



Zasada działania protonowego SOFC (H^+ SOFC)

Cel badań/Hipoteza Celem projektu jest budowa modelu matematycznego ceramicznego ogniwa paliwowego opartego o przewodność jonów dodatnich (protonów), który to model uwzględniałby szereg czynników pomijanych w modelach obecnie stosowanych. Model ten ma się opierać o ogólne zależności z zakresu termodynamiki, chemii i elektrotechniki—praktycznie bez stosowania równań empirycznych opartych wyłącznie o dane doświadczalne.

Wpływ rezultatów Ogniwa paliwowe, w szczególności wysokotemperaturowe MCFC i SOFC, są uważane za jedno z bardziej perspektywicznych źródeł energii elektrycznej. Związane jest, to z potencjalnie bardzo wysoką sprawnością tych urządzeń.

W celu określenia potencjalnych zastosowań tych ogniw oraz ich konkurencyjności w stosunku do obecnie stosowanych źródeł energii elektrycznej, niezbędny jest prawidłowy model matematyczny pozwalający na szereg symulacji oraz przeprowadzenie procesów optymalizacyjnych zarówno samych ogniw jak i układów je zawierających.

Obecnie stosowane modele opierają się głównie na równaniach aproksymujących krzywą napięciowo-prądową ($E = f(i)$) otrzymywaną na drodze badań doświadczalnych. Oznacza to bardzo ścisłe powiązanie modeli opartych na takich aproksymacjach z konkretnymi danymi doświadczalnymi, skutkuje to trudnościami w określeniu osiągnięć ogniwa w warunkach znacznie odbiegających od warunków panujących podczas doświadczeń na podstawie których zostały dobrane parametry modelu. Próby doboru ogniwa w punkcie obliczeniowym oraz procesy optymalizacji parametrów są bardzo w takim przypadku utrudnione czy wręcz niemożliwe.

Kilka lat temu pojawił się nowy sposób opisywania zjawisk zachodzących w ogniwach paliwowych w oparciu

o tzw. model zredukowany (ang. Reduced Order), konkurencyjny do klasycznego opartego o bilans strat (ang. Loss Estimated). Ten sposób modelowania doczekał się szeregu implementacji (ceramiczne ogniwa przewodzące ujemnie naładowane jony O^-), ogniwa węglanowe, elektrolizery alkaliczne, elektrolizery ceramiczne, i inn. W tym nowym podejściu do modelowania występuje inny sposób opisu zjawisk jakie występują na ogniwie, wobec czego pojawiają się współczynniki nieokreślone w poprzednich badaniach, i nie posiadających zdefiniowanych wartości ani zależności funkcyjnych. Wypracowanie tych zmiennych oraz określenie nowych modeli tłumaczących wybrane zjawiska oraz weryfikacja w oparciu o dane doświadczalne będą miały duży wpływ na rozwój dyscypliny naukowej.

Metoda badawcza Zastosowana metodyką badawczą będą prace teoretyczne, oraz symulacje numeryczne, przewiduje się także badania eksperymentalne na odpowiednio wyposażonym stanowisku doświadczalnym do badań wysokotemperaturowych ogniw paliwowych.

Projekt przewiduje realizację następujących zadań:

- wytypowanie i analiza głównych parametrów modelu protonowego ceramicznego ogniwa paliwowego istotnych z punktu widzenia warunków punktu projektowego jak również zmienionych warunków pracy;
- wyprowadzenie stosownych zależności łączących główne parametry modelu;
- wzajemne powiązanie zależności dotyczących termodynamiki, chemii, fizyki i elektrotechniki z parametrami modelu;
- implementacja modelu w środowisku numerycznym;
- porównanie i analiza danych uzyskiwanych za pomocą otrzymanego modelu z danymi doświadczalnymi;
- badanie otrzymanego modelu dla warunków innych niż doświadczalne—analiza wpływu poszczególnych parametrów na osiągi ogniwa.

Realizacja projektu wymaga organizacji zespołu posiadającego dorobek i doświadczenie tak w zakresie studiów i badań nad ogniwami paliwowymi, jak i w zakresie modelowania i symulacji procesów ciepło-przepływowych.

Możliwości takie istnieją w pełni w Instytucie Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej.