

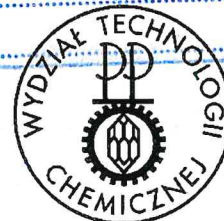
Wpłynęło dnia 17.09.2020
49/WFT/MS/SN/2020
Zał.



prof. dr hab. Elżbieta Frąckowiak

Politechnika Poznańska
Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej
Berdychowo 4, 60-965 Poznań

T: +48 61 665 36 32 F: ++48 61 665 37 91
E - mail: Elzbieta.Frackowiak@put.poznan.pl



Poznań, 10.09.2020 r.

**Opinia
dotycząca rozprawy habilitacyjnej oraz dorobku naukowego**

dr inż. Beata Bochentyn

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Dr inż. Beata Bochentyn uzyskała stopień doktora nauk technicznych na mocy uchwały Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej z dnia 19 kwietnia 2013 roku. Tytuł rozprawy doktorskiej to: "Właściwości strukturalne i transportowe tytanianu strontu z tlenkami przewodzącymi jonowo".

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Beaty Bochentyn jest częściowo kontynuacją poprzednich badań nad materiałami tlenkowymi przewodzącymi jonowo. Stanowi ona monotematyczny zbiór 9 publikacji z listy JCR, a temat rozprawy habilitacyjnej brzmi następująco:

Tlenkowe materiały funkcjonalne

do ogniw paliwowych i urządzeń termoelektrycznych

Ogniwa paliwowe generujące energię poprzez utlenianie paliwa to atrakcyjne magazyny energii. Pomimo ich długiej historii wciąż nie stanowią popularnego źródła zasilania. Spośród różnego typu ogniw paliwowych układy wysokotemperaturowe na bazie stałych tlenków przewodzących jonowo wydają się być bardzo atrakcyjne dla stacjonarnych zastosowań. Zainteresowanie nimi wzrasta szczególnie w przypadku, gdy syntetyczny biogaz będzie pełnił rolę paliwa. Stąd, wybór tematyki Habilitantki uważam za bardzo trafny.

W zestawie 9 przedstawionych prac, udział dr Bochentyn zgodnie z oświadczeniami współautorów jest znaczny i wynosi od 40 do 70%. Warto zwrócić uwagę, że we wszystkich publikacjach Habilitantka pełni rolę autora korespondującego, co w dokumentacjach habilitacyjnych spotyka się rzadko. Świadczy to, że we wszystkich pracach pełniła niemal wiodącą rolę. Poza tym w 6 publikacjach jest na pierwszym miejscu wśród autorów. Z prezentowanego dorobku wynika, że dr Bochentyn, projektowała materiały, planowała ich preparatykę oraz modyfikacje, przeprowadzała ich szczegółową charakteryzację fizykochemiczną i ocenę ich potencjalnego zastosowania w wysokotemperaturowych ogniwach paliwowych (Solid Oxide Fuel Cell - SOFC) oraz w termoelektrycznych układach.

Działalność naukowa dr inż. Beaty Bochentyn

Działalność naukowa dr inż. Beaty Bochentyn związana jest z Politechniką Gdańską, gdzie była ona zatrudniona na etacie asystenta (2009-2011) i wykładowcy (2011-2012), natomiast od czerwca 2013 roku jest adiunktem. Analizując dorobek publikacyjny, należy stwierdzić, że dr inż. Beata Bochentyn rozszerzyła go po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. W wykazie dotyczącym habilitacji znajdują się prace o współczynniku oddziaływania, tzw. Impact Factor (IF) od 1,579 do 4,229. Prace zostały opublikowane w takich czasopismach jak: *Solid State Ionics*, *Journal of Alloys and Compounds*, *Materials Chemistry and Physics*, *Journal of Electronic Materials*, *Material Research Bulletin*, *International Journal of Hydrogen Energy*, *Journal of Non-Crystalline Solids*. Wszystkie publikacje Habilitantki są wieloautorskie. Kandydatka nie opublikowała żadnej pracy samodzielnie. Z dokumentacji wynika, że całkowity IF (JCR) wszystkich artykułów wynosi 23,48. Trzeba zaznaczyć, że liczba cytowań (170 WoS, 180 Scopus) należy do niskich (111 WoS, 119 Scopus bez autocytowań). Indeks Hirscha (WoS) wynosi $H=8$, (Scopus $H=9$). Warto zauważyć, że liczba aktualnych cytowań wszystkich publikacji z września 2020 roku (wg bazy Scopus) wzrosła i wynosi obecnie 245, szkoda tylko, że po uwzględnieniu autocytowań Habilitantki liczba ta znacznie spada do 156 (36% to autocytowania). Aktualny H indeks wynosi 10 (bez autocytowań gwałtownie spada $H=6$). Powyższe zestawienie wskazuje, że publikacje Kandydatki znajdują umiarkowane zainteresowanie wśród szerokiego grona naukowców.

Analizując szczegółowo prace naukowe Habilitantki należy stwierdzić, że jest to osoba wykazująca samodzielność w pracy naukowej. Tematyka przewodzących materiałów tlenkowych wykorzystywanych w ogniwach SOFC zasilanych wodorem została zapoczątkowana już w trakcie realizacji pracy magisterskiej, następnie kontynuowana w dysertacji doktorskiej. Stanowi również trzon dorobku habilitacyjnego. W pracach dotyczących SOFC Habilitantka modyfikuje anody ogniwa SOFC chińskiej produkcji różnymi warstwami katalitycznymi, a następnie wykorzystuje je do dalszych badań.

Publikacje **H1-H4** dotyczą tematyki ogniw paliwowych SOFC zasilanych biogazem, w celach porównawczych stosowany jest również wodór jako paliwo. Praca **H1** odnosi się do działania anody typu cermet (materiał ceramiczno-metalowy) Ni-YSZ na bazie tlenku niklu (NiO) i dwutlenku cyrkonu (ZrO_2) stabilizowanego itrem (Y). Habilitantka modyfikowała materiał anodowy Ni-YSZ różnymi tlenkowymi połączeniami, np. miedzi i ceru, miedzi i manganu, a także niestechiometrycznym tlenkiem itru, strontu, tytanu i żelaza. Zbadała degradację tych tlenków podczas pracy ogniwa, analizowała proces reformingu biogazu oraz efekt tworzenia węglowego depozytu na skutek krakingu metanu na niklu. Habilitantka udowodniła, że katalizatory $CuO-CeO_2$ oraz $Cu_{1.3}Mn_{1.7}O_4$ najlepiej chronią anodę ogniwa SOFC przed degradacją.

W pracy **H2** Autorka porównała materiał anodowy YSTF otrzymany trzema różnymi metodami, tj. z wykorzystaniem polimerowego prekursora, metodą Pechini oraz preparatyki związku techniką mielenia. Wg Autorki materiał YSTF otrzymany metodą Pechini w temperaturze $1100^{\circ}C$ posiadał różnorodne uziarnienie i chemiczną stabilność, stąd spełniał najlepiej funkcję katalizatora anody SOFC. Aczkolwiek „korzystne” parametry tego materiału (Rys. 6) wydają się być raczej spekulacją, moc ogniwa we wszystkich trzech ogniwach jest porównywalna (ca. 0.2 W/cm^2). Dyfuzja

Zr i Ni z anody do warstwy katalitycznej (Rys. 10a,b) jest zbliżona, a różnice w działaniu ogniw w czasie (Rys. 5) mieszczą się w granicach błędu.

Praca **H3** dotyczy wytwarzania warstwy katalitycznej zawierającej tlenek cyrkonu domieszkowany miedzią lub kobaltem. Taka warstwa osadzona na anodzie SOFC przyczyniła się do poprawy elektrycznych parametrów elektrody, cyklicznej pracy ogniwa, szczególnie w przypadku zastosowania jednocześnie obu metali (Cu i Co).

Za jedną z istotnych publikacji dr Bochentyn uważam publikację **H4**, w której zostały zidentyfikowane metodą *in situ* FTIR gazowe produkty tworzone w trakcie 90 godzinnej pracy ogniwa SOFC. Habilitantka po uprzedniej kalibracji układu dokonała jakościowej analizy gazów wylotowych (CO_2 , CO, CH_4 , H_2) z ogniwa zasilanego bezpośrednio biogazem (mieszanina CO_2 i CH_4 w stosunku objętościowym 2:3).

W celu fizykochemicznej charakteryzacji modyfikowanych anod SOFC Habilitantka zastosowała takie metody jak: XRD, termogravimetria, XPS, SEM, EDS. Natomiast działanie ogniw SOFC, ich moc, określono za pomocą badań elektrochemicznych, tj. charakterystyk prądowo-napięciowych. Zależności napięcia ogniwa względem czasu pozwoliły na określenie cykli pracy.

Drugi nurt badawczy Habilitantki obejmuje prace na temat materiałów termoelektrycznych pozwalających na wytwarzanie energii elektrycznej przy wykorzystaniu efektu Seebecka. Publikacja **H5** dotyczy wytwarzania i szczegółowego badania strukturalnych, termicznych i mechanicznych właściwości szkieł Bi-Si-O. Temperatura i warunki redukcji wodorem decydowały o powierzchniowej warstwie szkła, jej twardości. Udowodniono korzystną obecność wbudowanych ziaren Bi.

W pracach **H6-H9** proces wysokotemperaturowej redukcji materiałów tlenkowych wodorem zastosowano do syntezy interesujących materiałów termoelektrycznych. Praca **H6** wiąże się z preparatyką materiałów termoelektrycznych w postaci stopów Bi-Te. Autorka wykorzystała w tym celu różne proporcje $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{TeO}_2$. Natomiast praca **H7** dotyczy poszukiwania trójskładnikowych układów Bi-Sb-Te, wyznaczenia dobroci termoelektrycznej (ZT) w celu oszacowania ich przydatności w zastosowaniach termoelektrycznych. Autorka określa wpływ temperatury i czasu redukcji reagentów tlenkowych, wielkości ziaren, porów, parowania poszczególnych metali na przewodność elektryczną materiałów. Z kolei w pracach **H8**, **H9** Habilitantka rozważa do takich aplikacji czteroskładnikowe materiały TAGS na bazie Te, Ag, Ge i Sb. Udowodniła, że parametry prasowania czyli ciśnienie i atmosfera (argon, wodór) wpływają znacznie na strukturę i właściwości termoelektryczne związków. Ostatnia praca w cyklu habilitacyjnym **H9** obejmuje podsumowanie badań nad wieloskładnikowymi materiałami o właściwościach termoelektrycznych, modyfikacje metod ich preparatyki, wyznaczenie parametru dobroci termoelektrycznej w różnych temperaturach (35°C, 340°C). Habilitantka umiejętnie sterowała wyborem substratów o niskiej energii wiązania kation-tlen, parametrami syntezy, w celu uzyskania założonego celu (maksymalne wartości ZT).

Większość badań wykazanych w dorobku habilitacyjnym była wykonana przy współpracy z pracownikami naukowymi Politechniki Gdańskiej oraz AGH. Habilitantka umiejętnie interpretowała wyniki, korelując parametry procesu otrzymywania materiałów z ich fizykochemicznymi właściwościami.

Istotne odkrycia w tematyce Habilitantki zostały zgłoszone do opatentowania (3 zgłoszenia). Należy podkreślić, że publikacje spoza zbioru prac habilitacyjnych tylko nieznacznie odbiegają od nurtu prac H1-H9. Po uzyskaniu doktoratu Kandydatka opublikowała 8 publikacji z listy JCR.

Podsumowując dorobek naukowy dr inż. Beaty Bochentyn uważam, że jest on dobry. Działalność naukowa Habilitantki została uhonorowana stypendium Start FNP(2017).

Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Dr inż. Beata Bochentyn jest zaangażowanym pracownikiem dydaktycznym. Prowadzi zajęcia z fizyki, metod mikroskopowych w nanotechnologii, podstaw techniki próżniowej i kriogenicznej, materiałów kompozytowych i funkcjonalnych dla studentów I i II stopnia (laboratoria, ćwiczenia, projekty, wykłady). Jeden z wykładów jest anglo-języczny (Composites materials).

Sprawowała funkcję promotora 18 prac inżynierskich i 9 prac magisterskich. Obecnie pełni rolę promotora pomocniczego w otwartym przewodzie doktorskim.

Kandydatka wykazuje bardzo duże zaangażowanie w popularyzacji nauki, wygłosiła mnóstwo wykładów o charakterze popularno-naukowym i dydaktycznym. Wspiera merytorycznie wybitnych uczniów, studentów. Aktywnie udziela się w organizacji konferencji dla młodych naukowców (doktorantów).

Dr inż. Beata Bochentyn wykazuje dużą aktywność w realizacji grantów badawczych, pełniła rolę wykonawcy w kilku projektach. Obecnie jest głównym wykonawcą projektu tajwańskiego, jak również pełni funkcję kierownika projektu SONATA (NCN). Dzięki swemu doświadczeniu realizuje także badania zlecone przez firmę Photonics z Francji polegające na określaniu właściwości strukturalnych i elektrycznych płytek mikrokanalikowych.

Trudno ocenić współpracę zagraniczną dotyczącą długoterminowych pobytów Kandydatki w zagranicznych placówkach naukowych. W dokumentacji jest tylko wzmianka o planowanym stażu w CIEMAT w Madrycie.

Wyniki prac badawczych były wygłaszane przez Habilitantkę na konferencjach międzynarodowych (7) i krajowych (8) oraz prezentowane w postaci 33 posterów.

Warto zaznaczyć, że Autoreferat Habilitantki jest bardzo starannie przygotowany.

W podsumowaniu uważam, że rozprawa habilitacyjna stanowi istotny wkład w zakresie tematyki funkcjonalnych materiałów tlenkowych przewodzących jonowo. Warto podkreślić, że obecnie zainteresowanie takimi materiałami gwałtownie rośnie. Całokształt dorobku dr inż. Beaty Bochentyn, tj. działalność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna spełnia wymagania ustawowe do nadania jej stopnia doktora habilitowanego. Wnioskuje o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

E. Frądowski