

## OPINIA

### o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym dr inż. Agnieszki Witkowskiej w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

#### A) Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Agnieszki Witkowskiej pod tytułem "**Absorpcyjna spektroskopia rentgenowska (XAS) w zastosowaniu do analizy nanostrukturalnych katalizatorów Pt i Pt<sub>x</sub>Co pracujących w niskotemperaturowych ogniwach paliwowych**" wskazana jako osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 pkt 2 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi poprawkami, jest jedno-tematycznym zbiorem ośmiu publikacji w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Report, opublikowanych przez Habilitantkę w latach 2007-2014:

H-1) A. Witkowska, A. Di Cicco, E. Principi, Local ordering of nanostructured Pt probed by multiple scattering XAFS, Phys. Rev. B **76** (2007) 104110,

H-2) G. Greco, A. Witkowska, E. Principi, M. Minucucci, A. Di Cicco, Local Structure and chemical ordering of nanosized Pt<sub>3±δ</sub>Co probed by multiple scattering X-ray absorption spectroscopy, Phys. Rev. B **83** (2011) 134103,

H-3) E. Principi, A. Di Cicco, A. Witkowska, R. Marassi, Performance of a fuel cell optimized for in situ X-ray absorption experiments, J. Synchrotron Radiation, **14** (2007) 276,

H-4) E. Principi, A. Witkowska, S. Dsoke, R. Marassi, A. Di Cicco, XAS study of a highly diluted Pt electrocatalyst operating in PEM fuel cells, Phys. Chem. Chem. Phys. **11** (2009) 9987,

H-5) A. Witkowska, E. Principi, A. Di Cicco, S. Dsoke, R. Marassi, L. Olivi, M. Centazzo, V. Rossi Albertini, Temperature and potential-dependent structural changes in Pt cathode electrocatalyst viewed by in-situ XAFS, J. Non-Cryst. Solids **354** (2008) 4227,

H-6) A. Witkowska, G. Greco, S. Dsoke, R. Marassi, A. Di Cicco, Structural change of carbon supported Pt nanocatalyst subjected to a step-like potential cycling in PEM FC, J. Non-Cryst. Solids **401** (2014) 169,

H-7) A. Witkowska, S. Dsoke, E. Principi, R. Marassi, A. Di Cicco, V. Rossi Albertini, Pt-Co cathode electrocatalyst behaviour viewed by in-situ XAFS fuel cell measurements, *J. Power Sources* **178** (2008) 603,

H-8) G. Greco, A. Witkowska, M. Minucci, L. Olivi, E. Principi, S. Dsoke, A. Moretti, R. Marassi, A. Di Cicco, Local ordering changes in Pt-Co nanocatalyst induced by fuel cell working conditions, *J. Phys. Chem. C* **116** (2012) 12791.

Zbiór ten zawiera osiem oryginalnych artykułów wielo-autorskich przedstawiających wyniki badań synchrotronowych nanomateriałów do zastosowań katalitycznych, gdzie w czterech z nich Habilitantka jest pierwszym autorem, w trzech - drugim, a w jednym - trzecim autorem, w zespołach liczących od 3 do 9-ciu osób. Fakt ten, jak i załączone oświadczenia współautorów wskazują na to, że odegrała dominującą rolę w powstaniu tych prac. Wszystkie prace, liczące łącznie prawie 70 stron druku, ukazały się w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu, w tym po dwa w *Phys. Rev. B* (*Impact Factor* IF = 3.691, 3.172) i *Journal of Non-Crystalline Solids* (IF = 1.597, 1.449) oraz po jednej w *J. Phys. Chem. C* (IF=4.814), *Phys. Chem. Chem. Phys.* (IF=4.118), *J. Power Sources* (IF=3.477) i *J. Synchrotron Radiation* (IF=2.978). Łączny IF prac wchodzących w skład rozprawy ma wartość 25.296, co daje średni IF=3.162 na jedną pracę. Niższa wartość sumarycznego IF = 23.699 podana przez Habilitantkę w załączniku do wniosku wynika z nieuwzględnienia pracy H6 mimo opublikowania jej wersji elektronicznej już w 2013 roku. Wersja drukowana tej pracy jest datowana na październik 2014.

Suma wskaźników IF poszczególnych prac stanowiących rozprawę habilitacyjną ważonych deklarowanymi przez Habilitantkę udziałami procentowymi w ich powstaniu daje wartość 14.486, którą można uznać za przypadającą na Nią część sumarycznego IF wszystkich prac, co stanowi ponad połowę jego wartości.

W oparciu o powyższą analizę oraz załączone oświadczenia współautorów stwierdzam, że **dr inż. Agnieszka Witkowska ma dominujący wkład w powstanie publikacji wskazanych jako Jej osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 pkt 2 Ustawy.**

Obszar naukowy, w którym lokalizują się wyżej wymienione prace obejmuje badania materiałów nanostrukturalnych na bazie platyny do zastosowań katalitycznych. Główną metodą eksperymentalną stosowaną przez Autorkę jest spektroskopia absorpcji promieniowania rentgenowskiego XAS (X-ray Absorption Spectroscopy) w zakresie struktury subtelnej, XAFS (X-ray Absorption Fine Structure), wspomagana dyfrakcją rentgenowską i transmisyjną mikroskopią elektronową.

Praca H1 przedstawia analizę lokalnego porządku atomowego w nanostrukturalnej platynie. Wprowadzona przez Habilitantkę metodologia analizy symulacyjnej XAFS uwzględniająca wielokrotne rozproszenia fotoelektronu pozwala uzyskać szczegółowe i

wiarygodne informację o lokalnej strukturze i jej dynamice, a także odróżnić efekty związane z powierzchnią nanocząstek. Lokalny porządek chemiczny i strukturalny w folii Pt-Co i nanocząstkach tego materiału osadzonych na porowatym węglu był przedmiotem badań prowadzonych w pracy H2. Pomiar widm dla obu pierwiastków i ich analiza symulacyjna w szerokim zakresie energii pozwoliły określić te parametry do czwartej strefy koordynacyjnej i ujawniły różnice między materiałami polegające na większym nieporządku chemicznym w litym materiale, a większym nieporządku strukturalnym, zwłaszcza wokół Co, w materiale nanocząstkowym.

Aspekty wpływu warunków pracy ogniwa paliwowego na strukturę i stabilność nanostrukturalnych katalizatorów były badane *in situ* w pracach H4 - H8. W przypadku katalizatora platynowego (H4 - H6) zaobserwowana została dynamiczna odpowiedź jego struktury na zmianę warunków elektrochemicznych, przejawiająca się między innymi we wzroście porządku strukturalnego i kontrakcji wiązania Pt-Pt ze spadkiem potencjału, towarzyszące desorpcji tlenu z powierzchni nanocząstek. Badania te pokazały również, że można z nich uzyskać informację o średnim rozmiarze nanocząstek osadzanych w porowatym materiale, a także o dynamice zmian strukturalnych w otoczeniu centrów aktywnych katalitycznie spowodowanych zmianą warunków pracy ogniwa.

Publikacje H7 i H8 dotyczą badań *in situ* ogniwa zawierającego nanostrukturalny stop Pt-Co. Stwierdzono w nich, że zmieniający się potencjał anody prowadzi do większych zmian w strukturze elektronowej kobaltu niż platyny, przy braku zmian w średniej lokalnej strukturze geometrycznej wokół obu pierwiastków. Dłuższy czas pracy ogniwa przy cyklicznie zmieniającym się potencjale prowadzi do stopniowego wzrostu lokalnego porządku chemicznego i geometrycznego, bez zmiany efektywności ogniwa.

Prace H3 i H4 przedstawiają wyniki optymalizacji stanowiska pomiarowego XAS do badań *in situ* na niskotemperaturowych ogniwach paliwowych, stanowiąc istotny wkład w rozwój najbardziej zaawansowanych narzędzi do badań właściwości i zjawisk fizycznych w takich urządzeniach.

Biorąc pod uwagę przeanalizowane powyżej osiągnięcia naukowe zawarte w przedstawionym zbiorze publikacji (prace H-1 do H8) stwierdzam, że **stanowią one znaczny wkład w rozwój wiedzy i metod badań właściwości materiałów nanocząstkowych na katalizatory do zastosowań w ogniwach paliwowych oraz procesów w nich zachodzących, znakomicie wypełniając kryterium art. 16 pkt 2 Ustawy odnośnie rozprawy habilitacyjnej.**

## **B) Ocena osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej.**

Pani dr inż. Agnieszka Witkowska jest absolwentką kierunku fizyki technicznej Politechniki Gdańskiej. Stopień doktora uzyskała na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej tej Uczelni na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej "Struktura szkieł krzemianowych z atomami Pb i Bi w świetle badań widm absorpcyjnych promieniowania rentgenowskiego i symulacji dynamiczno-molekularnych". Uzyskane wyniki zostały również przedstawione w pięciu artykułach opublikowanych w czasopismach naukowych notowanych w bazie JCR, a także zaprezentowane na sześciu konferencjach naukowych, w tym - w czterech przypadkach - w komunikatach ustnych.

Jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora pani Agnieszka Witkowska zajmowała się zagadnieniami takimi jak: analiza symulacyjna struktur amorficznych metodą dynamiki molekularnej, procesy redukcji i klasteryzacji w wygrzewanych szklach ołowiowo-germanowych, czy analiza lokalnych otoczeń w kryształach i szklach typu CGGO. Wyniki tych badań zostały przedstawione w 23 pracach opublikowanych w recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Zostały również zaprezentowane przez nią na 14 międzynarodowych konferencjach naukowych w 10 referatach i 14 prezentacjach plakatowych, co świadczy o Jej bardzo dużej aktywności naukowej już w tym okresie. Wygłosiła także referat na seminarium na Uniwersytecie w Camerino, we Włoszech, gdzie później odbyła półroczny staż naukowy. Uczestniczyła również dwóch grantach Komitetu Badań Naukowych jako wykonawca i główny wykonawca, a także kierowała projektem pomiarowym w laboratorium synchrotronowym ESRF, Grenoble.

Po uzyskaniu stopnia doktora pani Agnieszka Witkowska uzyskała zatrudnienie na stanowisku adiunkta w Katedrze Fizyki Ciała Stałego Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej, gdzie kontynuowała z powodzeniem wcześniej rozpoczętą tematykę naukową dotyczącą materiałów szklistych. Rozpoczęła także badania kompozytów ceramicznych z azotkiem boru oraz nanostrukturalnych materiałów katalitycznych i procesów zachodzących w ogniwach paliwowych. Inne, ostatnio podjęte przez Habilitantkę tematy naukowe dotyczą badań materiałów nanostrukturalnych w niestandardowych warunkach, cienkich warstw nanogranularnych, czy warstwy granicznej anoda-elektrolit w bateriach. W tych badaniach, prowadzonych m.in. w laboratoriach synchrotronowych, we współpracy z zagranicznymi grupami badawczymi, wykorzystuje metody spektroskopii rentgenowskich, w których jest wysokiej klasy specjalistką. Habilitantka uczestniczyła w 14 projektach badawczych w ośrodkach synchrotronowych za granicą, w tym w siedmiu była kierownikiem.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka opublikowała 27 prac w czasopiśmie recenzowanych o międzynarodowym zasięgu i jeden rozdział w opracowaniu książkowym. Wygłosiła 4 wykłady zaproszone na konferencjach międzynarodowych i 1 na konferencji krajowej, a także pięć seminariów w naukowych ośrodkach w kraju i za granicą. Uczestniczyła w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych pełniąc trzykrotnie funkcję przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego i sześciokrotnie funkcję członka Komitetu Organizacyjnego. Pięciokrotnie uczestniczyła w organizacji warsztatów naukowych, konferencji dydaktycznych i szkół letnich. W bieżącym roku podjęła działalność jako członek Management Committee projektu EUSpec, Cost MP1306: Modern Tools for Spectroscopy on Advanced Materials: an European Modelling Platform, a także została wybrana na stanowisko członka Zarządu Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego.

Łączna liczba prac opublikowanych przez panią dr Agnieszkę Witkowską w czasopiśmie notowanych w bazie JCR na czas złożenia wniosku wynosiła 39, a sumaryczny *Impact Factor* tych publikacji miał wartość 44.718. Liczba publikacji w czasopiśmie nieuwzględnionych w bazie JCR wyniosła 19, a liczba opracowań i dokumentacji prac badawczych - 11. Liczba cytowań wszystkich Jej prac według bazy Web of Science osiągnęła 255, w tym 213 bez autocytowań, a indeks Hirscha wyniósł 11.

Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz w zakresie współpracy międzynarodowej Habilitantki obejmuje między innymi:

- udział w programie EU Erasmus-Socrates - wygłoszenie wykładów i prowadzenie laboratoriów - pięciokrotnie na Uniwersytecie w Camerino (Włochy) oraz - na Uniwersytecie w Atenach (Grecja) i na Uniwersytecie Maltańskim w Msida (Malta),
- organizacja szkół letnich Computational Nanotechnology Erasmus Intensive Programme w latach 2009-2011,
- udział w programie EU Erasmus-Mundus - prowadzenie wykładów i ćwiczeń,
- prowadzenie wykładów, ćwiczeń, laboratoriów i seminariów z fizyki ogólnej, fizyki materiałów, fizyki ciała stałego, fizyki fazy skondensowanej i zaawansowanych technik badawczych, fizyki teoretycznej i podstaw nanotechnologii oraz modeli matematycznych w biologii i medycynie dla studentów kilku wydziałów Politechniki Gdańskiej,
- organizacja olimpiady fizycznej, seminarium środowiskowego, i "wakacji z fizyką",
- reorganizacja i modernizacja laboratoriów studenckich,
- opieka nad 6 pracami magisterskimi i inżynierskimi,
- pełnienie funkcji opiekuna roku,
- recenzowanie publikacji naukowych w 11 czasopiśmie naukowych o międzynarodowym zasięgu,
- recenzowanie grantu NCN,

- opieka nad doktorantem (G. Greco) jako promotor pomocniczy (co-tutor) na Uniwersytecie w Camerino, we Włoszech.

**Biorąc pod uwagę powyższą analizę osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej dr inż. Agnieszki Witkowskiej, a także Jej omówione wcześniej osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej i bardzo ważnych zastosowań aplikacyjnych stwierdzam, że spełniają one wyróżniająco wymagania ustawowe na stopień doktora habilitowanego.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Witkowski'.