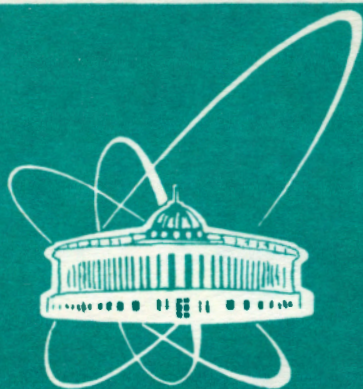


93-411



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P14-93-411

Н.Р.Скintей, С.И.Тютюнников,
В.Н.Шаляпин, Н.И.Балалыкин

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОПУСКАНИЯ
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА ПЛЕНКОЙ
 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ СОСТОЯНИИ

Направлено в журнал «Письма в ЖТФ»

1993

В [1.] впервые было проведено измерение спектра пропускания высокотемпературной сверхпроводящей (ВТСП) пленки $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ на подложке из MgO в инфракрасной области спектра на пучке синхротронного излучения с использованием фурье-спектрометра и найдено значение величины энергетической щели, которое составило $2\Delta = 25$ мэВ. Однако, по мнению авторов, на точность измерения величины Δ оказывают влияние пики фононных мод. С целью уменьшения влияния этих факторов наши измерения пропускания ВТСП-пленки проводились на существенно большем уровне мощности синхротронного излучения (СИ) в инфракрасном (ИК) диапазоне, которое генерировалось импульсным накопителем электронов.

Восстановление спектра пропускания пленки проводилось по методике [2]. При этом использовалась особенность накопителя электронов, состоящая в том, что за время импульса сжатия электронного кольца происходит сдвиг по длинам волн спектра СИ [3]. Это иллюстрируется рис.1, на котором представлены результаты по измерению λ_{max} (длина волны, на которую приходится максимум мощности СИ) в зависимости от времени формирования электронного кольца в накопителе.

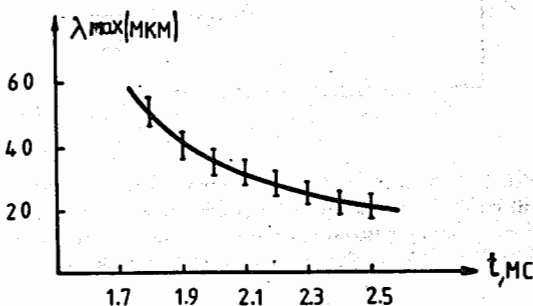


Рис.1. Зависимость длины волны максимума мощности синхротронного излучения от времени сжатия электронного кольца

Для восстановления спектра пропускания $T(\lambda)$ из интегрального уравнения (5), приведенного в [2], необходимо знать с хорошей точностью спектральную чувствительность детектора $D(\lambda)$. В данной работе используется детектор (Si : B), спектральная чувствительность которого измерялась с помощью фурье-спектрометра с точностью 0,5% в области длин волн $20 + 100$ мкм. Детектор работает при температуре жидкого гелия $T = 4,5$ К.

Для измерения спектра пропускания ВТСП-пленки использовался вакуумный оптический канал, состоящий из конического световода, сочлененного с криостатом, в котором находилась пленка на подложке из MgO. Детектор ИК-излучения находился при температуре жидкого гелия в транспортном дюаре. Сигнал с детектора ИК-излучения подавался на преусилитель, затем на осциллограф с памятью типа «Tectronix».

Были проведены измерения при температуре 80 и 20 К. Поликристаллическая пленка толщиной 800 Å имела температуру сверхпроводящего перехода $T_c = 80$ К. Переход непрерывно контролировался измерением резистивного сигнала с двух контактов на пленке.

Как показали численные расчеты, проведенные в [2], наиболее чувствительной к величине энергетической щели является производная по времени сигнала детектора, регистрирующего долю прошедшего сквозь пленку

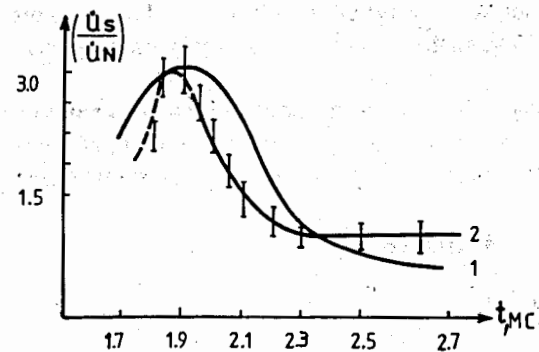


Рис.2. Зависимость отношения производных по времени сигналов детектора, регистрирующего прошедшее через пленку синхротронное излучение для температур: $T = 20$ К (индекс S), $T = 80$ К (индекс N)

спектра СИ, изменяющегося во времени, а именно $\dot{U}_{S,N}(t)$. На рис.2 показаны отношения производных по времени сигналов прошедшего сквозь пленку излучения при температуре пленки $T = 20$ К (индекс S) и $T = 80$ К (индекс N). Кривая 1 — расчетная, кривая 2 — экспериментальная. Кривая 1 получена из теории Бардина — Купера — Шриффера [4].

Как видно, имеется значительный эффект в изменении пропускания пленки. К экспериментальной кривой 2 наиболее близко подходит расчетная кривая с величиной энергетической щели $2\Delta = 40$ мкэВ (20 мэВ), что дает значение $2\Delta/kT_c = 2,8$ (кривая 1). Измерить зависимость величины энергетической щели от температуры при осциллографической системе регистрации затруднительно из-за низкой точности отсчета значений амплитуд.

Оценка точности определения энергетической щели сверхпроводящей пленки в этой методике дает значение 30%. Таким образом, полученное значение энергетической щели составляет $2\Delta = (40 \pm 12)$ мкэВ.

Литература

1. William G.P., Budham R.C., Hirschmug C.J. — Phys. Rev. B, 1990, vol.41, No.7, p.4752.
2. Kuzmin E., Skintey N., Tyutyunnikov S., Shalyapin V. — JINR Communication E14-91-542, Dubna, 1991.
3. Долбилов Г.В., Саранцев В.П., Сумбаев А.П., Тютюнников С.И. — ЖТФ, 1985, т.55, вып.7, с.1311.
4. Mattis D., Bardeen J. — Phys.Rev., 1958, 111, p.412.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 ноября 1993 года.

Скintей Н.Р. и др.

P14-93-411

Измерение пропускания синхротронного излучения
инфракрасного диапазона пленкой $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

в сверхпроводящем состоянии

Приводятся результаты измерения величины энергетической щели сверхпроводящей пленки из $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ на подложке из MgO при температуре $T = 20$ К, выполненного на пучке синхротронного излучения импульсного накопителя электронов. Определение величины энергетической щели было проведено по восстановлению спектра пропускания из решения интегрального уравнения, включающего временной отклик сигнала с детектора инфракрасного излучения, прошедшего сквозь пленку. Полученное значение $2\Delta = 20$ мэВ при $T = 20$ К в пределах точности измерений согласуется с теорией Бардина — Купера — Шриффера.

Работа выполнена в Лаборатории сверхвысоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1993

Перевод авторов

Skintey N.R. et al.

P14-93-411

Measurement of Synchrotron Radiation Transmission
of Infrared Range by $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Film

in Superconducting State

The results of the energy gap measurement of superconducting film $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ the base of MgO with the temperature $T = 20$ K are presented. The measurements were made on the synchrotron radiation beam of the impulse electron storage facility. The determination of the energy gap was made by reconstruction of the transmission spectrum from the integral equation decision, involving signal time response from the detector of the infrared radiation, transmitted through the film. The measured value $2\Delta = 20$ meV near $T = 20$ K agrees with the Bardeen — Cooper — Schrieffer theory in the limits of the measurement accuracy.

The investigation has been performed at the Laboratory of Particle Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1993