

Mgr inż. Aleksandra Łysik – Figat

Wydział Inżynierii Materiałowej

Politechnika Warszawska

Tytuł: „Wielowarstwowa katoda węglanowego ogniwa paliwowego modyfikowana dodatkiem srebra”

Dyscyplina: inżynieria materiałowa

Dziedzina: nauki inżyniersko – techniczne

Streszczenie

Światowe zapotrzebowanie na energię elektryczną stale wzrasta, co związane jest z postępującym rozwojem gospodarczym i społecznym. Obecnie, większość światowej produkcji energii pochodzi z elektrowni konwencjonalnych, wykorzystujących do swojego działania surowce nieodnawialne, takie jak paliwa kopalne. Dodatkowo, podczas ich działania, nie tylko uszczupla się zasoby surowców naturalnych, ale także emituje do atmosfery wiele substancji szkodliwych takich jak m.in. tlenki węgla czy azotu. W dobie kryzysu klimatycznego zachodzi zatem konieczność stosowania rozwiązań systemowych, zakładających nisko- lub bezemisyjną generację energii.

Jedno z obiecujących rozwiązań stanowią węglanowe ogniwa paliwowe (*ang. Molten Carbonate Fuel Cell - MCFC*). Zasada ich działania oparta jest o konwersję energii chemicznej dostarczanego paliwa w energię elektryczną poprzez zachodzące w urządzeniu reakcje elektrochemiczne. Pojedyncze ogniwo MCFC składa się z elektrod (katody i anody) rozdzielonych ciekłym (w temperaturze pracy – 600-650°C) elektrolitem. W typowym ogniwie MCFC, procesy elektrochemiczne zachodzące na katodzie są bardziej złożone niż na anodzie a tym samym wolniejsze. Stąd główny nacisk badań zmierzających do zwiększenia wydajności ogniwa MCFC zogniskowany jest na optymalizacji mikrostruktury i składu chemicznego katody.

Celem niniejszej pracy doktorskiej było zaprojektowanie, wytworzenie i charakterystyka wielowarstwowej katody modyfikowanej dodatkiem srebra, zapewniającej wzrost wydajności węglanowego ogniwa paliwowego. Materiały stosowane powszechnie jako katoda MCFC, zostały zmodyfikowane poprzez wprowadzenie wzmocnienia w postaci pianki niklowej oraz naniesienie warstwy srebra, o różnej grubości, przy użyciu techniki *tape casting*.

Mikrostruktura wytworzonych materiałów została scharakteryzowana za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej oraz badań porowatości metodą Archimedesesa. Przeprowadzono również badania przewodności elektrycznej materiałów w funkcji temperatury. Efektywność wytworzonych katod analizowano na podstawie wyników wydajności w układzie pojedynczego ogniwa. Materiały, które w testach ogniwa uzyskały najwyższą efektywność poddano dalszym badaniom z wykorzystaniem elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej, umożliwiającej pomiar składowych oporu wewnętrznego oraz ich analizę w powiązaniu z procesami zachodzącymi w ogniwie. Dla tej grupy materiałów przeprowadzono także analizę mikrostruktury po eksploatacji.

W celu określenia wpływu każdego z elementów wprowadzonych modyfikacji (pianka niklowa, warstwa srebra odlana techniką *tape casting*) na właściwości katody, a tym samym na pracę węglanowego ogniwa paliwowego, uzyskane wyniki zestawiono z danymi otrzymanymi dla jednowarstwowej katody, składającej się z taśmy niklowej odlanej techniką *tape casting* oraz katod dwuwarstwowych, składających się odpowiednio z warstwy niklu odlanej na piance niklowej oraz z warstwy niklu i srebra, bez wzmocnienia w postaci pianki.

Słowa kluczowe: węglanowe ogniwo paliwowe, katoda, srebro, nikiel, pianka niklowa

Abstract

The world's demand for electricity is continuously increasing due to economic and social development. Currently, most of the world's energy production comes from conventional power plants, which exploit non-renewable resources such as fossil fuels. Their operation not only depletes natural resources, but also emits harmful substances into the atmosphere, such as carbon and nitrogen oxides. Rapid progress of the climate change imposes to apply system solutions that assume low- or zero-emission energy generation.

One of the promising solutions is Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC). Its principle of operation is based on conversion of chemical energy of supplied fuel into electric energy through electrochemical reactions. A single MCFC cell consists of two electrodes (cathode and anode) separated by an electrolyte which is liquid at the operating temperature (600 – 650°C). In a typical MCFC, the electrochemical processes occurring at the cathode are more complex and slower than at the anode. Therefore, the major objectives of all research are to enhance the performance of the molten carbonate fuel cell by optimization of the microstructure and chemical composition of the cathode.

The objective of this thesis was to design, fabricate and characterize multilayer molten carbonate fuel cell cathode modified with silver addition in order to improve its efficiency. Materials commonly used as MCFC cathodes were modified by introducing nickel foam reinforcements and casting silver layers of various thickness using tape casting technique.

The microstructure of the materials fabricated within this studies was characterized by scanning electron microscopy and porosity studies using the Archimedes method. Temperature changes of the electrical conductivity of materials were also examined. The efficiency of the fabricated cathodes was analysed based on the results of the performance tests conducted under molten carbonate fuel cell operating conditions. The electrodes which implied the highest efficiency of the single cells were subjected to further investigations using electrochemical impedance spectroscopy, enabling dipper inside into understanding of the processes taking place at n the cathode. For this group of materials, post-operation microstructure analysis was also performed.

In order to determine the influence of each of the modified element (nickel foam, silver layer) the results were compared with the reference solutions obtained within previous studies.

Keywords: molten carbonate fuel cell, cathode, silver, nickel, nickel foam