

Węglanowe ogniwa paliwowe (MCFC) są alternatywnym typem urządzeń do produkcji prądu elektrycznego, w których paliwo (wodór lub węglowodory), dzięki procesom elektrochemicznym, jest źródłem energii elektrycznej. Kilka zalet tych ogniw stawia je na korzystnej pozycji w porównaniu do konwencjonalnych urządzeń. W szczególności takie cechy jak niska (bliska zeru) emisja gazów cieplarnianych, wysoka sprawność urządzenia, cicha praca oraz możliwość kogeneracji - jednoczesne wytwarzanie energii elektrycznej oraz ciepła. Technologia ta została skomercjalizowana z sukcesem w Ameryce Północnej oraz Azji, gdzie elektrownie o mocy ponad 60 MW zostały uruchomione.

Wydajność i trwałość takich ogniw paliwowych zależy głównie od materiałów, z których zostały utworzone elementy ogniwa (anoda, katoda i osnowa). Anoda i katoda (o grubości rzędu 0.5-0.7 mm) są oddzielone osnową (o grubości 0.8-1.0 mm) o dużej rezystywności, wypełnioną elektrolitem, który w temperaturze pracy urządzenia (ponad 600°C) jest w stanie ciekłym. Materiały na elektrody, poza wieloma innymi właściwościami, muszą umożliwiać transport i katalityczny rozkład paliwa na ich powierzchni. W ogniwach MCFC, dzięki wysokiej temperaturze pracy, można stosować różne paliwa (nie tylko wodór), a elektrody mogą być wykonane z tańszych materiałów katalitycznych (z innych niż metale szlachetne). Z tego powodu elektrody zazwyczaj wykonuje się z materiałów o otwartej porowatości (50-80%) na bazie niklu.

Rozwój ogniw MCFC przez ostatnie 20 lat bazował na intuicji, gdzie modyfikacje mikrostruktury oraz składu chemicznego były wprowadzane bez większego zrozumienia procesów zachodzących w pracującym ogniwie. Takie podejście powodowało, że pomimo wielu lat prac nie osiągnięto przełomowego wzrostu sprawności urządzenia. Dlatego też dalszy rozwój materiałów dla MCFC wymaga powrotu do badań podstawowych i zastosowania bardziej systematycznego podejścia.

Prowadzone badania będą miały na celu określenie wpływu mikrostruktury oraz składu chemicznego na właściwości katalityczne materiałów do zastosowania w ogniwach paliwowych MCFC. Synergiczne wykorzystanie metod wytwarzania wspieranych przez wielopoziomowe modelowanie oraz zaawansowane metody charakteryzacji struktury i właściwości materiałów, jak i procesów zachodzących w trakcie pracy ogniwa MCFC, pozwoli na osiągnięcie zamierzonego celu. Innowacyjne materiały (o zmodyfikowanej mikrostrukturze i składzie chemicznym) zostaną wytworzone metodą odlewania taśm z gęstwy (z ang. *tape casting*), a następnie będą charakteryzowane zarówno za pomocą metod bezpośrednich, jak i pośrednich. Obrazy 3D, otrzymane za pomocą tomografii rentgenowskiej lub elektronowej, posłużą jako dane wejściowe dla reprezentatywnego modelu mikrostruktury, który będzie wykorzystany do symulowania procesów, zachodzących podczas eksploatacji ogniwa MCFC (efektów kapilarnych oraz transportu masy). Jednocześnie prowadzone będą obliczenia w skali atomowej, dzięki którym będzie można określić ilościowe relacje pomiędzy składem chemicznym, a właściwościami katalitycznymi. Wyniki charakteryzacji oraz modelowania będą na bieżąco implementowane i sprawdzane, poprzez wytwarzanie elementów ogniwa. Ze względu na montaż otrzymanych komponentów w dedykowanym urządzeniu do testowania ogniw, możliwe będzie badanie w rzeczywistych warunkach pracy oraz rejestrowanie charakterystyki prądowo-napięciowej przy różnych obciążeniach. Otrzymane wyniki zostaną użyte do weryfikacji i dostosowania modelu.

Zastosowanie proponowanej metodologii pozwoli określić ilościowe zależności między składem chemicznym, mikrostrukturą, a właściwościami materiałów porowatych. Uzyskane wyniki w ramach tego projektu zostaną opublikowane w czasopiśmie naukowym o wysokim współczynniku Impact Factor, takich jak *Journal of Power Sources*, *Materials&Design*, *International Journal of Hydrogen Energy* i podobnych.