

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Ciągle rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną sprawia, że potrzeba nowych rozwiązań, które sprostałyby tym wymaganiom. Obecne trendy w energetyce zmierzają w stronę odnawialnych źródeł energii oraz magazynowania energii. Jest to spowodowane coraz większą świadomością społeczeństwa dotyczącą niekorzystnych zmian jakie zachodzą w środowisku w wyniku silnej eksploatacji paliw kopalnianych. Przewiduje się, że wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii oraz jej magazynowanie będą nierozłącznymi elementami nowoczesnych systemów energetycznych. Mianem odnawialnych źródeł energii określa się energię pozyskiwaną z wiatru, słońca i wody. W przypadku wody jej udział nie wiąże się jedynie z energią pozyskiwaną z elektrowni wodnych. Woda ma ogromny potencjał także w kontekście wykorzystania jej do produkcji wodoru w procesie elektrolizy. Energia pozyskiwana z wodoru jest uważana za idealnie czystą, choć nadal ponad 95% bazuje na surowcach nieodnawialnych. Wzrastający trend światowej konsumpcji wodoru wymaga zatem opracowania efektywnej metody jego produkcji z wykorzystaniem surowców odnawialnych na zdecydowanie szeroką skalę. Spośród różnych metod produkcji wodoru, elektroliza wydaje się być najbardziej realnym procesem służącym wytworzeniu „zielonego wodoru”.

W procesie elektrolizy wody na powierzchni ujemnie naładowanej katody zachodzi proces redukcji (reakcja ewolucji wodoru - HER) pod wpływem napięcia przyłożonego pomiędzy katodę i anodę znajdujących się w tym samym elektrolicie. W elektrolicie o pH zasadowym produktem redukcji jest wodór gazowy oraz jony OH^- . Aby cały proces redoks mógł się zakończyć, na anodzie musi zajść reakcja utleniania z wydzieleniem tlenu (reakcja ewolucji tlenu – OER). Kluczowym punktem utrudniającym proces elektrolizy jest powolna kinetyka reakcji wydzielania tlenu (OER) w reakcji przenoszenia ładunku elektronowego, co skutkuje wysokimi nadpotencjałami reakcji. Nadpotencjałem nazywane jest dodatkowe napięcie, które należy przyłożyć do elektrod, aby przeprowadzić elektrolizę pomimo występowania w układzie dodatkowych oporów (np. oporów elektrycznych). Aby przyspieszyć kinetykę reakcji można zastosować skuteczne katalizatory elektryczne, co skutkuje zmniejszeniem nadpotencjału. Najbardziej aktywne katalizatory oparte są na cennych pierwiastkach takich jak platyna (Pt) lub iryd w postaci tlenku (IrO_2). Wysokie koszty ich stosowania zmuszają badaczy do zminimalizowania ilości użytego katalizatora, bez negatywnego wpływu na aktywność katalityczną, bądź poszukiwania alternatywnych katalizatorów (np. spinele, perowskity) umożliwiających uzyskanie porównywalnej wydajności elektrolitycznej reakcji rozszczepienia wody. Obydwa podejścia mają na celu zmniejszenie kosztów wytworzenia elektrod.

Zadaniem podjętym w projekcie jest opracowanie trójwymiarowej włóknistej struktury opartej na elektrycznie przewodzącym hydrożelu jako struktury nośnika, w której zawieszone będą cząstki elektrokatalizatora (np. spinel MnCo_2O_4). W efekcie mają powstać materiały na bazie hydrożeli, które zapewnią wzrost wydajności katalizatorów, poprzez zwiększenie stopnia separacji ich cząstek, a przez to zwiększenie stopnia ich dostępności dla elektrolitu. Hydrożele to grupa materiałów polimerowych, które posiadają zdolność do wchłaniania i zatrzymywania w swojej strukturze dużych ilości wody (do 99%). Do wytworzenia hydrożelowych włókien wykorzystana zostanie technika elektroprzędzenia. Technika ta polega na zastosowaniu wysokiego napięcia (do 30 kV) w celu otrzymania mikro- i nanowłókien z roztworu polimerów. Hydrożel w postaci włókien pozwoli na lepsze odseparowanie cząstek katalizatora, zapobiegając ich agregację w większe skupiska. Celem takiego podejścia jest zwiększenie powierzchni aktywnej katalitycznie, uczestniczącej w procesach elektrochemicznych, przy jednoczesnym zachowaniu lub zmniejszeniu stężenia elektrokatalizatora. Wzrost powierzchni aktywnej uczestniczącej w procesie elektrochemicznym przełoży się na wzrost jego wydajności, a tym samym na zwiększenie ilości wydzielonego wodoru oraz tlenu, jako produktów reakcji rozszczepienia wody. Dodatkowo, elastyczne elektrycznie przewodzące struktury hydrożelowe zostaną przetestowane pod kątem przydatności do magazynowania energii jako superkondensatory. W tym celu zostaną przeprowadzone odpowiednie testy.

Wiedza zdobyta podczas realizacji projektu może przyczynić się do poszerzenia wiedzy na temat wpływu jaki na wydajność procesów elektrochemicznych ma idealna separacja cząstek katalizatora oraz zwiększenie tym samym jego powierzchni aktywnej. Projekt opiera się na interdyscyplinarnej wiedzy z zakresu kilku dziedzin, takich jak chemia, elektrochemia, inżynieria materiałowa, jak również inżynieria biomedyczna, gdzie hydrożelowe materiały wiodą zasłużony prym. Ponadto, projekt potwierdzi, że połączenie wiedzy z wielu dziedzin, może przyczynić się do sprostania krytycznym wyzwaniom i problemom, niemożliwym lub trudnym do rozwiązania bez takiego połączenia.