

dr hab. inż. Katarzyna Pietrzak

Warszawa, 19.10.2019 r.

ITME, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

katarzyna.pietrzak@itme.edu.pl

IPPT PAN, ul. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa

katarzyna.pietrzak@ippt.pan.pl

RECENZJA

Osiągnięcia naukowego pt:

“Quantitative description of oxygen non-stoichiometry in mixed ionic and electronic conductors based on a non-ideal solution approach (*Ilościowy opis niestechiometrii tlenowej w materiałach o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym z zastosowaniem podejścia roztworu niedoskonałego*)” oraz ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr. Yevgeniy’a Naumovich’a

Recenzja została opracowana na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-8401/19 z dnia 7 czerwca 2019 roku powołującej mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. Yevgeniy’a Naumovich’a oraz na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej z dnia 23 sierpnia 2019 roku.

Uwagi: Materiały przesłane do recenzji zawierały: (i) pismo (zlecenie) Dziekana Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej wraz z drukami administracyjnymi, (ii) Autoreferat (Opis dorobku i osiągnięć w pracy naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej) tylko w formie papierowej, (iii) monografię „Quantitative description of oxygen non-stoichiometry in mixed ionic and electronic conductors based on a non-ideal solution approach” ISBN978-83-63226-14-5, seria „Monografie Instytutu Energetyki” nr II, Instytut Energetyki, Warszawa 2019, str.123, autor Yevgeniy Naumovich.

Charakterystyka kandydata

Dr Yevgeniy Naumovich w 1986 roku uzyskał tytuł magistra na Wydziale Chemii Białoruskiego Uniwersytetu Państwowego w Mińsku (Białoruś). Po pięciu latach na tej samej uczelni otrzymał stopień doktora nauk chemicznych, za pracę doktorską zatytułowaną: „Właściwości fizykochemiczne roztworów stałych na bazie tlenku bizmutu”.

W latach 1986-2004 dr Y. Naumovich zatrudniony był w Białoruskim Uniwersytecie Państwowym w Mińsku, w Instytucie Problemów Fizyko-Chemicznych, w Laboratorium Chemii Fizycznej Ciała Stałego kolejno na stanowiskach: inżyniera (1986-1988), młodszego

badacza (1988-1991), badacza (1991-1993), starszego badacza (1993-1997) i dyrektora wykonawczego laboratorium (1997-2004). W latach 2004-2012 prowadził prace naukowe na Uniwersytecie w Aveiro w Portugalii na Wydziale Inżynierii Szkła i Ceramiki. Od roku 2013 zatrudniony jest w Instytucie Energetyki w Zakładzie Wysokotemperaturowych Procesów Elektrochemicznych na stanowisku adiunkta.

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Na podstawie przedstawionych danych można stwierdzić, że tok prac i działań Habilitanta od początku był przemyślany i ukierunkowany. Prace te najpierw zaowocowały doktoratem (tematyka związana z innowacyjnymi zastosowaniami Bi_2O_3 jako stałego elektrolitu oraz badaniami materiałów o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym opartych o Bi_2O_3) i dalej pracami nad habilitacją. Habilitant kontynuował badania związane z elektrolitami stałymi opartymi na tlenku bizmutu, rozszerzając je o inne materiały o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym - materiały perowskitowe. Celem badań było opracowanie nowych tworzyw na półprzepuszczalne membrany tlenowe i elektrody do stałotlenkowych ogniw paliwowych. Materiałami tymi były m.in. domieszkowane kobaltyty strontowe, kobaltyty lantanu, manganity lantanowe i ferryty tytanianowe. Ponieważ wyniki prac nie pozwalały w stopniu wystarczającym na przewidywanie zachowania membran do separacji tlenu, Habilitant zajął się badaniami nad niestechiometrią tlenu i opracowywaniem modeli niestechiometrii tlenowej w celu zrozumienia mechanizmu przenoszenia ładunku jonowego i elektronowego. Właśnie to zagadnienie stało się przedmiotem głównego osiągnięcia przedstawionego do habilitacji. Habilitant już pod koniec lat dziewięćdziesiątych rozpoczął badania nad mieszaną przewodnością w fazach Ruddlesdena-Poppera, w tym nikielanów i stopów miedzi. Działalność naukowa dr. Y. Nauomovich'a obejmuje również badania mieszanego przewodnictwa w tlenkach i kompozytach na bazie CeO_2 , aktywacji warstw elektrod, a obecnie rozwiązywania problemów związanych z produkcją opłacalnych kosztowo wysokotemperaturowych ogniw elektrochemicznych.

Wyniki prac w wymienionych zakresach tematycznych stały się przedmiotem publikacji w renomowanych czasopismach naukowych, o wysokim IF (np. publikacja nr 23 - wartość IF w roku publikacji wynosiła 5,368, a obecnie 2018/19 wynosi 10,159).

Po doktoracie Habilitant był współautorem 148 artykułów z listy JRC, w których określa swój wkład w zakresie od 5 do 75% (niestety nie załączono oświadczeń współautorów). Około dwudziestu publikacji z tej listy jest bezpośrednio związanych z osiągnięciem przedstawionym

do oceny w procedurze habilitacyjnej. Dr Y. Naumovich jest również współautorem dwudziestu trzech (22 po doktoracie) publikacji spoza listy JRC. W wykazie tym są również monografie, a swój udział Habilitant określa na 15-40% (niestety również nie załączono oświadczeń współautorów)

W ostatnich piętnastu latach Habilitant uczestniczył w realizacji dwunastu projektów badawczych, w tym: (i) pięciu europejskich (w trakcie pobytu na Uniwersytecie w Aveiro) jako wykonawca lub główny wykonawca, (ii) jednym H2020 jako kierownik projektu od strony Instytutu Energetyki, (iii) pięciu NCN (trzy projekty Preludium jako opiekun naukowy, jeden projekt Opus jako kierownik, jeden projekt Harmonia jako kierownik), i (iv) jednym NCBiR jako wykonawca.

Dr Y. Naumovich jest współtwórcą czterech patentów (wszystkie otrzymane w 1991 roku w Związku Radzieckim).

Jest laureatem nagrody Ministra Nauki, Technologii i Szkolnictwa Wyższego Portugalii (2004). Wyniki swoich prac prezentował na dwudziestu jeden konferencjach (w większości zagranicznych) w formie posterów (9) i wygłaszanych referatów (12).

Dr. Y. Naumovich odbył trzy staże naukowe: (i) SABIT program grant, Ford Research Lab, Dearborn, USA 1999, (ii) Postdoctoral grant, FCT, University of Aveiro, Portugalia, 2002, (iii) Short-term fellowship, University of Surrey, Wlk. Brytania, 2003.

Jest recenzentem w dziesięciu czasopiśmie międzynarodowych o IF od 1,861 do 6,945.

Dane bibliometryczne Habilitanta są wyjątkowo wysokie - sumaryczny IF (zgodnie z rokiem opublikowania) wynosi 427,79, liczba cytowań 5519, a indeks Hirscha 42.

Ocena osiągnięcia naukowego pt: “Poprawa efektywności procesu lutowania materiałami bezolowowymi oraz właściwości wybranych bezolowowych stopów lutowniczych”

Przedstawione do oceny w procedurze habilitacyjnej osiągnięcie, to monografia „Quantitative description of oxygen non-stoichiometry in mixed ionic and electronic conductors based on a non-ideal solution approach” (Ilościowy opis niestechiometrii tlenowej w materiałach o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym z zastosowaniem podejścia roztworu niedoskonałego) ISBN978-83-63226-14-5, seria „Monografie Instytutu Energetyki” nr II, Instytut Energetyki, Warszawa 2019, str.123, autor Yevgeniy Naumovich. Recenzentami wydawniczymi byli: prof. dr hab. inż. Maria Gazda z Politechniki Gdańskiej i dr hab. inż. Konrad Świerczek z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Tematyka, której Habilitant poświęcił swoją pracę jest niezwykle aktualna, ale skomplikowana i wielowątkowa zarówno z naukowego jak i technologicznego punktu widzenia.

W związku z ciągle rosnącym światowym zapotrzebowaniem na energię, a z drugiej strony coraz większym zrozumieniem społecznym konieczności wykorzystania jej źródeł odnawialnych, obserwuje się bardzo znaczny wzrost produkcji energii wiatrowej i słonecznej. Jednak jej stosowanie wymaga przede wszystkim opracowania możliwości jej akumulacji. Jeden z możliwych do wykorzystania obszarów to wysokotemperaturowa elektrochemia tlenu umożliwiająca wytwarzanie, akumulację i transformację energii przy jednoczesnym zminimalizowanym wpływie na środowisko. Do rozwiązań tych należą:

- ✓ stałotlenkowe ogniwa paliwowe do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła,
- ✓ stałotlenkowe elektrolizery do akumulacji i transformacji energii elektrycznej,
- ✓ odwracalne stałotlenkowe ogniwa,
- ✓ membrany oddzielające tlen w procesach tlenowych,
- ✓ membrany elektrokatalityczne do częściowego utleniania węglowodorów.

Materiałami kluczowymi dla wysokotemperaturowych urządzeń elektrochemicznych są złożone tlenki o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym, wykorzystywane jako warstwy elektrodowe. W stałotlenkowych ogniwach paliwowych pełnią rolę katody, a w stałotlenkowych elektrolizerach rolę anody. Ponadto tlenki te stosowane są na membrany do separacji tlenu lub częściowego utleniania lekkich węglowodorów.

Przedstawiona monografia (osiągnięcie) prezentuje zaproponowaną przez Habilitanta metodę opisu ilościowego niestechiometrii tlenowej w złożonych tlenkach o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym.

Podstawowym celem, który postawił sobie Habilitant było opracowanie uogólnionej metodyki tworzenia modeli termodynamicznych, które pozwoliłyby na ilościowy opis wykresów $p(\text{O}_2)$ - T - δ . Modele te oparte są na koncepcji roztworu niedoskonałego i założeniu, że oddziaływania między elementami sieci krystalicznej mogą być wynikiem ich usytuowania w sieci krystalicznej i właściwości tych elementów. Po zintegrowaniu wszystkich procesów wzajemnych oddziaływań oraz uwzględnieniu struktury krystalicznej i składu chemicznego, Habilitant zbudował odpowiednie modele i zweryfikował je eksperymentalnie dla wybranych materiałów.

Podstawową cechą złożonych tlenków o mieszanym przewodnictwie jonowo-elektronowym jest niestechiometria tlenowa, która zależna jest od temperatury i ciśnienia parcjalego tlenu w danych warunkach, a przedstawiana w postaci diagramów $p(\text{O}_2)$ - T - δ . Zmiana niestechiometrii tlenowej wpływa na przewodnictwo jonowe, elektronowe i rozszerzalność materiału, co z kolei

warunkuje ewentualne zastosowania. W monografii dr. Naumovich przedstawił metody pozwalające na ilościowe oszacowanie równowagi ciśnienia parcjalnego tlenu w omawianych materiałach z określoną zawartością tlenu w określonej temperaturze, z których najważniejsza, oparta jest na modelach bazujących na opisie roztworu niedoskonałego.

Przedstawione w monografii modele mogą być wykorzystywane w wyznaczaniu równowagi stężeń defektów punktowych w roztworach stałych. Modelowanie diagramów $p(\text{O}_2)$ - T - δ pozwala na oszacowanie i analizę przewodności jonowej i przepuszczalności tlenu w przypadku ograniczeń powierzchniowych. Habilitant wykorzystał to podejście do opracowania diagramów $p(\text{O}_2)$ - T - δ dla materiałów o strukturze perowskitu, brownmillerytu i Ruddlesdena-Poppera. Habilitant podjął również próby eksperymentalnej weryfikacji opracowanych modeli i wykorzystaniu danych $p(\text{O}_2)$ - T - δ otrzymanych po analizie transportu jonowego w roztworach stałych $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$, $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ i $\text{LaGa}_{0,65}\text{Mg}_{0,15}\text{Ni}_{0,20}\text{O}_{3-\delta}$, gdzie $x = 0,3; 0,5$ i $0,7$. Habilitant wykazał, że proponowane modele termodynamiczne umożliwiają oddzielenie ograniczeń objętościowych i powierzchniowych dla transportu jonowego, co ma podstawowe znaczenie przy projektowaniu funkcjonalnych elementów wysokotemperaturowych urządzeń elektrochemicznych takich jak elektrody i gazoszczelne ceramiczne membrany tlenowe do spalania paliwa w tlenie lub częściowego utleniania lekkich węglowodorów.

Opisane prace w sposób niezaprzeczalny stanowią oryginalny i niewątpliwe bardzo znaczący wkład Habilitanta dr Y. Naumovich'a w rozwój dyscypliny – inżynieria materiałowa.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wartość naukową, poznawczą i aplikacyjną przedstawionej rozprawy habilitacyjnej, znaczące osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne Habilitanta, mające miejsce po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk chemicznych, wyrażające się m.in. opublikowaniem wielu prac w renomowanych czasopismach naukowych (bardzo wysoka liczba cytowań - 5519, indeks Hirscha 42) i prezentowaniem wyników na specjalistycznych konferencjach międzynarodowych, stwierdzam, że dr Y. Naumovich w pełni spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 o "Stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach w zakresie sztuki" (Dz.U.Nr 65, poz.595 z późniejszymi zmianami) oraz kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego wymienione w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Dz.U.nr 196 poz.1165). Jego dorobek jest rozpoznawalny w kraju i na świecie w obszarze prowadzonej działalności naukowej. Wypracowany dorobek spełnia z nadmiarem ustalone

kryteria stawiane Kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. W związku z tym wnioskuję do Komisji Habilitacyjnej powołanej przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów oraz do Rady Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej o nadanie dr. Yevgeniy'owi Naumovich'owi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Katarzyna Pietrzak