

О ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК $Y - Ba - Cu - O$

Ф.В.Гарин, А.В.Кочемасов, М.Д.Стриковский,
А.С.Мельников, С.В.Шаров.

В работе исследовано влияние флуктуаций параметра порядка на удельное сопротивление пленок $YBa_2Cu_3O_7$ вблизи температуры сверхпроводящего перехода. Сделан вывод о двумерном характере флуктуаций.

В работе ¹ исследован характер обращения в нуль сопротивления высокотемпературных керамик $YBa_2Cu_3O_7$. Найдено, что зависимость $\rho(T)$ вблизи температуры перехода можно объяснить, исходя из трехмерного характера флуктуационных поправок к проводимости. Этот результат представляется удивительным, учитывая наличие сильной анизотропии в этих оксидах. В настоящей работе аналогичное исследование выполнено для тонких пленок $YBa_2Cu_3O_7$, полученных методом импульсного лазерного напыления в химически активной среде (кислороде) ². Измерение температурной зависимости удельного сопротивления $\rho(T)$ проводилось в азотном криостате на полосках пленки толщиной 1000 Å длиной 0,1 см и шириной 100 мкм по четырехзондовой методике. Плотность измерительного тока составляла 10 А/см², напряжение на потенциальных зондах регистрировалось нановольтметром Р341, температура образца – термосопротивлением ТПК-19.1.

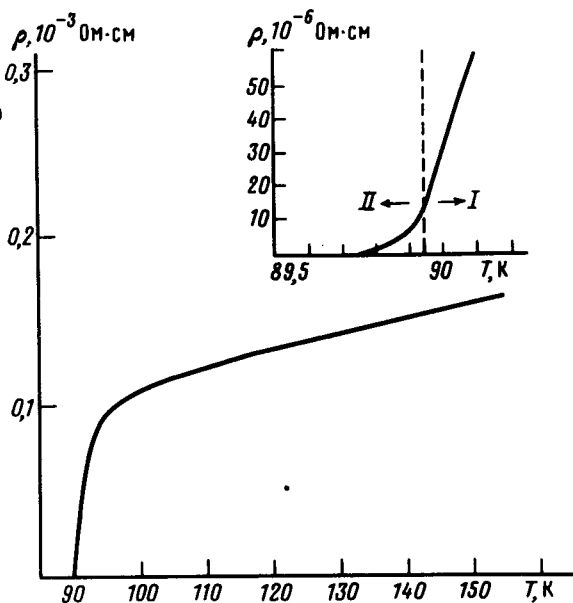


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления от температуры для одного из образцов

Зависимость $\rho(T)$ для одного из образцов показана на рис. 1. Все образцы характеризуются линейной зависимостью сопротивления от температуры начиная с $T \gtrsim 120$ К. Вблизи T_c можно выделить две области температур с различным поведением сопротивления (см. рис. 1). В области I происходит резкое падение сопротивления образца на 90 – 95%. В области II сопротивление относительно медленно спадает до нуля. Размеры этой области по температуре меняются в зависимости от образца от 0,1 до 2 К. Сопротивление на этом участке зависит от пропускаемого тока – с увеличением тока сопротивление растет. Такое поведение ρ мо-

жет быть связано с наличием границ между сверхпроводящими зернами. Область 1 соответствует переходу самих кристаллитов в сверхпроводящее состояние. Характер зависимости $\rho(T)$ здесь определяется флуктуациями параметра порядка. В рамках теории Асламазова — Ларкина³ флуктуационные поправки к проводимости $\Delta\sigma$ существенно зависят от размера системы и вблизи T_c имеют вид:

$$\Delta\sigma = \begin{cases} \frac{\pi e^2 \xi(0)}{16 \hbar S} \tau^{-3/2} & d = 1, \\ \frac{e^2}{16 \hbar} \frac{1}{d_0} \tau^{-1} & d = 2, \\ \frac{e^2}{32 \hbar} \frac{1}{\xi(0)} \tau^{-1/2} & d = 3, \end{cases} \quad (1)$$

где $\xi(0)$ — длина когерентности при $T=0$, e — заряд электрона, $\tau = (T - T_c)/T_c$, d_0 — толщина сверхпроводящего слоя, S — площадь сечения тонкой нити.

Для обычных сверхпроводников эти поправки достигают значительной величины лишь в очень узкой области вблизи T_c . В высокотемпературных сверхпроводниках, характеризующихся малым значением длины когерентности, $\Delta\sigma$ существенно возрастает. На рис. 2 приведена зависимость $\ln \Delta\sigma$ от $\ln \tau$ для одного из образцов. Видно, что вблизи T_c температурная зависимость флуктуационных поправок к проводимости носит двумерный характер. Пользуясь формулой (1), можно оценить величину d_0 . Для различных образцов получаются значения $d_0 \sim 10 \div 30 \text{ \AA}$.

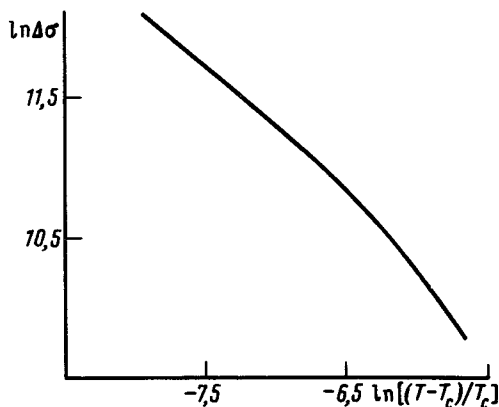


Рис. 2. Зависимость $\ln \Delta\sigma$ от $\ln[(T - T_c)/T_c]$

Двумерный характер флуктуаций должен, по-видимому, оказывать сильное влияние и на термодинамические характеристики системы. В частности, поправки к теплоемкости должны логарифмически зависеть от температуры выше T_c .

Авторы выражают благодарность В.М. Генкину за полезные обсуждения.

Литература

1. Freitas P.P., Tsuei C.C., Plaskett T.S. Phys. Rev. B., 1987, 36, 833.
2. Битюрин Ю.А., Гапонов С.В., Гудков А.А. и др. Электронная промышленность, 1981, № 5 — 6, 110.
3. Асламазов Л.Г., Ларкин А.И. ФТТ, 1968, 10, 1104.