

Wniosek

z dnia 4 września czerwca 2013 roku

o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie **nauki techniczne** w dyscyplinie **technologia chemiczna**

1. Imię i Nazwisko: **Rafał J. Wróbel**
2. Stopień doktora/kwalifikacje I stopnia: doktor nauk technicznych
3. Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego:

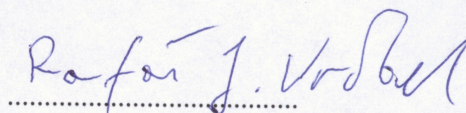
Monografia: Rafał J. Wróbel, *Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M = Pt, Pd, Cu$) w reakcji utleniania tlenku węgla*, Szczecin 2013, ISBN 978-83-7663-149-3

4. Wskazanie jednostki organizacyjnej do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego:

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie al. Piastów 42, 71-065 Szczecin

5. ~~Wnoszę o głosowanie komisji postępowania habilitacyjnego w trybie tajnym¹⁾.~~
6. Przyjmuję do wiadomości, iż wniosek wraz z autoreferatem zostanie opublikowany na stronie internetowej Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów, zgodnie z obowiązującymi przepisami.



podpis Wnioskodawcy

Załączniki:

- 1) Poświadczona kopia dyplomu doktora nauk technicznych
- 2) Dokument zawierający informacje umożliwiające bezpośredni kontakt z wnioskodawcą
- 3) Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki w języku polskim
- 4) Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki w języku angielskim
- 5) Autoreferat w języku polskim
- 6) Autoreferat w języku angielskim
- 7) Kopia pracy wchodzącej w skład osiągnięcia naukowego (monografia)
- 6) Oświadczenia współautorów publikacji wchodzących w skład osiągnięcia, poświadczające indywidualny wkład każdego z nich w powstawanie prac
- 9) 2 płyty CD zawierające Wniosek oraz komplet wszystkich wymienionych załączników w formie elektronicznej

¹ jeżeli niepotrzebne - skreślić

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko

Rafał J. Wróbel

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne - z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

✓ **dr inż.**

Politechnika Szczecińska, 2004 r.

Technologia Chemiczna, Technologia Chemiczna Nieorganiczna

Temat pracy: *"Badanie procesu azotowania nanokrystalicznego żelaza"*

✓ **mgr inż.**

Politechnika Szczecińska, 1999 r.

Technologia Chemiczna, Technologia Chemiczna Nieorganiczna

Temat pracy: *"Rentgenograficzne badanie azotków żelaza"*

✓ Dyplom ukończenia podyplomowego Studium Menedżerskiego

Politechnika Szczecińska, 2002 r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych.

Adiunkt – 2005 r. do chwili obecnej

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
ul. Pułaskiego 10, Szczecin

Asystent - 2004-2005 r.

Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut
Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
ul. Pułaskiego 10, Szczecin

Pełnienie obowiązków asystenta stażysty - 1997-1999 r.

Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut
Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
ul. Pułaskiego 10, Szczecin

4. Wskazanie osiągnięcia¹ wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

**Monografia pt. "Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru
(M = Pt, Pd, Cu)
w reakcji utleniania tlenku węgla"**

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa)

Rafał J. Wróbel, 2013, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie, ISBN 978-83-7663-149-3

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników
wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w 2005 roku odbyłem zagraniczny staż naukowy w Otto von Guericke Universität w Magdeburgu. Badania naukowe prowadziłem w grupie prof. dr. hab. Helmuta Weiße w ramach projektu europejskiego z Piątego Programu Ramowego, *Surface active sites and emission control catalysis*, HPRN-CT-2002-00191 przez cztery lata. Projekt dotyczył zrozumienia zjawisk zachodzących

¹ w przypadku, gdy osiągnięciem tym jest praca/ prace wspólne, należy przedstawić oświadczenia wszystkich jej współautorów, określające indywidualny wkład każdego z nich w jej powstanie

w katalizatorach trójfunkcyjnych (TWC). Moja praca ograniczona była początkowo do wąskiego zakresu z tego tematu tj. epitaksjalnego wzrostu tlenku ceru na monokryształe miedzi Cu(111). W tym celu opracowałem metodologię wytwarzania filmów tlenku ceru metodą CVD w ultra wysokiej próżni w zakresie od ułamka do kilkunastu monowarstw. Kalibracja źródła emisji par wymagała znajomości spektroskopii elektronów Augera (AES), dyfrakcji powolnych elektronów (LEED) oraz skaningowej mikroskopii tunelowej (STM). Średni stopień utlenienia atomów ceru w filmie wymagał opanowania pomiaru metodą spektroskopii fotoelektronów wzbudzanych promieniowaniem rentgenowskim (XPS) oraz rozplatania widm Ce3d będących najbardziej złożonym przypadkiem w technice XPS. Rezultatem moich prac było otrzymanie filmów tlenków ceru, których wzrost zachodził epitaksjalnie, co zostało udowodnione na podstawie dodatkowych refleksów o heksagonalnej symetrii w obrazach LEED. Doświadczenie zdobyte z tlenkiem ceru i badaniami XPS pozwoliło na mój udział w powstaniu publikacji: Y. Suchorski, J. Gottfriedsen, R. Wrobel, B. Strzelczyk, H. Weiss, *Evaluation and X-ray induced modification of the cerium oxidation state in cerium calixarene complexes*, *Solid State Phenomena*, 128 (2007) 115-120; Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, A. Opalinska, U. Narkiewicz, M. Podsiadly, H. Weiss, *Surface Chemistry of Zirconia Nanopowders Doped with Pr₂O₃: an XPS Study*, *Acta Physica Polonica A*, 114 (2008) 125-134.

Po konsultacji z Prof. Weißem zakres moich prac został rozszerzony o badania właściwości redukcji tlenkiem węgla oraz utleniania otrzymanych filmów tlenku ceru na substratach Cu(111) oraz Pt(111). W trakcie badań zaobserwowałem, że filmy tlenku ceru o takiej samej grubości, w tych samych warunkach termodynamicznych ulegają na tych powierzchniach zjawisku redukcji w różnym stopniu. Na tej podstawie został opracowany mechanizm redukcji tlenku ceru poprzez spill over tlenku węgla z platyny na tlenek ceru. Rezultaty powyższych badań zostały opublikowane w czasopismach **Surface Science** oraz **Journal of Physical Chemistry C** (R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Cerium oxide layers on the Cu(111) surface: Substrate-mediated redox properties*, 602 (2008) 436-442); Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *CO Oxidation on a CeOx/Pt(111) Inverse Model Catalyst Surface: Catalytic Promotion and Tuning of Kinetic Phase Diagrams*, 112 (50) (2008) 20012-20017). Następnie rozpocząłem badania reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni Pt(111) w warunkach wysokiej próżni. Stężenia substratów i produktów mierzyłem spektrometrem masowym (MS). Po wykonaniu testów wykazałem, że reakcja utleniania tlenku węgla zachodzi głównie na oczyszczonej powierzchni platyny, natomiast inne możliwe miejsca reakcji tj. boki oraz tył kryształu, gorące włókna spektrometru

masowego oraz próżniomierzy, w pomijalnym stopniu katalizują reakcję. Obserwacja ta stanowiła podstawę do pomiarów kinetyki reakcji utleniania tlenku węgla zachodzącej na powierzchniach platyny i palladu o różnym stopniu pokrycia tlenkiem ceru. Okazało się, że tlenek ceru promotuje reakcję utleniania tlenku węgla oraz podnosi odporność platyny na zatrucie tlenkiem węgla. Skutkuje to przesunięciem. Objawia się to w przesunięciu tzw. kinetycznego diagramu fazowego. Powyższe obserwacje zostały opublikowane w **Journal of Physical Chemistry C** (Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *CO Oxidation on a CeOx/Pt(111) Inverse Model Catalyst Surface: Catalytic Promotion and Tuning of Kinetic Phase Diagrams*, 112 (2008) 20012-20017).

Zakres moich prac rozszerzyłem o badania powierzchni palladu Pd(111). Podczas badania właściwości katalitycznych tej powierzchni napotkałem na problemy dotyczące powtarzalności wyników. Chcąc określić ich przyczyny szczegółowo przeanalizowałem wszystkie etapy procedury badawczej. Brak powtarzalności wyników. Zmienność wyników okazał się być związany z różną zawartością tlenu podpowierzchniowego w palladzie. Aby dojść do tej konkluzji opracowałem nowatorską metodę oznaczania jakościowego i ilościowego tlenu podpowierzchniowego na powierzchni Pd(111) przy pomocy elektronów Augera wzbudzanych promieniowaniem rentgenowskim. Doniesienia literaturowe wskazują, że w standardowym pomiarze AES wiązka pierwotna elektronów niszczy fazę tlenu podpowierzchniowego. Natomiast w pomiarach XPS słaby sygnał tlenu pokrywa się z silnym sygnałem palladu uniemożliwiając jego detekcję. Na tym etapie projektu opracowałem również szczegółową procedurę oczyszczania monokryształów Pd(111) oraz Pt(111) bez możliwości wytworzenia tlenu podpowierzchniowego. Dotychczasowa literatura nie zawierała takiej procedury, dlatego wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie **Vacuum** (R. J. Wrobel, S. Becker, *Carbon and sulphur on Pd(111) and Pt(111): Experimental problems during cleaning of the substrates and impact of sulphur on the redox properties of CeOx in the CeOx/Pd(111) system*, 84 (2010) 1258-1265).

W powyższym artykule została także opisana metoda oznaczania stężenia węgla w kryształach platyny i palladu, którą opracowałem na podstawie doświadczenia nabytego podczas realizacji pracy doktorskiej dotyczącej układu żelazo - azot. Monitorowanie stężenia węgla w kryształach jest kluczowe podczas uzyskiwania ultraczystych powierzchni i wg mojej wiedzy nie zostało wcześniej opublikowane.

Doświadczenie nabyte podczas oczyszczania układów C/Pd(111) oraz C/Pt(111) pozwoliło wykazać, mechanizm spill over tlenu z wysepki tlenku ceru do powierzchni metalu. Powszechnie znany jest mechanizm utleniania tlenku węgla tlenem zaadsorbowanym

bezpośrednio na powierzchni platynowca. Natomiast nie wyjaśniono wcześniej możliwości występowania zjawiska spill over tlenu z powierzchni tlenku ceru do powierzchni platynowca. Zauważyłem, że układy C/Me(111) o stopniu pokrycia węglem wyższym niż monowarstwa są odporne na utlenianie tlenem w szerokim zakresie temperatur. Natomiast węgiel w układach o stopniach poniżej jednej monowarstwy łatwo ulega utlenieniu. Wytworzony układ C/Me(111) stabilny w danych warunkach termodynamicznych ulegał utlenieniu po naniesieniu na niego wysepek tlenku ceru. Dowodzi to jednoznacznie mechanizmu spill over tlenu z tlenku ceru do powierzchni platynowca co umożliwia utlenienie węgla. Lepsze zrozumienie tego zjawiska może się przyczynić do uzyskania aktywniejszych katalizatorów samochodowych, w których tlenek ceru jest nośnikiem platynowców.

Innym efektem powyższych badań było opracowanie metody miareczkowania powierzchni Pd(111) oraz Pt(111) niepokrytej tlenkiem ceru. W metodzie wykorzystałem fakt, że tlenek węgla w warunkach wysokiej próżni adsorbuje wyłącznie na metalu, natomiast nie adsorbuje na tlenkach, takich jak tlenek ceru. W dotychczasowych badaniach stopień pokrycia powierzchni tlenkiem ceru oznaczano za pomocą tłumienia sygnału w metodzie AES. Metoda miareczkowania tlenkiem węgla świetnie się sprawdza w pomiarach katalitycznych, ponieważ pozwala określić wartość powierzchni, na której zachodzi reakcja katalityczna. Natomiast inne metody, takie jak STM i AES odznaczają się poważnymi ograniczeniami. Porównanie metod, oraz opis ich ograniczeń zamieściłem w monografii.

Kolejnym efektem powyższych badań była analiza anomalii w krzywych histerezy utleniania tlenku węgla na powierzchni Pt(111) objawiająca się w postaci drobnego dodatkowego maksimum. Przegląd literatury wykazał, że zaobserwowany został nieznany dotąd drugi obszar bistabilności związany z dodatkowym przejściem fazowym na powierzchni Pt(111). Wyniki tych prac zostały opublikowane w *Journal of Physical Chemistry C* (R. J. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *Second/Additional Bistability in a CO Oxidation Reaction on Pt(111): An Extension and Compilation*, 116(42) (2012) 22287–22292). Należy podkreślić, że reakcja utleniania tlenku węgla na czystej powierzchni Pt(111) została szczegółowo przebadana przez wielu badaczy, w tym przez noblistę Ertla, a jej mechanizm jest powszechnie uznawany za wyjaśniony. Dodatkowe przejście fazowe oznacza potrzebę zweryfikowania i uzupełnienia dotychczasowych modeli uznawanych za poprawne.

Po czteroletnim stażu naukowym kontynuowałem badania utleniania tlenku węgla w ramach projektu habilitacyjnego (*Badanie aktywności katalitycznej systemów platyna-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla N N209 336737, MNiSW 2009-2011*) w kooperacji

z ośrodkiem w Niemczech. Mój powrót ze stażu zbiegł się z zakupem przez Instytut, w którym pracuję, nowoczesnego aparatu wysoko próżniowego do badań powierzchniowych firmy Prevac. Zdobyte przeze mnie doświadczenie na bliźniaczym niemieckim aparacie pozwala mi w pełni wykorzystać możliwości nowoczesnego sprzętu, który samodzielnie obsługuję. Tematykę swoich badań rozszerzyłem o katalizatory proszkowe, które w przypadku wysokiej aktywności mogą być bezpośrednio zastosowane komercyjnie. Zaprojektowałem i samodzielnie zbudowałem instalację do oznaczania aktywności katalitycznej w reaktorze przepływowym pod ciśnieniem normalnym. Napisałem oprogramowanie umożliwiające sterowanie i rejestrację temperatury oraz składu atmosfery gazowej, co umożliwia automatyzację badań. Wstępne wyniki eksperymentów opublikowałem w czasopiśmie *Annales UMCS, Chemistry* (R. J. Wróbel, S. Łagonda, U. Narkiewicz, R. Pelech, S. Becker, L. Szymaszkiewicz, *Synthesis and characterization of Pt/CeOx systems for catalytic CO oxidation reaction*, 66 (2011) 37-46).

Równolegle podjąłem próbę modelowania komputerowego reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni platynowców. Do modelowania wykorzystałem ideę automatów komórkowych, którą przystosowałem do celów symulacji. Wyniki modelowania pozwoliły wyjaśnić przyczynę zawężania się obszaru bistabilności w kinetycznym diagramie fazowym wraz z wydłużaniem czasu pomiaru. Opracowany model pozwala można rozbudować i dzięki temu badać wpływ wysepek tlenku ceru na powierzchni platynowców.

Z materiału zawartego w monografii w przygotowaniu są jeszcze trzy artykuły:

- R. J. Wrobel, S. Becker, K. Müller, H. Weiss, *Oxygen spillover from CeOx nanoislands inside CeOx/Pt(111) inverse model catalysts as a possible mechanism for the catalytic promotion in CO oxidation: an experimental evidence*
- R. J. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *The role of subsurface oxygen in the catalytic CO oxidation on Pd(111)*
- R. J. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *Cerium oxide nanolayers on Pd(111) affected by subsurface oxygen: Promotion vs. inhibition of the catalytic CO oxidation*

Wyniki zawarte w monografii były prezentowane w formie wystąpień ustnych oraz na sesjach posterowych na następujących konferencjach:

1. R. J. Wróbel, U. Narkiewicz, *Carbon monoxide oxidation over model catalytic systems CeOx/M(111)* Ogólnopolskie Kolokwium Katalityczne, 14-16.03.2012 r., Kraków.
2. S. Becker, R. Wrobel, H. Weiß, *Catalytic CO Oxidation on oxide modified Pd(111): catalytic promotion vs. inhibition*, Bunsentagung 2011 (BJT2011), Berlin, 110th Annual German Conference on Physical Chemistry, 02-04.06.2011 r., Berlin.
3. S. Becker, K. Müller, R. Wrobel, H. Weiss, *Ceria promoted CO oxidation on Pt(111): Oxygen-spillover and active border concept*, DPG conference (Deutsche Physikalische Gesellschaft) in Dresden, 13-18.03.2011 r., Dresden.
4. R. J. Wróbel, *Badanie właściwości katalitycznych układów pallad-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla*, VII Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie, 15-18.06.2010 r., Międzyzdroje.
5. R. Wróbel, U. Narkiewicz, *Modelowe systemy katalityczne w reakcji utleniania tlenku węgla*, XLII Polish Annual Conference on Catalysis, Nowe procesy katalityczne, 15-17.03.2010 r., Kraków.
6. Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *Ceria promoted CO oxidation on Pt(111): kinetic phase diagrams*, 3rd International Workshop on Surface Physics Polanica-Zdroj; 10-15.09.2007; "Nanostructures on surfaces", University of Wroclaw, 2007, 72.
7. R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, B. Strzelczyk, H. Weiss, *CO oxidation on a CeOx/Pt(111) inverse supported catalyst: promotional effects and reversible redox behaviour*, 3rd International Workshop on Surface Physics Polanica-Zdroj; 10-15.09.2007 r., "Nanostructures on surfaces", University of Wroclaw, 2007, 78.
8. R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Oxidation of Ce overlayers on Cu(111): an XPS, LEED, AES and STM study*, 3rd International Workshop on Surface Physics Polanica-Zdroj; 10-15.09.2007 r., in: "Nanostructures on surfaces", University of Wroclaw, 2007, 78.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W 1994 roku, po ukończeniu Technikum Mechanicznego w Szczecinie, rozpocząłem studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej, na kierunku Technologia Chemiczna. Przez wszystkie lata studiów otrzymywałem stypendium naukowe. W 1996 roku otrzymałem wyróżnienie od Rektora Politechniki Szczecińskiej za najlepsze wyniki w nauce na Wydziale. Studia ukończyłem z najwyższą średnią ocen na Wydziale. Przez dwa ostatnie lata studiów pełniłem obowiązki asystenta stażysty, prowadząc zajęcia laboratoryjne ze studentami. W ostatnim roku studiów odbyłem półroczny kurs

z zakresu nowoczesnych technik badania ciała stałego (*surface science and nanotechnology*) w ramach projektu TEMPUS zakończony dwutygodniowym stażem w Technische Universität Berlin.

Pracę magisterską pt. "*Rentgenograficzne badanie azotków żelaza*" napisana pod kierunkiem Prof. dr. hab. inż. Waleriana Arabczyka obroniłem w 1999 roku z oceną bardzo dobrą. Badania do pracy wykonałem samodzielnie obsługując dyfraktometr rentgenowski HZG-4, na którym uruchomiłem komorę do badań azotowania *in situ* w temperaturze 700 K. Aby wyjaśnić wzrost średniej wielkości krystalitów zarówno substratu jak i produktu w czasie reakcji zaproponowałem model, w którym krystality ulegają przemianie fazowej w kolejności ich wielkości. Model ten stał się podstawą mojej pracy doktorskiej, jak również czterech innych przewodów doktorskich otwartych w zakładzie Profesora Arabczyka.

W czasie studium doktoranckiego odbyłem trzymiesięczny staż w Leibniz Institute for Solid State and Materials Research w Dreźnie. W czasie tego stażu poznałem techniki wysokopróżniowe, w szczególności spektroskopię elektronów Augera (AES) oraz spektrometrię mas (MS). Przedmiotem moich badań były nadprzewodniki wysokotemperaturowe $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$. W czasie stażu nabyłem umiejętności płynnego komunikowania się w języku angielskim.

Współpraca z ośrodkiem w Dreźnie zaowocowała w 2002 r. założeniem Polsko-Niemieckiego Laboratorium Badania Ciała Stałego, zlokalizowanego w Szczecinie. Ośrodek w Niemczech wyposażył laboratorium w skaningowy mikroskop elektronowy LEO 920. Przed transportem mikroskopu odbyłem tygodniowe szkolenie w zakresie jego obsługi w Dreźnie, następnie byłem odpowiedzialny za jego transport i obsługę aparatury w Szczecinie. W styczniu 2011 r. zostałem kierownikiem tego laboratorium.

Podczas studiów doktoranckich zajmowałem się rozwijaniem modelu zaproponowanego w czasie pracy magisterskiej. Moimi podstawowymi technikami badawczymi były termowaga oraz dyfraktometr rentgenowski X-Pert Pro Philips. Napisałem nowe oprogramowanie do termowagi, które dzięki analizie statystycznej wykonywanej w czasie pomiaru podniosło rozdzielczość aparatu o rząd wielkości. Dzięki temu byłem w stanie zaobserwować histerezę w stanach stacjonarnych w układzie $\text{Fe-NH}_3\text{-N}_2\text{-H}_2$.

Wykonałem modyfikację konstrukcji termowagi, co umożliwiło pomiar stężenia reagentów bezpośrednio przed i za koszyczkiem z próbką. Wcześniej możliwy był tylko pomiar stężenia na wlocie i wylocie gazów do reaktora termowagi. Dzięki temu wykazałem, że w obrębie koszyczka termowagi nie występuje gradient stężeń reagentów i może on być uważany za reaktor różniczkowy.

Stworzyłem również aparat matematyczny oraz oprogramowanie umożliwiające modelowanie procesu azotowania. W tym celu zmodyfikowałem równania opisujące proces segregacji Langmuira-McLeana, poszerzając zakres ich stosowalności o wyższe stężenia azotu w objętości matrycy żelaza (R. Wrobel, W. Arabczyk, *Solid-gas reaction with adsorption as the rate limiting step*, **Journal of Physical Chemistry A**, 110 (2006) 9219-9224; W. Arabczyk, R. Wrobel, *Study of the kinetics of nitriding of nanocrystalline iron using TG and XRD methods*, **Solid State Phenomena**, 94 (2003) 185-188). Dopasowanie krzywych modelowych do eksperymentalnych umożliwia wyznaczenie entalpii segregacji azotu z żelaza oraz azotków żelaza w funkcji zawartości azotu.

Wykorzystując założenia modelu zaproponowałem metodę wydzielenia frakcji nanomateriału o określonej wielkości kryształitów. Utworzyłem również opis matematyczny dla tej metody, który jest niezbędny dla jej praktycznego wykorzystania (W. Arabczyk, Z. Lendzion-Bieluń, R. Wróbel, *Sposób otrzymywania nanomateriałów o określonych rozmiarach kryształitów*, **patent nr PL 206909/14.07.2003**).

Zaproponowałem również bazując na modelu metodę z niezbędnym opisem matematycznym wyznaczania rozkładu wielkości kryształitów nanomateriałów. Prace te były wykonywane w ramach grantu młodego naukowca 7T09B 068 21, którego byłem kierownikiem (W. Arabczyk, R. Wrobel, *Utilisation of XRD for the determination of the size distribution of nanocrystalline iron materials*, **Solid State Phenomena**, 94 (2003) 235-238)

Pracę doktorską obroniłem z wyróżnieniem i rok po obronie wyjechałem na czteroletni staż zagraniczny do Niemiec. Podczas stażu zajmowałem się tematyką utleniania tlenku węgla na katalizatorach platynowych oraz palladowych. Tematyka ta stała się treścią mojej monografii habilitacyjnej. W czasie stażu opanowałem języka niemiecki w mowie i piśmie, co umożliwiło mi prowadzenie zajęć ze studentami niemieckimi oraz prowadzenie dyskusji ze współpracownikami w języku niemieckim. Dobra znajomość niemieckiego potwierdza zdany w Magdeburgu egzamin na poziomie C1 z oceną dobrą.

Po powrocie ze stażu naukowego Dyrektor Instytutu ze względu na moje doświadczenie i znajomość zagadnień powierzył mi zorganizowanie przetargu na skaningowy mikroskop elektronowy oraz dyfraktometr rentgenowski. Przetargi opiewały na kwotę odpowiednio 2,5 oraz 1,6 mln PLN. Wnikliwa analiza, wieloletnie doświadczenie z obiema technikami pomiarowymi oraz negocjacje z przedstawicielami firm umożliwiły mi wybór optymalnej specyfikacji technicznej obu urządzeń dla potrzeb Instytutu, w którym pracuję. Obecnie jestem odpowiedzialny za opiekę techniczną i obsługę obu aparatów (SEM Hitachi

SU8020 z zimną emisją polową wyposażony w mikroanalizę pierwiastkową oraz dyfraktometr PANalytical Empyrean).

Moja biegła znajomość technik programowania umożliwiła stworzenie strony internetowej dla Instytutu oraz stron internetowych wraz z serwisem rejestracyjnym dla konferencji Nano2013 oraz IX Konferencji Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie (www.itn.zut.edu.pl; www.nano2013.zut.edu.pl; www.techbez.zut.edu.pl). Swoje umiejętności programisty programistyczne ciągle rozwijam, dzięki czemu prowadzę zajęcia na wysokim poziomie. Zapoznaję studentów z aktualnym stanem wiedzy (cpp, php, MySQL, html, python i inne). Dzięki temu, że jestem chemikiem potrafię nauczać zagadnień informatycznych zorientowanych na rozwiązywanie fizykochemicznych problemów. Oprócz zajęć z informatyki opracowałem i prowadziłem szereg ćwiczeń, w tym ćwiczenia laboratoryjne z wysoko próżniowych metod powierzchniowych (XPS, AES, UPS), skaningowej mikroskopii elektronowej oraz rentgenowskiej mikroanalizy pierwiastkowej (SEM, EDX), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), spektrometrii mass (MS) oraz termogravimetrii (TGA). Wszystkie te techniki wykorzystuję regularnie w swojej pracy badawczej, dlatego powierzono mi zadanie prowadzenia wykładów z przedmiotu „Fizykochemia Powierzchni” dla studentów. Zagadnienia tłumaczę w oparciu o przykłady z własnych badań.

Ciągle doskonalę swoje umiejętności i doszkalam się. Ukończyłem kursy internetowe prowadzone przez wykładowców z renomowanych uczelni w języku angielskim (m.in. Massachusetts Institute of Technology – 3.091x: *Introduction to Solid State Chemistry*; Rice University - *Chemistry: Concept Development and Application*). Znajomość języka angielskiego pozwala mi na wygłaszanie referatów i prowadzenie zajęć w języku angielskim (Professor Stefan Mróz Symposium 2008; XLIVOKK2012; Conan2011; Conan2010; Conan2009).

W celu podnoszenia kwalifikacji brałem udział również w następujących kursach: Kurs doskonalenia pedagogicznego dla nauczycielki akademickich (półroczny); Szkolenie do 7 Europejskiego Programu Ramowego (5-dniowe); Obsługa Skaningowego Mikroskopu Elektronowego (7 i 3 dniowe); Szkolenia z zakresu dyfrakcji rentgenowskiej (3 dniowe). Analiza SAXS (jednodniowe); Analiza Rietvelda (trzydniowe). Spektrometria Mass (jednodniowe); Szkoła Menadżerów Politechniki Szczecińskiej (roczne).

Kierownictwo Polsko-Niemieckiego Laboratorium Badania Ciała Stałego, umiejętności obsługi wielu technik badawczych oraz umiejętności analitycznego rozwiązywania problemów umożliwiły mi podjęcie współpracy z przemysłem

- Grupa Azoty, Zakłady Chemiczne "POLICE" S.A.;
- Oddział Spółki Cukrowej S.A. „Cukrownia Kluczewo” w Stargardzie Szczecińskim

oraz współpracy z innymi naukowcami.

W ramach takiej współpracy zostałem promotorem pomocniczym:

- mgr inż. Izabela Moszyńska, *Badania procesów azotowania nanokrystalicznego żelaza w atmosferach o zmiennym potencjale azotującym*
- mgr inż. Jakub Orlikowski, *Preparatyka i badanie fotokatalizatorów na bazie TiO₂ aktywnych w świetle widzialnym*

Byłem również opiekunem naukowym pracy magisterskiej Agaty Kierzek, *Oczyszczanie i funkcjonalizacja nanorurek węglowych*, oraz recenzentem trzech prac magisterskich i inżynierskich.

Moje dobre umiejętności organizacyjne zostały dostrzeżone przez Zwierzchnictwo dzięki czemu byłem członkiem komitetu organizacyjnego trzech konferencji:

- Joint Conference on Advanced Materials FNMA11; IMIM11; AUXETICS11
- VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii Nano2013
- IX Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie.

Brałem aktywny udział w 27 konferencjach. Recenzowałem 10 artykułów w czasopismach tj. Journal of Physical Chemistry A; International Journal of Adhesion and Adhesives; Journal of Coatings Technology and Research; Journal of Materials; Fuel Processing Technology; Chemical Engineering Journal; Aparatura Badawcza i Dydaktyczna; Water, Air and Soil Pollution. Jestem współautorem recenzji książki G. Ertla dla Przemysłu Chemicznego (W. Arabczyk, R. J. Wróbel, *Gerhard Ertl - REACTIONS AT SOLID SURFACES (Reakcje na stałych powierzchniach)*, Przemysł Chemiczny 90/1 (2011) 52.)

Mój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje 23 publikacji (łącznie IF = 29,395), w tym 22 publikacji w czasopismach z listy filadelfijskiej. Indeks cytowań 134. Indeks Hirscha 7.

ZAŁĄCZNIK 3

Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki

Rafał J. Wróbel

Rozprawa habilitacyjna

**Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru
($M = \text{Pt}, \text{Pd}, \text{Cu}$)
w reakcji utleniania tlenku węgla**

Dokumentacja do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

I. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy

A) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Monografia: Rafał J. Wróbel, *Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M = Pt, Pd, Cu$) w reakcji utleniania tlenku węgla*, Szczecin 2013, ISBN 978-83-7663-149-3

B) Publikacje lub inne prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

Brak

II. Wykaz innych (nie wchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt I) opublikowanych prac naukowych oraz wskaźnik dokonań naukowych

A) Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)

Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna

1. W. Arabczyk, U. Narkiewicz, W. Konicki, **R. Wrobel**, B. Bay, R. Wozniak, *Thermogravimetric studies on the reactions in the solid-gas system*, **Przemysł Chemiczny**, 82 (3) (2003) 207-210.
IF(2011)=0,414

2. W. Arabczyk, **R. Wrobel**, *Study of the kinetics of nitriding of nanocrystalline iron using TG and XRD methods*, **Solid State Phenomena** 94 (2003) 185-188.
IF(2003)=0,687

3. W. Arabczyk, **R. Wrobel**, *Utilisation of XRD for the determination of the size distribution of nanocrystalline iron materials*, **Solid State Phenomena** 94 (2003) 235-238.
IF(2003)=0,687

Po uzyskaniu stopnia doktora

1. B. Tryba, M. Janus, **R. J. Wróbel**, J. Przepiórski, J. Grzechulska-Damszel, A.W. Morawski, *Photodegradation of Benzo-[a]-pyrene on the Surface of the Photocatalytic Paints and Analysis of the Degradation Products*, **Journal of Advanced Oxidation Technology**, 16(1) (2013) 151–158.
IF(2012) = 0,806

Mój wkład w powstanie tej pracy: opracowanie metody i pomiar składu pierwiastkowego i fazowego komercyjnych farb na bazie TiO_2 ; pomiary w zakresie analizy płomieniowej, dyfrakcji rentgenowskiej, fluorescencji rentgenowskiej, skaningowej mikroskopii elektronowej; analiza i dyskusja wyników. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

2. B. Bittner, **R. J. Wróbel**, J. Bursa, E. Milchert, *Właściwości elektryczne kompozycji epoksydowej sieciowanej cieczami jonowymi*, **Przegląd Elektrotechniczny**, 01a (2013) 134-137.

IF(2011) 0,244

Mój wkład w powstanie tej pracy: *pomiary termogravimetryczne odporności termicznej kompozycji epoksydowych, analiza i dyskusja wyników. Mój udział procentowy szacuję na 30%.*

3. **R. J. Wrobel**, S. Becker, H. Weiss, *Second/Additional Bistability in a CO Oxidation Reaction on Pt(111): An Extension and Compilation*, **Journal of Physical Chemistry C**, 116(42) (2012) 22287–22292.

IF(2012) z roku publikacji=4,814

Mój wkład w powstanie tej pracy: *zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu, zaproponowanie idei drugiego obszaru bistabilności, opracowanie wyników oraz przygotowanie manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 70%.*

4. **R. J. Wrobel**, W. Arabczyk, U. Narkiewicz, *Nucleation in a gas-solid state reaction*, **Crystal Research and Technology**, 10 (2012) 1-8.

IF(2012) z roku publikacji=0,946

Mój wkład w powstanie tej pracy: *napisanie oprogramowania i przeprowadzenie modelowania komputerowego, opracowanie wyników oraz przygotowanie manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 95%.*

5. B. Bittner, **R. J. Wrobel**, E. Milchert, *Physical properties of pyridinium ionic liquids*, **The Journal of Chemical Thermodynamics**, 55 (2012) 159-165.

IF(2012) z roku publikacji= 2,422

Mój wkład w powstanie tej pracy: *pomiary termogravimetryczne odporności termicznej cieczy jonowych; wyznaczenie niepewności pomiarowych oraz analiza statystyczna wyników; wyznaczenie parametrów termodynamicznych z danych eksperymentalnych; udział w przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 40%.*

6. **R. J. Wrobel**, *Thermal stability of nanocrystalline iron*, **Materials Science-Poland**, 30(1) (2012) 63-69.

IF(2012) z roku publikacji= 0,366

Mój wkład w powstanie tej pracy: *eksperyment, modelowanie komputerowe, opracowanie wyników, przygotowanie manuskryptu. Mój udział procentowy wynosi 100%.*

7. Z. Czech, A. Kowalczyk, R. Pelech, **R. Wróbel**, L. Shao, Y. Bai, J. Świdorska, *Using of carbon nanotubes and nano carbon black for electrical conductivity adjustment of pressure-sensitive adhesives*, **International Journal of Adhesion and Adhesives**, 36 (2012) 20-24.

IF(2012) z roku publikacji=2,170

Mój wkład w powstanie tej pracy: *przygotowanie eksperymentu, dyskusja wyników, udział w przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 30%.*

8. Z. Czech, R. Pelech, A. Kowalczyk, A. Kowalski, **R. J. Wróbel**, *Electrically conductive acrylic pressure-sensitive adhesives containing carbon black*, **Polish Journal of Chemical Technology**, 13(4) (2011) 81-85.

IF(2011) = 0,337

Mój wkład w powstanie tej pracy: *Przygotowanie eksperymentu, dyskusja wyników, udział w przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 30%.*

9. H. Döscher, G. Lilienkamp, P. Iskra, W. Daum, G. Hensch, S. Becker, **R. J. Wrobel**, H. Weiss, Y. Suchorski, *High-quality ZrO₂/Si(001) thin films by a sol-gel process: Preparation and characterization*, **Journal of Applied Physics**, 107 (2010) 094103-1 - 094103-7.

IF(2010) = 2,168

Mój wkład w powstanie tej pracy: *przygotowanie eksperymentu związanego z XPS, przygotowanie wyników. Mój udział procentowy szacuję na 20%.*

10. **R.J. Wrobel**, S. Becker, *Carbon and sulphur on Pd(111) and Pt(111): Experimental problems during cleaning of the substrates and impact of sulphur on the redox properties of CeO_x in the CeO_x/Pd(111) system*, **Vacuum**, 84 (2010) 1258-1265.

IF(2010) = 1,317

Mój wkład w powstanie tej pracy: *udział we wszystkich etapach powstawania pracy. Mój udział procentowy szacuję na 80%.*

11. **R. J. Wróbel**, *Enhancement of XPS surface sensitivity in nanocrystalline material*, **Polish Journal of Chemical Technology**, 12(4) (2010) 62-63.

IF(2010) = 0,337

Mój udział wynosi 100%.

12. Y. Suchorski, **R. Wrobel**, S. Becker, A. Opalinska, U. Narkiewicz, M. Podsiadly, H. Weiss, *Surface Chemistry of Zirconia Nanopowders Doped with Pr₂O₃: an XPS Study*, **Acta Physica Polonica A**, 114 (2008) 125-134.

IF(2008)=0,321

Mój wkład w powstanie tej pracy: *przygotowanie eksperymentu związanego z XPS, przygotowanie rysunków i manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 40%.*

13. Y. Suchorski, **R. Wrobel**, S. Becker, H. Weiss, *CO Oxidation on a CeO_x/Pt(111) Inverse Model Catalyst Surface: Catalytic Promotion and Tuning of Kinetic Phase Diagrams*, **Journal of Physical Chemistry C**, 112 (2008) 20012-20017.

IF(2008)=2,871

Mój wkład w powstanie tej pracy: *udział we wszystkich etapach powstawania pracy. Mój udział procentowy szacuję na 50%.*

14. R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Cerium oxide layers on the Cu(111) surface: Substrate-mediated redox properties*, **Surface Science**, 602 (2008) 436-442.
IF(2008)= 1,731

Mój wkład w powstanie tej pracy: *udział we wszystkich etapach powstawania pracy. Mój udział procentowy szacuję na 60%.*

15. Y. Suchorski, J. Gottfriedsen, **R. Wrobel**, B. Strzelczyk, H. Weiss, *Evaluation and X-ray induced modification of the cerium oxidation state in cerium calixarene complexes*, **Solid State Phenomena**, 128 (2007) 115-120.
IF(2003)=0,687

Mój wkład w powstanie tej pracy: *eksperyment związany z wyznaczeniem zmiany stopnia utlenienia ceru metodą XPS, przygotowanie rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 30%.*

16. Y. Suchorski, **R. Wrobel**, S. Becker, Strzelczyk B., W. Drachsel, H. Weiss, *Ceria nanoformations in CO oxidation on Pt(111): Promotional effects and reversible redox behaviour*, **Surface Science**, 601(21) (2007) 4843-4848.
IF(2007)=1,855

Mój wkład w powstanie tej pracy: *udział we wszystkich etapach powstawania pracy. Mój udział procentowy szacuję na 50%.*

17. R. Wrobel, W. Arabczyk, *Solid-gas reaction with adsorption as the rate limiting step*, **Journal of Physical Chemistry A**, 110 (2006) 9219-9224.
IF(2006) = 3,047

Mój wkład w powstanie tej pracy: *udział we wszystkich etapach powstawania pracy. Mój udział procentowy szacuję na 95%.*

18. R. Pelech, E. Milchert, **R. Wrobel**, *Adsorption dynamics of chlorinated hydrocarbons from multi-component aqueous solution onto activated carbon*, **Journal of Hazardous Materials**, 137 (3) (2006) 1479-1487.
IF(2006) = 1,855

Mój wkład w powstanie tej pracy: *przygotowanie modelowania komputerowego procesu adsorpcji-desorpcji. Mój udział procentowy szacuję na 30%.*

19. T. Bodziony, N. Guskos, A. Biedunkiewicz, J. Typek, **R. Wrobel**, M. Maryniak, *Characterization and EPR studies of TiC and TiN ceramics at room temperature* **Materials Science - Poland**, 23 (4) (2005) 899-907.
IF(2008) = 0,365

Mój wkład w powstanie tej pracy: *badania składu fazowego, średniej wielkości kryształitów, oraz dyskusja wyników. Mój udział procentowy szacuję na 20%.*

20. N. Guskos, J. Typek, M. Maryniak, U. Narkiewicz, I. Kucharewicz, **R. Wrobel**, *FMR study of agglomerated nanoparticles in a Fe₃C/C system*, **Materials Science - Poland**, 23 (4)

Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M = Pt, Pd, Cu$) w reakcji utleniania tlenku węgla

(2005) 11001-1008.

IF(2008) = 0,365

Mój wkład w powstanie tej pracy: *badania rentgenograficzne oraz dyskusja wyników. Mój udział procentowy szacuję na 15%.*

21. A. Biedunkiewicz, R. Wróbel, The XRD study of the nanostructured TiC/C and TiN/C composites, Reviews on Advanced Materials Science, 8(1) (2004) 69-72. IF(2012) = 1,017

Mój wkład w powstanie tej pracy: *Badania składu fazowego, średniej wielkości krystalitów, oraz dyskusja wyników. Mój udział procentowy szacuję na 50%.*

22. W. Arabczyk, R.J. Wróbel, Gerhard Ertl - REACTIONS AT SOLID SURFACES (Reakcje na stałych powierzchniach), Przemysł Chemiczny, 90/1 (2011) 52. IF(2011) = 0,414

Mój wkład w powstanie tej pracy: *Opracowanie recenzji książki. Mój udział procentowy szacuję na 95%.*

B) Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne

1. Podniesienie zdolności rozdzielczej termograwimetru do badania kinetyki reakcji gaz-ciało stałe z 0,1 mg na 0,01 mg poprzez utworzenie nowego programu sterującego umożliwiającego analizę statystyczną sygnału.
2. Przebudowa termograwimetru do badania kinetyki reakcji gaz-ciało stałe umożliwiającą pomiar stężenia reagentów bezpośrednio przed i za próbką.

C) Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe

W. Arabczyk, Z. Lendzion-Bieluń, **R. Wróbel**

Sposób otrzymywania nanomateriałów o określonych rozmiarach krystalitów, Polska, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, 2010.11.22 **NR 206909**.

Mój wkład w powstanie tej pracy: *twórca idei możliwości wydzielenia frakcji nanokrystalitów z mieszaniny krystalitów o zadanym rozkładzie wielkości krystalitów, opis matematyczny metody, analiza i dyskusja wyników. Mój udział procentowy wynosi 20%*

D) Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach

Brak

E) Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa w pkt IIA:

Przed uzyskaniem stopnia doktora

1. U. Narkiewicz, W. Arabczyk, W. Konicki, **R. Wróbel**, I. Kucharewicz, M. Brosławski, *Nanokrystaliczne materiały magnetyczne, Kompozyty (PAN)*, (2003) 37-51.
2. W. Arabczyk, **R. Wróbel**, *Study of the kinetics of reduction of the nanocrystalline iron nitrides, Annals of the Polish Chemical Society* 3(3) (2003) 1065-1069.

Po uzyskaniu stopnia doktora:

1. **R. J. Wróbel**, S. Łagonda, U. Narkiewicz, R. Pelech, S. Becker, L. Szymaszkiewicz, *Synthesis and characterization of Pt/CeO_x systems for catalytic CO oxidation reaction, Annales Umcs, Chemistry*, 66 (2011) 37-46.

Mój wkład w powstanie tej pracy: Przygotowanie eksperymentu; dyskusja wyników. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

F) Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

Recenzja książki "Gerhard Ertl - REACTIONS AT SOLID SURFACES (*Reakcje na stałych powierzchniach*)", wykonana dla gazety Przemysł Chemiczny; W. Arabczyk, **R.J. Wróbel**, *Przemysł Chemiczny* 90/1 (2011) 52.

G) Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania:

29,395

H) Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) 8.07.2013:

134

I) Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS):

7

J) Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach

1. Fifth Framework Programme, *Surface active sites and emission control catalysis*, HPRN-CT-2002-00191, realizacja 1.11.2002-31.10.2006, wykonawca.
2. Rafał J. Wróbel, *Badanie aktywności katalitycznej systemów platyna-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla*, projekt habilitacyjny, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego N N209 336737, realizacja 2009-2011 r., kierownik.
3. Rafał Wróbel, *Opracowanie metody wyznaczania rozkładu wielkości kryształitów żelaza*, grant młodego naukowca, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego 7T09B 068 21, realizacja 2001-2003, kierownik.

K) Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową albo artystyczną

1. Nagroda I stopnia Rektora Politechniki Szczecińskiej za osiągnięcia naukowe w 2003 roku.
2. Nagroda II stopnia za osiągnięcia naukowe w 2009 roku przyznawana przez Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.
3. Nagroda III stopnia za osiągnięcia naukowe w 2010 roku przyznawana przez Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

L) Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych

1. **R.J. Wróbel**, U. Narkiewicz, *Williamson-Hall analysis of nanocrystalline ceria powder*, **VI Polish Conference on Nanotechnology - Nano2013**, 9-12.07.2013, Szczecin, Poland, referat wygłoszony w języku angielskim.
2. **R.J. Wróbel**, U. Narkiewicz, *Carbon monoxide oxidation over model catalytic systems CeO_x/M(111)*, XLIV Ogólnokrajowe Kolokwium Katalityczne, 14-16.03.2012, Kraków, referat wygłoszony w języku angielskim.
3. **R.J. Wróbel**, *Badanie właściwości katalitycznych układów pallad-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla*, VII Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie, 15-18.06.2010, Międzyzdroje, referat wygłoszony w języku polskim.
4. **R. Wróbel**, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Cerium Oxide Nanolayers on Pt(111) and Cu(111) Surfaces: Substrate Mediated Redox Properties*, Professor Stefan Mróz Symposium, Wrocław, Poland; 16-17.05.2008, referat wygłoszony w języku angielskim.

III. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz informacja o współpracy międzynarodowej habilitanta

A) Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych

1. Projekt TEMPUS, *Surface science and nanotechnology*, Realizacja 12.1998-06.1999 in Poland plus 2 tygodnie w Technische Universitaet Berlin, Germany.
2. Fifth Framework Programme, *Surface active sites and emission control catalysis*, HPRN-CT-2002-00191, realizacja 1.11.2002-31.10.2006, wykonawca.
3. R. Wróbel, *Application of surface science techniques for studies of nano-materials*, **LLP Erasmus Programme IP 2009, CoNan**, 2-14.08.2009, Gdańsk, Poland, wykład na zaproszenie.

4. R. Wróbel, *Application of surface science techniques for studies of nano-materials*, **LLP Erasmus Programme IP 2010, CoNan**, 1-15.08.2010, Gdańsk, Poland, wykład na zaproszenie.
5. R.J. Wróbel, *Application of surface science in nano-materials*, **LLP Erasmus Programme IP 2010, CoNan**, 31.07-14.08.2011, Gdańsk, Poland, wykład na zaproszenie.
6. **R.J. Wróbel**, R. Pelech, *Adsorption processes on nanomaterials*, **LLP Erasmus Programme IP 2010, CoNan**, 31.07-14.08.2011, Gdańsk, Poland, wykład na zaproszenie.
7. Warsztaty pt. : "Zaprojektuj swój sukces. Wniosek do 7 Programu Ramowego - krok po kroku" ukończone z wyróżnieniem dnia 17.06.2010.

B) Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

1. W. Arabczyk, **R. Wróbel**, *A new method of the determination of the distribution of the crystallites size in the iron catalyst for ammonia synthesis*, **5th European Congress on Catalysis - EuropaCatV**, 2-7.09.2001, Limerick, Ireland.
2. W. Arabczyk, **R. Wróbel**, *Mechanizm reakcji nanokrystalicznego żelaza z amoniakiem*, **XXXV Ogólnopolskie Kolokwium Katalityczne**, 2-3.04.2003, Kraków.
3. W. Arabczyk, **R. Wróbel**, *Adsorpcyjny obszar reakcji: nanokrystaliczne żelazo + gaz --> ciało stałe*, **XXXV Ogólnopolskie Kolokwium Katalityczne**, 2-3.04.2003, Kraków.
4. W. Arabczyk, **R. Wrobel**, *Study of the kinetics of nitriding of nanocrystalline iron using TG and XRD methods*, **E-MRS 2003 Fall Meeting**, 15-19.09.2003, Warsaw, Poland.
5. W. Arabczyk, **R. Wrobel**, *Utilisation of XRD for the determination of the size distribution of nanocrystalline iron materials*, **E-MRS 2003 Fall Meeting**, 15-19.09.2003, Warsaw, Poland.
6. W. Arabczyk, R. Wróbel, *Kinetyka redukcji nanokrystalicznych azotków żelaza*, **XLVI Zjazd PTCh i SITPCh**, 15-18.09.2003, Lublin.

Po uzyskaniu stopnia doktora:

1. I. Lenarczyk, W. Arabczyk, **R. Wróbel**, *Study of the quasistationary states in nanocrystalline Fe-NH₃-N₂ system*, **Development in production and use of new agrochemicals, Chemistry for Agriculture**, Prague, Czechy. (2005) 932-936. ISBN 80-238-8784-X

2. Y. Suchorski, J. Gottfriedsen, **R. Wrobel**, B. Strzelczyk, H. Weiss, *Determination and fine tuning of the cerium oxidation state in cerium calixarene complexes* **European Materials Research Society Conference**, 4-8.09.2006, Warsaw, Poland.
3. Y. Suchorski, **R. Wrobel**, S. Becker, H. Weiss, *Ceria promoted CO oxidation on Pt(111): kinetic phase diagrams*, **3rd International Workshop on Surface Physics**, 10-15.09.2007, Polanica-Zdroj, Poland.
4. **R. Wrobel**, Y. Suchorski, S. Becker, B. Strzelczyk, H. Weiss, *CO oxidation on a CeOx/Pt(111) inverse supported catalyst: promotional effects and reversible redox behaviour*, **3rd International Workshop on Surface Physics**, 10-15.09.2007, Polanica-Zdroj, Poland.
5. **R. Wrobel**, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Oxidation of Ce overlayers on Cu(111): an XPS, LEED, AES and STM study*, **3rd International Workshop on Surface Physics** 10-15.09.2007, Polanica-Zdroj, Poland.
6. **R. Wrobel**, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Cerium Oxide Nanolayers on Pt(111) and Cu(111) Surfaces: Substrate Mediated Redox Properties*, **Professor Stefan Mróz Symposium**, 16-17.05.2008, Wrocław, Poland.
7. Y. Suchorski, **R. Wrobel**, S. Becker, A. Opalinska, U. Narkiewicz, M. Podsiadly, H. Weiss, *Surface chemistry of zirconia nanopowders doped with Pr_2O_3 : an XPS study*, **Professor Stefan Mróz Symposium**, 16-17.05.2008, Wrocław, Poland.
8. **R.J. Wróbel**, *Nanocrystalline Iron - Thermal Stability and Tuning of Crystallite Size Distribution*, International Conferences on Advanced Materials, **7th International Workshop on Functional and Nanostructured Materials, FNMA'2010**, 16-20.07.2010, Malta.
9. R. Wróbel, U. Narkiewicz, *Modelowe systemy katalityczne w reakcji utleniania tlenku węgla*, **XLII Polish Annual Conference on Catalysis**, Nowe procesy katalityczne, 15-17.03.2010, Kraków.
10. R.J. Wróbel, *Badanie właściwości katalitycznych układów pallad-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla*, **VII Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemśle i Rolnictwie**, 15-18.06.2010, Międzyzdroje.
11. S. Becker, K. Müller, **R. Wrobel**, H. Weiss, *Ceria promoted CO oxidation on Pt(111): Oxygen-spillover and active border concept*, **DPG conference (Deutsche Physikalische Gesellschaft) in Dresden**, 13-18.03.2011, Dresden, Germany.
14. Stefan Becker, **Rafał Wrobel**, Helmut Weiß, *Catalytic CO Oxidation on oxide modified Pd(111): catalytic promotion vs. inhibition*, **Bunsentagung 2011 (BJT2011) in Berlin, 110th Annual German Conference on Physical Chemistry**, 02-04.06.2011, Berlin, Germany.

15. B. Bittner, **R.J. Wróbel**, J. Bursa, E. Milchert, *Właściwości elektryczne kompozycji epoksydowej sieciowanej cieczami jonowymi*, **VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna i-MITEL 2012**, 18-20.04.2012, Przylęsko k. Gorzowa Wielkopolskiego.

16. **R.J. Wróbel**, U. Narkiewicz, *Carbon monoxide oxidation over model catalytic systems $CeO_x/M(111)$* , **XLIV Polish Annual Conference on Catalysis**, 14-16.03.2012, Kraków, Poland.

17. K. Lubkowski, B. Grzmil, A. Kaczmarek, J. Sreńscek-Nazzal, **R. Wróbel**, S. Lisiecki, *Charakterystyka nawozów o kontrolowanym uwalnianiu składników mineralnych otrzymanych metodą powlekania*, **7 Kongres Technologii Chemicznej**, 08-12.07.2012, Kraków.

18. A. Smorowska, K. Lubkowski, **R. Wróbel**, A. Kozłowska, S. Lisiecki, *Preparatyka nawozów o kontrolowanym uwalnianiu składników mineralnych z zastosowaniem biodegradowalnego polisetru kwasu bursztynowego*, **IX Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemśle i Rolnictwie**, 11-14.06.2013, Międzyzdroje.

19. B. Tryba, **R.J. Wróbel**, P. Homa, A.W. Morawski, *Fotokatalityczny rozkład benzo-[A]-pirenu na powierzchni farb fotokatalitycznych*, **IX Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemśle i Rolnictwie**, 11-14.06.2013, Międzyzdroje.

20. **R.J. Wróbel**, A. Kierzek, D. Moszyński, B. Tryba, U. Narkiewicz, *Funkcjonalizacja nanorurek węglowych grupami aminowymi*, **IX Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemśle i Rolnictwie**, 11-14.06.2013, Międzyzdroje.

21. **R. J. Wrobel**, U. Narkiewicz, *Williamson-Hall analysis of nanocrystalline ceria powder*, **VI Polish Conference on Nanotechnology - Nano2013**, 9-12.07.2013, Szczecin, Poland.

C) Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych

1. Joint Conference on Advanced Materials, Functional and Nanostructured Materials FFNMA'11, 6-9.09 2011, Szczecin Poland, członek komitetu organizacyjnego.

2. IX Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemśle i Rolnictwie, 11-14.06.2013, Międzyzdroje, członek komitetu organizacyjnego.

3. VI Polish Conference on Nanotechnology, 9-12.07.2013, Szczecin, Poland, członek komitetu organizacyjnego.

D) Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione w pkt II K

Stypendia

1. Stypendium habilitacyjne Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, 1.10.2010-30.09.2011 r.
2. Stypendium habilitacyjne Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, 1.10.2011-30.09.2012 r.
3. Stypendium z własnego funduszu stypendialnego Zachodniopomorskiego Uniwersytetu technologicznego w Szczecinie przyznane dnia 24.12.2012 r.

Wyróżnienia

1. Wyróżnienie przez Rektora Politechniki Szczecińskiej w 1996 za najlepsze wyniki w nauce na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej.
2. Obrona pracy doktorskiej z wyróżnieniem 2004 r.

E) Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Od 25.01.2011 r. Kierownik **Polsko-Niemieckiego Laboratorium Badania Ciała Stałego**, utworzonego w 2002 r. we współpracy z Leibniz Institute for Solid State and Materials Research w Dreźnie.

F) Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami, innymi niż wymienione w pkt II J

Brak

G) Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych

1. Od 2013 roku członek Polskiego Towarzystwa Chemicznego

I) Osiągnięcia dydaktyczne w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

Przygotowanie i prowadzenie wykładów:

"Fizykochemia powierzchni"

"Techniki badania produktów nieorganicznych"

Przygotowanie i prowadzenie ćwiczeń oraz zajęć laboratoryjnych:

"Technologia wytwarzania materiałów nanostrukturalnych"

"Metody badania nanomateriałów funkcjonalnych"

"Termodynamika techniczna"

"Zjawiska powierzchniowe i przemysłowe procesy katalityczne"

"Analiza instrumentalna"

"Podstawy informatyki"

"Technologie informatyczne"

"Informatyka i CAD"

"Fizykochemia powierzchni"

"Fizyka ciała stałego"

Promotor prac magisterskich i inżynierskich:

1. Agata Kierzek, *Oczyszczanie i funkcjonalizacja nanorurek węglowych*, praca magisterska, 12.06.2012.

Recenzja prac magisterskich i inżynierskich:

1. Marek Adamczyk, *Otrzymywanie nawozów o spowolnionym uwalnianiu składników mineralnych z wykorzystaniem odpadów przemysłu cukrowniczego*, praca inżynierska, 14.02.2013.
2. Kamila Szymczak, *Wpływ modyfikacji chemicznej nanorurek węglowych na ich właściwości sorpcyjne*, praca inżynierska, 24.01.2012
3. Agata Kierzek, *Funkcjonalizacja wielościennych nanorurek węglowych*, praca inżynierska, 10.02.2011.

Przygotowanie i administracja stron internetowych:

1. Strona Instytutu Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
www.itn.zut.edu.pl
2. Strona konferencji Nano2013
www.nano2013.zut.edu.pl
3. Strona konferencji Technologie Bezodpadowe I Zagospodarowanie Odpadów w Przemśle i Rolnictwie
www.techbez.zut.edu.pl
4. Strona z materiałami do zajęć z Informatyki
www.rwrobel.zut.edu.pl

J) Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji:

1. Agata Kierzek, *Oczyszczanie i funkcjonalizacja nanorurek węglowych*, promotor pracy magisterskiej, 12.06.2012.

K) Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego:

mgr inż. Izabela Moszyńska, *Badania procesów azotowania nanokrystalicznego żelaza w atmosferach o zmiennym potencjale azotującym*, promotor pomocniczy

mgr inż. Jakub Orlikowski, *Preparatyka i badanie fotokatalizatorów na bazie TiO_2 aktywnych w świetle widzialnym*, promotor pomocniczy

L) Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

1. Projekt TEMPUS, *Surface science and nanotechnology*, Realizacja 12.1998-06.1999 w Polsce plus 2 tygodnie w Technische Universitaet Berlin, Germany.
2. Trzy miesięczny staż naukowy w ośrodku Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden, 1999 r.
3. Czteroletni staż typu PostDock, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Niemcy, 1.08.2005-1.08.2009,

M) Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie

1. Wykonanie badań mikroskopowych oraz mikroanalizy rentgenowskiej wraz z opracowaniem wyników dla Grupy Azoty, Zakłady Chemiczne "POLICE" S.A.; umowa Nr 0084/2013/GRR/GZU-0
2. Wykonanie badań mikroskopowych wraz z opracowaniem wyników dla Zakładu Metaloznastwa i Odlewnictwa ZUT; umowa Nr 2013/846; nr pracy badawczej: 515-10-011-3013-06/15
3. Badania osadu pofiltracyjnego wykonane na zlecenie Oddziału Spółki Cukrowej S.A. „Cukrownia Kluczewo” w Stargardzie Szczecińskim (2013 r.).

N) Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

brak

O) Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych

brak

P) Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych

- 1x Journal of Physical Chemistry A
- 3x Chemical Engineering Journal
- 1x International Journal of Adhesion and Adhesives
- 1x Journal of Coatings Technology and Research
- 1x Journal of Materials
- 1x Fuel Processing Technology
- 1x Aparatura Badawcza i Dydaktyczna
- 1x Water, Air and Soil Pollution

Q) Inne osiągnięcia, nie wymienione w pkt III A - III P

- Organizacja przetargu na dyfraktometr rentgenowski (rozmowa z firmami; określenie specyfikacji technicznej etc.). Wartość przetargu 1,6 mln zł.
- Organizacja przetargu na skaningowy mikroskop elektronowy rozmowa z firmami; określenie specyfikacji technicznej etc.). Wartość przetargu 2,6 mln zł.
- Kurs online 3.091x: *Introduction to Solid State Chemistry*, Massachusetts Institute of Technology, ukończony 14.01.2013.
- Kurs online, Computer Science 101: *Introduction to Computer Science - Building A Search Engine*, UDACITY, ukończony *with highest distinction* 6.04.2012.
- Kurs online, *Introduction to Physics - Landmarks in Physics*, UDACITY, ukończony *with highest distinction* 8.08.2012.
- Certyfikat zdania egzaminów ze znajomości języka niemieckiego na poziomie Mittelstufe II/C1, Otto-von-Guericke_universitaet Magdeburg Sprachenzentrum, Gesamtnote gut (2,1), Magdeburg 29.07.2009.
- Kurs doskonalenia pedagogicznego dla nauczycieli akademickich nr 22 (2004 r.)
- Studia podyplomowe, *Szkoła Menedżerów Politechniki Szczecińskiej*, Instytut Ekonomii i Zarządzania Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2001-2002, z oceną bardzo dobrą.

Prof. zw. dr hab. Jacek M. Rynkowski
Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
Politechniki Łódzkiej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

Łódź, 2013.12.18

O C E N A

rozprawy habilitacyjnej oraz dorobku naukowego **dr inż. Rafała J. Wróbla** pt.:
**„Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M=Pt, Pd, Cu$) w reakcji utlenienia
tlenku węgla”**

Dr inż. Rafał J. Wróbel ukończył w 1999 r. studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej. W latach 2000-2004 odbył studia doktoranckie na macierzystym wydziale zakończone obroną pracy doktorskiej pt. „Badanie procesu azotowania nanokrystalicznego żelaza”. Promotorem rozprawy był Pan prof. dr hab. Walerian Arabczyk. Od 2004 r. pracuje w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie, początkowo na stanowisku asystenta, a od 2005 r. adiunkta.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Przedstawioną do recenzji rozprawę habilitacyjną stanowi monografia p.t.: **„Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M=Pt, Pd, Cu$) w reakcji utlenienia tlenku węgla”** wydana w 2013 roku przez Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie (ISBN 978-83-7663-149-3). Praca liczy 145 ponumerowanych stron. Bibliografia obejmuje 204 pozycje literaturowe. Rafał J. Wróbel jest jedynym autorem monografii. Tematyka rozprawy jest ważna i aktualna. Mimo prostej budowy cząsteczki tlenku węgla, mechanizm jego utleniania na powierzchni katalizatorów jest złożony, a towarzyszące reakcji zjawiska mają fundamentalne znaczenie dla rozwoju wiedzy o chemii powierzchni. Odkrycie oscylacyjnego charakteru reakcji utleniania CO na platynie było jednym z głównych osiągnięć, za które G. Ertl otrzymał w 2007 r. nagrodę Nobla w dziedzinie chemii. Monografia Habilitanta, poprzez przedstawione w dalszej recenzji najważniejsze osiągnięcia, wnosi nowe, istotne elementy do wiedzy o oddziaływaniach metali, szczególnie platyny i palladu z CeO_2 - jednym z najważniejszych składników tzw.

warstwy *washcoat* monolitycznych trójfunkcyjnych katalizatorów samochodowych, będącej w istocie nośnikiem fazy aktywnej, składającej się z metali szlachetnych – Pt, Pd oraz Rh. Wprowadzenie w końcu ubiegłego wieku CeO_2 do warstwy *washcoat*, umożliwiło znaczne zawężenie tzw. okna¹, a tym samym pozwoliło na znakomite zwiększenie selektywności reakcji unieszkodliwiania toksycznych związków zawartych w spalinach - redukcji NO_x oraz utlenienia CO i węglowodorów. Stało się tak dzięki szczególnej zdolności CeO_2 , polegającej na uwalnianiu lub magazynowaniu tlenu, w zależności od składu mieszaniny gazowej, wpływającej na katalizator. Prace nad modyfikacją i udoskonaleniem katalizatorów TWC są ciągle w centrum zainteresowania naukowców, w związku z czym nowe informacje, dotyczące natury i charakteru oddziaływań CeO_2 z metalami szlachetnymi, mają bardzo duże znaczenie, zarówno poznawcze, jak i praktyczne. Najwartościowsze osiągnięcia pracy, zdaniem recenzenta, dotyczą modelowych badań reakcji utleniania CO na tzw. odwrotnych układach CeO_x/Pt (111), CeO_x/Pd (111). Tego rodzaju badania pozwalają na precyzyjne określenie natury oddziaływań metalu z CeO_x . Do najpoważniejszych osiągnięć pracy można zaliczyć:

- zaproponowanie mechanizmu redukcji tlenku ceru tlenkiem węgla w wyniku procesu spillover CO z platyny na CeO_2 oraz przedstawienie modeli odpowiednich procesów redoxowych w układzie CeO_x/Pt (111),
- opracowanie metody miareczkowania powierzchni monokryształów Pt(111) oraz Pd(111) tlenkiem węgla, umożliwiającej określenie stopnia pokrycia metalu tlenkiem ceru poniżej monowarstwy,
- zidentyfikowanie drugiego obszaru bistabilności w reakcji utleniania CO na powierzchni Pt(111) związanego z dodatkowym przejściem fazowym na powierzchni metalu,
- zidentyfikowanie oraz opracowanie metody oznaczania tlenu podpowierzchniowego w monokryształach Pd(111) na podstawie analizy przejścia KLL Augera,
- wykazanie podwyższonej aktywności katalitycznej powierzchni Pt(111) oraz Pd(111) na skutek modyfikacji struktury elektronowej metali w pobliżu wysepek tlenku ceru.

Wyniki badań katalizatorów proszkowych Pt/ CeO_2 mają nieco mniejsze znaczenie. Warto pamiętać, że w realnych katalizatorach TWC, CeO_2 jest bardzo ważnym ale nie jedynym składnikiem warstwy „*washcoat*”. Kluczowe znaczenie ma także ZrO_2 , który wywiera bardzo istotny wpływ na zwiększenie zdolności redox CeO_2 jak również stan i dyspersję metalicznej fazy aktywnej. Być może szersze spojrzenie na naturę nośnika w katalizatorach TWC warto było choćby krótkiego omówienia w części literaturowej monografii.

Trzeba podkreślić, że osiągnięcie zamierzonych celów rozprawy wymagało znakomitego warsztatu badawczego, biegłości w posługiwaniu się oraz interpretacji wyników otrzymanych przy pomocy bardzo trudnych metod badawczych, przede wszystkim wysokopróżniowych technik spektroskopowych, umiejętności preparatyki i przygotowania monokryształów oraz opracowania procedur ich oczyszczania.

Od strony edytorskiej praca nie wzbudza żadnych zastrzeżeń. Jest napisana jasno, bardzo dobrym językiem, prezentowane tezy przedstawione są przekonująco. Pomimo, że sama rozprawa jest dziełem monoautorskim, oparta jest w dużym stopniu na 6 pracach opublikowanych w czasopismach *Vacuum*, *J.Phys.Chem C* (2), *Surf.Sci.*(2) oraz *Annal. UMCS, Chemistry* oraz trzech przygotowywanych do druku. Wszystkie prace są współautorskie, co jest zrozumiałe, biorąc pod uwagę doświadczalny charakter prezentowanych badań oraz fakt, że stanowią one w dużym stopniu efekt współpracy Habilitanta z Katedrą Chemii Fizycznej Uniwersytetu Otto von Guericke w Magdeburgu. Sumaryczny IF prac cytowanych w monografii wynosi **14,621** (wg średniej 5 letniej), zaś liczba punktów wg listy MNIŚW **144**. Współautorzy prac, w dołączonych oświadczeniach, potwierdzają duży udział dr Rafała Wróbla we wspólnych publikacjach, także tych przygotowywanych do druku i wyrażają zgodę na wykorzystanie ich w rozprawie habilitanta. Brak jest oświadczenia współautora trzech ważnych publikacji - dr Yu. Suchorskiego. Wprawdzie dr Stefan Becker, w swoim oświadczeniu, precyzuje także udział dr Suchorskiego, szkoda jednak, że dr Rafał Wróbel nie poprosił bezpośrednio tego współautora o stosowny dokument. Oświadczenie, że stracił z nim kontakt, jest mało przekonujące.

Nie ulega jednak wątpliwości, że duży udział Habilitanta w koncepcji badań, interpretacji wyników oraz przygotowaniu publikacji, jest bezsporny a w części prac dominujący.

Reasumując tę część recenzji, mogę z przekonaniem stwierdzić, że dr Rafał Wróbel przedstawił bardzo dobrą, reprezentującą wysoki poziom naukowy monografię, która bez wątpienia spełnia ustawowe wymagania stawiane pracom habilitacyjnym.

Ocena działalności naukowej oraz całości dorobku Habilitanta

Początkowy okres działalności naukowej dr inż. Rafała Wrobla związany jest z różnymi aspektami badań nad optymalizacją katalizatorów żelazowych reakcji syntezy amoniaku – wiodącej tematyki naukowej promotora prac magisterskiej i doktorskiej Habilitanta – prof. dr hab. Waleriana Arabczyka. Zajmował się m.in. badaniami struktury krystalicznej i właściwości azotków żelaza oraz modelowaniem procesu azotowania nanokrystalicznego żelaza. W ramach tej tematyki opublikował razem ze swoim promotorem kilka prac, m.in. w *Sol. State Phenom.* oraz był współtwórcą

patentu. Podczas 3 miesięcznego stażu, który odbył w czasie studiów doktoranckich w Leibnitz Institute for Solid State and Materials Research, zajmował się nadprzewodnikami wysokotemperaturowymi $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$. Współpracował z wieloma pracownikami naukowymi macierzystego Wydziału oraz Katedry Chemii Fizycznej Uniwersytetu w Magdeburgu, gdzie spędził w sumie 4 lata. Wynikiem współpracy były publikacje, dotyczące m.in. fotokatalizy, właściwości cieczy jonowych, właściwości i zastosowania nanomateriałów, np. nanorurek węglowych, nanoproszków ZrO_2 , cienkich warstw $\text{ZrO}_2/\text{Si}(111)$, czerni węglowej, kompozytów TiC/C oraz TiN/C i in. Całkowity dorobek naukowy dr inż. Rafała Wróbla (po doktoracie zaznaczony pogrubioną czcionką) stanowi 26 (**23**) publikacje, w tym 25 (**22**) w czasopismach monitorowanych przez *Thompson Reuters Master Journal List*. Biorąc pod uwagę krótki okres publikowania (10 lat), dorobek taki należy uznać za dobry. Wyniki badań były przedstawiane w formie 27(**21**) doniesień konferencyjnych, w materiałach brak danych odnośnie charakteru tych wystąpień. Dr inż. Rafał Wróbel przedstawił 8 wykładów (w tym 4 na zaproszenie) na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Przez kilka lat czynnie uczestniczył w koordynowanym przez prof. dr hab. Helmuta Weiße projekcie europejskim *Surface active sites and emission control catalysis* w ramach Piątego Programu Ramowego.

Wszechstronne zainteresowania naukowe oraz szeroka współpraca świadczą o wysokich kompetencjach i kwalifikacjach Habilitanta i dowodzą, że jest atrakcyjnym partnerem w realizacji konkretnych zadań badawczych. Wiąże się to także ze zdolnościami inżynierskimi i projektowymi, czego świadectwem są m.in. modyfikacja konstrukcji termowagi oraz konstrukcja instalacji do badań aktywności katalitycznej. Na podkreślenie i uznanie zasługuje również fakt, że tematyka rozprawy habilitacyjnej jest całkowicie inna, niż rozprawy doktorskiej. Pomimo, że tematyka związana z katalizatorami żelazowymi pozostała bliska Habilitantowi, o czym świadczy kilka prac na ten temat opublikowanych w ostatnich latach, zdecydował się na podjęcie zupełnie nowego zadania. Z innych aktywności dr inż. Rafała Wróbla należy wymienić organizację przetargów na zakup aparatury naukowej i opieka nad nią, współudział w organizacji kilku konferencji naukowych, opracowanie stron internetowych Instytutu oraz konferencji oraz kierowanie Polsko-Niemieckim Laboratorium Badania Ciała Stałego.

Na duże uznanie zasługuje także ciągłe dążenie dr inż. Rafała Wróbla do podnoszenia swych kwalifikacji zawodowych i naukowych poprzez ukończenie wielu kursów doskonalenia zawodowego oraz kursów internetowych, organizowanych przez znakomite jednostki naukowe, w tym legendarny *Massachusetts Institute of Technology*.

Działalność dydaktyczna

Dr inż. Rafał Wróbel jest aktywnym nauczycielem akademickim. Prowadzi różnego typu zajęcia (wykłady, ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne). Do najważniejszych osiągnięć w tym zakresie należy zaliczyć przygotowanie i prowadzenie wykładów z przedmiotów *Fizykochemia powierzchni* oraz *Techniki badania produktów nieorganicznych*, pełnienie funkcji promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich oraz opiekę nad czterema pracami dyplomowymi.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Staranna analiza przedstawionych do recenzji materiałów skłania mnie do wniosku, że dr inż. Rafał Wróbel:

- przedstawił rozprawę habilitacyjną w istotny sposób poszerzającą wiedzę o przebiegu i mechanizmie reakcji utleniania tlenku węglach na modelowych katalizatorach typu metal – tlenek ceru, w szczególności układach CeO_x/Pt (111) oraz CeO_x/Pd ,
- jest bardzo zdolnym, ambitnym i twórczym naukowcem i nauczycielem akademickim,
- posiada znaczący dorobek naukowy, opublikowany w bardzo dobrych czasopismach, w większości zagranicznych,
- posiada umiejętność prowadzenia efektywnej współpracy naukowej, zarówno krajowej, jak i zagranicznej.

Stwierdzam więc z przekonaniem, że dr inż. Rafał J. Wróbel spełnia wszystkie wymagania, stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego przez art. 16 i 17 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (D.U.R.P., nr 65/03, poz. 595 ze zm.), wobec czego wnoszę do Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie Go do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Prof. dr hab. Jacek Rynkowski



**Ocena dorobku naukowego doktora Rafała J. Wróbla w związku z
postępowaniem
o nadanie Mu stopnie doktora habilitowanego**

Wprowadzenie

Doktor Rafał, J. Wróbel ukończył Politechnikę Szczecińską, Wydział Technologii Chemicznej w 1999 roku. W tej samej jednostce uzyskał w roku 2004 stopień doktora, obejmując wkrótce stanowisko adiunkta, które zajmuje do dzisiaj.

Po uzyskaniu stopnia doktora odbył zagraniczny staż naukowy na Uniwersytecie w Magdeburgu badając zjawiska zachodzące w katalizatorach trój funkcyjnych (TWC). W czasie stażu podjął więc nowe zagadnienia naukowe, wzbogacając swój warsztat o istotne doświadczenia w zakresie technologii wysokiej próżni, spektroskopii elektronów Augera (AES), dyfrakcji powolnych elektronów (LEED) oraz skaningowej mikroskopii tunelowej (STM).

Dorobek naukowy Habilitanta

Ważnym obszarem badawczym podjętym we współpracy z Prof. Weissem okazała się kwestia roli tlenku ceru w procesie redukcji tlenku węgla na Cu(III) oraz Pt(III). Na podstawie wyników przeprowadzanych badań został opracowany mechanizm redukcji tlenku ceru poprzez tak zwany SPILL OVER tlenku węgla z platyny na tlenek ceru. Badał także utlenianie tlenku węgla na powierzchni platyny i palladu o różnym stopniu pokrycia tlenkiem ceru, wykazując, że tlenek ceru promuje reakcję utleniania tlenku węgla oraz podnosi odporność platyny na zatrucie tlenkiem węgla. Wyniki badań w tym obszarze swoich zainteresowań opublikował w artykułach, które ukazały się w **Journal of Physical Chemistry C**.

Badania prowadzone przez Doktora Rafała J. Wróbla obejmowały także technologie czyszczenia powierzchni palladu i platyny, które to wyniki opublikował w 2010 roku w czasopiśmie **Vacuum**. W tym nurcie badań Habilitant opracował metodę oznaczania stężenia węgla w kryształach platyny i palladu.

Po stażu naukowym Doktor Rafał J. Wróbel kontynuował badania utleniania tlenku węgla w ramach projektu habilitacyjnego *Badanie aktywności katalitycznej systemów platyna-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla*. W stosunku do badań prowadzonych na stażu, nowym wątkiem, na tym etapie Jego rozwoju naukowego, stały się katalizatory proszkowe, w przypadku których droga do komercyjnego wykorzystania wyników jest stosunkowo prostsza. Prowadząc badania nad nimi Doktor Rafał J. Wróbel zbudował instalację i opracował procedurę oznaczania aktywności katalitycznej w reaktorze przepływowym. Przeprowadził także modelowanie komputerowe reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni platynowców metodą automatów komórkowych. Wyniki modelowania pozwoliły Mu wyjaśnić przyczynę zawężania się obszaru bi-stabilności w kinetycznym diagramie fazowym wraz z wydłużaniem czasu pomiaru.

Sumaryczny dorobek naukowy Doktora Rafała J. Wróbla po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje 23 publikacji (łącznie IF = 29,395), w tym 22 publikacji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Liczba cytowań wynosi 134 przy indeksie Hirscha równym 7.

Monografia habilitacyjna

Dorobek naukowy, mający być podstawą nadania Doktorowi Rafałowi J. Wróblowi stopnia doktora habilitowanego, został przez Niego przedstawiony w zwarty sposób w monografii pod tytułem "Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru (M = Pt, Pd, Cu) w reakcji utleniania tlenku węgla", która została wydrukowana w 2013 roku przez Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Oceniając przedmiotową pracę należy podkreślić, że jest napisana przyjaźnie dla czytelników, dobrze zredagowana i wyposażona w dobrze dobrane ilustracje. Godnym podkreślenia jest to, że Autor nie tylko przedstawił uzyskane wyniki, ale także zarysował szersze tło podjętych badań. W szczególności, w początkowej części pracy przedstawiono argumenty za tym, że pojazdy napędzane paliwami pozostaną głównym środkiem transportu przez następne dziesięciolecia, co uzasadnia poszukiwania wydajniejszych i tańszych katalizatorów samochodowych.

W części opisującej wyniki eksperymentalne Habilitant skoncentrował uwagę na modelowych układach reakcji utleniania tlenku węgla $\text{CeO}_x/\text{Pt}(111)$, $\text{CeO}_x/\text{Pd}(111)$ i $\text{CeO}_x/\text{Cu}(111)$, uwzględniając jednocześnie katalizatory proszkowe Pt/CeO_x na nośniku będącym tlenkiem ceru. Ta część pracy jest zasadniczo napisana w sposób klarowny i dość kompletnie w sensie zawartości merytorycznej. Autor opisał sposób przygotowania i charakteryzowania badanych układów modelowych opartych na monokryształach. Zastrzeżenie może budzić fakt, że w sposób marginalny został potraktowany opis monokryształów w stanie dostawy. Być może wynikało to z faktu, że monokryształy te musiały być poddane czyszczeniu, co może sugerować, że stan dostawy nie miał wpływu na ich końcowej charakterystyki. Wydaje się jednak, że jest to założenie zbyt daleko idące.

W ramach badań o charakterze technologicznym Doktor Rafał J. Wróbel opracował procedury czyszczenia monokryształów $\text{Pt}(111)$ oraz $\text{Pd}(111)$. Opracował także metodę pomiaru stężenia węgla w monokryształach. Istotnym osiągnięciem uzyskanym w badaniach opisanych w monografii było stwierdzenie, w przypadku kryształów $\text{Pd}(111)$, powstawania tak zwanego tlenu podpowierzchniowego. Poprzez opanowanie techniki pomiaru stężenia tego tlenu Habilitant wykazał, że warstwa tlenku ceru w preparowanych układach wzrasta według tzw. trybu wielowarstwowego – mechanizmu Volmera-Webera.

Analizując szybkość reakcji utleniania tlenku węgla Habilitant rozpoznał zjawisko „bi-stabilności” stwierdzając, że obecność tlenku ceru przesuwą kinetyczną równowagę fazową w kierunku wyższych ciśnień parcjalnych tlenku węgla, co zwiększa odporność układów katalitycznych na zatrucie powierzchni tlenkiem węgla.

Dla zwiększenia głębi interpretacji uzyskanych wyników eksperymentalnych Doktor Rafał J. Wróbel przeprowadził modelowanie utleniania tlenku węgla na powierzchni platynowców z użyciem automatów komórkowych. Wyniki modelowania pozwoliły Mu na wyjaśnienie istotnych aspektów zjawisk zatrucia i odtrucia badanych układów katalitycznych.

Wyniki uzyskane przez Habilitanta w zakresie wyjaśnienia wpływu tlenku ceru oraz tlenu podpowierzchniowego na reakcje katalitycznego utleniania tlenku węgla są wysoce oryginalne i zasługują na wysoką ocenę. Jako słabszą stronę monografii uważam odniesienie uzyskanych wyników do możliwych ścieżek ich komercjalizacji. W uzasadnieniu podjętych badań Habilitant jednoznacznie wskazał ich potencjał komercyjny. Tym także wyjaśnił objęcie programem badawczym katalizatorów proszkowych Pt/CeO₂. Tym bardziej rozczarowuje brak odniesienia się w podsumowaniu do kwestii „opracowania lepszych katalizatorów”. Mankament ten nie zmienia generalnie pozytywne opinii o przedmiotowym dziele autorstwa Doktora Rafała J. Wróbla.

Wniosek końcowy

Monografia przygotowana przez Doktora Rafała J. Wróbla w mojej ocenie jest wartościowym dziełem i spełnia wymogi monografii habilitacyjnych. Biorąc jednocześnie pod uwagę dorobek publikacyjny Habilitanta wyrażam opinię, że spełnia On wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w specjalności Technologia Chemiczna.

Warszawa, 12 grudnia 2013 roku



Szczecin, 18.12.2013 r.

Prof. dr hab. inż. Barbara Grzmil
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej
i Inżynierii Środowiska
ul Pułaskiego 10
70-326 Szczecin

RECENZJA

osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych dr inż. Rafała Wróbla w związku z wszczęciem na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie technologia chemiczna

Podstawa prawna

Decyzja Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułu z dnia 07 listopada 2013 roku o powołaniu komisji do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Rafała Wróbla wszczętego 05 września 2013 roku.

Informacje ogólne

Rafał Wróbel w 1999 roku ukończył, z najwyższą na roku średnią, studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. Tematem Jego pracy magisterskiej były „Rentgenograficzne badania azotków żelaza” a promotorem tej pracy był Prof. dr hab. inż. Walerian Arabczyk. Pod koniec studiów, w ramach projektu TEMPUS, był na półrocznym kursie z zakresu nowoczesnych technik badania ciała stałego kończącym się dwutygodniowym pobytem w Technische Universität Berlin. Przez dwa ostatnie lata studiów pełnił obowiązki asystenta stażysty i prowadził już zajęcia laboratoryjne ze studentami.

W roku ukończenia studiów mgr inż. Rafał Wróbel został przyjęty na studia doktoranckie prowadzone na macierzystej uczelni. W 2004 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dziedzinie technologii chemicznej na podstawie wyróżnionej rozprawy doktorskiej pt. „Badania procesu azotowania nanokrystalicznego żelaza”, której promotorem był również Prof. dr hab. inż. Walerian Arabczyk

W trakcie trwania studiów doktoranckich mgr inż. Rafał Wróbel odbył trzymiesięczny staż w Leibniz Institute for Solid State and Materials Research w Dreźnie. Zajmował się nadprzewodnikami wysokotemperaturowymi ($\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$) i poznał zaawansowane techniki badawcze, jak: spektroskopia elektronów Augera (AES) i spektroskopia masowa (MS). W tym czasie ukończył kurs doskonalenia pedagogicznego dla nauczycieli akademickich i podyplomowe Studium Menedżerskie.

Dr inż. Rafał Wróbel został w 2004 roku zatrudniony w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska PS na stanowisku asystenta, a w 2005 roku – adiunkta. Na tym stanowisku pracuje do chwili obecnej. W 2005 roku wyjechał na 4-letni staż jako PostDock do Otto von Guericke Universität w Magdeburgu.

Sumaryczny dorobek naukowy Habilitanta obejmuje: 1 monografię, 24 publikacje z bazy JCR, 3 z pozostałej grupy, 1 patent oraz udział w 27 konferencjach (w tym 18 międzynarodowych).

Ocena rozprawy habilitacyjnej w postaci monografii pt. „Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M = \text{Pt, Pd, Cu}$) w reakcji utleniania tlenku węgla”

Zgodnie z przedstawionym autoreferatem osiągnięciem naukowym dr inż. Rafała Wróbla stanowiącym rozprawę habilitacyjną pt. „Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru ($M = \text{Pt, Pd, Cu}$) w reakcji utleniania tlenku węgla” jest monografia autorstwa Habilitanta pod tym samym tytułem wydana w 2013 roku (Wydawnictwo Uczelniane ZUT w Szczecinie, Szczecin 2013, ISBN 978-83-7663-149-3).

Monografia stanowiąca rozprawę habilitacyjną jest spójnym tematycznie opracowaniem, w którym przedstawiono zagadnienia związane z utlenianiem tlenku węgla na katalizatorach $\text{CeO}_x/\text{Pt}(111)$, $\text{CeO}_x/\text{Pd}(111)$ i $\text{CeO}_x/\text{Cu}(111)$. Habilitant przeprowadzając analizę kilku istotnych zagadnień odniósł się do 204 bibliografii, w tym do 9 publikacji Jego współautorstwa (6 wydanych i 3 w przygotowaniu) dotyczących tematyki objętej rozprawą. Wykazał się dużą wiedzą uwypuklając na tle doniesień światowych własne osiągnięcia. Na podstawie pierwszych 36 pozycji literaturowych Habilitant uzasadnił celowość podjętych badań formułując na ich tle logiczny wniosek, że w ciągu najbliższych dziesięcioleci nie należy się spodziewać ograniczeń w spalaniu paliw węglowodorowych i problemy związane z emisją zanieczyszczeń i oczyszczaniem gazów odlotowych będą jeszcze długo aktualne. Jednym z głównych celów badawczych Habilitanta było wyjaśnienie oddziaływania tlenku ceru na właściwości katalityczne powierzchni metalu w reakcji utleniania tlenku węgla.

Habilitant w badaniach stosował zaawansowane metody instrumentalne (LEED, AES, STM, MS, XPS, AES), które wykorzystał w przygotowaniu modelowych układów katalitycznych, w analizie ich struktury, składu powierzchni a także przebiegu prowadzonych reakcji.

Chcąc zbadać reakcję utleniania tlenku węgla na powierzchni wybranych metali musiał otrzymać ich ultraczyste monokryształy. Zajął się więc zagadnieniem związanym z oznaczaniem zawartości typowych zanieczyszczeń platynowców (węgiel, siarka, krzem, wapń, chlor oraz tlen) i ich usuwaniem. W tym celu opracował nowatorską metodę oznaczania jakościowego i ilościowego tlenu podpowierzchniowego na powierzchni $\text{Pd}(111)$ za pomocą elektronów Augera wzbudzanych promieniowaniem rentgenowskim, która może być wykorzystana przez innych badaczy. Wykazał bowiem iż tlen podpowierzchniowy znajdujący się w różnej zawartości był przyczyną braku powtarzalności wyników w badaniach właściwości katalitycznych powierzchni $\text{Pd}(111)$. Opracował szczegółowy sposób czyszczenia monokryształów $\text{Pt}(111)$ i $\text{Pd}(111)$ zapobiegający powstawaniu tlenu podpowierzchniowego.

Habilitant, wykorzystując technikę XPS (analiza intensywności sygnału $\text{C}1s$) opracował metodę pozwalającą na określenie stopnia pokrycia powierzchni monokryształów tlenkiem ceru (w zakresie poniżej jednej monowarstwy) polegającą na miareczkowaniu tlenkiem węgla. Została ona przetestowana w odniesieniu do powierzchni $\text{Pd}(111)$ pokrytej siarką.

Przygotowując badane układy katalityczne Habilitant stwierdził, że warstwa tlenku ceru wzrastała według mechanizmu Volmera-Webera, tzw. wielowarstwowego, dlatego też do określenia stopnia pokrycia powierzchni metali tlenkiem ceru stosował oprócz metody miareczkowania tlenkiem węgla dwie inne: XPS oraz STM.

Habilitant bardzo szczegółowo przedstawił zjawisko bistabilności w reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni $\text{Pt}(111)$ i $\text{CeO}_x/\text{Pt}(111)$. Wykazał istnienie drugiego obszaru bistabilności, stwierdził, że obecność tlenku ceru przesuwając kinetyczny diagram fazowy (p_{CO}, T) w kierunku wyższych ciśnień parcjalnych CO w wyniku oddziaływań elektronowych tlenku ceru i metalu, co podwyższa odporność powierzchni katalizatora na zatrucie tlenkiem węgla. Habilitant przeprowadził modelowanie reakcji utleniania tlenku węgla stosując automaty

komórkowe. Potwierdził istnienie zaobserwowanej doświadczalnie pętli histerezy w aktywności katalitycznej badanych układów.

Habilitant badając kinetykę reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni Pt(111) i Pd(111) o różnym stopniu pokrycia tlenkiem ceru stwierdził, że tlenek ceru promuje reakcję utleniania CO. Ta zwiększona aktywność katalityczna wynikała z modyfikacji struktury elektronowej powierzchni metalu w pobliżu wysepek tlenku ceru, co potwierdzono techniką STM w odniesieniu do powierzchni Cu(111). Wzrost aktywności katalitycznej spowodowany był również zjawiskiem *spillover* tlenu z wysepek tlenku ceru do powierzchni platynowca. Mechanizm ten został przez Habilitanta udowodniony w eksperymencie utleniania powierzchni C/Pt(111) całkowicie zatrutej węglem z naniesionym tlenkiem ceru i bez.

W końcowej części monografii Habilitant przedstawił badania aktywności katalitycznej katalizatorów proszkowych Pt/CeO₂ w reakcji utleniania tlenku węgla w szerokim zakresie temperatur pod ciśnieniem atmosferycznym, w reaktorze przepływowym własnej konstrukcji z możliwości sterowania temperaturą oraz składem fazy gazowej.

Wspomniałam wcześniej, że w monografii Habilitant odniósł się do 6 prac opublikowanych, w których jest współautorem. Sumaryczny IF tych 6 publikacji, które Recenzent uważa iż powinny być włączone do osiągnięcia naukowego objętego rozprawą habilitacyjną, wynosi 12,588 co stanowi 46% w stosunku do sumarycznego po doktoracie, przy czym należy dodać, że na każdą z tych publikacji przypada średnio 2,098 IF. Natomiast w przypadku 15 pozostałych jest to po 1,001 IF/publikację. Udział Habilitanta w tych 6 publikacjach mieści się w zakresie 50-90%. Biorąc pod uwagę fakt, że są to prace wieloautorskie to należy uznać, że Jego rola w badaniach w nich przedstawionych była wiodąca (70% - 3 autorów i odpowiednio, 80% - 2, 50-60% - 4, 60% - 4 i 90% - 6). Związana była ona z każdym z etapów badań czyli z planowaniem doświadczeń, doбором metodyki, analizą i dyskusją wyników, ich opracowaniem i przygotowaniem publikacji.

W mojej ocenie badania naukowe Habilitanta zaprezentowane w formie monografii będącej spójnym, oryginalnym i twórczym tematycznie opracowaniem, i dodatkowo według mnie 6 publikacji z nią związanych, poszerzają w znacznym stopniu wiedzę na temat katalizatorów modelowych i przebiegu na nich reakcji utleniania tlenku węgla i wnoszą istotny wkład w lepsze zrozumienie zjawisk zachodzących na katalizatorach samochodowych, w których tlenek ceru jest nośnikiem platynowców a także w rozwój technologii chemicznej związanej z katalitycznymi procesami oczyszczania gazów odlotowych ze spalania paliw węglowodorowych, co jest zgodne z ustawą z dnia 14 marca 2003 r.

Ocena działalności naukowej

Początkowo działalność naukowa Habilitanta dotyczyła tematyki związanej z otrzymywaniem azotków żelaza w procesie azotowania nanokrystalicznego żelaza (odpadowy katalizator żelazowy) oraz wyjaśnieniem zjawisk związanych nie tylko z ich syntezą ale i z redukcją. Azotki żelaza wykorzystywane są, między innymi, ze względu na ich wysoką twardość, odporność na korozję i ścieranie oraz właściwości magnetyczne. Temat ten był realizowany w ramach pracy doktorskiej i był częściowo związany z grantem dla młodych naukowców finansowanym przez MNiSW. Miałam przyjemność być recenzentem tej pracy. Głównymi osiągnięciami Habilitanta, przedstawionymi w pracy doktorskiej, było, między innymi: opracowanie nowego modelu reakcji nanokrystalicznych materiałów z fazą gazową w obszarze, w którym o szybkości procesu decyduje reakcja powierzchniowa, wykorzystanie numerycznego modelowania do wyznaczenia zależności entalpii swobodnej segregacji azotu z żelaza w zależności od zawartości azotu, opracowanie nowej metody oznaczania rozkładu wielkości kryształitów i nowego sposobu otrzymywania materiałów nanokrystalicznych o pożądanym rozkładzie wielkości kryształitów. Wyniki badań z tej pracy zostały przedstawione w trzech publikacjach (*Solid State Phenomena*, 94, 2003, 185-188; *Solid State Phenomena*, 94,

2003, 235-238; *Journal of Physical Chemistry A*, 110, 2006, 9219-9224) i objęte zgłoszeniem patentowym (zgłoszenie z 14.07.2003 - Patent P 206909, 2010).

Po doktoracie tematyka badawcza Habilitanta, na okres kilku lat, ulega zmianie. Dotyczy procesu utleniania tlenku węgla na katalizatorach platynowych oraz palladowych i związana jest z przedstawioną rozprawą habilitacyjną. Badania te były realizowane w czasie czteroletniego pobytu Habilitanta w Otto von Guericke Universität w Magdeburgu oraz po Jego powrocie już w macierzystej jednostce w ramach grantu habilitacyjnego finansowanego przez MNiSW (*Badanie aktywności katalitycznej systemów platyna-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla – N N209 336737, 2009-2011*) i zostały omówione w poprzedniej części recenzji. Oprócz tego Habilitant prowadzi prace związane z określeniem mechanizmu zarodkowania w układzie ciało stałe – gaz i badaniami właściwości materiałów nanokrystalicznych, takich jak np.: stabilność termiczna. Rezultatem tych działań są dwie samodzielne publikacje (*Materials Sciences-Poland*, 30, 2012, 63-69; *Polish Journal of Chemical Technology* 12, 2010, 62-63) i jedna współautorska z bardzo wysokim udziałem Habilitanta - 95% (*Crystal Research and Technology* 10, 2012, 1-8).

Habilitant jest wysokiej klasy specjalistą w obszarze związanym z wykorzystaniem nowoczesnych technik instrumentalnych (XRD, AES, UPS, SEM, EDX, TGA, MS) umożliwiających, między innymi: głęboką charakterystykę powierzchni i właściwości różnego typu materiałów, badanie kinetyki, mechanizmu procesów utleniania i redukcji w układach heterogenicznych ciało stałe – gaz jak i innych. W związku z tym współpracuje z zespołami badaczami w Instytucie i na Wydziale, które zajmują się odrębną tematyką. Jest współautorem publikacji związanych z między innymi z: fotodegradacją uciążliwych zanieczyszczeń na powierzchni farb i analizą produktów ich rozkładu, odpornością termiczną cieczy jonowych, wpływem dodatku nanorurek węglowych i nanocząstek węgla na właściwości klejów samoprzylepnych, syntezą i właściwościami układu $ZrO_2/Si(001)$.

Habilitant wyniki swoich prac badawczych po doktoracie, oprócz tych, które ja uważam, że powinny być włączone do osiągnięcia naukowego objętego rozprawą habilitacyjną, opublikował w czasopismach, takich jak: *Journal of Advanced Oxidation Technology*, *Crystal Research and Technology*, *Journal of Chemical Thermodynamics*, *Materials Sciences-Poland*, *Polish Journal of Chemical Technology*, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *Journal of Applied Physics*, *Journal of Physical Chemistry A*, *Journal of Hazardous Materials*, *Materials Science – Poland*, *Acta Physica Polonica A*, *Reviews on Advanced Materials Science*, *Solid State Phenomena*, *Przegląd Elektrotechniczny*, *Przemysł Chemiczny*. Jego udział w wymienionych publikacjach został określony w zakresie od 15% (jedna praca) do 95% (dwie prace) i wynosił średnio, w odniesieniu do 14 publikacji, 41%. Dwie prace są samodzielne. Jest też współtwórcą patentu.

Habilitant oprócz prowadzenia własnych prac badawczych jest odpowiedzialny za prawidłowe funkcjonowanie wysokozaawansowanej aparatury instrumentalnej znajdującej się w Instytucie, takiej jak: dyfraktometr rentgenowski PANalytical Empyrean oraz skaningowy mikroskop elektronowy Hitachi SU8020 z zimną emisją polową i mikroanalizatorem pierwiastkowym. Jest kierownikiem Polsko-Niemieckiego Laboratorium Badania Ciała Stałego. Posiada umiejętność analitycznego rozwiązywania problemów i obsługi szeregu technik badawczych co jest bardzo ważne przy podejmowaniu współpracy z zespołami w Instytucie oraz z innymi jednostkami badawczymi i z przemysłem.

Za działalność naukowo-badawczą Habilitant trzykrotnie otrzymał nagrodę JM Rektora PS i ZUT, był stypendystą ZUT (dwuletnie stypendium habilitacyjne). Nagrodę JM Rektora PS uzyskał również za pracę doktorską oraz za najlepsze wyniki w nauce wśród studentów Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej w 1996 roku.

Habilitant recenzuje artykuły naukowe w takich czasopismach jak: *Chemical Engineering Journal*, *Journal of Physical Chemistry A*, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *Journal of Coatings Technology and Research*, *Journal of Materials*, *Fuel Processing Technology*, *Water, Air and Soil Pollution* oraz *Aparatura Badawcza I Dydaktyczna*.

Powoływany jest na recenzenta dzięki uznaniu jakie zyskał publikując wyniki swoich badań w czasopismach o światowym obiegu i biorąc aktywny udział w konferencjach międzynarodowych i krajowych (4 referaty (w tym 3 w języku angielskim), prezentacje plakatu). Kandydat był czterokrotnie zapraszany z wykładem na seminaria szkoleniowe organizowane w Gdańsku w ramach LLP Erasmus Programme IP (Szkolenie LLP Intensive Programme in Computational Nanotechnology (CoNan 2009, 2010 i 2011)). Jest współautorem recenzji książki Noblisty z 2007 roku Profesora Gerharda Ertla „*Reactions at Solid Surfaces*” wykonanej na zlecenie czasopisma Przemysł Chemiczny.

O aktywności Habilitanta na forum międzynarodowym i o Jego pozycji w obszarze tematyki badawczej, którą się zajmuje, świadczą publikacje w czasopismach o światowym obiegu, uczestnictwo w konferencjach zagranicznych, udział w organizacji dwóch z nich, pobyt na 4-letnim stażu naukowym, recenzowanie w anglojęzycznych czasopismach o szerokim zasięgu oraz udział w projekcie realizowanym w Magdeburgu w V Programie Ramowym.

Sumaryczny dorobek naukowy Habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora obejmuje: 1 monografię, 22 publikacje o łącznym IF, z roku opublikowania, równym 27,607, w tym 21 publikacji znajduje się na liście JCR oraz 1 patent. Według *Web of Science* liczba cytowań wszystkich artykułów wynosi 134 a indeks Hirscha jest równy 7. Wyniki swoich badań Habilitant prezentował na 15 konferencjach międzynarodowych (3 wystąpienia ustne) i 6 krajowych (1 wystąpienie ustne). Natomiast przed uzyskaniem stopnia doktora były to 3 publikacje z listy JCR (IF z roku publikacji - 1,778) i 2 inne oraz udział w 3 konferencjach międzynarodowych i 3 krajowych.

Z przytoczonego zestawienia wynika, iż praktycznie cały dorobek naukowy Habilitanta (88% publikacji z listy JCR) obejmuje okres po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych, co jest zgodne z wymaganiami ustawy z dnia 14 marca 2003 r.

Ocena działalności dydaktycznej oraz organizacyjnej

Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności dydaktycznej Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT. Realizuje zajęcia na studiach stacjonarnych I i II stopnia oraz na studiach doktoranckich. Prowadzi wykłady z takich przedmiotów jak: *fizykochemia powierzchni, techniki badania produktów nieorganicznych*. Oprócz tego prowadził i/lub prowadzi ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne z wymienionych przedmiotów objętych wykładami oraz z: *technologii wytwarzania materiałów nanostrukturalnych, metod badania nanomateriałów funkcjonalnych, termodynamiki technicznej, zjawisk powierzchniowych i przemysłowych procesów katalitycznych, fizykochemii powierzchni, fizyki ciała stałego, podstaw informatyki, technologii informatycznych, informatyki i CAD oraz z analizy instrumentalnej* (studium doktoranckie). Założył stronę z materiałami do zajęć z informatyki. Był promotorem tylko 1 pracy magisterskiej, recenzował 3 prace dyplomowe, co wynikało z Jego 4-letniego pobytu na stażu w Magdeburgu i niestety problemów z liczbą studentów trafiających do Instytutu na semestr dyplomowy. Jest natomiast promotorem pomocniczym w dwóch otwartych przewodach doktorskich.

Kandydat intensywnie poszerza swoją wiedzę i umiejętności, które wykorzystuje w pracy dydaktycznej i naukowej. W 2012 i 2013 roku ukończył trzy kursy online (*Introduction to Physics – Landmarks in Physics, Introduction to Computer Science – Building A Search Engine, Introduction to Solid State Chemistry*).

Habilitant bierze aktywny udział w działalności organizacyjnej Instytutu Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska. Założył i prowadzi stronę Instytutu oraz dwóch konferencji organizowanych przez jednostkę w 2013 roku. Będąc osobą odpowiedzialną, znającą nowoczesne techniki badawcze i je stosującą zajmował się w latach 2011/2012 organizacją dwóch przetargów na zakup dyfraktometru rentgenowskiego oraz skaningowego mikroskopu elektronowego.

Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego: Międzynarodowej Konferencji Joint Conference on Advanced Materials, Functional and Nanostructured Materials FNMA'11 (6-9.09.2011, Szczecin), VI Polish Conference on Nanotechnology (9-12.07.2013, Szczecin) oraz IX Konferencji Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów W przemyśle i Rolnictwie (11-14.06.2013 Międzyzdroje). Jest członkiem PTChem.

Kandydat aktywnie uczestniczy w działaniach związanych z pozyskiwaniem finansowania na badania naukowe. Był kierownikiem 2 projektów badawczych (w tym grantu młodego naukowca). Był wykonawcą w projekcie w ramach Fifth Framework Programme HPRN-CT-2002-00191 (*Surface active sites and emission control catalysis*). Ukończył w 2010 roku warsztaty „Zaprojektuj swój sukces. Wniosek do 7 Programu Ramowego – krok po kroku”, które umożliwiły Mu zdobycie umiejętności i kompetencji w aplikowaniu o fundusze na badania naukowe. W 2013 roku kierował 3 pracami związanymi z współpracą z innymi jednostkami naukowo-badawczymi ZUT oraz zakładami przemysłowymi (Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police” S.A., Cukrownia Kluczewo, Oddział Spółki Cukrowej S.A. w Stargardzie Szczecińskim). Świadczy to o Jego zdolnościach organizacyjnych, umiejętności pracy w zespole i kierowaniu grupą badawczą, co jest wymagane od samodzielnego pracownika naukowego.

Uważam, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny Habilitanta jest wystarczający. Jest on nauczycielem akademickim posiadającym wymierne osiągnięcia w kształceniu studentów i doktorantów. Jego działalność organizacyjna jest różnorodna. Obejmuje zadania związane z funkcjonowaniem macierzystej jednostki, pozyskiwaniem funduszy na działalność naukowo-badawczą, utrzymaniem współpracy z innymi jednostkami naukowymi i zakładami przemysłowymi.

Podsumowanie i wniosek końcowy

W podsumowaniu recenzji osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, że dr inż. Rafał Wróbel spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego (*Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. Nr 196, poz. 1165)*). Do takiej konkluzji upoważnia mnie:

- całokształt dorobku naukowo-badawczego w obszarze nauk technicznych przypadający praktycznie na okres po doktoracie obejmujący wszystkie kryteria wyszczególnione w § 3 i § 4 (pkt. 1-8) ,
- dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz współpraca międzynarodowa, które są spełnione w 80% kryteriów wyszczególnionych w § 5,
- umiejętność kierowania zespołami badawczymi,
- działalność organizacyjna w macierzystej jednostce
- oraz współpraca z zakładami przemysłowymi.

Uważam, że zarówno rozprawa habilitacyjna jak i inne osiągnięcia (działalność naukowo-badawcza, dydaktyczna i organizacyjna oraz aktywność międzynarodowa) dr inż. Rafała Wróbla spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595) z późniejszymi zmianami i Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. Nr 196, poz. 1165).

Z przekonaniem zwracam się do Komisji Habilitacyjnej o wystąpienie do Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o nadanie dr inż. Rafałowi Wróblowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna.

Barbara Grzmil

**Uchwała nr 5/2013/2014 Rady Wydziału
Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 21.01.2014 r.**

**o nadaniu *dr. inż. Rafałowi Janowi WRÓBŁOWI*
stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie technologia chemiczna**

Na podstawie art. 18 ust.1 p.1 i art. 18a ust. 11 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz.U. nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz w związku z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. nr 196 poz. 1165) i Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 22 września 2011 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. nr 204 poz. 1200) Rada Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nadaje dr. inż. Rafałowi Janowi Wróblowi stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie technologia chemiczna.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

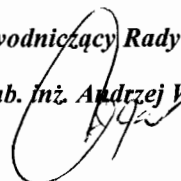
W głosowaniu tajnym, w sprawie nadania dr. inż. Rafałowi Wróblowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie technologia chemiczna, członkowie Rady większością głosów poparli powyższy wniosek.

Wyniki głosowania:

Uprawnionych do głosowania:	39 osób
Obecnych na posiedzeniu:	27 osób
Oddanych głosów ważnych:	27
Głosów TAK:	26
Głosów NIE:	0
Głosów wstrzymujących się:	1

Przewodniczący Rady Wydziału

dr hab. inż. Andrzej Wieczorek



Uzasadnienie do Uchwały nr 5/2013/2014

Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej

Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

z dnia 21 stycznia 2014 r.

1. Złożona przez Kandydata – dr. inż. Rafała Jana Wróbla – dokumentacja całokształtu osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych, przedstawiona do oceny w postępowaniu habilitacyjnym, uzyskała pozytywne opinie sporządzone przez recenzentów.
2. Komisja Habilitacyjna podjęła jednomyślnie uchwałę zawierającą opinię w sprawie nadania dr. inż. Rafałowi Janowi Wróblowi stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna i jednocześnie wyraziła pozytywną opinię stwierdzając, że:
 - a) złożona przez dr. inż. Rafała Jana Wróbla dokumentacja dorobku naukowo-badawczego spełnia wymogi formalne stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego oraz kryteria zawarte w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.
 - b) osiągnięcia dr. inż. Rafała Jana Wróbla stanowią znaczny wkład do rozwoju dyscypliny naukowej technologia chemiczna w zakresie badań nad katalizatorami na bazie żelaza i kobaltu w reakcjach syntezy i rozkładu amoniaku i uzasadniają nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w obszarze wiedzy nauk technicznych, w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie technologia chemiczna.

PRACOWNIA DYPL. ROZ. WDJU

dr. inż. inż. Andrzej Maciejewski