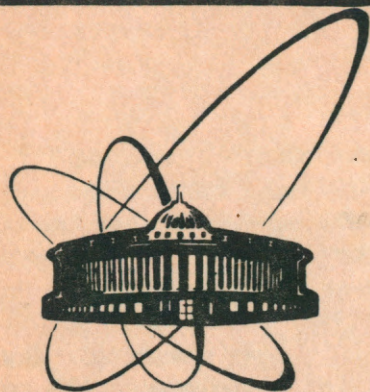


91-207



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

14-91-207

Н. И. Балалыкин, Ш. Бенечка, С. Хромик,  
С. И. Тютюнников, В. Н. Шаляпин

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

1991

Балалыкин Н.И. и др.

14-91-207

Спектры поглощения тонких пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

Приводятся результаты измерений температурных зависимостей спектров поглощения тонких пленок состава  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ . Измерения проведены в интервале температур образцов:  $77 \leq T \leq 300$  К. Обнаружено значительное различие спектров поглощения сверхпроводящих и несверхпроводящих пленок при разных температурах.

Работа выполнена в Лаборатории сверхвысоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1991

Перевод авторов

Balalykin N.I. et al.

14-91-207

Absorption Spectra of Thin Films  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

The temperature dependence of absorption spectra measurements of thin films  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  is given. The measurements were done in the pattern temperature range  $77 \text{ K} \leq T \leq 300 \text{ K}$ . A significant distinction in absorption spectra of superconducting and normal films at different temperatures is discovered.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1991

В работах<sup>1-2</sup> проводились исследования спектров отражения и поглощения пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  (1-2-3) на подложках  $\text{Mg}$ ;  $\text{SrTiO}_3$  с целью выявления корреляции оптических характеристик и возможных механизмов сверхпроводимости. Измерения проводились в области длин волн  $\nu \cong 200 \text{ см}^{-1}$ , так что исследовалась фононная структура решетки (1-2-3) и, соответственно, влияние охлаждения. Цель наших исследований — измерение спектров поглощения в ближней области инфракрасного (ИК) диапазона, где проявляется электронная компонента. Измерения проводились на пленках, нанесенных методом испарения из трех источников. В качестве источника Ва использовалась мишень  $\text{BaF}_2$ . Подробно технология описана в работе<sup>3</sup>. В результате технологических процессов были получены однофазные сверхпроводящие пленки с шириной перехода  $T = 4 \div 5 \text{ К}$  и началом перехода  $T_{\text{CO}} = 92 \div 88 \text{ К}$ . В качестве подложек использованы  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SrTiO}_3$ . Толщина пленок была 100 и 800 нм.

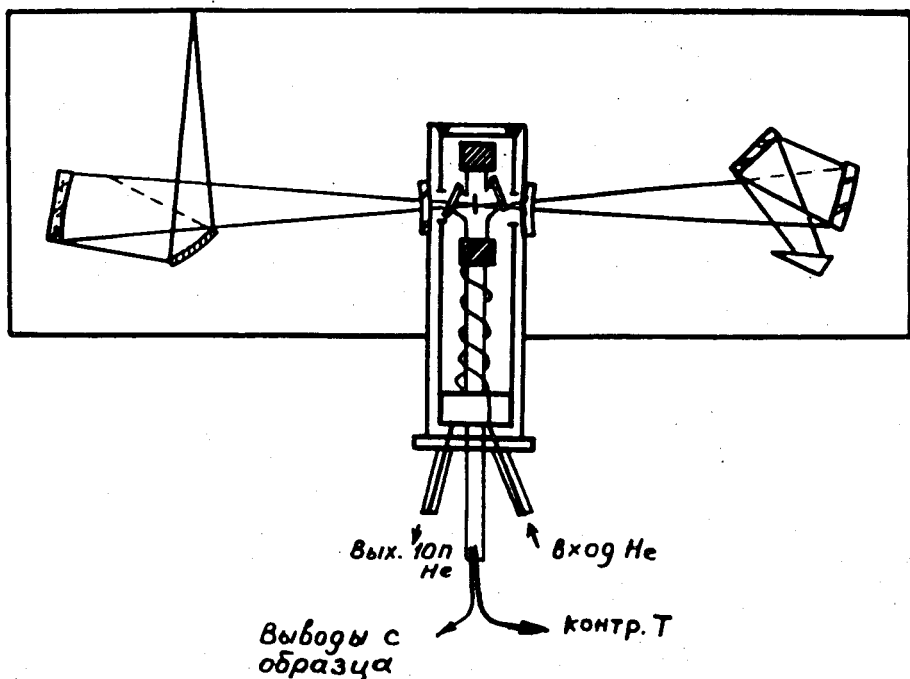
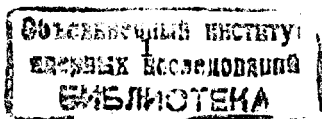


Рис.1. Блок-схема спектрометра с прокачным оптическим криостатом.



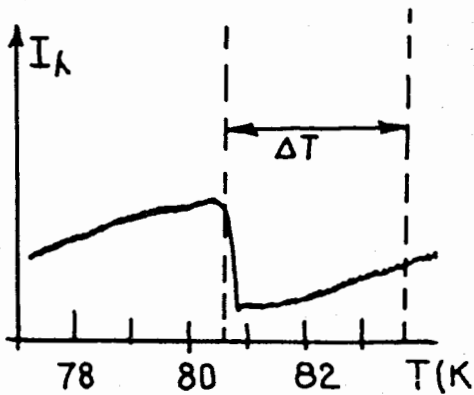
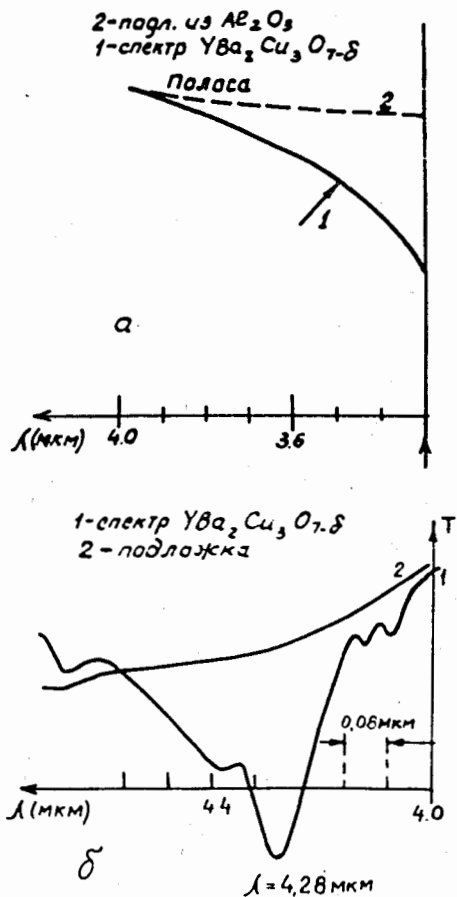


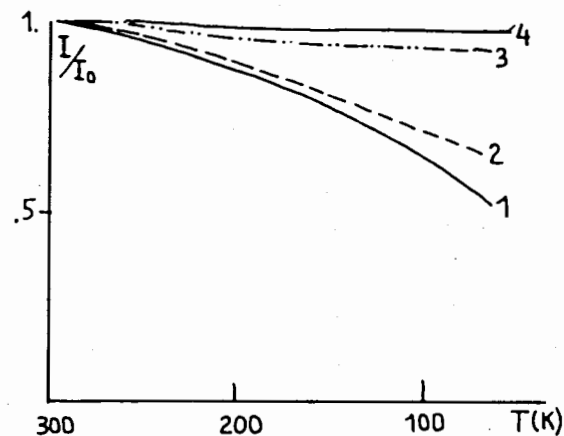
Рис.2. Фрагменты участков спектров пропускания для пленки  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  толщиной  $d = 800$  нм.

Исследования спектров поглощения проводились на модифицированном ИК спектрометре ИКС-31, в который был вмонтирован прокачаный оптический криостат (рис.1). На первом этапе измерения проводились в интервале температур  $77 \text{ K} \leq T \leq 300 \text{ K}$ . В спектрах пропускания пленки толщиной  $d = 800$  нм обнаружены полосы поглощения (см. рис.2), расположенные на длинах волн  $\lambda = 3,2, 4,3, 5,28$  мкм. При толщине  $d = 100$  нм эти полосы поглощения практически не видны. В деградированных пленках полосы  $4,3$  и  $5,28$  мкм не наблюдались, а для полосы  $\lambda = 3,3$  мкм поглощение увеличивается примерно вдвое.

Проводились детальные исследования спектров пропускания при охлаждении образцов в криостате до азотной температуры. В процессе измерений был обнаружен скачок в спектре поглощения вблизи азотной температуры (рис.3). Контрольные исследования показали, что этот скачок связан с конденсацией азота на внутренних окнах криостата. При заполнении внутренней рубашки криостата гелием аномалии в спектрах пропускания исчезли.

Рис.3. Фрагмент аппаратного спектра пропускания пленки вблизи азотной температуры.

Рис.4. Зависимость относительного пропускания сверхпроводящих пленок  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  от температуры.



При охлаждении образцов (1-2-3) до  $T = 77 \text{ K}$  обнаружены следующие закономерности:

1. В интервале длин волн  $2 \div 6$  мкм с изменением температуры в сверхпроводящих пленках увеличивается поглощение (рис.4). Кривая 1 соответствует пленке с переходом  $T_{\text{CO}} = 92 \text{ K}$ ,  $T_{\text{CI}} = 85 \text{ K}$ ; кривая 2 —  $T_{\text{CO}} = 87 \text{ K}$ ,  $T_{\text{CI}} = 82 \text{ K}$ . Кривая 3 соответствует пленкам, у которых сверхпроводящие свойства деградировали, кривая 4 — пропускание подложки.

2. При охлаждении пленки (1-2-3) толщиной  $d = 800$  нм изменяется поглощение в линии  $\lambda = 5,26$  мкм (рис.5). В работе<sup>1,2</sup> был измерен ход пропускания в зависимости от температуры в области длин волн  $\lambda \geq 100$  мкм, который имеет аналогичный характер. Интерпретация этой зависимости проводилась в рамках предположения о поглощении излучения свободными носителями. Отсюда делалось утверждение о том, что проводимость обратно пропорциональна температуре, поскольку наблюдается квадратичный рост пропускания излучения от температуры  $D(T)$ :

$$D(T) = 4 |z_0 \sigma(T) d \Gamma^2,$$

где  $\sigma$  — проводимость,  $d$  — толщина пленки,  $z_0$  — коэффициент.

Для наших измерений зависимость пропускания от температуры является более

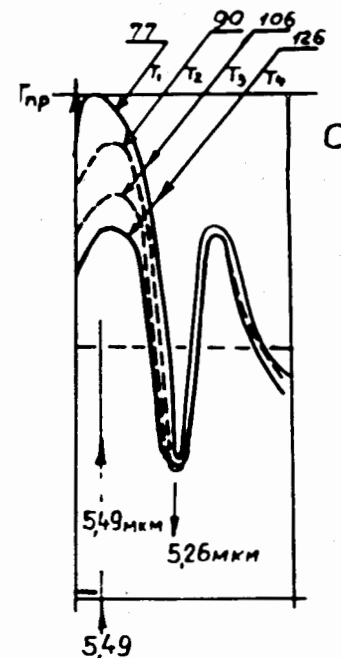


Рис.5. Зависимость профиля линии поглощения  $\lambda = 5,49$  мкм от температуры для пленки  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  толщиной  $d = 800$  мкм.

плавной:  $D \sim T^{1/2}$  и, соответственно,  $\sigma \sim T^{-1/4}$ . Является фактом также отсутствие температурной зависимости поглощения пленки в тетрагональной фазе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Renk K.F. et al. — Physica C, 1989, 162-164, p.1085-1086.
2. Ose W. et al. — Physica C, 1989, 162-164, p.1081-1082.
3. Chromik Š. et al. — Appl. Phys. Lett., 1990, 56(22), p.2237-2239.

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 мая 1991 года.