RPW/39033/2026 P
Data:2026-09-23

Wrocław, 18.09.2026

dr hab. inż. Michał Mazur, prof. uczelni
Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów
Politechnika Wrocławska
50-372 Wrocław
ul. Janiszewskiego 11/17

Recenzja rozprawy doktorskiej

pt. **"Opracowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów do nowej generacji ogniw ze stałym tlenkiem"**
(ang. „Development and characterization of advanced materials for next generation solid oxide cells")
autorstwa **mgr inż. Bartłomieja Lemieszka,**
której promotorem jest dr hab. inż. Sebastian Molin (Politechnika Gdańska),
opracowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Gdańskiej z dnia 14.07.2026 r.

Podstawa opracowania recenzji
Recenzja została wykonana w odpowiedzi na pismo z dnia 15.07.2026 r. otrzymane od Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Gdańskiej Pana Prof. dra hab. inż. Piotra Jasińskiego, w odniesieniu do odpowiednich wymagań określonych w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024, poz. 1571 z późn. zm.) oraz na podstawie rekomendacji Rady Doskonałości Naukowej zawartych w poradniku pt. „Recenzje w postępowaniu o awans naukowy" z 2022 r.

Tematyka i charakterystyka rozprawy
Tematyka rozprawy doktorskiej mgra inż. Bartłomieja Lemieszka dotyczy wytwarzania i charakteryzacji materiałów, które mogą stanowić alternatywę dla rozwiązań obecnie stosowanych w ogniwach ze stałym tlenkiem. Doktorant podzielił swoją pracę na dwa zasadnicze zagadnienia dotyczące metalicznych interkonektorów oraz materiałów elektrod tlenowych. W obu przypadkach prowadzone badania są ukierunkowane na rozwój rozwiązań umożliwiających pracę ogniw SOC w obniżonych temperaturach, co stanowi jeden z istotnych kierunków rozwoju tej technologii. Pierwszy z analizowanych obszarów obejmuje problematykę wysokotemperaturowej korozji metalicznych interkonektorów oraz ograniczenia dyfuzji chromu, która może prowadzić do degradacji właściwości elektrochemicznych tworzonych ogniw. Doktorant skoncentrował się w tym zakresie na zastosowaniu cienkich warstw tlenków metali ziem rzadkich oraz powłok dwuwarstwowych zawierających spinel $CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$. Drugi obszar badań dotyczy materiałów elektrod tlenowych przeznaczonych do pracy w temperaturach nieprzekraczających 600°C. Analizowane były w szczególności materiały LSC ($La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-\delta}$) oraz PrO_x, a także możliwość poprawy ich aktywności elektrochemicznej poprzez odpowiedni dobór sposobu wytwarzania, mikrostruktury i warunków obróbki poprocesowej (głównie termicznej).

Rozprawa łączy zagadnienia z zakresu inżynierii materiałowej, elektrochemii ciała stałego oraz korozji wysokotemperaturowej. Badania prowadzone były z wykorzystaniem szerokiego zestawu metod charakteryzacji strukturalnej, chemicznej, elektrycznej i elektrochemicznej, obejmujących między innymi dyfrakcję rentgenowską, spektroskopię Ramana, spektroskopię fotoelektronów, spektroskopię absorpcji promieniowania rentgenowskiego, mikroskopię SEM-EDS oraz elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną. Istotnym elementem pracy była

również weryfikacja opracowanych rozwiązań w warunkach zbliżonych do rzeczywistej pracy ogniw, obejmująca długotrwałe testy korozyjne powłok ochronnych oraz badania elektrochemiczne elektrod tlenowych i kompletnych ogniw.

Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Bartłomieja Lemieszka została napisana w formie serii artykułów naukowych i koncentruje się na badaniach perspektywicznych materiałów mogących stanowić alternatywę dla rozwiązań obecnie stosowanych w ogniwach ze stałym tlenkiem nowych generacji. Jako cel pracy Doktorant postawił sobie opracowanie i scharakteryzowanie zaawansowanych, elektrochemicznie aktywnych materiałów przeznaczonych do ogniw ze stałym tlenkiem nowej generacji, ze szczególnym uwzględnieniem ich właściwości strukturalnych oraz przydatności do pracy w obniżonych temperaturach. Dodatkowym założeniem było zastosowanie prostych i ekonomicznych metod wytwarzania, niewymagających specjalistycznej ani kosztownej aparatury, a jednocześnie zapewniających odpowiednią jakość otrzymywanych materiałów.

Doktorant w tym samym rozdziale sformułował także dwie hipotezy badawcze o następującym brzmieniu:

1. Możliwe jest opracowanie skutecznych powłok ochronnych blokujących dyfuzję chromu, przeznaczonych do metalicznych interkonektorów stosowanych w średniotemperaturowych ogniwach ze stałym tlenkiem, dzięki odpowiedniemu połączeniu właściwości tlenków metali ziem rzadkich oraz spinelu $CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$ (CMFO) niezawierającego kobaltu;
2. Aktywność elektrochemiczną reakcji redukcji tlenu w niskotemperaturowych ogniwach ze stałym tlenkiem, pracujących w temperaturze nieprzekraczającej 600°C, można zwiększyć poprzez optymalizację procesu wytwarzania elektrod tlenowych opartych na mieszanych przewodnikach jonowo-elektronowych, takich jak LSC ($La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-\delta}$) oraz PrO_x.

Biorąc pod uwagę aktualny stan wiedzy oraz przedstawiony przez Doktoranta przegląd literatury, można stwierdzić, że podjęta w rozprawie tematyka jest ważna i aktualna. Sformułowany cel pracy oraz postawione hipotezy badawcze są zasadne i dobrze wpisują się w obecny kierunek rozwoju ogniw ze stałym tlenkiem, związany przede wszystkim z obniżaniem ich temperatury pracy oraz poszukiwaniem nowych, trwałych i efektywnych materiałów funkcjonalnych. Ich potwierdzenie może przyczynić się do rozwoju nowych rozwiązań materiałowych dla ogniw SOC, w szczególności w zakresie skuteczniejszej ochrony metalicznych interkonektorów przed korozją i dyfuzją chromu oraz poprawy właściwości elektrochemicznych elektrod tlenowych pracujących w obniżonych temperaturach.

Rozprawa doktorska została opracowana w języku angielskim. Składa się ona z aż 12 rozdziałów, w których Doktorant przedstawił: wprowadzenie do tematyki doktoratu (rozdział 1), wprowadzenie do zagadnień związanych z ogniwami paliwowymi (rozdział 2), historię rozwoju ogniw ze stałym tlenkiem (rozdział 3), podstawy działania ogniw ze stałym tlenkiem (rozdział 4), czynniki wpływające na ich parametry (rozdział 5), podstawy elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (rozdział 6), opis materiałów stosowanych w ogniwach ze stałym tlenkiem (rozdział 7), cel i hipotezy pracy doktorskiej (rozdział 8), metody wytwarzania oraz metody badawcze wykorzystane w pracy doktorskiej (rozdział 9), publikacje składające się na cykl wraz z omówieniem wkładu Doktoranta (rozdział 10), podsumowanie i wnioski (rozdział 11) oraz spis literatury (rozdział 12).

Rozdziały od 2 do 7 stanowią rozbudowane wprowadzenie teoretyczne do tematyki rozprawy doktorskiej. Doktorant przedstawił w nich podstawy działania ogniw ze stałym tlenkiem, ich rozwój na przestrzeni lat, czynniki wpływające na ich parametry pracy oraz podstawy elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej. Szczególną uwagę poświęcono materiałom stosowanym w poszczególnych elementach ogniw SOC, w tym materiałom elektrolitów, elektrod paliwowych i tlenowych oraz powłokom ochronnym metalicznych interkonektorów. Istotną część przeglądu literatury stanowi wskazanie istniejących luk

badawczych, dotyczących przede wszystkim właściwości powłok ochronnych dla metalicznych interkonektorów pracujących w temperaturach około 700°C oraz materiałów elektrod tlenowych przeznaczonych do pracy w temperaturach nieprzekraczających 600°C. Przedstawiony przegląd literatury stanowi właściwe uzasadnienie podjętej tematyki oraz sformułowanych następnie celu i hipotez badawczych.

Zasadniczą część rozprawy stanowi cykl pięciu artykułów naukowych przedstawionych w rozdziale 10. Dwie pierwsze publikacje dotyczą opracowania powłok ochronnych dla metalicznych interkonektorów, opartych na tlenkach metali ziem rzadkich oraz spinelu $CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$. Kolejne trzy prace poświęcono materiałom elektrod tlenowych przeznaczonych do pracy w obniżonych temperaturach, w szczególności częściowo amorficznemu LSC, elektrodom opartym na porowatym szkielecie CGO infiltrowanym materiałami LSC i PrO_x oraz warstwom PrO_x. Taki układ publikacji jest spójny z dwiema hipotezami badawczymi postawionymi przez Doktoranta i pozwala prześledzić kolejne etapy realizacji przyjętych celów badawczych.

Najważniejsza część recenzowanej pracy to **cykl publikacji w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne**. W jego skład wchodzi pięć publikacji, w tym dwie potwierdzające postawioną przez Doktoranta hipotezę nr 1 oraz trzy potwierdzające trafnie postawioną hipotezę nr 2:

- prace potwierdzające hipotezę nr 1:
  1. **Lemieszek B.,** Ignaczak J., Kamecki B., Karczewski J., Mogensen M.B., Molin S., Jasiński P., Electrolytic deposition of reactive element thin films on Crofer 22 APU and evaluation of the resulting high-temperature corrosion protection properties at 700 °C–900 °C, International Journal of Hydrogen Energy 47(78) (2022) 33453-33465, 10.1016/j.ijhydene.2022.07.220 – **praca BL1**
     - IF w roku opublikowania: 7,2, liczba punktów wg. wykazu MNiSW: 140, liczba cytowań bez autocytowań wg. bazy Scopus (na dzień 17.09.2026): 7
  2. **Lemieszek B.,** Ignaczak J., Lankauf K., Błaszczak P., Bik M., Zając M., Sitarz M., Jasiński P., Molin S.,$CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$ – RE_2O_3 (RE = Y, Gd) bilayers as protective interconnect coatings for solid oxide cells, Journal of the European Ceramic Society 44(15) (2024) 116743, 10.1016/j.jeurceramsoc.2024.116743 – **praca BL2**
     - IF w roku opublikowania: 6,2, liczba punktów wg. wykazu MNiSW: 140, liczba cytowań bez autocytowań wg. bazy Scopus (na dzień 17.09.2026): 5
- prace potwierdzające hipotezę nr 2:
  1. **Lemieszek B.,** Ilickas M., Jamroz J., Tamuleviciene A. Karczewski J., Błaszczak P., Maximenko A., Abakeviciene B., Małys M., Tamulevicius S., Jasinski P., Molin S., Enhanced electrochemical performance of partially amorphous La0.6Sr0.4CoO3-δ oxygen electrode materials for low-temperature solid oxide cells operating at 400 °C, Applied Surface Science 670 (2024) 160620, https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2024.160620 – **praca BL3**
     - IF w roku opublikowania: 6,9, liczba punktów wg. wykazu MNiSW: 140, liczba cytowań bez autocytowań wg. bazy Scopus (na dzień 17.09.2026): 6
  2. Faruk Aksoy Ö., **Lemieszek B.**, Murutoğlu M., Karczewski J., Jasiński P., Molin S. Developing high-performance oxygen electrodes for intermediate solid oxide cells (SOC) prepared by $Ce_{0.8}Gd_{0.2}O_{2-\delta}$ backbone infiltration, Applied Physics A 130 (2024) 779, https://doi.org/10.1007/s00339-024-07939-0 – **praca BL4**
     - IF w roku opublikowania: 2,8, liczba punktów wg. wykazu MNiSW: 70, liczba cytowań bez autocytowań wg. bazy Scopus (na dzień 17.09.2026): 4
  3. **Lemieszek B.**, Alluhaibi L., Maximenko A., Gaweł Ł., Mielewczyk-Gryń A., Struzik M., Małys M., Asghar M.I., Cempura G., Jasiński P., Molin S., Unveiling the Potential of Praseodymium Oxide as Efficient Oxygen Electrode for Low-Temperature Solid

Oxide Cell Applications, Chemical Engineering Journal 531 (2026) 173949, https://doi.org/10.1016/j.cej.2026.173949 - **praca BL5**

- IF: 12,5, liczba punktów wg. wykazu MNiSW: 200, liczba cytowań bez autocytowań wg. bazy Scopus (na dzień 17.09.2026): 0

Wśród wymienionych publikacji warto zauważyć, że Pan mgr inż. Bartłomiej Lemieszek jest pierwszym autorem w czterech publikacjach z listy JCR oraz drugim autorem w jednej publikacji z listy JCR. Dodatkowo, we wszystkich pięciu artykułach jest autorem korespondencyjnym, co potwierdza jego znaczący udział w ich powstaniu. Publikacje będące podstawą nadania stopnia doktora są wieloautorskie, a liczba autorów waha się w granicach od sześciu do dwunastu. Wszystkie prace zostały opublikowane w latach 2022-2026, a liczba ich cytowań wynosi 22 (bez autocytowań, baza Scopus, stan na dzień 17.09.2026 r.), co jest dobrym wynikiem. Łączna liczba punktów za prace z listy JCR wg. wykazu MNiSW to 690. Każdy z artykułów został krótko scharakteryzowany. W preambułach podrozdziałów od 10.1 do 10.5 Doktorant przedstawił ogólne informacje o każdym z nich. Warto nadmienić, że w opisach tych zamieścił również informacje na temat nowości w stosunku do istniejącego stanu wiedzy, główne osiągnięcia oraz swój wkład w powstanie każdej pracy wieloautorskiej (potwierdzone podpisami wszystkich autorów do każdej z publikacji), co niewątpliwie ułatwiło pracę recenzentowi.

W każdym z wymienionych artykułów, zgodnie z załączonymi deklaracjami współautorów, Doktorant uczestniczył w realizacji części badań eksperymentalnych, opracowaniu metodyki wytwarzania lub charakteryzacji materiałów, analizie i interpretacji uzyskanych wyników, przygotowaniu oryginalnej wersji manuskryptu oraz odpowiedzi na uwagi recenzentów. Warto podkreślić, że w dwóch pracach (BL3 i BL5) odpowiadał również za koncepcję badań, co dużo mówi o jego umiejętności samodzielnego planowania i prowadzenia prac badawczych. Ponadto w czterech spośród pięciu publikacji tworzących cykl Doktorant jest pierwszym autorem, co dodatkowo potwierdza jego istotny wkład w powstanie przedstawionego dorobku naukowego. Na szczególną uwagę zasługuje artykuł BL5, opublikowany w 2026 r. w czasopiśmie Chemical Engineering Journal, będący bardzo obszerną pracą, w której wykorzystano szeroki zestaw metod charakteryzacji strukturalnej i elektrochemicznej, uzupełnioną dodatkowo rozbudowanymi materiałami uzupełniającymi (tzw. Supporting Information).

Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach?

Rozprawa doktorska mgra inż. Bartłomieja Lemieszka prezentuje jego ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, w szczególności w obszarze materiałów i zjawisk fizykochemicznych istotnych dla funkcjonowania ogniw ze stałym tlenkiem. W części teoretycznej Doktorant przedstawia zasady działania ogniw SOC, funkcje ich podstawowych elementów, mechanizmy transportu jonowego i elektronowego oraz czynniki wpływające na parametry pracy ogniwa. Część teoretyczna została oparta na ponad 200 pozycjach literaturowych, z których około połowa została opublikowana w ciągu ostatnich 10 lat. Omawia również materiały stosowane jako elektrolity, elektrody oraz metaliczne interkonektory, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień korozji wysokotemperaturowej, dyfuzji chromu oraz właściwości materiałów elektrodowych przeznaczonych do pracy w obniżonych temperaturach. Rozprawa potwierdza także znajomość podstaw elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej oraz metod charakteryzacji strukturalnej i chemicznej materiałów, takich jak XRD, XPS, XAFS, spektroskopia Ramana czy SEM-EDS. Doktorant potrafi powiązać właściwości strukturalne, chemiczne i elektryczne badanych materiałów z ich zachowaniem elektrochemicznym, co jest niezbędne do właściwej interpretacji wyników badań prowadzonych nad materiałami dla ogniw

SOC. Rozprawa doktorska pokazuje odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej Doktoranta w zakresie elektrochemii ciała stałego, inżynierii materiałowej oraz fizykochemicznych podstaw działania ogniw ze stałym tlenkiem.

Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora?
Rozprawa doktorska mgra inż. Bartłomieja Lemieszka wykazuje jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, zarówno na etapie planowania i realizacji badań, jak i analizy oraz interpretacji uzyskanych wyników. Doktorant wykazał się umiejętnością opracowywania i optymalizacji metod wytwarzania nowoczesnych materiałów, prowadzenia badań korozyjnych, strukturalnych, elektrycznych i elektrochemicznych oraz łączenia wyników uzyskanych za pomocą wielu komplementarnych technik badawczych. Jego udział obejmował również opracowywanie nowych roztworów prekursorowych, wytwarzanie badanych warstw i elektrod, prowadzenie pomiarów oraz analizę i interpretację wyników. Na samodzielność naukową Doktoranta wskazują także załączone do rozprawy deklaracje współautorów, jednoznacznie określające jego istotny udział w realizacji poszczególnych prac (do każdego artykułu została dołączona osobna lista określająca udział poszczególnych autorów). W czterech spośród pięciu publikacji tworzących cykl Doktorant jest pierwszym autorem, a we wszystkich pięciu publikacjach z cyklu pełnił również funkcję autora korespondencyjnego, odpowiadając za przygotowanie manuskryptów, proces ich zgłaszania oraz odpowiedzi na uwagi recenzentów. Całość przedstawionego dorobku wskazuje na dojrzałość badawczą Doktoranta oraz kompetencje pozwalające na samodzielne prowadzenie prac naukowych w obszarze materiałów dla ogniw ze stałym tlenkiem.

Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne?

Przedstawiony przez Doktoranta cykl publikacji zawiera oryginalne wyniki badań, które obejmują zarówno opracowanie nowych rozwiązań materiałowych dla powłok ochronnych metalicznych interkonektorów, jak i optymalizację materiałów elektrod tlenowych przeznaczonych do pracy w obniżonych temperaturach. Uzyskane rezultaty stanowią oryginalny wkład w rozwój materiałów dla ogniw ze stałym tlenkiem i jednocześnie wykazują wyraźny potencjał aplikacyjny w zakresie poprawy trwałości, sprawności oraz obniżenia temperatury pracy systemów SOC.

Doktorant podsumowuje swoje osiągnięcia naukowe, odnosząc je do poszczególnych hipotez badawczych oraz publikacji składających się na cykl, tj.:

1. W odniesieniu do pierwszej hipotezy badawczej (publikacje nr 1 i 2) Doktorant wskazuje na:

- opracowanie powłok ochronnych dla metalicznych interkonektorów, opartych na tlenkach metali ziem rzadkich oraz spinelu $CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$ (CMFO) niezawierającym kobaltu;
- istotne obniżenie wartości rezystancji powierzchniowej ASR po 2000 i 4000 godzinach ekspozycji w atmosferze utleniającej w temperaturze 700°C;
- zwiększenie zdolności powłok CMFO do ograniczania dyfuzji chromu poprzez zastosowanie cienkich warstw tlenków metali ziem rzadkich (~100 nm), które jednocześnie zmniejszały szybkość korozji.

Uzyskane wyniki wskazują, że połączenie wysokiej przewodności elektrycznej CMFO z właściwościami ochronnymi tlenków metali ziem rzadkich pozwala częściowo skompensować ograniczenia poszczególnych materiałów i stanowi perspektywiczne rozwiązanie dla powłok ochronnych metalicznych interkonektorów.

2. W odniesieniu do drugiej hipotezy badawczej (publikacje nr 3, 4, 5) Doktorant wskazuje na:

- opracowanie nowych roztworów prekursorów umożliwiających wytwarzanie materiałów elektrod tlenowych metodami niewymagającymi kosztownej aparatury;
- zastosowanie prostych technik wytwarzania elektrod, takich jak spin-coating oraz infiltracja porowatego szkieletu CGO materiałami LSC i PrO_x, przy zachowaniu wysokiej aktywności elektrochemicznej otrzymanych elektrod;
- określenie optymalnych temperatur obróbki termicznej materiałów elektrod tlenowych LSC i PrO_x;
- wykazanie korzystnych właściwości elektrochemicznych częściowo amorficznego LSC oraz powiązanie ich ze zmniejszeniem średniego stopnia utlenienia kobaltu o około 0,5 w porównaniu z materiałem krystalicznym;
- określenie średniego stopnia utlenienia prazeodymu oraz wykazanie współistnienia wielu faz PrO_x, zależnych od temperatury obróbki termicznej;
- przeprowadzenie szczegółowej charakteryzacji elektrochemicznej z wykorzystaniem spektroskopii impedancyjnej przy zmiennym ciśnieniu parcjalnym tlenu, pozwalającej na identyfikację procesów ograniczających kinetykę reakcji redukcji tlenu;
- ocenę wpływu H_2O i CO_2 na właściwości elektrod oraz wykazanie większej odporności PrO_x na obecność tych składników w porównaniu z LSC;
- weryfikację opracowanych elektrod w kompletnych ogniwach, dla których uzyskano wyższe gęstości mocy w porównaniu z zastosowanymi ogniwami referencyjnymi.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że odpowiedni dobór sposobu wytwarzania, mikrostruktury oraz warunków obróbki termicznej materiałów LSC i PrO_x pozwala istotnie poprawić ich właściwości elektrochemiczne i zwiększyć ich przydatność do zastosowania jako elektrody tlenowe w ogniwach SOC pracujących w obniżonych temperaturach.

W opinii recenzenta wyniki badań i analiz przedstawione przez mgra inż. Bartłomieja Lemieszka w rozprawie doktorskiej pt. *Opracowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów do nowej generacji ogniw ze stałym tlenkiem* pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że hipotezy badawcze zostały potwierdzone, a cel rozprawy – polegający na opracowaniu i charakteryzacji zaawansowanych, elektrochemicznie aktywnych materiałów przeznaczonych do ogniw ze stałym tlenkiem nowej generacji, ze szczególnym uwzględnieniem ich właściwości strukturalnych oraz przydatności do pracy w obniżonych temperaturach – został osiągnięty. Cykl publikacji naukowych obejmujący pięć artykułów w czasopismach z listy *Journal Citation Reports* stanowi spójne i oryginalne opracowanie naukowe dotyczące zaawansowanych materiałów do nowej generacji ogniw ze stałym tlenkiem.

Doktorant przedstawił również swoje osiągnięcia naukowe, które według mnie zasługują na szczególną uwagę. Wśród nich wyróżnić można opublikowanie 13 artykułów naukowych w czasopismach z listy JCR (według stanu na dzień 17.09.2026 jest ich już 17), które na dzień 17.09.2026 r. cytowane były już 53 razy (bez autocytowań, indeks Hirscha 5, źródło: Scopus). Dodatkowo, po złożeniu pracy doktorskiej do recenzji ukazały się kolejne publikacje w renomowanych czasopismach, takich jak Journal of Power Sources czy Journal of Energy Storage, które dotyczą tematyki rozprawy doktorskiej. Wyniki swoich prac Doktorant aktywnie prezentował na 9 konferencjach naukowych i podczas wykładu na zaproszenie w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk. Natomiast brak jest informacji o realizowanych projektach badawczych jako kierownik lub wykonawca.

Uwagi szczegółowe i ogólne

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska została przygotowana starannie od strony redakcyjnej i merytorycznej. Jednak w trakcie jej analizy pojawiło się kilka pytań i wątpliwości, na które recenzent chciałby zwrócić uwagę:

1. Co zdaniem Doktoranta stanowi wspólny mianownik dla dwóch głównych nurtów rozprawy, czyli rozwój powłok ochronnych dla metalicznych interkonektorów (1) oraz rozwój niskotemperaturowych elektrod tlenowych (2)? Cel oraz dwie hipotezy zostały sformułowane czytelnie, ale każda z nich jest weryfikowana przez odrębną grupę materiałów i metod.
2. W pierwszej publikacji (BL1) najniższy przyrost masy uzyskano dla warstw La_2O_3 i Y_2O_3, natomiast do wykonania warstw podwójnych wybrano Y_2O_3 oraz Gd_2O_3. Dlaczego do dalszych badań układów dwuwarstwowych dokonano takiego wyboru, pomimo że warstwy La_2O_3 wykazywały bardzo dobre właściwości antykorozyjne? Czy decydujące znaczenie miała reaktywność La_2O_3 z chromem, powstawanie chromitu lantanu $LaCrO_3$, przewodnictwo elektryczne, stabilność chemiczna czy inne względy?
3. Badania prowadzono przez 2000 i 4000 godzin w warunkach zasadniczo izotermicznych. Jak powłoki zachowywałyby się podczas wielokrotnych cykli nagrzewania i chłodzenia, uruchamiania i wyłączania ogniwa oraz przy zmianach obciążenia? Czy różnice współczynników rozszerzalności cieplnej mogą prowadzić do pękania, odspajania lub utraty ciągłości cienkiej warstwy RE_2O_3?
4. Jakie są możliwości wdrożenia opracowanych metod nanoszenia powłok z płaskich próbek laboratoryjnych na pełnowymiarowe interkonektory? Jak zapewnić jednorodność grubości, pokrycie krawędzi, brak nieciągłości oraz powtarzalność procesu?
5. W jaki sposób Doktorant rozdzielił wpływ stopnia utlenienia kobaltu od wpływu wielkości ziaren, udziału fazy amorficznej, porowatości, chropowatości, grubości i powierzchni właściwej warstwy? Czy obniżenie średniego stopnia utlenienia Co jest przyczyną poprawy aktywności elektrochemicznej, czy jedynie zjawiskiem, które współwystępuje?
6. Czy częściowo amorficzna struktura LSC pozostaje stabilna podczas długotrwałej (liczonej w tysiącach godzin) pracy ogniwa, czy należy oczekiwać jej stopniowej krystalizacji, wzrostu ziaren i zmiany stopnia utlenienia kobaltu? Jak Doktorant ekstrapolowałby wyniki około 100-godzinnego testu na okres eksploatacji wymagany w praktycznym układzie SOC?
7. Czy na podstawie HT-XRD, Raman, XPS i XAFS można wskazać konkretną fazę lub określony zakres średniego stopnia utlenienia prazeodymu odpowiedzialny za minimum oporu polaryzacyjnego po spiekaniu w 500°C? Jak pogodzono informacje powierzchniowe z XPS z informacjami objętościowymi z XAFS i XRD?
8. W rozprawie kilkukrotnie wskazano, że proste metody nanoszenia i mniejsze zużycie materiału powinny obniżyć koszt ogniwa. Czy Doktorant jest w stanie ilościowo oszacować zmniejszenie: (1) zużycia materiału aktywnego i (2) kosztu wytworzenia elektrody? Czy niższy koszt wynika jedynie z mniejszego zużycia materiału i rezygnacji z kobaltu, czy uwzględniono również liczbę etapów technologicznych, obróbkę cieplną i czas procesu?

W niektórych miejscach rozprawy występują pewne uchybienia, np. str. 82 – tytuł publikacji jest urwany; w spisie akronimów i oznaczeń te same symbole mają kilka znaczeń (dla przykładu R – rezystancja i stała gazowa, d – odległość międzypłaszczyznowa oraz grubość próbki itp.). Zdarzają się też pewne drobne błędy językowe, np. „a electrochemical system", „The measurements was performed", „as an part" itp. Przy przedstawianiu listy publikacji (str. 82) warto byłoby dodać DOI każdej z nich i wypisać cytowania, ale bez uwzględnienia autocytowań.

Wymienione uwagi nie wpływają na wysoką ocenę oryginalności dorobku Doktoranta ani na ocenę jego wkładu w rozwój zaawansowanych materiałów dla ogniw ze stałym tlenkiem. W szczególności nie podważają wartości przedstawionych badań dotyczących powłok ochronnych dla metalicznych interkonektorów oraz materiałów elektrod tlenowych przeznaczonych do pracy w obniżonych temperaturach. Proszę jednak Doktoranta o krótkie

odniesienie się do najistotniejszych z przedstawionych uwag podczas publicznej obrony rozprawy.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawione przez Doktoranta prace doświadczalne oraz wyniki badań i analizy pokazują, że założony w rozprawie cel został zrealizowany, a obie hipotezy badawcze potwierdzone. Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Pan mgr inż. Bartłomiej Lemieszek udowodnił wysoki poziom swojej wiedzy w zakresie dyscypliny AEEiTK, w której ubiega się o nadanie stopnia doktora. **Podsumowując, stwierdzam, że recenzowana praca z nadmiarem spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** w oparciu o art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024, poz. 1571 z późn. zm.) **i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Biorąc pod uwagę opublikowanie wyników badań Doktoranta w renomowanych czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports, wydawanych m.in. przez Elsevier i Springer Nature, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej. Pan mgr inż. Bartłomiej Lemieszek z nadmiarem spełnia kryteria określone w dokumencie „Zasady wyróżniania rozpraw doktorskich w dyscyplinie AEEiTK", który został dostarczony wraz z pismem przewodnim Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej AEEiTK Politechniki Gdańskiej. Dokładniej mówiąc, spośród pięciu publikacji składających się na cykl jedna została opublikowana w czasopiśmie z listy JCR punktowanym za 200 pkt, trzy w czasopismach punktowanych za 140 pkt oraz jedna w czasopiśmie punktowanym za 70 pkt. Warto również wspomnieć, że prace składające się na cykl publikacji były cytowane 22 razy bez autocytowań (stan na dzień 17.09.2026 r.), co świadczy o zainteresowaniu badaniami naukowymi prowadzonymi przez Doktoranta. Mając powyższe na uwadze, a także wysoką wartość merytoryczną przedstawionych badań oraz ich istotny potencjał aplikacyjny, w szczególności w zakresie rozwoju materiałów do średnio- i niskotemperaturowych ogniw ze stałym tlenkiem, obejmujących powłoki ochronne dla metalicznych interkonektorów oraz materiały elektrod tlenowych, **rekomenduję Radzie Dyscypliny AEEiTK Politechniki Gdańskiej wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Bartłomieja Lemieszka.**

Michał Mosiw