

**АНОМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КЕРАМИКИ $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$
В ОКРЕСТНОСТИ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ПЕРЕХОДА**

*А.И.Головашкин, О.М.Иваненко, Г.И.Лейтус,
К.В.Мицен, О.Г.Карпинский, В.Ф.Шамрай*

Проведены низкотемпературные рентгеноструктурные исследования однофазных образцов сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. В окрестности сверхпроводящего перехода обнаружено аномальное температурное поведение параметров решетки и объема элементарной ячейки. Указанная аномалия связывается с упорядочением кислородных вакансий.

В сверхпроводящей керамике $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ в окрестности сверхпроводящего перехода наблюдаются аномалии в поведении скоростей звука, упругих модулей, коэффициента линейного расширения¹. Это предполагает, в частности, возникновение в этом температурном интервале соответствующих деформаций решетки. Для проверки такого предположения были выполнены низкотемпературные рентгеноструктурные исследования образцов сверх-

проводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Образцы готовились по технологии, описанной в ². Особое внимание уделялось однородности получаемых образцов, что контролировалось по ширине дифракционных рентгеновских пиков и резкости диамагнитного перехода. Температура перехода в сверхпроводящее состояние T_c , измеренная по изменению сопротивления образцов, составляла 93 К при ширине $\Delta T_c^R \approx 1$ К. Ширина сверхпроводящего перехода по восприимчивости, измеренная в поле 0,5 Э, $\Delta T_c^X \sim 2$ К. Ниже 89 К образцы обладали 100 % диамагнетизмом.

Низкотемпературные рентгеновские исследования проводились порошковым методом на дифрактометре ДРОН-2 (линия K_α - железа). Параметры решетки определялись обработкой по методу наименьших квадратов данных по 23 "чистым" рефлексам. Измерения проводились в интервале температур от 77 до 300 К.

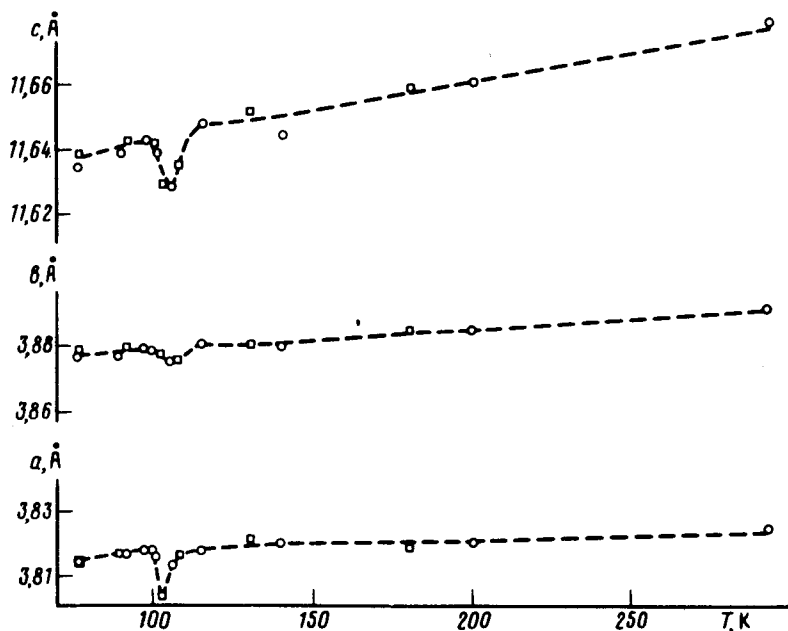


Рис.1. Температурные зависимости параметров орторомбической решетки a , b , и c керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$

На рис. 1 приведены температурные зависимости постоянных орторомбической решетки a , b и c . Результаты получены при медленном отогреве образца, предварительно охлажденного до 77 К. Представлены результаты двух серий измерений. Из рисунка видно, что указанные параметры начинают заметно меняться при приближении температуры к T_c и возвращаются примерно к исходным значениям непосредственно перед сверхпроводящим переходом. Максимальные отклонения в минимумах параметров a и $c \sim 0,2\%$, а $b \sim 0,1\%$. Эти величины отклонений намного превышают ошибку измерений ($\sim 0,02\%$). Температурный интервал аномальной зависимости структурных параметров соответствует области, где происходит отклонение от линейного хода температурной зависимости сопротивления образца, а также участку плато на температурных зависимостях скоростей ультразвука ¹.

Результаты, приведенные на рис. 1, получены при длительности экспозиции в каждой точке около 1 часа. На рис. 2 показаны температурные зависимости структурных параметров, полученные при циклировании температуры в области наблюдаемой аномалии и при длительности экспозиции в точке 20 минут. Стрелки указывают направление изменения температуры. Видно, что кроме искажения первоначальных зависимостей наблюдается гистерезис при температурном циклировании. В частности, величина параметра c при возвращении к ис-

ходной температуре 77 К увеличивается почти на 0,01 Å и спадает к начальному значению в течение нескольких часов.

Наблюдаемые особенности в поведении структурных параметров предполагают наличие какого-то медленного процесса структурной релаксации, типа диффузного, имеющего место в интервале температур перед сверхпроводящим переходом. Возможно, это связано с упорядочением кислородных вакансий в этой области температур. В этом случае предполагаемая "мягкость" кислородной подрешетки может быть ответственной за сильное электрон-электронное взаимодействие, приводящее к сверхпроводимости.

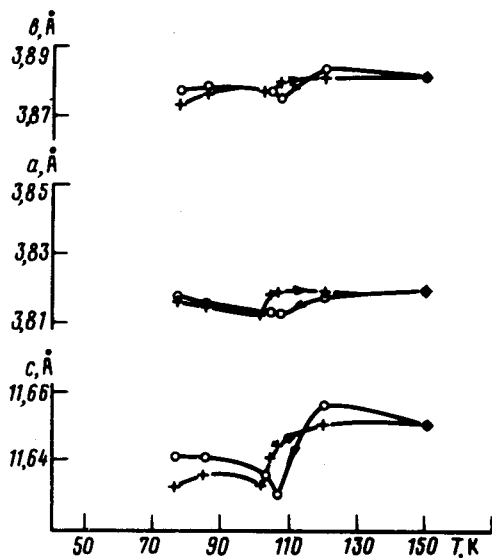


Рис. 2. Температурные зависимости структурных параметров a , b и c при температурном циклировании

Следует, однако, указать на еще одну возможность искажения температурной зависимости структурных параметров, связанную с образованием льда в порах керамических образцов. При этом наблюдаемое аномальное сжатие могло бы возникнуть при некоторой последовательности фазовых переходов в процессе теплового расширения между модификациями льда различной плотности. Однако, составить такую последовательность переходов из известных модификаций льда ³ не удастся. Кроме того, рассматриваемая аномалия не наблюдается в столь же пористой керамике на основе лантана. Это делает указанную возможность очень маловероятной. Окончательный вывод можно будет сделать после проведения аналогичных измерений на монокристаллических образцах.

Литература

1. Головашкин А.И., Данилов В.А., Иваненко О.М., Мицен К.В., Перепечко И.И. Письма в ЖЭТФ, 1987, 46, 273.
2. Wu M.R., Ashburn J.R., Torng C.J., Hor P.H., Meng R.L., Gao L., Huang J., Wang Y.Q., Chu C.W. Phys. Rev. Lett., 1987, 58, 908.
3. Паундер Э.Р. Физика льда. М.: Мир, 1967.