

формации фононного спектра с составом (рис. 2). Установленный характер концентрации перестройки спектральных полос подтверждает выполненную ранее для крайних соединений ряда [7] идентификацию форм соответствующих нормальных колебаний и представляется важным для анализа концентрационной зависимости фазовых переходов в обсуждаемой системе твердых растворов.

Список литературы

- [1] Хасанов С. С. // Автореф. канд. дис. Черноголовка, ИФТТ АН СССР, 1987.
- [2] Гаврилова Н. Д., Новик В. К., Попова Т. В. // ФТТ. 1982. Т. 24. № 10. С. 3068—3073.
- [3] Анисимов М. А., Городецкий Е. Е., Запрудский В. М. // УФН. 1981. Т. 133. № 1. С. 103—137.
- [4] Гомоннай А. В., Грабар А. А., Высочанский Ю. М., Беляев А. Д., Мачулин В. Ф., Гурзан М. И., Сливка В. Ю. // ФТТ. 1981. Т. 23. № 12. С. 3602—3607.
- [5] Воронин Э. С., Сахновский В. Л. // УФН. 1979. Т. 127. № 1. С. 99—133.
- [6] Ребане Л. А., Халлер К. Э. // ФТТ. 1982. Т. 24. № 8. С. 2351—2360.
- [7] Byer N. H., Bobb L. C., Lefkowitz I., Deaver B. S. Jr. // *Ferroelectrics*. 1973. V. 5. N 3/4. P. 207—217.
- [8] Ewen P. J. S., Taylor W. // *Sol. St. Comm.* 1983. V. 45. N 3. P. 227—230.
- [9] Genzel L., Martin T. P., Perry C. H. // *Phys. St. Sol. (b)*. 1974. V. 62. N 1. P. 83—92.
- [10] Зингер Г. М., Ипатова И. П., Субашиев А. В. // ФТП. 1976. Т. 10. № 3. С. 479—485.

Институт ядерных исследований АН УССР
Киев
Ужгородский государственный университет
Ужгород

Поступило в Редакцию
18 октября 1988 г.
В окончательной редакции
13 февраля 1989 г.

УДК 538.945

Физика твердого тела, том 31, в. 8, 1989
Solid State Physics, vol. 31, N 8, 1989

АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКЕ $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$

О. Ю. Сердобольская, Г. П. Морозова

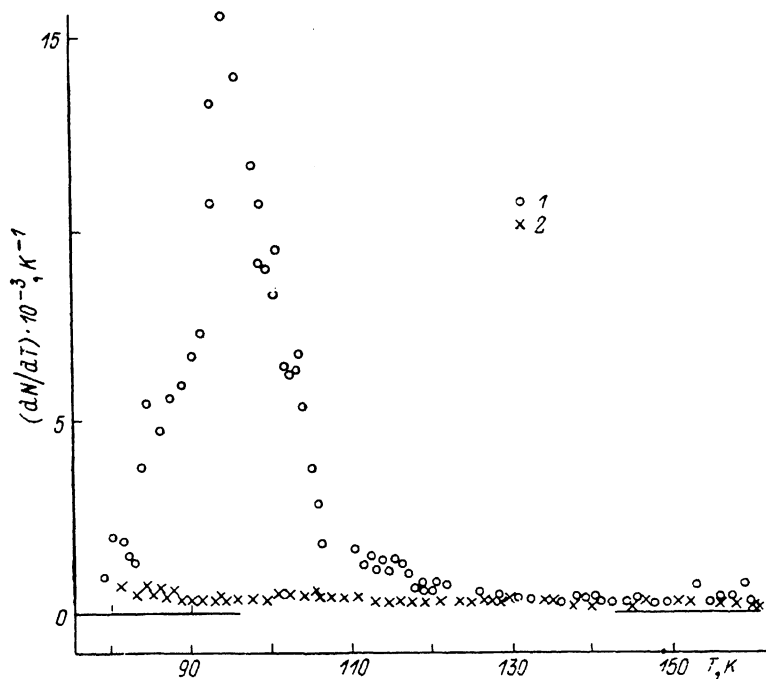
Акустическая эмиссия в твердых телах обычно возникает в процессе изменения их структуры под влиянием внешних воздействий, например при образовании микротрещин под действием давления или температуры, при прорастании доменов в сегнетоэлектрических и магнитных материалах. В последнем случае акустическая эмиссия связана со скачками Баркгаузена при переключении кристалла и может сопровождаться люминесценцией кристалла.

При акустических исследованиях высокотемпературных сверхпроводящих керамик многими авторами отмечалось скачкообразное изменение амплитуды звука, которое может быть ошибочно принято за скачки затухания, хотя это скорее всего связано с интерференционными явлениями при перестройке отдельных кристаллитов. Более подробно эту перестройку можно исследовать методом акустической эмиссии.

Исследовался образец сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$, имеющий коэффициент заполнения 0.8 и температуру сверхпроводящего перехода 90—93 К. Образец имел форму таблетки диаметром 15 и толщиной 2 мм. Каждый акт случайного процесса акустической эмиссии представлял собой генерацию акустического импульса, который, расходясь от центра эмиссии и отражаясь от краев образца, вызывал ударное возбуждение всего образца с наклеенным на него преобразователем звука. Преобразователь из ниобата лития с резонансной частотой 5 МГц притирался на си-

ликеновом масле ГКЖ-94. Исследовались возбужденные эмиссией продольные колебания образца по толщине частотой сотни килогерц; длительность колебательного процесса при азотных температурах составляла 0,2—0,3 мс.

Для контроля акустического контакта и прохождения звука служил второй преобразователь с той же резонансной частотой, который мог включаться в обычную эхо-импульсную схему измерения скорости и затухания звука. Образец подвешивался на тонких нитях в кристаллодержателе, чтобы исключить влияние температурной акустической эмиссии и вибраций других частей установки. Сигнал эмиссии с преобразователя подавался через усилитель на запоминающий осциллограф или счетчик импульсов.



Температурный ход сигнала акустической эмиссии при охлаждении образца $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ (1) и стеклянной пластинки (2).

Температурная эмиссия характеризуется величиной dN/dT , где N — число импульсов эмиссии; в эксперименте измерялось число импульсов акустической эмиссии при изменении температуры на 1 К для каждой температурной точки. Средняя скорость изменения температуры 0,3 К/мин, величина dN/dT в достаточно широких пределах не зависела от скорости изменения температуры.

При охлаждении образца от комнатной температуры наблюдался фоновый сигнал акустической эмиссии, обусловленный различными электрическими и механическими случайными процессами. Начиная с 120 К dN/dT существенно возрастает и достигает максимума в области сверхпроводящего перехода, что говорит об усиленной перестройке структуры керамики в этой области (см. рисунок). Следует отметить, что в эксперименте счет импульсов происходил только тогда, когда его амплитуда превышала уровень шума более чем в два раза, т. е. амплитуда акустического отклика на выходе усилителя была не менее 20 мВ, что соответствовало амплитуде колебательного смещения порядка 10^{-13} см. Обычно средняя амплитуда импульсов эмиссии составляла 30—50 мВ, хотя встречались импульсы, амплитуда которых превосходила 200 мВ.

Акустическая эмиссия может быть также связана с аномалиями коэффициента теплового расширения. Этот механизм в случае различных коэф-

фициентов теплового расширения преобразователя, склейки и образца может приводить к возникновению сильных внутренних напряжений и даже потере акустического контакта между преобразователем и образцом. Однако применяемая склейка ГКЖ-94 обычно замерзает при температурах порядка 200 К, и в области азотных температур, как показывает эксперимент, коэффициент передачи звука не изменяется. Для доказательства того, что эмиссия не связана со склейкой, акустическая эмиссия была измерена в стеклянной пластинке тех же размеров, что и исследуемый образец, с тем же преобразователем и склейкой (см. рисунок, точки 2).

Приведенные результаты показывают, что акустическая эмиссия является перспективным методом исследования перестройки структуры высокотемпературных сверхпроводников.

Авторы выражают благодарность В. И. Воронковой за предоставление образца керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$.

Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова
Москва

Поступило в Редакцию
13 февраля 1989 г.

УДК 537.312.62+538.945+548 : 537.611.45

Физика твердого тела, том 31, в. 8, 1989
Solid State Physics, vol. 31, № 8, 1989

МАГНИТНАЯ $T-H$ ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

Н. А. Дорошенко, Г. Г. Левченко, В. И. Маркович,
Ю. Ф. Ревенко, И. М. Фита

Выяснению взаимосвязи и влиянию дальнего магнитного порядка на сверхпроводящую подсистему посвящены многочисленные исследования. В настоящей работе изучается этот вопрос на примере соединения $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, в котором ниже температуры 2.2 К устанавливается коллинеарная антиферромагнитная структура с магнитным моментом, ориентированным вдоль оси C [1]. Оценки эффективного поля H_E и поля анизотропии $H_A < H_E$ [2] позволяют ожидать реализации спин-флоп фазы в диапазоне полей $H_{\Pi} < H < 2H_E$, где $H_{\Pi} = \sqrt{2H_E H_A}$ — поле спин-флоп перехода. Однако попытки построения фазовой диаграммы по данным магнитной восприимчивости [3], теплоемкости [2] и магнитосопротивления [4] не указывают на присутствие СФ фазы, характерной для слабоанизотропных антиферромагнетиков.

С целью исследования $T-H$ магнитных фазовых диаграмм в сверхпроводящем и нормальном состоянии нами было проведено измерение магнитной восприимчивости образцов $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ в орторомбической и тетрагональной модификациях на переменном токе ($\hbar \sim 0.3 \div 20$ Э, $f = 30 \div 3000$ Гц) в диапазоне температур 0.2–100 К в магнитных полях до 40 кЭ. Исследования выполнены на керамических образцах цилиндрической формы (\varnothing 2.3 мм, $l = 6$ мм, $m \sim 0.15$ г).

ВТСП-керамика состава $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ синтезировалась из Gd_2O_3 , CuO и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Прессование образцов проводилось под давлением $P \sim 1$ ГПа. Спекание ВТСП-керамики проводилось в течение 5 ч при температуре 975 °С в потоке кислорода с последующим охлаждением со скоростью 150 град/ч. Плотность образцов ~ 4.7 г/см³, что составляет ≈ 70 % от теоретической, рассчитанной по параметрам решетки.

Для образца орторомбической модификации получено значение температуры сверхпроводящего перехода $T_c = 92.0$ К по максимальной величине $d\chi/dT$. Для образца тетрагональной модификации следы диамагнит-