



Warszawa, 14 sierpnia 2013

Elektrochemiczny krok ku lepszym magazynom wodoru

Nie można opracować dobrych magazynów wodoru z użyciem metali bez wiedzy, jak pierwiastek ten przez nie przenika. W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie udało się zastosować wygodną w użyciu metodę elektrochemiczną do badania dyfuzji wodoru w metalach o dużej reaktywności.

Wodór jest postrzegany jako uniwersalne paliwo przyszłości. Niestety, pierwiastek ten praktycznie nie występuje na Ziemi w stanie wolnym. Trzeba więc go najpierw wytworzyć (np. przez elektrolizę wody) i zmagazynować, by w końcu wykorzystać – najlepiej w ogniwach paliwowych, które przetwarzają energię chemiczną wprost w elektryczną. Lecz magazynowanie wodoru to poważny problem. Wady tradycyjnych zbiorników na gazowy i ciekły wodór zmuszają do poszukiwania innych rozwiązań. Jeden z obiecujących sposobów magazynowania wodoru wykorzystuje zdolność niektórych metali i stopów do łatwego pochłaniania tego pierwiastka. Opracowanie efektywnych magazynów wodoru wymaga jednak dokładnej wiedzy o jego dyfuzji w metalach.

Przenikanie wodoru przez metale najwygodniej bada się za pomocą metod elektrochemicznych. Niestety, zawodzą one w przypadku metali, w których dyfuzja wodoru jest stosunkowo powolna, oraz wtedy, gdy metale silnie reagują z wodnymi roztworami elektrolitów. Problem w szczególności dotyczy magnezu i jego stopów, uważanych za jedne z najbardziej atrakcyjnych materiałów do magazynowania wodoru. „Nam udało się pokonać tę przeszkodę”, mówi prof. dr hab. Tadeusz Zakroczyński, którego zespół od wielu lat prowadzi w Instytucie Chemii Fizycznej PAN (IChF PAN) w Warszawie kompleksowe badania nad wnikaniem, dyfuzją i absorpcją wodoru w metalach.

Aby wprowadzić wodór do wnętrza metalu, można użyć bardzo dużego ciśnienia. Inna metoda, elektrochemiczna, jest prostsza, lecz równie skuteczna. „Stosunkowo niewielka gęstość prądu katodowego, rzędu miliamperów na centymetr kwadratowy, może odpowiadać ciśnieniu gazowego wodoru rzędu kilkudziesięciu tysięcy atmosfer”, wyjaśnia dr Arkadiusz Gajek (IChF PAN).

O tym, jak wodór dyfunduje w metalach, dowiadujemy się zwykle dzięki elektrochemicznym pomiarom szybkości jego przenikania przez próbkę, którą jest membrana rozdzielająca dwa niezależne naczynia elektrolityczne. Z jednej strony membrana jest ładowana wodorem wydzielającym się z roztworu wodnego na katodzie. Atomy wodoru wnikają następnie do membrany, dyfundują przez nią i uchodzą drugą stroną. Tutaj, dzięki odpowiednim warunkom, nie rekombinują, lecz są natychmiast utleniane elektrochemicznie do protonów.

Metodami elektrochemicznymi można nie tylko wprowadzać wodór do metalu, ale także wykrywać atomy wodoru opuszczające membranę. Sposób ten jest niezmiernie czuły. Łatwy do zmierzenia prąd o gęstości jednego mikroampera na centymetr kwadratowy oznacza strumień zaledwie ok. sześciu bilionów ($6 \cdot 10^{12}$) pojedynczych atomów na sekundę na centymetr kwadratowy.

Zespół prof. Zakroczymskiego skonstruował membranę, która pozwala elektrochemicznie wprowadzać wodór do metali o dużej reaktywności i – również elektrochemicznie – go wykrywać. Membrana ma budowę wielowarstwową. Główną warstwę, będącą konstrukcyjną podstawą membrany, wykonano z żelaza. Metal ten wybrano, bo atomy wodoru poruszają się wyjątkowo szybko w sieci krystalicznej żelaza: ich tempo dyfuzji w temperaturze pokojowej jest porównywalne do tempa dyfuzji jonów wodorowych w roztworach wodnych. Dlatego warstwa żelazna w małym stopniu wpływa na szybkość przenikania wodoru przez całą membranę.

Na obie strony żelaznej membrany naniesiono następnie, elektrochemicznie, cienką warstwę palladu. Tak przygotowane membrany były kolejno pokrywane magnezem i (w celach ochronnych) ponownie palladem. Nanoszenie obu pierwiastków wykonano w ramach współpracy z laboratorium prof. Wen-Ta Tsai z National Cheng Kung University w Tainan na Tajwanie.

„Mierzona szybkość przenikania wodoru przez wielowarstwową membranę zależy od dyfuzji wodoru w poszczególnych warstwach. Ponieważ dyfuzja wodoru w żelazie i palladzie jest dobrze zbadana, znając grubości poszczególnych warstw można wydedukować, jaki jest współczynnik dyfuzji wodoru w interesującej nas warstwie magnezu”, wyjaśnia prof. Zakroczymski.

Materiał prasowy przygotowany w ramach grantu NOBLESSE z działania „Potencjał badawczy” 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w 9 zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKTY DO NAUKOWCÓW:

prof. dr hab. **Tadeusz Zakroczymski**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 22 3433234
email: tzakroczymski@ichf.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/>
Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>
Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF130814b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2013/08/ICHF130814b_fot01.jpg

Nowa membrana o warstwowej konstrukcji umożliwia – w połączeniu z odpowiednimi metodami pomiarowymi – elektrochemiczne badanie tempa przenikania wodoru w metalach reaktywnych, takich jak magnez. Na zdjęciu dr Arkadiusz Gajek z Instytutu Chemii Fizycznej PAN w Warszawie. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)