

УДК 537.362

АНОМАЛЬНОЕ ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ В СИСТЕМЕ $\text{BaPb}_x\text{Bi}_{1-x}\text{O}_3$ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Н. В. Аншукова, А. И. Головашкин, Л. И. Иванова,
И. Б. Крынецкий, А. П. Русаков

Измерены температурные зависимости коэффициентов теплового расширения $\alpha(T)$ образцов системы $\text{BaPb}_x\text{Bi}_{1-x}\text{O}_3$ как для диэлектрических, так и для металлических составов. При низких температурах обнаружена область аномальных отрицательных значений α , что указывает на общность физических свойств этой системы со свойствами оксидных высокотемпературных сверхпроводников.

В оксидных системах с высокотемпературной сверхпроводимостью $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$, $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}$, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ [1] при низких температурах обнаружены области с отрицательными значениями коэффициента теплового расширения α . Аномальное значение α указывает на неустойчивость системы, связанную с сильным электрон-фононным взаимодействием. Существует предположение, что система $\text{BaPb}_x\text{Bi}_{1-x}\text{O}_3$ (ВРВО) относится к классу оксидных высокотемпературных сверхпроводящих материалов (ВТСП). И, следовательно, для нее можно ожидать наличия характерного для ВТСП аномального поведения α , в том числе отрицательных значений α при низких температурах.

В настоящей работе выполнены измерения температурных зависимостей коэффициента теплового расширения α для образцов ВРВО с $x = 0,2$ (диэлектрическая фаза), $x = 0,65$ (граница перехода диэлектрик-металл) и $x = 0,75$ и $0,9$ (металлическая, сверхпроводящая фаза). Образцы приготовлены методом нитратной технологии. Синтез проводился в кислородной атмосфере при температуре $T = 1010 - 1020^\circ\text{C}$ в течение 50 часов с несколькими промежуточными перетираниями и прессованиями. Отжиг

образцов проводился в атмосфере кислорода при $T = 800^\circ\text{C}$ в течение 16 часов с последующей закалкой до комнатной температуры. Известно [2], что такой режим отжига дает стехиометрию по кислороду не хуже, чем $3,00 \pm 0,01$ при всех x . Образцы обладали стандартными свойствами, величина критической температуры для состава с $x = 0,75$ равна $11,6\text{ K}$.

Измерение линейного теплового расширения $\Delta l/l$, где l – длина образца, проводилось с помощью тензометрического dilatометра, представляющего собой мостовую схему, с чувствительностью по $\Delta l/l$ около $5 \cdot 10^{-7}$ [3]. Результаты измерений температурных зависимостей линейного коэффициента теплового расширения $\alpha = (1/l)\Delta l/\Delta T$ показаны на рис. 1 от температуры жидкого гелия до $T = 60\text{ K}$.

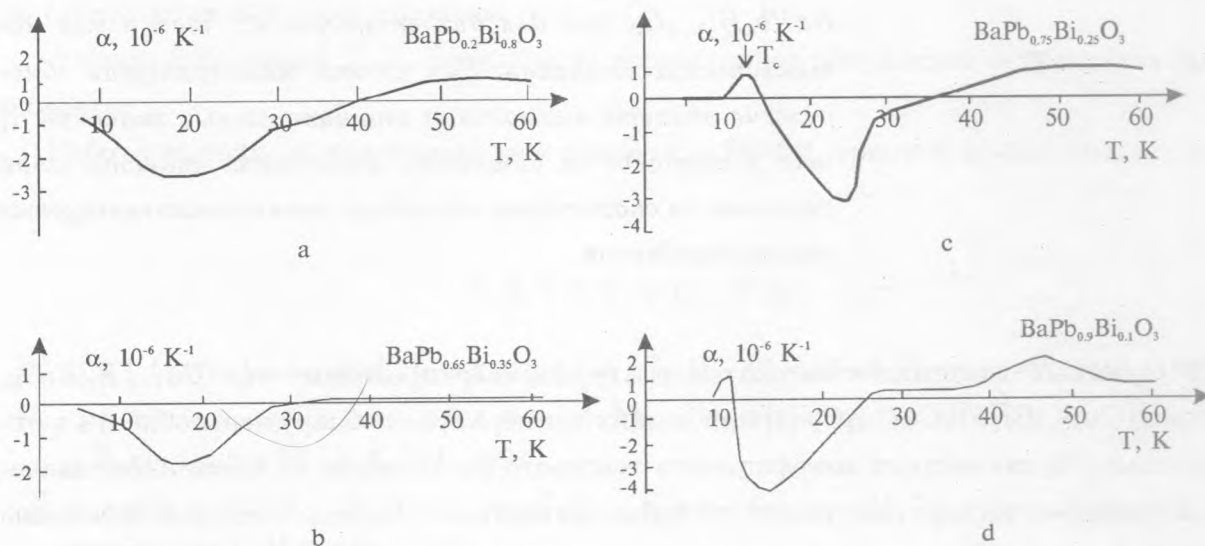


Рис. 1. Зависимость коэффициента линейного теплового расширения α от температуры T для образцов системы $\text{BaPb}_x\text{Bi}_{1-x}\text{O}_3$: (a) $x = 0,2$; (b) $x = 0,65$; (c) $x = 0,75$ (стрелкой указана T_c); (d) $x = 0,9$.

Из рисунков видно, что в образцах исследуемой системы существуют фазовые переходы, которые сопровождаются довольно резкими изменениями α . Типы таких фазовых переходов в системе ВРВО описаны в работе [2]. В данной работе мы не обсуждаем природу этих фазовых переходов.

Из рис. 1а видно, что в диэлектрической фазе $\text{BaPb}_{0,2}\text{Bi}_{0,8}\text{O}_3$ коэффициент $\alpha < 0$, начиная с гелиевых температур. Характер температурной зависимости $\alpha(T)$ этого образ-

ца напоминает аналогичную зависимость для диэлектрического образца $Ba_{1-x}K_xBiO_3$ (ВКВО) с $x = 0,13$ [1]. С ростом x , т.е. при легировании свинцом, величина α при низких температурах остается отрицательной, однако эта аномалия уменьшается также, как в ВКВО с $x = 0,27$.

Рис. 1с соответствует металлическому составу ВРВО с $x = 0,75$ и максимальным значением T_c . Также как и в ВКВО с максимальным T_c [1], при самых низких температурах коэффициент α становится положительным; при дальнейшем возрастании температуры в области T_c (11 – 12 К) наблюдается аномальное изменение α . Зависимость $\alpha(T)$ образца ВРВО с $x = 0,9$ (рис. 1d) качественно напоминает зависимость для образца с $x = 0,75$, но аномалия, соответствующая T_c , наблюдается при более низкой температуре $T = 9$ К.

Таким образом, для ВРВО как и для ВКВО максимальная аномалия $\alpha < 0$ при низких температурах наблюдается в диэлектрической фазе при малом легировании. С ростом легирования эта аномалия уменьшается.

Результаты измерения теплового расширения в зависимости от температуры и состава указывают на то, что система ВРВО может быть отнесена к классу оксидных ВТСП материалов.

Работа поддержана Научным советом ГНТП "Актуальные направления в физике конденсированных сред" и РФФИ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Anshukova N. V., Golovashkin A. I., Ivanova L. I. et al. *Physica C*, 1997 (в печати).
- [2] Hashimoto T., Kawazoe H., and Shimamura H. *Physica C*, **223**, 131 (1994).
- [3] Баженова Н. В. и др. *Кристаллография*, **21**, 184 (1976).

Поступила в редакцию 1 сентября 1997 г.