

ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЩЕЛИ В СОЕДИНЕНИИ $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-\delta}$ ПО СПЕКТРУ ИК ПОГЛОЩЕНИЯ

Е.М.Гершензон, Г.Н.Гольцман, Б.С.Карасик, А.Д.Семенов

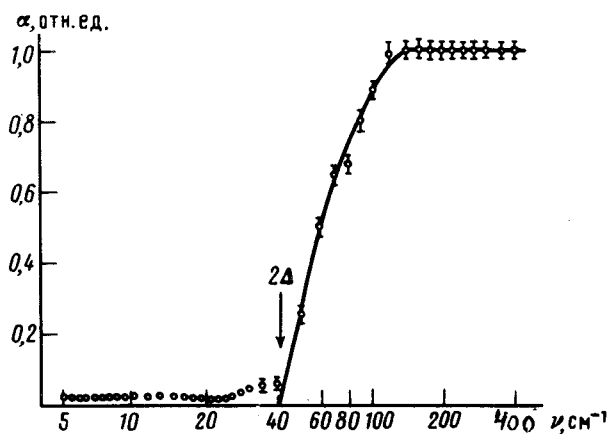
Впервые с помощью болометрического эффекта измерен спектр длинноволнового ИК поглощения и по порогу поглощения определена энергетическая щель для высокотемпературной сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-\delta}$. Значение $2\Delta/kT_c = 0,6$.

Определению одного из важнейших параметров сверхпроводящего состояния – энергетической щели 2Δ для высокотемпературных сверхпроводников посвящено уже много работ. Измерения выполняются различными методами: туннельной спектроскопией, инфракрасной спектроскопией по отражению и пропусканию, по спектру рамановского рассеяния и др. Однако, значения $2\Delta/kT_c$ сильно различаются у разных авторов и варьируются, например, в лантано-

вых керамиках, в диапазоне от 1 до 10, а в каждом из применяемых методов встречаются специфические трудности.

Одним из наиболее прямых способов измерений является инфракрасная спектроскопия, когда по порогу поглощения определяется значение 2Δ . Вместе с тем, до сих пор для сверхпроводящей керамики регистрировался не непосредственно спектр поглощенной мощности, а либо спектры отражения, либо пропускания. В этих случаях для определения 2Δ приходится привлекать данные расчетов по теории БКШ, применимость которых к рассматриваемому объекту проблематична. Кроме того, в таком эксперименте возникают и другие трудности: коэффициент отражения в сверхпроводящем и нормальном состояниях отличаются всего на несколько процентов, а результаты зависят от свойств поверхности и доли сверхпроводящей фазы в керамике; особенность в спектральной зависимости пропускания также недостаточно ярко выражена, пористая структура материала приводит к паразитному пропусканию излучения и т.д.

Нами использован эффект нагрева образца излучением для измерения спектра поглощения в диапазоне от коротких миллиметровых волн до ИК и по порогу поглощения прямо определено значение 2Δ для керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{9-\delta}$.



Исследуемые образцы представляют из себя диски диаметром 5 мм, толщиной 1 мм, с $T_c \cong 94$ К и шириной перехода $\Delta T_c = 2 \div 3$ К. Образец помещался в вакуумированную полость и укреплялся с помощью подвеса с подобранной теплопроводностью на конце металлического лучевода с конусом. Вся конструкция помещалась в криостат, температура в котором могла регулироваться от 1,5 до 300 К. Для измерений использовался спектрометр на лампах обратной волны² в диапазоне $5 - 40 \text{ см}^{-1}$ и ИК спектрометр в диапазоне $30 - 400 \text{ см}^{-1}$. Падающее излучение при поглощении вызывало нагрев образца (болومترический эффект); при этом изменение температуры ΔT пропорционально коэффициенту поглощения. Излучение модулировалось с частотой 10 Гц и значение ΔT на частоте модуляции регистрировалось чувствительным микротермометром: германиевым при $T = 1,5 - 4,2$ К и из $p\text{-InSb}$ при $T = 80 - 100$ К. Термометры приклеивались к тыльной стороне образца и тщательно экранировались от прямого попадания излучения металлической фольгой. Мощность падающего излучения измерялась оптико-акустическим приемником ОАП-7А. На рисунке приведена зависимость коэффициента поглощения для одного из образцов, измеренная при $T = 1,6$ К. При $T > 90$ К значения коэффициента поглощения в области $5 - 40 \text{ см}^{-1}$ и $200 - 400 \text{ см}^{-1}$ практически совпадают. Достаточно резкий край поглощения при низкой температуре позволяет определить величину 2Δ с высокой точностью. Для обсуждаемого образца $2\Delta = 5,0$ мэВ, т.е. $2\Delta/kT_c = 0,6$.

Полученное значение $2\Delta/kT_c$ заметно меньше известных в настоящее время данных как для лантановой, так и иттриевой керамик. Отметим, что при использованной методике регистрируется минимальное значение энергетической щели, в то время как обычно проявляется ее среднее значение.

Литература

1. *Leslie J.D., Ginsberg D.M.* Phys. Rev., 1964, 133, 362.
2. *Гершензон Е.М., Гольцман Г.Н., Семенов А.Д.* ПТЭ, 1983, № 5, 134.

Московский

государственный педагогический
институт им. В.И.Ленина

Поступила в редакцию
15 июля 1987 г.