



Dr hab. inż. Przemysław Kwolek, prof. PRz
Katedra Nauki o Materiałach
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechnika Rzeszowska
Al. Powstańców Warszawy 12
35-959 Rzeszów

Rzeszów, 4 marca 2024 r.

Recenzja

**osiągnięć naukowych i aktywności naukowej dr. inż. Krystiana Mistewicza
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk
technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

Podstawę sporządzenia recenzji stanowi pismo nr RDMIa.532.3.2023 z dnia 28.11.2023 r.
Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej,
prof. dr hab. inż. Marii Sozańskiej.

Przedłożone do zaopiniowania materiały dotyczące postępowania habilitacyjnego dr. inż. Krystiana Mistewicza są kompletne i umożliwiają ocenę przedstawionych osiągnięć naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę a także aktywności naukowej.

Informacje ogólne

Pan dr inż. Krystian Mistewicz tytuł magistra inżyniera uzyskał w 2010 r. na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach (kierunek fizyka techniczna, specjalność optoelektronika), broniąc pracę dyplomową pt. „Wpływ tlenu na wytwarzanie i własności nanokrystalicznego SbSI”. Stopień doktora w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyki Habilitant uzyskał w 2015 r. na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Spełnia tym samym pierwszy z warunków stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określony w punkcie 1. artykułu 219 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami. Promotorem rozprawy doktorskiej pt. „Własności sensorowe pojedynczych nanodrutów SbSI”, jak i pracy magisterskiej, był prof. dr hab. inż. Marian Nowak.

Warto zauważyć, że już na wczesnym etapie swojej kariery naukowej Pan dr. inż. Krystian Mistewicz był pozytywnie postrzegany w swoim środowisku, o czym świadczą wyróżnienia jego pracy magisterskiej i doktorskiej.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant, już jako pracownik Politechniki Śląskiej, kontynuował swoje badania naukowe dotyczące materiałów chalkohalogenkowych. Zachowanie ciągłości tematyki badawczej przed i po uzyskaniu stopnia doktora pozwoliło Habilitantowi na szybkie uzyskanie znaczącego dorobku naukowego.

Ocena osiągnięć naukowych

Pan dr inż. Krystian Mistewicz, jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa, wskazał osiągnięcia naukowe przedstawione w cyklu 11 powiązanych tematycznie publikacji naukowych: autorskiej monografii wydanej przez wydawnictwo Springer (poziom I wg komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 22 lipca 2021 r.) i 10 artykułach naukowych opublikowanych w międzynarodowych czasopismach (ujętych w wykazie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r.), zatytułowanym „Otrzymywanie i badanie właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych przydatnych do wykorzystania w sensorach oraz do konwersji różnych form energii”.

Habilitant, za cel prowadzonych przez siebie prac naukowych przyjął „zbadanie wybranych właściwości nanostruktur chalkohalogenkowych pod kątem określenia ich przydatności do wykorzystania w sensorach oraz do konwersji różnych form energii”. Cel ten został zrealizowany. Wymagało to, w pierwszej kolejności, wytworzenia nanomateriałów w postaci nanodrutów i nanoprętów, zbudowanych z atomów wybranych pierwiastków należących do 15., 16. i 17. grupy układu okresowego. Kolejnym etapem badań było określenie morfologii, składu chemicznego i wybranych właściwości wytworzonych materiałów. Następnie Habilitant opracował techniki łączenia nanomateriałów w funkcjonalne struktury warstwowe lub objętościowe. Było to niezbędne do realizacji badań nad właściwościami tych materiałów oraz wytworzenia i scharakteryzowania prototypowych urządzeń służących do konwersji różnych form energii lub jako sensory.

Wytwarzanie nowych materiałów i określanie ich właściwości jest jednym z głównych obszarów zainteresowania dyscypliny inżynieria materiałowa. Stąd zaklasyfikowanie opisywanych osiągnięć naukowych do tej dyscypliny nie budzi zastrzeżeń. Warto przy tym zauważyć, że w swoich badaniach Habilitant nie ograniczył się tylko do zbadania właściwości wytworzonych materiałów, ale poszedł o krok dalej konstruując prototypowe urządzenia i określając charakteryzujące je parametry.

Zdefiniowanie i zrealizowanie celu badawczego w sposób wymagający zarówno naukowego jak i technologicznego podejścia do zagadnienia świadczy o dojrzałości naukowej Habilitanta, jego dużej wiedzy teoretycznej i umiejętnościach praktycznych. Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań dr inż. Krystian Mistewicz potwierdził przyjętą hipotezę badawczą mówiącą o możliwości wykorzystania nanomateriałów chalkohalogenkowych w sensorach oraz do konwersji różnych form energii.

Szczegółową ocenę osiągnięć naukowych należy zacząć od przedstawionego uzasadnienia wyboru tematyki badawczej. Zgadzam się z Habilitantem, że potrzeba tworzenia urządzeń zdolnych do konwersji różnych form energii w energię elektryczną jest uzasadniona, podobnie badania nad sensorami czy materiałami o właściwościach katalitycznych. Chalkohalogenki, ze względu na swoje właściwości ferroelektryczne i zdolność do zmiany przewodności elektrycznej pod wpływem światła, są obiecującymi materiałami dla ww. zastosowań. Spośród licznych związków chemicznych należących do tej grupy Habilitant do dalszych badań wybrał trzy: jodek siarczek antymonu SbSI, jodek selenek antymonu SbSeI i jodek siarczek bizmutu BiSI. Niestety w opisie osiągnięcia naukowego brakuje uzasadnienia dlaczego właśnie te chalkohalogenki zostały wybrane. Należy również zauważyć pewną dysproporcję wysiłku naukowego Habilitanta względem badanych materiałów. Najwięcej uwagi w swojej pracy poświęcił On SbSI natomiast najmniej BiSI.

Pierwszy etap prowadzonych prac, czyli wytworzenie materiałów do dalszych badań, w mojej opinii nie ma istotnego elementu nowości naukowej, ponieważ związki te były wcześniej syntezowane i zastosowano opisaną w literaturze metodykę. W tej części opisu osiągnięć brakuje także uzasadnienia dlaczego BiSI wytworzono odmienną metodą w porównaniu z SbSI i SbSeI. Dalsze badania uzyskanych materiałów dotyczyły określenia rozmiarów nanocząstek metodami mikroskopii elektronowej, potwierdzenia ich składu fazowego metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, składu chemicznego metodą spektroskopii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego oraz określenia przerwy energetycznej metodą spektroskopową. Jest to standardowa metodyka w badaniach tego rodzaju nanomateriałów. Za pewien aspekt nowości na tym etapie prac uznaję wytworzenie materiału hybrydowego złożonego z nanocząstek SbSI i TiO₂. Omówione dwa etapy są niezbędne do realizacji kolejnych, w mojej opinii znacznie ważniejszych dla rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa.



Znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej wnosi opracowanie technologii wysokociśnieniowego prasowania nanomateriałów chalkohalogenkowych. Pozwala ona wytwarzać objętościowe próbki nanomateriałów, potrzebne do określania ich właściwości foto- i ferroelektrycznych, a także konstruowania prototypowych sensorów i generatorów piro- i piezoelektrycznych. O nowości opracowanej technologii świadczy udzielona przez Urząd Patentowy RP ochrona patentowa. Nanomateriały w postaci warstw, również do zastosowania w prototypowych urządzeniach, wytwarzano metodą odlewania z roztworu, wykorzystując poli(fluorek winylidenu) jako spoiwo. Obydwa rozwiązania prowadzą do uzyskania materiałów o przypadkowym rozmieszczeniu nanocząstek, które pozostają ze sobą w kontakcie elektrycznym. Jednak w określonych przypadkach (generatory ferro/piezoelektryczne) pożądane jest wyeliminowanie kontaktu elektrycznego pomiędzy poszczególnymi nanodrutami. W tym celu opracowano metodę ich porządkowania w polu elektrycznym w ośrodkach o znacznie mniejszej przenikalności elektrycznej w porównaniu z przenikalnością elektryczną wytwarzanych materiałów chalkohalogenkowych. Również to osiągnięcie według mnie jest istotne dla rozwoju dyscypliny naukowej, w której prowadzone jest postępowanie. Wyniki uzyskane na tym etapie prac badawczych pozwoliły m.in. konstruować generatory piezoelektryczne o zwiększonej amplitudzie sygnału napięciowego w porównaniu do urządzeń o przypadkowym rozmieszczeniu nanocząstek chalkohalogenków.

W kolejnym etapie prac Habilitant zajmował się określaniem właściwości piezo-, piro-, i fotoelektrycznych, fotowoltaicznych oraz piezo- i fotokatalitycznych wytworzonych nanomateriałów chalkohalogenkowych, także określaniem ich zdolności do adsorpcji wybranych gazów oraz konstruowaniem przy ich użyciu prototypowych urządzeń. Zwykle działania te były połączone – skonstruowane urządzenia, które Habilitant nazywał „nanogeneratorami”, wykorzystywał do udowodnienia, że badane materiały wykazują określone właściwości fizyczne oraz charakteryzował właściwości skonstruowanych urządzeń. Dotyczy to przede wszystkim jodku siarczku antymonu i jodku selenku antymonu. Należy przy tym zauważyć, że właściwości piezo- i piroelektryczne SbSI i SbSeI były wcześniej opisane w literaturze przedmiotu, a Habilitant wykazał, że wykazują je także nanodrutyy ww. związków chemicznych. Podobnie sytuacja wygląda w przypadku ferroelektrycznego efektu fotowoltaicznego i piezokatalitycznych właściwości SbSI. Ważnym osiągnięciem dr. inż. Mistewicza było również wykazanie oddziaływania momentu dipolowego cząsteczek amoniaku ze spontaniczną polaryzacją domen ferroelektrycznych w nanodrutach SbSI, sprzyjające adsorpcji NH_3 . Pozwoliło to skonstruować czujnik amoniaku o mniejszym od dotychczas znanych progu wykrywalności tego gazu.

Ułatwiona adsorpcja cząsteczek o charakterze polarnym może odgrywać istotną rolę nie tylko w funkcjonowaniu czujników NH_3 i H_2O , ale także w procesach piezo- lub fotokatalitycznego usuwania zanieczyszczeń z roztworów. Niestety Habilitant, w swoich badaniach nad aktywnością piezo- i fotokatalityczną nanodrutów SbSI, nie rozważał możliwości adsorpcji cząsteczek oranżu metylowego. W mojej opinii, w dyskusji mechanizmów rozkładu tego związku chemicznego brakuje uwzględnienia wartości potencjału krawędzi pasm przewodnictwa i walencyjnego, od których zależy możliwość przebiegu reakcji elektrochemicznych. Pomimo tej uwagi krytycznej, osiągnięcia Habilitanta uzyskane na tym etapie prac oceniam bardzo pozytywnie. Niewątpliwie wnoszą one znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Pewna część osiągnięć Habilitanta koncentruje się w większym stopniu na konstruowaniu urządzeń i określaniu ich charakterystyk niż na badaniach właściwości materiałów. Dotyczy to przede wszystkim fotodetektorów: na bazie SbSI i BiSI i czujnika mocy akustycznej. W tym ostatnim przypadku Habilitant opracował metodykę analizy generowanego przez czujnik sygnału elektrycznego. Jest to niewątpliwie ważne osiągnięcie, które uzyskało ochronę patentową, ale w mniejszym niż poprzednio stopniu związane z dyscypliną inżynieria materiałowa.

Podsumowując merytoryczną część mojej oceny osiągnięć naukowych dr. inż. Krystiana Mistewicza stwierdzam, że z pewnością stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa. Tym samym za spełniony należy uznać drugi z warunków stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określony w punkcie 2. artykułu 219 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami.

Osiągnięcia te zostały przedstawione w cyklu 11 powiązanych tematycznie publikacji: autorskiej monografii i 10 artykułów w czasopismach naukowych. Wśród tych artykułów 8 ma charakter wieloautorski, jednak w każdym z nich Habilitant jest głównym autorem, zaangażowanym w opracowanie koncepcji badań, ich realizację i redagowanie publikacji. Stąd Jego wkład naukowy w powstanie przedstawionych prac nie budzi żadnych zastrzeżeń. Wątpliwości budzi natomiast uwzględnienie w cyklu publikacji artykułu przeglądowego pt. „Recent advances in ferroelectric nanosensors: toward sensitive detection of gas, mechano-thermal signals, and radiation”. Praktycznie nie zawiera on wyników badań Habilitanta, które nie byłyby wcześniej opublikowane w artykułach naukowych, wyjątek stanowi krótka wzmianka na temat fotoprzewodnictwa pojedynczych nanodrutów SbSI, do której zresztą Habilitant nie odnosi się w autoreferacie. Oczywiście nie zmienia to w żadnym stopniu zakresu osiągnięć naukowych Habilitanta i nie umniejsza ich dużego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej. Uwzględnienie monografii w cyklu publikacji uważam natomiast za uprawnione, ponieważ zawiera ona pewne wyniki badań Habilitanta, które nie zostały opublikowane w artykułach naukowych.

Dr inż. Krystian Mistewicz swoje osiągnięcia opisał w autoreferacie w sposób klarowny, zwracając uwagę czytelnika na ich najważniejsze aspekty, a w podsumowaniu wskazał najistotniejsze kierunki dalszych badań. Za drobny mankament należy uznać jedynie uwzględnienie cytowań własnych w podawanych liczbach cytowań prac wchodzących w skład cyklu publikacji. W niektórych przypadkach cytowania własne stanowią blisko połowę wszystkich cytowań. Jednak nawet po ich odrzuceniu podawane liczby są duże. Należy też zauważyć, że wszystkie wartości współczynnika wpływu (*impact factor*) czasopism, które wskazał Habilitant pochodzą z 2022 r., a nie z roku opublikowania artykułu. Nie zmienia to jednak faktu, że podane wskaźniki są bardzo dobre.

Ogólna ocena aktywności naukowej

Podstawowym wskaźnikiem aktywności naukowej dr. inż. Krystiana Mistewicza jest jego dorobek publikacyjny. Jest on znaczący, obejmuje 47 pozycji, wśród nich 8 to artykuły opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora w czasopismach indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports*. Liczba prac w czasopismach z tej bazy, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora to 28. Dorobek po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje również jedną monografię w wydawnictwie Springer, co jest niewątpliwie dużym osiągnięciem Habilitanta, i 5 rozdziałów w monografiach z czego trzy w wydawnictwie Elsevier. Należy więc stwierdzić znaczne zwiększenie aktywności naukowej Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora. Uzyskane wskaźniki bibliometryczne wyznaczone na podstawie zasobów bazy *Scopus*, wynoszą: liczba cytowań (bez autocytowań) – 408, indeks Hirscha – 12, sumaryczna wartość wskaźnika *impact factor* – 172,2. Należy je uznać za bardzo dobre. Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora prezentował wyniki swoich badań na 3 konferencjach międzynarodowych, w przypadku jednej z nich wygłosił referat na zaproszenie.

Należy podkreślić, że aktywność naukowa dr. inż. Krystiana Mistewicza nie jest ograniczona do jego miejsca zatrudnienia. Przeciwnie, prowadzi wspólne badania naukowe z naukowcami z zagranicznych ośrodków akademickich takich jak University of Wisconsin-Madison (USA), gdzie odbył dwumiesięczny staż naukowy, także Clemson University (USA) i Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology (Republika Korei). Międzynarodową aktywność naukową Habilitanta potwierdzają publikacje i wystąpienia konferencyjne, których współautorami są pracownicy ww. ośrodków naukowych. Duża aktywność publikacyjna dr. inż. Krystiana Mistewicza powoduje, że jest rozpoznawalny w swoim obszarze działalności naukowej. Świadczy o tym duża liczba recenzowanych przez Niego prac naukowych dla międzynarodowych wydawnictw, także wniosku o finansowanie badań naukowych dla Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Habilitant jest także edytorem recenzującym i członkiem redakcji trzech czasopism o zasięgu międzynarodowym, póki co spoza listy *Journal Citation Reports*. Pełnił również funkcję edytora wydań specjalnych czasopism *Sensors* i *Crystals* wydawnictwa MDPI.

Aktywność naukowa Habilitanta jest doceniana także w Jego środowisku pracy, co potwierdzają dwie nagrody, 2. i 3. stopnia, przyznane przez JM Rektora Politechniki Śląskiej za osiągnięcia naukowe oraz rektorskie granty projakościowe (dwa 1. i jeden 2. stopnia). Habilitant jest także laureatem nagrody *IAAM Young Scientist Medal*.

Pewne zdziwienie budzi natomiast fakt, że pomimo dużej aktywności publikacyjnej Habilitant nie był kierownikiem żadnego projektu badawczego przyznawanego w ramach konkursów krajowych lub zagranicznych, a jedynie wykonawcą w dwóch projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki i kierownikiem czterech projektów finansowanych przez Politechnikę Śląską w ramach dotacji statutowej lub stypendium rektora. Za słabą stronę aktywności naukowej Habilitanta należy uznać także ograniczony zakres jego współpracy z otoczeniem gospodarczym, choć jest współautorem trzech patentów krajowych.

Podsumowując ocenę aktywności naukowej dr. inż. Krystiana Mistewicza mogę stwierdzić, że został spełniony całkowicie trzeci z warunków stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określony w punkcie 3. artykułu 219 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami dotyczący istotnej aktywności naukowej w więcej niż jednej instytucji naukowej.

Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich

Dr inż. Krystian Mistewicz aktywnie uczestniczył w procesie kształcenia studentów różnych wydziałów Politechniki Śląskiej. Prowadził ćwiczenia laboratoryjne i rachunkowe z zakresu fizyki, jest także współautorem podręcznika wykorzystywanego na tych zajęciach. Habilitant był promotorem dwóch prac inżynierskich, opiekunem praktyki studenckiej, pełnił funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim. Uczestniczył w akcjach promujących naukę takich jak „Śląski Festiwal Nauki w Katowicach” i „Festiwal Nauki i Techniki w Żorach”. Przez dwa lata prowadził dodatkowe zajęcia z zakresu fizyki dla uczniów szkoły podstawowej i liceum. Jest też opiekunem uczestniczki Programu Mentorskiego Politechniki Śląskiej pt. „Rozwiń skrzydła”. W zakresie osiągnięć organizacyjnych można wskazać członkostwo habilitanta w organizacji *International Association of Advanced Materials (IAAM)* z siedzibą w Szwecji.

Przedstawione osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej i popularyzującej naukę oceniam pozytywnie. Habilitant jest w małym stopniu zaangażowany w działalność organizacyjną, być może jest to związane z jego dużą aktywnością naukową.



Wniosek końcowy

Dr inż. Krystian Mistewicz po uzyskaniu stopnia doktora zgromadził wartościowy dorobek naukowy. Spełnia on na bardzo dobrym poziomie wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, zarówno w zakresie działalności naukowej, jak i aktywności dydaktycznej i popularyzującej naukę. Główne osiągnięcia naukowe Habilitanta wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa, a Jego aktywność naukowa była realizowana w więcej niż jednej uczelni, zgodnie z wymaganiami ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami. Rekomenduję zatem dopuścić dr. inż. Krystiana Mistewicza do kolejnych etapów procedury nadania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.



Podpisał: dr hab. inż. Przemysław Kwolek, prof. PRz