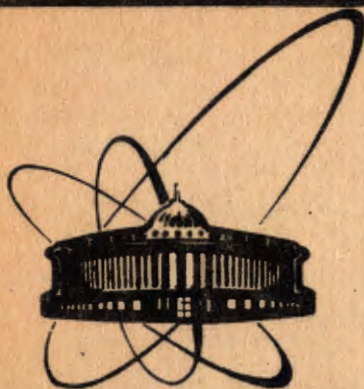


89-704



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

B 272

P17-89-704 e+

И. В. Величков, В. И. Дацков, М. М. Маринова

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОКОНЕСУЩИХ
СВОЙСТВ ВТСП-КЕРАМИКИ $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$
В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

1989

1. ВВЕДЕНИЕ

Природа высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП) на сегодня задает много вопросов, решение которых большинство исследователей связывает с систематичным изучением свойств монокристаллов, считая последние "чистыми" от побочных эффектов. С другой стороны, надежды по практическому применению ВТСП в основном связывают с созданием поликристаллических материалов с высокими критическими параметрами. Обычная ВТСП-керамика из-за гранулярности структуры существенно уступает монокристаллам по токонесущим свойствам. Отличие между керамическими и монокристаллическими ВТСП-материалами проявляется в большой разнице критических токов в слабых магнитных полях, хотя их верхние критические поля отличаются мало. Повышение критического тока в ВТСП-керамике пока что наталкивается на серьезные трудности, однако легкость в изготовлении и стабильность характеристик керамики привлекают многих исследователей. Гранулярные системы, какими являются ВТСП-керамики, представляют собой интересный объект для изучения фундаментальных процессов многочастичного взаимодействия и их связи с теорией фазовых переходов.

В настоящей работе представлены результаты исследований токонесущих свойств $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ керамики в магнитных полях в интервале 0-6 кЭ.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Измерения проводились в вакуумном миникриостате^{1/1}, погружаемом в гелиевый криостат со сверхпроводящим соленоидом. Однородность магнитного поля в апертуре 40 мм на длине 200 мм составляет 1%. Питание магнита осуществляется от источника тока (0-250 А) типа NB-234 (ВНР). Образец в виде бруска с размерами 2x2x15 мм вырезан из монолитного куска предварительно изготовленной ВТСП-керамики $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$. Для измерения по 4-проводной схеме используются посеребренные медные провода диаметром 0,1 мм, которые с помощью серебряной токопроводящей пасты приклеены: 2 токовых — на торцы, 2 потенциальных — на верхнюю грань образца, на расстоянии



8 мм друг от друга. Сопротивление свежеизготовленных контактов при комнатной температуре составляет 0,2-0,5 Ом. Образец нижней гранью приклеен через конденсаторную бумагу смазкой Ariezon-N к медному диску вакуумной изотермической камеры миникриостата. В интервале $4,2 \text{ K} \div 100 \text{ K}$ температура камеры поддерживается с точностью 0,001 К/час с помощью терморегулятора¹², использующего в качестве термодатчика специально подобранный резистор ТВО¹³. Сопротивление последнего практически не меняется в магнитном поле до 10 кЭ. Измерение температуры камеры производится с помощью термометра ТСУ-1, калиброванного по образцовым мерам температуры ТСГ-1 и ТСПН-3¹³. Калибровка показаний ТВО и ТСУ-1 в магнитном поле до 65 кЭ проводилась с помощью терморегулятора с емкостным термодатчиком. Питание образца током до 150 мА осуществляется от генератора импульсов специальной формы типа Г6-28. Для снятия зависимости удельного сопротивления образца от температуры используется ток 0,1-10 мА от прецизионного стабилизатора тока, изготовленного авторами. Магнитное поле перпендикулярно пропускаемому через образец току. Напряжение на потенциальных контактах образца измеряется нановольтметром типа Keithley-181 (США). Аналоговый выход нановольтметра одновременно подключается к самописцу типа ЛКД4-003 и цифровому вольтметру типа V-530 (ПНР) с цифрпечатью.

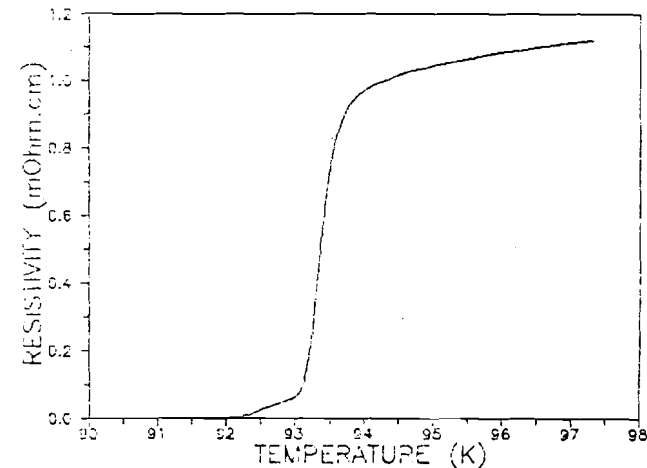
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Температурная зависимость удельного сопротивления образца в области сверхпроводящего перехода в отсутствие внешнего магнитного поля показана на рис. 1. Кривая снята при сканировании вверх по температуре со скоростью 0,1 К/мин с плотностью измерительного тока 25 mA/cm^2 . Ширина сверхпроводящего перехода составляет примерно 0,5 К, при температуре его начала 93,5 К, что свидетельствует о хорошем качестве образца.

Напряжение на контактах образца в разных условиях измерялось в зависимости от: тока через образец, температуры, величины магнитного поля, тепловой и магнитной предыстории образца. В отдельных экспериментах один из параметров непрерывно сканировался, другой дискретно менялся, а все остальные поддерживались неизменными.

Поведение напряжения $U(H)$ на образце в режиме многократного циклического сканирования магнитного поля при температуре 40 К показано на рис. 2. Видно систематическое изменение зависимости $U(H)$ от величины пропускаемого через образец тока. Характерно наличие порогового значения тока, ниже которого напряжение на контактах образ-

Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления образца ВТСП-керамики $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$ в районе сверхпроводящего перехода при отсутствии внешнего магнитного поля. Плотность измерительного тока 25 mA/cm^2 . Скорость сканирования вверх по температуре 0,1 К/мин.



$U(H)$ at various currents

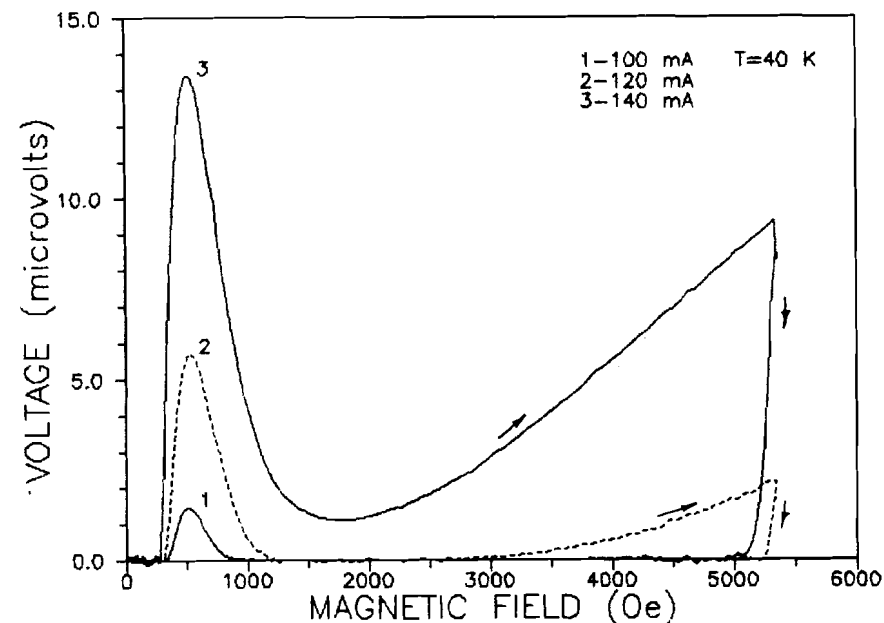


Рис. 2. Зависимость напряжения на контактах образца при температуре 40 К при разных значениях транспортного тока. Скорость развертки магнитного поля 18 Э/с.

U(H) FROM V/A CHARACT.

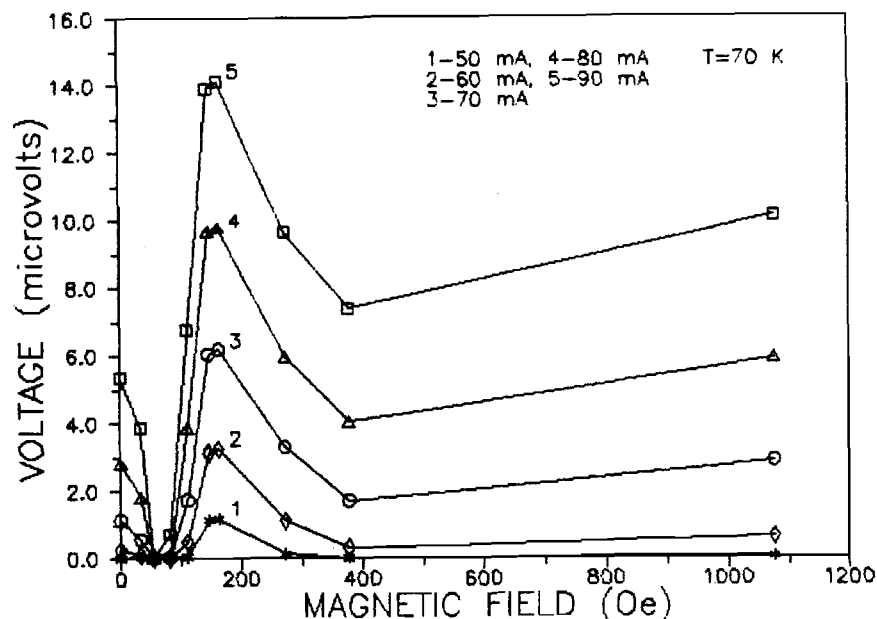


Рис. 5. Зависимость напряжения на контактах образца при разных токах, полученная по точкам из вольт-амперных характеристик при разных магнитных полях. Температура образца 70 К. Точки соединены прямыми для наглядности.

наблюдалась дополнительная экспоненциальная компонента с временной константой порядка 700 с.

Согласно динамическому поведению зависимости $U(H)$, для сравнения построены аналогичные зависимости по точкам из вольт-амперных характеристик образца при разных полях. На рис. 5 представлены полученные зависимости $U(H)$ при температуре 70 К. Они имеют такую же зависимость от амплитуды магнитного поля, как и кривые, снятые при непосредственном сканировании поля.

Авторам известна всего одна работа, где наблюдалась часть изложенных в настоящей статье особенностей, но на образце из керамики типа $Gd_1Ba_2Cu_3O_7$ ¹⁴. Там показано поведение пика зависимости $U(H)$ в узком температурном интервале (78 К – 84 К). Отмечены следующие особенности:

1. Максимум $U(H)$ не смещается при изменении транспортного тока через образец.

2. При повышении температуры максимум $U(H)$ смещается в сторону меньших полей.

Такое же поведение зависимости $U(H)$ имеет место на рис. 2 и рис. 3 настоящей работы. В работе¹⁴ поведение амплитуды пика зависимости $U(H)$ интерпретируется в свете представлений о свойствах трехмерных джозефсоновских сеток.

Сложность явлений, происходящих в гранулированных сверхпроводниках второго рода, вынуждает авторов настоящей работы пока ограничиться только изложением экспериментальных результатов. Обсуждение и интерпретация вышеизложенных, как и вновь полученных данных будет предметом последующих работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величков И.В., Дацков В.И. — Препринт ОИЯИ 8-87-708, Дубна, 1987.
2. Velichkov I.V., Apostolov A.V. — Bulg. J. Phys., 1989, 3.
3. Дацков В.И. и др. — Препринт ОИЯИ Р8-87-604, Дубна, 1987.
4. Yong Zhao, Shitang Sun — J. Appl. Phys., 15 Aug. 1988, 64, (4).

Рукопись поступила в издательский отдел
6 октября 1989 года.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Величков И.В., Дацков В.И., Маринова М.М.
Некоторые особенности токонесущих свойств
ВТСП-керамики $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$
в магнитном поле

P17-89-704

Представлены результаты измерений продольного напряжения, возникающего на образце ВТСП-керамики $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ при пропускании транспортного тока в поперечном слабом магнитном поле. Отмечены особенности поведения этого напряжения в разных условиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Velichkov I.V., Datskov V.I., Marinova M.M.
Some Peculiarities of the Current-Carrying Characteristics
of the High- T_c Ceramic Superconductor $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$
in Magnetic Fields

P17-89-704

Results on the measured longitudinal voltage arising when transport current is passed through a sample of the high- T_c ceramic superconductor $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ in the presence of a perpendicular weak magnetic field are presented. Some peculiarities in behaviour of this voltage under various conditions are noted.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989