

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Рабадановой Аиды Энверовны «Связь электросопротивления с термической деформацией решетки YBCO при переходе в сверхпроводящее состояние», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Актуальность работы

Очевидно, что разработке природоподобных технологий получения функциональных материалов и изделий из них, предшествует решение проблем, требующих фундаментальных знаний о природе формирования соответствующих структур и свойств конденсированных сред. Знание природы формирования высокой проводимости и сверхпроводимости ВТСП - материалов существенно повысило бы эффективность наделения их востребованными на практике характеристиками. В связи с чем, результаты исследования корреляций свойств ВТСП, установленных в работе А.Э. Рабадановой на основе экспериментальных данных, актуальны.

Основные научные результаты их обоснованность и достоверность

В диссертационной работе А.Э. Рабадановой представлены результаты экспериментальных исследований связи температурных зависимостей электросопротивления и теплового расширения на одних и тех же многофазных керамических и монокристаллических образцах на основе YBCO при переходе в сверхпроводящее состояние. Установлено, что непосредственно перед переходом в сверхпроводящее состояние в нулевом магнитном поле, как правило, решетка сжимается, а сам переход сопровождается ростом объема (скачком), превосходящим сжатие примерно в три раза. Показано, что серединные значения T_c , установленные по данным температурных зависимостей электросопротивления и теплового расширения согласуются для всех основных сверхпроводящих фаз. Достоверность этого факта в том, что значения T_c определялись

по результатам исследования температурных зависимостей электросопротивления, теплового расширения и теплоемкости, полученным в трех разных лабораториях для одних и тех же образцов. Сведения о положительной стрикции объема в области сверхпроводящего перехода ВТСП, в том числе для оптимально допированного однофазного YBCO, в литературе приводятся, однако этот эффект не обсуждается в плане одной из возможных причин возникновения явления сверхпроводимости. В настоящей работе отмечается что, резкий рост объема непосредственно при переходе приводит к резкому снижению значения волнового вектора Ферми, что возможно связано с образованием сверхпроводящей щели. Во второй главе указывается на возможность возникновения зарядовых возбуждений в процессе деформации решетки, в связи с чем, выполнен корреляционный анализ температурных коэффициентов электросопротивления и теплового расширения до сверхпроводящего перехода. Установлены линейные корреляции между этими параметрами (коэффициенты корреляции близки к единице) выше и ниже температуры перехода в псевдощелевое состояние. Этот факт позволил высказать предположение о значимости роли деформации решетки в формировании энергетического спектра зарядовой подсистемы YBCO в области перехода в сверхпроводящее состояние. Показана противоположность знаков экстремумов, определяемых по производным температурных зависимостей электросопротивления и теплового расширения по температуре в области сверхпроводящего перехода.

Автором изготовлены оптимально допированные микрокристаллические многофазные образцы YBCO с различной шириной перехода, где явно проявляются доминирующие фазы с различным содержанием допанта (атомов кислорода). Полученные микрокристаллические образцы имеют текстуру роста кристаллитов преимущественно в направлении параметра c (свидетельство регистрации НОУ-ХАУ №82 «Получение текстурированного микрокристаллического порошка соединения $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ » от 29.09.2022). Это позволило

установить изменения положений пиков на рентгенограмме, соответствующих этому направлению, в зависимости от температуры. Монодоменный образец с низким уровнем допирования был дополнительно насыщен лабильным кислородом в микрокристаллическом порошке оптимально допированного YBCO. В работе подробно описана методика исследования температурной зависимости сопротивления образцов. Достоверность и обоснованность всех полученных данных для анализа корреляций не вызывают сомнения. Представленные данные согласуются с имеющимися в литературе сведениями и не противоречат признанным положениям теории и практики рассматриваемых вопросов.

Новизна результатов, значимость их для практики

Результаты исследования корреляции температурных зависимостей электросопротивления и теплового расширения для YBCO в нормальном состоянии и при переходе в сверхпроводящее состояние являются новыми. Установлено, что для образцов, содержащих несколько сверхпроводящих фаз с различной стехиометрией, в непосредственной близости к соответствующим значениям T_c каждой фазы наблюдается сжатие, а затем резкий положительный скачок объема при этих температурах.

Результаты, полученные в работе, могут быть использованы для развития теории проводимости, а также при прогнозировании и создании сверхпроводящих материалов с заданными характеристиками.

Работа не лишена недостатков

1. В работе недостаточно полно приведено описание процедур количественной оценки положения пиков на дифрактограммах, а также определения температурных коэффициентов электросопротивления и теплового расширения.

2. Приведены экспериментальные данные по температурным зависимостям сопротивления и теплового расширения для четырех образцов, а корреляционный анализ этих свойств в нормальном состоянии представлен только для двух.
3. В литературном обзоре неполно освещены вопросы измерения температурного расширения сверхпроводников, особенно это касается работ, выполненных в последние годы.
4. Кроме того, в работе есть ряд неточных формулировок, например, на страницах 65 и 115.

В прочем, все отмеченные недостатки являются значительными и не могут повлиять на высокую оценку представленной диссертационной работы.

Заключение

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнение значимость основных результатов и выводов диссертации. Работа Рабадановой А.Э. выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов. Полученные результаты не противоречат признанным положениям теории и практики рассматриваемых вопросов.

Результаты проведенных исследований широко апробированы на российских и международных семинарах, конференциях и симпозиумах. Содержание диссертации отражено в периодической печати, в том числе: 8 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, из которых 4 работы индексируются международными системами цитирования Scopus и Web of Science. Автореферат правильно и полно передает содержание диссертации.

Диссертация представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой приводится решение научной задачи в рамках проблемы установления природы проводимости и сверхпроводимости YBCO.

Она удовлетворяет всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, соответствует паспорту специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния (пункты 1,3) по физико - математическим наукам, а ее автор, Рабаданова Аида Энверовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Официальный оппонент:


12.09.2024

Каменцев Константин Евгеньевич

кандидат технических наук (специальность 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники)

Адрес места работы:

119454, г. Москва, пр-т Вернадского д.78, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», Научно-исследовательский институт материалов твердотельной электроники.

Должность: Начальник исследовательского отдела

тел.: +7 (495) 365-40-36; e-mail: valkame@yandex.ru

Подпись р

Начальник Уп

