

$$\frac{2}{3} M_s^2 \left( \pi - \frac{d}{\pi^4 h} \right) - \sigma_1 (\sigma_1 + 4b_2) \cos^2 \psi > 0, \quad (3)$$

где  $b_2$  — магнитоупругая константа,  $d$  — ширина микродомена,  $h$  — толщина пленки. Изменение знака неравенства приведет к переходу от неоднородного распределения намагниченности с углами  $\pm \psi$  к однородному распределению намагниченности в макродомене. Если выполняется условие

$$1 + \frac{2K_1}{K_2} + \frac{2}{3} \frac{K_1}{3K_1 + K_2} = 0 \quad (4)$$

с сохранением знака неравенства (3), то наблюдается переход к однородному распределению намагниченности в макродомене вдоль направления  $[1\bar{1}0]$ .

Роль поляризованного света в исследованных пленках сводится к наведению легчайшей оси ориентации макродоменной структуры. Учет фотонаведенной поляризованным светом анизотропии несколько изменит угол  $\psi$  и условие реализации неоднородного и однородных случаев (3), (4).

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Коваленко В. Ф., Нагаев Э. Л. УФН, 1986, т. 148, № 4, с. 561—603.  
 [2] Веселаго В. Г., Владимиров И. В., Дорошенко Р. А., Сетченков М. С. Препринт ИОФАН СССР, № 56. М., 1987, 61 с.  
 [3] Веселаго В. Г., Воробьева Н. В., Дорошенко Р. А. Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 45, № 8, с. 402—404.

Отдел физики и математики БФ АН СССР  
Уфа

Поступило в Редакцию  
7 декабря 1987 г.

УДК 538.1.339.213

Физика твердого тела, том 30, в. 9, 1988  
Solid State Physics, vol. 30, № 9, 1988

### МЁССБАУЭРОВСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ $(Y, Eu)Ba_2Cu_3O_x$

А. М. Хасанов, С. С. Царевский, А. Б. Либерман

В связи с открытием высокотемпературной сверхпроводимости в соединениях типа  $YBa_2Cu_3O_7$  [1] интересным представляется проведение мёссбауэровских исследований, которые могут дать важную информацию об особенностях структуры кристалла вблизи мёссбауэровского изотопа.

Нами синтезированы соединения  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  по технологии, описанной в [2], с критической температурой вблизи 92 К. Для мёссбауэровских исследований проведено частичное замещение меди на ионы железа и олова, а также ионов иттрия на ионы европия.

Рентгеноструктурные исследования в диапазоне температур 80—300 К показали, что все соединения с частичным замещением однофазны и обладают ромбической структурой с параметрами элементарной ячейки  $a=3.814 \text{ \AA}$ ,  $b=3.878 \text{ \AA}$ ,  $c=11.634 \text{ \AA}$ , аналогичной описанной в работе [2]. В исследованном температурном интервале не наблюдается изменения симметрии кристалла при понижении температур.

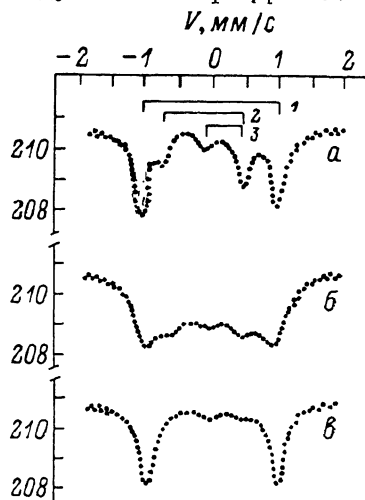
Мёссбауэровские исследования соединений  $EuBa_2Cu_3O_{7-x}$ ,  $YBa_2Cu_{2.97}Fe_{0.03}O_{7-x}$ ,  $YBa_2Cu_{2.95}Sn_{0.05}O_{7-x}$  проводились в интервале температуры 80—300 К на ядрах изотопов  $^{57}Fe$ ,  $^{119}Sn$ ,  $^{151}Eu$ . Типичный мёссбауэровский спектр изотопа  $^{57}Fe$  представлен на рисунке, а. Сложная структура спектра, состоящего как минимум из шести компонент, затруд-

	300 К		80 К	
	$\Delta E_Q$	$\delta$	$\Delta E_Q$	$\delta$
Fe1	2.01 (3)	0.03 (3)	2.02 (3)	0.15 (3)
Fe2	1.21	-0.06	1.24	0.11
Fe3	0.63	0.26	0.66	0.46
Sn1	0.00 (5)	-0.05 (5)	0.00 (5)	-0.05 (5)
Sn2	0.82	-0.05	0.92	0.05
Eu	0.00	-0.15	0.00	-0.13

Примечание. Изомерные сдвиги приведены относительно  $\alpha$ -Fe, SnO<sub>2</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

няет его интерпретацию. Изменение температуры от 300 до 80 К не приводит к заметной трансформации спектра, поэтому для получения дополнительной информации были исследованы образцы на разной стадии спекания (б), а также образцы, закаленные на воздухе от температуры 800 °С (в). В спектре последних основной составляющей является квадрупольный дублет, который легко идентифицируется в других спектрах. Совместный анализ спектров образцов в разной стадии синтеза и образцов, быстро охлажденных от 800 °С, позволяет интерпретировать остальные составляющие как два квадрупольных дублета. Результаты математической обработки собраны в таблице.

По данным [3], в структуре исходного соединения катионы редких земель



Спектр <sup>57</sup>Fe образца, синтезированного по стандартной технологии (а); синтез в течение 0.5 ч (сверхпроводимость отсутствует) (б); спектр образца, спекленного по стандартной технологии с последующей закалкой от 800 С (в).

окружены восемью ионами кислорода, ионы бария десятью, а ионы меди имеют плоскую четырехкратную координацию (Cu1) и пятикратную координацию (Cu2). Кроме того, при наличии кислородных дефектов должны присутствовать соответствующие кислородно-дефектные координации. Проведенные расчетные оценки градиента электрического поля (ГЭП) на ядре ионов металла дали следующие соотношения значений квадрупольного расщепления для позиций Cu1, Cu2, дефектных Cu1, Cu2 — 1 : 0.5 : 0.75 : 0.7. При этом в восьми- и десятикратной координациях относительные значения квадрупольного расщепления невелики ~0.1. Наблюдаемое для одной из компонент спектра (Fe1) сильное квадрупольное расщепление может быть объяснено размещением ионов железа в бездефектной Cu 1 координации. Квадрупольный дублет Fe 3 с малым расщеплением вероятнее всего соответствует бездефектной позиции Cu2. Дублет Fe2 по значению квадрупольного расщепления следует отнести к ионам железа в дефектной координации. Меньшее, чем для Fe1, значение изомерного сдвига для этой компоненты позволяет интерпретировать ее как дефектную Cu1. Значения изомерного сдвига для всех компонент свидетельствуют о трехвалентном состоянии ионов железа.

Таким образом, ионы железа размещаются неравномерно в позициях Cu1 и Cu2 исходного соединения и сохраняют валентность 3+. При синтезе ионы железа быстро занимают структурные позиции в кристалличес-

кой решетке исходного соединения. Заметное уширение линий в спектрах образцов, полученных после кратковременного синтеза, свидетельствует о наличии распределения квадрупольного расщепления. Это распределение может быть объяснено значительной степенью беспорядка в кислородных слоях, содержащих дефекты.

Для оловозамещенных образцов величина изомерного сдвига свидетельствует о близости электронной конфигурации олова к  $\text{Sn}^{1+}$ . Отсутствие заметного квадрупольного расщепления позволяет предположить, что при замещении ноты олова занимают позиции ионов бария или иттрия.

Для изотопа  $^{151}\text{Eu}$  величина изомерного сдвига близка к значению сдвига в  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ , что говорит о трехвалентном состоянии ионов европия в данном соединении.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] *Wu M. K., Ashburn J. R., Torng C. J. et al. Phys. Rev. Lett., 1987, vol. 58, N 9, p. 908—910.*
- [2] *Cava R. J., Batlogg B., van Dover R. B. et al. Phys. Rev. Lett., 1987, vol. 58, N 16, p. 1676—1679.*
- [3] *Beech F., Miraglia S., Santoro A., Roth R. S. Phys. Rev., 1987, vol. B35, N 16, p. 8778—8781.*

Казанский государственный  
университет им. В. И. Ульянова-Ленина  
Казань

Поступило в Редакцию  
14 декабря 1987 г.

УДК 548.0 : 539.8

Физика твердого тела, том 30, в. 9, 1988  
Solid State Physics, vol. 30, № 9, 1988

## СУПЕРИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ И ФАЗОВАЯ $P-T$ -ДИАГРАММА $\text{RbHSO}_4$

*В. В. Синицын, Е. Г. Полятовский, А. И. Баранов,  
Л. А. Шувалов, Н. И. Боброва*

При атмосферном давлении в  $\text{RbHSO}_4(\text{RHS})$  известен один структурный фазовый переход из параэлектрической фазы I (пр. гр.  $P2_1/c$ ) в сегнетоэлектрическую фазу II (пр. гр.  $P_c$ ) [4-3]. Структурный мотив фаз I и II такой же, как и у всего семейства  $\text{MeHAO}_4$  (где  $\text{Me}=\text{Cs}, \text{NH}_4, \text{Rb}$ ;  $\text{A}=\text{S}, \text{Se}$ ): тетраэдрические сульфатные группы связаны между собой водородными связями, образуя одномерные цепочки. В обеих фазах RHS протоны упорядочены и занимают нецентральные позиции на водородных связях.

Известно, что в ряде кристаллов семейства  $\text{MeHAO}_4$  (например, в  $\text{CsHSO}_4, \text{CsHSeO}_4$ ) при атмосферном давлении плавлению предшествует фазовый переход в состояние с высокой протонной проводимостью, который не достигается в RHS [4-6]. Гидростатическое давление практически не влияет на температуру этого суперионного перехода, тогда как температура плавления резко возрастает с давлением [7, 8]. Поэтому логично было предположить, что в RHS суперионная фаза появится при некотором гидростатическом давлении. Веским аргументом в пользу такого предположения явилось также обнаружение у RHS, как и у  $\text{CsHSO}_4(\text{CHS})$ , перехода в поверхностном слое, причем у CHS такой переход предшествует по температуре объемному фазовому переходу в суперионное состояние [9].

В настоящей работе исследована область фазовой  $P-T$ -диаграммы RHS в интервале температур  $290 \div 520$  К при гидростатических давлениях до 2.0 ГПа. (Низкотемпературная область фазовой  $P-T$ -диаграммы RHS была изучена ранее в [3]).