



Prof. dr hab. Magdalena Skompska
Kierownik Pracowni Elektrochemii
Uniwersytet Warszawski
Wydział Chemii ul. Pasteura 1, 02-093
Warszawa,
tel. (48) 22 55 26 411
e-mail: mskomps@chem.uw.edu.pl



Warszawa, 23.05.2024

Recenzja

Osiągnięcia naukowego pt.: „Rozwinięcie metodologii otrzymywania materiałów przewodzących na bazie nanocząstek bimetalicznych o strukturze core@shell do zastosowania w nowoczesnej elektronice” oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr Anny Pajor-Świerzy w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Podstawowe dane o Kandydatce

Pani dr Anna Pajor-Świerzy jest absolwentką Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego na którym, w roku 2009 obroniła pracę magisterską pt.: „Adsorpcja polimerów na powierzchniach modelowych”. W tym samym roku rozpoczęła Interdyscyplinarne Studia Doktoranckie w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. J. Habera, Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Pracę doktorską pt.: „Elektroaktywne wielowarstwowe filmy polielektrolitowe z wbudowanymi nanocząstkami” wykonała pod opieką naukową prof. dr hab. inż. Piotra Warszńskiego i obroniła ją w roku 2014. Od stycznia 2015 do końca grudnia 2016 dr Anna Pajor-Świerzy przebywała na stażu podoktorskim w Izraelu, w Hebrew University of Jerusalem. Po powrocie została zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie, w grupie Nanostruktur Materii Miękkiej, w której pracuje do chwili obecnej.

Ocena całkowitego dorobku naukowego Habilitantki

Dorobek publikacyjny Habilitantki do momentu złożenia wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego obejmował 24 prace, spośród których 16 ukazało się po uzyskaniu stopnia doktora. Z bazy Web of Science wynika, że w roku 2023 ukazały się 2 nowe prace, których Habilitantka jest współautorem. Większość prac została opublikowana w dobrych i bardzo dobrych czasopismach naukowych, takich jak ACS Appl. Mater. Interfaces, Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects, Pharmaceutics, Int. J. Hydrogen Energy, czy Advances in Colloid and Interface Science. Sumaryczny Impact Factor wszystkich publikacji Kandydatki wynosi 101.3, co daje dobry średni wynik 6,33 na pracę. Całkowita liczba ich cytowań wynosi 416 (342 bez autocytowań). Indeks Hirscha Habilitantki wg bazy Scopus wynosi 11, co lokuje Jej dorobek w okolicach średniej dla naukowca na tym etapie kariery, pracującego w dyscyplinie nauki chemiczne.

Tematyka badawcza Habilitantki w trakcie wykonywania pracy doktorskiej dotyczyła elektroaktywnych warstw polielektrolitów z wbudowanymi nanocząstkami i ich zastosowania w katalizie. W trakcie stażu podoktorskiego Kandydatka dołączyła do zespołu Prof. S. Magdassiego, który od lat prowadzi badania nad tuszami na bazie nanocząstek metalicznych i ich wykorzystaniem w elektronice. W trakcie tego stażu powstały 2 prace (H1 i H2) dotyczące układów bimetalicznych, ważne dla dalszego rozwoju naukowego dr A. Pajor-Świerzy, bowiem wokół tej tematyki koncentruje się obecnie Jej praca habilitacyjna.

Po zakończeniu stażu podoktorskiego i powrocie do macierzystej jednostki (Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie) dr A. Pajor-Świerzy otrzymała grant Homing z FNP, który ułatwił Jej prowadzenie dalszych badań nad syntezą i zastosowaniem nanocząstek o strukturze rdzeń@powłoka oraz kontynuowanie współpracy z prof. S. Magdassim i dr A. Kamysnym z Uniwersytetu Hebrajskiego. W wyniku tej współpracy powstały 4 dalsze publikacje, a jedna z nich, nie włączona do przedłożonego do oceny Osiągnięcia, została uznana za najlepszą publikację Instytutu w roku 2022.

Dr A. Pajor-Świerzy prowadziła współpracę naukową również z innymi ośrodkami zagranicznymi: Universidad Complutense de Madrid w Hiszpanii, Technische Universitat Darmstadt w Niemczech i International Iberian Nanotechnology Laboratory w Portugalii, w których odbyła krótkie staże (dwa miesięczne i jeden tygodniowy). Z ostatnią z wymienionych jednostek Habilitantka obecnie realizuje projekt NCN (Sonata), co świadczy zarówno o umiejętności pozyskiwania przez Nią środków na badania, jak i rozwijania współpracy z innymi ośrodkami naukowymi. Ożywioną współpracę Kandydatka prowadzi również z ośrodkami krajowymi, czego dowodem są wspólne publikacje, np. z zespołem prof. dr hab. M. Parlińskiej-Wojtan z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie (4 wspólne prace).

W latach 2020-22 Habilitantka kierowała grantem rozwojowym Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, a obecnie oprócz kierowania grantem Sonata jest wykonawcą w projekcie NanoPaint, w ramach Marie Skłodowska-Curie Actions.

Dorobek naukowy dr Anny Pajor-Świerzy obejmuje również liczne wystąpienia konferencyjne w kraju i za granicą, w postaci 30 komunikatów ustnych (27 po uzyskaniu stopnia doktora), co jest wynikiem bardzo dobrym. Była również współautorką wielu prezentacji ustnych, wygłoszonych przez współpracowników, a także 35 prezentacji posterowych, z czego 27 zostało przedstawionych na konferencjach zagranicznych.

Ocena osiągnięcia naukowego Habilitantki

Jako osiągnięcie naukowe dr Anna Pajor-Świerzy przedstawiła cykl ośmiu powiązanych ze sobą tematycznie publikacji wieloautorskich, pod wspólnym tytułem: *Rozwinięcie metodologii otrzymywania materiałów przewodzących na bazie nanocząstek bimetalicznych o strukturze core@shell do zastosowania w nowoczesnej elektronice*, poprzedzonych 24-stronicowym komentarzem. Prace zostały opublikowane w latach 2017-2022 i we wszystkich dr Anna Pajor-Świerzy jest pierwszym autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Na podstawie oświadczeń współautorów można wywnioskować, że koncepcja badań zaprezentowanych w dwóch pierwszych pracach zaproponowana została przez zespół, do którego Kandydatka dołączyła w czasie stażu podoktorskiego, natomiast kierunek dalszych badań niewątpliwie był wyznaczany już przez samą Habilitantkę i pełniła Ona wiodącą rolę w

realizacji badań, interpretacji wyników i przygotowaniu manuskryptów. Głównym celem badań było opracowanie metod wytwarzania nanocząstek Cu i Ni, otoczonych nanocząstkami srebra, zwiększającego odporność rdzeni Cu i Ni na utlenianie, a tym samym zapewniającego dobre przewodnictwo sporządzonych na ich bazie tuszów i past. Jest to kluczowy parametr, ponieważ tusze te mają być stosowane do drukowania ścieżek lub powłok przewodzących w urządzeniach elektronicznych. Zarówno sama metoda syntezy nanocząstek metali jak i wytwarzania układów rdzeń@powłoka poprzez samorzutną reakcję redoks, prowadzącą do zastępowania atomów metalu mniej szlachetnego atomami metalu bardziej szlachetnego, nie jest nowa. Kluczowe jest natomiast zapewnienie odpowiedniej wielkości nanocząstek, ich stabilności, wzajemnych proporcji obu metali, a także metodyki przygotowania samego tuszu. Wiąże się to z koniecznością zapewnienia bezpośredniego kontaktu między nanocząstkami, odpowiedniego ich „upakowania” po naniesieniu na podłoże w postaci warstwy, oraz zapewnienia dużej elastyczności, trwałości mechanicznej, a także długoterminowej stabilności parametrów elektrycznych. Badania przeprowadzone przez dr Annę Pajor-Świerzy miały na celu rozwiązywanie tych wszystkich problemów.

Prace **H1** i **H2** opublikowane w *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* w 2017, dotyczą modyfikacji metody syntezy układów Cu@Ag, poprzez zmianę reduktora stosowanego do otrzymania rdzenia Cu, z najczęściej stosowanej hydrazyny na związek bardziej przyjazny ekologicznie (SFS) oraz dobór stabilizatora, który w większym stopniu niż stosowane dotychczas zapobiega agregacji nanocząstek. Badania te zaowocowały również poprawą parametrów elektrycznych wytworzonych na ich bazie tuszów, poprzez zastosowanie odpowiednich środków zwilżających oraz dobór warunków wygrzewania warstw. Te 2 prace mają łącznie 56 niezależnych cytowań.

Pozostałe publikacje cyklu (**H3-H8**) poświęcone są syntezie nanocząstek Ni@Ag, również typu rdzeń@powłoka i ich zastosowaniu do wytwarzania tuszów. Aby osiągnąć cel badań Habilitantka stosowała różne prekursorzy niklu, różne rodzaje polimerowych stabilizatorów, a także optymalizowała ich stężenia. Otoczka Ag wytwarzana była, tak jak w przypadku układów Cu@Ag, poprzez wymianę powierzchniowych atomów Ni na Ag, dzięki różnicy potencjałów redoks Ni^{2+}/Ni i Ag^+/Ag . Szkoda, że w tych pracach nie zostały przedstawione obrazy TEM z mapowaniem pierwiastków, co jednoznacznie potwierdziłoby wytworzenie układów core@shell, bowiem takiej pewności nie dają ani widma UV-Vis ani dyfraktogramy. Na etapie optymalizacji właściwości warstw przygotowanych na bazie nanocząstek Ni@Ag przeanalizowany został wpływ różnych czynników, takich jak rodzaj środka poprawiającego zwilżalność, temperatury i czasu wygrzewania na ich przewodnictwo. Habilitantka wykazała, że znaczną poprawę parametrów elektrycznych wytwarzanych warstw można uzyskać w wyniku zmieszania nanocząstek Ni@Au o różnych rozmiarach (prace **H5** i **H7**), co prawidłowo zostało wytłumaczone korzystniejszym upakowaniem nanocząstek, poprzez wypełnienie przez mniejsze nanocząstki „luk” utworzonych między nanocząstkami o większych rozmiarach. Z kolei, w pracy **H6** Habilitantka wykazała, że niewielki dodatek (ok. 1% wag.) nanocząstek Ag do układu bimetalicznego Ni@Ag pozwala na obniżenie temperatury wygrzewania (do 150 °C), a przewodnictwo takich warstw osiąga wartość 35% przewodnictwa czystego Ni. W ostatniej pracy tego cyklu (**H8**) Habilitantka zaproponowała rozwiązanie, polegające na działaniu na naniesione warstwy nanocząstek Ni@Ag kwasem szczawiowym, co pozwoliło na

znaczne obniżenie temperatury spiekania (do 100 °C), z zachowaniem dobrego przewodnictwa warstw, co ma istotne znaczenie przy ich nanoszeniu na elastyczne podłoża.

W swoich pracach Habilitantka wprowadzała liczne modyfikacje procesu przygotowania tuszów i past na bazie nanocząstek Cu@Ag oraz Ni@Ag i należy docenić systematyczność przeprowadzonych badań i konsekwentne weryfikowanie wpływu poszczególnych parametrów syntezy nanocząstek na przewodnictwo przygotowanych warstw. Szkoda, że Habilitantka nie przedstawiła porównania parametrów wytworzonych przez siebie tuszów z parametrami tuszów stosowanych dotychczas w elektronice lub tych, które zostały do tej pory opracowane przez inne zespoły badawcze. Znaczenie osiągnięcia z punktu widzenia rozwoju dyscypliny można natomiast pozytywnie ocenić na podstawie cytowań przedstawionych do oceny prac. Według danych zaczerpniętych z bazy Scopus (dane z 25 września 2023 r.) prace Habilitantki zgłoszone jako Osiągnięcie były cytowane 115 razy, a od września liczba ta wzrosła do 130, natomiast liczba niezależnych cytowań tych prac wynosi 96. Sumaryczny IF prac H1-H8 wynosi 29,4, co daje średnią wartość 3,67 na pracę. Można przypuszczać, że podjęty przez Habilitantkę kierunek badań będzie cieszył się rosnącym zainteresowaniem ze względu na potrzeby współczesnej elektroniki, a wyniki przez Nią osiągnięte będą pomocne w dalszej poprawie parametrów powłok przewodzących, bazujących na nanocząstkach metalicznych.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzującego naukę

Z racji pracy w Instytucie PAN, który z założenia jest jednostką naukową, działalność dydaktyczna Pani dr Anny Pajor-Świerzy głównie koncentrowała się na sprawowaniu opieki promotorskiej nad pracami licencjackimi (1 praca), inżynierskimi (2 prace) i magisterskimi (3 prace). Obecnie Habilitantka jest opiekunem naukowym jednego doktoranta, a w latach ubiegłych była opiekunem stażystów w trakcie ich praktyk w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni. Do działalności dydaktycznej dr Anny Pajor-Świerzy można również zaliczyć wykłady szkoleniowe, jakie wygłosiła w trakcie międzynarodowych warsztatów studenckich CoWet Winter School w Grecji i NanoPaint Summer School w Niemczech.

Dr Anna Pajor-Świerzy była recenzentem dziesięciu prac w czasopismach naukowych.

W materiałach nie znalazłam natomiast informacji o działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej Habilitantki, ale możliwe, że brak aktywności w tej dziedzinie wynika z Jej dwuletniego wyjazdu stażowego, a także z sytuacji zaistniałej w wyniku pandemii.

Podsumowanie

Pani dr Anna Pajor-Świerzy jest aktywnym młodym naukowcem, który konsekwentnie rozwija badania nad nanocząstkami metalicznymi, z myślą o ich zastosowaniu w elektronice. Odbyla dwuletni staż podoktorski w dobrym ośrodku naukowym, a obecnie rozwija współpracę z kilkoma ośrodkami w kraju i za granicą. Z sukcesem stara się o granty na sfinansowanie prowadzonych badań, co zapewne ułatwi Jej zbudowanie własnego zespołu badawczego.

Po przeanalizowaniu otrzymanego materiału informacyjnego oraz zapoznaniu się z załączonymi pracami uważam, że całokształt dorobku naukowego i wkład Habilitantki w rozwój badań w dziedzinie materiałów przewodzących na bazie nanocząstek bimetalicznych o

strukturze rdzeń@powłoka spełniają wymagania określone w art. 219 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. W związku z tym wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. J. Habera, PAN, o dopuszczenie Pani dr Anny Pajor-Świerzy do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Magdalena
Skompska

Elektronicznie podpisany
przez Magdalena Skompska
Data: 2024.05.27 10:38:42
+02'00'