

УДК 538.945

Д.В.Потапов, О.А.Александрова (5 курс, каф. ФПНЭ), В.Э.Гасумянц, д.ф.м.н., проф.

МОДИФИКАЦИЯ ЗОННОГО СПЕКТРА И СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ В ВТСП СИСТЕМЫ $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Zn_{0.2}O_y$

ABSTRACT: The temperature dependences of the resistivity and thermopower for ceramics samples with a composition of $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Zn_{0.2}O_y$ have been measured. An increase in the critical temperature value under the Ca influence was observed. The results obtained were analyzed within a narrow-band model that allowed us to obtain the information on the modification the charge-carrier system parameters and discuss it with respect to the superconducting properties of the system studied.

Исследовано влияние двойных замещений $Ca \rightarrow Y$ и $Zn \rightarrow Cu$ на свойства ВТСП иттриевой системы в нормальном и сверхпроводящем состояниях. Соответствующие одиночные замещения приводят к появлению целого ряда необычных особенностей [1], причем Ca и Zn оказывают качественно противоположное воздействие на кристаллохимические и транспортные свойства $YBa_2Cu_3O_y$. В связи с этим изучение влияния двойного легирования может дать новую информацию для понимания природы нормального состояния в ВТСП-материалах и выяснения связи между параметрами системы носителей заряда в нормальном и сверхпроводящем состояниях.

В работе исследовалась серия керамических образцов состава $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Zn_{0.2}O_y$ ($x=0-0.2$). Образцы были синтезированы твердофазной реакцией из исходных оксидов Y, Cu и Zn и карбонатов Ca и Ba. Проведены трехкратный обжиг при $900^\circ C$ с промежуточными перетираниями и дополнительный отжиг в кислороде при $500^\circ C$. По данным рентгенофазового анализа, все образцы являлись однофазными (содержание примесных фаз не более 2-3% масс.). Однородность образцов контролировалась также методом локальной термоэлектрической диагностики, показавшим отсутствие посторонних включений заметного размера. Определены параметры элементарной ячейки ромбических твердых растворов и зависимости их от концентрации легирующих элементов.

В серии $Y_{0.8}Ca_{0.2}Ba_2Cu_{3-y}Zn_yO_z$ увеличение содержания цинка приводит к росту значений ρ , появлению на зависимости $\rho(T)$ участка роста в области низких температур, слабому росту значения $S(T=300K)$ и резкому уменьшению значения критической температуры, T_c . В $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Zn_{0.2}O_z$ увеличение содержания кальция оказывает на все эти параметры противоположное действие: зависимость $\rho(T)$ трансформируется от полупроводниковой к металлической, что сопровождается уменьшением значений $\rho(T=300K)$, значение T_c увеличивается от 17.2 до 45.3K, а значение $S(T=300K)$ уменьшается от 10.2мкВ/К до -1.1мкВ/К. Наклон зависимости $S(T)$ при $T < 120-150K$ последовательно уменьшается с ростом x , а при $x > 0.15$ зависимость $S(T)$ в этой области температур становится падающей. Таким образом, несмотря на то, что цинк в системе $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Zn_{0.2}O_z$ замещает плоскостную медь и оказывает слабое воздействие на содержание кислорода в образцах, характер изменения зависимостей $S(T)$ и значения T_c в аналогичен случаям систем $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Co_{0.2}O_z$ и $Y_{1-x}Ca_xBa_{1.5}La_{0.5}Cu_3O_z$, где эти особенности связывались модификацией состояния кислородной подсистемы под действием дополнительного легирования кальцием [1].

Интерпретация полученных результатов проводилась в рамках модели узкой зоны, позволяющей определить значения параметров зонного спектра и системы носителей заряда в нормальной фазе [2]. Обнаружено, что введение кальция приводит к росту степени асимметрии проводящей зоны, вызванному внесением в нее дополнительных состояний, причем эта асимметрия компенсирует асимметрию, вносимую цинком. На основании анализа полученных результатов предложена модель, объясняющая причину улучшения сверхпроводящих свойств $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_{2.8}Zn_{0.2}O_y$ при увеличении содержания кальция.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Е.В.Владимирская, В.Э.Гасумянц, И.Б.Патрина. ФТТ, т.37 (1995), с.1990.
2. V.E.Gasumyants, V.I.Kaidanov, E.V.Vladimirskaya. Physica C, v.248 (1995), p.255.