

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie przebiegu reakcji w strefie anodowej ogniwa paliwowego zasilanego kwasem mrówkowym

Autor: Aliaksandr Huts

Nr albumu: 295238

Promotor: prof. uczelni dr hab. inż. Łukasz Makowski
Opiekun pomocniczy: mgr inż. Monika Sikora

Rok akademicki: 2021/2022



Wprowadzenie

Ogniwa paliwowe to alternatywa, która może zapewnić światu energię elektryczną przy minimalnym negatywnym wpływie na środowisko. Jednym z głównych problemów hamujących wdrażanie ogniw DFAFC jest wysoki koszt tych urządzeń. Modyfikacja geometrii kanałów dystrybuujących paliwo pozwala zwiększyć wydajność ogniwa, tym samym obniżając koszt wytworzonej jednostki energii elektrycznej. Opracowanie modelu matematycznego pracy ogniwa pozwoli przeanalizować wpływ położenia ogniwa z przegrodą trapezoidalną względem grawitacji na jego pracę.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było stworzenie modelu obliczeniowego reakcji elektrochemicznej w strefie anodowej ogniwa paliwowego zasilanego kwasem mrówkowym oraz zbadanie jego pracy w dwóch położeniach względem grawitacji.

Zakres pracy obejmował:

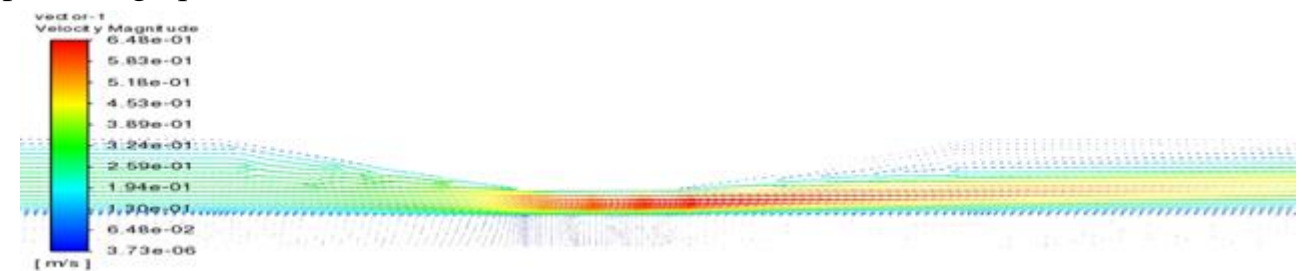
- Charakterystykę ogniw paliwowych zasilanych kwasem mrówkowym oraz wpływu warunków operacyjnych na ich wydajność;
- Przegląd stosowanych geometrii kanałów dystrybuujących reagenty w ogniwie;
- Modelowanie numeryczne przepływu kwasu mrówkowego i reakcji w anodowej części ogniwa paliwowego;
- Dyskusję wyników symulacji reakcji anodowej w ogniwie z przegrodami trapezoidalnymi w pionowym (XY) i poziomym (XZ) położeniach układu.

Część teoretyczna i modelowanie matematyczne

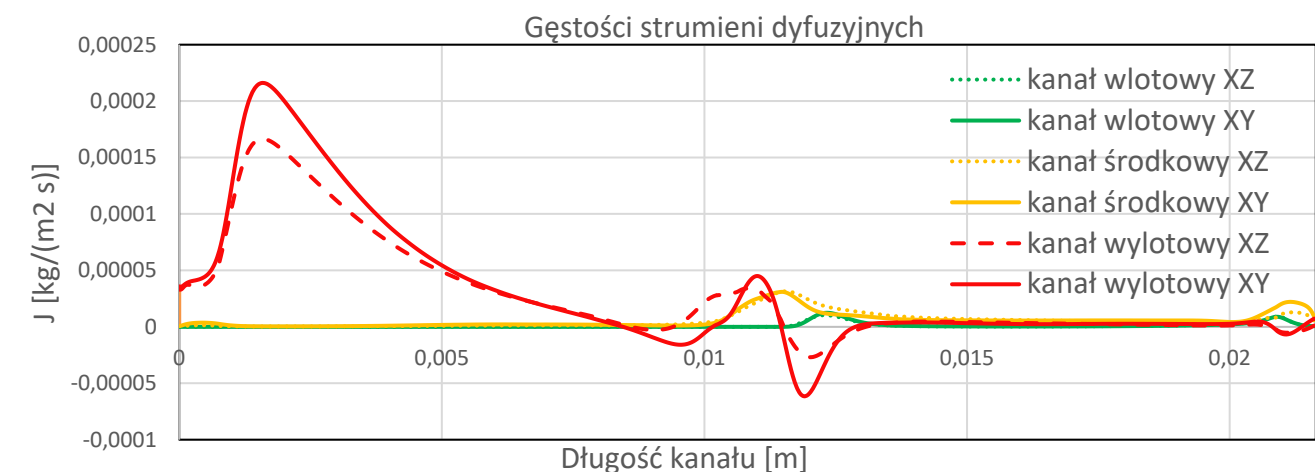
W niniejszej części przedstawiono zastosowania i perspektywy rozwoju technologii ogniw DFAFC. Porównano ogniwa DFAFC do innych ogniw PEMFC pod względem użytkowania w przenośnych urządzeniach elektronicznych. Rozważono wpływ modyfikacji geometrii kanałów dystrybuujących paliwo na wydajność ogniwa. Zaprezentowano matematyczny opis symulacji, stworzono geometrię anodowej części ogniwa, wygenerowano siatkę i zaimplementowano człon źródłowy, odpowiadający reakcji. Symulacje przeprowadzono dla przepływu objętościowego 1 ml/min 9M roztworu kwasu mrówkowego dla natężenia prądu 0,2 A.

Wyniki

Dla przegrody o przekroju trapezu równoramiennego dla obu położen zaobserwowano symetryczny profil prędkości pod przegrodą, brak wirów za przegrodą oraz mniejszy spadek ciśnienia w porównaniu do przegrody o kształcie trapezu prostokątnego. Wartości gęstości strumieni konwekcyjnych w obszarze tkaniny węglowej są identyczne dla obu położen, natomiast gęstości strumieni dyfuzyjnych są większe dla pionowego położenia układu.



Rysunek 1.1. Wektory prędkości roztworu kwasu w przekroju kanału wlotowego w obszarze przegrody w kształcie trapezu równoramiennego.



Rysunek 1.2. Porównanie wartości gęstości strumieni dyfuzyjnych w przekrojach kanałów.

Wnioski

W wyniku symulacji ustalono, że zastosowanie przegrody o kształcie trapezu równoramiennego ma pozytywny wpływ na pracę ogniwa w stosunku do prostego kanału, i powoduje wzrost sprawności ogniwa. Położenie układów nie ma wpływu na spadek ciśnienia.

Różnice w gęstości strumieni dyfuzyjnych dla układów pionowego i poziomego są spowodowane różnicą w prędkości przepływu w obszarach przegród i kolanek pomiędzy dwoma położeniami układów. Dla układu XY wartość prędkości przepływu w tych obszarach jest większa, gdyż płyn mniej intensywnie oddziałuje z porowatą tkaniną węglową. To obniża stężenia kwasu w obszarze tkaniny węglowej i skutkuje wzrostem wartości gradientu stężenia dla położenia XY, a co za tym idzie większą wartością gęstości strumienia dyfuzyjnego.

Przebieg i wartości gęstości strumieni konwekcyjnych w obu układach jest identyczny. Ze względu na to, że gęstość strumieni konwekcyjnych jest o kilka rzędów wielkości większa od gęstości strumieni dyfuzyjnych wnioskuje się, że położenie badanego układu względem grawitacji nie ma wpływu na jego pracę i nie zmienia wydajności.