

6/19 (743)

Dwumiesięcznik

cena: 25,00 zł (w tym 8% vat)

58.14.12.0

ISSN 1734-8013



kierunekchemia.pl

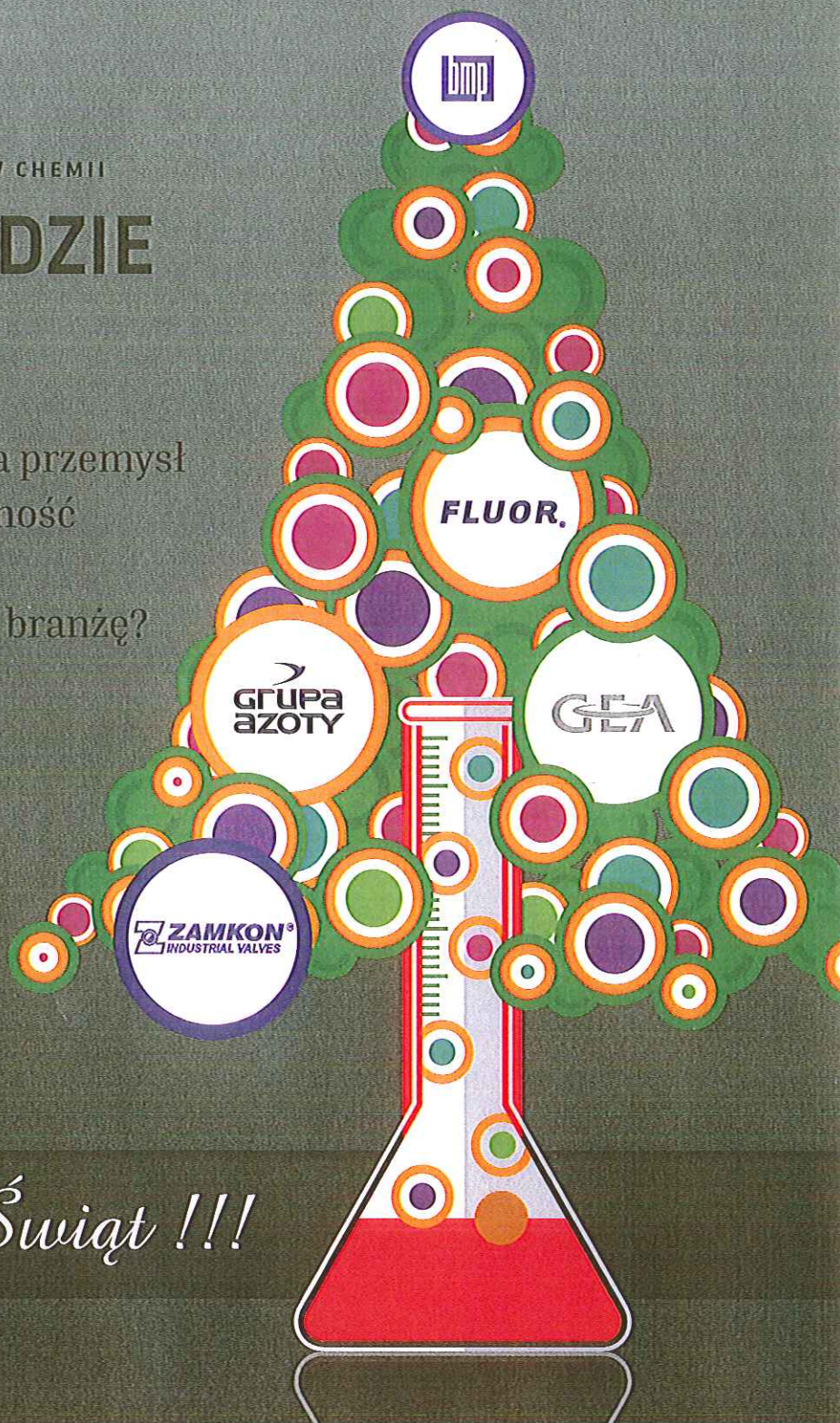
Chemia

PRZEMYSŁOWA

TEMAT NUMERU | ENERGETYKA W CHEMII

CZY MOC BĘDZIE Z NAMI?

- rosnące ceny energii a przemysł
- jak poprawić efektywność energetyczną?
- czy wodór wpłynie na branżę?



Wesołych Świąt !!!

CZY WODÓR TO PALIWO
PRZYSZŁOŚCI? > 42

RYNEK ELEKTROMOBILNOŚCI
W ZAWIESZENIU > 46

REAKTYWACJA
POLSKIEJ SIARKI > 95

WODÓR

– budulec Wszechświata, ziemska anomalia
czy powszechnie dostępne paliwo?

dr inż. Andrzej P. Sikora

Instytut Studiów Energetycznych Sp. z o.o.

Wodór jest powszechnym budulcem otaczającego nas Wszechświata – tego, który rozumiemy i doświadczamy. Aby ten wszechstronny pierwiastek mógł mieć znaczący wkład w czystą energię i być mostem transformacji energetycznej, potrzebna jest nowoczesna technologia jego efektywnego pozyskiwania.

Ziemia jest wielokrotnie powtarzalną, ale jednak w bezmiarze Wszechświata anomalią. Anomalią także, bo wodór na Ziemi jest uwięziony w związkach węglowodorowych i wodzie. Nie występuje w przyrodzie samodzielnie

Aby pisać o wodorze, który jest głównym budulcem wraz z helem znanego nam „otoczenia”, należy na moment wejść w obszar kosmologii, budowy Wszechświata i uzmysłwić sobie, że 95% otaczającego nas właśnie Wszechświata to ciemna energia i ciemna materia, a pozostałe 5% to galaktyki, z Droga Mleczną, gwiazdy, międzygalaktyczny gaz i nasz Układ Słoneczny, a w nim nasza staruszka Ziemia, która wydaje się nam być z tego punktu widzenia oczywistym ewenementem, szczególnym przypadkiem, aby nie powiedzieć wybrykiem – anomalią. Znana nam materia, w tym neutrino, stanowi tylko 1% masy, bo 4% to właśnie wodór i hel. Czysty wodór i czysty hel – a ma to ogromne energetyczne znaczenie.

Rachunek prawdopodobieństwa podpowie, że nasz Układ Słoneczny, Ziemia jest wielokrotnie powtarzalną, ale jednak w bezmiarze Wszechświata anomalią. Anomalią także, bo wodór na Ziemi jest uwięziony w związkach węglowodorowych i wodzie. Nie występuje w przyrodzie samodzielnie.

Wodór to nośnik, magazyn energii. Staje się dostawcą energii, kiedy w procesach syntezy jądrowej (procesy na przykład zachodzące na Słońcu) w wyniku połączenia atomów wodoru w olbrzymich temperaturach staje się budulcem helu, wydając jednocześnie olbrzymie kwanty energii i wolnych neutronów. Reakcja termojądrowa jest głównym, poza energią grawitacyjną, źródłem energii Słońca – energii gwiazd. Ziemianom daleko do możliwości sterowania tym procesem, na razie opanowaliśmy jedynie destrukcję w postaci bomby wodorowej.

Wodór na Ziemi to woda – dwa atomy wodoru i jeden atom tlenu silnie związane. Wodór w dwóch atomach tak nazwany – bo „rodzi wodę”. Olbrzymi ziemski zasób energetyczny, praktycznie niespotykany we Wszechświecie. Związany w cząsteczkę wodór na Ziemi mamy jeszcze w metanie (metan, najprostszy węglowodór, to węgiel i cztery atomy wodoru – CH_4), w węglowodorach, które zmieniły ludzkość, ale to woda wydaje się być łatwiejszym źródłem energii. Oczywiście, że większość wykorzystywanego w procesach technologicznych wodoru w europejskim przemyśle rafineryjnym, chemicznym i petrochemicznym wytwarzamy z metanu, ale to dlatego, że mamy tam lokalnie elektrociepłownie i energię w postaci pary wodnej o odpowiednich ciśnieniach i temperaturze, że mamy tam do dyspozycji drogie katalizatory, które reakcję pozyskania wodoru praktycznie umożliwiają. Drugim i ciągle niestety (bo reakcja ta to tworzenie tzw. gazu syntezowego, która daje duże emisje tlenku i ditlenku węgla) największym źródłem wodoru przemysłowego na Ziemi jest reakcja węgla z wodą – także, jak z metanu do gazu syntezowego.

Woda na Ziemi jest kosmicznym fenomenem, źródłem życia, anomalią poszukiwaną przez naukowców we Wszechświecie. Elektrolizę, czyli wykorzystanie przepływu prądu elektrycznego przez czystą wodę, opanowaliśmy dwieście lat temu i nie umiemy tej

technologii poprawić, ulepszyć, tak zmienić, aby rozbijać cząsteczkę wody tanio, szybko i energetycznie efektywnie.

Wodór jest powszechnym budulcem otaczającego nas Wszechświata, ale nie jest samoistnie dostępny na Ziemi. Musi zostać uwolniony, a na dodatek jeszcze przesłany tam, gdzie jest potrzeba jego użycia.

Rozwój infrastruktury wodorowej jest powolny

Hamuje ten rozwój brak potrzeby (czyli niski popyt), a ceny wodoru dla konsumentów końcowych są wysoce zależne od liczby tankowań. (Proszę sobie wyobrazić taką zależność na stacji benzynowej!). Istnieją stacje, które wydają dziennie tyle wodoru, ile jest tam dostarczane(?).

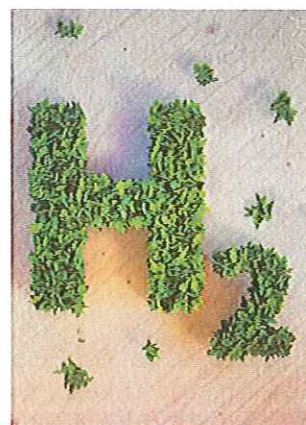
Obecnie, jak podaje Międzynarodowa Agencja Energii IEA, wodór jest prawie całkowicie (hydroliza wody jest znacznie bardziej kosztowna i wymaga jej destylacji) otrzymywany z gazu ziemnego i z węgla (Raport)¹ (produkcja tzw. gazu syntezowego), a jego produkcja – ok. 70 mln t rocznie w formie czystej – dalsze 45 mln t bez uprzedniej separacji – jest odpowiedzialna za łączną roczną emisję CO_2 szacowaną na 830 mln t.

IEA dalej podaje, że istnieją ogromne regionalne różnice w kosztach produkcji wodoru. Gaz ziemny bez CCUS jest obecnie najbardziej ekonomicznym źródłem produkcji wodoru w większości części świata, przy tak niskich kosztach jak np. 1 USD/kg H_2 na Bliskim Wschodzie. Wśród opcji niskoemisyjnych elektroliza wymaga ceny energii elektrycznej 10-40 USD/MWh, aby stać się konkurencyjnym kosztowo dla gazu ziemnego z CCUS (w zależności od lokalnych cen gazu).

WODÓR W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Wodór to pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 1. Jest jednym z najczęściej spotykanych pierwiastków na Ziemi – tym izotopem wodoru jest atom składający się z jednego protonu i jednego elektronu. Standardowo wodór gazowy występuje w formie cząsteczkowej H_2 . Jest bezbarwny, bez smaku czy zapachu. Łatwopalny i nie jest toksyczny. Wodór musi zacząć pełnić główną rolę w transformacji energetycznej ludzkości, bo:

- Wyzwoli wielkoskalową integrację OZE z dotychczasowymi wytwórcami energii.
- To łatwy magazyn energii.
- To bufor wzrostu bezpieczeństwa energetycznego.
- To czysty surowiec dla przemysłu.



Nadszedł czas, aby wykorzystać potencjał wodoru

Obecnie wódór jest wykorzystywany głównie w rafinacji ropy naftowej i do produkcji amoniaku, czyli dalej nawozów sztucznych, śladowo występując w transporcie. Aby ten wszechstronny pierwiastek mógł mieć znaczący wkład w czystą energię i być mostem transformacji energetycznej, należy znaleźć dla niego miejsce w sektorach, w których jest prawie całkowicie nieobecny. Musi się znaleźć w obszarach codziennych, takich jak człowiek, transport, budynki i wytwarzanie energii. Aby to nastąpiło, potrzebna jest nowoczesna technologia jego efektywnego pozyskiwania. Ludzkość nie zna jeszcze takiej taniej technologii. Fantastycznie byłoby również, gdyby była egzoenergetyczna, aby nie potrzebowała więcej energii niż ta, którą później otrzymamy, spalając wódór.

Wódór można stosować znacznie szerzej, pod warunkiem, że będzie powszechnie dostępny w formie czystej. Już ponad dwa lata temu pisaliśmy o hydratach metanu². Bo to bardzo ciekawe źródło wodoru, tylko czy się nam uda? Czy ludzkość otworzy nam nowe horyzonty? Czy znajdzie się nowy Kopernik czy nowy Maxwell³ odkrywający kolejne oczywistości?

W przeszłości miały miejsce fałszywe starty dla technologii wodoru; nasz czas ma być inny. „W tym stuleciu ujarzmimy potęgę gwiazd, źródło energii bogów. Na krótką metę oznacza to wprowadzenie ery energii słoneczno-wodorowej, która zastąpi paliwa kopalne, a w dłuższej perspektywie czasowej – opanowanie syntezy jądrowej, a nawet energii słonecznej z przestrzeni kosmicznej”⁴.

Wódór – pierwiastek wszechstronny

Wódór musi zacząć odgrywać kluczową rolę jako tanie, czyste, bezpieczne paliwo energetyki przyszłości. Wódór może pomóc w rozwiązaniu różnych krytycznych problemów energetycznych. W przywołanym Raporcie IEA pokazuje siedem 7 kluczowych zaleceń dotyczących zwiększania skali wykorzystywania wodoru:

1. Konieczne jest ustanowienie wiodącej roli wodoru w długoterminowych strategiach energetycznych. Na każdym poziomie: krajowym, regionalnym, samorządowym, miejskim czy nawet gminnym (lokalnym) władze powinny (nie tylko mogą) kierować przyszłymi oczekiwaniami co do wykorzystywania wodoru. Także firmy powinny mieć wyraźny długoterminowy plan – cel dla wykorzystania wodoru. Kluczowe sektory obejmują rafinację, chemikalia, produkcję stali i żelaza, fracht i transport długodystansowy, transport lokalny (miejski), budynki oraz wytwarzanie i magazynowanie energii.
2. Konieczna jest stymulacja (wspomaganie popytu) komercyjnego zapotrzebowania na czysty wódór. Czyste technologie wodoru są dostępne, ale koszty produkcji pozostają ciągle zbyt wysokie. Polityki, które tworzą zrównoważone rynki dla czystych paliw, w tym dla wodoru, muszą kłaść nacisk na znaczącym zmniejszeniu emisji CO₂ przy produkcji wodoru z paliw kopalnych. Zwiększając krąg odbiorców, wydłużając łańcuchy dostaw, będziemy tworzyć inwestycje, które mogą przyczynić się do redukcji kosztów, czy to z powodu wykorzystywania niskoemisyjnej energii elektrycznej, czy paliw kopalnych z ograniczoną emisją.
3. Konieczne jest uwzględnianie ryzyka inwestycyjnego pierwszych podmiotów – „startupów”. Nowe zastosowania wodoru, a także technologie dla uzyskiwania wymaganej czystości dostawy wodoru i projekty infrastrukturalne znajdują się w najbardziej ryzykownym punkcie krzywej wdrożenia. Ukierunkowane, dedykowane dotacje, pożyczki, gwarancje i inne narzędzia finansowe powinny pomóc podmiotom prywatnym i nakłonić sektor energetyczny do inwestowania, uczenia się i dzielenia ryzyka i korzyści.
4. Konieczne jest wsparcie obszaru „badania i rozwój” w celu obniżenia kosztów technologii. Oprócz redukcji kosztów, powinny pojawić się tzw. korzyści skali. Badania i rozwój mają kluczowe znaczenie dla obniżenia kosztów i poprawy wydajności, w tym ogniw paliwowych na bazie wodoru paliwa i elektrolizery (technologia wytwarzania wodoru z wody). Działania rządów, w tym wykorzystanie środków publicznych, mają kluczowe znaczenie przy proponowaniu agendy badań i ich wyników, podejmowaniu ryzyka i przyciąganiu prywatnego kapitału do innowacji.
5. Konieczne jest eliminowanie niepotrzebnych barier regulacyjnych i zharmonizowanie norm, przepisów. Deweloperzy projektów napotykają przeszkody, w których przepisy i wymagania dotyczące zezwoleń są niejasne, nieodpowiednie dla nowych technologii, a cele niespójne lub nawet rozbieżne między sektorami i krajami. Dzielenie się wiedzą i harmonizacja norm ma kluczowe znaczenie, w tym w odniesieniu do wyposażenia, bezpieczeństwa i certyfikacji. Złożone i kosztowne łańcuchy dostaw wodoru oznaczają, że rządy, firmy, społeczności i społeczeństwo obywatelskie muszą przeprowadzać regularne konsultacje. Proces musi być jasny i transparentny.
6. Konieczne jest angażowanie się każdego na arenie międzynarodowej. Wszyscy musimy śledzić postępy. Wzmocniona współpraca międzynarodowa jest potrzebna we wszystkich dziedzinach dotyczących wodoru, ale przede wszystkim w zakresie standardów, wymiany dobrych praktyk i działań transgranicznych i infrastrukturalnych. Produkcja i zużycie wodoru muszą być monitorowane globalnie. Ważne jest regularne monitorowanie postępów w osiąganiu długoterminowych celów. Temat wodoru jest tematem globalnym, nie lokalnym.
7. IEA uważa, że w następnej dekadzie należy skon-

centrować się na czterech kluczowych możliwościach dalszego zwiększenia tempa. Opierając się na obecnych politykach, infrastrukturze i umiejętnościach, te wzajemnie się wspierające możliwości mogą pomóc w zwiększeniu skali rozwoju infrastruktury, wzmocnieniu inwestycji, poprawie pewności i obniżeniu kosztów. Są to:

- Wykorzystanie w pełni istniejących obszarów przemysłowych, aby przekształcić je w huby w celu obniżenia kosztów, gdzie produkowany będzie wodór o niższej zawartości śladu węglowego (emisji CO₂).
- Wykorzystanie istniejącej infrastruktury gazu ziemnego, aby pobudzić nowe dostawy czystego wodoru z jej wykorzystaniem.
- Wspieranie flot i korytarzy transportowych, aby zwiększyć liczbę pojazdów napędzanych ogniwami paliwowymi.
- Rozpoczęcie międzynarodowego handlu wodorem. Stwórzmy rynek wodoru.

Mikrorynek w Polsce

Cieszę się, że wola takiego mikrorynku pojawia się w Polsce. Wiodącym wydaje się być PKN ORLEN, który dość jasno precyzuje: „Jeżeli spółki paliwowe chcą w przyszłości istnieć na rynku, to muszą się zastanowić, czym zastąpić ropę i benzynę na stacjach benzynowych. Spółka chce rozwijać również zdolności produkcji wodoru w procesie elektrolizy, a także infrastrukturę do ładowania pojazdów napędzanych w Polsce. Są to początki. Jeżeli chcemy istnieć na rynku jako firma paliwowa, to musimy się liczyć z tym, że coś trzeba zastąpić na stacjach tę benzynę czy

ropę. Oczywiście będą na nich również ładowarki samochodów elektrycznych, bo być muszą. Osobiście nie bardzo widzę auta elektryczne na akumulatory. Bardziej przekonują mnie elektryki na wodór. Samochód na wodór jest autem elektrycznym. Wodór nie jest spalany. On jest przetwarzany w ogniwie paliwowym, wytwarza prąd. To dokładnie to samo, co samochód elektryczny, tylko nie posiada akumulatora, ale ogniwo wodorowe. Różnica pomiędzy takimi pojazdami jest widoczna, jeśli chodzi o ich zasięg. W przypadku aut Toyoty napędzanych wodorem wynosi on 500-700 km. Jeżeli chodzi o transport ciężki, czyli autobusy i samochody ciężarowe, to oczywiście nie wchodzi w grę akumulator, ponieważ aby przejechać 1000-1200 km musiałby on zajmować pół powierzchni ciężarówki. To mógłby zapewnić wodór. W Polsce nie ma jeszcze stacji wodorowych, ale PKN ORLEN chce rozwijać obiekty tego typu w Polsce”⁵.

Przypisy

- 1 The Future of Hydrogen. Report prepared by the IEA for the G20, Japan www.iea.com
- 2 Sikora A., „Uwięziona” cząsteczka – [Trapped molecule]/ Andrzej Paweł SIKORA // Energetyka Ciepła i Zawodowa ; ISSN 1734-7823. – Inne tytuły czasopisma: Branżowy Magazyn Przemysłowy. Energetyka Ciepła i Zawodowa ; BMP Energetyka Ciepła i Zawodowa. – 2014 nr 4, s. 56-57. – Bibliogr. s. 57. – Afiliacja: Akademia Górniczo-Hutnicza.
- 3 Udowodnił, że elektryczność i magnetyzm są dwoma rodzajami tego samego zjawiska – elektromagnetyzmu. Że pole elektryczne i magnetyczne rozchodzą się w próżni z prędkością światła w postaci fali czyli, że światło jest falą elektromagnetyczną.
- 4 Kaku M. „Wizje” 2010 Prószyński Media.
- 5 Józef Węgrecki, członek zarządu ds. operacyjnych PKN ORLEN podczas V Ogólnopolskiego Szczytu Gospodarczego odbywającego się w Siedlcach.

SONDA

CZY WODÓR W POLSCE TO PALIWO PRZYSZŁOŚCI?

Wśród paliw alternatywnych, poza energią elektryczną, LNG, CNG wymieniany jest właśnie wodór, który już teraz stał się tematem wielu debat i działań firm na całym świecie. A jak to wygląda w Polsce? Czy wodór stanie się paliwem przyszłości, pomimo trudności technicznych związanych z jego zastosowaniem?

Postanowiliśmy to sprawdzić, publikując na jednym z portali Wydawnictwa BMP – kierunkuCHEMIA.pl – SONDE, w której zadaliśmy pytanie: „Czy wodór w Polsce to paliwo przyszłości?”. Wyniki nie były zaskakujące – zdania Polaków są cały czas podzielone, choć najprawdopodobniej tak się stanie...



Tak, w najbliższej przyszłości Polska może stać się producentem i eksporterem paliw wodorowych innych krajów

26%

Tak, ale może to nastąpić dopiero za 30-50 lat

32%

Samochód wodorowy – nie dla przeciętnego kierowcy

13%

Nie, wodór nigdy nie będzie w Polsce popularnym paliwem

29%