

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

A 50

P14-88-477 e

М.К.Алиев*, Я.Ваврышук, С.П.Волосяный*,
Т.М.Муминов*, Б.А.Олимов*, И.Холбаев*

ПОГЛОЩЕНИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
СВЕРХПРОВОДЯЩИМИ КЕРАМИКАМИ
Ho(Y) – Ва – Си – О

Направлено в журнал "Письма в ЖЭТФ"

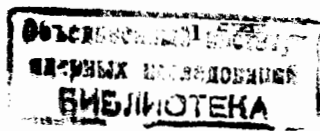
* Научно-исследовательский институт прикладной
физики, Ташкент

1988

При исследовании высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) на спектрометрах ЭПР в слабых магнитных полях при $T \approx T_c$ обнаружен интенсивный сигнал, связанный с нерезонансным поглощением СВЧ-мощности^{/1-5/}. Особенности этого сигнала оказались интересными с точки зрения выяснения механизма высокотемпературной сверхпроводимости^{/2-4/}. В настоящей работе представлены результаты подробных исследований температурной зависимости производной $\partial R / \partial H = f(H, T)$ указанного сигнала при фиксированных значениях магнитного поля H в диапазоне $\sim 0,01 + 6000$ Э. Объектами исследований были сверхпроводящие керамики $\text{Ho}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-y}$ ($T_c \approx 91$ К) и $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-y}$ ($T_c \approx 90$ К) массой $I - 2$ мг. Измерения проводились на ЭПР-спектрометре 5E/X-2543 "Radiopan" (частота 9,03 ГГц). Источником слабых магнитных полей служили катушки Гельмгольца. Температурная система позволяла осуществлять контролируемый нагрев образца, начиная с $T = 77,5$ К.

На рис. 1а показана характерная зависимость сигнала $\partial R / \partial H$ от магнитного поля, полученного для образца $\text{Ho}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-y}$ при $T = 77,5$ К. Ее максимуму соответствует значение $H_m \approx 4$ Э. Спектр дан с поворотом, чтобы продемонстрировать неслучайный характер его тонкой структуры^{/3,4/}. В случае образца $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-y}$ спектр имеет подобный характер с $H_m \approx 2$ Э.

Исследования температурной зависимости $f(H, T)$ проводились в следующей последовательности: охлаждение образца до 77,5 К в нулевом магнитном поле (влияние магнитного поля Земли с помощью пермаллового экрана было ослаблено в 15 - 20 раз), настройка ЭПР-спектрометра, повышение магнитного поля до определенной величины и затем измерение при непрерывном нагреве образца. Результаты этих измерений при $0,01 \leq H \leq 6000$ Э, полученные как для образца $\text{Ho}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-y}$ (рис. 1б), так и для $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-y}$, показывают, что в температурной зависимости $f(H, T)$ в области $T \leq T_c$ и $H \leq 6$ кЭ, кроме известного широкого максимума^{/1/}, который при увеличении H смещается в сторону меньших T , в спектре сигнала существует новый небольшой пик, расположенный при $T \approx T_c$. Пик был обнаружен лишь после дополнительного усиления исследуемого сигнала в несколько десятков раз. Дальнейшее увеличение поля до 6 кЭ приводит к уменьшению его амплитуды и уширению в сторону низких температур.



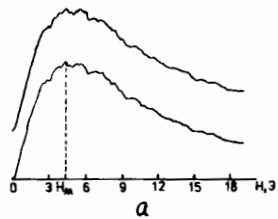
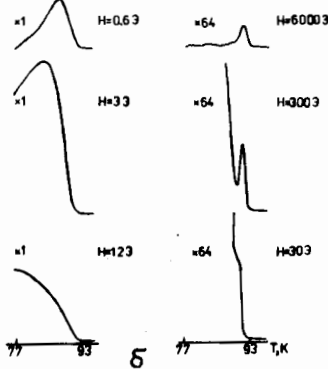


Рис. 1. Зависимость $f(H, T)$ от магнитного поля при $T = 77,5$ К (а) и от температуры при различных значениях магнитного поля (б).



На основе температурных графиков, полученных для различных значений поля H , нами построены для обоих исследуемых образцов трехмерные картины зависимости $f(H, T)$. На примере образца $\text{Ho}_T\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}$ (рис. 2) видно, что выделяются три области: I ("светлая"), II ("темная") и III ("ровная"). В фазовом пространстве (H, T) эти области показаны на рис. 3а. Легко убедиться, что границу, разделяющую области

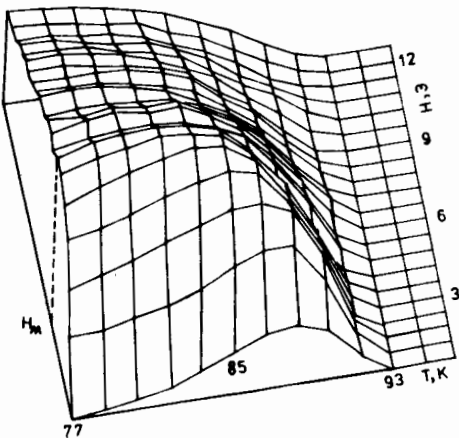


Рис. 2. Трехмерная картина зависимости $f(H, T)$ от магнитного поля и температуры.

I и II, определяют экстремумы $f(H, T)$, проявляющиеся в виде максимумов как в полевом, так и в температурном спектрах сигнала. Границы областей II и III определяют обнаруженные нами новые пики по температуре (ввиду их малости они не показаны на рис. 2).

Сходство рис. 3а с фазовыми диаграммами сверхпроводников II рода наводит на предположение о возможном соответствии областей I и II мейснеровской и смешанной фазам ВТСП. В связи с этим нами была исследована зависимость $f(H, T)$ от магнитно-температурной предистории образца. Суть примененного метода и полученные результаты отражены на рис. 3б. Оказалось, что изменение остоания образца вдоль траектории, лежащей в области I (циклы I и 2), является обратимым (амплитуда и форма сигнала сохраняются). При переходе в область II (циклы 3 и 4) эта обратимость нарушается (амплитуда сигнала уменьшается), что,

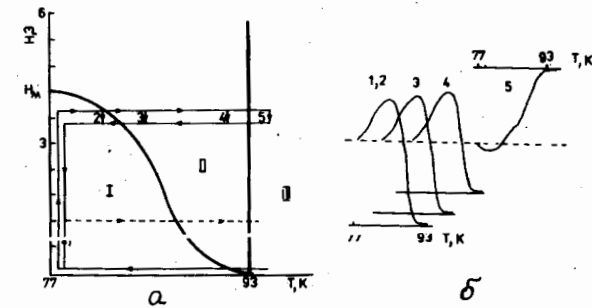


Рис. 3. Фазовая плоскость (H, T) (а). Зависимость температурных графиков от предистории образца (б). Кирпичные линии обозначают границы, разделяющие области I, II, III. Линии со стрелками и цифры I, 2, 3, 4, 5 показывают магнитно-температурную предисторию образца до измерения, измерение сигнала $f(H, T)$ производилось вдоль пунктирной линии.

по-видимому, свидетельствует о наличии в этой области вихрей и их захвата, т.е. эффекта пиннинга. Таким образом, можно сделать вывод о том, что область I обладает признаками мейснеровского состояния, а область II - признаками смешанного состояния. Обратим внимание на значительно более сильный захват магнитного потока при переходе в область III (цикл 5), что проявляется в изменении фазы исследуемого сигнала. Если наблюдаемые эффекты связаны с наличием большого числа несверхпроводящих "пустот" в ВТСП, то следует ожидать проявления

джозефсоновского эффекта. Это в свою очередь дает альтернативную возможность интерпретации областей I и II как областей мейсснеровских и смешанных состояний джозефсоновских переходов.

Литература

1. Bhat S.V., Ganguly P., Ramakrishnan T.V., Rao C.N.R.—J. Phys. C: Solid State Phys., 1987, 20, 1559.
2. Кведер В.В., Мчелидзе Т.Р., Осипьян Ю.А., Шалыгин А.И.—Письма в ЖЭТФ, 1987, 46, приложение, 176.
3. Мастеров В.Ф., Егоров А.И., Герасимов Н.П. и др.—Письма в ЖЭТФ, 1987, 46, 289.
4. Богачев С.В., Емельченко Г.А., Ильин В.А. и др.—Письма в ЖЭТФ, 1988, 47, 166.
5. Александров В.И., Бадалян А.Г., Баранов П.Г. и др.—Письма в ЖЭТФ, 1988, 47, 169.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 июля 1988 года.

Алиев М.К. и др.

P14-88-477

Поглощение микроволнового излучения
сверхпроводящими керамиками $\text{Ho}(\text{Y})\text{-Ba-Cu-O}$

Исследовалась производная $\partial R / \partial H = f(H, T)$ сигнала поглощения СВЧ-мощности сверхпроводящими керамиками в зависимости от температуры и магнитного поля. Обнаружен новый узкий пик при $T = T_0$. Показано, что максимумы $f(H, T)$ разделяют фазовое пространство (H, T) на три области, обладающие, соответственно, признаками мейсснеровской смешанной и нормальной фаз. Указывается на возможность интерпретации этих состояний как одноименных состояний джозефсоновских переходов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Aliev M.K. et al.

P14-88-477

Microwave Power Absorption
by Superconducting ceramics $\text{Ho}(\text{Y})\text{-Ba-Cu-O}$

The derivative $\partial R / \partial H = f(H, T)$ of microwave power absorption for superconducting ceramics as a function of temperature and magnetic field was investigated. A new narrow peak is discovered at $T = T_0$. It is shown that maxima $f(H, T)$ divide the phase space (H, T) into three regions having the features of the Meissner, mixed and normal phases, respectively. It is pointed to a possibility of interpreting these states as similar states of Josephson's transitions.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988