

Prof. dr hab. inż. Henryk Galina
em. profesor zwyczajny
Politechniki Rzeszowskiej

OPINIA

o osiągnięciu naukowym pt. *Wytwarzanie oraz analiza właściwości fizycznych żeli z tlenku grafenu* oraz o całokształcie dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dra inż. Krzysztofa TADYSZAKA w związku z ubieganiem się o nadanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego

Formalną podstawą opracowania niniejszej opinii jest uchwała Rady Naukowej Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu nr 179/2022 z dnia 26 kwietnia 2022 r.

Dr inż. Krzysztof Tadyszak w 2008 r. ukończył studia magisterskie na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej. Tematem Jego pracy dyplomowej na specjalności *budowa i eksploatacja aparatury badawczej* była *Stabilizacja częstotliwości pracy lasera barwnikowego, pierścieniowego*. Opiekunem pracy był dr hab. Bogusław Furmann. Bezpośrednio po uzyskaniu dyplomu magistra inżyniera Habilitant podjął studia doktoranckie w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu. W 2013 r. obronił pracę doktorską pt. *Efekty rozmiarowe w przewodzących materiałach węglowych*. Promotorem pracy była dr hab. Maria Augustyniak-Jabłokow. Rada Naukowa Instytutu Fizyki Molekularnej PAN wyróżniła tę rozprawę. Tematyka związana z wytwarzaniem i badaniem struktury i właściwości materiałów węglowych stała się głównym obiektem zainteresowań dra Tadyszaka. Zwieńczeniem dotychczas uzyskanych osiągnięć jest niniejsze opracowanie, przedstawione do oceny. W omówieniu sylwetki Habilitanta należy jeszcze wspomnieć o stażach podoktorskich odbytych w latach 2013-2019 w Centrum NanoBioMedycznym Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu (na zasadzie zatrudnienia na etacie naukowo-technicznym, finansowanym z projektu badawczego) oraz w latach 2019-2021 w Wolnym Uniwersytecie w Berlinie oraz w berlińskim Centrum Helmholtza. Kandydat odbywał także krótsze staże i/lub wizyty w instytucjach naukowych w Moskwie (1 tydzień), Mülheim an der Ruhr (2 tygodnie) i Rehovot (3 miesiące).

Po zapoznaniu się z dokumentacją przygotowaną przez Kandydata, tj. z autoreferatem, publikacjami, informacją o projektach badawczych, w realizacji których uczestniczył jako wykonawca lub którymi kierował, a także o inicjatywach służących

rozpowszechnianiu wiedzy, stwierdzam, że dorobek i dokonania badawcze i organizacyjne dra Krzysztofa Tadyszaka, w tym tytułowe osiągnięcie naukowe stanowią solidną i uzasadnioną podstawę ubiegania się o awans naukowy. **Popieram zatem wniosek o nadanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.**

UZASADNIENIE

Dr inż. Krzysztof Tadyszak aktywnie pomnaża stan wiedzy w obszarze Swoich zainteresowań badawczych. Jest autorem lub współautorem 46 artykułów w czasopismach naukowych oraz 35 wystąpień konferencyjnych i seminaryjnych, zarówno w formie komunikatów, jak i plakatów. W 16 opublikowanych pracach był pierwszym współautorem, a w 11 pełnił rolę „autora korespondencyjnego”, tj. prowadzącego negocjacje z wydawnictwem publikującym artykuł. Przygotował popularyzatorskie opracowanie zawierające zbiór fotografii mikroświata ilustrujących fascynującą sztukę natury i technologii. Stał się rozpoznawalnym specjalistą, o czym świadczą fakty powierzania Mu recenzji przez redaktorów międzynarodowych wydawnictw naukowych (68 recenzji) lub powoływania Go do grona ekspertów w krajowych i zagranicznych komisjach ewaluacyjnych (m.in. Fundacji Nauki Polskiej i Narodowym Centrum Badań i Rozwoju). Jest członkiem Komitetu Doradczego (Advisory Board) czasopisma MDPI Applied Sciences. Aktualny (25.05.2022) raport z bazy Scopus, poniżej, nie obejmuje wszystkich 46 prac Habilitanta:



Jako ciekawostkę potraktuję fakt, że natknąłem się także na publikację przeglądową, nieujęłą w autorskim spisie Habilitanta, w nieco niszowym czasopiśmie *Journal Nano Science and Technology* **2020**, 5(1), 50-55 (ISSN: 2805-7740 En línea), w której, jako jedynej, jest on wyłącznym autorem.

Przedmiotem badań stanowiących osiągnięcie habilitacyjne było otrzymywanie, ale, przede wszystkim, szczegółowa charakteryzacja stałych pian: aerożeli i kserożeli z częściowo zredukowanego tlenku grafenu (prGO). Dla porównania badane były także piany z węgla szklanego. Zarówno metody otrzymywania tlenku grafenu ze sproszkowanego grafitu, jak i uzyskiwanie żeli z prGO, a także pian z węgla szklanego były opisane w literaturze. Elementem nowości, jak rozumiem, było zastosowanie podczas syntezy hydrożeli grafenowych dodatków soli metali, które służyć miały modyfikacji właściwości elektrycznych i magnetycznych otrzymywanych aerożeli i kserożeli. Motywacją dla podjętych badań były liczne potencjalne zastosowania takich materiałów. Dane literaturowe sugerują możliwości ich wykorzystywania jako katalizatorów, części rozmaitych urządzeń służących gromadzeniu lub wytwarzaniu energii, sorbentów, elementów biomedycznych, sensorów lub przełączników.

Wykorzystując swoje przygotowanie specjalistyczne Habilitant skoncentrował się na badaniach właściwości magnetycznych wytworzonych materiałów węglowych metodami spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego, zarówno fali ciągłej, jak i metodą impulsową. Pełniejszą charakterystykę badanych materiałów: skład chemiczny, morfologię, właściwości elektryczne, a także obrazy 3D uzyskał On stosując odpowiednio dobraną aparaturę badawczą, najczęściej na zasadzie współpracy naukowej z późniejszymi współautorami publikacji H1-H8. Pomiar EPR w funkcji temperatury pozwolił Mu sformułować tezę, że temperaturowa zależność intensywności sygnału EPR może być miarą zdefektowania struktury zredukowanego tlenku grafenu, ale także innych materiałów grafenowych. Liczba defektów w prGO zależy od warunków jego wytwarzania, a zwłaszcza czasu redukcji GO, a temperatura takiej operacji chemicznej nie powinna być mniejsza, niż 120°C. Stwierdził, że pętla histerezy magnetycznej prGO jest wyraźnie szersza w porównaniu do pętli węgla szklanego. Praktyczny brak oddziaływań ferromagnetycznych w kropkach kwantowych tlenku grafenu pozwoliło Habilitantowi na sformułowanie sugestii, w myśl której na większych płatkach prGO powstają klastry trwałych momentów magnetycznych, zaś magnetyzm kropek kwantowych wynikał tylko z obecności jonów żelaza i manganu. Na

podstawie podobieństwa zmierzonych przez Kandydata właściwości magnetycznych aerożeli częściowo zredukowanego tlenku grafenu z danymi literaturowymi, dotyczącymi magnetyzmu w pełni zredukowanego tlenku grafenu, założył On, że płatki prGO aerożelu tworzą strukturę przez połączenie krawędziami. Nie znalazłem natomiast w publikacjach Habilitanta, ani w autoreferacie informacji o strukturze hydrożeli grafenowych. Chodzi o typ oddziaływań pomiędzy płatkami prGO w wodzie, które powodują, że tworzą one strukturę ciągłą. W przypadku kserożeli otrzymywanych z hydrożeli prGO formowanych w rurkach szklanych o ściankach wzbogaconych jonami wapnia i suszonych w powietrzu do postaci włókien, ułożenie płatków determinuje przewodnictwo elektryczne i właściwości magnetyczne, zwłaszcza relaksację elektronową. Dr Tadyszak wykorzystał do obrazowania struktury aerożeli, obok metody rezonansu magnetycznego, także nową metodę obrazowania z wykorzystaniem elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPRI). Za pewien niedostatek cyklu badawczego podjętego przez Habilitanta uważam zdanie się wyłącznie na zaadoptowaną przez Niego metodę formowania hydrożeli z częściowo zredukowanego tlenku grafenu, która nie gwarantuje homogeniczności otrzymanych aerożeli, a przez to ich słabe właściwości mechaniczne. Chodzi zwłaszcza o zróżnicowane wielkości, kształt i położenie porów o różnej wielkości wewnątrz materiału. Rozumiem jednak, że decydującym czynnikiem, który mógłby zapewnić lepszą homogeniczność hydro- i aerożeli grafenowych byłyby kontrolowany średni rozmiar płatków i rozrzut ich wielkości. Być może sprawdziłaby się także metoda wymiany rozpuszczalników i suszenie żelu z CO₂ jako fazą rozproszoną, w warunkach nadkrytycznych.

Podsumowując, uważam, że wyniki badań przedstawione przez Habilitanta w cyklu publikacji oznaczonych H1-H8, a także pozostałych prac składających się na Jego dorobek naukowy, dowodzą jego fachowości, inwencji badawczej i przygotowania do podejmowania samodzielnych zadań badawczych.

Dr inż. Krzysztof Tadyszak wykazał się sprawnością w obszarze organizacji nauki, w tym w podejmowaniu zadań badawczych we współpracy ze specjalistami z jednostek, w których był zatrudniony, jak i z innych zespołów w Kraju i za granicą. Raport Scopus'a (powyżej) wskazuje na 95 współautorów publikacji wchodzących w skład Jego dorobku. Uczestniczył On jako wykonawca w realizacji 7 projektów badawczych finansowanych przez polskie i niemieckie agencje grantowe, a także uzyskał finansowanie projektu w konkursie Sonata Narodowego Centrum Nauki, którego był wnioskodawcą i kierownikiem. Moim

zdaniem projekt ten został rozliczony wzorowo i stanowił istotny wkład do stanu wiedzy na temat właściwości magnetycznych tlenku grafenu oraz stał się prekursorem osiągnięcia habilitacyjnego Kandydata, będącego przedmiotem oceny.

Do działalności organizacyjnej dra Tadyszaka należy także zaliczyć udział w pracach komitetu organizacyjnego konferencji naukowej IV Forum EMR-PL Poznań, 2016 oraz działalność w komisjach eksperckich i towarzystwach naukowych.

Mimo, że Habilitant nie był zatrudniony na etacie nauczyciela akademickiego ma w swoim dorobku elementy działalności dydaktycznej w postaci opracowania kursu obsługi spektroskopu EPR i prowadzenia zajęć laboratoryjnych oraz opieki nad magistrantką.

Podsumowując uważam, że całokształt osiągnięć naukowych, organizacyjnych i dydaktycznych świadczy o pełnej dojrzałości naukowej dra inż. Krzysztofa Tadyszaka. Stąd mój wniosek, sformułowany powyżej, o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.

Wrocław, 29 maja 2022 r.



prof. dr hab. inż. Henryk Galina