

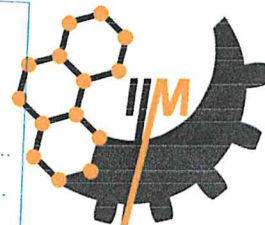


Politechnika Łódzka

Instytut Inżynierii Materiałowej

POLITECHNIKA GDAŃSKA
BIURO RADY DISCYPLINY NAUKOWEJ
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Wpłynęło dnia 16.01.2026
L.dz. 5/2026
Podpis MS



Prof. dr hab. inż. Łukasz Kaczmarek
Instytut Inżynierii Materiałowej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Łódzka

Łódź, 12.01.2026 r.

RECENZJA

Dorobku dra. inż. Sebastiana Wachowskiego

Podstawę sporządzenia niniejszej recenzji stanowi pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Gdańskiej, prof. dr hab. inż. Marii Gazdy, z dnia 27 października 2025 r., sygn. 52/RDNIM/2025, dotyczące powołania recenzenta do składu komisji w postępowaniu habilitacyjnym dra. inż. Sebastiana Wachowskiego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

1. Charakterystyka Habilitanta.

Doktor Sebastian Wachowski w 2017 r. obronił pracę doktorską w Politechnice Gdańskiej na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej. Tematem pracy doktorskiej: „*Wpływ domieszkowania na strukturę i właściwości elektryczne niobianu lantanu*”.

Pracę magisterską oraz inżynierską (obronione odpowiednio w 2012 r. oraz 2011 r.) zrealizował również w Politechnice Gdańskiej na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.

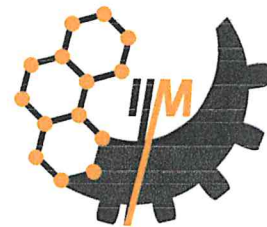
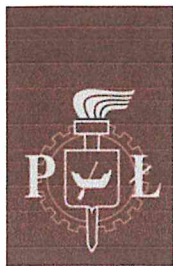
Zajmowane stanowiska:

2019 - obecnie adiunkt ze stopniem naukowym doktora, Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska.

2017-2019 - adiunkt ze stopniem naukowym doktora, staż podoktorski w projekcie międzynarodowym M.ERA-NET pt. „Governing principles in hydration of mixed conducting oxides”, Katedra Fizyki Ciała Stałego, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska.

2016-2017 - asystent, Katedra Fizyki Ciała Stałego, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska.

2015-2016 - researcher, Zakład Elektrochemii Ciała Stałego, Centrum Nauk o Materiałach i Nanotechnologii, Wydział Matematyki i Nauk o Życiu, Uniwersytet w Oslo, Norwegia.



2. Ocena osiągnięcia naukowego jako podstawa do uzyskania habilitacji.

Dr Sebastian Wachowski do oceny przedłożył dwa osiągnięcia naukowe stanowiące zbiór odpowiednio 11 (P1-P11) i 6 (A1-A6) prac naukowych opublikowanych na łamach czasopism z listy Journal Citation Reports oraz tzw. „Listy Ministerialnej”, których Impact Factor zawiera się w przedziale **od 2,4 do 8,3 (odpowiednio: Crystals i Acta Materialia)**, pod wspólnym tytułem:

„Modyfikacja właściwości perowskitowych kobałtytów i żelazianów pod kątem zastosowania ich jako elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych”

oraz

„Badania przemian fazowych i przewodnictwa protonowego w tlenkach o wzorze ogólnym ABO_4 ”

Osiągnięcia naukowe w myśl Ustawy zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. Zm.) stanowią odpowiednio 11 oraz 6 publikacji naukowych, w przypadku których Habilitant wykazał, stosownymi oświadczeniami, indywidualny i znaczący wkład w opracowanie koncepcji przeprowadzonych analiz, krytycznej oceny literatury, **a także w zakresie wykazania możliwości kontrolowanej modyfikacji składu chemicznego tlenków perowskitowych i pokrewnych, co umożliwia sterowanie ich strukturą, mechanizmami przewodnictwa oraz właściwościami fononowymi, w szczególności przewodnictwem protonowym** oraz sformułowania wniosków i odpowiedzi na recenzje ocenianych artykułów.

Cykl ten stanowi:

I. Główne osiągnięcie naukowe

„Modyfikacja właściwości perowskitowych kobałtytów i żelazianów pod kątem zastosowania ich jako elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych”

P1. S.L. Wachowski, I. Szpunar, M. Sorby, A. Mielewczyk-Gryń, M. Balaguer, C. Ghica, M.C. Istrate, M. Gazda, A.E. Gunnæs, J.M. Serra, T. Norby, R. Strandbakke, M.H. Sørby, A. Mielewczyk-Gryń, M. Balaguer, C. Ghica, M.C. Istrate, M. Gazda, A.E. Gunnæs, J.M. Serra, T. Norby, R. Strandbakke, Structure and water uptake in $BaLnCo_2O_{6-\delta}$ ($Ln = La, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb$ and Dy), Acta Mater. 199 (2020) 297–310. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.08.018>.

P2. S. Wachowski*, I. Szpunar, J. Pośpiech, D. Balcerzak, A. Mielewczyk-Gryń, M. Nadolska, M. Balaguer, J.M. Serra, E. Vøllestad, M. Gazda, R. Strandbakke, T. Norby, Physicochemical Properties of $La_{0,5}Ba_{0,5}Co_{1-x}Fe_xO_{3-\delta}$ ($0 \leq x \leq 1$) as Positrode for Proton Ceramic Electrochemical Cells, Acta Mater. 248 (2025) 120585. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2024.120585>.



P3. I. Szpunar, R. Strandbakke, M.H. Sørby, S.L. Wachowski, M. Balaguer, M. Tarach, J.M. Serra, A. Witkowska, E. Dzik, T. Norby, M. Gazda, A. Mielewczyk-Gryń, others, High-Temperature Structural and Electrical Properties of BaLnCo₂O₆ Positrodes, *Materials*. 13 (2020) 4044. <https://doi.org/10.3390/ma13184044>.

P4. A. Løken, S. Ricote, S. Wachowski, Thermal and Chemical Expansion in Proton Ceramic Electrolytes and Compatible Electrodes, *Crystals*. 8 (2018) 365. <https://doi.org/10.3390/cryst8090365>.

P5. I. Szpunar, S. Wachowski, T. Miruszewski, K. Dzierzgowski, K. Górnicka, T. Klimczuk, M.H. Sørby, M.M. Balaguer, J.M. Serra, R. Strandbakke, M. Gazda, A. Mielewczyk-Gryń, Electric and magnetic properties of lanthanum barium cobaltite, *J. Am. Ceram. Soc.* 103 (2020) 1809–1818. <https://doi.org/10.1111/jace.16865>.

P6. D. Gierszewska, I. Szpunar, F. Oseko, J. Pośpiech, M. Nadolska, M. Pieragowska, K. Reniecka, K. Waniek, K. Leszczyński, A. Mielewczyk-Gryń, M. Gazda, S. Wachowski, Microstructural Design of Ba_{0.5}La_{0.5}Co_{0.5}Fe_{0.5}O₃ Perovskite Ceramics, *Materials*. 14 (2021) 4656.

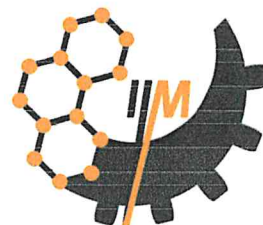
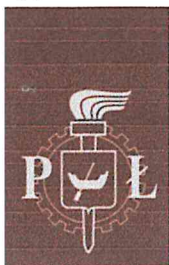
P7. D. Balcerzak, A. López-García, A. J Carrillo, M. Balaguer, J. M. Serra, T. Norby, R. Strandbakke, M. Gazda, S. L Wachowski*, Tailoring oxide nanoparticle exsolution in La_{0.5}Ba_{0.5-y}Co_{1-x}FexO_{3-δ}, *J. Eur. Ceram. Soc.* 45 (2025) 117347 <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2025.117347>.

P8. D. Balcerzak, I. Szpunar, R. Strandbakke, S. Saeed, C. Bazioti, A. Mielewczyk-Gryń, P. Winiarz, A.J.C. del Tesso, M. Balaguer, J.M. Serra, M. Gazda, S. Wachowski, Oxide nanoparticle exsolution in Lu-doped (Ba,Lu)CoO₃, *CrystEng.Comm* (2023), <https://doi.org/10.1039/D3CE00422H>.

P9. F. Oseko*, S. Wachowski, T. Miruszewski, M. Gazda, A. Mielewczyk-Gryń Tailoring oxide nanoparticle exsolution in La_{0.5}Ba_{0.5-y}Co_{1-x}FexO_{3-δ}, *J. Amer. Ceram. Soc.* 45 (2025) e20417 <https://doi.org/10.1111/jace.20417>.

P10. J. Pośpiech*, M. Nadolska, M. Cieślík, T. Sobczyk, M. Chmielewski, A. Mielewczyk-Gryń, R. Strandbakke, J. M. Serra, S. L. Wachowski, Additive manufacturing of Proton-Conducting Ceramics by robocasting with integrated laser postprocessing, *Applied Materials Today* 40 (2024) 102398 <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2024.102398>.

P11. S. Wachowski, Z. Li, J.M. Polfus, T. Norby, Performance and stability in H₂S of SrFe_{0.75}Mo_{0.25}O_{3-δ} as electrode in proton ceramic fuel cells, *J. Eur. Ceram. Soc.* 38 (2018) 163–171.



II. Dodatkowe osiągnięcie naukowe

„Badania przemian fazowych i przewodnictwa protonowego w tlenkach o wzorze ogólnym ABO_4 ”

A1 - S.L. Wachowski, B. Kamecki, P. Winiarz, K. Dzierzgowski, M. Jurkowski, J. Dzisevič, A. Mielewczyk-Gryń, M. Gazda, Fabrication and Structural Properties of $\text{LaNb}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_4$ Ceramics, *ChemistrySelect*. 4 (2019) 8645–8651. <https://doi.org/10.1002/slct.201902024>.

A2 - S. Wachowski, B. Kamecki, P. Winiarz, K. Dzierzgowski, A. Mielewczyk-Gryń, M. Gazda, Tailoring structural properties of lanthanum orthoniobates through an isovalent substitution on the Nb-site, *Inorg. Chem. Front.* 5 (2018) 2157–2166. <https://doi.org/10.1039/C8QI00524A>.

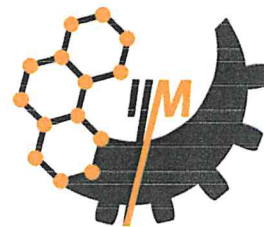
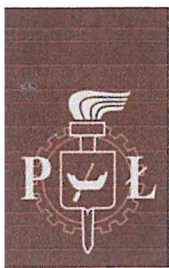
A3 - A. Mielewczyk-Gryń, S. Wachowski, K. Dzierzgowski, I. Szpunar, J. Strychalska-Nowak, T. Klimczuk, M. Sawczak, M. Gazda, Vibrational properties of $\text{LaNb}_{0.8}\text{M}_{0.2}\text{O}_4$ - δ ($\text{M} = \text{As, Sb, V, and Ta}$), *ChemPhysChem* 24, 1, (2023). <https://doi.org/10.1002/cphc.202200368>.

A4 - P. Winiarz, M. Gazda, S. Wachowski, Electrical properties of Ca-doped $\text{LaNb}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_4$ - δ ceramics, *Solid State Ionics* 409, (2024) <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2024.116516>.

A5 - K. Dzierzgowski, S. Wachowski, M. Łapiński, A. Mielewczyk-Gryń, M. Gazda, Praseodymium Orthoniobate and Praseodymium Substituted Lanthanum Orthoniobate: Electrical and Structural Properties, *Materials*. 15 (2022) 2267. <https://doi.org/10.3390/ma15062267>.

A6 - P. Winiarz, K. Dzierzgowski, A. Mielewczyk-Gryń, M. Gazda, S. Wachowski, High-Temperature Proton Conduction in LaSbO_4 , *Chem. Eur. J.* 27 (2021) 5393–5398. <https://doi.org/10.1002/chem.202004561>.

Uwaga. Powyższe artykuły spełniają kryterium określonego w art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, tzn. zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b tej ustawy. W związku z tym artykuły te i osiągnięcie w nich zawarte stanowią przedmiot niniejszej recenzji.



Osadzenie przedłożonej habilitacji w realiach naukowo-przemysłowych.

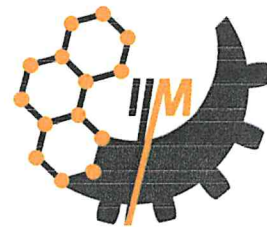
Zmiany geopolityczne wymuszają redefinicję obecnych źródeł energii w zakresie ich wykorzystania, co pociąga za sobą konieczność opracowania nowych materiałów opartych na substytutach pierwiastków strategicznych lub optymalizacji wydajności obecnie stosowanych układów. Obecnie, czołowe gospodarki świata w zintensyfikowany sposób inwestują w technologie wodorowe, w tym jego wytwarzanie, magazynowanie i generowanie z jego wykorzystaniem energii elektrycznej (Raport *Global Hydrogen Review*, *International Energy Agency 2025*, oraz Raport *Global Hydrogen Compass 2025 Industry progress and lessons learned from the first wave of mature clean hydrogen projects 2025*). Wyraźnie widać, że zaangażowane inwestycje w czysty wodór przekroczyły obecnie 110 miliardów dolarów w 510 projektach, co stanowi wzrost o 35 miliardów dolarów w porównaniu z ubiegłym rokiem. Jednocześnie odnotowano wzrost średnio o ponad 50% rok do roku od 2020 r. Obecnie ogłoszono ponad 1700 projektów dotyczących czystego wodoru na całym świecie. Fakt ten wymusza zintensyfikowanie działań w obszarze opracowywania równolegle zaawansowanych materiałów, które pozwolą osiągnąć zakładane skale generowania układów dedykowanych dla sektora energetycznego. Z tego względu nie bez znaczenia są elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych, które mogą być zastosowane w wysokotemperaturowych ogniwach paliwowych, w zaawansowanych układach przeznaczonych do budowy sensorów gazów oraz w wysokowydajnych elektrolizerach.

Prace w tym obszarze prowadzone są w czołowych ośrodkach na całym świecie w tym:

- GKN Aerospace, Global Technology Centre, Filton, BS34 6FB, United Kingdom m.in. w zakresie zarządzanie temperaturą w ogniwach paliwowych z membraną wymiany protonów o wysokiej temperaturze do układów napędowych samolotów, *Progress in Aerospace Sciences Volume 153, 1 February 2025, 101052*.
- Toyota Research Institute of North America, Ann Arbor, MI 48105, USA w zakresie m.in. opracowywania i modelowania ogniw paliwowych, *Energy Conversion and Management Volume 324, 15 January 2025, 119289*
- AAU Energy, Aalborg University, Aalborg, 9220, Denmark m.in. w zakresie opracowania dwuwarstwowego systemu sterowania i zarządzania dla mikrosieci mieszkaniowej z mikro-CHP na bazie HT-PEMFC, *Applied Energy Volume 381, 1 March 2025, 125118*.

Prace te również z dużym sukcesem prowadzone są w ośrodkach chińskich w tym m.in.:

- Hydrogen Energy and Space Propulsion Laboratory (HESPL), School of Mechanical, Electronic and Control Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing, 100044, P.R.China m.in. w zakresie ogniw paliwowych z membraną wymiany protonów w wysokiej temperaturze, *International Journal of Hydrogen Energy Volume 96, 27 December 2024, Pages 771-782*
- State Key Laboratory of Catalysis, Dalian National Laboratory for Clean Energy, iChEM (Collaborative Innovation Center of Chemistry for Energy Materials), Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023, China



m.in. w zakresie perowskitowych elektrod tlenowych do odwracalnych protonowych ceramicznych ogniw elektrochemicznych, *Journal of the American Chemical Society* 2025 147 (47), 43584-43593

Zatem recenzowana praca habilitacyjna wpisuje się w niniejszy nurt dotyczący wytwarzania i charakteryzacji tlenków o strukturze perowskitu pod kątem ich potencjalnego zastosowania jako ceramicznych elektrod o mieszanym przewodnictwie protonowo-elektronowym. Z tego względu podejmowana tematyka wpisuje się w światowe trendy i podyktowana jest potrzebami transportu, przemysłu energetycznego, elektronicznego, kosmicznego i zbrojeniowego.

W kontekście analizy stanu wiedzy głównego osiągnięcia naukowego, Habilitant zdefiniował ogólny cel badawczy:

„Celem badań było kontrolowanie właściwości materiału poprzez modyfikacje w podsięci A oraz związane z tym zmiany strukturalne. Interesowało mnie jak można wpływać na właściwości kluczowe dla zastosowania tych materiałów jako ceramicznych elektrod o mieszanym przewodnictwie protonowo-elektronowym. Takie elektrody są stosowane np. w ogniwach paliwowych lub elektrolizerach wykorzystujących ceramiczne przewodniki protonowe (PCC - z ang. Proton Conducting Ceramics). Kluczowe cechy tych materiałów, to niestechiometria tlenowa, rozszerzalność cieplna i chemiczna, uwodnienie, przewodność elektryczna, mikrostruktura oraz możliwość funkcjonalizowania powierzchni ceramiki nanocząstkami katalizatorów.

Uwagi:

1. Bardziej użyteczne z punktu widzenia naukowego byłoby zdefiniowanie hipotezy badawczej uszczegółowionej celami badawczymi. Natomiast zdefiniowany cel jest zbyt ogólny szczególnie w zakresie określania mikrostruktury jako kluczowej cechy badanych materiałów. W przypadku tego typu materiałów kluczowa jest raczej struktura na poziomie nano, co zresztą Kandydat szczegółowo bada i wiąże z właściwościami fizykochemicznymi (Rys. 1 zawarty w Autoreferacie).
2. Zabrakło również wyraźnego krytycznego podsumowania stanu literatury, na podstawie którego Kandydat określa swoje cele badawcze szczególnie w zakresie mieszanych przewodników protonowo-elektronowych, które na przestrzeni ostatnich lat stały się przedmiotem intensywnych badań, o czym również Kandydat szeroko pisze.

W ramach realizowanego planu badawczego Habilitant w swojej pracy skupił się na materiałach typu ABO_x , w przypadku których (a) podsięć A obsadzona została Ba lub Sr oraz lantanowcami oraz (b) podsięć B obsadzona została głównie Co i/lub Fe. Układy te sklasyfikowane są jako perowskity regularne (grupa przestrzenna $Pm\bar{3}m$) oraz perowskity podwójne o strukturze tetragonalnej ($P4/mmm$) lub rombowej ($Pmmm$).

Dla tak wytworzonych układów Habilitant przebadał wpływ ich budowy przestrzennej na takie parametry jak: niestechiometria tlenowa (niezwykle istotna w funkcji temperatury), rozszerzalność cieplna i chemiczna w funkcji temperatury, powstawanie defektów

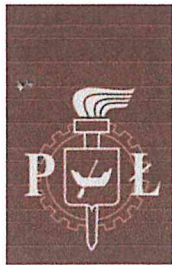


protonowych, przewodność elektryczna, możliwość wytrącanie nanocząstek na powierzchni ceramiek w tzw. procesie eksolucji, a także stabilność potencjalnego materiału na ogniwa paliwowe w H_2S stanowiącego zanieczyszczenie biogazu.

1. Niezwykle istotne jest przedstawienie przez Habilitanta wpływu parametrów syntezy na zmianę struktury sieci badanych faz oraz ich wynikowe właściwości fizykochemiczne (Rys. 1 zawarty w Autoreferacie). Można byłoby się pokusić o powiązanie tego schematu z obszarami zastosowania, co domknęłoby idee prowadzenia badań w kontekście ich szeregu aplikacji.
2. Zaobserwowano, że przewodność maleje wraz ze wzrostem zawartości żelaza i dla $x > 0,5$ może, w zależności od temperatury oraz ciśnienia parcjalego tlenu, spaść poniżej progu 100 S/cm wymaganego dla elektrod elektrochemicznych. Zwiększenie udziału żelaza pozwala wprawdzie obniżyć współczynnik rozszerzalności cieplnej oraz zwiększyć koncentrację defektów protonowych, odbywa się to jednak kosztem spadku przewodności całkowitej. Jednocześnie dla wszystkich badanych materiałów Habilitant stwierdził wzrost przewodności wraz z ciśnieniem parcjalego tlenu, co wskazuje, że dominującymi nośnikami ładunku są dziury elektronowe. Zaproponowany model chemii defektów, Habilitant oparł na $LaCoO_3$ jako związku odniesienia dla materiałów $La_{0,5}Ba_{0,5}Co_{1-x}Fe_xO_{3-\delta}$, zgodnie z danymi literaturowymi dla perowskitów regularnych. Jednocześnie Habilitant określił mechanizm przewodzenia w badanych materiałach oraz wpływ podstawienia żelazem i zmian niestechiometrii tlenowej na charakter transportu ładunku. Uzyskane rezultaty mają istotne znaczenie poznawcze, gdyż udowadniają, w jaki sposób modyfikacja składu chemicznego lub warunków pracy materiału pozwala kontrolować zarówno poziom przewodności, jak i dominujący mechanizm przewodzenia.
3. Ciekawym wnioskiem jest fakt, że w trakcie redukcji tlenku dochodzi do redukcji jednego z kationów, najczęściej niklu do postaci metalicznej oraz jego segregacji na powierzchni materiału, gdzie formują się nanocząstki metalu. Wstępne obserwacje tego zjawiska przez Habilitanta wykazały na istotny potencjał badawczy, szczególnie w kontekście kontrolowanej modyfikacji powierzchni ceramicznych elektrod pracujących w środowisku utleniającym, poprzez stabilnie zakotwiczone, katalitycznie aktywne nanocząstki lub prowadzenia modyfikacji chemicznej badanych związków pod kątem uniknięcia niniejszego zjawiska. Fakt ten może zmieniać właściwości fizykochemiczne nie tylko powierzchni ale również materiału w masie ponieważ zachodzi zmiana jego składu chemicznego.

Uwagi do zaprezentowanego materiału:

1. W przypadku defektów protonowych w podwójnych perowskitach $BaLnCo_2O_{6-\delta}$ istotne byłoby np. określenie energii układu w odniesieniu do procesu uwodnienia. Zastosowanie fizyki i chemii kwantowej mogłoby dodatkowo wytłumaczyć lub uzupełnić niniejszy mechanizm nawet w funkcji jego subtelnych zmian chemicznych np. jak wpływa rozkład ładunku na siłę napędową procesu.



2. W odniesieniu do kontroli mikrostruktury wytwarzanych materiałów, na stronie 45 w paragrafie 4.1.10. Habilitant podaje, że substraty były mielone w młynie kulowym. Powstaje pytanie czy proces ten nie zmienił składu chemicznego wytwarzanych materiałów w wyniku wbudowania się np. atomów pochodzący z zastosowanych kul do układów wytwarzanych materiałów. Jest to częste zjawisko w tego typu metodach.
3. W przypadku wytwarzania elektrod metodą druku 3D z późniejszym wypalaniem polimeru rodzi się pytanie o skuteczność tego procesu. Czyli jaki jest poziom zanieczyszczenia wynikowych struktur oraz jak wpływa ich porowatość na badane charakterystyki fizykochemiczne?

Uwagi techniczne:

- a) Stosowany styl pisania Habilitanta sprawia wrażenie, że uzyskane wyniki są rozpatrywane w kategorii „szczęści i przypadku”, cytuję: udało się zidentyfikować...” str. 39, „udało się wykazać, że elektrolit BZCY81...” str. 50, „W związkach z podstawnikiem żelaza udało się uzyskać serię materiałów...” str. 51, „dla wybranych materiałów udało mi się wyznaczyć współczynniki rozszerzalności związane z powstawaniem poszczególnych defektów w strukturze krystalicznej” str. 51. Uważam, że jest to błędne założenie. Ponieważ opracowane wyniki są efektem wyraźnie zaplanowanego planu badawczego i konsekwencją jego realizacji. W kolejnych pracach bezwzględnie należy to zmienić.

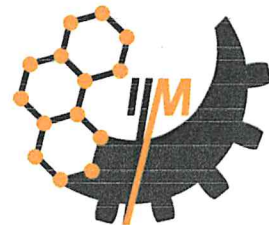
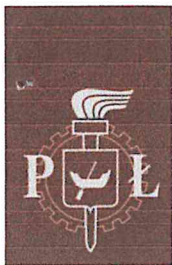
Analizując dodatkowe osiągnięcie naukowe przedstawione w pracach A1-A6 zatytułowane:

„Badania przemian fazowych i przewodnictwa protonowego w tlenkach o wzorze ogólnym ABO_4 ”

Habilitant poddał analizie tlenki typu ABO_4 , w których analizował wpływ modyfikacji podsieci A i B na przemiany strukturalne oraz właściwości transportowe, ze szczególnym uwzględnieniem przewodnictwa protonowego. Uzyskane wyniki przyczyniły się do pogłębienia wiedzy na temat tej klasy elektrolitów stałych, charakteryzujących się dominującym udziałem przewodnictwa protonowego.

W tym zakresie celem badawczym było:

- „Opracowanie nowej metody wytwarzania jednofazowego $LaNb_{1-x}As_xO_4$ dla $x \leq 0.3$ (A1)
- Zbadanie właściwości strukturalnych $LaNb_{1-x}As_xO_4$ (A1-A2)
- Analiza jakie właściwości pierwiastków izowalencyjnych względem niobu (V, Ta, As, Sb) są kluczowe dla stabilizacji fazy tetragonalnej i obniżenia temperatury przemiany fazowej (A2)
- Analiza wpływu podstawników izowalencyjnych na właściwości fononowe materiału (A3)
- Zbadanie jak podstawnik As wpływa na przewodnictwo protonowe $LaNb_{1-x}As_xO_4$ (A4)



- Zbadanie LaNbO_4 domieszkowanego Pr w podsięci A jako potencjalnego źródła domieszki donorowej (A5)
- Wytworzenie oraz zbadanie właściwości strukturalnych i przewodnictwa LaSbO_4 (A6)

Habilitant w ramach przeprowadzonych badań wykazał, że:

1. podstawniki stabilizujące fazę tetragonalną (V, As, Sb) charakteryzują się niższą elektrycznością niż Nb, to w przypadku V różnica ta jest minimalna, a przesunięcie temperatury przemiany fazowej największe. Wskazuje to, że efekt stabilizacji wynika z synergicznego wpływu elektryczności, decydującej o typie stabilizacji, oraz promienia jonowego, który w większym stopniu determinuje skalę zmiany temperatury przemiany: im mniejszy promień jonowy podstawnika względem niobu, tym większe jest to przesunięcie.

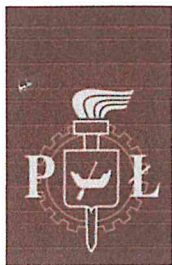
Uwaga: Warto i w tym przypadku także rozważyć możliwość zasymulowania niniejszych właściwości stosując narzędzia fizyki i chemii kwantowej.

2. Istnieje brak korelacji między temperaturą Debye'a a temperaturą przemiany fazowej, co wyraźnie ilustruje przypadek $\text{LaNb}_{0.8}\text{Ta}_{0.2}\text{O}_4$, charakteryzujący się najwyższą temperaturą przemiany i najniższą temperaturą Debye'a. Habilitant wykazał, że kluczowym czynnikiem wpływającym na temperaturę Debye'a jest promień jonowy podstawnika. Na tej podstawie zaproponował hipotezę, zgodnie z którą zmiana promienia jonowego prowadzi do modyfikacji naprężeń sieci krystalicznej, skutkującej „zmiękczeniem” fononów akustycznych i obniżeniem temperatury Debye'a.

Uwaga: czy naprężenia w sieci krystalicznej mogą w tym przypadku zmienić parametry komórki?

3. model chemii defektów umożliwił wyjaśnienie właściwości elektrycznych niobianu lantanu z dodatkiem As oraz, że donorowe podstawienie prazeodymu prowadzi do powstania przewodnika mieszanego z istotnym udziałem przewodnictwa protonowego. Dodatkowo Habilitant zbadał przewodnictwo protonowe w nowym materiale stanowiącym antymonian lantanu.

Powyższe uwagi mają na celu uzmysłowienie konieczności szerszego spojrzenia na prowadzone badania naukowe w świetle zdefiniowanego problemu, określonego na podstawie analizy literatury i potrzeb przemysłu.



Podsumowując niniejszą część, przedłożone do oceny dzieło w skład, których wchodzi Główne osiągnięcie naukowe:

Pt. „Modyfikacja właściwości perowskitowych kobałtytów i żelazianów pod kątem zastosowania ich jako elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych”

Dodatkowe osiągnięcie naukowe:

Pt. „Badania przemian fazowych i przewodnictwa protonowego w tlenkach o wzorze ogólnym ABO_4 ”

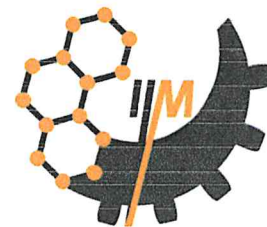
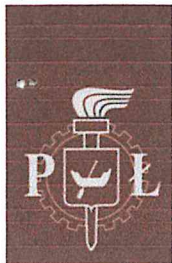
stanowią odpowiedni wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa szczególnie w zakresie wykazania możliwości kontrolowanej modyfikacji składu chemicznego tlenków perowskitowych i pokrewnych, co umożliwia sterowanie ich strukturą, mechanizmami przewodnictwa oraz właściwościami fononowymi, w szczególności przewodnictwem protonowym. Opracowane modele chemii defektów oraz synteza nowych materiałów pozwoliły wyjaśnić wpływ podstawników i warunków pracy na przewodnictwo elektryczne, wskazując na możliwość projektowania materiałów o pożądanych właściwościach funkcjonalnych.

Udział Habilitanta w inicjację tematyki publikacji, ich realizację i opracowanie, stanowiących przedłożone dzieło jest odpowiednie i niepodważalny.

3. Ocena aktywności naukowej albo artystycznej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Habilitant posiada ponadprzeciętne doświadczenie zdobyte w innych ośrodkach naukowych. Wykazał szereg średniookresowych wyjazdów w tym m.in. bardzo istotne: do Synchrotron Elettra we Włoszech w ramach projektu CERIC-ERIC 20227123, w którym był wykonawcą, w ramach projektu CERIC-ERIC 20217096, którego był kierownikiem, w ramach projektu CERIC-ERIC 20217042, którego był kierownikiem.

Dodatkowo Habilitant wykazał trzy długookresowe wyjazdy zagraniczne w latach 2014–2016 jako staże badawcze w Norwegii, związane z tematyką materiałów i urządzeń opartych na tlenkach przewodzących protonowo. Odbył dwa staże na Uniwersytecie w Oslo w grupie prof. T. Norby'ego, obejmujące badania nad półogniwami protonowymi oraz realizację projektu BIOPCFC, w ramach którego był zatrudniony na pełen etat na stanowisku Researcher. Dodatkowo odbył staż w spółce spin-off Uniwersytetu w Oslo Coorstek Membrane Sciences (Protia AS), gdzie prowadził prace badawczo-rozwojowe nad protonoprzewodzącymi tlenkami.



Natomiast Habilitant nie wykazał posiadania żadnych praw własności przemysłowej, dorobku technologicznego czy wdrożeń technologii.

Tę część oceniam pozytywnie. Przedstawione wskaźniki stanowią odpowiednią wartość dla osób ubiegających się o stopień habilitacji w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Ponadto analiza danych naukometrycznych Habilitanta dowodzi, że posiada:

1. Impact Factor (sumaryczny): 223,734
2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy: 729, bez autocytowań: 528 (wg. Scopus)
3. Indeks Hirscha: 15 (wg. Scopus)

W tym przypadku szkoda, że nie zostały zestawione dane z bazy WoS.

4. Wniosek końcowy.

Przedłożone do oceny osiągnięcia naukowe opisane na łamach zbioru publikacji naukowych (ocenionych w punkcie 2 niniejszej recenzji) oraz przedłożony dorobek naukowy z uwzględnieniem współpracy międzynarodowej dra. inż. Sebastiana Wachowskiego stanowi:

zbiór 11 i 6 prac naukowych publikowanych na łamach czasopism z listy Journal Citation Reports, których Impact Factor zawiera się w przedziale od 2,4 do 8,3 (odpowiednio: Crystals oraz Acta Materialia), pod wspólnym tytułem:

„Główne osiągnięcie naukowe:

Pt. „Modyfikacja właściwości perowskitowych kobałtytów i żelazianów pod kątem zastosowania ich jako elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych”

Dodatkowe osiągnięcie naukowe:

Pt. „Badania przemian fazowych i przewodnictwa protonowego w tlenkach o wzorze ogólnym ABO_4 ”

Osiągnięcia naukowe w myśl Ustawy zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. Zm.) stanowią odpowiednio 11 oraz 6 publikacji naukowych, w przypadku których Habilitant wykazał, stosownymi oświadczeniami, indywidualny i znaczący wkład w opracowanie koncepcji przeprowadzonych analiz, krytycznej oceny literatury, **a także w zakresie wykazania możliwości kontrolowanej modyfikacji składu chemicznego tlenków perowskitowych i pokrewnych, co umożliwi sterowanie ich strukturą, mechanizmami przewodnictwa oraz właściwościami fononowymi, w szczególności przewodnictwem**



Politechnika Łódzka

Instytut Inżynierii Materiałowej



protonowym oraz sformułowania wniosków i odpowiedzi na recenzje ocenianych artykułów **stanowią istotny wkład w rozwój w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa;**

- (a) dorobek naukowy, z wyłączeniem publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o habilitację, jest oryginalny i wartościowy oraz wskazuje na dostateczną aktywność naukową;
- (b) Kandydat w ponadprzeciętny sposób spełnia wymagania w zakresie współpracy międzynarodowej, co stawia Pana Doktora w grupie naukowców zdolnych pracować samodzielnie, a także budować w przyszłości wokół siebie międzynarodowe zespoły badawcze.

Na podstawie powyższego stwierdzam, że dr inż. Sebastian Wachowski spełnia w sposób odpowiedni i zadowalający warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce art. 219 ust. 1 pkt. 2 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Uwzględniając powyższe, popieram wniosek o nadanie Habilitantowi stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Łukasz Kaczmarek

Z poważaniem

Prof. dr hab. inż. Łukasz Kaczmarek



Signed by / Podpisano
przez:

Łukasz Piotr
Kaczmarek
Politechnika Łódzka

Date / Data: 2026-01-
12 21:45