

Wodór – przyszłość motoryzacji?



PIERWSZE AUTO NA WODÓR: HONDA FCX CLARITY.



PIOTR HALLER
PIOTR KARDASZ
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

ZAPASY ROPY NAFTOWEJ STALE SIĘ KURCZĄ, A JEJ ZUŻYCIE CO ROKU ZWIĘKSZA SIĘ O OKOŁO 3%. BENZYNA I OLEJ NAPĘDOWY MOGĄ WKRÓTCE STAĆ SIĘ DOBRAMI LUKSUSOWYMI. ALTERNATYWNYM PALIWEM WYDAJE SIĘ WODÓR

Konstruktorzy samochodów pracują nad wykorzystaniem tego gazu na dwa sposoby: do zasilania ogniw paliwowych wytwarzających energię elektryczną, używaną później w silnikach elektrycznych, oraz do zasilania zwykłych jednostek spalinowych.

Wodór jest najbliższym pierwiastkiem w każdym stanie skupienia. Metr sześcienny wodoru w postaci gazowej waży zaledwie 89,9 g, czyli 14,4 razy mniej niż metr sześcienny powietrza. Charakteryzuje go też wyjątkowo wysoka wartość energii spalania: jeden kilogram ma

jej tyle, co 2,1 kg gazu ziemnego lub 2,8 kg benzyny.

Gaz ten nie występuje na Ziemi w czystej postaci. Można go pozyskiwać ze związków, ale proces produkcji jest bardzo kosztowny, wręcz nieopłacalny. Najprostszym sposobem pozyskiwania wodoru jest elektroliza wody, wymagająca jednak dużej ilości energii elektrycznej. Bilans energetyczny tego procesu jest ujemny – trzeba włożyć więcej energii w wytworzenie wodoru, niż daje on jako paliwo.

Kolejna wada wodoru polega na tym, że ma on małą jednostkową objętościową wartość opałową, co utrudnia jego magazynowanie. Aby pojazd zabrał jak najwięcej wodoru, przechowuje się go w izolowanych zbiornikach kriogenicznych w temperaturze -250°C albo w zbiornikach wysokociśnieniowych w stanie ciekłym. Natomiast wielką zaletą wodoru jest fakt, że produktem jego spalania jest woda, nie zaś szkodliwy dla środowiska dwutlenek węgla, jak w przypadku paliw konwencjonalnych.

Ogniwa paliwowe

Zasadę działania ogniw wodorowych odkrył w 1838 roku niemiecko-szwajcarski chemik Christian Friedrich Schönbein. Na podstawie jego pracy walijski naukowiec sir William Robert Grove zbudował pierwsze działające ogniwo paliwowe. Ogniwa te nie znalazły jednak praktycznego zastosowania aż do lat 60. XX wieku, kiedy Stany Zjednoczone wykorzystywały ich odmianę z membranami polimerowymi albo alkaliczne ogniwo paliwowe jako źródło elektryczności w swoim programie kosmicznym. Dodatkowy atut stanowiła możliwość produkcji wody pitnej.

Ogniwo paliwowe generuje energię elektryczną utleniając paliwa stale dostarczane z zewnątrz. W odróżnieniu od ogniw galwanicznych nie wymaga więc uprzedniego wielogodzinnego ładowania, a jedynie zasilania paliwem. Dzięki temu

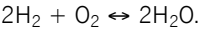
jest gotowe do pracy po krótkim czasie potrzebnym do nagrzania.

Najbardziej popularne są ogniwa paliwowe typu PEM (*proton exchange membrane*), wykorzystujące wymianę protonów poprzez membranę. Moc przez nie dostarczana jest o rząd wielkości wyższa niż w innych ogniwach paliwowych, z wyłączeniem ogniw alkalicznych AFC (*alkaline fuel cells*) – bardzo zaawansowanych, stosowanych w technice kosmicznej.

Ogniwa PEM mogą być zasilane czystym wodorem lub paliwem węglowodorowym poddanym reformingowi. Zdolność do pracy w niskich temperaturach umożliwia szybkie rozpoczęcie pracy. Niewielka grubość układu membrana-elektrody pozwala na kompaktową budowę tego typu urządzeń. Kolejne zalety to brak agresywnych chemicznie płynów, mogących powodować korozję, oraz możliwość pracy w dowolnej pozycji. Oznacza to przydatność ogniw paliwowych typu PEM zarówno do napędu samochodów, jak i zasilania urządzeń przenośnych. Zaangażowanie zespołów badawczych zmniejszyło na tyle koszty wytwarzania, że ze wszystkich typów ogniw konstrukcja PEM jest obecnie najtańsza.

Zasada działania

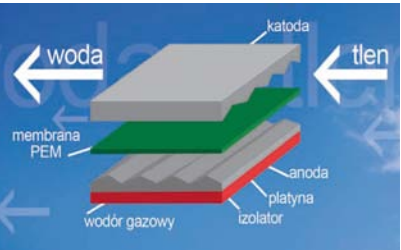
W ogniwie typu PEM wodór dostarczany jest do anody, gdzie w obecności katalizatora platynowego następuje jego rozszczepienie na protony i elektrony. Wolne elektrony przechodzą do zewnętrznego obwodu elektrycznego, protony zaś przepływają przez membranę do katody. Tam – w wyniku łączenia się protonów, elektronów z obwodu zewnętrznego i tlenu z powietrza – powstaje czysta woda i wydzielą się ciepło. Postać sumaryczna reakcji przedstawia się następująco:



Do rozwiązania pozostają jeszcze problemy związane ze starzeniem się ogniw paliwowych. Zanieczyszczenia zawarte w paliwie powodują stopniowe zatykanie porowatych elektrod, co nieuchronnie ogranicza przepływ jonów wodoru i tlenu, zmniejszając wydajność prądową.

Rodzaje ogniw paliwowych					
Ogniwo paliwowe	Temperatura pracy [°C]	Rodzaj elektrolitu	Paliwo	Utleniacz	Sprawność [%]
alkaliczne	80–90	roztwór alkaliczny KOH, NaOH	wodór, tlen	tlen	50–65
polimerowe	70–90	membrana polimerowa	wodór, metanol	tlen, powietrze	50–65
fosforowe	160–220	kwas fosforowy H ₃ PO ₄	wodór, metan	powietrze	35–45
węglanowe	650	węglan potasu K ₂ CO ₃	wodór, metan, gaz węglowy	powietrze	160–220
z tlenków metali	850–1000	stabilizowany cyrkon i itr ZrO ₂ , Y ₂ O ₃	wodór, metan, gaz węglowy	powietrze	50–60

Źródło: „Auto Technika Motoryzacyjna” nr 12/2005



OGNIWO WODOROWE TYPU PEM

Auto wodorowe

W 1918 roku w Stanach Zjednoczonych Charles Frazer zbudował urządzenie zwane Hydrogen Booster, doprowadzające wodór do mieszanki paliwowo-powietrznej w silniku spalinowym. Zapewniało to większą moc silnika, niższe zużycie paliwa oraz mniej zanieczyszczeń osadzających się na elementach układu spalania.

Znane dziś pojazdy hybrydowe mają stanowić etap przejściowy, prowadzący do epoki wodoru. Niestety, rozstanie z ropą i przejście na wodór wymagać będzie rewolucji w elektroenergetyce.

Pierwszym seryjnie produkowanym samochodem na wodór była Honda FCX. Auto zadebiutowało podczas targów motoryzacyjnych w Tokio w 1999 roku, a trzy lata później weszło do sprzedaży w USA i Japonii. Latem 2008 roku na rynku pojawiła się nowa wersja – FCX Clarity. Model ten można było kupić jedynie w Kalifornii w USA oraz w Japonii na zasadzie trzyletniej umowy leasingowej z kosztami 600 USD miesięcznie.

Wodór w tym aucie jest przechowywany w zbiorniku wysokociśnieniowym umieszczonym za tylną kanapą. Zbiornik wykonany z aluminium oblanego materiałem kompozytowym ma pojemność

171 l, co pozwala na zmagazynowanie 3,92 kg wodoru. Wodór spalany z udziałem tlenu w ogniwie paliwowym zamienia energię chemiczną na elektryczną zasilając silnik elektryczny o mocy 100 kW (134 KM) i momencie obrotowym 256 Nm. Efektem spalania jest para wodna. Energia elektryczna przechowywana jest w 288-woltowej baterii litowo-jonowej. Ogniwo paliwowe działa w temperaturach od -20°C, a rozruch jest możliwy od -5°C.

Clarity rozpędza się do 160 km/h, a jej zasięg wynosi ok. 386 km (240 mil). Tankowanie pojazdu wodorem odbywa się na specjalnie przystosowanych stacjach.

Szanse wodoru

Ogniwa paliwowe wykorzystujące wodór z czasem mogą wyprzeć paliwa tradycyjne, produkowane z kurczących się zasobów naturalnych. Niedawno Honda zawarła długoterminową umowę o współpracy z General Motors, aby rozwijać następną generację systemów ogniw paliwowych i technologii magazynowania wodoru. Napęd wodorowy nie jest mrzonką, lecz realną konkurencją dla silnika spalinowego. Nie ogranicza zasięgu auta i nie ma wpływu na jego użyteczność.

Jednak wielu ekspertów nie popiera wodorowego entuzjazmu, twierdząc, że gdyby koncerny motoryzacyjne wydawały ogromne pieniądze inwestowane dziś na badania nad ogniwami paliwowymi na rozwój baterii elektrycznych, to już wkrótce jeździlibyśmy autami elektrycznymi niczym nieustępującymi tradycyjnym pojazdom z silnikami spalinowymi. ■