

Prof. dr hab. Bogdan Idzikowski
Instytut Fizyki Molekularnej
Polskiej Akademii Nauk
ul. M. Smoluchowskiego 17
61-179 Poznań

Recenzja

dorobku naukowego oraz cyklu publikacji dr Aliny Gil zatytułowanego
„Wpływ pierwiastków *d*- i *p*-elektronowych na struktury magnetyczne
trójskładnikowych związków międzymetalicznych typu RT_xX_2
o strukturze krystalicznej typu $CeNiSi_2$ ”

Dr Alina Gil w roku 1988 ukończyła studia na Wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie obroną pracy magisterskiej na temat właściwości hydroksyapatytu, osadzającego się w aortach podczas starzenia się organizmu człowieka. Najważniejsze rezultaty tej pracy, powstałej pod kierunkiem profesora Andrzeja Szytuły, zostały opublikowane w czasopiśmie „Pathologica” w roku 1992.

Od roku 1988 dr Alina Gil swoje zainteresowania fizyką ciała stałego rozwijała w Instytucie Fizyki Politechniki Krakowskiej i jednocześnie, pod dalszą opieką naukową profesora A. Szytuły, przygotowywała swoją pracę doktorską zatytułowaną „Własności strukturalne i magnetyczne związków międzymetalicznych typu RTX_2 ” (R oznacza lantanowiec, T metal *3d* a X to metaloid). Dysertacja ta, obroniona na Wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w 1994 roku, zawiera nie tylko dane doświadczalne na temat badanych związków, ale również można w niej znaleźć oszacowania wielu parametrów dokonane w oparciu o teorię RKKY i model pola krystalicznego. W szczególności praca dotyczy związków krystalizujących w strukturze typu $CeNiSi_2$, które dla lekkich pierwiastków ziem rzadkich wykazują uporządkowanie ferromagnetyczne, a z ciężkimi tworzą kolinearne struktury antyferromagnetyczne. W jednofazowych związkach mieszanych $Tb_{1-x}Nd_xNiGe_2$ zaobserwowano, w zależności od składu, zmianę rodzaju uporządkowania magnetycznego z antyferromagnetycznego na ferromagnetyczne.

Po doktoracie, pracując od 1998 roku do chwili obecnej w Instytucie Edukacji Technicznej Akademii im. Jana Długosza Częstochowie, Habilitantka nadal zajmuje się badaniem związków międzymetalicznych typu RTX_2 o bardzo podobnych składach do tych

z pracy doktorskiej lecz tym razem pod kątem szczegółowego poznania struktur magnetycznych - między innymi rozszerzając swój warsztat badawczy o technikę rozpraszania neutronów.

Ocena dorobku naukowego

Dorobek naukowy dr A. Gil obejmuje 29 prac z fizyki opublikowanych w recenzowanych czasopiśmie z listy filadelfijskiej o obiegu międzynarodowym oraz 21 doniesień konferencyjnych przedstawianych zarówno w kraju jak i za granicą w formie referatów lub posterów. Prawie wszystkie prace są wieloautorskie lecz w wielu Habilitantka jest pierwszą autorką (autorzy nie są wymieniani w kolejności alfabetycznej). Dorobek ten tworzą prace opublikowane przed doktoratem (6 pozycji) oraz zdecydowana większość po uzyskaniu stopnia doktora (23 pozycje). Jest to dorobek wartościowy, opublikowany w dobrych specjalistycznych czasopiśmie. O randze tych prac świadczy liczba cytowań, która wynosi 113 (nie wliczając autocytowań). Poza tym Habilitantka opublikowała 19 prac w wydawnictwach krajowych, w tym jeden skrypt oraz dwa rozdziały w monografiach.

Tematycznie cały (z wyłączeniem jednej pracy) dorobek dr A. Gil z dziedziny fizyki, dotyczy związków międzymetalicznych zawierających lantanowce. Z analizy zawartości artykułów wynika, że stosowane metody badawcze i sposoby interpretacji ulegały poszerzeniu w miarę systematycznego rozwoju naukowego Habilitantki i Jej stopniowego usamodzielniania się. Dr Alina Gil wyspecjalizowała się w badaniu konkretnej grupy związków typu RTX_2 , wydzielonych z wielu systemów międzymetalicznych syntetyzowanych i badanych w zespole profesora A. Szytuły.

W roku 2002 Habilitantka otrzymała Nagrodę Rektora Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie za wyjątkowe osiągnięcia w pracy naukowej. Posiada również znaczące osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne, poparte wieloma publikacjami spoza fizyki.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Osiągnięcie naukowe dr Aliny Gil, będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, to cykl dziewięciu monotematycznych publikacji pod tytułem „Wpływ pierwiastków *d*- i *p*-elektronowych na struktury magnetyczne trójskładnikowych związków międzymetalicznych typu RT_xX_2 o strukturze krystalicznej typu $CeNiSi_2$ ”. Publikacje te ukazywały się w latach 2003-2013 na łamach następujących czasopiśmie: Journal

of Alloys and Compounds" (3 prace), Journal of Solid State Chemistry (2 prace), Physica B - Condensed Matter, Material Science-Poland, Journal of Magnetism and Magnetic Materials i Journal of Physics: Conference Series (po jednej pracy), jako prace oryginalne.

Zbiór prac [H1-H9] jest spójnym opisem złożonych zjawisk fizycznych zachodzących w wybranych związkach międzymetalicznych zawierających lantanowce, jak również metaloidy. Uzyskane wyniki świadczą o udanym połączeniu możliwości badawczych, jakie dają klasyczne metody pomiarowe, z technikami wykorzystującymi źródła neutronów termicznych. Autorka wykazała kunszt eksperymentatorski i umiejętność doboru technik pomiarowych do realizacji założonych zadań badawczych.

Dr Alina Gil jest pierwszym autorem wszystkich tych prac (w dwóch przypadkach jedynym), co świadczy, że była inicjatorem opisanych pomysłów badawczych lub w dużym stopniu przyczyniła się do powstawania manuskryptów. Moje przypuszczenie znajduje potwierdzenie w treści wszystkich oświadczeń złożonych przez współautorów wymienionych prac. Oświadczają oni, że ograniczali się do pomocy w pomiarach, wykonywaniu niektórych pomiarów na zlecenie, konsultacji i opracowywania końcowej wersji manuskryptów. Na przykład profesor D. Kaczorowski w swoim oświadczeniu podkreśla, że dwie publikacje, których jest współautorem „powstały z inicjatywy i przy zdecydowanie wiodącym udziale dr Aliny Gil”.

W wymienionych pracach opisano, w bardzo szerokim zakresie, własności magnetyczne, strukturę krystaliczną i magnetyczną trójskładnikowych związków międzymetalicznych zawierających lantanowce, metal *d*-elektronowy i pierwiastek *p*-elektronowy. Podjęta tematyka badawcza, dotycząca grup związków o ogólnym wzorze chemicznym RT_xX_2 jest dobrze umiejscowiona w nurcie aktualnych badań naukowych.

Trójskładnikowe związki RTX_2 (R to lantanowiec, T pierwiastek *d*-elektronowy a X = Si, Ge, Sn), zawierające Si mają skład stechiometryczny, natomiast związki z Ge i Sn są niestechiometryczne ze względu na obecność pierwiastka *d*-elektronowego. Związki międzymetaliczne o strukturze typu $CeNiSi_2$ występują na ogół ze zdefektowaną podsicią T. Związki stechiometryczne o tych składach zawierające Ge lub Sn krystalizują odpowiednio w strukturach typu $YIrGe_2$ i $LuNiSn_2$. Stabilność struktury krystalicznej warunkują rozmiary atomów pierwiastków podstawianych za X (Si, Ge, Sn) oraz stopień zapełnienia powłoki *d*-elektronowej pierwiastka T. Atomy pierwiastków ziem rzadkich obsadzają warstwy prostopadłe do najdłuższej osi *b* i są rozdzielone przez warstwy składające się z pozostałych atomów. Warstwowy charakter struktury krystalicznej wpływa na uporządkowanie momentów magnetycznych i warunkuje wiele własności magnetycznych. Na przykład, porównując

strukturalne i magnetyczne własności stechiometrycznego związku $TbNiGe_2$ i niestechiometrycznych składów $TbNi_xGe_2$ obserwuje się między innymi zmniejszenie się stałej sieciowej b i jednocześnie liniowe obniżenie wartości temperatur Néela w funkcji malejącej zawartości niklu. Wyniki badań struktury elektronowej związków międzymetalicznych $RNiX_2$ wykazały, że pasmo $3d$ elektronów Ni znajduje się w pobliżu energii Fermiego. Wprowadzanie defektów strukturalnych powoduje zmniejszenie się gęstości stanów na powierzchni Fermiego. Habilitantka słusznie konkluduje, że efekt ten istotnie przyczynia się do zmiany oddziaływań magnetycznych i jest powodem wzrostu wartości temperatur Néela, pomimo zwiększania się odległości między atomami Tb.

Innym czynnikiem mającym wpływ na porządkowanie momentów magnetycznych jest oddziaływanie z polem krystalicznym. Mimo, że analizę tego zagadnienia przeprowadzono uwzględniając tylko najbliższych sąsiadów, to otrzymano poprawne rezultaty. Ten rezultat stanowi interesujący wkład do zrozumienia istoty zjawisk magnetycznych w badanych związkach.

Istotną częścią recenzowanego cyklu publikacji są wyniki pomiarów neutronowych i ich interpretacja. Stanowią one trwały wkład do fizyki związków międzymetalicznych i systematyzują dane dotyczące struktur magnetycznych.

Uważam, że przedstawione do oceny publikacje, tworzące monotematyczny cykl, zawierają nowe, interesujące wyniki eksperymentalne, które są prawidłowo zinterpretowane w oparciu o istniejące modele teoretyczne i dodatkowo poparte rezultatami obliczeń, uzyskanymi przez Habilitantkę.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe dr Aliny Gil uważam:

- (i) Związki RT_xX_2 z Si krystalizują w składach stechiometrycznych, podczas gdy związki z Ge i Sn nie zachowują stechiometrii ze względu na pierwiastek T. Potwierdzono, że stabilność struktury krystalicznej zależy od średnic atomów X (Si, Ge, Sn) oraz od wypełnienia powłoki d -elektronowej pierwiastka T.
- (ii) Ustalenie, że za własności magnetyczne związków RT_xX_2 odpowiedzialne są wyłącznie lantanowce. Nie zaobserwowano zlokalizowanego momentu magnetycznego na atomach pierwiastków d -elektronowych (wyjątek stanowią związki z Mn).
- (iii) Zaobserwowanie, że w większości związków RT_xX_2 występują kolinearne struktury magnetyczne w warstwach (010) z momentami magnetycznymi uporządkowanymi ferromagnetycznie, a sprzężenie między warstwami jest antyferromagnetyczne.

- (iv) Wykazanie w oparciu o model RKKY, uwzględniając odległości między atomami lantanowca ($\sim 4 \text{ \AA}$), że oddziaływanie pomiędzy zlokalizowanymi momentami magnetycznymi jest wyłącznie pośrednie.
- (v) Przeanalizowanie i wyjaśnienie różnic występujących w strukturach magnetycznych związków międzymetalicznych z Ge i z Sn (przejście od prostej struktury antyferromagnetyczną typu G z momentem magnetycznym skierowanym wzdłuż osi c do zależności kątowej).
- (vi) Wykazanie, że temperatury uporządkowania magnetycznego T_N lub T_C , z wyjątkiem związków RNi_xSn_2 , nie spełniają skalowania funkcją de Gennes'a (brak oczekiwanego maksimum temperatur Néela dla związków zawierających Gd) i określenie wpływu pola krystalicznego na zmniejszenie wartości momentu magnetycznego jonu lantanowca w stanie uporządkowanym.

Wnioski końcowe

Sądzę, że użyte przeze mnie argumenty na temat dorobku naukowego i moja pozytywna ocena osiągnięcia naukowego są podstawą do uznania, że dr Alina Gil ma pełne kwalifikacje do samodzielnej pracy naukowej. Jej wiedza i doświadczenie badawcze oraz umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów naukowych upoważniają mnie do takiej konkluzji. Zawartość merytoryczna monotematycznego osiągnięcia habilitacyjnego (wg analizy oświadczeń współautorów przypisana głównie Habilitantce - we wszystkich publikacjach co najmniej 50%) jest znacząca, jak również znaczący jest całkowity dorobek naukowy poparty licznymi cytowaniami.

Stwierdzam też, że przedstawione do recenzji osiągnięcie habilitacyjne jest istotnym wkładem do dziedziny fizyki ciała stałego (w szczególności magnetyzmu związków międzymetalicznych zawierających lantanowce) i spełnia wszelkie wymagania stawiane przez obowiązującą Ustawę (art. 18a ust. 5) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (z późniejszymi modyfikacjami).

Poznań, dnia 08.07.2015

