

Wodór oraz węglowodory należą do grupy paliw, z których przy wykorzystaniu procesów elektrochemicznych w wysokotemperaturowych ogniach paliwowych (typ MCFC oraz SOFC) można wytworzyć energię elektryczną. Każde ogniwo paliwowe składa się z trzech elementów: katody, elektrolitu i anody. Na katodzie dochodzi do redukcji tlenu, powstania ładunku elektrycznego transportowanego zewnętrznym obwodem elektrycznym oraz utworzenia jonów poruszających się przez elektrolit w kierunku anody. Na ujemnej elektrodzie dochodzi do utlenienia wodoru i jego połączenia z dostarczonymi jonami i elektronami, co prowadzi do powstania wody. Urządzenia te charakteryzują się szeregiem zalet, które wyróżniają je na tle konwencjonalnych rozwiązań. Przede wszystkim nie emitują gazów cieplarnianych, dzięki czemu pomagają w walce ze zmianami klimatu. Nie zawierają ruchomych elementów, co pozwala na bardzo cichą pracę, a co najważniejsze odznaczają się bardzo wysokimi sprawnościami i możliwością pracy w systemie kogeneracji. Zarówno świat nauki, jak i przemysł widzi duży potencjał w ogniach paliwowych, co można wnioskować z bardzo dużej ilości prac poświęconych tej tematyce oraz coraz większej ilości komercyjnych instalacji.

Zaproponowane ogniwo węglanowo-tlenowe to układ łączący najlepsze rozwiązania stosowane w technologiach ogni w wysokotemperaturowych takich jak ogniwo ze stopionym, węglanowym elektrolitem (MCFC) oraz ze stałym elektrolitem tlenkowym (SOFC). Dzięki jednoczesnemu wykorzystaniu elektrolitu płynnego, przewodzącego jony węglanowe oraz stałego, przewodzącego jony tlenowe, zwiększona zostaje wydajność ogniwa przy niższych temperaturach pracy, co zostało eksperymentalnie udowodnione w kilku pracach badawczych. Jednym z parametrów krytycznych wpływających na przewodność w stałym elektrolicie jest jego grubość. Opór warstwy rośnie proporcjonalnie do odległości, którą muszą pokonać jony tlenowe. W standardowym ogniwie MCFC warstwa elektrolitu ma 0,8-1mm grubości, co jest za dużą wartością dla układu łączącego dwa typy elektrolitu. Problemem technologicznym blokującym dalsze zmniejszanie grubości jest duża kruchość cienkich, mało spieczonych taśm ceramicznych. W celu ograniczenia oporów przewodzenia w badaniach zostaną wypróbowane trzy metody wytwarzania warstw elektrolitu bezpośrednio na katodzie: odlewanie taśm z gęstwy (ang. tape casting), natryskiwanie (ang. spray coating) oraz osadzanie elektroforetyczne (ang. electrophoretic deposition). Dzięki temu możliwym będzie wytworzenie gradientowej struktury o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej z ciągłymi ścieżkami przewodnictwa jonów pomiędzy wszystkimi elementami ogniwa. Wpłynie to w zasadniczy sposób na zmniejszenie oporów przewodzenia zarówno kontaktowych pomiędzy elementami, jak i związanych z długością drogi poruszania się jonów. Zaproponowane metody pozwolą na wytworzenie próbek o dużych wymiarach, co jest plusem w ewentualnych zastosowaniach komercyjnych.

Celem projektu jest wytworzenie wymienionymi powyżej metodami elementów węglanowo-tlenowego ogniwa paliwowego tworzących innowacyjną gradientową strukturę o zwiększonej wydajności oraz ich dokładna charakteryzacja. Badania będą obejmowały opis mikrostrukturalny metodami pośrednimi i bezpośrednimi oraz charakterystykę stabilności układu w tym analizę wydajności i degradacji ogniwa w czasie. Dodatkowym elementem będzie próba skonstruowania modelu teoretycznego wyjaśniającego zwiększone przewodnictwo w układzie łączącym dwa typy elektrolitu zarówno na poziomie atomowym, jak i mikrostrukturalnym. Wnioski z modelowania komputerowego wpłyną na udoskonalenie projektowanej mikrostruktury.

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.