

Marcin Stachowicz
Wydział Chemii UW

Ogniwa paliwowe – przyszłość samochodów XXI wieku?

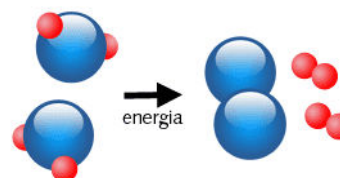
Ekolodzy coraz głośniej straszą ociepleniem klimatu spowodowanym nadmierną emisją gazów cieplarnianych do atmosfery (nie wypuszczają one ciepła zgromadzonego na Ziemi do kosmosu). Ich sztandarowym przykładem jest dwutlenek węgla (CO_2) wydychany przez ludzi i zwierzęta, co niezmiernie cieszy rośliny, które go potrzebują do życia. Niestety jest on również produktem ubocznym wytwarzania energii w samochodach wykorzystujących silniki spalinowe, elektrowniach węglowych, etc.



Przykład tegorocznej zimy każe mi zmienić podejście do ekologów jako ekscentrycznych ludzi, lubujących przywiązywać się do drzew... I może już czas poważnie pomyśleć o zmianie otrzymywania energii na bardziej przyjazną środowisku. Jednym z pomysłów potencjalnie możliwych do wykorzystania w samochodach są właśnie ogniwa paliwowe (FC - *fuel cell*), zdolne do ciągłego przeprowadzania reakcji „spalania elektrochemicznego” paliwa takiego jak węgiel, metan czy wodór.

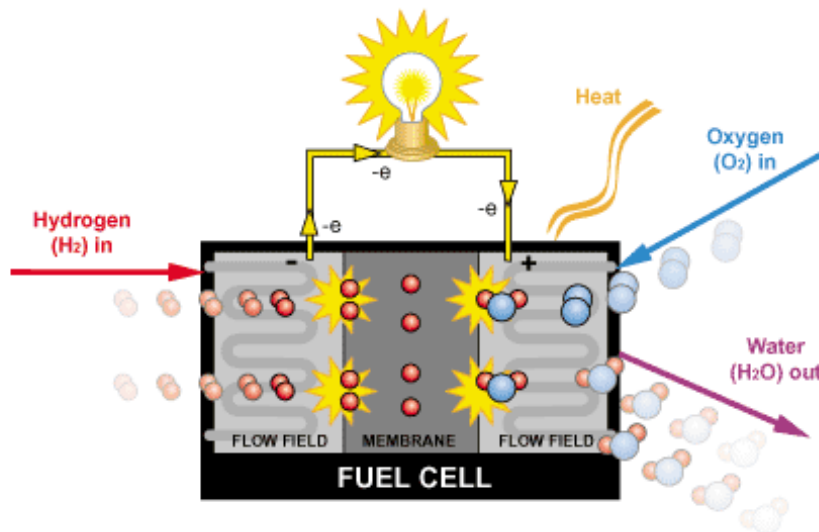
Trochę historii

Pomysł ogniw paliwowych jest bardzo stary. Sama idea powstała na początku XIX wieku kiedy to H.B. Davy ze współpracownikami przeprowadzili elektrolizę wody, rozkładając ją za pomocą prądu elektrycznego na tlen i wodór. Stwierdzili wtedy, że także reakcja odwrotna czyli synteza wody z tych pierwiastków powinna dać



możliwość uzyskania energii elektrycznej. Pierwszym, któremu udało się otrzymać ogniwo paliwowe wodorowo-tlenowe był W. R. Grove w 1839 r. Na przestrzeni lat wynalazek udoskonalano. Był jednak mało konkurencyjny w stosunku do innych ogniw galwanicznych. Gwoździem do trumny okazała się prądnica trójfazowa wynaleziona pod koniec XIX wieku, wykorzystywana w elektrowniach węglowych oraz wodnych. Dopiero współcześnie ogniwa paliwowe znalazły już praktyczne zastosowania. NASA, jako że lubi wszelkie innowacje techniczne, oczywiście musiała wykorzystać to źródło energii (lata 60-te XXw). Wyposażyli w nie wahadłowce kosmiczne min. Apollo, Gemini, stację Skylab.

W motoryzacji również poczynione zostały już pierwsze kroki. Firma BMW w Munchen w 2000r zaprezentowała model 750 hL. Pierwsze komercyjne modele z napędem hybrydowym zademonstrowały Honda i Toyota na przełomie 2002/3 w Japonii i Californii. Ford General Motors, Mazda również pracują nad takimi samochodami. Już w 1994r firma Ballard skonstruowała autobus miejski zasilany ogniwami paliwowymi. Autobusy te kursują na regularnych liniach w Chicago i Vancouver.



Ogniwo paliwowe – jak to działa?

W motoryzacji prawdopodobnie wykorzystywane będą jedynie FC z paliwem wodorowym. Jako jedyne ze znanych dotąd mogą pracować w stosunkowo niskiej temperaturze ok. 100°C dając dobrą wydajność. Schemat

urządzenia znajduje się poniżej. Ogniwo składa się z dodatnio naładowanej elektrody (anody), na której wodór (paliwo) utlenia się do jonu H^+ . Jon ten wędruje przez polimerowy elektrolit (membrana przepuszczająca H^+) w stronę ujemnie naładowanej katody, na której następuje redukcja tlenu z powietrza. Jedynym produktem ubocznym jest woda. Ciepło powstające w procesie wykorzystywane jest do częściowego jej odparowania. Można znaleźć dla niej też praktyczny sposób wykorzystania w samochodzie, wszystko w rękach inżynierów. Proces jest bardzo podobny do tego, który zachodzi w „paluszkach” zasilających nasze piloty do telewizorów. Ideą urządzenia jest zatem zamiana energii chemicznej na elektryczną.



Stacjonarne FC

Opisane powyżej ogniwo z elektrolitem polimerowym (PEM FC) to nie jedyna koncepcja ogniwa paliwowego. PEM FC są jednak najbardziej rozwinięte, dają największą ilość energii na jednostkę objętości ogniwa. Są najprawdopodobniej jedynym kandydatem do zasilania środków transportu przyszłości.

Ich zaletą w stosunku do silników spalinowych jest przeszło dwukrotnie większa sprawność (ok. 60%). Znacząco to, że zdecydowanie większa ilość energii zmagazynowanej w paliwie daje się wykorzystać do napędzania pojazdu.



FC zasilające laptopa

Zalety i wady

Jako że produkt uboczny to woda środowisko jest bezpieczne, a ekolodzy szczęśliwi. Wysoka sprawność też nas bardzo cieszy, bo oznacza to więcej pieniędzy w portfelu. Ludzie mieszkający przy drogach szybkiego ruchu również by odetchnęli, taki samochód byłby dużo cichszy.

Skoro ogniwa paliwowe są takie wspaniałe i wymyślono je już tak dawno, to czemu nie pędzimy po szosach samochodami z silnikami elektrycznymi? Główny problem tkwi w paliwie wodorowym. Mimo że zawiera 2.6 raza więcej niż benzyna energii na jednostkę masy, to zawiera 4 razy mniej niż benzyna energii na jednostkę objętości. Gdybyśmy chcieli tankować gazowy czy ciekły wodór trzeba by mieć ogromny bak albo naprawdę często

tankować. Jako że wodór jest tak mały również szczelność takich zbiorników to duże wyzwanie (zbiornik z ciekłym wodorem - strata 3-4% ilości na dobę). Trzeba jeszcze

pamiętać jak niebezpiecznym materiałem jest wodór w zetknięciu z tlenem z powietrza. Powstaje mieszanina piorunująca i dochodzi do niezwykle silnej eksplozji. Ale jeżdżąc taką bombą może ludzie zaczęliby przynajmniej przestrzegać przepisów ruchu drogowego... Jednak szybką, ale bezpieczną jazdę lubimy, więc naukowcy pracują nad związaniem wodoru w ciele stałym. Nie jest to proste gdyż żeby komercyjnie się taka substancja sprawdziła, musi mieć dużą pojemność magazynującą. Uwalnianie wodoru musi zachodzić w niewysokiej temperaturze a cały proces musi być łatwo odwracalny. No i oczywiście wyprodukowanie tej substancji musi być tanie. Jedną z koncepcji to anoda w ogniwie paliwowym zbudowana z wodoru metalu, gdzie wodór pobierany byłby bezpośrednio z elektrochemicznego rozkładu tego wodoru.

Kolejnym i to większym problemem jest zdobycie paliwa wodorowego. Istnieją zaawansowane projekty otrzymywania wodoru z reformingu (rozkładu) węglowodorów np. metanu (CH_4) w samochodzie. Jednak nie odcinamy się tu od kopalnych źródeł energii. Ponadto dodatkowym produktem jest tu CO_2 , zatem pozostajemy w punkcie wyjścia. Doskonałym źródłem wodoru byłaby elektroliza wody. Niestety aktualna technologia nie jest w stanie wykorzystać tego procesu na szerszą skalę. Energia zmagazynowana w tak otrzymanym paliwie jest mniejsza od energii, jaką trzeba włożyć w jego otrzymanie. Proces jest zatem nieopłacalny, używa się go obecnie do otrzymania wodoru wysokiej czystości dla laboratoriów etc.



“I believe that one day hydrogen and oxygen, which together form water, will be used either alone or together as an inexhaustible source of heat and light” (Jules Verne, *The mysterious island*, 1874)

Miejmy nadzieję, że ten wielki wizjoner nie pomylił się również w tym aspekcie i już niedługo posiadziemy wiedzę jak czerpać energię z wody, której w odróżnieniu od paliw mamy pod dostatkiem i nie jest wcale toksyczna. A my będziemy podjeżdżać naszym elektrycznym samochodem na stację wymieniź zbiornik na wodór, przypominając walizkę tak jak teraz wymienia się butle z gazem...