

Prof. dr hab. Mieczysław Budzyński  
Instytut Fizyki UMCS  
Pl. M. Curie-Skłodowskiej 1  
20-031 Lublin  
budzyn@poczta.umcs.lublin.pl

Lublin, 2012.03.07

Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr inż. Artura Błachowskiego pt. „Wpływ domieszek na gęstość spinową i ładunkową w żelazie – badania metodą spektroskopii mössbauerowskiej”.

Dr inż. Błachowski pracuje w Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie na stanowisku adiunkta. Prace doktorską pt. „Wpływ domieszek, mikrostruktury i temperatury na kinetykę przemiany fazowej  $\alpha$ - $\sigma$  w układzie Fe-Cr” obronił z wyróżnieniem na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej AGH w roku 2001. Promotorem był prof. dr hab. Stanisław Dubiel.

Rozprawa habilitacyjna obejmuje czternaście prac zamieszczonych w reprezentatywnych czasopismach fizycznych: Phys. Rev.B- 1, J.Alloys and Comp. -6, phys. stat.sol.(b) -1, Phys. Scr. -1, J. Phys. Chem. Sol. -2, Acta Phys. Pol. A-2, Nukleonika – 1. Poświęcona jest badaniom wpływu domieszek na parametry oddziaływań nadsubtelnych mierzone na jądrach żelaza. Założono, że domieszki lokują się w położeniach atomów żelaza. Domieszkami były głównie pierwiastki typu d, a ich stężenia nie przekraczały 10%. Rozprawa zawiera zarówno obliczenia teoretyczne jak i pomiary eksperymentalne służące weryfikacji zastosowanego modelu oraz wykonanych obliczeń. Problematyka ta była podejmowana przez innych autorów ale w znacznie węższym zakresie bez tak dogłębnej analizy numerycznej. Stopy żelaza przy niskiej zawartości domieszki badane były między innymi przez prof. J.Chojcana, który wyznaczał energię oddziaływania pomiędzy domieszkami.

Stopy otrzymano metoda topienia łukowego przez szybkie zamrożenie ze stanu ciekłego co zwykle zapewnia stochastyczny rozkład domieszek. Stopy Fe-Zn otrzymano z wykorzystaniem reakcji w fazie stałej. Strukturę krystaliczną otrzymanych próbek sprawdzano za pomocą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, zaś rozkład domieszek w skali makroskopowej za pomocą mikrosondy rentgenowskiej. Wnikliwa analiza struktury krystalicznej doprowadziła do wykrycia struktury fraktalnej w stopach Fe-Au. Do badania struktury fraktalnej opracowano specjalny algorytm zwany metodą szorstkości.

Pomiary oddziaływań nadsubtelnych przeprowadzona za pomocą wysokiej jakości spektrometru mössbauerowskiego. Zakład Spektroskopii Mössbauerowskiej Uniwersytetu Pedagogicznego, w którym pracuje dr Błachowski znany jest z działań zmierzających do modernizacji aparatury pomiarowej.

Kilkuprocentowa zawartość domieszek nie zaburza wewnętrznie centrowanej struktury sześcienniej sieci krystalicznej żelaza, co pozwoliło na skoncentrowaniu się na analizie przesunięcia izomerycznego i oddziaływaniach magnetycznych. Tym bardziej, że pomiary wykonano w temperaturze pokojowej. Przyjęto, że wpływ domieszki na przesunięcie izomeryczne i nadsubtelne pole magnetyczne jest addytywny w sensie algebraicznym i proporcjonalny do odległości próbniaka jądrowego od domieszki. Ponadto

założono, że domieszki lokują się w położeniach żelaza i rozkład ich w stopie jest stochastyczny. Pokazano, że pojedyncze domieszki są widziane przez jądro żelaza jeżeli znajdują się one nie dalej niż w trzeciej strefie koordynacyjnej. Domieszki znajdujące się w dalszych strefach koordynacyjnych wnoszą tylko wkład do poziomu tła. Przy tych założeniach wyznaczono wkłady do gęstości elektronowej i elektronowej gęstości spinowej na jądrach żelaza przez atomy znajdujące się w pierwszych trzech strefach koordynacyjnych. Wkłady te wyznaczono dla dwudziestu pierwiastków (domieszek). Wyznaczone wartości są zgodne z wynikami innych autorów dla kilku pierwiastków, dla których dane istnieją w literaturze.

Zaobserwowano duże oscylacje nadsubtelnego pola magnetycznego (gęstości spinowej) i przesunięcia izomerycznego (gęstości ładunkowej) w funkcji  $r/a$  dla domieszki rutenu. Na uwagę zasługuje zmiana parametru porządku  $s$  w funkcji stężenia Cu i Zn w matrycy żelaznej. Szkoda, że nie wyznaczono energii oddziaływania domieszek, co pozwoliłoby porównać ją z wynikami innych autorów i rozszerzyć interpretację tych danych.

Dużą część pracy zajmują obliczenia ab initio. Uzyskane wyniki zasługują na wysoką ocenę. Ścisła korelacja dla domieszek serii d pomiędzy elektronową gęstością spinową a zmianą gęstości ładunkowej potwierdza fenomenologiczny model Miedemy i van der Woude.

Oświadczenia współautorów publikacji, aktywny udział w Ogólnopolskich Seminariach Spektroskopii Mössbauerowskiej oraz kilka jego referatów, które wysłuchałem przekonują mnie do stwierdzenia, iż odgrywał on wiodącą rolę w przygotowaniu publikacji wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej. Sądząc po sposobie przedstawiania tematyki badań, dyskusji i odpowiedziach na pytania posiada głęboką znajomość problematyki naukowej oraz zdolność jasnej i przekonującej prezentacji wyników badań.

## Ocena dorobku naukowego dr inż. Artura Błachowskiego

Dr inż. Błachowski posiada szerokie zainteresowania naukowe. Uczestniczył w badaniach nowej grupy nadprzewodników na bazie żelaza. Zajmował się absorpcją wodoru w Mg i związku UFeGe. Uczestniczył w badaniach związków typu  $\text{REFe}_{14}\text{Si}_3$  oraz  $\text{Ni}_{64}\text{Cu}_9\text{Fe}_8\text{P}_{19}$ . Jego badania przejść fazowych w stalach mają aspekt praktyczny.

Dr inż. A. Błachowski po doktoracie opublikował 41 prac w recenzowanych czasopismach fizycznych w tym; Phys. Rev. B – 3, J. Alloys Comp. 13, Acta Phys. Polon. A – 6, J. Appl Phys. 1, Phy. Scr. 2, phys. stat. sol. b – 1, Nukleonika – 3. Jego sumaryczny impact factor publikacji według listy Journal Citation Reports wynosi 58.5; liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science jest równa 132, zaś indeks Hirscha wynosi 8.

Jego publikacje są znane specjalistom w kraju i za granicą. Jest współautorem 48 pozycji w materiałach konferencyjnych z tego 25 prezentował osobiście w formie ustnej lub w postaci posteru. Wygłosił 11 seminariów w ośrodku krakowskim. Współpracuje z pracownikami; Akademii Górniczo-Hutniczej, Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu, Wojskowej Akademii Technicznej, Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, Laboratory for Solid State Physics ETH Zürich, Institute of Physics, Academy of Science Prague, Department of Physics University of Ottawa, Department of Condensed Matter Physics, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University Prague.

Dr inż. Błachowski był wykonawcą projektu badawczo - rozwojowego nr R15 002 03 (2007-2009) - Spektrometr mössbauerowski oraz spektrometr promieniowania

rentgenowskiego i gamma MsAa-4 do badań materiałowych i zastosowań w ochronie środowiska oraz medycynie. Jego dorobek naukowy oceniam wysoko.

Posiada doświadczenie dydaktyczne. Był promotorem 13 prac licencjackich i 8 magisterskich. W miarę potrzeb włącza się w prace organizacyjne. Był sekretarzem Komitetu Organizacyjnego Ogólnopolskiego Seminarium Spektroskopii Mössbauerowskiej w roku 2008. Uczestniczy w popularyzacji spektroskopii jądrowej oraz energetyki jądrowej.

**W mojej opinii z nadmiarem spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego z fizyki. Wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

*M Budzinski*