

## КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА В РТУТНЫХ ВТСП КЕРАМИКАХ

*В.В.Стружкин, И.А.Троян, Е.С.Ицкевич*

*Институт физики высоких давлений РАН*

*142092 Троицк Московская обл., Россия*

Поступила в редакцию 24 ноября 1993 г.

Исследованы спектры комбинационного рассеяния (КР) в сверхпроводящих образцах ртутно-купратного гомологического ряда  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+2+x}$  с  $n = 1, 2, 3$ . Проведен сравнительный анализ полученных результатов с аналогичными данными для таллиевых ВТСП. Все наблюдавшиеся частоты линий КР отнесены к комбинациям кислорода 01 и 02. Исследован спектр КР-прекурсора фазы 1212 –  $\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_5$ .

С момента рождения ртутных ВТСП (март 1993 г.) прошло не очень много времени. Естественно, первые эксперименты были связаны с синтезом семейства слоистых купратов  $\text{HgBa}_2\text{R}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+2+x}$  – в основном составов с  $n = 1, 2, 3$ , так, как было обнаружено, что критическая температура  $T_c$  в составе 1223 вышла на насыщение ( $T_c = 131 - 133 \text{ K}$ ) [1, 2].

Ртутные купраты – идеальные ВТСП, так как обладают недеформированной решеткой и рядом других достоинств. Эти вещества, естественно, привлекли внимание к всесторонним исследованиям фаз Hg-1201, 1212, 1223, несмотря на то, что пока доступны лишь порошки и керамики.

Наши измерения проведены на керамиках 1212 и 1223, полученных под давлением с использованием молибденовых ампул в ИФВД РАН [2], и на порошке 1201, синтезированном в кварцевых ампулах без давления в лаборатории Е.В.Антипова в МГУ. Все образцы после синтеза обжигались при  $T = 300^\circ \text{C}$  около 10 ч в атмосфере чистого кислорода. Измерения восприимчивости керамических образцов показали наличие двухфазности в образцах 1223.  $T_c$  для образцов всех фаз соответствует известным данным. Минимальная ширина перехода в наших лучших образцах  $\sim 4^\circ$ .

Исследованы спектры комбинационного рассеяния (КР) света указанных образцов. Для того, чтобы обеспечить лучший теплоотвод, порошки при необходимости запрессовывались в таблетки. Спектры КР возбуждались аргоновым лазером на длинах волн 514,5 и 488 нм, при уровне мощности 1–10 мВт (в зависимости от образца), излучение фокусировалось в пятно диаметром около 10 мкм. Спектры регистрировались тройным спектрографом с многоканальной системой регистрации (разработан совместно с Институтом спектроскопии РАН). Полученные спектры зависели от выбора точки на образце, что неудивительно, так как фактически наш метод – метод микроанализа. Чтобы исключить влияние фаз, используемых при синтезе, мы исследовали спектр КР порошка  $\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_5$ , прекурсора основной исследованной нами фазы 1212.

На рис.1 приведены спектры для фазы 1212 одного образца с двух различных точек. На рис.2 приведены спектры прекурсора  $\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_5$ . На рис.3 мы приводим спектры для образца 1201 (образец – спрессованный порошок). Сводка полученных результатов дана в таблице.

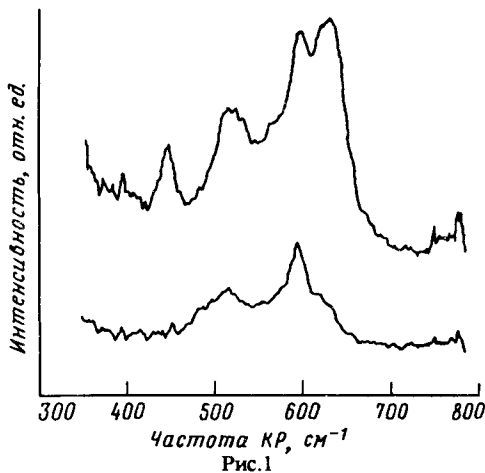


Рис.1. Спектры КР образца Hg-1212 в двух различных точках

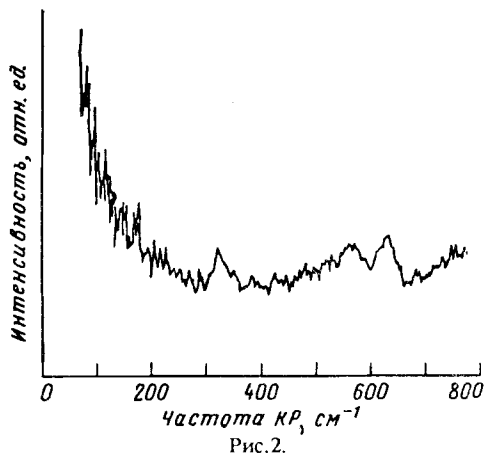


Рис.2.

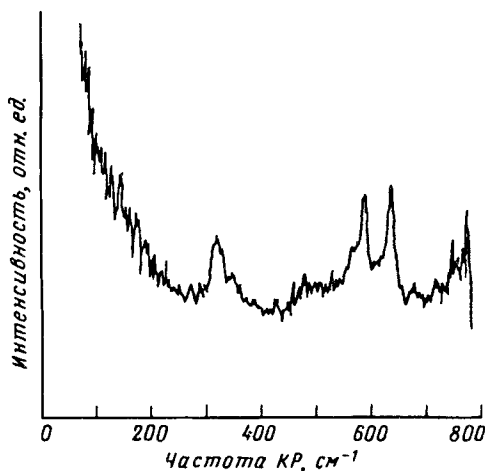


Рис.3. Спектр КР образца Hg-1201

Мы провели сравнительный анализ наших результатов с экспериментами по КР света в таллиевых ВТСП с аналогичной структурой и правилами отбора для колебательных мод [3], и с расчетами [4], на основании которых мы сделали предположительное отнесение колебаний к наблюдаемым нами частотам (см. таблицу). В таблице отмечены также частоты, относящиеся к прекурсору.

Отнесение колебательных частот в Hg-купратах (все частоты даны в обратных сантиметрах)

Тип колебания	Hg-купрат			Tl-купрат	
	1201	1212	1223	1212 [3] (эксперимент)	1212 [4] (расчет)
02, $A_{1g}$	590	598	—	520	518
01, $A_{1g}$	—	516	510	406	438
01, $E_{g  }$	637	628 <sup>1)</sup>	680	—	608
01, $E_{g\perp}$	—	447	—	—	421

Частоты линий КРС прекурсора 324, 563 и  $631\text{ см}^{-1}$ . Эти линии наблюдаются и в Hg-1201, 1212 фазах.

<sup>1)</sup> Линия  $628\text{ см}^{-1}$  в образце 1212 очень сильна и ее близость к линии  $631\text{ см}^{-1}$  прекурсора, возможно, случайность.

Более высокие частоты колебаний  $A_{1g}$  в ртутных купратах не противоречат известным структурным данным (увеличение постоянной решетки  $c$  в тетрагональных структурах в Tl-купратах по сравнению с Hg-купратами).

Нам не удалось зарегистрировать КР света на низкочастотных колебательных модах, отвечающих колебаниям тяжелых атомов Ba и Cu. Для объяснения спектров КР света мы предположили, что  $E_g$  колебания, которые не наблюдались в Tl-купратах, проявляются в спектрах КР света Hg-купратов. В идентификации  $E_g$  колебаний мы опирались на теоретические данные [4] по Tl-купратам. Более точное отнесение колебаний будет возможно при появлении хороших керамик и, главное, монокристаллов ВТСП на основе Hg.

- 
1. S.N.Putilin, E.V.Antipov, O.Chmaissem & M.Marezio, *Nature (London)* **362**, 226 (1993).
  2. С.М.Казаков, Е.С.Ишкевич, Л.Н.Богачева, *Письма в ЖЭТФ* **58**, 340 (1993).
  3. Л.В.Гаспаров, О.В.Мисочко, М.И.Еремец и др., *ЖЭТФ* **98**, 1685 (1990).
  4. T.Mori, K.Nakaoka, S.Onari, and T.Arai, *Sol. St. Comm.* **72**, 125 (1989).