



Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. Stanisława Staszica  
Wydział Fizyki i Informatyki  
Stosowanej  
Katedra Fizyki Ciała Stałego

Al. Mickiewicza 30  
30-059 Kraków  
tel.(48) (12) 617 38 19  
fax (48) (12) 634 12 47

---

prof. dr hab.inż. Zbigniew Tarnawski

e-mail: [tarnawsk@agh.edu.pl](mailto:tarnawsk@agh.edu.pl)

---

Kraków, 16 09 2015

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Chrobaka pt:  
**„Zjawiska krytyczne w nadprzewodnikach wysokotemperaturowych”**

Praca doktorska p. Macieja Chrobaka obejmuje wyniki eksperymentalnych badań nadprzewodników wysokotemperaturowych (NWT) należących do trzech różnych serii otrzymanych w postaci litej, cienkowarstwowej oraz dla porównania w postaci komercyjnej taśmy nadprzewodzącej. Badanie te, poświęcone głównie badaniom właściwości stanu krytycznego i roli fluktuacji stanowią kontynuację i rozwinięcie systematycznych badań tych związków prowadzonych w Katedrze Fizyki Ciała Stałego WFliS AGH.

Praca liczy 155 stron, uwzględniając streszczenie, spis symboli i spis literatury zawierający 126 poz. W czterech rozdziałach (numerowanych od 2-go do 5-go), zawarto wyniki badań, przy czym część teoretyczna jest w miarę potrzeby wpleciona w treść prezentowanych wyników. Rozdział szósty stanowi posumowanie i wnioski.

W rozdziale 2 autor przedstawił strukturę badanych NWT oraz opis teoretyczny zależności szerokości oporowego przejścia nadprzewodzącego od pola magnetycznego, ilustrowany własnymi wynikami lub wynikami uzyskanymi we wcześniejszych badaniach zespołu.. Systematyczne pomiary dla różnych orientacji pola magnetycznego względem cienkiej warstwy talowego nadprzewodnika pozwoliły na porównanie z dwoma modelami teoretycznymi wykazując ich adekwatność. Wyniki te zostały przez autora opublikowane. W rozdziale tym autor także przedstawia opis teoretyczny stanu i dynamiki worteksów w strukturze warstwowej NWT umożliwiającą w pomiarze namagnesowania wyznaczenie transportowego prądu krytycznego.

Rozdział 3-ci, poświęcony badaniom fluktuacji krytycznych w nadprzewodnikach WNT zawiera krótki opis teorii Landaua ciągłych przejść fazowych oraz wprowadza wykładniki krytyczne a także omawia wpływ fluktuacji na ich wartość w tzw. obszarze krytycznym w pobliżu przejścia do stanu nadprzewodzącego. Zawiera także opis sposobu analizowania fluktuacji krytycznych w pomiarze przewodności w pobliżu przejścia do stanu nadprzewodnictwa.

W rozdziale 4 autor przedstawia szczegółowo preparatykę próbek badanych w pracy, w tym dwóch technik cienkowarstwowych – impulsowej ablacji laserowej oraz rozpylania katodowego. Prezentuje także aparaturę i sposób przygotowania próbek do pomiarów podatności i oporności, w tym trudny proces otrzymania nisko omowych kontaktów elektrycznych. W związku z technologią otrzymywania próbek nasuwają się dwa pytania: Czy i w jakim stopniu wielofazowość próbek bizmutowych wpływa na szerokość przejścia, sztucznie poszerzając obszar dopasowań oraz drugie pytanie; Czy jakąś inną metodą był potwierdzony fakt całkowitej „talizacji” próbek talowych. Nawet kilkukrotne mielenie i kalcynacja w przypadku YBCO czy próbek „bizmutowych” jest konieczna by uzyskać dobrą jakość i pewną powtarzalność (w granicy 1-2 K) podczas gdy dla próbek „talowych” próbki tylko stykają się przez dość krótki czas.

Rozdział 5 zawiera wyniki pomiarów oraz analizę i dyskusję otrzymanych wyników badań. Autor szczegółowo porównał trzy metody wyznaczenia parametru krytycznego dla głębokości wnikania  $\lambda$  wykorzystując wyniki uzyskane dla cienkiej warstwy YBCO na podłożu MgO. Wskazał zalety i ograniczenia metod i wybierając właściwe dla dalszych analiz i wyznaczył zależność parametru krytycznego  $\lambda$  w funkcji temperatury i pola magnetycznego do 9 T dla wytworzonej warstwy oraz dla porównania dla komercyjnej taśmy nadprzewodzącej. Analogiczne pomiary zostały wykonane dla pozostałych nadprzewodników z grupy bizmutowych i talowych a także szczegółowa analiza zależności prądów krytycznych oraz wykładnika krytycznego  $\lambda$  od temperatury oraz pola magnetycznego. Wyznaczone zależności niestety nie wykazały systematyczności umożliwiającej wyciągnięcie ogólnych wniosków poza stwierdzeniem o zmianie wymiarowości fluktuacji krytycznych i przejście ich do fluktuacji o charakterze gaussowskim w miarę oddalania się od temperatury przejścia nadprzewodzącego. Wynika to, moim zdaniem, nie tylko faktu, że badane były różne rodziny NWT, ale przede wszystkim z ich struktury ziarnistej, w której

obszary na styku ziaren silnie zależą od technologii. W szczególności nie jest jasne czy próbka z rodziny talowej o zawartości Gd 0.2 (w porównaniu z 0.1 i 0.3) posiadająca najlepsze właściwości nadprzewodzące, biorąc za kryterium temperaturę i szerokość przejścia nadprzewodzącego, jest taka, gdyż zawartość Gd jest bliższa optymalnej, czy też jest to efekt przypadkowego rozrzutu właściwości typowego dla tych materiałów. Proszę o ustosunkowanie się do tego.

Mimo, że nie widzę dużych możliwości wykorzystania otrzymanych wyników w praktyce, w szczególności wyznaczone dla poszczególnych materiałów zależności parametrów krytycznych nie są wygodną podstawą do oceny jakości tych materiałów, uważam pracę mgr M. Chrobaka za cenną z poznawczego punktu widzenia i wnoszącą nową wiedzę do sposobu analizy zależności przewodnictwa i podatności magnetycznej w pobliżu przejścia do stanu nadprzewodzącego. Wyniki badań zostały już opublikowane w 4 pracach w czasopiśmie międzynarodowym, co zasługuje na podkreślenie. Autor wykazał się dużą samodzielnością w badaniach eksperymentalnych i interpretacji otrzymanych wyników i mam nadzieję, będzie mógł kontynuować pracę w nauce.

Praca została wykonana starannie z edytorskiego punktu widzenia. Uwaga redakcyjna: wykres 5.4 jest powtórzeniem wykresu 5.1, moim zdaniem niepotrzebnym. Na str. 46 dwukrotnie pomyłono cm i mm. Niewłaściwe jest użycie trzech różnych jednostek ciśnienia w odniesieniu do próżni osiągniętej w aparaturze (mbar), ciśnienia argonu (Pa) i ciśnienia parcjalnego tlenu (torr), nawet jeśli mierniki są wyskalowane w takich jednostkach. Zauważono kilka błędów edytorskich, kilkanaście literówek, które nie umniejszają wysokiej oceny przedstawionej rozprawy doktorskiej.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska p. mgr. inż. Macieja Chrobaka w zupełności spełnia wymagania ustawowe stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie jej autora do publicznej obrony.

*Abiegław Tarcański*