

ВИСНОВОК

наукового керівника щодо виконання
індивідуального плану наукової роботи, індивідуального навчального плану та роботи над
дисертацією Коробкова Максима «Електротранспорт ВТНП купратів системи $YBaCuO$ в
умовах екстремальних зовнішніх впливів»,
яка подається на здобуття ступеня доктора філософії
із галузі знань 10 — Природничі науки
за спеціальністю 104 - «Фізика та астрономія»

Коробков Максим Вікторович у 2019 році закінчив Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна за спеціальністю « Фізика та астрономія» і в 2021 році вступив до аспірантури кафедри фізики низьких температур фізичного факультету. Освітня складова (40 кредитів С КСТ) індивідуального плану Коробкова М.В. виконана вчасно та у повному обсязі.

Коробкову М.В. була поставлена наукова задача встановлення впливу експериментальних зовнішніх чинників на процеси переносу заряду та розсіювання його носіїв у ВТНП – сполуках сімейства $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ та $Y_{1-z}Pr_zBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ у широкому інтервалі температур, магнітних полів і високих тисків; вивчення розподілу дефектів мікроструктури, а також встановлення фізичних особливостей і механізмів релаксації цих дефектів. Досліджувана сполука є надпровідником 2 роду, її електрична провідність та анізотропія провідності в температурному інтервалі від області температур надпровідного стану до кімнатних температур є чутливою до структурних змін кристалічної ґратки. Ступінь допування празеодимом впливає на кристалічну структуру сполуки й кардинальним чином змінює механізми електричної провідності монокристалів $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$. З іншого боку, вплив високого тиску і створення додаткових дефектів різної морфології в широкому концентрацій домішок титану також впливає на вказані властивості досліджуваної речовини. У дисертаційній роботі досліджені закономірності та механізми впливу магнітного поля і високого тиску на структуру і процеси електропереносу у сполуках системи 1 – 2 – 3 на основі сучасних уявлень про природу провідності в шаруватих кристалічних сполуках ВТНП.

Незважаючи на досить велику кількість наукових праць, присвячених вивченню впливу різного роду чинників на електротранспорт в системі $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, у науковій літературі майже відсутні праці, в яких описані результати досліджень щодо вивчення впливу празеодиму і домішок титану на анізотропію процесів розсіювання носіїв заряду як у нормальному стані, так і поблизу надпровідного переходу, псевдощільнину і флуктуаційну аномалію, а також некогерентний електротранспорт. Оскільки, відповідно до сучасних уявлень, саме ці незвичайні фізичні явища, що спостерігаються у ВТНП – сполуках у нормальному (не надпровідному) стані, є важливими для розуміння фізичної суті мікроскопічної природи ВТНП, яка ще залишається нез'ясованою, незважаючи на більш ніж 40 – річну історію інтенсивних теоретичних і експериментальних досліджень, проведених в цій галузі фізики твердого тіла.

Прикладання високого тиску до ВТНП-сполук різного складу дає можливість не тільки перевіряти адекватність численних теоретичних моделей, але і окреслювати

емпіричні шляхи підвищення їх критичних характеристик. Створення ансамблю дефектів заданої концентрації та природи відкриває можливості керування, зокрема, електротранспортними властивостями зразка як у нормальному, так і в надпровідному станах. Враховуючи перспективу використання високотемпературних надпровідників в якості надчутливих датчиків та ліній передачі електричного струму з малими втратами енергії, що працюють в інтервалі температур кипіння рідкого азоту, створення так званої «керованої» дефектної структури у надпровіднику має значне фундаментальне та практичне значення. Внаслідок складності будови досліджуваної сполуки, визначення розподілу дефектів по об'єму зразка, стабільності дефектного складу та залежності транспортних параметрів від виду дефектів кристалічної структури у широкому інтервалі температур потребує значних експериментальних зусиль.

У ході виконання дисертаційної роботи було досліджено і встановлено фізичні закономірності динаміки переносу заряду і магнітного потоку в ВТНП-сполуках системи $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ і $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ під дією температури, магнітного поля і високого тиску, а також досліджено процеси електропереносу і механізми розсіювання носіїв струму в сполуках $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ в умовах дії зовнішніх чинників. У підсумку було отримано такі наукові результати:

1. Збільшення ступеня допування празеодимом в зразках $Y_{1-z}Pr_zBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ призводить до посилення ефектів локалізації та реалізації в системі переходу виду метал-діелектрик, який завжди переує надпровідному переходу. При цьому збільшення концентрації празеодиму приводить до істотного зміщення точки переходу T_{md} в область більш низьких температур, що, вірогідно, пов'язано зі збільшенням частки напівпровідникового вкладу в провідність експериментальних зразків. Температурна залежність анізотропії електроопору $\rho_c/\rho_{ab}(T)$, на відміну від $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, добре описується за допомогою універсального «закону 1/2» для термоактиваційної стрибкової провідності.
2. Експериментальна температурна залежність електричного опору монокристалічного ВТНП $Y_{0.66}Pr_{0.34}Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ у нормальному стані (та отримана з неї похідна $dp(T)/dT$ повністю відповідають моделі розсіювання носіїв заряду на фонах та домішках (модель Блоха-Грюнайзена) в інтервалі гідростатичних тисків 0–1 ГПа. Флуктуаційна провідність, отримана як різниця між експериментальними значеннями та екстрапольованими за допомогою моделі Блоха-Грюнайзена величинами, з хорошою точністю описується моделлю Лоуренца-Доніаха з урахуванням неоднорідності зразка.
3. Встановлено, що прикладання постійного магнітного поля до зразків $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ з домішкою титану, на відміну від аналогічних, бездомішкових зразків, приводить до розмиття додаткового паракогерентного переходу на температурних залежностях надлишкової провідності в базисній ab -площині в області резистивних переходів в надпровідний стан. Це може бути наслідком впливу об'ємного пінінгу, зумовленого наявністю в структурі експериментального зразка фазових включень, які формуються при внесенні домішки титану. Внаслідок

цього, при температурах нижче критичної $T < T_c$, відбувається пригнічення динамічного фазового переходу виду вихрова рідина – вихрова решітка та формування в системі переходу виду вихрова рідина – вихрове "бреггівське" скло. Безпосередньо поблизу T_c ФП задовільно описується тривимірною моделлю Асламазова-Ларкіна для надпровідних шаруватих систем.

Окремо зазначу, що дослідження аспіранта Коробкова М.В. виконувались в межах підтримки програми Європейської Спільноти Horizon 2020 у рамках гранту № 644348. Робота також підтримана проектами МОН України № ДР 0116U000827 і № ДР 0111U010546.

Під час навчання в аспірантурі Коробков М.В. набув низку фахових та допоміжних компетентностей, необхідних для науково-дослідної діяльності. Серед них знання щодо особливостей електротранспорту в новітніх надпровідних матеріалах поліфункціонального призначення; організації проведення наукових досліджень у цій галузі

Результати підготовленої Коробковим М.В. дисертаційної роботи є оригінальними дослідженнями, що опубліковані у провідних міжнародних виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus і фахових вітчизняних виданнях.

В межах дисертаційної роботи, поставлена задача встановлення впливу експериментальних зовнішніх чинників на процеси переносу заряду та розсіювання його носіїв у ВТНП – сполуках сімейства $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ та $Y_{1-z}Pr_zBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ у широкому інтервалі температур, магнітних полів і високих тисків; вивчення розподілу дефектів мікроструктури, а також встановлення фізичних особливостей і механізмів релаксації цих дефектів, розв'язна. Висновки дисертаційної роботи є статистично достовірними та науково обгрунтованими. Отримані результати добре узгоджуються з даними інших дослідників. Вважаю, що наукова складова індивідуального плану роботи аспірантки Коробкова М.В. виконана в повному обсязі та на високому рівні.

Науковий керівник, доктор
фізико-математичних наук,
професор

Руслан ВОВК

Підпис Руслана Вовка засвідчую
Начальник відділу кадрів
Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна,

