

Poznań, 20.11.2015

dr hab. Tomasz Toliński, prof. IFM PAN
Instytut Fizyki Molekularnej
Polskiej Akademii Nauk

**Ocena osiągnięć naukowych, działalności dydaktycznej i organizacyjnej
dr. Jacka Ćwika**

**w związku z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na
podstawie cyklu publikacji pod wspólnym tytułem
„Wpływ modyfikacji składu na właściwości magnetyczne
i magnetokaloryczne wybranych roztworów stałych o strukturze faz Lavesa”**

Informacje ogólne o Kandydacie

Dr Jacek Ćwik uzyskał tytuł mgra inż. inżynierii materiałowej w 1999 roku na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. Tytuł pracy przygotowanej pod opieką promotora dr. Tomasza Chmielewskiego to „Odzysk złota i platynowców z koncentratu flotacyjnego na drodze ługowania cyjankowego”.

W latach 2000-2006 był zatrudniony na stanowisku asystenta w Międzynarodowym Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu, natomiast pracę doktorską obronił w dziedzinie nauk chemicznych w 2006 roku na Wydziale Chemii w Instytucie Chemii Nieorganicznej i Pierwiastków Ziemi Rzadkich Politechniki Wrocławskiej, zajmując się pod kierunkiem doc. dr. hab. Tomasza Palewskiego tematem „Struktura i właściwości fizyczne roztworów stałych $\text{HoNi}_2\text{-MNi}_2$, ($\text{M} = \text{Sc}, \text{Y}, \text{La}, \text{Lu}$)”. Od 2007 roku jest adiunktem w Międzynarodowym Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur gdzie od 2013 roku pełni funkcję kierownika oddziału „Magnetyzmu”.

Jak więc wynika z przebiegu zatrudnienia i etapów kształcenia Habilitanta zajmuję się on tematyką dotyczącą faz Lavesa od roku 2000, a swoją aktywność badawczą skierował na poszukiwania materiałów o dobrych własnościach magnetokalorycznych około 9 lat temu.

Opis i ocena cyklu publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego

Jako osiągnięcie wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014r., poz. 1852) dr Jacek Ćwik wskazał cykl ośmiu publikacji zebrany pod wspólnym tytułem: „Wpływ modyfikacji składu na właściwości magnetyczne i magnetokaloryczne wybranych roztworów stałych o strukturze faz Lavesa”. W swoim autoreferacie za cele badań Habilitant podaje:

1. Znalezienie wspólnych korelacji decydujących o właściwościach magnetycznych i magnetokalorycznych w wybranych pseudo-binarnych roztworach stałych $R_{1-x}R'_xCo_2$ oraz wieloskładnikowych połączeniach typu $(R,R')_{1-x}Gd_xCo_2$ w silnych polach magnetycznych oraz określenie parametrów pozwalających je kontrolować.
2. Zbadanie wpływu modyfikacji składu na właściwości magnetokaloryczne badanych układów.

Zaznaczyć należy, że domieszkowanie, którego dotyczy cel nr 2 jest zasadniczo jednym z parametrów, o których mowa w celu nr 1.

Jako szczegółowe cele dotyczące badanych układów wymienione jest uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

- jak zmieni się ich temperatura uporządkowania magnetycznego T_C ;
- jaki jest charakter przejść magnetycznych;
- czy istnieje i jakie jest stężenie krytyczne przy którym nastąpi zmiana charakteru magnetycznego przejścia fazowego;
- jaki jest wpływ domieszkowania atomami Gd na względne wartości mocy chłodzenia w roztworach $(R_{0,9}R'_{0,1})_{1-x}Gd_xCo_2$;
- jaki jest wpływ domieszkowania atomami Gd na wartości ΔS_{mag} oraz ΔT_{ad} w roztworach $(R_{0,9}R'_{0,1})_{1-x}Gd_xCo_2$; (ΔS_{mag} oraz ΔT_{ad} oznaczają odpowiednio izotermiczną zmianę entropii i adiabatyczną zmianę temperatury)
- czy i w jakim zakresie temperaturowym uzyskane roztwory stałe będą mogły być użyte jako czynnik chłodniczy.

Autoreferat poza danymi formalnymi przedstawia obszernie wprowadzenie dotyczące efektu magnetokalorycznego (**MCE** – magnetocaloric effect) oraz grupy związków, z których wywodzą się układy zbadane przez Habilitanta.

Na wyniki badań opisanych w autoreferacie składa się wspomniane osiem prac. Zostały one opublikowane w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu o IF w przedziale 0,93 – 2,726. Dwie najwyżej punktowane publikacje ukazały się w Journal of Alloys and Compounds (IF=2,726; 35 pkt MNiSW) oraz jedna w Materials Chemistry and Physics (IF=2,234; 35 pkt

MNiSW). We wszystkich dr Jacek Ćwik jest pierwszym autorem, a trzy są pracami samodzielnymi. W swoich oświadczeniach współautorzy potwierdzają dominującą rolę Habilitanta w powstaniu tych publikacji. On sam szacuje swój udział na 80% w publikacjach **H1-H5**, natomiast publikacje **H6-H8** są samodzielne co oznacza 100% wkład Habilitanta. Według oświadczeń współautorów zaplanował on badania, wykonał pracę eksperymentalną, analizę i interpretację rezultatów oraz napisał manuskrypt, a ich rola sprowadzała się do dyskusji i ewentualnie współpracy w redagowaniu publikacji. Pozycja Habilitanta jako pierwszego autora we wszystkich pracach potwierdza rzetelność przedstawionych oświadczeń.

Cykl publikacji przedstawionych przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe łączy główny motyw badań, tzn. poszukiwanie materiałów o korzystnych parametrach magnetokalorycznych oraz jednolita grupa związków poddanych analizie, opartych na wyjściowym układzie binarnym RCO_2 , gdzie R – pierwiastek ziemi rzadkiej. Są to fazy Lavesa dobrze przebadane pod kątem efektu MCE i innych właściwości fizycznych. Jednym z ciekawszych efektów obserwowanych w tych materiałach jest możliwość zmiany rodzaju przejścia fazowego z I na II rodzaju pod wpływem pola magnetycznego lub modyfikacji składu.

Badane wcześniej były również roztwory stałe typu $\text{R}_{1-x}\text{R}'_x\text{Co}_2$ i $\text{RT}_{2-x}\text{Co}_x$, czyli podstawianie dodatkowego jonu ziemi rzadkiej R' lub pierwiastka metalu przejściowego T. Jednym z głównych celów prac Habilitanta było poszerzenie tych badań na układy wieloskładnikowe $(\text{R},\text{R}')_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_2$.

Wszystkie prace **H1-H8** mają podobną strukturę, tzn. omawiają próbki otrzymane w podobnej technologii i poddane podobnej charakterystyce i analizie. Niemniej ze względu na modyfikacje składu pojawiają się różnice we właściwościach. I tak w pracy **H1** przedstawione zostały wyniki pomiarów strukturalnych, magnetycznych i magnetokalorycznych dla $\text{Dy}_{1-x}\text{Gd}_x(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)_2$. Stwierdzono „nieznaczną” wg autorów ilość dodatkowych faz, jednakże sumaryczne 10% wydaje się być istotnym wkładem. Określono rodzaj i temperaturę przejścia fazowego, wartości momentu magnetycznego, magnetyczny wkład do ciepła właściwego oraz podano wartość adiabatycznej zmiany temperatury ΔT_{ad} charakteryzującej MCE. Okazało się, że domieszkowanie dwuskładnikowym GdNi_2 wbrew oczekiwaniom wygasza efekt MCE.

Publikacja **H2** dotyczy roztworu stałego $\text{Dy}_{1-x}\text{Er}_x\text{Co}_2$ ($0 \leq x \leq 0,3$) z przejściem fazowym I rodzaju potwierdzonym w pomiarach magnetometrycznych i ciepła właściwego. Zastępowanie Dy przez Er obniża T_C (138-106K) i nieznacznie poprawia parametry MCE. Największa wartość ΔS_{mag} dla pola magnetycznego 3T wyniosła 13,5 J/kgK dla $x=0,34$.

W publikacji **H3** zostały przedstawione podobne badania dla $\text{Ho}_{1-x}\text{Er}_x\text{Co}_2$ ($0,1 \leq x \leq 0,5$) z T_C w przedziale 72-50 K. Dodatkowo dla tej serii próbek zaobserwowano w niskich temperaturach

reorientację spinową. Największe ΔS_{mag} wynosiło 5,4 J/molK dla $x=0,4$. Nietypowe jest zastosowanie jednostki ΔS_{mag} w odniesieniu do mola substancji. Praca **H4** jest uzupełnieniem pracy **H3** o pomiary ciepła właściwego i wyznaczenie adiabatycznej zmiany temperatury.

Ostatni trójskładnikowy roztwór stały to $\text{Dy}_{1-x}\text{Ho}_x\text{Co}_2$ ($0,1 \leq x \leq 0,5$) z T_C w przedziale 109-130 K (praca **H5**). Dla tej serii również zaobserwowano reorientację spinową, a ΔT_{ad} wyniosło ok. 3 K dla zmiany pola magnetycznego 2 T.

Kolejne publikacje dotyczą domieszkowania gadolinem. W pracy **H6** analizowano $(\text{Dy}_{0,9}\text{Ho}_{0,1})_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_2$ z x w przedziale 0,05-0,15. Gd podnosi T_C od 130 K do 183 K, a $\Delta S_{\text{mag}} = 8,1$ J/kgK (zmiana pola 3 T) i dla $x=0,15$ spada do 4,3 J/kgK. Dostępne silne pola magnetyczne umożliwiły uwiarygodnienie obliczeń momentów magnetycznych pochodzących od atomów ziem rzadkich i metali przejściowych. Dla $x > 0,05$ przejście fazowe I rodzaju zmienia się na przejście fazowe II rodzaju.

Podobną tendencję, tzn. wzrost wartości T_C ale spadek ΔS_{mag} wraz z dodatkiem Gd Habilitant zaobserwował w pracy **H7** dotyczącej $(\text{Dy}_{0,9}\text{Er}_{0,1})_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_2$ ($0,0 \leq x \leq 0,25$). W oparciu o parametry charakteryzujące efekt magnetokaloryczny autor uznał, że użycie tego materiału jako czynnika chłodzącego w zakresie temperaturowym 130-210 K jest wysoce prawdopodobne.

H8 to ostanía praca cyklu, która prezentuje wyniki dla $(\text{Ho}_{0,9}\text{Er}_{0,1})_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_2$ ($0,0 \leq x \leq 0,15$) i podsumowuje wyniki prac **H6-H8**, badania zostały również uzupełnione o pomiary ciepła właściwego.

Podsumowując analizę cyklu prac przedstawionych przez Habilitanta należy podkreślić, że są one spójne tematycznie, analiza jest typowa ale wnosi cenne informacje na temat badanych układów. Uzyskane wartości parametrów magnetokalorycznych są dla większości zbadanych związków niskie lub przeciętne w porównaniu z najlepszymi wynikami literaturowymi ale ciekawa i ważna wydaje się analiza przejść fazowych przeprowadzona między innymi w oparciu o teorię Landaua.

W ramach oceny osiągnięcia naukowego należy stwierdzić, że Habilitant w znacznym stopniu zrealizował założone cele, a przedstawione do oceny prace dostarczyły istotnych danych na temat właściwości badanych serii związków.

Ocena całości dorobku naukowego dr. Jacka Ćwika

Na całkowity dorobek Habilitanta składają się 33 prace odnotowane w bazie Journal Citation Reports (łącznie z pracami stanowiącymi materiał habilitacyjny), w 24 pracach swój udział Habilitant szacuje na 70%-100%. Kolejne 13 prac opublikowanych jest w czasopiśmie z poza bazy JCR. Wśród czasopism można wyróżnić *Journal of Alloys and Compounds* (8 prac), *Journal*

of Applied Physics (2 prace), *Intermetallics* (2 prace). Do roku 2006, czyli do obrony pracy doktorskiej habilitant opublikował ok. 10 publikacji, co oznacza 23 prace w okresie po doktoracie z bardzo dobrą średnią 2,6 pracy ujętej w JCR na rok.

Zarówno liczba cytowań wynosząca 76 (34 bez autocytowań) jak i niski Indeks Hirscha wynoszący 6 świadczą o niskim zainteresowaniu innych autorów pracami Habilitanta, ale można zauważyć tendencję wzrostową, a 18 spośród 33 prac to publikacje stosunkowo nowe, opublikowane w latach 2010-2015.

Habilitant był wykonawcą w 9 międzynarodowych projektach badawczych, głównie fundowanych przez „*The Russian Foundation for Basic Research*”. W żadnym projekcie nie pełnił funkcji kierownika projektu, co jest istotnym kryterium oceny samodzielności naukowej Kandydata w procedurze habilitacyjnej. Jednakże zwrócić uwagę należy na pełnioną przez niego funkcję kierownika grupy badawczej zajmującej się magnetyzmem w Międzynarodowym Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu oraz kierowanie tematem badawczym „Badania materiałów o znacznych efektach wywołanych polem magnetycznym” finansowanym wspólnie przez Polską Akademię Nauk, Rosyjską Akademię Nauk i Bułgarską Akademię Nauk. W latach 2014-2016 Habilitant uczestniczył w międzynarodowym programie „CEI PRAISE” (Programme to Promote Research and Innovation through Centres and Groups of Scientific Excellence in CEI Member Countries).

Dr Jacek Ćwik wygłosił jeden wykład plenarny na krajowej konferencji oraz dwa referaty na konferencjach międzynarodowych. Prezentował 20 plakatów konferencyjnych.

Habilitant odbył 6 krótkich staży zagranicznych, najdłuższy 3 miesięczny pobyt miał miejsce w IFW w Dreźnie (grupa prof. Gutfleischa), pozostałe wyjazdy to 2-3 tygodniowe pobyty we współpracujących instytutach w Moskwie i jeden również w Dreźnie. Znaczna liczba krótkich staży kompensuje zauważalny brak dłuższego, np. rocznego stażu zagranicznego. Współpracę dr. Jacka Ćwika z wieloma ośrodkami krajowymi i zagranicznymi oceniam bardzo pozytywnie.

Za wybitne osiągnięcia naukowe Habilitant oraz prof. Tomasz Palewski, prof. Henryk Drulis oraz współpracownicy z Instytutu Metalurgii w Moskwie prof. Gennady Burkhanov i dr Irina Tereshina otrzymali nagrodę przyznawaną wspólnie przez Polską oraz Rosyjską Akademię Nauk.

Na istotną aktywność naukową Habilitanta składają się szeroka współpraca krajowa i zagraniczna, udział w projektach krajowych i międzynarodowych oraz kierowanie działalnością oddziału „Magnetyzmu” w Międzynarodowym Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu. Oceniam więc aktywność naukową dr. Jacka Ćwika pozytywnie.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Działalność dydaktyczna Habilitanta ogranicza się głównie do opieki naukowej nad użytkownikami urządzeń Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur, zarówno z kraju jak i z zagranicy. Wynika to z czysto badawczego charakteru Laboratorium. Opiekował się również studentami i stażystami. Za osiągnięcie o charakterze naukowo-organizacyjnym można również uznać budowę przez Habilitanta kilku stanowisk pomiarowych, w szczególności koordynowanie uruchomienia stanowiska do pomiarów MCE metodą bezpośrednią. Umiejętność tworzenia nowego warsztatu pracy zasługuje na szczególne uznanie.

Habilitant nie wykazał się istotnym udziałem w komitetach organizacyjnych konferencji, komitetach redakcyjnych itp. Do działalności organizacyjnej można jednak zaliczyć udział w posiedzeniu Rady Naukowej Międzynarodowego Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur PAN oraz pełnienie funkcji kierownika oddziału „Magnetyzmu”.

Ważnym elementem działalności Dr. Jacka Ćwika jest jego aktywne członkostwo w Grupie Smart Materials Lab, kierowanej przez prof. Ludwiga Schultza z IFW w Dreźnie. Grupa ta zajmuje się pracami nad inteligentnymi materiałami i ich aplikacjami.

Wniosek końcowy

Habilitant przedstawił cykl 9 publikacji, spójnych tematycznie, w powstaniu których pełnił wiodącą rolę, również w pozostałych pracach składających się na dorobek naukowy pełnił on najczęściej rolę lidera. Analiza wyników prezentowanych w publikacjach świadczy o ugruntowanej wiedzy Habilitanta w dziedzinie fizyki fazy skondensowanej, a w szczególności wiedzy o związkach wykazujących efekt magnetokaloryczny. Za najważniejsze osiągnięcia dr. Jacka Ćwika uważam analizę przejść fazowych i zmiany ich charakteru pod wpływem różnych czynników, np. domieszkowania oraz określenie dla badanych materiałów tych roztworów stałych, które mogą być użyte jako czynnik chłodniczy.

Podsumowując swoją opinię stwierdzam, że dorobek publikacyjny Habilitanta, pełnienie przez niego funkcji kierownika oddziału „Magnetyzmu”, udział w licznych projektach oraz szeroka współpraca krajowa i zagraniczna potwierdzają samodzielność naukową Kandydata, a więc dr Jacek Ćwik spełnia formalne i merytoryczne wymagania stawiane ustawowo habilitantom. Wobec powyższego wnoszę o dopuszczenie dr. Jacka Ćwika do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Tomasz Toliński