

Polska jest jedynym w Europie i jednym z nielicznych na świecie producentów autobusów z napędem hybrydowym

POLSKA HYBRYDA NA NIEPOLSKICH DROGACH

Paweł Wójcik

Słowo hybryda pochodzi z łaciny (*Hybrida*) i oznacza ni mniej ni więcej tylko potomka Rzymianina z kobietą nie będącą Rzymianką. Dziś oznacza ono połączenie dwóch

nik ten jest jeszcze większy, bo sięga 28–30%. Od 1990 r. emisja CO₂ w transporcie drogowym wzrosła o 22% na skutek coraz większej liczby pojazdów i coraz dłuższych pokonywa-



Nawet 30% europejskiej emisji CO₂ pochodzi z transportu.

całkowicie różnych elementów i znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach, takich jak biologia, polityka, a również w transporcie.

Transport współwinny emisji

Transport jest odpowiedzialny za około 20% światowej emisji dwutlenku węgla. W Europie współczyn-

nych przez kierowców dystansów.

Jedynym sposobem na powstrzymanie tego wzrostu jest ograniczanie emisji CO₂ przez każdy pojazd. Nowe samochody w Europie emitują obecnie 12% CO₂ mniej niż pojazdy, które trafiły na rynek w 1995 r. Tempo zmian technologicznych jest jednak zbyt małe, by producenci osiągnęli cel, którzy sami so-



bie dobrowolnie wyznaczili, czyli zmniejszyli emisję o jedną czwartą na przełomie lat 2008/09. Odpowiada to emisji 140 gramów CO₂ na kilometr.

Z danych Komisji Europejskiej wynika, że samochody producentów europejskich w 2004 r. emitowały

choć spalał 12–15 l benzyny, dzisiaj są to wielkości dwukrotnie mniejsze.

Może to zabrzmieć ironicznie, ale pracom konstrukcyjnym sprzyjają kolejne kryzysy energetyczne. Gdy w latach 70. kraje arabskie zastosowały „broń naftową”, w USA zwrócono

chowując przy tym pełną użyteczność samochodu osobowego.

Innym źródłem napędu budzącym duże zainteresowanie na przyszłość są ogniwa paliwowe, w których wodór ze zbiornika łączy się z tlenem z atmosfery, tworząc wodę, a dodatkowo powstaje energia elektryczna służąca do napędzania pojazdu. Jest to bardzo interesujące rozwiązanie, ale raczej przyszłościowe, choć japoński koncern motoryzacyjny Honda wprowadza właśnie na rynek pierwszy na świecie pojazd zasilany ogniwem paliwowym. Dzisiaj są te ogniwa zbyt kosztowne i nietrwałe, aby mogły znaleźć szerokie zastosowanie.

Zatem można być niemal pewnym, że dla pojazdów bliskiego zasięgu oraz samochodów miejskich przyszłość tkwi w napędzie elektrycznym z nowoczesnymi trwałymi i szybko dającymi się ładować akumulatorami, natomiast dla transportu na dłuższe dystanse zastosowanie znajdą samochody z ogniwami paliwowymi. Ale zanim tak się stanie, konieczne jest rozwiązanie pośrednie.



Energia odzyskiwana w trakcie procesu hamowania gromadzona jest w akumulatorach zamontowanych w widocznym na zdjęciu pojemniku na dachu autobusu.

średnio 161 gramów CO₂ na kilometr, producentów japońskich - 170 g/km, zaś południowokoreańskich - 168 g/km. Natomiast unijna strategia zmierza do ograniczenia emisji nawet do 120 gramów dwutlenku węgla na kilometr, najpóźniej do 2012 r.

Silniki w zdecydowanej większości spalają paliwa węglowodorowe i głównymi produktami ich spalania są CO₂ oraz H₂O. Trudno jest zredukować emisję dwutlenku węgla bez ograniczania możliwości trakcyjnych pojazdu. Można zwiększać sprawność układu napędowego, można zmieniać paliwo na sprężony gaz ziemny (CNG) lub mieszanki techniczne propan-butan (LPG) i tak się czyni. Aczkolwiek zmiany te to nic innego jak mozolne wykorzystywanie prostych rezerw tkwiących w ponadstuletniej konstrukcji panów Forda czy Diesla.

Koncerny samochodowe od szeregu lat szukają rozwiązań dążących do redukcji emisji zanieczyszczeń, zwłaszcza do redukcji zużycia paliw płynnych. I mają na tym polu wiele sukcesów. Jeszcze w latach 60. przeciętny samo-

uwagę na konstruowanie znacznie mniejszych i mniej paliwożernych samochodów. Obecny kryzys wywołany spekulacyjnym wzrostem cen na rynkach paliwowych także przyspiesza prace nad bardziej oszczędnymi pojazdami, a także przyciąga potencjalnych klientów.

Jaka przyszłość transportu?

Wielkie nadzieje wiązano z budową samochodów o napędzie elektrycznym. Niestety, nie weszły one do masowej produkcji i poza niszowymi pojazdami specjalistycznymi nie znajdują praktycznie zastosowania. Przyczyną jest brak wysokosprawnych, lekkich i pojemnych akumulatorów. Dotychczas stosowane akumulatory ołowiane czy żelowe miały bardzo niekorzystną relację swojej wagi do akumulowanej w nim ilości prądu.

Dzisiaj, po pojawieniu się ogniw litowych sytuacja staje się bardziej optymistyczna i obecnie przygotowywane prototypy potrafią pokonywać dystans rzędu 400 km, za-

Hybryda wchodzi na scenę

O samochodach hybrydowych pisaliśmy na naszych łamach wielokrotnie. Pierwszym dostępnym na rynku osobowym samochodem hybrydowym jest zdobywająca coraz większą popularność Toyota Prius. Obecnie można na drogach spotkać wielu jej naśladowców.

Idea napędu hybrydowego opiera się na spostrzeżeniu, że tylko część energii pozyskanej z paliwa służy do przemieszczenia pojazdu wraz z pasażerami. Pozostała część energii jest bezpowrotnie tracona... w układzie hamulcowym, w którym zamieniana jest na ciepło odprowadzane do atmosfery. Zwłaszcza w jeździe miejskiej, ponieważ polega ona na ciągłym oraz naprzemiennym ruszaniu i hamowaniu, szczególnie dużo, nawet 30–35%, energii traconej jest w układach hamulcowych pojazdów.

Próbowano energię hamowania akumulować w układach żyroskopowych, ale były one zbyt skomplikowane i nieefektywne. Okazało się, że

najlepszym sposobem jest przetwarzanie kinetycznej energii jadącego pojazdu w energię elektryczną i późniejsze jej wykorzystanie do napędu pojazdu przez silniki elektryczne.

Zatem układ hybrydowy to pracujące w parze silniki elektryczny i spalinowy, połączone w jeden układ napędowy przy pomocy specjalnej przekładni planetarnej. Napęd na koła może być realizowany albo za pomocą silnika elektrycznego, albo spalinowego, albo gdy jest potrzebna szczególnie duża moc (szybkie ruszanie lub jazda pod górę) i pojazd napędzany jest jednocześnie przez oba silniki.

Silnik elektryczny czerpie energię z akumulatorów, które ładowane są głównie w trakcie hamowania, w którym hamulce cierne zastąpione są hamulcem magnetodynamicznym. Hamulec taki to prądnica, a siła hamowania zależna jest od prądu stojana. Tylko do hamowania awaryjnego lub pełnego zatrzymania pojazdu wykorzystywany jest hamulec klasyczny.

Akumulatory ładowane są także w czasie długotrwałej jazdy z wykorzystaniem silnika spalinowego.

Całym systemem steruje odpowiednio oprogramowany komputer, który sam „wie”, kiedy samochód ma się poruszać za pomocą tylko silnika elektrycznego, kiedy wykorzystywany jest jedynie silnik spalinowy, a kiedy mają pracować oba silniki. Ten sam komputer zarządza też przepływami energii elektrycznej – zarówno jej wykorzystaniem, jak i ładowaniem akumulatorów.

Miasto – wymarzony teren dla hybrydy

Zalety pojazdu hybrydowego dostrzegalne są zwłaszcza w mieście. Tutaj bowiem – jak wcześniej wspomniano – dominuje ciągła zmiana: przyspieszanie i hamowanie. Wielu producentów autobusów rozważało wprowadzenie do produkcji modelu z napędem hybrydowym. Pierwsze seryjne autobusy z takim rozwiązaniem napędu pojawiły się w USA, gdzie w niektórych stanach, na przykład Kalifornii, są szczególnie wysokie wymagania co do emisji zanie-

czyszczeń powietrza.

We wrześniu 2006 roku mieszcząca się w podpoznańskim Bolechowie firma Solaris Bus & Coach zaprezentowała pierwszy w Europie seryjnie produkowany autobus z napędem hybrydowym – Solaris Urbino 18 Hybrid.

Autobus ten bazuje na dotychczasowym szkieletcie ze stali nierdzewnej, stosowanym w całej rodzinie niskopodłogowych autobusów miejskich Urbino produkowanych w zakładach Solaris. Innowacyjny napęd hybrydowego tworzy silnik Diesla oraz dwa silniki elektryczne. Silnik

silnika spalinowego sumowany jest z momentem silnika elektrycznego (blending). Moduł E^v Składa się z 2 silników elektrycznych, 2 synchronicznych sprzęgieł oraz 3 przekładni planetarnych. Moduł E^v wygląda jak tradycyjna skrzynia biegów i waży około 417 kg.

Elementem uzupełniającym hybrydowego systemu napędowego są umieszczone na dachu baterie oraz inwerter. Odpowiednio przetworzona energia, odzyskiwana w trakcie procesu hamowania, gromadzona jest w specjalnych bateriach akumulatorów zamontowanych na dachu autobusu.




Wewnątrz w żaden sposób nie można rozpoznać nowatorskich rozwiązań w tym specyficznym autobusie.

spalinowy zastosowany w autobusie to konstrukcja amerykańska Cummins ISBe5, o mocy 178 kW i pojemności 6,7 litra. Maksymalny moment obrotowy silnika to 1005 Nm przy 1500 obrotach na minutę. Zarówno pojemność, jak i moc silnika jest mniej więcej dwukrotnie mniejsza niż autobusach tradycyjnych podobnej wielkości. Silnik ten spełnia bardzo wyśrubowane normy emisyjne Euro 5, wykorzystując dodatek Ad Blue.

Drugim elementem układu napędowego jest moduł E^v Drive skonstruowany przez firmę Allison Transmission. Jest to centralny element systemu hybrydowego, w którym mo-

czas eksploatacji kompletu baterii niklowo-metalowo-wodorowych NiMH o wadze 437 kg wynosi około 6–7 lat, w zależności od charakterystyki jazdy autobusem. Po tym czasie można je bezproblemowo wymienić, a koszt takiej wymiany dzisiaj wynosi około 10–15 tys. euro.

DPIM, czyli Dual Power Inverter Module to jedna z najważniejszych części elektrycznego systemu Allison. DPIM składa się z dwóch modułów przetwornic AC/DC – DC/AC, których zadaniem jest przetwarzanie prądu stałego z akumulatorów na zmienny o odpowiednim napięciu, zasila-


nie – prąd generowany w prądnicach w czasie hamowania na prąd stały ładujący akumulatory. Zespół inwertera waży około 75 kg. W czasie pracy inwertera wydzielają się spore ilości ciepła i aby nie uległ spaleni, jest chłodzony olejowo.

Ostatnim elementem układu są ułożone na płytach elektroniki 2 moduły sterujące firmy Allison serii 1000/2000. Rolą pierwszej jednostki jest kontrolowanie i zarządzanie pracą napędu hybrydowego, podczas gdy druga jednostka odpowiada za współpracę z innymi układami pojazdu.

I co z tego wynika?

Zacznijmy od kosztów. Przeciętny miejski autobus kosztuje około 300 tys. euro. Autobus hybrydowy jest o połowę droższy. Ale oszczędności w zużyciu paliwa i w zwiększeniu przebiegu powodują, że

dykalaną redukcję zanieczyszczeń, jak około 20–35% mniejsza emisja dwutlenku węgla odpowiedzialnego za efekt cieplarniany, 10–40% mniejsza emisja tlenków azotu oraz 50–97% mniejsza emisja cząstek stałych – rakotwórczych sadz, które towarzyszą silnikom wysokoprężnym od zarania ich istnienia.

Dla pasażerów odczuwalną korzyścią jest mniejszy hałas na zewnątrz i wewnątrz pojazdu.

Są też znaczące korzyści dla serwisu i eksploatacji. Ponieważ autobus hamuje silnikami elektrycznymi, pracującymi w tym czasie jako generatory prądu, a autobus wymaga rzadszej wymiany tarcz i okładzin hamulcowych. Również rzadsze są wymiany oleju w silniku dieslowskim, który jest mniej intensywnie eksploatowany, jak też pracuje pod znacznie mniejszym obciążeniem. Na przykład, przy ruszaniu obciążonego po-

jężenie ruchu, tym większe korzyści z zastosowanie napędu hybrydowego.

Dla kierowcy prowadzenie autobusu z napędem hybrydowym nie oznacza radykalnych zmian w technice jazdy i obsłudze pojazdu. Dzięki rozwiązaniom konstrukcyjnym jest nawet łatwiejsze. Klawiatura sterująca na desce rozdzielczej jest analogiczna do tradycyjnych autobusów. Do obsługi napędu zastosowano sterownik DNR (Drive, Neutral, Reverse). W autobusie z napędem hybrydowym niemal w ogóle nie używa się hamulców. Wyhamowywanie przebiega bowiem poprzez zdjęcie nogi z pedału gazu. Siłę hamowania reguluje się za pomocą sterownika DNR. Dodatkowo sterownik DNR umożliwia podstawową diagnozę układu napędowego.

Dzięki dwóm latom doświadczeń z eksploatacji autobusów hybrydowych, firma Solaris opracowała kolejną generację Solarisa Urbino 18 Hybrid, która jest jeszcze bardziej ekonomiczna i ekologiczna. Innowacja autobusu hybrydowego drugiej generacji dotyczy przede wszystkim zastosowania mniejszego silnika spalinowego i umieszczenie całego układu napędowego w drugim wagonie autobusu.

A kiedy w Polsce?

Paradoksem jest chyba, że Polska jest jedynym w Europie i jednym z nielicznych na świecie producentów autobusów z napędem hybrydowym, a jednocześnie żadne miasto ani firma przewozowa w Polsce nie kupiły takiego pojazdu. Autobusy hybrydowe marki Solaris zakupiły Drezno, Lipsk i Bochum w Niemczech oraz Lenzburg w Szwajcarii.

W grudniu tego roku w Poznaniu ma się odbyć Światowa Konferencja Klimatyczna COP 14. I zapewne z tego powodu władze tego miasta, koło którego przecież te autobusy są produkowane, zdecydowały się na zakup pierwszego w Polsce autobusu hybrydowego. Może doświadczenia z jego eksploatacji wpłyną na decyzje innych, zwłaszcza wielkich miast.

Tekst i zdjęcia: Paweł Wójcik



Deska rozdzielcza z wielkoekranowymi wyświetlaczami oraz układy sterowania jak w zwykłym autobusie (zdjęcie z linii produkcyjnej, zatem brak kierownicy to nie jest nowatorskie rozwiązanie, ale po prostu jeszcze nie została zamontowana).

zwiększone koszty zakupu zwracają się już po 6–7 latach eksploatacji. A czas życia autobusu sięga 15–20 lat.

Oszczędności biorą się przede wszystkim ze znacznego zmniejszenia zużycia paliwa. Sięga ona 15 do 30%, w zależności od warunków drogowych. Zmniejszenie zużycia paliwa oraz korzystniejsze warunki pracy silnika spalinowego powodują ra-

zwiększone koszty zakupu zwracają się już po 6–7 latach eksploatacji. A czas życia autobusu sięga 15–20 lat.

zwiększone koszty zakupu zwracają się już po 6–7 latach eksploatacji. A czas życia autobusu sięga 15–20 lat.