

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie aktywności katalizatorów reakcji redukcji tlenu w ogniwie paliwowym



Autor: Szymon Jaworowski

Nr albumu: 298008

Promotor: dr inż. Marta Mazurkiewicz-Pawlicka

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Monika Sikora

Rok akademicki: 2021/2022

Wprowadzenie

Ogniwa paliwowe wykorzystują reakcje utleniania i redukcji (redox) do wytworzenia energii elektrycznej z dostarczanego do nich paliwa. Niskotemperaturowe ogniwa zasilane kwasem mrówkowym (DFAFC), ze względu na niską toksyczność oraz łatwość przechowywania i transportu paliwa uważane są za obiecujące pod kątem zastosowania w przemyśle transportowym, czy też urządzeniach mobilnych. Niestety czynnikiem limitującym szerszą implementację tej technologii w przemyśle jest cena. W dużej mierze wpływa na nią koszt stosowanych katalizatorów, dlatego prowadzi się badania nad zastąpieniem dotychczasowych, składających się z czystych metali szlachetnych (głównie Pt, Pd) na rzecz tańszych - katalizatorów bimetalicznych (np. PtFe) osadzonych na odpowiednie podłoża węglowe.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie aktywności katalizatorów PtFe osadzonych na różnych nanomateriałach węglowych do reakcji redukcji tlenu (ORR - ang. Oxygen Reduction Reaction).

Zakres pracy obejmował:

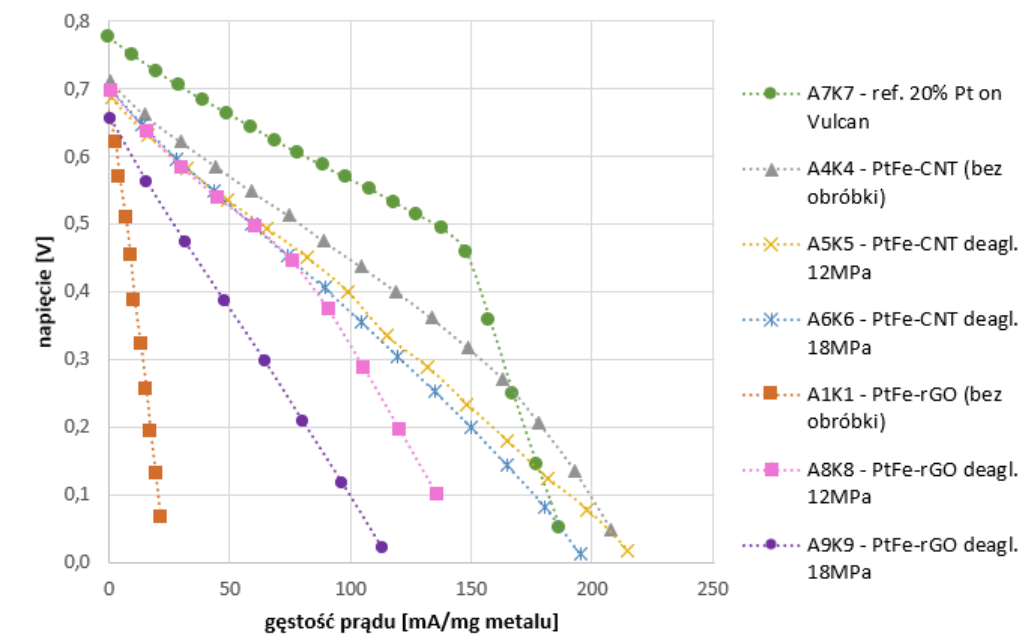
- charakterystykę rodzajów ogniw, ze szczególnym uwzględnieniem urządzenia zasilanego kwasem mrówkowym (DFAFC – ang. Direct Formic Acid Fuel Cell)
- przegląd stosowanych katalizatorów, ich cechy oraz możliwe do zastosowania podłoża węglowe
- przygotowanie elektrod i pomiary w niskotemperaturowym ogniwie paliwowym zasilanym kwasem mrówkowym

Część teoretyczna

Zapoznano się z zasadą działania, budową oraz rodzajami ogniw paliwowych. Wyróżniono zalety ogniwa DFAFC. Opisano także cechy katalizatorów stosowanych w tych urządzeniach oraz wykorzystywane rodzaje podłoża węglowych (np. zredukowany tlenek grafenu (rGO - ang. Reduced Graphene Oxide), czy nanorurki węglowe (CNT - ang. Carbon Nanotubes)).

Część doświadczalna

Przygotowano tusze katalityczne, które następnie naniesiono na tkaniny węglowe. Na opracowane elektrody nałożono odpowiednie katalizatory (bimetaliczne na katodzie oraz palladowy na anodzie). Dokonano pomiarów aktywności w niskotemperaturowym ogniwie DFAFC, skupiając się na określeniu najkorzystniejszych warunków prowadzenia procesu dla danej pary elektrod oraz zbadaniu wpływu modyfikacji podłoża (deaglomeracji nadkrytycznym dwutlenkiem węgla - $scCO_2$) na uzyskiwane wyniki. W celu porównania rezultatów aktywności przygotowano oraz przeprowadzono badania powszechnie stosowanego komercyjnego katalizatora - platyny osadzonej na sadzy węglowej. Uzyskane wyniki aktywności katalizatorów przedstawiono na Rys.1.



Rys.1. Przebieg krzywych prądowo-napięciowych dla badanych katalizatorów reakcji ORR w wyznaczonych, optymalnych warunkach prowadzenia procesu.

Wnioski

Dla badanych par elektrod zawierających katalizator bimetaliczny do reakcji ORR, najkorzystniejsze było użycie kwasu o stężeniu 1[mol/l] i przepływie 1[ml/min] lub 3[ml/min]. Najlepsze wyniki aktywności uzyskano dla katalizatora platynowego, a niewiele gorsze dla dużo tańszego katalizatora bimetalicznego (o składzie Pt 50%, Fe 50% naniesionego na podłożu CNT). Rezultaty, które otrzymano wskazują, że zastosowanie deaglomeracji w celu poprawy wydajności ogniwa, ma sens jedynie w przypadku rGO jako nośnika. Aktywność uzyskana dla tej próbki poddanej działaniu $scCO_2$ pod ciśnieniem 12MPa jest najwyższa. W przypadku zastosowania nanorurek jako podłoża użycie płynu nadkrytycznego zmniejsza odnotowywaną aktywność katalizatora. Na podstawie dokonanych badań aktywności można stwierdzić, że katalizatory bimetaliczne, osadzone na odpowiednich nośnikach węglowych, mogą w dobrym stopniu zastąpić drogie w eksploatacji katalizatory z czystych metali szlachetnych. Konieczne jest jednak przeprowadzenie dodatkowych badań stabilności katalizatorów w rzeczywistych warunkach pracy ogniwa, aby potwierdzić ich użyteczność w przemyśle.