

## **Recenzja dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej**

dr. inż. Adama Sieradzkiego

*Mechanizmy ferroicznych przemian fazowych związków metalo-organicznych – badania dielektryczne i kalorymetryczne".*

### **Dane biograficzne i przebieg kariery naukowej**

1997 – 2002 studia dzienne: Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych

Problemów Techniki – kierunek Fizyka, specjalność: Fizyka Ciała Stałego.

2002 – 2006 studia doktoranckie: Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych

Problemów Techniki – kierunek Fizyka, specjalność: Fizyka Ciała Stałego

2006 (czerwiec) - doktor nauk fizycznych.

Temat pracy doktorskiej: „Wybrane właściwości fizyczne i ferroelastyczne przejście fazowe kryształów  $\text{Li}_2\text{TiGeO}_5$ ”, Instytut Fizyki Politechniki Wrocławskiej, promotor: prof. dr hab. Ryszard Poprawski

2006 - 2008 asystent naukowo-dydaktyczny, Instytut Fizyki, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska

Od 2008 adiunkt Katedra Fizyki Doświadczalnej, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska

## Dorobek naukowy

Zgodnie z autoreferatem, we wrześniu 2017 roku (wg. Web of Science) liczba publikacji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej wyniosła 52 pozycje, indeks H=12 a liczba cytowań (bez autocytowań) wyniosła 313.

Kandydat przedstawia listę 31 publikacji, wydanych po uzyskaniu przez niego stopnia doktora, nie wchodzących w skład rozprawy oraz 11 prac będących podstawą osiągnięcia habilitacyjnego. Ze względu na wymogi ustawy w swojej ocenie dorobku uwzględniam także 9 prace z lat 2004 -2006.

Dorobek naukowy Kandydata ze względu na objekty badań skupiał się wokół kilku grup materiałów. Największa grupa to kryształy ferroelastyczne i ferroelektryczne:

- $\text{Li}_2\text{TiGeO}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{TiOGeO}_4$ ,  $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$
  - ceramiki  $\text{Na}_2\text{TiGeO}_5$
  - domieszkowane ceramiki Er:  $\text{Li}_2\text{TiGeO}_5$ ,
- następna grupa to chlorki i bromki amoniowe
- $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_5\text{Bi}_2\text{Cl}_{11}$ ,
  - $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_5\text{Bi}_2\text{Br}_{11}$ ,
  - $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2]_3\text{CuCl}_5$

W ramach odrębnego tematu Kandydat badał wpływ ograniczenia przestrzennego na właściwości fizyczne znanych ferroelektryków (TGS, KDP, ADP,  $\text{KNO}_3$ ) wbudowanych w matryce ze szkielek porowatych o ściśle określonych średnicach wnęk. Pokazano, że we wszystkich badanych związkach efekt rozmiarowy ma istotne znaczenie w szczególności zmienia temperatury przejścia do faz ferroelektrycznych.

W trakcie 20 miesięcznego pobytu w Uniwersytecie Ludwika Pasteura w Strasburgu, Dr Sieradzki badał własności fizyczne nanostruktur krzemowych pod kątem ich przydatności jako fotowoltaików.

Dorobek uzupełnia kilka prac na temat kryształów MOF, które nie weszły do rozprawy.

Analizując metody pomiarowe stosowane przez Kandydata można powiedzieć że jest on jest bardzo dobrym specjalistą w dziedzinie badań własności dielektrycznych w szerokim zakresie częstotliwości. Nie obce mu są także badania ciśnieniowe.

Jego drugą specjalnością są badania kalorymetryczne i dylatometryczne, tak ważne przy próbach scharakteryzowania typów badanych przemian fazowych.

Kandydat brał aktywny udział w kilkunastu międzynarodowych konferencjach naukowych gdzie wygłosił 5 wykładów i przedstawił 12 prezentacji posterowych.

Podsumowując tą część rozprawy można śmiało stwierdzić, że dorobek naukowy dr. inż. Adama Sieradzkiego jest znaczący.

### **Ocena rozprawy habilitacyjnej:**

*Mechanizmy ferroicznych przemian fazowych związków metalo-organicznych – badania dielektryczne i kalorymetryczne.*

W roku 2014 dr inż. Sieradzki rozpoczął badania właściwości fizycznych materiałów metalo-organicznych (MOF) w ramach współpracy z grupą prof. M. Mączki z Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu. Był on odpowiedzialny badania kalorymetryczne, dielektryczne oraz piroelektryczne nowych związków z ligandem mrówczanowym.

Owoce tej współpracy jest kilkanaście publikacji, z których jednaście Kandydat przedstawia jako rozprawę habilitacyjną. Są to prace opublikowane w wysoko notowanych czasopismach (9 prac 40-sto, 1 praca 30-sto i jedna 45 punktowa) a ich całkowity impact factor jest większy od 50.

Po analizie procentowych udziałów Kandydata w przygotowaniu publikacji będących rozprawą habilitacyjną oraz po zapoznaniu się z oświadczeniami współautorów mogę śmiało powiedzieć, że dr inż. Adam Sieradzki jest ważnym członkiem grupy badawczej, w której te prace powstały.

W tym przekonaniu utwierdza mnie zwłaszcza opinia prof. Mączki.

Poniżej przedstawiam kilka ważniejszych wyników zawartych w publikacjach habilitacyjnych.

W pracy A1 na podstawie analizy zmian struktury i obserwacji domen wykazano po raz pierwszy że, mieszany związek metalo-organiczny  $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{NaFe}_{0.5}(\text{HCOO})_3]$  jest ferroelastykiem.

Dodatkowo przeprowadzono dokładniejszą analizę danych dielektrycznych, która dostarczyła informacji o zmianie typu relaksacji obserwowanego dipolowego procesu relaksacyjnego towarzyszącego ferroelastycznej przemianie fazowej w tym kryształ (A2).

W pracy A3, dla analogu strukturalnego kryształu  $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{NaFe}_{0.5}(\text{HCOO})_3]$ , gdzie w miejsce Fe podstawiono Cr pokazano, że w mechanizmach ferroicznych przemian

fazowych związków mrówczanowych istotne znaczenie ma podatność sprężysta szkieletu metaloorganicznego a przede wszystkim siła wiązań wodorowych.

W pracy A6 przedstawiono analizę procesów relaksacyjnych dla ferroicznych monokryształów  $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Fe}_{\text{III}}\text{Fe}_{\text{II}}(\text{HCOO})_6]$ , bazując na wynikach spektroskopii dielektrycznej i badaniach strukturalnych. Potwierdzono, że materiał ten w przejściu fazowym ( $T_C = 154\text{K}$ ) przechodzi z paraelektrycznej fazy wysokotemperaturowej do fazy antyferroelektrycznej. Dodatkowo wyodrębniono trzy różne procesy relaksacyjne.

Podobną przemianę obserwowano dla związku z ligandem mrówczanowym z wbudowanym kationem imidazolu, dla którego na podstawie badań strukturalnych, kalorymetrycznych, dielektrycznych oraz spektroskopii Ramana i w podczerwieni wykazano, że w temperaturze 451K występuje przejście fazowe z fazy paraelektrycznej do antyferroelektrycznej (praca A7).

Dla nowego związku metalo-organicznego  $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3][\text{Na}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}(\text{HCOO})_3]$  zasugerowano istnienie własności ferroelektrycznych poniżej  $T_C = 360\text{K}$ . Sugestia ta poparta była obliczeniami z pierwszych zasad, które pozwoliły na określenie wartości polaryzacji spontanicznej (praca A8).

Praca A11 dotyczy otrzymanego po raz pierwszy kryształu MOF z wbudowanym jonom acetamidynowym -  $[\text{CH}_3\text{C}(\text{NH}_2)_2][\text{Mn}(\text{HCOO})_3]$ . Z badań strukturalnych, kalorymetrycznych, dielektrycznych i spektroskopowych wynika, że materiał ten w trakcie ochładzania przechodzi z fazy rombowej  $\text{Imma}$  (grupa punktowa  $mmm$ ) do fazy jednoskośnej o symetrii  $\text{P2}_1/\text{n}$  (grupa punktowa  $2/m$ ) w temperaturze 304 K.

Dodatkowo wykazano, że materiał ten poniżej temperatury 9 K własności ferromagnetyczne.

W Autoreferacie Kandydat stwierdza że faza  $2/m$  jest antyferroelektryczna i jednocześnie pisze, że nie obserwowano w tym materiale prądu piroelektrycznego. Nie powinno to dziwić Autora, a tym bardziej być podstawą wniosku, że materiał nie jest ferroelektryczny. Czy znany jest mu antyferroelektryk centrosymetryczny?

Na zakończenie tej części recenzji zacytuję ze stron 23 i 24 autoreferatu:

*„Wyniki Habilitanta w każdej z prac A1-A11 wniosły istotny wkład w interpretacji procesów odpowiedzialnych za mechanizmy obserwowanych strukturalnych przemian fazowych.”*

Zgadzam się w zasadzie z tą opinią, dodam tylko, że głównie z powodu, iż kryształy MOF nie rosły zbyt duże, często próby ich klasyfikacji były mocno poszlakowe.

### **Podsumowanie**

**W dniu 10.04. 2018 roku baza Web of Science pokazała dla Kandydata 53 publikacje, H = 15 oraz 573 cytowania (w tym 435 pozycji bez autocytowań).**

Biorąc pod uwagę także powyższe stwierdzam, że moja ocena dorobku naukowego oraz rozprawy habilitacyjnej dr. inż. Adama Sieradzkiego jest bardzo pozytywna. Dotychczasowy dorobek naukowy Kandydata mogę ocenić jako spełniający wymogi do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Rozprawa habilitacyjna w formie cyklu 11 publikacji spełnia formalne wymogi określone w *Ustawie* a po wnikliwej analizie mogę stwierdzić, że Autor swoimi pracami wniósł istotny wkład w rozwój badań kryształów MOF. Nie budzą także żadnych kontrowersji oświadczenia współautorów. Dr. inż. Adam Sieradzki to bardzo dobry eksperymentator wykazujący się umiejętnością nawiązywania i prowadzenia współpracy naukowej w kraju i za granicą.

**Podsumowując stwierdzam, że przedstawione przez dr. inż. Adama Sieradzkiego osiągnięcie naukowe pt.: „Mechanizmy ferroicznych przemian fazowych związków metalo-organicznych – badania dielektryczne i kalorymetryczne” oraz dorobek naukowy spełniają kryteria określone w rozporządzeniu MNiSW z dnia 1 września 2011 roku i zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 i dalszymi zmianami (jednolity tekst Dz. U. poz.882 z dnia 3.06.2016) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Całość dorobku naukowego oraz dotychczasowa aktywność naukowa, organizacyjna, dydaktyczna oraz popularyzatorska kwalifikują się do dalszego postępowania o nadanie dr. inż. Adamowi Sieradzkiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych.**