

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЫРОК В РЕШЕТКАХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

Одна из основных проблем современной физики – это проблема определения эффективных зарядов и пространственного распределения электронных дефектов в решетках ВТСП.

Определение, указанных величин необходимо как для построения теории ВТСП, так и для создания теоретических основ технологии получения ВТСП.

Для изучения примесных атомов в твердых телах используются две группы экспериментальных методов. Одна из них не чувствительна к электронной структуре примесных центров (например: электропроводность, фотопроводимость, эффект Холла и другие) [1].

Вторая группа методов (ЭПР, ЯКР, ЯГРС) чувствительны к электронной структуре примесных центров и эти методы позволяют не только идентифицировать природу примесных центров, но и интерпретировать результаты непосредственно в терминах электронной структуры [2].

Поэтому мы старались сформулировать требования, предъявляемые к месбауэровской спектроскопии на примесных атомах при её использовании в качестве метода идентификации зарядов атомных центров в кристаллах. Эти требования были нами реализованы для случая наиболее типичных высокотемпературных сверхпроводников. Образцы $YBa_2Cu_3O_7$ готовились методом спекания оксидов в атмосфере кислорода.

Рентгеноструктурный анализ показал однофазность контрольных образцов с параметрами орторомбической структуры. Температура перехода в сверхпроводящее состояние была $T_c \sim 85K$. Изотоп $Cu - 67$ вводился в шихту в химической форме $CuCl_2$. При $T \geq 85 K$ образцы оставались в полупроводниковом состоянии.

Эмиссионные месбауэровские спектры $YBa_2Cu_3O_7$, представляют собой наложение двух квадрупольных триплетов различной интенсивности (рисунок 1). Исходя из отношения заселенностей позиции $Cu - (1)$ и $Cu - (2)$ более интенсивный триплет отнесен к атому $^{67}Cu^{+2}$ в узлах $Cu - (2)$, а менее интенсивный – к атому $^{67}Cu^{+2}$ в узлах $Cu - (1)$. Для теоретического расчета значения главной компоненты тензора ГЭП в узлах меди в решетках $YBa_2Cu_3O_7$ проведены расчеты параметров тензора ГЭП с выделением вклада в суммарный ГЭП от отдельных подрешеток методом точечных зарядов [3].

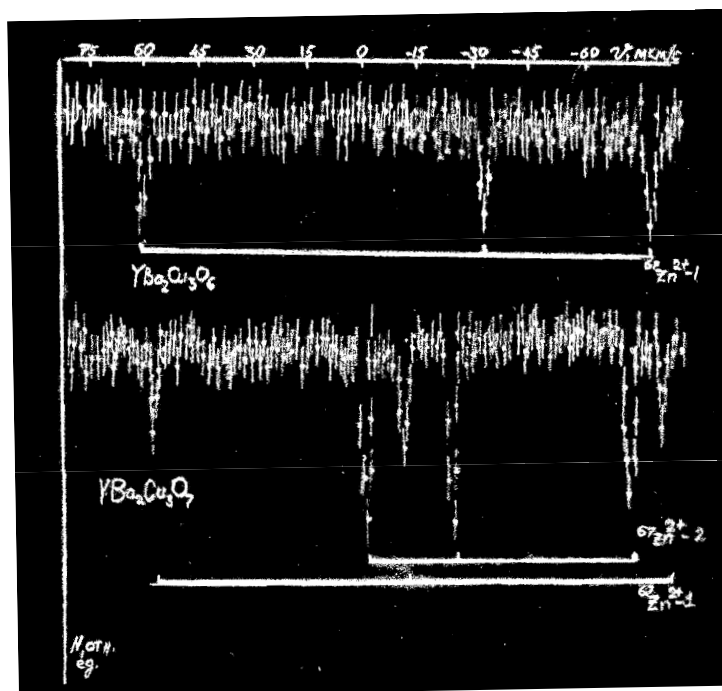


Рисунок 1 – Эмиссионные месбауэровские спектры $YBa_2Cu_3O_6$ и $YBa_2Cu_3O_7$ при температуре 80 К

Путем сопоставления расчетных и экспериментальных значений параметров тензора ГЭП определена локализация дырок в решетки высокотемпературного сверхпроводника [4].

Дырка в этой керамике локализована преимущественно на узлах мостикового кислорода $O(4)$, хотя возможен частичны перенос дырки на узлы $O(2)$, и $O(3)$.

Локализация дырки в керамике $YBa_2Cu_3O_7$ определена путем изучения значения зарядовых состояний атомов.

Зарядовое состояние атомов в керамике имеет значение $Y^{3,14+} Ba_2^{2,09+} Cu(1)^{1,89+} Cu(2)_2^{1,89+} O(1)_2^{2,09-} O(2)_2^{1,93-} O(3)_2^{1,81-} O(4)^{1,34-}$

Самое малое значение заряда четвертого кислорода дает возможной вероятности локализации дырки в узлах мостикового кислорода $O(4)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев А.А. «Высокотемпературная сверхпроводимость», Москва, Наука, 1990.
2. Серегин П.П., Тураев Э.Ю. «Применение эффекта Мессбауэра в физике аморфных полупроводников», Ташкент, Фан, 1989.
3. Александров О.В. «Выращивание монокристаллов высокотемпературных сверхпроводников», Москва, 1988, т.2, стр. 380-383.
4. Александров А.С. «Аномальная глубина проникновения магнитного поля в металооксидных сверхпроводниках», Письмо в ЖЭТФ, 1988, т.48, № 8, стр. 426 – 428.