



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ FIZYKI TECHNICZNEJ  
I MATEMATYKI STOSOWANEJ

**Katedra Fizyki Ciała Stałego**

**prof. dr hab. inż. Jarosław Rybicki, prof. zw. PG**

Gdańsk, dn. 20 września 2018 r.

**Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Malwiny Pilarskiej zatytułowanej:  
„Badanie metodami Elektronowego Rezonansu Magnetycznego i Stałoprądowej Podatności  
Magnetycznej układu FeVO<sub>4</sub>-Co<sub>3</sub>V<sub>2</sub>O<sub>8</sub>”**

Praca doktorska mgr inż. Malwiny Pilarskiej wykonana została na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, pod kierunkiem prof. Nikosa Guskosa, lidera rozpoznawalnej i cenionej w świecie szkoły badań magnetycznych właściwości materiałów. Zainteresowania naukowe promotora wyznaczyły w decydujący sposób przedmiot i zakres przeprowadzonych przez doktorantkę rozległych badań eksperymentalnych: rozprawa dotyczy badań metodami rezonansu magnetycznego i podatności magnetycznej wybranych związków wielofazowych, w tym przypadku w układzie Co-Fe-V. W pracy zbadano statyczne i dynamiczne właściwości magnetyczne materiałów wielofazowych o stechiometrii początkowej  $n\text{FeVO}_4-(1-n)\text{Co}_3\text{V}_2\text{O}_8$ . Uzyskanie zależności temperaturowej magnetyzacji w zakresie niskich temperatur w trybach FC i ZFC i ich interpretacja pozwoliła wykazać występowanie w badanych związkach stanów paramagnetycznych i superparamagnetycznych oraz zjawiska frustracji magnetycznej. Wybór tematu pracy jest jak najbardziej uzasadniony i trafny, wpisuje się on bowiem w aktualne trendy poszukiwań nowych materiałów o właściwościach, często unikatowych, pożądanym w zastosowaniach technologicznych (materiały katalityczne, elektrodowe, magnetyczne, czy magneto-elektronooptyczne).

Recenzowana rozprawa doktorska liczy 126 stron, wliczając spis oznaczeń, wykaz literatury, zawierający 61 starannie dobranych pozycji, spis ilustracji, spis tabel oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. W bibliografii znajdujemy (chyba) wyłącznie artykuły szczegółowe, opublikowane w czasopismach specjalistycznych. Szkoda, że nie podano choć kilku podstawowych monografii, wydanych w formie książkowej.

Uwagi dotyczące wyżej wymienionych materiałów "dodatkowych":

- w podziękowaniach występuje częsty (niestety) błąd gramatyczny: polsko-brzmiące nazwiska podlegają deklinacji, autorka dziękując np. Januszowi Typkowi nie powinna dziękować Janusz Typek, tylko Januszowi Typkowi.

- Rozdział 7 nosi tytuł "Bibliografia". Sekcję 7.1 faktycznie stanowi spis literatury, ale sekcje 7.2 i 7.3 (spis ilustracji i spis tabel) raczej bibliografii nie stanowią.

Rozprawa napisana jest w języku polskim. Terminologia naukowa jest poprawna, a język prosty, precyzyjny i zrozumiały. Nie brak jednak drobnych błędów i niezręczności. Oto jeden wybrany losowo przykład: Str. 8: „materiały ... używane w elektryce....” – co to jest elektryka? W dwóch miejscach pojawia się temperatura -55 K (!).

Praca wyraźnie podzielona jest na dwie części, a dokładniej dwa rozdziały, poprzedzone wstępem, w którym autorka zwięźle przedstawia tło swoich badań oraz formułuje cel pracy i spodziewane wyniki.

Pierwsza część (Rozdział 1) obejmuje przegląd literaturowy: opisane są struktury krystaliczne howardewansytu i lionsytu (odpowiednio  $M_3Fe_4V_6O_{24}$  i  $Co_4Fe_3,33V_6O_{24}$ ) w paragrafie 2.1 oraz właściwości magnetyczne związków  $M_3Fe_4V_6O_{24}$  w paragrafie 2.2. Przegląd literatury napisany jest rzetelnie, zwięźle, a odnośniki do literatury wskazują najważniejsze publikacje do chwili obecnej (do 2016). Brak informacji z jakiego źródła pochodzą ilustracje struktur krystalicznych.

Druga część (Rozdział 2) zawiera w większości oryginalne wyniki Autorki. Jedynie około 10 pierwszych stron Rozdziału 2 stanowi konieczny opis technologii wytwarzania próbek (o ile można się domyślać, Autorka nie brała bezpośredniego udziału w ich przygotowaniu) i stosowanych metod pomiarowych. Dalszych około 70 stron wypełniają oryginalne wyniki Autorki oraz ich omówienie, kolejno widm EPR/FMR (4.1) i magnetyzacji DC (4.2).

W mojej opinii najciekawsze (i najważniejsze) wyniki Doktorantki to te, które mają charakter ogólny:

- stwierdzenie faktu występowania (koegzystencji) kilku różnych faz magnetycznych,
- stwierdzenie występowania silnego oddziaływania antyferromagnetycznego dla materiałów z niską zawartością żelaza, zanikającego wraz ze wzrostem koncentracji Fe (co nie jest oczywiste),
- stwierdzenie występowania znaczącej histerezy magnetycznej we wszystkich materiałach Co-Fe-V-O,
- stwierdzenie obowiązywania prawa Curie-Weissa w zakresie wysokich temperatur.

Nie oznacza to wcale, że ogromna ilość zebranych wyników szczegółowych jest mało wartościowa - choć adresowana do węższego grona odbiorców - pula, z pozoru przypadkowych, liczbowych wartości parametrów fizycznych jest podstawą wszelkich obliczeń inżynierskich.



"Wartość dodatkową" stanowi pokazanie (kolejne potwierdzenie), że standardowe badania dyfrakcyjne nie wystarczają do wyznaczenia struktury złożonych struktur wielofazowych i konieczne jest komplementarne użycie innych technik - badania magnetyczne są tu bardzo dobrym przykładem.

Przedłożona do oceny rozprawa w pełni dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Autorkę, świadczy o jej znacznej wiedzy fizycznej, pracowitości i umiejętności rzetelnego, jasnego i krytycznego prezentowania wyników swoich badań.

Zebrane wyniki stanowią w istocie cenną bazę danych nt. właściwości magnetycznych spieków  $n\text{FeVO}_4-(1-n)\text{Co}_3\text{V}_2\text{O}_8$ . Autorka jednak słabo zadbała o autopromocję. W bibliografii rozprawy cytowana jest tylko jedna publikacja Autorki (z Acta Physica Polonica), nie ma tam kilku innych współautorskich prac, związanych tematycznie z rozprawą (np. z Journal of Physics and Chemistry of Solids 115 (2018) 156–161, Materials Science-Poland, 34(3), 2016, pp. 517-522, czy Applied Magnetic Resonance (2018) (pomijając kilka drobniejszych publikacji).

Ponadto czytając rozprawę czekałem (niestety bez rezultatu) na informację o adresie sieciowym do bazy wyników. Stworzenie takiej bazy nie stanowiłoby żadnej trudności, interfejs użytkownika mógłby być nadzwyczaj prosty (wyświetl obrazek, ściągnij dane numeryczne, odpowiadające krzywym z obrazka). Możliwość pobierania danych liczbowych umożliwiłaby wykorzystywanie ich przez innych badaczy do ewentualnej obróbki numerycznej. Brak publikacji internetowej wyników znacznie obniża ogólnodostępną dostępność do starannie zebranych przez Autorkę danych. Nawet opublikowanie w internecie PDFa całej rozprawy nie rozwiązuje problemu ogólnodostępności do wyników (rozprawa jest napisana po polsku).

W konkluzji oceny stwierdzam, że przedłożona praca pt. „Badanie metodami Elektronowego Rezonansu Magnetycznego i Stałoprądowej Podatności Magnetycznej układu  $\text{FeVO}_4\text{-Co}_3\text{V}_2\text{O}_8$ ” spełnia wymagania stawiane przez obowiązującą ustawę pracom na stopień doktora i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Malwiny Pilarskiej do dalszego toku przewodu doktorskiego.

