

Stałowtlenkowe ogniwa paliwowe typu SOFC (ang. *Solid Oxide Fuel Cell*) należą do najbardziej obiecujących technologii produkcji energii elektrycznej i ciepła z tradycyjnych oraz odnawialnych źródeł energii. Symetryczne ogniwa typu SOFC (S-SOFC) z tą samą elektrodą są bardzo obiecujące, ze względu na mniejszą ilość komponentów ogniwa, uproszczony proces produkcji i złagodzenie problemów ze stabilnością chemiczną, co w konsekwencji obniża koszty produkcji i zapewnia długoterminową, stabilną pracę. Zastosowanie ogniwa S-SOFC może również rozwiązać problemy związane z osadzaniem węgla i zatruciem siarką w przypadku ogniwa zasilanych paliwem innym niż wodór, poprzez utlenienie niepożądanych produktów w wyniku zmiany gazu. Z punktu widzenia praktycznego zastosowania komercyjnego ogniwa S-SOFC i SOFC, konieczne będzie obniżenie temperatury pracy do niskiego zakresu (≤ 600 °C), przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej mocy ogniwa. W związku z tym nowe, stabilne materiały elektrodowe o ulepszonych właściwościach elektrokatalitycznych są niezbędne do zwiększenia wydajności ogniwa typu S-SOFC w obniżonych temperaturach. Celem naukowym niniejszego projektu jest zaprojektowanie nowych, stabilnych materiałów elektrodowych ($\text{Ln, Ba/Sr})_{2-x}(\text{Fe, M})_{2-x}(\text{NiCo})_x\text{O}_{6-\delta}$ (Ln = wybrane lantanowce; M = Mn, Ti, Cr, Mo, W) z możliwością wydzielania *in situ* nanokatalizatorów w celu znacznego zwiększenia wydajności elektrod w ogniwach typu S-SOFC. W niniejszym projekcie, zastosowanie następujących strategii projektowania materiałów (przedstawionych poniżej) pozwoli na otrzymanie funkcjonalnych stabilnych materiałów elektrodowych o unikalnych i wymaganych właściwościach fizykochemicznych oraz elektrochemicznych:

- ✓ Wprowadzenie niestechiometrii kationów w podsieci A będzie sprzyjać poprawie właściwości elektrokatalitycznych materiałów elektrodowych z powstawaniem dodatkowych, wysoce ruchliwych wakancji tlenowych.
- ✓ Podejście projektowania niestechiometrii kationów w podsieci A z wprowadzeniem niewielkiej ilości kationów Ni i Co w podsieci B ułatwi kontrolę wydzielania *in situ* katalitycznie aktywnych nanocząstek na anodzie, co znacznie zwiększa wydajność ogniwa S-SOFC.
- ✓ Poprzez wydzielenie *in situ*, nanocząstki będą posiadać silne powiązanie z macierzystym tlenkiem, zwiększając stabilność i tolerancję na osadzanie węgla, dzięki czemu możliwe będzie stosowanie ogniwa zasilanych tańszymi i łatwiej dostępnymi paliwami innymi niż wodór. Co więcej, odwracalne wydzielanie/rozpuszczanie nanocząstek może potencjalnie rozwiązać problem aglomeracji cząstek oraz wspomnianego wyżej osadzania węgla.
- ✓ Projektowanie kationów w podsieci A z zastąpieniem $\text{Ba}^{2+}/\text{Sr}^{2+}$ kationami Ln^{3+} pozwoli na utworzenie struktury perowskitu podwójnego, która sprzyja szybkiemu transportowi jonów tlenu.
- ✓ Tani i powszechnie dostępny Fe o zmiennym stopniu utlenienia domieszkowany w podsieci B z pierwiastkami M (Mn, Ti, Cr, Mo, W) zapewni obiecujące mieszane przewodnictwo jonowo-elektronowe oraz jednocześnie wysoką stabilność fazową zarówno w warunkach utleniających, jak i redukujących.

Brak systematycznych badań perowskitów podwójnych z niestechiometrią w podsieci A i wydzielającymi się *in situ* nanokatalizatorami pod kątem ich wykorzystania jako materiały elektrodowe dla ogniwa S-SOFC sprawia, że niniejszy projekt jest wyjątkowo interesujący. W ramach projektu zostaną podjęte fundamentalne wyzwania związane z określeniem i zrozumieniem krytycznych problemów materiałów elektrodowych dla ogniwa S-SOFC. Opracowany zostanie mechanizm wydzielania/rozpuszczania *in situ* nanokatalizatorów oraz osadzania węgla w ogniwach S-SOFC. Dodatkowo, zbadane zostaną mechanizmy degradacji elektrody na podstawie testów w trybie odwracalnego działania między ogniwem paliwowym a elektrolizą. Zastosowana zostanie metodologia naukowa o interdyscyplinarnym podejściu charakteryzującym się synergią fizykochemii ciała stałego, elektrochemii i inżynierii materiałowej, z wykorzystaniem przede wszystkim takich metod jak wysokotemperaturowa analiza XRD, spektroskopia Ramana, XPS, EIS, SEM, EDS oraz TEM. Zdobyta wiedza pozwoli na ustalenie ogólnych zasad projektowania funkcjonalnych stabilnych materiałów elektrodowych o unikalnych i wymaganych właściwościach fizykochemicznych i elektrochemicznych pod kątem zastosowań jako wysokowydajne materiały elektrodowe dla ogniwa S-SOFC stosowane do systemów wytwarzania i magazynowania energii o poprawionych parametrach pracy. Pomyślne wdrożenie niniejszego projektu będzie miało duży wpływ na etap rozwoju i komercyjnego zastosowania technologii S-SOFC w wytwarzaniu i magazynowaniu energii oraz ogólnie w zastosowaniach czystej i odnawialnej energii. Realizacja niniejszego projektu zapewni postęp w dziedzinach chemii i fizyki ciała stałego w zakresie rozumienia *in situ* wydzielania/rozpuszczania nanokatalizatorów oraz korelacji między właściwościami fizykochemicznymi a właściwościami elektrochemicznymi materiałów elektrodowych. Wdrożenie proponowanego projektu zapewni zarówno nowe fundamentalne zrozumienie, jak i zastosowane podejście badawczo-rozwojowe o dużym znaczeniu dla materiałów i technologii nowej generacji ogniwa paliwowych.