

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Celem projektu jest zbadanie jaki wpływ będzie miała budowa materiałów kompozytowych wykonanych w postaci trójwymiarowej struktur węglowych o wysokim stopniu grafityzacji z rdzeniem MgO pokrytych warstwą katalizatora Pt i Pt-Ru wytworzoną metodą laserowej ablacji (ang. *Pulsed Laser Deposition, PLD*), na ich właściwościami elektrochemiczne.

W wytwarzanych kompozytach trójwymiarowe enkapsulaty grafenowe z rdzeniem MgO będą pełniły rolę nośnika węglowego dla osadzanych na ich powierzchni warstw katalitycznych. Stosowanie nośnika węglowego zapewnia lepsze zdyspergowanie nanocząstek katalitycznie aktywnych oraz wpływa na elektrochemiczną i chemiczną stabilność materiału katalitycznego. W przypadku najczęściej stosowanego nośnika węglowego którym jest materiał oznaczony symbolem Vulcan XC-72, w wyniku jego długotrwałej pracy w warunkach wysokiej temperatury, wilgotności, niskiego pH, wysokiej koncentracji tlenu, obecności metalicznego katalizatora i wysokiego potencjału, nośnik ten ulega degradacji (korozji). Degradacja nośnika osłabia przywiązanie do jego powierzchni cząstek katalizatora prowadząc do ich odłączania, migracji i aglomeracji. Bezpośrednią konsekwencją tych procesów jest zmniejszenia powierzchni elektrochemicznie aktywnej i spadek wydajności reakcji elektrodowych. Najnowsze prace badawcze wskazują na wyższość materiałów węglowych o wysokim stopniu grafityzacji nad nośnikami o dużym udziale amorficznego węgla. Atrakcyjność tych materiałów wynika przede wszystkim z ich doskonałych właściwości elektrycznych i mechanicznych oraz specyficznej interakcji z katalizatorem. Materiały te posiadają również kilkukrotnie wyższą odporność na korozję w stosunku do węgla amorficznego.

W grupie materiałów intensywnie badanych pod kątem zastosowania ich w roli nośnika dla katalizatorów, znajdują się przede wszystkim jednościenne i wielościenne rurki węglowe oraz dwuwymiarowe nanostruktury grafenowe. Proponowany kompozyt umożliwi połączenie zalet obu tych materiałów i co ważne cechuje się niskim kosztem wytwarzania.

Niniejsza praca ma na celu poszerzenie wiedzy na temat nowych nośników węglowych dla katalizatorów metalicznych. Wykonanie proponowanych badań może się przyczynić do rozwiązania następujących problemów pojawiających się przy zmniejszaniu ilości stosowanego materiału katalitycznego:

- dużego spadku szybkości reakcji elektrodowych w funkcji czasu,
- degradacji (korozji) nośnika węglowego i migracji katalizatora,
- ograniczenia transportu reagentów poprzez warstwę nośnika węglowego zastosowanego w zespole membrana-elektroda MEA,
- zatrucia katalizatora tlenkiem węgla.

Badany materiał kompozytowy może znaleźć zastosowanie w konstrukcji ogniw paliwowych z elektrolitem polimerowym PEMFC (ang. Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell). Ogniwa paliwowe typu PEMFC uważane są za perspektywiczne źródło czystej energii o przewidywalnym szerokim obszarze zastosowań. Jednak ich powszechne użytkowanie jest ograniczone wysokim kosztem wytwarzania w stosunku do czasu ich pracy. Szacuje się, że w standardowym rozwiązaniu ogniw paliwowych z elektrolitem polimerowym (PEMFC) z warstwami elektrodowymi w postaci czerni platynowej nanoszonej techniką malowania, koszt katalizatora stanowi około 50% całkowitego kosztu wytworzenia ogniwa. Z uwagi na wysoką cenę platyny, stosowanej jako katalizator reakcji elektrodowych, dąży się do ograniczenia jej ilości w ogniwie do poziomu mniejszego niż $150 \mu\text{g cm}^{-2}$ i zwiększenia stopnia jej wykorzystania. Zmniejszenie kosztów PEMFC i wydłużenie czasu ich pracy można osiągnąć poprzez zastosowanie nowych tańszych materiałów lub udoskonalenie materiałów obecnie używanych. Udoskonalenie konstrukcji PEMFC możliwe jest między innymi poprzez zastosowanie nośników węglowych o wysokim stopniu grafityzacji zwiększających stabilność pracy ogniwa, zmniejszających zatrucie katalizatora tlenkiem węgla oraz zapewniających lepsze wykorzystanie katalizatora. W przyszłości nasze badania mogą zaowocować poprawą stosunku koszt-czas pracy ogniwa oraz postępem technologiczno-przemysłowym w dziedzinie ogniw paliwowych. Uzasadnieniem podjętego problemu badawczego jest fakt, że nadal istnieje rozbieżność pomiędzy obecnymi możliwościami technologii ogniw paliwowych, a potrzebami praktycznej energetyki wodorowej, która byłaby konkurencyjna w stosunku do obecnej, opartej w głównej mierze na węglu i ropy. Koszt wytworzenia ogniw do zastosowań komercyjnych nadal pozostaje zbyt wysoki, aby układy takie znalazły się w powszechnym użytkowaniu. W dalszym ciągu konieczne jest podejmowanie prac badawczych nad coraz bardziej zaawansowanymi materiałami i rozwiązaniami konstrukcyjnymi, które przyczyniłyby się do postępu technologiczno-przemysłowego ogniw paliwowych. Opisany materiał posiada w tym zakresie duży potencjał z racji swojej przestrzennej budowy i wysokiego stopnia grafityzacji struktury. Realizując ten projekt chcemy przyczynić się do rozwoju nowych nośników węglowych przybliżając tym samym polskie osiągnięcia do wyników światowych.