykorzystywanie odpadu

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:**

- Zmniejszenie kosztów związanych z odprowadzaniem

**Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.6.4 Obróbka i usuwanie zużytego medium smarującego: emulsji mydlanej****Opis:**

Obróbka emulsji mydlanych sporządzanych na bazie alkalicznych mydeł kwasów tłuszczowych zależy od ilości zużytego medium smarującego. Jeśli ilości te są małe, w porównaniu z innymi ściekami powstającymi w zakładzie, zużyte emulsje są mieszane z innymi ściekami. Mydło jest wiązane w filtrze węglowym w trakcie obróbki ścieków w prawie wszystkich metodach obróbki zakwaszonych wód odpadowych. Przy obróbce biologicznej mydła kwasów tłuszczowych bardzo dobrze ulegają biodegradacji. [CET-BAT]

Przy stosunkowo dużych ilościach zużyte media smarujące są obrabiane oddzielnie: w drodze koagulacji i wytrącania, koagulacji połączonej z flotacją, filtrowania przez membrany, odparowywania lub innej odpowiedniej metody. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do wody

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

- Powstawanie przy oczyszczaniu wody szlamów i wyprasek z prasy filtracyjnej.

**Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.7 Wyżarzanie drutu partiami w piecach nieprzelotowych****A.4.3.7.1 Spalanie upustów atmosfery ochronnej****Opis:**

W celu utrzymania nadciśnienia w „garnkach” (piecach garnkowych) lub „kołpakach” (piecach kołpakowych) część atmosfery ochronnej jest usuwana w sposób ciągły.

Ten strumień gazu zawiera, oprócz składników aktualnie stosowanej atmosfery ochronnej, produkty rozpadu smaru. Powstają one w wyniku pirolizy/rozkładu cząstek smaru; typowymi produktami tego rozpadu są olefiny i alkany o niskim ciężarze cząsteczkowym.

Lotne Związki Organiczne i palne składniki pewnych rodzajów atmosfer ochronnych (CO, H<sub>2</sub>), powinny być zamienione w nieszkodliwe produkty. Ponieważ przepływ gazów palnych z upustu jest mały, operacja przemiany jest wykonywana po prostu przez spalanie w otwartym płomieniu. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji do powietrza.

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

### A.4.3.8 Wyżarzanie ciągle drutu ze stali niskowęglowych

#### A.4.3.8.1 Kąpiel ołowiowa: prawidłowa eksploatacja

**Opis:**

Najważniejsze metody prawidłowej eksploatacji to:

- Utrzymywanie warstwy ochronnej (jednorodny materiał) lub pokrywy na wannie z ołowiem w celu zmniejszenia strat ołowiu w wyniku utleniania i znacznego ograniczenia strat energii kąpeli ołowiowej.
- Zabezpieczanie przed powstawaniem pyłu przy usuwaniu zanieczyszczeń z kąpeli ołowiowej.
- Trzymanie pojemników z odpadami zanieczyszczonymi ołowiem w wydzielonym miejscu, ochrona tych odpadów przed jakimkolwiek kontaktem z deszczem lub wiatrem.
- Minimalizowanie wyciągania ołowiu z wanny wraz z drutem przez zapewnianie odpowiedniej jakości powierzchni półproduktu (istotne ze względów ekonomicznych i z punktu widzenia ochrony środowiska).
- Minimalizowanie wyciągania ołowiu z wanny wraz z drutem przez stosowanie zaraz za wanną wycieraczek ze żwirku antracytu lub podobnych.
- Stosowanie metod minimalizujących / eliminujących rozprzestrzenianie się pyłu ołowiu wyciąganego i unoszonego przez drut. W wielu liniach jest to osiągnięte dzięki połączeniu obróbki cieplnej w linii z trawieniem w linii. Inne metody to pokrywanie powierzchni drutu odpowiednimi substancjami lub nakrywanie drutu. [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji z kąpeli ołowiowej (Pb z samej wanny, CO i TOC - całkowity węgiel organiczny) pochodzących z niekompletnego spalania resztek smaru na drucie. [CET-BAT].

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:**

Przy stosowaniu prawidłowych metod eksploatacji, całkowicie możliwe jest eksploatowanie kąpeli ołowiowej przy zachowaniu bardzo niskiej emisji wynoszącej poniżej 5 mg Pb/Nm<sup>3</sup>, 100 mg CO /Nm<sup>3</sup> i 50 mg TOC /Nm<sup>3</sup> [CET-BAT]

**Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.8.2 Ponowne wykorzystywanie odpadów zawierających ołów****Opis:**

Niektóre odpady zawierające ołów pochodzą z kąpeli ołowiowej (zużyty materiał pokrywający kąpiel, tlenki ołowiu). Odpady te muszą być składowane oddzielnie i muszą być chronione przed deszczem i wiatrem. Ciągłość drutu jest zależna w zakresie ostatecznego odprowadzania i zwracania do ponownego wykorzystania tych odpadów od podwykonawców. Normalnie odpad zawierający Pb jest wykorzystywany przez przemysł metali nieżelaznych (wytapialnie Pb) [CET-BAT]

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie ilości odprowadzanego odpadu

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:****Przykładowe zakłady:****Dane eksploatacyjne:****Aspekty ekonomiczne:****Cel wdrożenia:****Bibliografia:****A.4.3.8.3 Eksploatacja kąpeli hartowniczej i obróbka zużytej wody z tej kąpeli przy wyżarzaniu w linii****Opis:**

Ponieważ dla tej wanny wymagania dotyczące jakości wody są generalnie niskie zaleca się stosować wodę z odzysku lub zamknięty obieg wody dla wanny hartowniczej. [CET-BAT]

Zużyta woda z wanny hartowniczej powinna być obrabiana w ten sposób, aby zanieczyszczenia (główne zanieczyszczenie to nierozpuszczalny Pb(OH)<sub>2</sub> i PbCO<sub>3</sub>) były w odpowiedni sposób usunięte przed odprowadzeniem. [CET-BAT]

**Uwaga:**

*1) Każdy zakład musi określić zadania własnej stacji obróbki ścieków w taki sposób, aby była ona zdolna przyjąć mieszaninę ścieków, które powstają w danym zakładzie. Mieszanina ta jest inna w każdym zakładzie i w dużym stopniu zależy od stosowanych w zakładzie produktów*

(stosowanie kwasu lub nie, dostępność instalacji odzysku zużytego kwasu lub nie, stosowanie emulsji do ciągnięcia na mokro lub nie, stosowanie wanien do galwanizacji lub nie oraz typ tych wanien) a także od lokalnych wymagań dotyczących środowiska.

2) Jeśli obróbka cieplna jest prowadzona bez atmosfery ochronnej (np. stosowana jest kąpiel ołowiowa), wówczas także stosowane jest trawienie  $\Rightarrow$  obróbce muszą zostać poddane przynajmniej odpadowe wody płuczące zawierające kwas i żelazo. W tym przypadku większość ciągarni stosuje tradycyjne fizyko-chemiczne metody obróbki ścieków, polegające zwykle na neutralizacji mlekiem wapiennym, następnie wytrącaniu Fe i Pb + innych ciężkich metali, dekantacji i produkcji wyprasek w prasie filtracyjnej. [Com BG2]

#### **Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji do wody

#### **Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

#### **Oddziaływanie na środowisko:**

- Tworzenie odpadu / szlamy z procesu oczyszczania ścieków

#### **Przykładowe zakłady:**

#### **Dane eksploatacyjne:**

#### **Aspekty ekonomiczne:**

#### **Cel wdrożenia:**

#### **Bibliografia:**

### **A.4.3.9 Ciągłe wyżarzanie drutu ze stali nierdzewnej**

#### **A.4.3.9.1 Spalanie upustów atmosfery ochronnej**

Patrz: A.4.3.5.1

### **A.4.3.10 Patentowanie**

#### **A.4.3.10.1 Optymalizacja pracy pieca**

#### **Opis:**

W palnikach stosowana jest mieszanina nieco uboższa niż wynika to z równań stechiometrycznych. W ten sposób wykorzystywany jest cały  $O_2$  z atmosfery pieca, co ma na celu minimalizowanie tworzenia się tlenków żelaza na powierzchni drutu. Nadmierne tworzenie się tlenków żelaza na powierzchni drutu prowadzi do wysokich strat materiału drutu i zwiększonego zużycia kwasu stosowanego do trawienia oraz zwiększonego wyciągania ołowiu. [CET-BAT]

Nadmiar CO musi być zamieniony w  $CO_2$  przez kontrolowane dodawanie powietrza do gorących gazów odlotowych z pieca. Zawartość CO w piecu i w gazach odlotowych musi być regularnie sprawdzana, np. po każdej dużej zmianie składu wyżarzanych produktów lub przynajmniej raz na miesiąc. [CET-BAT]

Ze względu na stosowany sposób ogrzewania, tworzenie  $NO_x$  nie jest problemem. [CET-BAT]

#### **Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie zużycia (np. kwasu) w następnych etapach produkcji.
- Zmniejszenie zawartości CO.

**Zastosowanie:**

- Zakłady nowe i istniejące.

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.3.10.2 Prawidłowa eksploatacja kąpieli ołowiowej**

Patrz: A.4.3.6.1

**A.4.3.10.3 Wykorzystywanie odpadów zawierających Pb**

Patrz: A.4.3.6.2

**A.4.3.10.4 Eksploatacja wanny hartowniczej i obróbka wód odpadowych z kąpieli z linii patentowania**

Patrz: A.4.3.6.3

**A.4.3.11 Hartowanie w oleju i odpuszczanie**

**A.4.3.11.1 Spalanie upustów atmosfery ochronnej**

Patrz: A.4.3.5.1

**A.4.3.11.2 Wyciąganie mgły zawierającej olej z nad kąpieli hartowniczej i oczyszczanie**

**Opis:**

Odprowadzanie mgły zawierającej olej i usuwanie oleju z wyciąganego powietrza.

**Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

- Zmniejszenie emisji niezorganizowanych do powietrza szczególnie emisji oleju.

**Zastosowanie:**

**Oddziaływanie na środowisko:**

**Przykładowe zakłady:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

**A.4.3.12 Obróbka cieplna drutu (różne procesy)**

**A.4.3.12.1 Indukcyjne nagrzewanie drutu**

**Opis:**

Nagrzewany drut jest przeprowadzany przez krąg; w którym wzbudzone jest pole magnetyczne. Zwykle stosowane częstotliwości to 5 - 50 kHz (ogrzewanie przy stosowaniu średnich częstotliwości). Ogrzewanie przy stosowaniu wysokich częstotliwości (znacznie powyżej 50 kHz) stosowane jest w wyjątkowych przypadkach. Pole magnetyczne indukuje prąd elektryczny w drucie; drut jest nagrzewany w wyniku zjawiska Joule'a powodowanego przez indukowany prąd. Indukowany prąd płynie głównie w cienkiej zewnętrznej warstwie przekroju drutu; zjawisko to nazywane jest „efektem naskórkowości”.

Stosowanie nagrzewania indukcyjnego w wysokim stopniu zależy od materiału drutu, średnicy drutu i wymaganego wzrostu temperatury:

- Pożądany jest materiał posiadający własności magnetyczne. Stal i pewne stopy stali mają własności magnetyczne. Większość gatunków stali nierdzewnych to stale posiadające własności magnetycznych. Większość powłok metalicznych nie ma własności magnetycznych.
- Preferowany jest drut o względnie dużej średnicy, np. powyżej 2 - 3 mm. Przy mniejszych średnicach potrzebna będzie wyższa częstotliwość, aby otrzymać wystarczający efekt naskórkowości.
- Powyżej „punktu Curie” materiały magnetyczne tracą swoje własności magnetyczne. Stal traci swoje własności magnetyczne w temperaturze około 760°C.

Możliwe jest stosowanie nagrzewania indukcyjnego powyżej tego zakresu. Jednakże wiąże się to ze stosowaniem kosztownych urządzeń o wysokiej częstotliwości przy jednocześnie średniej sprawności energetycznej.

W większości przypadków nagrzewanie indukcyjne znajduje zastosowanie w liniach jednożyłowych. Może być tam ono stosowane do przesycania (austenityzacja) i odpuszczania. Przesycanie jest pierwszym stopniem szeregu etapów obróbki cieplnej: patentowanie (patrz A.2.3.4.4), hartowanie w oleju (patrz A.2.3.4.5) i odpuszczanie (opisane w A.2.3.4.5 i A.2.3.4.6).

Przy tych procesach obróbki cieplnej istnieje konieczność dokładnej kontroli temperatury drutu.

W liniach wielożyłowych nagrzewanie indukcyjne może być stosowane jako nagrzewanie wstępne drutów (np. do punktu Curie). Innym zastosowaniem jest dyfuzja Cu i Zn w celu otrzymania drutu pokrytego powłoką miedzianą.

#### **Główne korzyści w zakresie ochrony środowiska:**

Zakład nie emituje produktów pochodzących ze spalania.

#### **Zastosowanie:**

Stosowanie nagrzewania indukcyjnego w liniach jednożyłowych jest dość szerokie i obejmuje także zastosowania, przy których wymagana jest dokładna kontrola temperatury.

Stosowanie nagrzewania indukcyjnego w liniach wielożyłowych ograniczone jest do zastosowań, w których dokładna kontrola temperatury nie stanowi problemu, np. przy nagrzewaniu wstępnym.

Możliwość stosowania zależy od własności drutu. Patrz powyżej.

#### **Oddziaływanie na środowisko:**

Zużycie paliw (zwykle gaz ziemny (NG) lub gaz płynny (LPG)) jest zastąpione zużyciem energii elektrycznej. Przy uwzględnieniu zużycia paliwa do produkcji energii elektrycznej, oddziaływanie na środowisko może być pominięte.

Typowe wykorzystanie energii elektrycznej przy nagrzewaniu indukcyjnym stosującym średnie częstotliwości mieści się w granicach 60 - 85 %. Typowe wykorzystanie energii przy ogrzewaniu gazem ziemnym dla podobnych zastosowań wynosi 25 - 45 %. Biorąc pod uwagę sprawność przy produkcji energii elektrycznej z gazu ziemnego, np. STAG wynoszącą 50 - 55 %, można stwierdzić, że prawie nie ma różnicy w pierwotnym zużyciu paliwa. Woda chłodząca jest potrzebna do chłodzenia cewek indukcyjnych.

**Przykładowe założenia:**

**Dane eksploatacyjne:**

**Aspekty ekonomiczne:**

**Cel wdrożenia:**

**Bibliografia:**

*Brak dostatecznej ilości informacji do podjęcia decyzji czy jest to najlepsza dostępna technika BAT?*

#### **A.4.3.13 Trawienie w linii**

Patrz: część B



## A.5 NAJLEPSZE DOSTĘPNE TECHNIKI BAT DLA KSZTAŁTOWANIA NA GORĄCO I NA ZIMNO

W celu lepszego zrozumienia treści tego rozdziału czytelnik powinien zapoznać się ze wstępem do niniejszego dokumentu, a w szczególności z jego piątą częścią: „Jak rozumieć i stosować niniejszy dokument”. Techniki oraz związane z nimi poziomy emisji i/lub zużycia, jak również zakresy poziomów, jakie przedstawiono w niniejszym rozdziale, zostały ocenione w toku procesu obejmującego następujące etapy:

- określenie kluczowych zagadnień dotyczących ochrony środowiska w przypadku kształtowania na gorąco i na zimno. Różnorodność stopni przeróbki w tej części sektora przetwórstwa żelaza i stali wiąże się z oddziaływaniem na wszystkie elementy środowiska naturalnego. Do najważniejszych zagadnień należą emisje do powietrza (zwłaszcza NO<sub>x</sub>) z pieców; zużycie energii w piecach, ścieki zawierające olej i zawieszinę stałą, odpady kwaśne i ścieki, emisje kwaśne i olejo-mgłowe do powietrza oraz odpady zawierające olej;
- zbadanie technik najistotniejszych z punktu widzenia tych kluczowych zagadnień;
- określenie poziomów emisji optymalnych dla środowiska na podstawie danych dostępnych w Unii Europejskiej i na całym świecie;
- zbadanie warunków, w których te poziomy zostały uzyskane, takich jak koszty, oddziaływanie na środowisko, główne cele i motywacja dla wprowadzania tych technik;
- wybór najlepszych dostępnych technik (BAT) oraz związanych z nimi poziomów emisji i/lub zużycia dla tego sektora w ogóle, zgodnie z art. 2 ust. 11 i załącznikiem IV do dyrektywy.

Europejskie Biuro IPPC i odpowiednia Techniczna Grupa Robocza (TWG) pełniły główną rolę przy fachowej ocenie każdego z tych działań, jak również miały wpływ na sposób przedstawienia ich wyników w niniejszym opracowaniu.

Na podstawie tej oceny w niniejszym rozdziale przedstawiono konkretne techniki oraz – w miarę możliwości – poziomy emisji i zużycia związane ze stosowaniem najlepszych dostępnych technik BAT, które są uważane za odpowiednie dla sektora jako całości i w wielu przypadkach odzwierciedlają aktualną charakterystykę eksploatacyjną w obrębie sektora. Tam, gdzie prezentowane są poziomy emisji lub zużycia „związane z najlepszymi dostępnymi technikami BAT” oznacza to, że poziomy te odzwierciedlają skutki oddziaływania na środowisko, jakie można przewidzieć w wyniku zastosowania w tym sektorze opisanych technik, mając na uwadze bilans kosztów i korzyści stanowiących nieodłączny element definicji BAT. Jednakże nie są to graniczne wielkości emisji czy zużycia i nie powinny być tak rozumiane. W niektórych przypadkach uzyskanie lepszych poziomów emisji lub zużycia może być technicznie możliwe, jednak ze względu na związane z tym koszty lub skutki oddziaływania na środowisko, nie są one uważane za właściwe jako BAT dla całego sektora. Poziomy takie mogą jednak być uznane za uzasadnione w bliżej określonych przypadkach, w których występują szczególne okoliczności przemawiające za wdrożeniem danych technik.

Poziomy emisji i zużycia związane z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik BAT muszą być rozpatrywane z uwzględnieniem szczególnych warunków odniesienia (np.: okresów uśredniania).

Należy odróżnić opisane powyżej pojęcie „poziomów związanych z zastosowaniem BAT” od określenia „osiągalny poziom” stosowanego gdzie indziej w tym dokumencie. W przypadku, w którym poziom jest opisany jako „osiągalny” przy zastosowaniu danej techniki lub kombinacji technik, oznacza to, że można go uzyskać stosując te techniki po pewnym czasie w dobrze utrzymywanej i obsługiwanej instalacji lub procesie.

Dostępne dane dotyczące kosztów wraz z opisem technik omówionych w poprzednim rozdziale zostały przedstawione łącznie. Wskazują one przybliżoną wielkość przewidywanych kosztów. Jednak rzeczywisty koszt zastosowania danej techniki będzie w dużym stopniu zależał od konkretnej sytuacji z uwzględnieniem, na przykład, wysokości podatków, opłat oraz specyfikacji technicznej dla danej instalacji. Dokładna ocena tych specyficznych dla danego miejsca czynników nie jest w tym dokumencie możliwa. W przypadku braku danych dotyczących kosztów, wnioski odnoszące się do ekonomicznej użyteczności technik sformułowano na podstawie obserwacji istniejących instalacji.

Najlepsze dostępne techniki BAT przedstawione ogólnie w niniejszym rozdziale mają stanowić punkt odniesienia, ułatwiający ocenę aktualnych wyników osiągniętych w ramach istniejącej instalacji lub propozycję dla nowej instalacji. Może to się okazać pomocne przy określaniu właściwych warunków „w oparciu o najlepsze dostępne techniki BAT” dla danej instalacji. Przewiduje się, że nowe instalacje mogą być projektowane tak, aby osiągać lub nawet przekraczać ogólne przedstawione tu poziomy właściwe dla BAT. Uważa się również, że istniejące instalacje mogłyby zbliżyć się do ogólnych poziomów właściwych dla BAT bądź osiągać lepsze wyniki.

Dokumenty referencyjne BAT wprawdzie nie ustalają prawnie wiążących norm, lecz mają za zadanie dostarczać informacje stanowiące wskazówki dla przemysłu, Państw Członkowskich i społeczeństwa na temat osiągalnych poziomów emisji i zużycia przy stosowaniu konkretnych technik. Odpowiednie wartości dopuszczalne dla każdego konkretnego przypadku będą musiały zostać określone z uwzględnieniem celów dyrektywy dotyczącej zintegrowanego zapobiegania i ograniczania zanieczyszczeń (IPPC) oraz lokalnych uwarunkowań.

Ten rozdział omawia najlepsze dostępne techniki służące zmniejszaniu oddziaływania na środowisko ze strony procesu kształtowania na gorąco i na zimno. Tam, gdzie jest to możliwe, struktura rozdziału odpowiada układowi linii produkcyjnej i określa najlepsze dostępne techniki BAT dla poszczególnych etapów procesu przetwarzania. Jednakże niektóre środki, zwłaszcza środki podstawowe lub zapobiegawcze, nie mogą być przyporządkowane jednemu pojedynczemu etapowi procesu i muszą być przydzielone do zakładu jako całości. Tak dalece jak to możliwe i gdzie tylko dostępne dane pozwoliły, poziomy emisji, skuteczności lub wielkości recyrkulacji są podane jako wskazanie poprawy, której można oczekiwać przez wdrożenie technik. Dla szeregu technik oczywisty pozytywny efekt nie może być opisany dokładną liczbą, tym niemniej niektóre z tych technik są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT.

Jeśli nie podano inaczej, to emisje wyrażone liczbowo, prezentowane w następujących rozdziałach BAT, są dziennymi wartościami średnimi. W przypadku emisji do powietrza są one oparte na warunkach normalnych 273 K, 101,3 kPa i gazie suchym.

Zrzuty do wody podawane są jako średnia wartość dzienna 24-godzinnej próbki zbiorczej powiązanej z natężeniem przepływu lub próbki zbiorczej (powiązanej z natężeniem przepływu) pobieranej przez rzeczywisty czas pracy (dla zakładów niepracujących na trzy zmiany).

## A.5.1 Walcownia gorąca

W przypadku **składowania i przenoszenia surowców i materiałów pomocniczych** następujące techniki uważane są za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Zbieranie rozlań i przecieków przy zastosowaniu odpowiednich rozwiązań, np. dołów bezpieczeństwa i drenowania.
- Oddzielanie oleju od zanieczyszczonej wody ściekowej i ponowne wykorzystanie odzyskanego oleju.
- Uzdatnianie oddzielonej wody w oczyszczalni wody.

Ogólnie rzecz biorąc, najlepszym sposobem ograniczania negatywnego wpływu na środowisko z operacji **oczyszczania powierzchni i przygotowywania materiału wsadowego** jest uniknięcie potrzeby oczyszczania. Dlatego poprawa jakości powierzchni wyrobów odlewanych, która zmniejsza potrzebę oczyszczania powierzchni, uważana jest za najlepszą dostępną technikę BAT.

Ponadto następujące środki zostały zidentyfikowane jako najlepsze dostępne techniki BAT dla oczyszczania powierzchni i przygotowywania (kondycjonowania) materiału wsadowego:

W przypadku **maszynowego oczyszczania płomieniowego**:

- Obudowy dla urządzeń maszynowego oczyszczania płomieniowego i ograniczanie zapylenia za pomocą filtrów tkaninowych. Uzgodniono, że technika ta stanowi najlepsze dostępne techniki BAT, ale pojawiły się różnice stanowisk na temat związanego z nią poziomu emisji i Techniczna Grupa Robocza (TWG) zanotowała różnicę stanowisk. Jeden zakład raportował, że osiągnął poziomy emisji pyłu 5 – 10 mg/m<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie spierały się (bez danych potwierdzających dla tego rodzaju instalacji), że zazwyczaj za pomocą filtrów tkaninowych można osiągnąć poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup> i że jest to poziom, jaki powinien być związany z BAT. Inni zwracali uwagę, że właściwym poziomem jest < 20 mg/Nm<sup>3</sup>.
- Stosowanie filtra elektrostatycznego tam, gdzie filtry tkaninowe nie mogą być eksploatowane z powodu bardzo mokrego gazu odlotowego. Nie były dostępne żadne dane na temat emisji pyłów dla indywidualnych instalacji, ale raportowane aktualne poziomy emisji mieściły się w zakresie od < 20 mg/Nm<sup>3</sup> do 20 – 115 mg/m<sup>3</sup>. W oparciu o informacje przedłożone przez członków Technicznej Grupy Roboczej (TWG) na temat ogólnie osiągalnych poziomów pyłu po oczyszczaniu w filtrach elektrostatycznych<sup>3</sup> stosowanych do usuwania tlenku i pyłu w sektorze przetwórstwa żelaza i stali (FMP), Europejskie Biuro IPPC w Sewilli (EIPPCB) zaproponowało, by odpowiadający BAT poziom pyłu wynosił 15 – 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Zaintervenowała przemysłowa organizacja pozarządowa (NGO), twierdząc, że poziom ten wynosi 20 – 50 mg/m<sup>3</sup>; natomiast Państwa Członkowskie utrzymywały, że powszechnie osiągalne poziomy emisji po oczyszczaniu w filtrach elektrostatycznych wynoszą < 10 mg/Nm<sup>3</sup> i że taki powinien być poziom emisji związany z BAT. Techniczna Grupa Robocza (TWG) nie była w stanie osiągnąć zgody na temat poziomu odpowiadającego BAT i zarejestrowano różnicę stanowisk.
- Oddzielne zbieranie zgorzeliny/ drobnych opiłków z oczyszczania płomieniowego. Niezaolejona zgorzelina powinna być trzymana oddzielnie od zaolejonej zgorzeliny walcowniczej dla łatwiejszego ponownego wykorzystania w procesach metalurgicznych.

W przypadku **szlifowania**:

<sup>3</sup> Sprawność redukcji 95 – 99%, wielkość ziarna > 0,1 µm i zawartość pyłu na wlocie do 100 mg/m<sup>3</sup>, poziomy pyłu na wylocie z filtra elektrostatycznego (EP) 15 – 20 mg/Nm<sup>3</sup>, informacja [EUROFER HR].

- Obudowy urządzeń szlifowania maszynowego i wydzielone kabiny, wyposażone w okapy zbiorcze dla szlifowania ręcznego i ograniczanie zawartości pyłu w wyciąganym powietrzu przez przepuszczanie go przez filtry tkaninowe.

Członkowie Technicznej Grupy Roboczej (TWG) byli zgodni, że technika ta stanowi najlepsze dostępne techniki BAT, ale nie uzgodniono stanowiska co do związanego z nią poziomu emisji. Dane na temat emisji, zaczerpnięte z różnych źródeł wskazują, że aktualny zgłaszany zakres emisji dla szlifowania wynosi 1 – 100 mg/m<sup>3</sup>. Przemysł zgłaszał dane dotyczące stosowania filtrów tkaninowych z wynikowymi poziomami pyłu < 30 mg/Nm<sup>3</sup> i 20 – 100 mg/Nm<sup>3</sup> (dla filtrów różnego rodzaju). Biorąc pod uwagę zakres o niższym poziomie emisji i informacje przedłożone przez członków Technicznej Grupy Roboczej (TWG) na temat ogólnie osiągalnych poziomów pyłu dla filtrów tkaninowych,<sup>4</sup> stosowanych do usuwania tlenku i pyłu w sektorze przetwórstwa żelaza i stali, zaproponowano poziom związany z BAT < 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie sprzeciwiły się temu, twierdząc (w oparciu o bardzo ograniczone dane), że ogólnie rzecz biorąc, filtry tkaninowe mogą osiągać emisje poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup> i że taki powinien być poziom związany z najlepszymi dostępnymi technikami BAT.

Ponadto w przypadku wszystkich procesów oczyszczania powierzchni:

- Uzdatnianie i ponowne wykorzystywanie wody ze wszystkich procesów oczyszczania powierzchni (oddzielanie składników stałych).
- Wewnętrzne zawracanie do procesu, lub sprzedaż do recyklingu zgorzeliny, drobnych opiłków i pyłu.

Emisje do powietrza z **pieców grzewczych lub z pieców do obróbki cieplnej** zawierają NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> i pył. W przypadku pyłu nie są stosowane żadne konkretne środki obniżające jego zawartość. Generalnie emisje pyłu mieszczą się w zakresie 4 – 20 mg/Nm<sup>3</sup>, ale zgłaszano wartości tak niskie jak 2,2 mg/Nm<sup>3</sup>.

Na etapie projektowania powinny być brane pod uwagę ogólne środki opisane w rozdziale A.4.1.3.1. Mają one na celu zmniejszenie zużycia oraz ograniczanie emisji do powietrza z pieców grzewczych i z pieców do obróbki cieplnej (zwłaszcza jeśli chodzi o NO<sub>x</sub>). Szczególną uwagę należy poświęcić sprawności energetycznej i odzyskowi ciepła odlotowego, np. przez zastosowanie odpowiedniej izolacji pieca, izolacji rur/ szyn ślizgowych, odpowiedniej strefy odzysku ciepła z wsadu itd. oraz redukcji emisji do powietrza, np. przez wybór i miejsca zainstalowania palników.

Ponadto w istniejących piecach mogą być zastosowane następujące środki, uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla pieców grzewczych i pieców do obróbki cieplnej:

- Unikanie nadmiaru powietrza i strat ciepła podczas ładowania za pomocą środków operacyjnych (minimalne otwarcie drzwi konieczne do ładowania) lub środków konstrukcyjnych (instalacja drzwi wielosegmentowych dla szczelniejszego zamknięcia).
- Rozważny wybór paliwa (w niektórych przypadkach, np. przy gazie koksowniczym, może być potrzebne odsiarczanie) i wdrożenie automatyzacji oraz regulacji pieca dla optymalizacji warunków spalania w piecu. Zależnie od stosowanego paliwa poziomy SO<sub>2</sub> związane z BAT są następujące:
 

– dla gazu ziemnego	< 100 mg/Nm <sup>3</sup>
– dla wszystkich innych gazów i mieszanek gazowych	< 400 mg/Nm <sup>3</sup>
– dla oleju opałowego (< 1 % S)	do 1700 mg/Nm <sup>3</sup>

<sup>4</sup> Sprawność redukcji 95 – 99%, wielkość ziarna (> 0,1 µm) > 0,5 µm i zawartość pyłu na wlocie do 500 mg/Nm<sup>3</sup>, poziomy pyłu na wylocie dla filtra tkaninowego (FF) 1 – 20 mg/Nm<sup>3</sup>, [EUROFER HR].

W Technicznej Grupie Roboczej (TWG) istniała różnica stanowisk odnośnie tego, czy ograniczenie zawartości siarki do  $< 1\%$  w oleju opałowym może być uważane za odpowiadające BAT. Niektórzy eksperci uważali tę granicę za wystarczającą dla BAT, podczas gdy inni wyrażali pogląd, że związane z nią emisje osiągające  $1700 \text{ mg SO}_2/\text{Nm}^3$  na to nie pozwalają. Uważali oni, że najlepszym dostępnym technikom BAT odpowiada niższa zawartość S lub zastosowanie dodatkowych środków redukcji  $\text{SO}_2$ .

- Odzysk ciepła zawartego w gazach odlotowych
  - przez podgrzewanie wsadu
  - przez systemy palników regeneracyjnych lub rekuperacyjnych
  - przez kocioł odzysknicowy lub wyparkowe chłodzenie rur/ szyn ślizgowych (tam gdzie jest zapotrzebowanie na parę)

Dzięki zastosowaniu palników regeneracyjnych można osiągnąć oszczędności energii rzędu 40 – 50 %, z raportowanymi możliwościami redukcji  $\text{NO}_x$  do 50%. Oszczędności energii wynikające z użycia rekuperatorów lub palników rekuperacyjnych wynoszą około 25 % z raportowanymi osiągalnymi redukcjami  $\text{NO}_x$  wielkości około 30 %. (50 % w połączeniu z palnikami z niskimi emisjami  $\text{NO}_x$ ).

- Stosowanie palników drugiej generacji, pozwalających na uzyskiwanie niskich poziomów emisji  $\text{NO}_x$ , z poziomami emisji  $\text{NO}_x$  250 – 400  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  (3 %  $\text{O}_2$ ) bez podgrzewania powietrza i raportowanej możliwości redukcji  $\text{NO}_x$  około 65 % w porównaniu z palnikami tradycyjnymi. Przy ocenie sprawności środków redukcji  $\text{NO}_x$  należy zwrócić uwagę nie tylko na osiągnięte stężenie, ale na względne poziomy emisji. W niektórych przypadkach stężenia  $\text{NO}_x$  mogą być wyższe, ale masa emitowanych  $\text{NO}_x$  może być równa lub nawet mniejsza. Niestety, obecnie dostępne dane dla stężeń  $\text{NO}_x$  i względnych (jednostkowych) emisji  $\text{NO}_x$ , są bardzo ograniczone.

Piece grzewcze nie pracują w stabilnych warunkach podczas uruchamiania i zatrzymywania; w trakcie tych faz poziomy emisji mogą wzrastać.

- Ograniczanie temperatury podgrzewania powietrza.

Wyższe stężenia  $\text{NO}_x$  mogą powstawać w przypadku pieców grzewczych pracujących z podgrzewaniem powietrza spalania. Przedłożono tylko bardzo ograniczone dane na temat stężeń  $\text{NO}_x$  w połączeniu z podgrzewaniem powietrza. Następujące dane, zaczerpnięte z dostępnych raportów ze Zjednoczonego Królestwa WB i IP (UK)<sup>5</sup> wskazują, jakich poziomów emisji  $\text{NO}_x$  można oczekiwać wraz ze wzrostem temperatury podgrzewania powietrza (odsyła się również do części D.2.2):

Temperatura podgrzewania powietrza [°C]	$\text{NO}_x$ [ $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ] <sup>6</sup>
100 - 200	$< 400$
300	do 450
400	do 600
500	do 800
700	do 1500
800	do 2300
900	do 3500
1000	do 5300

Ze wzrostem temperatury podgrzewania powietrza nieunikniony jest znaczny wzrost stężenia  $\text{NO}_x$ . Zatem ograniczanie temperatury podgrzewania może być uważane za środek redukcji  $\text{NO}_x$ . Jednakże korzyści ze zredukowanego zużycia energii i redukcji

<sup>5</sup> Patrz również Część D.3.2, bardziej szczegółowe informacje patrz bibliografia [HMIP-95-003] [ETSU-GIR-45]

<sup>6</sup> Przybliżone szacunki wzięte z wykresu; 3 % tlenu, gaz suchy, warunki normalne.

zawartości SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i CO muszą być porównane z wadami w postaci potencjalnie zwiększonych emisji NO<sub>x</sub>.

Co się tyczy dalszych środków redukcji NO<sub>x</sub>, to informacje na temat aktualnego stosowania selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) i selektywnej redukcji niekatalitycznej (SNCR) w piecach grzewczych zostały odebrane w bardzo późnym stadium powstawania niniejszego opracowania. Zostało potwierdzone, że jeden zakład stosuje SCR w swoich piecach pokrocznych, osiągając poniżej 320 mg/Nm<sup>3</sup> przy wielkości redukcji około 80 % i że inny zakład zainstalował SNCR za swoimi piecami pokrocznymi osiągając poziomy NO<sub>x</sub> 205 mg/Nm<sup>3</sup> (wielkość redukcji ~ 70 %) i 172 mg/Nm<sup>3</sup> (wielkość redukcji ~ 30 %) z amoniakiem w ilości 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

W oparciu o powyższe informacje niektórzy członkowie Technicznej Grupy Roboczej (TWG) stwierdzili, że te techniki są BAT dla sektora jako całości; natomiast inni członkowie uznali, że dostępne informacje na temat szczegółów technicznych i ekonomicznych nie były wystarczające do ostatecznego ustalenia, czy SCR i SNCR są BAT czy nie; zanotowano więc różnicę stanowisk.

Ponadto następujące środki dla minimalizacji zapotrzebowania na energię są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Redukcja straty ciepła w wyrobach pośrednich: przez minimalizację czasu składowania i przez izolowanie kęsisk płaskich/kęsisk (skrzynia zachowania ciepła lub pokrywy cieplne) zależnie od rozplanowania produkcji.
- Zmiana logistyki i składowania pośredniego, aby umożliwić maksymalny stopień ładowania gorącego materiału, bezpośredniego ładowania lub bezpośredniego walcowania (maksymalna wielkość zależy od schematu produkcyjnego i jakości wyrobu).

W przypadku nowych instalacji odlewanie kształtu zbliżonego do kształtu finalnego i odlewanie cienkich kęsisk płaskich są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT - tak więc wyrób do walcowania może być produkowany przy użyciu tej techniki. Przy użyciu powyższych technik produkowana jest już szeroka gama jakości/ gatunków i następuje szybki postęp. Dlatego lista podana w rozdziale A.4.1.3.16 nie powinna być uznana za ostateczną.

W zakresie redukcji zużycia wody i energii za najlepsze dostępne techniki BAT dla **zbijania zgorzeliny** uważane jest śledzenie materiału.

Podczas transportu i składowania tracone są duże ilości ciepła zawartego w wyrobach ciągłego odlewania lub w wyrobach pośrednich. W przypadku redukcji niepożądanego straty energii podczas **transportu walcowanego wsadu** z walcarki wstępnej do zespołu walcarek wykańczających za najlepsze dostępne techniki BAT uważane są urządzenia typu „coil box” lub piec do podgrzewania kręgu do pożądanej temperatury oraz osłony ciepłochronne dla materiału po walcierce wstępnej - aczkolwiek raportowano potencjalnie wyższe ryzyko wad powierzchniowych (zgorzelina zawalcowana) i potencjalne uszkodzenia osłon ciepłochronnych powodowane przez karbowany materiał po walcierce wstępnej. Urządzenia typu „coil box” mogą również być przyczyną zwiększonej liczby wad powierzchniowych.

Podczas walcowania w **zespole kłatek wykańczających** występują niezorganizowane emisje pyłu. Za najlepsze dostępne techniki BAT dla redukcji tych emisji zostały uznane dwie techniki:

- Natryski wodne z następującą po nich obróbką ścieków, w której składniki stałe (tlenki żelaza) są oddzielane i zbierane dla ponownego wykorzystania zawartości żelaza.
- Systemy wyciągowe z oczyszczaniem wyciąganego powietrza przez filtry tkaninowe i zawracaniem zebranego pyłu do procesu. Raportowany aktualny poziom emisji mieścił się w zakresie od 2 – 50 mg/Nm<sup>3</sup>. Biorąc pod uwagę zakres o niższym poziomie emisji

i informacje przedłożone przez członków Technicznej Grupy Roboczej (TWG) na temat ogólnie osiągalnych poziomów pyłu dla filtrów tkaninowych,<sup>7</sup> stosowanych do usuwania tlenków i pyłu w sektorze FMP, zaproponowano poziom odpowiadający BAT < 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie sprzeciwiły się, twierdząc (bez podania danych), że filtry tkaninowe mogą osiągać emisje poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup> i że taki powinien być poziom odpowiadający BAT. Techniczna Grupa Robocza (TWG) nie była w stanie osiągnąć zgody i zanotowano różnicę stanowisk.

W przypadku walcowni rur - okapy zbiorcze i filtry tkaninowe dla niezorganizowanych emisji z klatek walcowniczych nie są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT z powodu małych prędkości walcowania i wynikających z tego niższych emisji.

W przypadku redukcji niezorganizowanych emisji pyłu z prostowania i zgrzewania jako najlepsze dostępne techniki BAT zostały zidentyfikowane okapy odciągowe i późniejsza redukcja zapylenia przez filtry tkaninowe. Nie było żadnych dostępnych danych na temat emisji dla prostowania i zgrzewania, ale zgodnie z ogólnym podejściem odnośnie tego, co jest osiągalne za pomocą filtrów tkaninowych (patrz wyżej) zaproponowano poziom pyłu odpowiadający BAT < 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie sprzeciwiły się, twierdząc (bez podania danych), że filtry tkaninowe mogą osiągać emisje poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup> i że taki powinien być poziom związany z BAT. Techniczna Grupa Robocza (TWG) nie była w stanie osiągnąć zgody i zanotowano różnicę stanowisk.

Najlepszymi dostępnymi technikami operacyjnymi i technikami utrzymania ruchu w przypadku **warsztatów obróbki walców** są:

- Stosowanie odtłuszczania na bazie wody jeśli jest to technicznie możliwe do przyjęcia dla stopnia wymaganej czystości.
- Jeśli muszą być stosowane rozpuszczalniki organiczne, to pierwszeństwo ma być dane rozpuszczalnikom nie-chlorowanym.
- Zbieranie smaru stałego usuwanego z czopów walca i prawidłowe likwidowanie, takie jak spopielanie.
- Obróbka szlamu szlifierskiego przez oddzielanie magnetyczne dla odzysku cząsteczek metalu i zawracanie ich do procesu stalowniczego.
- Likwidowanie przez spopielanie resztek ze ściernic, zawierających olej i smar stały [Com D].
- Osadzanie resztek mineralnych ze ściernic i zużytych ściernic we wgłębieniach terenu.
- Obróbka cieczy chłodzących i emulsji obróbkowych w celu oddzielenia oleju od wody. Prawidłowe likwidowanie resztek oleju np. przez spopielanie.
- Obróbka ścieków z chłodzenia i odtłuszczania jak również z oddzielenia emulsji w oczyszczalni ścieków walcowni gorącej.
- Zawracanie wiór stalowych i żelaznych do procesu stalowniczego.
- Zawracanie zużytych walców (które nie nadają się do regeneracji) do procesu stalowniczego lub do producenta walców.

W przypadku **chłodzenia** (maszyn itd.) za najlepsze dostępne techniki BAT uważane są oddzielne systemy chłodzenia wodnego w obiegach zamkniętych.

<sup>7</sup> Sprawność redukcji 95 – 99 %, wielkość ziarna (> 0,1 µm) > 0,5 µm i zawartość pyłu na wlocie do 500 mg/Nm<sup>3</sup>; poziomy pyłu na wylocie dla filtrów tkaninowych (FF) 1 – 20 mg/Nm<sup>3</sup> [EUROFER HR].

Walcowanie na gorąco prowadzi do powstania ogromnej ilości **wody przemysłowej zawierającej zgorzelinę i olej**. Za najlepsze dostępne techniki BAT uważana jest minimalizacja zużycia i odprowadzanie przez pracujące obiegi zamknięte z wielkościami recyrkulacji > 95 %.

Obróbka wody przemysłowej i redukcja zanieczyszczenia w ściekach z tych systemów - jak opisano przykładami w rozdziale A.4.1.12.2 lub przez inne kombinacje pojedynczych urządzeń oczyszczających – jak w D.10, są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT. Następujące poziomy dozwolone z oczyszczania ścieków odpowiadają BAT:

Zawiesina stała:	< 20 mg/l	
Olej:	< 5 mg/l	(olej oparty na pomiarach losowych)
Fe:	< 10 mg/l	
Cr <sub>całk</sub> :	< 0,2 mg/l	(dla stali nierdzewnej < 0,5 mg/l)
Ni:	< 0,2 mg/l	(dla stali nierdzewnej < 0,5 mg/l)
Zn:	< 2 mg/l	

Ponieważ objętość i zanieczyszczenie ścieków z walcowni rur są podobne do innych operacji walcowania na gorąco, to zanotowano, że takie same techniki i takie same poziomy odpowiadające BAT mają zastosowanie dla walcowni rur.

Zawracanie zgorzeliney walcowniczej (zebranej przy oczyszczaniu wody) do procesu metalurgicznego, jest uważane za BAT. Techniki te są opisane w rozdziale A.4.1.13.2. Dodatkowa obróbka może być potrzebna zależnie od zawartości oleju. Wszystkie zebrane zaolejone odpady/ szlam powinny być odwadniane, aby umożliwić wykorzystanie cieplne lub bezpieczne usuwanie.

Następujące techniki **zapobiegania zanieczyszczeniu wody węglowodorami** (we wszystkich częściach zakładu) zostały zidentyfikowane i są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Profilaktyczne kontrole okresowe i profilaktyczna konserwacja uszczelnień, uszczelek, pomp i rurociągów.
- Stosowanie łożysk i uszczelnień łożysk nowoczesnej konstrukcji dla walców roboczych i walców oporowych, jak również zainstalowanie wskaźników przecieku w liniach smarowniczych (np. przy łożyskach hydrostatycznych). Zmniejsza to zużycie oleju o 50 – 70 %.
- Zbieranie i obróbka zanieczyszczonej wody ściekowej przy różnych odbiornikach (agregaty hydrauliczne), oddzielanie i wykorzystywanie frakcji olejowej (np. wykorzystywanej cieplnie przez wtryskiwanie do wielkiego pieca). Dalsza obróbka oddzielonej wody w oczyszczalni ścieków albo w zakładach wzbogacających z ultrafiltracją lub wyparką próżniową.



## A.5.2 Walcownia zimna

**Rozwijanie** gorąco walcowanej taśmy z kręgów przy wejściu do linii trawienia prowadzi do nieorganizowanych emisji pyłu. W przypadku redukcji tych emisji jako najlepsze dostępne techniki BAT zostały zidentyfikowane dwie techniki:

- Kurtyny wodne połączone z oczyszczaniem powstających ścieków. Usuwane składniki stałe są oddzielane i zbierane do ponownego wykorzystania (zawartość żelaza).
- Systemy wyciągowe z oczyszczaniem wyciąganego powietrza przez filtry tkaninowe i zwracaniem zebranego pyłu do procesu.

Żadne dane na temat emisji dla rozwijania taśmy z kręgu nie były dostępne, ale zgodnie z ogólnym podejściem odnośnie tego, co jest osiągalne przez filtry tkaninowe (patrz wyżej), zaproponowano poziom pyłu odpowiadający BAT < 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie sprzeciwiły się, twierdząc (bez podania danych), że filtry tkaninowe mogą osiągać emisje poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup> i że taki powinien być poziom związany z BAT. Techniczna Grupa Robocza (TWG) nie była w stanie osiągnąć zgody i zanotowano różnicę stanowisk.

Aby zmniejszyć wpływ **wytrawiania** na środowisko, ogólne środki dla redukcji zużycia kwasu i ilości generowanego kwasu odpadowego (potrawiennego) - jak opisano w rozdziale A.4.2.2.1 - powinny być stosowane w jak najszerszym stopniu. Uwzględnione też być powinny już na etapie projektowania; dotyczy to zwłaszcza następujących technik, które są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Zapobieganie korozji stali przez odpowiednie składowanie i transport, chłodzenie itd.
- Wstępne mechaniczne usuwanie zgorzeliny, aby zredukować obciążenie na etapie wytrawiania. Jeśli stosowane jest mechaniczne usuwanie zgorzeliny, to BAT jest zamkniętą jednostką, wyposażoną w system odciągowy i filtry tkaninowe.

Dla śrutowania zostały osiągnięte poziomy emisji pyłu <1 mg/Nm<sup>3</sup>, 2,6 mg/Nm<sup>3</sup>, i 4,5 mg/Nm<sup>3</sup> [FIN 28.3].

- Stosowanie wstępnego wytrawiania elektrolitycznego.
- Stosowanie nowoczesnych, zoptymalizowanych urządzeń do wytrawiania (wytrawianie natryskowe lub turbulencyjne zamiast wytrawiania zanurzeniowego).
- Filtrowanie mechaniczne i recyrkulacja dla przedłużenia żywotności kąpieli trawiących.
- Wymiana jonowa w układzie strumienia bocznego lub elektrodializa (dla kwasu mieszanego) lub inna metoda regeneracji wolnego kwasu (opisana w rozdziale D.6.9) dla regeneracji kąpieli.

W przypadku **wytrawiania kwasem HCl** za najlepsze dostępne techniki BAT uważa się:

- Ponowne wykorzystanie zużytego HCl  
lub
- Za najlepsze dostępne techniki BAT uważana jest regeneracja kwasu przez prażenie natryskowe lub przy użyciu złoża fluidalnego (lub równoważny proces) z recyrkulacją regeneratu do procesu wytrawiania. Zależnie od lokalnych okoliczności, wysokie zużycie kwasu i ilości generowanego kwasu odpadowego oraz oszczędności powszechnie uzyskiwane z regeneracji *mogą* usprawiedliwić inwestycję w instalację regeneracyjną. Do redukcji emisji, zwłaszcza emisji kwasu instalacja regeneracji kwasu musi być wyposażona w instalację z płuczką (jak opisano w rozdziale 4). Raportowano osiągalne

sprawności redukcji > 98 %. Niektóre źródła raportują, że przez stosowanie płukania alkalicznego osiągnięto stężenie HCl < 2 mg/Nm<sup>3</sup>. Techniczna Grupa Robocza (TWG) zgodziła się, że następujące poziomy emisji są związane z regeneracją kwasu (obróbka gazu odpadowego przez absorpcję w płuczkach lub kolumnach adsorpcyjnych):

Pył	20 - 50	mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	2 - 30	mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	50 - 100	mg/Nm <sup>3</sup>
CO	150	mg/Nm <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	180000	mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	300 - 370	mg/Nm <sup>3</sup>

Odzyskiwany stały produkt uboczny Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jest produktem łatwym do sprzedania i jest zewnętrznie ponownie wykorzystywany.

W przypadku procesów **wytrawiania kwasem H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**, za najlepsze dostępne techniki BAT uważane jest odzyskiwanie wolnego kwasu przez krystalizację. Instalacja odzysku musi być wyposażona w skrubery - płuczki powietrza; poziomy emisji związane z tym procesem wynoszą:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 - 10 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	8 - 20 mg/Nm <sup>3</sup>

W przypadku **wytrawiania mieszaniną kwasów**, za najlepsze dostępne techniki BAT uważana jest regeneracja (odzysk) wolnego kwasu (np. przez wymianę jonową w układzie strumienia bocznego lub dializę) lub regeneracja kwasu (np. przez prażenie natryskowe lub przez odparowanie).

Podczas gdy regeneracja wolnego kwasu może mieć rzeczywście zastosowanie do wszystkich instalacji, to zastosowanie procesów regeneracyjnych może być ograniczone z powodów specyficznych dla danego miejsca. Emisje odpowiadające BAT wynoszą:

	<b>Prażenie natryskowe</b>	<b>Odzysk przez odparowanie</b>	<b>Regeneracja kwasu wolnego</b>
<b>Pył</b>	< 10 mg/Nm <sup>3</sup>	proces bezpyłowy	
<b>HF</b>	< 2 mg/Nm <sup>3</sup>	< 2 mg/Nm <sup>3</sup>	żaden
<b>NO<sub>2</sub></b>	< 200 mg/Nm <sup>3</sup>	< 100 mg/Nm <sup>3</sup>	
<b>Woda odpadowa (ścieki)</b>	0,003 – 0,01 m <sup>3</sup> /t	brak danych	0,05 – 0,02 m <sup>3</sup> /t (słaby roztwór kwasu zawierający metal)
<b>Inne odpady</b>	mieszanina tlenków	placok filtracyjny z siarczanami metali	

Wszystkie trzy procesy są w równym stopniu uważane za najlepsze dostępne techniki BAT. Pomimo wad w postaci wyższych emisji do powietrza i większego zużycia energii wybrano prażenie natryskowe z powodu jego wysokiego stopnia odzysku kwasu i związanego z nim niskiego zużycia świeżego kwasu. Ponadto woda odpadowa jest tylko drobną częścią wody odpadowej wytwarzanej przez procesy regeneracyjne. Metale są zasadniczo związane w stałym produkcie ubocznym. Ten mieszaniny tlenek żelaza-chromu-niklu może być ponownie wykorzystany w produkcji metalu.

Proces odzysku przez odparowanie również zapewnia bardzo wysoki stopień odzysku kwasu, a zatem niski poziom zużycia świeżego kwasu, ale z dużo mniejszym zużyciem energii niż prażenie natryskowe. Należy jednak usuwać placok filtracyjny zawierający siarczan metalu.

Za najlepsze dostępne techniki BAT, ograniczające **emisje do powietrza z wanien do wytrawiania** uważane są: całkowite zamknięcie wanien lub wyposażenie ich w okapy i płuczkę wyciąganego powietrza z następującymi poziomami emisji:

<b>Trawienie kwasem HCl:</b> Pył	10 - 20 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	2 - 30 mg/Nm <sup>3</sup> (sprawność redukcji > 98 %)
<b>Trawienie kwasem H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:</b> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 - 2 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	8 - 20 mg/Nm <sup>3</sup> (sprawność redukcji > 95 %)

W przypadku **wytrawiania** stali nierdzewnej **mieszaniną kwasów**, dodatkowo do zamkniętych wanien/okapów i płukania wyciąganego powietrza w płuczkach wymagane są dalsze środki redukcji NO<sub>x</sub>. Następujące techniki są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Płukanie wyciąganych oparów z użyciem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, mocznika itd.;
- lub
- Ograniczenie NO<sub>x</sub> przez dodawanie H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lub mocznika do kąpieli trawiącej;
- lub
- selektywna redukcja katalityczna (SCR).

Z tymi technikami związane są poziomy emisji 200 – 650 mg/Nm<sup>3</sup> dla NO<sub>x</sub> (redukcja 75 – 85%) i 2 – 7 mg/Nm<sup>3</sup> dla HF (redukcja 70 – 80%). Niektóre źródła raportowały poziomy emisji osiągalne dla HF < 2 mg/Nm<sup>3</sup>, ale ponieważ rozpoznano pewne trudności w pomiarze HF, zwłaszcza przy niskich poziomach, to postanowiono, że poziomem odpowiadającym BAT jest zakres podany wyżej.

Jako alternatywa, za najlepsze dostępne techniki BAT uważane jest wdrożenie wytrawiania bez użycia kwasu azotowego (np. opartego na H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) z zamkniętymi wannami lub wyposażonymi w okapy i instalację płukania oparów. Jednakże technika ta nie może być wszędzie stosowana.

Nie jest uważane za BAT dla **ogrzewania kwasów** bezpośrednie wdmuchiwanie pary, ponieważ prowadzi do niepotrzebnego rozcieńczania kwasu. Pośrednie ogrzewanie przez wymienniki ciepła lub (jeśli para dla wymienników ciepła musi być wytwarzana specjalnie) przez spalanie pod powierzchnią cieczy jest uważane za BAT.

Następujące środki zostały zidentyfikowane jako najlepsze dostępne techniki BAT w celu minimalizacji ilości kwaśnych ścieków:

- Systemy płukania kaskadowego z wewnętrznym ponownym wykorzystaniem przelewu (np. w kąpielach trawiących lub płuczkach).
- Dokładne dopasowanie i dobre zarządzanie (gospodarowanie) systemem „wytrawianie – regeneracja kwasu – płukanie”. Niektóre źródła raportują możliwą pracę bez wody odpadowej.
- W każdym przypadku, gdy nie można uniknąć zrzucania wody zakwaszonej z systemu, wymagana jest obróbka wody odpadowej (neutralizacja, flokulacja, itd.). Związane z tym dopuszczalne poziomy po obróbce wody odpadowej wynoszą:

Zawiesina stała:	< 20 mg/l
Olej:	< 5 mg/l (olej oparty na pomiarach losowych)
Fe:	< 10 mg/l
Cr <sub>całk.</sub> :	< 0,2 mg/l (dla stali nierdzewnej < 0,5 mg/l)
Ni:	< 0,2 mg/l (dla stali nierdzewnej < 0,5 mg/l)
Zn:	< 2 mg/l

Członkowie Technicznej Grupy Roboczej (TWG) zgodzili się, że w wyjątkowych przypadkach związanych ze stałą nierdzewną poziomy Cr<sub>całk.</sub> i Ni nie mogą być utrzymane poniżej 0,5 mg/l.

W przypadku **systemów emulsji** następujące techniki są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Zapobieganie zanieczyszczeniu przez regularną kontrolę uszczelnień, orurowania, itd. i kontrole przecieków.
- Ciągły monitoring jakości emulsji.
- Oczyszczanie obiegów emulsji i ponowne wykorzystywanie emulsji dla przedłużenia jej żywotności.
- Obróbka zużytej emulsji w celu zmniejszenia zawartości oleju, np. przez ultrafiltrowanie lub oddzielanie elektrostatyczne.

Podczas procesów **walcowania i wygladzania** zdarzają się niezorganizowane emisje oparów emulsji. Do wyłapywania i redukcji tych emisji najlepszą dostępną techniką BAT jest instalacja systemu odciągowego z obróbką wyciąganego powietrza przez eliminatory mgły (oddzielacz kroplowy). Osiągane poziomy wydajności redukcji wynoszą > 90 %, a związane z technikami poziomy emisji węglowodorów 5 - 15mg/Nm<sup>3</sup>.

W przypadku instalacji pracujących ze stopniem **odtłuszczenia** następujące techniki są uważane za BAT:

- Wdrożenie obiegu środka odtłuszczającego z oczyszczaniem i ponownym wykorzystaniem roztworu odtłuszczającego. Odpowiednimi środkami do czyszczenia są metody mechaniczne i filtrowanie membranowe jak opisano w rozdziale A.4.
- Obróbka zużytego roztworu odtłuszczającego przez elektrolityczne oddzielanie emulsji lub ultrafiltrowanie w celu redukcji zawartości oleju. Oddzielona frakcja olejowa powinna być ponownie wykorzystywana np. cieplnie; oddzielona frakcja wodna wymaga obróbki (neutralizacja itd.) przed zrzuceniem.
- System odciągowy do wyłapywania oparów środka odtłuszczającego i oczyszczenie wyciąganego gazu za pomocą płuczki.

Głównymi zagadnieniami dotyczącymi ochrony środowiska w przypadku **pieców do wyżarzania** są emisje do powietrza z procesów spalania i wydajne wykorzystywanie energii. Najlepszymi dostępnymi technikami BAT do redukcji emisji przy piecach do ciągłego wyżarzania są palniki z niskimi emisjami NO<sub>x</sub> - z wielkościami redukcji 60 % dla NO<sub>x</sub> (i 87 % dla CO) i z poziomem emisji 250 – 400 mg/Nm<sup>3</sup> (bez podgrzewania powietrza, 3% O<sub>2</sub>). Poziom emisji NO<sub>x</sub> dla nieprzelotowych pieców do wyżarzania partiami bez stosowania palników z niskimi emisjami NO<sub>x</sub> i bez podgrzewania powietrza mieści się w zakresie 150 – 380 mg/Nm<sup>3</sup> (bez podgrzewania powietrza, 3% O<sub>2</sub>). Generalnie, oczekiwane poziomy emisji z pieców do wyżarzania wynoszą:

	Piece nieprzelotowe (o pracy przerywanej)	Piece przelotowe (o pracy ciągłej)	
Pył	5 - 10	10 - 20	mg/Nm <sup>3</sup> .
SO <sub>2</sub>	60 - 100	50 - 100	mg/Nm <sup>3</sup> .
NO <sub>x</sub>	150 - 380	250 - 400	mg/Nm <sup>3</sup> .
CO	40 - 100	50 - 120	mg/Nm <sup>3</sup> .
CO <sub>2</sub>	200000 - 220000	180000 – 250000	mg/Nm <sup>3</sup> .

Poziom odniesienia tlenu 3 %

Najlepszymi dostępnymi środkami dla poprawy wykorzystania energii są:

- Podgrzewanie powietrza spalania palnikami regeneracyjnymi lub rekuperacyjnymi. Wyższe stężenia NO<sub>x</sub> mogą powstawać w przypadku pieców do wyżarzania pracujących z podgrzewaniem powietrza spalania. Nie przedłożono żadnych danych na temat stężenia NO<sub>x</sub> w połączeniu z podgrzewaniem powietrza, ale liczby podane dla pieców grzewczych mogą służyć jako wskazówka. Ograniczenie temperatury podgrzewania może być uważane za środek redukcji NO<sub>x</sub>. Jednakże korzyści ze zmniejszonego zużycia energii i redukcji zawartości SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i CO muszą być porównane z wadą w postaci możliwego wzrostu NO<sub>x</sub>.

lub

- Podgrzewanie wsadu przez gazy odlotowe (spaliny).

Dla **wykańczania** taśma stalowa może być zaolejona dla ochrony, co może prowadzić do emisji mgły olejowej. Najlepszymi technikami do redukcji tych emisji są:

- Okapy odciągowe, za którymi zainstalowane są eliminatory mgły i/lub filtry elektrostatyczne. Dane przedłożone dla jednej instalacji przy stosowaniu eliminatora mgły i filtra elektrostatycznego wykazały osiągnięte średnie stężenie mgły olejowej wynoszące 3,0 mg/Nm<sup>3</sup>

lub

- Olejenie elektrostatyczne.

Dalsze operacje wykańczające - **prostowanie i zgrzewanie** - generują niezorganizowane emisje pyłu. Najlepsze dostępne techniki BAT do redukcji tych emisji to okapy odciągowe z odpylaniem za pomocą filtrów tkaninowych. Dane na temat emisji dostępne z jednego zakładu mieszczą się w zakresie 7 – 39 mg/Nm<sup>3</sup>; dane z innego zakładu (praca w niepełnym wymiarze godzin) od 5 – 30 mg/ Nm<sup>3</sup>. Biorąc pod uwagę zakres z niższymi poziomami emisji i informacje przedłożone przez członków Technicznej Grupy Roboczej (TWG) odnośnie ogólnie osiągalnych poziomów pyłu dla filtrów tkaninowych<sup>8</sup>, w zastosowaniu do usuwania tlenków i pyłu w sektorze przetwórstwa żelaza i stali, zaproponowano poziom odpowiadający BAT < 20 mg/ Nm<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie sprzeciwiły się, twierdząc (bez podania danych), że filtry tkaninowe mogą osiągać poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup> i że taki powinien być poziom związany z BAT. Techniczna Grupa Robocza (TWG) nie była w stanie osiągnąć zgody i zanotowano różnicę stanowisk.

W przypadku **chłodzenia** (maszyn itd.), za najlepsze dostępne techniki BAT uważane są oddzielne systemy chłodzenia wody pracujące w obiegach zamkniętych.

W przypadku **warsztatów obróbki walców** walcowni zimnych mają zastosowanie takie same zasady jak dla warsztatów obróbki walców na walcowniach gorących.

**Metalowe produkty uboczne**, złom z cięcia, przednie i tylne końce odpadowe zbierane są na różnych etapach w walcowni. Zbieranie i zawracanie do procesu metalurgicznego uważane jest za najlepsze dostępne techniki BAT.

### A.5.3 Ciągarnie

Proces trawienia, zwłaszcza gdy stosowany jest roztwór kwasu o wysokim stężeniu lub w wysokiej temperaturze, prowadzi do emisji par kwasu. Technologie redukujące emisję

<sup>8</sup> Sprawność redukcji 95-99%, wielkość ziarna (> 0,1µm) > 0,5 µm i zawartość pyłu na wlocie do 500 mg/Nm<sup>3</sup>; poziomy zawartości pyłu na wylocie dla filtra tkaninowego 1-20 mg/Nm<sup>3</sup> [EUROFER HR]

zależne są od rodzaju stosowanego kwasu i sposobu prowadzenia procesu trawienia (nieciągły lub ciągły). Proces trawienia nieciągły w otwartych wannach, stosowany dla przygotowania walcówki opisany jest poniżej. Ciągłe trawienie drutu stosowane jest zwykle w połączeniu z innymi procesami jak np. ogniowym nanoszeniem powłok. Patrz B.5.4

Dla procesu nieciągłego trawienia następujące techniki uważane są za najlepsze dostępne techniki (BAT):

- Trawienie w kwasie siarkowym: dokładna kontrola parametrów roztworu trawiącego (temperatura i stężenie utrzymywane w granicach podanych w Części D/ rozdział D.5.1 "Eksploatacja otwartych wanień trawialniczych"). Jeśli niemożliwa jest eksploatacja w warunkach określonych w D.5.1 za najlepsze dostępne techniki BAT uznawane jest wyciąganie powietrza i oczyszczanie go w płuczkach.
- W przypadku wytrawialni wannowej z wysoką emisją par (np. roztwór trawiący ogrzewany lub o wysokim stężeniu) - instalowanie bocznych wyciągów i konieczne oczyszczanie wyciąganego powietrza zarówno dla trawialni istniejących jak i nowych. Przyjmowany dla BAT poziom emisji HCl wynosi 2 - 30 mg/ Nm<sup>3</sup>.

W celu zmniejszenia zużycia kwasu, redukcji ilości ścieków zawierających kwas oraz zmniejszenia ilości wody odpadowej następujące techniki uważane są za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Trawienie kaskadowe (dla wytrawialni o wydajności 15000 t/r drutu). Dla wytrawialni o mniejszej wydajności - inwestowanie w drugą wannę, związane orurowanie i instalacja sterowania procesem są nieuzasadnione.
- lub
- Odzysk wolnego kwasu i ponowne użycie w wytrawialni
  - Regeneracja kwasu poza zakładem, w którym jest wytrawialnia (regeneracja zużytych roztworów trawiących na miejscu w zakładzie, uważana za najlepsze dostępne techniki BAT przy walcowaniu na gorąco i na zimno - patrz Punkt A.5.2 - jest nieopłacalna dla wytrawialni w ciągarniach. Te instalacje regeneracji, aby pracowały ekonomicznie muszą mieć określoną wydajność. Ilość ścieków z wytrawialni w ciągarniach jest dużo niższa niż ekonomiczny próg pracy takich instalacji).
  - Zawracanie do obiegu zużytego kwasu jako wtórnego materiału wsadowego.
  - Stosownie bezkwasowych metod usuwania zgorzeliny np. przez śrutowanie, jeśli wymagania jakościowe na to pozwalają.
  - Płukanie kaskadowe w przeciwwprądzie [CET -BAT].

W celu zmniejszenia emisji pyłów mydlanych przy ciągnięciu na sucho - zamykanie ciągarok w obudowach (i podłączanie do filtrów lub spełniających podobną rolę urządzeń, jeśli to konieczne) uważane jest za najlepsze dostępne techniki BAT dla wszystkich nowych ciągarok z szybkością ciągnięcia  $\geq 4$  m/s.

Przy niektórych rodzajach ciągarok mających ograniczoną prędkość ciągnięcia ( $< 4$  m/s) rozprzestrzenianie się pyłu smaru jest ograniczone, nawet jeśli nie są obudowane. W tym przypadku dodawanie dodatkowej ochrony w postaci okapu lub obudowy jest dyskusyjne. Przykładem takich ciągarok są jednociągi (ciągarok tylko z jednym bębniem ciągnącym) i wielociągi w liniach połączone z innymi procesami.

Wyposażenie istniejących ciągarok w obudowy umożliwiające sprawną ich eksploatację i konserwację, a zapewniające efektywne wychwytywanie pyłu, jest niemożliwe ze względów konstrukcyjnych.

Przy ciągnięciu na mokro następujące działania uważane są za najlepsze dostępne techniki BAT

- Czyszczenie i zawracanie środka stanowiącego smar ciągarski.
- Obróbka zużytego smaru ciągarskiego w celu zmniejszenia zawartości oleju w smarze odprowadzanym i/lub zmniejszanie ilości ścieków np. przez chemiczne rozbijanie, elektrolityczne rozszczepianie emulsji lub ultrafiltrację.
- Obróbka odprowadzanej wydzielonej wody.

Systemy wielokrotnego użycia wody chłodzącej są uważane za najlepsze dostępne techniki BAT. Najlepszą dostępną techniką obniżającą zużycie wody są zamknięte obiegi chłodzenia dla ciągarek do ciągnięcia na sucho i na mokro.

Spalanie upustów atmosfery ochronnej uważane jest za najlepsze dostępne techniki BAT dla wszystkich pieców nieprzelotowych do wyżarzania partiami, dla pieców ciągłych do wyżarzania stali nierdzewnej i dla pieców do hartowania w oleju i do odpuszczania.

Dla ciągłego wyżarzania drutu ze stali niskowęglowej i patentowania następujące działania uważane są za najlepsze dostępne techniki BAT:

- Dobre wskaźniki świadczące o prawidłowej eksploatacji - jak opisano w rozdziale A.4.3.7: dla kąpieli ołowiowych utrzymywany poziom emisji Pb (ołowiu)  $< 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ , CO (tlenku węgla)  $< 100\text{mg}/\text{Nm}^3$  i TOC (całkowity węgiel organiczny)  $< 50\text{ mg}/\text{Nm}^3$ .
- Oddzielne, chronione od wiatru i deszczu, składowanie odpadów zawierających Pb.
- Zawracanie odpadów zawierających Pb do produkcji w przemyśle metali nieżelaznych.
- Eksploatacja kąpieli hartowniczych w obiegu zamkniętym.

Dla kąpieli hartowniczych w liniach hartowania w oleju za najlepsze dostępne techniki BAT uważane jest odciąganie mgły olejowej i jej usuwanie (jeśli jest to potrzebne).

## A.6 NOWO POWSTAJĄCE TECHNIKI DLA KSZTAŁTOWANIA NA GORĄCO I NA ZIMNO

### A.6.1 Walcownia gorąca

#### A.6.1.1 Oczyszczanie płomieniowe

Stal nierdzewna

- Większa moc szlifierek (zwiększenie wydajności szlifowania i dlatego zmniejszenie emisji/t szlifowanej stali).
- Zabudowanie instalacji bezpośrednio w linii w obrębie maszyny odlewniczej w celu zmniejszenia zużycia energii przez szlifowanie gorącego materiału [HR].

#### A.6.1.2 Piece grzewcze

##### A.6.1.2.1 Palnik bezpłomieniowy

Najnowszym rozwiązaniem jest „**palnik bezpłomieniowy**” lub „**rozproszony płomień**”. Ten typ palnika realizuje tylko dostawę powietrza. Gaz jest podawany przez oddzielne wloty w piecu. Osiągana jest maksymalna recyrkulacja gazów spalinowych.

Możliwe jest osiągnięcie emisji NO<sub>x</sub> na poziomie około 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Dotychczas w przemyśle nie wdrożono palnika bezpłomieniowego w piecu grzewczym. Problem może stanowić regulacja spalania. [HR]

##### A.6.1.2.2 Palnik z ultraniskimi emisjami NO<sub>x</sub>

W palnikach z ultraniskimi emisjami NO<sub>x</sub> osiągany jest duży przepływ gazu. Całkowite mieszanie paliwa i powietrza spalania (oraz spalin) odbywa się w piecu, co sprawia, że płomień nie ma żadnego zakotwiczenia w palniku. W rezultacie ten rodzaj palników może być stosowany tylko przy temperaturach pieca poza temperaturą samorzutnego zapłonu mieszanki paliwo/powietrze.

Można oczekiwać poziomów NO<sub>x</sub> wynoszących 100-200 mg/Nm<sup>3</sup>. Poziomy NO<sub>x</sub> w mniejszym stopniu zależą od temperatury powietrza podgrzewania. [HR]

##### A.6.1.2.3 Wtryskiwanie wody

Celem dodania rozpuszczalnika jako środka ograniczania NO<sub>x</sub> jest zapewnienie, że temperatury ulegają znacznemu obniżeniu w rejonach tworzenia zanieczyszczenia, tak by ograniczyć generowanie zanieczyszczenia przez mechanizm cieplny. W zasadzie można stosować różne substancje w charakterze rozpuszczalników zależnie od ich dostępności. W praktyce wtryskiwanie wody jest najbardziej ekonomicznym rozpuszczalnikiem dla pieców grzewczych i do obróbki cieplnej. Jakość wody wymaganej do stosowania w piecach grzewczych jest dużo niższa niż wody potrzebnej do redukcji NO<sub>x</sub> w turbinach gazowych. W niektórych miejscach może być dostępna para wodna lub azot, ale są one prawdopodobnie droższe niż woda, jeśli chodzi o dodatkowe koszty kapitałowe, i mniej skuteczne, jeśli chodzi o wymagany stosunek masy rozpuszczalnik/paliwo.



Najskuteczniejszą metodą wtryskiwania wody jest zwykle mieszanie jej z paliwem bezpośrednio przed spalaniem; sposób ten jest łatwiejszy w realizacji technicznej i lepiej nadaje się do osiągnięcia równomiernych temperatur płomienia niż metody z rozcieńczaniem powietrza spalania.

System, który ogranicza generowanie NO<sub>x</sub> przez wtryskiwanie wody w celu ograniczenia szczytowych temperatur płomienia w palnikach regeneracyjnych został opisany przez Willsa i Volgta (1993). W tym układzie woda i powietrze są doprowadzane przez środek rury wlotowej gazu paliwowego, która jest koncentryczna z doprowadzeniem gorącego powietrza spalania z regeneratora. „Dwupłynowy” rozpylacz wtryskuje drobniutkie kropelki wody do gazu przed końcem rury zasilającej i krótko potem inicjowane jest spalanie mieszanki gaz/mgła wodna/gorące powietrze, a następnie spalanie ulega stabilizacji.

Co najmniej jeden producent palników (Stordy Combustion Engineering, 1994) byłby w stanie zaoferować wtryskiwanie wody jako technikę ograniczania NO<sub>x</sub>, ale prawdopodobnie możliwi będą też inni dostawcy.

Dane na temat osiągnięć systemów wtryskiwania wody na laboratoryjnych stanowiskach badawczych dla gazu ziemnego i gazu wielkopieczowego/koksowniczego wykazały redukcje NO<sub>x</sub> do 60 - 80 %.

W zasadzie wtryskiwanie rozpuszczalnika mogłoby mieć szerokie zastosowanie jako metoda modyfikacji, pod warunkiem, że możliwe byłoby dokładne mieszanie rozpuszczalnika i paliwa albo powietrza spalania. Obecnie wydaje się, że informacje na temat stosowania wtryskiwania rozpuszczalnika są ograniczone do krótkotrwałych eksperymentów na stanowiskach badawczych.

Możliwe jest, że stabilność płomienia, jak również jego ciąg będą zredukowane,. Wzrost zawartości pary wodnej w produktach spalania mógłby wpływać na generowanie zgorzeli na ogrzewanych wyrobach stalowych.

Z pewnością pojawią się dodatkowe koszty kapitałowe w stosunku do palnika podstawowego. Obejmą one bez wątpienia orurowanie, pompy, wtryskiwacze i system sterowania wtryskiwania wody. Zależnie od źródła wody może zachodzić konieczność posiadania oczyszczalni i magazynu. Co się tyczy innych rozpuszczalników, to będą się one wiązały z podobnymi wymaganiami dotyczącymi orurowania i regulacji.

#### **A.6.1.2.4      Proces Shell de-NO<sub>x</sub>**

**Opis:** SCR z eksploatacją katalizatora w niższych temperaturach 120 °C [Com Holandia].

#### **A.6.1.2.5      Proces regeneracyjny z użyciem węgla aktywnego**

Nie przedłożono żadnych informacji.

#### **A.6.1.2.6      Proces Degussa z użyciem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Nie przedłożono żadnych informacji.

#### **A.6.1.2.7      Proces Bio-de-NO<sub>x</sub>**

Nie przedłożono żadnych informacji.

### A.6.1.3 Zbijanie zgorzeliny

#### A.6.1.3.1 Obrótowy zbijacz zgorzeliny

Zamiast rur rozgałęźnych (pierścieni) zbijających zgorzelinę, wyposażonych w dysze, stosowane są głowice obrotowe wyposażone w 1 do 2 dysz. Dzięki obrotowi głowicy, w połączeniu z ruchem postępowym materiału walcowanego, uzyskuje się dobry efekt czyszczenia przy małym zużyciu wody. Jednakże ta metoda jest do chwili obecnej tylko instalacją doświadczalną i nie została sprawdzona w rzeczywistym praktycznym działaniu.

#### Główne osiągnięte korzyści dla środowiska:

- Mniejsze zużycie wody.
- Mniejsze zużycie energii.

#### Możliwość zastosowania:

- Walcarki wstępne, wykańczające i walcarki blach grubych.
- Nowe i istniejące walcownie gorące wyrobów płaskich.

#### Instalacje:

Boehler Edelstahl (97?)

Huta Baildon, Polska (98?)

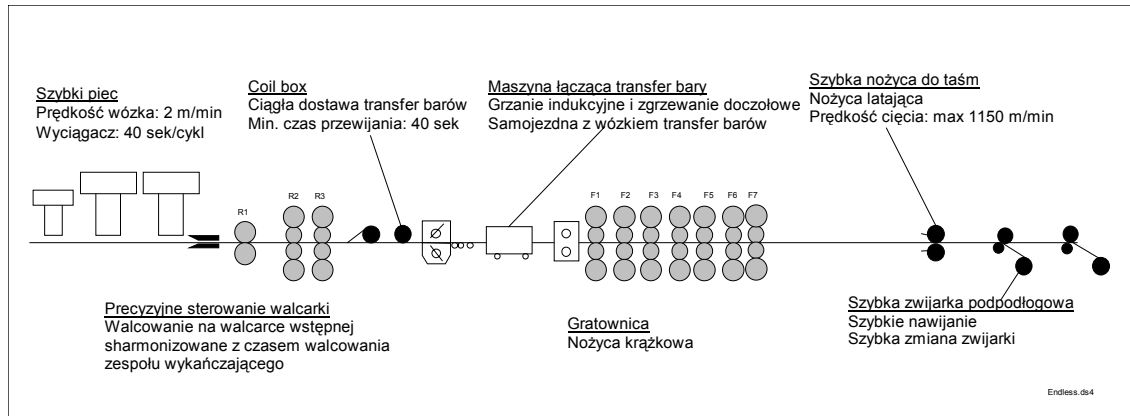
### A.6.1.4 Walcowanie na gorąco i oczyszczanie wody

#### A.6.1.4.1 Walcowanie bez końca

Produkcja taśm walcowanych na gorąco o grubościach  $\leq 1,0$  mm za pomocą klasycznych walcarek będzie trudna z powodu końcowych prędkości walcowania, jakie są potrzebne dla zapewnienia pożądanego wzrostu końcowej temperatury walcowania przez zmniejszenie grubości końcowej taśmy i zmniejszenie dopuszczalnej prędkości transportu na samotoku odprowadzającym.

Jednym ze sposobów przezwyciężenia tych problemów jest tak zwane „walcowaniem bez końca”, w którym pasma pośrednie (materiał przewalcowany przez walcarkę wstępną) są łączone w procesie zgrzewania przed wejściem do grupy klatek wykańczających, aby utworzyć pasmo nie mające końca, które jest dzielone za walcarką wykańczającą na długości odpowiadające pożądanemu ciężarowi kęgów. [HR]

Ten proces został wdrożony w jednym zakładzie w Japonii. Może on zwiększyć całkowitą produktywność walcowni, poprawić uzysk i jakość taśmy, co prowadzi do ogólnej redukcji jednostkowego zużycia energii. Wdrożenie walcowania bez końca wymaga szczególnej troski, aby właściwie łączyć pasma pośrednie w oszczędny sposób. Również systemy sterowania muszą być przystosowane do nowych zadań, ponieważ nie ma już okresów przestoju na nastawianie wstępne. Rysunek A.6-1 przedstawia schematycznie proces walcowania na gorąco niemający końca w hucie Kawasaki Steel Chiba Works. [DFIU-99].



**Rysunek A.6-1: Schemat procesu walcowania bez końca na gorąco**

Korzyściami odnotowanymi przez wspomniany zakład są poprawa jakości taśm (nieznaczna zmiana grubości na całej długości taśm, nieznaczna zmiana szerokości na całej długości taśmy:  $\pm 3 - 6$  mm, małe wahania temperatury zwijania na całej długości taśmy: odchylenie  $\pm 15 - 30$  C), wzrost produktywności (wzrost 20 %, 90 % skrócenie czasu nieoczekiwanej wymiany walca) i wzrost uzysku (zmniejszenie odrzutów z powodu kształtu z końca przedniego i tylnego o 80 % i zmniejszenie ilości wad powierzchniowych z powodu znaków od kleszczy o 90 %). [DFIU-99].

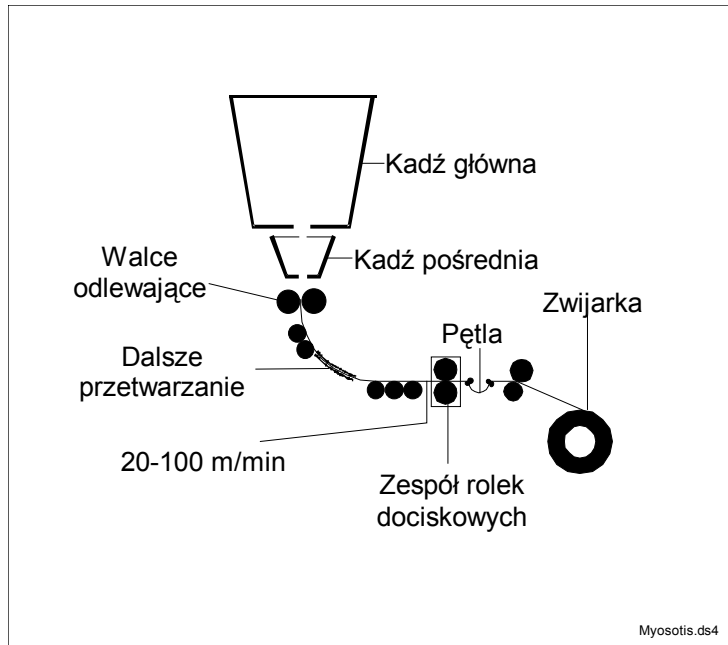
#### A.6.1.4.2 Procedura bezpośredniego odlewania taśm

Od paru lat kilka firm pracuje nad rozwojem technologii dla odlewania taśm. Podczas gdy technologie odlewania cienkich kęsisk płaskich i bezpośrednio połączonego walcowania są zasadniczo udoskonaleniem technologii walcowania klasycznego, to bezpośrednie odlewanie taśm jest nową technologią. Dzięki bezpośredniemu odlewaniu taśmy, która może być później walcowana na zimno, można znacznie skrócić łańcuch procesowy: od ciekłej stali do wyrobu gotowego. Tabela A.6-1 przedstawia porównanie parametrów charakterystycznych dla procesów odlewania kęsisk płaskich, cienkich kęsisk płaskich i bezpośredniego odlewania taśm.

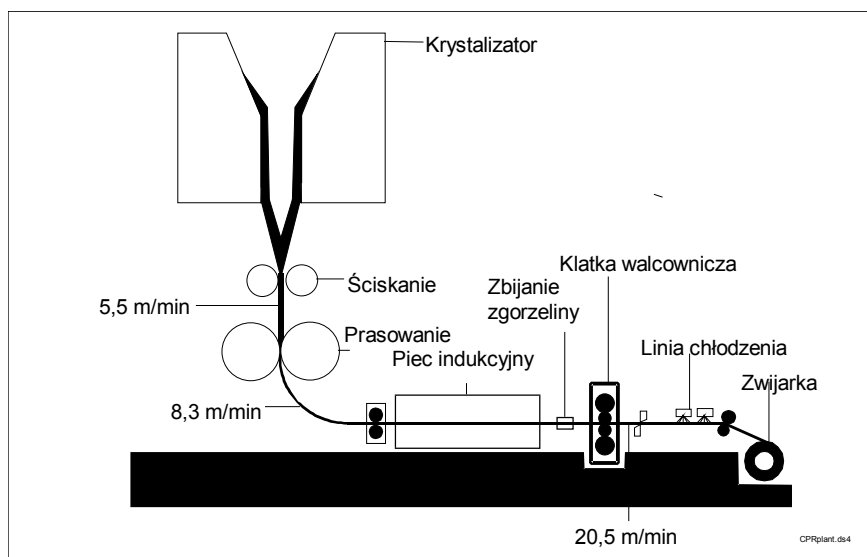
Technologia	Ciągle odlewanie	Odlewanie cienkich kęsisk płaskich	Odlewanie taśm
Grubość wyrobu	150 – 300 mm	20 – 60 mm	2 – 4 mm
Czas krzepnięcia	>600 s	około 60s	<1 s
Prędkość odlewania	1 – 2,5 m/min	4 – 6 m/min	30 – 90 m/min
Średni strumień cieplny w krystalizatorze	1 - 3 MW/m <sup>2</sup>	2 – 3 MW/m <sup>2</sup>	8 – 10 MW/m <sup>2</sup>
Długość metalurgiczna	>10 m	>5 m	<0,5 m
Ciężar kąpieli w urządzeniu do odlewania	>5000 kg	około 800 kg	<400 kg

**Tabela A.6-1: Porównanie wybranych parametrów różnych technologii odlewania [DFIU-99]**

W celu opracowania instalacji odlewania taśm na skalę przemysłową nadal przeprowadzanych jest wiele badań. Rysunek A.6-2 i rysunek A.6-3 przedstawiają zasady dwóch technik (instalacje półprzemysłowe), które zostały opracowane przez kilka firm.



**Rysunek A.6-2: Instalacja doświadczalna dwuwalcowa [DFIU-99]**



**Rysunek A.6-3: Instalacja doświadczalna odlewania, prasowania, walcowania (CPR) [DFIU-99]**

	Typ <sup>1</sup>	Stan <sup>2</sup>	Grubość [mm]	Szerokość [mm]	Rok startu	Uwagi
<b>BHP</b> , Mulgrave, Australia <b>BHP, IHI</b> , Port Kembla, Australia	R/B 2-R	HM Pilot	1 - 2 2	160 1900	1995	
<b>Voest Alpine</b> , Linz, Austria	1½-R	HM	1,15	330	1986	ukośna & pionowa
<b>CRNC-IMI</b> , Boucherville, Kanada <b>CRNC-Projet Bessemer</b> , Boucherville, Kanada	2-2 2-R	HM HM	3 2-5	100 200	1990 (stal) 1992	zasilanie poziome zasilanie pionowe
<b>Shanghai Metal Research Inst.</b> Shanghai, Chiny	2-R	HM				
<b>Clecim</b> , Le Creusol, Francja <b>IRSID</b> , Maizières, Francja <b>IRSID</b> , Maizières, Francja <b>Myosotis</b> , Isbergues, Francja	1½-R 2-R 1-R	HM HM HM	12 2-5 0,2 2,5 2-6	200 200 200 865	1968- 1974	zamknięta
<b>ZFW</b> , Drezno, Niemcy <b>Thyssen</b> , Oberhausen, Niemcy <b>RWTH/Thyssen</b> , Aachen, Niemcy <b>Max Planck</b> , Düsseldorf, Niemcy <b>Krupp Stahl</b> , Siegen, Niemcy <b>Krupp Stahl</b> , Unna, Niemcy <b>Clausthal Uni.</b> Clausthal, Niemcy	2-R 1-R 2-R 2-R 1½-R 1½-R B	HM HM HM HM HM In-pilot HM	0,15-2 0,10-0,30 0,3-2,5 13 1,5-4,5 5-10	30-110 270 150 110 700- 1050 150- 300	1989- 1995	zamknięta zamknięta zamknięta
<b>CSM</b> , Rzym, Włochy <b>CSM</b> , Terni, Włochy	2-R 2-R	HM Pilot	3-25 2-5	150 400 750- 800		

(Pilot = instalacja doświadczalna, In-pilot = instalacja półprzemysłowa)

**Tabela A.6-2: Projekty rozwojowe w zakresie bezpośredniego odlewania taśm [Jahrbuch Stahl 1996]**

<b>NSC/MHI</b> , Kawasaki, Japonia	2-R	HM	0,5-3	100		
<b>NSC/MHI</b> , Hikari, Japonia	2-R	In-Pilot HM	1,5-6	1330		zamknięta
<b>Kawasaki</b> , Chiba, Japonia	2-R	Pilot	0,2/0,8	250- 500		zamknięta
<b>Kawasaki</b> , Chiba, Japonia	2-R	HM	1-3	100		zamknięta
<b>Kobe</b> , Kakogawa, Japonia	2-R	HM	1,5/5	300		zamknięta
<b>Nippon Metal</b> , Sagamihara, Japonia	1½-R		1-4	650		zamknięta
<b>Nippon</b> , Naoetsu, Japonia	1-R	HM				
<b>Stainless Nippon Yakin</b> , Kawasaki, Japonia	2-R	Pilot	1-2,5	600		
<b>Nisshin + Hitachi</b> , Yamaguchi, Japonia	2-R	HM	0,8/5	300		
<b>Nisshin + Hitachi</b> , Hitachi, Japonia	2-R	HM	2,1	600		
<b>Nisshin + Hitachi</b> , Hitachi, Japonia	2-R	HM	2,3	80		
<b>Nisshin + Hitachi</b> , Hitachi, Japonia	2-R	Pilot	2-7	200		
<b>Nisshin + Hitachi</b> , Hitachi, Japonia	2-R	HM		1050		
<b>Pacific Metals</b> , Hachinoe, Japonia						
<b>Pacific Metals</b> , Hachinoe, Japonia						
<b>Waseda Uni.</b> , Tokyo, Japonia						
<b>POSCO RIST Davy</b> , Pohang, Korea	2-R	HM	2-6	350		
<b>POSCO RIST</b> , Davy, Pohang, Korea	2-R	Pilot	3	1050- 1300	1994	stan nieznany
<b>Inst. of Ind. Sc. &amp; Techn.</b> , Pohang, Korea	2-R	HM	1-5	250- 350		
<b>VNIIMETMACH</b> , Moskwa, Rosja	2-R		0,1-0,35	150		
<b>MEFOS</b> , Lulea, Szwecja	6	Pilot	5-10	450	1991	
<b>ASEA-Royal Institute</b> , Sztokholm, Szwecja	2-R	HM		(900)		
<b>British Steel</b> , Teesside, Zjednoczone Królestwo	2 R	HM	1-3	76	1986	
<b>BS-Avesta</b> , Sheffield, Teesside, Zjednoczone Królestwo	2 R	Pilot	2,3-5,5	400	1990	
<b>British Steel</b> , Teesside, Zjednoczone Królestwo	2 R	Zakład doświadczalny na skalę przemysłową	2-7	1550	w badaniu	
<b>Consortium</b> <sup>3)</sup> , Bethelhem, USA	2-R	HM	0,5-2	300	1982	zamknięta
<b>ARMCO-Westinghouse</b> , Middletown, USA	1-R	HM	0,5-0,8	75	<1988	zamknięta
<b>National-Batelle</b> , Columbus, USA	1-R	HM	1,25-1,75	(25 μm)- 1,75		zamknięta
<b>Allegheny/VA</b> , Breckenridge, Lockport, USA	1-R	Pilot	1-3	660- 1220		1220 mm jeszcze nie próbowano

## Tabela A.6-2 ciąg dalszy: projekty rozwojowe w zakresie bezpośredniego odlewania taśm

[Jahrbuch Stahl 1996]

### A.6.1.4.3 Recykling produktów ubocznych

#### Technologie dla recyklingu bez odolejania

##### Wdmuchiwanie do wielkiego pieca

Operacje technologiczne:

Odwadnianie (osuszanie) szlamu i zgorzeliny w niskich temperaturach, dzięki czemu węglowodory pozostają w suchej substancji.

Dodawanie granulatorów w celu doprowadzenia mieszanki do stanu kruchego.

Wdmuchiwanie do wielkiego pieca przez specjalnie zaprojektowane wyposażenie. Zaolejone szlamy mogą być również wtryskiwane w postaci ciekłej.

#### Techniki odolejania

##### Proces Thermocon (Proces fizycznocieplny do odolejania \*)

Zaolejone szlamy są obrabiane partiami (40 – 45 t/ładunek).

Materiały są ładowane do specjalnego kontenera i ogrzewane do około 130° C.

Wykorzystywanym zjawiskiem chemiczno-fizycznym jest destylacja z parą wodną.

Para łącznie z wodą i węglowodorami odsysana z kontenera jest ogrzewana do około 500° C, a później spalana przy około 1000° C.

##### Proces CED (Chemnitzer Entsorgungsdienst = Służba Usuwania Odpadów w Chemnitz) (\*)

Proces jest oparty na zasadzie odolejania cieplnego.

W przeciwieństwie do metody Thermocon CED jest procesem ciągłym.

Zgorzelina jest transportowana przez ogrzewane rury za pomocą śrub.

Wilgoć (woda) z olejem jest destylowana a następnie skraplana.

##### Proces DCR (Dispersion by Chemical Reaction = Dyspersja przez reakcję chemiczną) (\*)

Zgorzelina z dodatkiem ciekłym i odczynnikiem DCR (np. wapno niegaszone) jest homogenizowana wewnątrz aparatu mieszającego. Węglowodory są wiązane przez generowany  $\text{Ca(OH)}_2$ . Olej pyłowy jest oddzielany od materiału żelaznego przez kombinowane urządzenie przesiewające i sortujące.

##### Proces TRF (Turbuler-Rotor Filter = Rurowy Filtr Obrotowy) (\*)

Oczyszczanie zaolejonej zgorzeliny w pralnicy stosując emulsję woda-środek płuczący

Woda z procesu jest oczyszczana z mieszaniny środek płuczący/olej za pomocą tak zwanego rurowego filtra obrotowego.

Odzyskany olej jest wykorzystywany cieplnie.

##### Proces HD (metoda wysokociśnieniowa) (\*)

Zgorzelina jest oczyszczana z oleju przez natryskiwanie mieszaniny woda/zgorzelina pod wysokim ciśnieniem (około 150-180 barów) i z małej odległości (200-400 mm) na płytę przegrodową.

## **A.6.2 Walcownia zimna**

### **A.6.2.1 Wytrawianie**

#### **A.6.2.1.1 Wodnościerne wstępne zbijanie zgorzeliny (Ishi Clean)**

Szlam zawierający żelazo jest mieszany ze strumieniem wysokociśnieniowej wody obiegowej i jest natryskiwany na powierzchnię taśmy w celu usuwania zgorzeliny.

#### **A.6.2.1.2 Wstępne zbijanie zgorzeliny przez ferromagnetyczny materiał ścierny**

Łupany, ferromagnetyczny materiał ścierny jest porządkowany przez pole magnetyczne i jest mechanicznie dociskany do powierzchni taśmy.



### **A.6.3 Ciągarnia**

Obecnie prowadzone są prace lub badania dotyczące procesu regeneracji kwasu wykorzystującego technologie takie, jak elektrodializa / stosowanie membran. Technologie te, przekształcające cały kwas w kwas wolny a metale w wodorotlenki, są zbyt nowe / niedostatecznie przetestowane / zbyt kosztowne.

Przez analogię do bardziej tradycyjnych procesów wykorzystujących membrany, można spodziewać się krótkiego czasu eksploatacji membran.

## A.7 UWAGI KOŃCOWE

Następujące wnioski i zalecenia dotyczą czasu pracy, źródeł informacji, dostępności i jakości danych, zgodności wśród ekspertów z Technicznej Grupy Roboczej (TWG) i zaleceń dla przyszłych prac.

Przebieg czasowy prac

Sporządzenie niniejszego dokumentu referencyjnego BAT zajęło ok. 2 ½ roku. Głównymi etapami były:

- Pierwsze spotkanie TWG (spotkanie inauguracyjne) 11 - 12.12.97
- Przedstawienie odpowiednich informacji i danych przez TWG:
  - dla rozdziałów 2 luty - październik '98
  - dla rozdziałów 3 kwiecień - październik '98
  - dla rozdziałów 4 lipiec - październik '98
- Pierwsza wersja grudzień 1998
- Pierwsza runda konsultacyjna 16.12.98 - 12.2.99
- Ocena uwag i przeredagowanie:
  - (*odpowiedź na uwagi, wyjaśnienie i*
  - prośba o udzielenie dodatkowych informacji*) maj - lipiec '99
- Prezentacja brakujących informacji/danych: wrzesień - październik '99
- Druga wersja grudzień 1999
- Druga konsultacja 17.12.99 - 17.02.00
- Drugie spotkanie TWG 22-24.03.00
- Prezentacje na temat kontrowersyjnych zagadnień,
  - które pojawiły się podczas 2-go spotkania TWG: 28.03.00 - 19.07.00
- Konsultacja na temat „nowych” rozdziałów 21.07.00 - 18.08.00
  - (*Skorygowane rozdziały 5 i 7 Wnioski & Zalecenia,*
  - Podsumowanie wykonawcze, rozdział 4: Selektywna*
  - redukcja katalityczna i selektywna redukcja niekatalityczna*)
- Końcowa wersja

Źródła informacji

Przedstawiono 65 raportów dotyczących różnych aspektów sektora przetwórstwa żelaza i stali. Raporty te zawierają bardzo różne rodzaje informacji (dane statystyczne, opis technologii produkcji, informacje na temat niektórych działań środowiskowych włącznie ze studium przypadku i danymi nt. emisji/zużycia). Zostały one przygotowane z różnych punktów widzenia; większość z nich koncentruje się tylko na pojedynczych aspektach lub środowiskach, a jedynie bardzo niewiele obejmuje wszystkie aspekty środowiskowe.

Podczas prac nad dokumentem referencyjnym BAT dotyczącym przetwórstwa żelaza i stali, grupy śledzenia przemysłu w zakresie walcowania na gorąco, walcowania na zimno i ciągłego powlekania oraz Europejskie Stowarzyszenie Głównych Galwanizatorów (EGGA) dostarczyły sprawozdania i dokumenty na temat przypisanych im sektorów dotyczące stosowanych technik produkcji i niektórych działań mających na celu ochronę środowiska. Niemcy przedłożyły raport na temat „najlepszych dostępnych technik BAT w niemieckim przemyśle przetwórstwa żelaza i stali”.

Dostępność takich dokumentów jest niezbędna dla wysokiej jakości dokumentu referencyjnego BAT, ale ich użyteczność może być ograniczona, jeśli nie będą one wysłane we wczesnej fazie prac. Opóźnienia w prezentowaniu kluczowych informacji, zwłaszcza na

temat technik rozpatrywanych przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT, doprowadziły do opóźnień w publikacji niniejszego dokumentu referencyjnego BAT.

### **Najlepsze dostępne techniki**

Najlepsze dostępne techniki BAT zostały ustalone dla wszystkich trzech podsektorów przetwórstwa żelaza i stali oraz dla poszczególnych etapów produkcyjnych. Najlepsze dostępne techniki BAT zostały szczegółowo opisane w trzech rozdziałach 5 z podaniem ogólnych informacji i, gdzie było to konieczne, uzasadnienia wyboru danej techniki jako BAT oraz podawanych poziomów emisji związanych z BAT. Streszczenie zawiera wszystkie wnioski dotyczące najlepszych dostępnych technik BAT.

### **Poziom zgodności**

Część A tego dokumentu referencyjnego BAT zawiera kilka różnic stanowisk. TWG nie mogła osiągnąć zgodności w trzech dziedzinach:

- Poziomy pyłu związane z najlepszymi dostępnymi technikami BAT przy stosowaniu filtrów tkaninowych/ filtrów elektrostatycznych
- Środki redukcji NO<sub>x</sub> w piecach grzewczych poprzez selektywną redukcję katalityczną i selektywną redukcję niekatalityczną
- Zawartość S w oleju opałowym

Odnosnie do emisji pyłu TWG zgodziła się, że wylapywanie i filtry tkaninowe są najlepszymi dostępnymi technikami BAT. Istniały jednak dwa główne punkty widzenia odnośnie tego, co można osiągnąć przy pomocy filtrów tkaninowych. W oparciu o swoje doświadczenie i znajomość osiąganych poziomów przemysł proponował wyższy poziom wynoszący 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Niektóre Państwa Członkowskie i organizacje pozarządowe (NGOs) zajmujące się środowiskiem uważały, że odpowiedni poziom związany z filtrami tkaninowymi wynosi poniżej 5 mg/Nm<sup>3</sup>, ale przedstawiono jedynie bardzo niewiele danych liczbowych i dla większości zastosowań nie zaprezentowano żadnych danych na poparcie tego stanowiska (patrz również zalecenia dla przyszłych prac).

Informacje i dane dotyczące selektywnej redukcji katalitycznej i selektywnej redukcji niekatalitycznej w piecach grzewczych otrzymano na bardzo późnym etapie prac; podczas i po drugim spotkaniu TWG. Niektórzy członkowie TWG uważali te techniki za BAT, podczas gdy inni sądzili, że dostępne informacje na temat szczegółów technicznych i aspektów ekonomicznych nie były wystarczające, aby umożliwić podjęcie końcowej decyzji odnośnie tego, czy selektywna redukcja katalityczna i selektywna redukcja niekatalityczna są BAT. Ponieważ powyższa kontrowersja pojawiła się prawie przy końcu realizacji tego zadania, nie było czasu na rozwiązanie pozostałych zagadnień (patrz również zalecenia dla przyszłych prac).

Inną sporną kwestią było zagadnienie ograniczenia zawartości S w oleju opałowym. Chociaż poziom S < 1% może prowadzić do emisji wynoszących aż 1700 mg SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>, to niektórzy członkowie TWG byli zdania, że powinien on stanowić BAT. Inni uważali niższy poziom graniczny S w oleju opałowym lub dodatkowe środki redukcji SO<sub>2</sub> za BAT.

W częściach B i C niniejszego dokumentu referencyjnego BAT osiągnięto wysoki poziom zgodności. Nie zanotowano różnicy stanowisk. Wszystkie strony w procesie wymiany informacji uznały je za wynik możliwy do przyjęcia.

### **Zalecenia dla przyszłych prac**

Za słaby punkt tego dokumentu uznano brak danych i informacji na temat wydajności technik rozpatrywanych przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT, zwłaszcza odnośnie osiąganych poziomów emisji i zużycia oraz odnośnie aspektów ekonomicznych. Dla potrzeb przyszłych przeglądów dokumentów referencyjnych BAT wszyscy członkowie TWG i zainteresowane strony powinny kontynuować zbieranie tych danych i informacji i powinny je udostępniać jak najwcześniej trakcie prac.

Dla znacznej liczby technik rozpatrywanych przy określaniu BAT brakuje informacji lub dostępny jest tylko opis techniczny. Niewiele jest informacji na temat przykładowych zakładów i danych dotyczących rzeczywistej wydajności. W celu rewizji tego dokumentu powinny być dostarczone brakujące informacje. Niektóre z uwzględnionych technik to:

Część A:

- Optymalne pompy wodne dla przepływu laminarnego
- Wdrożenie kaskad kąpieli odtłuszczających
- Wstępne odtłuszczanie gorącej wody
- Wykorzystywanie ciepła do ogrzewania kąpieli odtłuszczającej
- Olejenie elektrostatyczne
- Optymalizacja natrysku olejowego
- Optymalizacja operacji wykańczania
- Oczyszczanie i ponowne stosowanie emulsji szlifierskiej
- System odciągowy (PRETEX/SBT)
- Zewnętrzne wykorzystanie przetworzonych kwaśnych ścieków potrawiennych

Część C:

- Składowanie i transport surowców oraz materiałów pomocniczych
- Wyłapywanie/obróbka emisji z operacji wykańczania rur

Część D:

- Wdrożenie kaskad kąpieli odtłuszczających
- Wstępne odtłuszczanie gorącej wody
- Adsorpcja środków powierzchniowo czynnych i oleju (filtrowanie poprzedzone wytrącaniem)
- Trawienie elektrolityczne
- Oczyszczanie wody płuczającej przy zastosowaniu wymiany jonowej, elektrycznego usuwania żelaza, osmozy odwróconej, utleniającego usuwania żelaza

Kilka technik zaprezentowanych zostało w rozdziale 6 „Nowo powstające techniki”. Postęp w rozwoju i przydatność do stosowania w sektorze przetwórstwa żelaza i stali (FMP) powinny być sprawdzone pod względem możliwości przeniesienia tych technik do rozdziału 4 „Techniki rozpatrywane przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT” i/lub do rozdziału 5 „Najlepsze dostępne techniki BAT”.

Krytykowano, że prezentacja niektórych technik była zbyt pozytywna, gdyż bazowała głównie na informacjach dostawców oraz, że zaprezentowano wyłącznie ich zalety. Dotyczy to głównie procesów regeneracyjnych dla przetworzonych kąpieli obróbkowych, np. przetworzonych ścieków potrawiennych, przetworzonych kąpieli odtłuszczających lub kąpieli zmiękczających. Tutaj od przemysłu wymaga się dostarczania informacji i wyników osiągniętych za pomocą pewnych technik, wraz z opisami wszelkich napotkanych problemów.

Istnieje ogólna potrzeba większej ilości danych, ale przedmiotem szczególnego zainteresowania są dane liczbowe dotyczące emisji NO<sub>x</sub> (stężenia i emisje jednostkowe)

zarówno dla pieców, które stosują podgrzewanie powietrza, jak również dla pieców, które go nie stosują. Takie dane umożliwiłyby dokładniejszą ocenę skuteczności środków redukcji i porównanie zalet i wad oszczędności energii w opozycji do emisji NO<sub>x</sub>.

Potrzeba więcej danych odnośnie osiągniętych poziomów emisji dla różnych etapów produkcyjnych walcowania na gorąco i na zimno (część A), gdzie różnica poziomu stanowisk odnośnie poziomu pyłu związanego z BAT musiała być odnotowana w dokumencie referencyjnym BAT. Zwłaszcza zwolennicy niższego poziomu wynoszącego 5 mg/Nm<sup>3</sup> powinni starać się przedstawić dane uzasadniające ich stanowisko.

Podawano, że liczba instalacji stosujących selektywną redukcję katalityczną (piece przepychowe) może wzrosnąć. Kiedy niniejszy dokument referencyjny BAT będzie poprawiany powinno być dostępnych więcej informacji na temat wyników i przydatności selektywnej redukcji katalitycznej i selektywnej redukcji niekatalitycznej dla pieców grzewczych. Istniejące instalacje selektywnej redukcji katalitycznej i selektywnej redukcji niekatalitycznej będą mieć dłuższą okres eksploatacji, co powinno pomóc w odpowiedzi na krytykę, że dostępne informacje były oparte na zbyt krótkim okresie eksploatacji. Możliwe, że wtedy zostanie rozwiązana rozbieżność, czy techniki te stanowią BAT.

Podczas 2-go spotkania TWG podniesiono kwestię, że grzanie indukcyjne jest najlepszą dostępną techniką BAT dla kilku zastosowań w piecach. W niniejszym dokumencie referencyjnym BAT grzanie indukcyjne jest ujęte jako technika do rozpatrzenia, ale stwierdzono, że dostępne informacje były niewystarczające, aby zdecydować, czy jest ona BAT. Aby umożliwić podjęcie tej decyzji należy zebrać więcej informacji i danych.

Innym poruszonym zagadnieniem była zawartość dioksyny w pyłach z galwanizowania nieprzelotowego (partiami) i potencjalnego ryzyka kumulowania się dioksyny przy recyklingu tych pyłów. Należy kontynuować prace w celu zebrania informacji i danych o rzeczywistych zawartościach dioksyny w pyłach przy normalnej pracy zakładów. Dostępne dane powinny być przekazane do IPPCB i TWG, aby umożliwić ocenę tego problemu i oszacowanie potencjalnego ryzyka.

Zaleca się rewizję niniejszego dokumentu referencyjnego BAT w 2005 roku.