

Dr hab. Agnieszka Wołoś
Uniwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Ul. Pasteura 5
02-093 Warszawa

Recenzja osiągnięć badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Krzysztofa Tadyszaka w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

1. Uwagi wstępne

Recenzja została przygotowana na podstawie:

- uchwały Rady Naukowej Instytutu Fizyki Molekularnej PAN nr 179/2022 z dnia 26 kwietnia 2022 roku w sprawie powołania komisji habilitacyjnej do przeprowadzenia postępowania w sprawie nadania dr. inż. Krzysztofowi Tadyszakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne,
- dokumentów oraz kopii publikacji przekazanych przez Habilitanta,
- Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r. poz 1668),
- Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. - o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki – tekst jednolity (Dz. U. 2017 poz 1789),
- Rozporządzenia 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. 2011 poz. 1165),
- Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. 2018 poz 261).

Dr inż. Krzysztof Tadyszak złożył wniosek za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne. Jako podmiot habilitujący wskazał Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu.

Habilitant jest zatrudniony w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu w Zakładzie Radiospektroskopii Ciała Stałego. Ukończył studia magisterskie na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej. Uzyskał tytuł mgr. inż. Fizyki Technicznej broniąc pracę, pt. „Stabilizacja częstotliwości pracy lasera barwnikowego, pierścieniowego” pod kierunkiem dr. hab. Bogusława Furmanna. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał w 2013 r. w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu broniąc z wyróżnieniem rozprawę, pt. „Efekty rozmiarowe w przewodzących materiałach węglowych” pod kierownictwem dr hab. Marii Augustyniak-Jabłokow. W latach 2019-2021 odbył staż podoktorski na Wolnym Uniwersytecie w Berlinie oraz był naukowcem wizytującym w Centrum Helmholtza w Berlinie.

Po zapoznaniu się z materiałami udostępnionymi przez Habilitanta uznaję, że osiągnięcia naukowe dr. inż. Krzysztofa Tadyszaka po otrzymaniu doktoratu stanowią znaczny wkład w rozwój dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne. Uważam, że Habilitant spełnia kryteria wymagane do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

2. Ocena „osiągnięcia naukowego”

Jako „osiągnięcie naukowe” podlegające ocenie w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Krzysztof Tadyszak wskazał 8 publikacji w czasopismach z bazy Journal Citation Reports pod zbiorczym tytułem: „Wytwarzanie oraz analiza właściwości fizycznych żeli z tlenku grafenu”. Prace dotyczą badań struktur na bazie tlenku grafenu, w postaci żeli, kropek kwantowych, włókien, etc., przeprowadzonych metodami spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), skaningowej mikroskopii elektronowej, spektroskopii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego i magnetometrii. Są to prace wieloautorskie (jedna przeglądowa), gdzie Habilitant jest pierwszym autorem i wskazuje na wysoki indywidualny wkład w pracach, pomiędzy 45 % a 60 %. Prace ukazały się w czasopismach: Journal of Materials Science (*impact factor* - IF 3.553), Nanomaterials (IF 4.324) - trzy prace, Materials Chemistry and Physics (IF 3.408), Journal of Magnetism and Magnetic Materials (IF 2.717), Solid State Science (IF 2.434), Journal of Physics and Chemistry of Solids (IF 3.442). Wszystkie wyszczególnione prace powstały po obronie doktoratu.

W pracy H1 opisane zostało wytworzenie i charakteryzacja aerożeli z częściowo zredukowanego tlenku grafenu domieszkowanego metalami przejściowymi. Główny wniosek dotyczył stwierdzenia, iż VCl_3 był najsilniejszym czynnikiem redukującym, prowadzącym do powstania najbardziej gęstego aerożelu. Wzrost widoczny jest w widmie EPR w formie V^{4+} i w postaci kompleksu VO^{2+} .

Praca H2 jest pracą przeglądową, w której opisane są biomedyczne zastosowania struktur grafenu i tlenku grafenu oraz ich zredukowanych form, np. papieru i częściowo lub całkowicie zredukowanych trójwymiarowych aerożeli. Struktury te pozwalają na proliferację i różnicowanie/dojrzwienie komórek, dostarczanie leków i mają zastosowanie w terapiach przeciwnowotworowych. Testy żywotności, które zostały przeprowadzone *in vitro* na komórkach ludzkich i *in vivo* na myszach, dają bardzo obiecujące wyniki, które dają nadzieję na rzeczywiste zastosowanie materiałów na bazie grafenu.

Praca H3 dotyczy badań nad trójwymiarowymi strukturami (piany) węgla szklanego, o różnych średnicach porów, uzyskanymi przez karbonizację wraz z czynnikiem gazującym. Scharakteryzowano właściwości strukturalne, magnetyczne, elektryczne i biologiczne próbek. Trójwymiarową platformę ze szklanego węgla wykorzystano do hodowli dwóch ludzkich linii komórkowych. Wyniki wykazały, że ludzkie złośliwe i niezłośliwe komórki nerwowe były zdolne do przyłączania się, migracji, rozprzestrzeniania się i tworzenia sieci komórkowych w porach trójwymiarowego porowatego węgla szklanego. Pokazano, że piana z węgla szklanego może mieć zastosowanie jako rusztowanie do wzrostu i różnicowania komórek.

Praca H4 przedstawia wyniki badań częściowo zredukowanego aerożelu z wodnej zawiesiny tlenku grafenu. Pokazano iż badany materiał ma złożone właściwości magnetyczne: istnieje słaby wkład ferromagnetyczny, antyferromagnetyczny i paramagnetyczny. Zastosowano tomografię komputerową w celu zobrazowania wewnętrznej struktury pianki. Pomiar elektryczny wykazał przewodnictwo typu hoppingowego. Badanie EPR potwierdza paramagnetyzm w dwóch składowych, typu Curie i Pauliego.

W pracy H5 pokazano wpływ domieszkowania Ca na ułożenie płatków we włóknach z częściowo zredukowanego tlenku grafenu. Domieszkowanie wapniem powoduje ciaśniejsze ułożenie

płatków we włóknach, co skutkuje zwiększeniem przewodnictwa elektrycznego i skróceniem czasu relaksacji spinowej T_1 .

Praca H6 odśladania pochodzenie sygnału EPR w kropkach kwantowych z tlenku grafenu. Zaprezentowano metodę wytworzenia kropek kwantowych a następnie zidentyfikowano zanieczyszczenia śladowymi ilościami metali przejściowych, żelaza i manganu. Zidentyfikowanie zanieczyszczeń jest istotne ze względu na potencjalne wykorzystanie tego materiału do wielomodowego obrazowania w medycynie.

Praca H7 przedstawia obrazowanie aerożeli wykonane metodami tomografii komputerowej (CT), obrazowania EPR i rezonansu magnetycznego (MRI). CT i MRI zobrazowały strukturę porów wewnętrznej części pianki (większe pory) i granicy (spłaszczone, mniejsze pory), związane z wyrównaniem ułożenia płatków grafenu wywołanym wyższym ciśnieniem na zewnątrz struktury. CT dała najbardziej wiarygodną i dokładną wartość gęstości oraz dokładny obraz pojedynczych porów. Wyniki obrazowania EPR silnie zależały od szerokości linii rezonansowej zastosowanego rodnika. Zapostulowano, że do uzyskania wyższej rozdzielczości w EPR potrzebne są lepsze środki kontrastowe, które rozpuszczają się w wodzie, nie reagują z pianką i charakteryzują się wąskimi liniami EPR.

Praca H8 opisuje rzadko badany do tej pory wpływ czynników redukujących na eliminację wiązań tlenowych w tlenku grafenu w procesie powstawania aerożeli. Artykuł rzuca światło na współzależność między czynnikami redukującymi, takimi jak hydrazyna, borowodorek sodu, etano-1,2-diamina, kwas cytrynowy, kwas askorbinowy, zastosowanymi podczas hydrotermalnej redukcji tlenku grafenu, a właściwościami magnetycznymi powstałych w ten sposób aerożeli. Stwierdzono, że wybór środka redukującego istotnie wpływa na uzyskane właściwości magnetyczne aerożeli, co jest związane z organizacją przestrzenną defektów i lokalizacją elektronów przewodnictwa w siatce heksagonalnej zredukowanego tlenku grafenu.

Wymienione prace i wysoki udział Habilitanta w ich powstaniu wykazują, że Habilitant jest samodzielnym badaczem, potrafiącym sformułować własne cele naukowe i dążyć do ich zrealizowania. Bardzo pozytywnie oceniam podejście Habilitanta do zagadnienia naukowego, polegające na wytworzeniu własnych próbek a następnie samodzielnego zbadania ich właściwości, przy użyciu wymagających technik pomiarowych. Podjęta tematyka jest ciekawa z licznymi możliwymi zastosowaniami badanych materiałów: biomedycznych (terapię antyrakowe, inżynieria tkanek, medycyna regeneracyjna), jako adsorbenty, filtry, sensory, w zastosowaniach katalitycznych, jako elektrody, etc. Wkład tych prac w rozwój dyscypliny polega na opracowaniu i opublikowaniu metod wytwarzania struktur w tym aerożeli na bazie tlenku grafenu, czy ogólnie węgla, o szczególnych podstawowych właściwościach takich jak niska gęstość, duża powierzchnia właściwa i trójwymiarowa struktura. Habilitant pokazał, jak właściwości mechaniczne, elektryczne, magnetyczne czy w końcu biologiczne mogą być modyfikowane jonami metali przejściowych, domieszkami niemagnetycznymi, np. wapniem, czy czynnikami częściowo redukującymi grupy tlenowe. Habilitant zbadał szereg właściwości otrzymanych przez siebie materiałów, niektóre z tych właściwości zostały po raz pierwszy omówione przez Habilitanta. „Osiągnięcie naukowe” Habilitanta oceniam pozytywnie, w szczególności multidyscyplinarne podejście, gdzie fizyka materii skondensowanej przeplata się z zagadnieniami charakterystycznymi dla nauk o życiu.

3. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych

Poza pracami wymienionymi jako „osiągnięcie naukowe” Habilitant jest współautorem licznych artykułów naukowych (45), przy czym prawie wszystkie są indeksowane w bazach Scopus czy Web of Science. W wielu pracach (16) Habilitant był pierwszym autorem, co wskazuje na jego wiodącą rolę w powstaniu tych publikacji. Prace te są należycie cytowane, łączna liczba cytowań wynosi 475

według Web of Science wraz ze współczynnikiem Hirsha równym 14. Sumaryczny *impact factor* czasopism wynosi 173. Większość prac została opublikowana w czasopismach z IF poniżej 5, lecz na liście publikacji znajdują się też prace wyżej punktowane, dwie prace w czasopiśmie Carbon (IF 11.307), jedna w Acta Biomaterialia (IF 10.633) i jedna w Applied Surface Science (IF 7.392). Habilitant nie wskazał publikacji monograficznych. Moja ocena osiągnięć naukowych Habilitanta jest pozytywna.

Habilitant nie wskazał wynalazków, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach, co w przypadku podjętej tematyki i licznych zastosowań biologicznych opisanych w pracy H2 stanowiłoby wzmocnienie habilitacji.

Habilitant kierował jednym projektem badawczym NCN typu SONATA, pt. „Analiza właściwości magnetycznych dwu- i trój- wymiarowych struktur tlenku grafenu”. W wyniku realizacji projektu powstało 19 publikacji naukowych i dwie prace magisterskie. Habilitant uczestniczył również jako wykonawca lub stażysta podoktorski w 6 innych projektach. Uzyskał też grant pomiarowy na Synchrotronie BESSY II przyznany przez Centrum Helmholtza w Berlinie. Pozytywnie oceniam udział Habilitanta w realizacji projektów badawczych, w szczególności kierowanie własnym projektem. Habilitant potrafi zdobyć fundusze na badania naukowe i skutecznie nimi zarządzać.

Habilitant otrzymał wyróżnienie za rozprawę doktorską, pt. „Efekty rozmiarowe w przewodzących materiałach węglowych” przez radę naukową Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w 2013 r. Brak jest innych nagród za działalność naukową.

Habilitant wygłosił tylko dwa referaty na konferencjach: podczas XI Konferencji Naukowo-Technicznej Materiały węglowe i kompozyty polimerowe w 2018 r., Ustroń Jaszowiec, Polska i na IV Forum EMR-PL Poznań w 2016 r. Był też autorem/współautorem wystąpienia ustnego podczas 11th Conference on New Diamond and Nano Carbons, 2017 r., Cairns, Australia i trzech innych wystąpień ustnych na IV Forum EMR-PL Poznań w 2016 r. Był również autorem/współautorem wielu prezentacji plakatowych i wygłosił kilka referatów na uniwersytetach i w instytucjach naukowych. W udostępnionym przez Habilitanta zestawieniu udziału w konferencjach międzynarodowych lub krajowych rzuca się w oczy zbyt mała liczba wystąpień ustnych i brak referatów wygłoszonych na zaproszenie. Habilitant mógłby wykazać większą aktywność w rozpowszechnianiu swoich wyników naukowych, szczególnie na arenie międzynarodowej.

Moja ogólna ocena osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta jest pozytywna.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Najważniejszy podoktorski staż naukowy Habilitant odbył na Wolnym Uniwersytecie w Berlinie i jako naukowiec wizytujący w Centrum Helmholtza w Berlinie w latach 2019-2021, w ramach projektu Germany's Excellence Strategy. Podoktorski staż krajowy Habilitant odbył w Centrum Nanobiomedycznym Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Odbył też trzymiesięczny staż naukowy w Instytucie Naukowym Weizmanna w Izraelu. Podczas studiów doktoranckich odbył dwa krótkoterminowe staże, w Moskwie w Instytucie Enikolopova materiałów syntetycznych i polimerowych w 2011 r. i w Instytucie Maxa Plancka Chemii Bionieorganicznej w Mulheim an der Ruhr w 2011 r. Habilitant wykazał się więc istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Habilitant jest członkiem redakcji (Section Editor) MDPI Applied Sciences i wykonał bardzo liczne recenzje artykułów naukowych (68) dla tego wydawcy i inne.

Habilitant współpracuje w roli eksperta z Czeską Fundacją Nauki (GACR), Narodową Agencją Wymiany Akademickiej, Serbską Fundacją Nauki, Fundacją na rzecz Nauki Polskiej oraz Narodowym Centrum Nauki i Rozwoju.

Habilitant aktywnie uczestniczył w licznych konferencjach naukowych a w 2016 r. był członkiem komitetu organizacyjnego IV Forum EMR-PL w Poznaniu.

Pozostała aktywność Habilitanta obejmuje członkostwo Polskiej Grupy Elektronowego Rezonansu Magnetycznego (PG-EMR), Polskiego Towarzystwa Węglowego i Związku Zawodowego Nauczycieli Akademickich Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

Habilitant nie sprawował opieki naukowej nad doktorantami lecz dwukrotnie był członkiem komisji do spraw nadawania stopni doktora na Wydziale Biologii, Chemii i Farmacji na Wolnym Uniwersytecie w Berlinie w 2019 r. Habilitant był opiekunem jednej pracy magisterskiej, pt. „Wytwarzanie i obrazowanie pian stałych z tlenu grafenu metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego” pani Leny Śniadały. Działalność dydaktyczną Habilitant prowadził wyłącznie w formie zajęć laboratoryjnych w łącznej liczbie 109 godzin dydaktycznych. Osiągnięcia dydaktyczne nie są zbyt wielkie, ale wystarczające, biorąc pod uwagę dotychczasowe zatrudnienie Habilitanta na stanowiskach nie dydaktycznych.

W ramach działalności popularyzatorskiej Habilitant wydał książkę popularnonaukową w formie bardzo ładnego albumu, „Microstructures – photo album” opublikowaną w postaci elektronicznej i w wersji papierowej z okazji stulecia Uniwersytetu Poznańskiego.

Ogólnie moja ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej jest pozytywna.

5. Wniosek końcowy

Podsumowując, w mojej ocenie Habilitant jest samodzielnym naukowcem o solidnym dorobku naukowym. Moja łączna ocena „osiągnięcia naukowego” Habilitanta oraz całego jego dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej jest pozytywna. Uważam, że dr. inż. Krzysztof Tadyszak spełnia kryteria określone w art. 219 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i rekomenduję go do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

A. Woźniak