

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Г-751

P14-87-922

И.Э.Грабой,¹ В.Г.Гребинник, И.И.Гуревич,²
В.Н.Дугинов, В.А.Жуков, А.Р.Кауль,¹ Б.Ф.Кириллов,²
Е.П.Красноперов,² А.Б.Лазарев, Б.А.Никольский,²
В.Г.Олышевский, А.В.Пирогов,² В.Ю.Помякушин,²
А.Н.Пономарев,² В.А.Суетин,² С.Н.Шилов

ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СВЕРХПРОВОДНИКА
 $\text{NbBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ μSR - МЕТОДОМ

Направлено в Оргкомитет Международного рабочего совещания по изучению сверхпроводников μSR -методом /Виллиген, Швейцария, 23-25 февраля 1988 г./

¹МГУ им.М.В.Ломоносова

²Институт атомной энергии им.И.В.Курчатова, Москва

1987

В настоящее время проявляется большой интерес к явлениям, происходящим в высокотемпературных сверхпроводниках типа $R \text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, где в качестве R выступают редкоземельные элементы, имеющие значительные магнитные моменты электронных оболочек /1,2/.

В данной работе μSR -методом исследовался высокотемпературный сверхпроводник $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$. Эксперимент проводился на мюонном пучке фазотрона ЛЯП ОИЯИ. Образец представлял собой диск диаметром ~ 40 мм и толщиной ~ 10 мм, набранный из отдельных дисков исследуемой керамики. Плоскость диска направлена перпендикулярно поляризации мюонного пучка. Критическая температура образца, измеренная по сопротивлению, составляла $T_c \sim 93$ К. Исследования образца проводились в нулевом внешнем магнитном поле при температурах $4,2 \div 140$ К.

При обработке экспериментальных данных функция релаксации спина мюона принималась в виде

$$P_z(t) = \frac{1}{a_\Sigma} [a \cdot e^{-\lambda(T) \cdot t} + (a_\Sigma - a) e^{-\sigma^2 t^2}], \quad /1/$$

где a - коэффициент асимметрии углового распределения позитронов $\mu^+ \rightarrow e^+$ - распада от части мюонов, остановившихся, как мы предполагаем, в положениях, близких к атомам гольмия; $\lambda(T)$ - скорость релаксации спина для этой части мюонов; a_Σ - полная асимметрия, определенная по данным, полученным при $T \gg T_c$ в перпендикулярном по отношению к направлению спина мюона магнитном поле; σ - скорость релаксации спина для части мюонов, остановившихся в положениях, удаленных от атомов гольмия. Величины a , a_Σ , и σ предполагались одинаковыми во всем исследованном интервале температур / $a = 0,097 \pm 0,002$; $a_\Sigma = 0,155$; $\sigma = 0,182 \pm 0,008$ /. Величины $\lambda(T)$ подбирались индивидуально для каждого спектра. На рис.1 приведены экспериментальные и теоретические /1/ зависимости $P_z(T)$ при температурах $T = 4,2$; 8 и 15 К.

Зависимость скорости релаксации спина мюона от температуры $\lambda(T)$ приведена на рис.2. Из рисунка видно, что вплоть до температур $\sim 15 \div 20$ К не наблюдается заметных изменений в величине λ . Этот результат говорит о том, что при температурах выше $\sim 15 \div 20$ К нет признаков магнитного упорядочения. Однако при

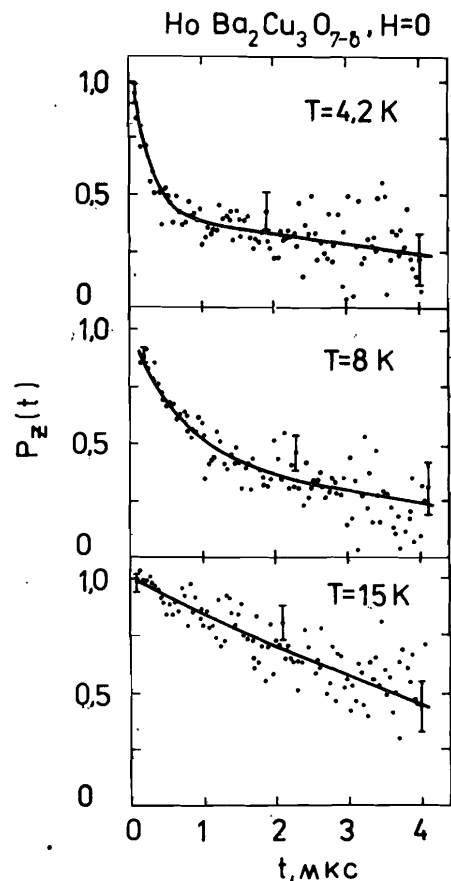
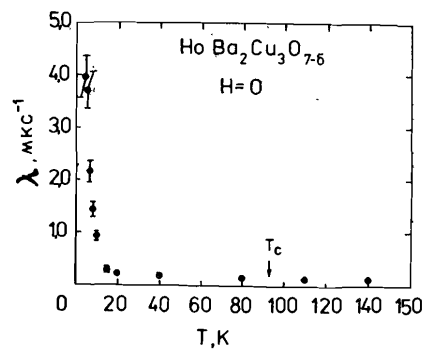


Рис.1. Функции релаксации спина мюона в $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ при различных температурах в нулевом внешнем магнитном поле. Плавные кривые соответствуют формуле /1/.

Рис.2. Зависимость скорости релаксации λ спина мюона от температуры в нулевом внешнем магнитном поле.



температурах ниже $\sim 15 \div 20$ К наблюдается резкий рост λ , что может быть объяснено флуктуационным образованием магнитоупорядоченного состояния /ферромагнитного или антиферромагнитного/ в парамагнитной фазе исследуемого сверхпроводника вблизи температуры фазового перехода. Приведенные на рис.1 зависимости $P_z(t)$ также свидетельствуют о резком увеличении скорости релаксации спина мюона при приближении к температуре $T = 4,2$ К.

Анализ зависимости $\lambda(T)$ в области $T < 15$ К показал /рис.3/, что наблюдаемое увеличение λ при уменьшении температуры может быть описано выражением:

$$\lambda(T) = \frac{C}{(T - T_{cr})^\beta}, \text{ где } T_{cr} = (0 \pm 1) \text{ К}, \quad \beta = 1,9 \pm 0,3. \quad /2/$$

Образование магнитоупорядоченного состояния в исследуемом соединении $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ связано с атомами гольмия, незаполнен-

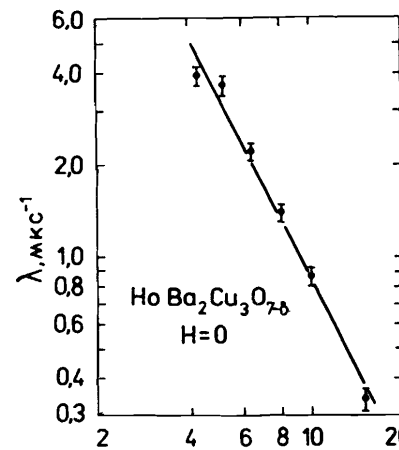


Рис.3. Температурная зависимость $\lambda(T)$ в области температур $4,2 \div 15$ К. Прямая линия соответствует формуле /2/.

ная внутренняя 4f-оболочка которых обладает магнитным моментом, равным $10\mu_B$. В чистом металле гольмии эти моменты при $20 \leq T \leq 132$ К упорядочиваются в виде антиферромагнитного геликоида, а при $T < 20$ К - в виде ферромагнитного геликоида. Наблюдение в данном эксперименте магнитного упорядочения в высокотемпературном сверхпроводнике $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ свидетельствует о сосуществовании двух явлений - сверхпроводимости и магнетизма - в этом соединении.

Аналогичный результат получен в работе /3/, где μSR -методом наблюдался магнитный фазовый переход при температуре $2,3$ К в $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$.

Авторы благодарят В.Ю.Юшанхая за полезные обсуждения и И.А.Гаганова за помощь в проведении измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Thomson J.R. et al. - Phys.Rev., 1987, v.836, p.718.
2. Thomson J.R. et al. - Phys.Rev., 1987, v.836, p.836.
3. Golnic A. et al. - Phys.Lett. A, 1987, v.125, p.71.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 декабря 1987 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р.55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р.00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р.50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р.30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р.50 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983.	3 р.50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р.75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.00 к.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р.80 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р.75 к.
D3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986.	4 р.50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. /2 тома/	13 р.50 к.
D1,2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. /2 тома/	7 р.35 к.
D9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. /2 тома/	13 р.45 к.
D7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986	7 р.10 к.
D2-87-123	Труды Совещания "Реинормгруппа-86". Дубна, 1986	4 р.45 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.

Грабой И.Э. и др.

P14-87-922

Исследование высокотемпературного сверхпроводника $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ μSR -методом

Исследован μSR -методом высокотемпературный сверхпроводник $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ / $T_c \sim 93$ K/ в нулевом внешнем магнитном поле при охлаждении образца от температуры, значительно превышающей T_c , до температуры $T = 4,2$ K. В области температур $10 \div 4,2$ K наблюдается быстрая деполяризация спина мюона, свидетельствующая о флуктуационном образовании магнитоупорядоченного состояния в исследуемом соединении $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Graboj I.E. et al.

P14-87-922

Investigation of High Temperature $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Superconductor by the μSR -Method

A high T_c superconductor $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($T_c \sim 93$ K) has been investigated by the μSR -method in a zero external magnetic field, the sample being cooled from the temperature much higher than T_c to $T = 4.2$ K. Fast increasing of the muon spin depolarization in the temperature range $10-4.2$ K is observed, which indicates the fluctuating production of the magnetic ordering in this sample.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987