

В. И. Алтухов, В. П. Вигаев, М. Н. Дядюк, В. С. Калитка, И. С. Касьяненко, В. С. Саввин, А. В. Санкин, Н. П. Хариш (Пятигорск, ПГГТУ, Москва, МГУ). **Расчет рекордных температур сверхпроводящего перехода $Tl(Bi)$ образцов, полученных путем управляемого ускоренного синтеза ВТСП керамики.**

В модели типа Хаббарда с локализованными парами и свободными электронами получена зависимость температуры сверхпроводящего перехода от состава (x) $Tl(Bi)$ -образцов высокотемпературной сверхпроводящей (ВТСП) керамики [1–4]. Результаты расчетов согласуются с данными экспериментов для Tl ВТСП образцов, которые были получены в ходе ранее разработанного ускоренного (в 3–6 раз) синтеза [4–6]. Такой синтез после несложной доработки вполне возможно трансформировать в заводской технологический процесс [1, 2]. В ходе синтеза были получены образцы с рекордными параметрами: температурами сверхпроводящего перехода T_c (124 ° К), транспортными критическими токами (до 1000 А/см²) и другими характеристиками, делающими эту технологию весьма перспективной в области практического применения.

1. Результаты измерений. Данные, полученные для магнитной восприимчивости Tl -ВТСП керамики пяти образцов разного состава x (1 — 7,1, 2 — 8,1, 3 — 10,1, 4 — 18,1, 5 — 19,1) приведены на рис. 1: а) температурная зависимость действительной части (χ') для талиевой керамики; б) магнитная восприимчивость с увеличенным масштабом области температур сверхпроводящих переходов.

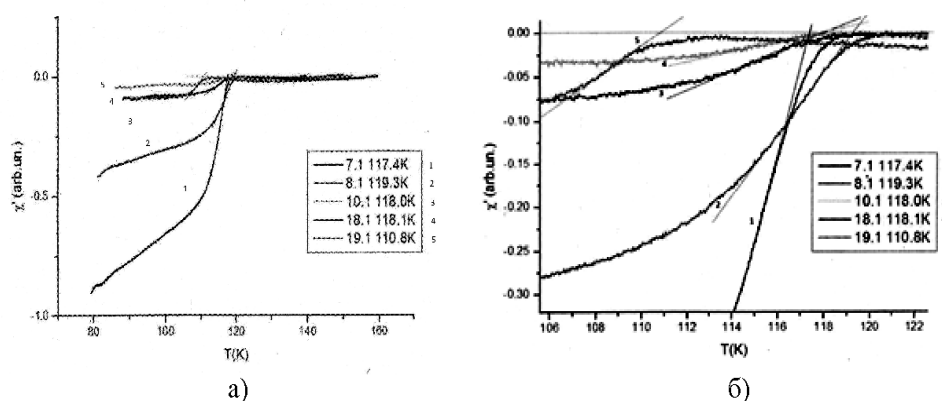


Рис. 1. Зависимость магнитной восприимчивости Tl керамики от температуры: а) для пяти образцов разного состава x с T_c от 110–120 ° К; б) данные с увеличенным масштабом области температур переходов 1 — (7.1) 117.4К, 2 – (8.1) 119.3К, 3 – (10.1) 118.0К, 4 – (18.1) 118.1К, 5 – (19.1) 110.8К

II. Температуру сверхпроводящего перехода в модели Хаббарда, допускающей наряду с диэлектрической фазой и притяжение (спаривание) дырок в недозаполненной зоне ($n < 1$), можно определять по формуле [3, 4, 7]:

$$T_c = \frac{2\gamma}{\pi} 3\omega \sqrt{\frac{n(1-n)}{2}} \exp \left\{ -\frac{n(2+n)}{6(n-n_c)} \right\}, \quad (1)$$

где $n = 1 - x$, $n_c = 2/3$, $2\gamma/\pi = 1,14$, ω — полуширина нижней хаббардовской подзоны.

Согласно (1), T_c сначала возрастает с ростом $n > n_c$, а затем обращается в нуль при $\alpha \rightarrow x_c$ по экспоненциальному закону. В интервале $x_c > x > 0$ температура фазового перехода T_c как функция концентрации двухвалентных катионов M^{2+} имеет максимум, что качественно согласуется с результатами опытов для образцов таллиевой сверхпроводящей керамики различного состава.

Семейство высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) на основе таллия оказалось весьма перспективным как с точки зрения повышения критической температуры перехода, так и с точки зрения устойчивости к вариациям технологических режимов изготовления. Оптимизация условий изготовления и вариация состава позволили нам получить образцы ВТСП-керамики из семейства $Tl_mBa_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+m-2}$, где $m = 1, 2$ и $n = 1, 2, 3, 4$ (иногда 5), с температурами переходов 90, 110, 115 и 125 (124) ° К соответственно и критическими токами до 500 А/см² и 1000 А/см². Для значений температур перехода при реалистической ширине нижней подзоны $2\omega = 0,12$ эВ для семейства $Tl - Ba - Ca - Cu - O$ керамики по формуле (1) получаем

x	0	0,025	0,050	0,100	0,150	0,200
T_c	0	99,9	128,5	140,4	119,0	71,4

Эти значения в целом согласуются с экспериментальными данными для этого семейства. Максимальное экспериментально достигнутое значение температуры $T_c = 124$ ° К приходится на $x = 0,10$, что также согласуется с опытом [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дядюк М. Н., Касьяненко И. С., Алтухов В. И., Вигаев В. П., Калитка В. С., Саввин В. С. Получение и свойства таллиевых и висмутовых макрообразцов втсп-керамики с рекордными характеристиками. — XIII Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования, разработки и применение высоких технологий в промышленности и экономике». СПб.: 2012, с. 111–121.
2. Алтухов В. И., Коваленко А. А., Виниковецкий А. В., Чернышов Р. Ю. Реализация ускоренного синтеза массивных образцов Талиевой или висмутовой ВТСП-керамики с рекордными характеристиками. — Материалы XI-го Международного симпозиума «Порядок, беспорядок и свойства оксидов». Ростов-на-Дону-п. Лоо: 2008, с. 22–27.
3. Алтухов В. И., Вигаев В. П., Саввин В. С. Избыточная проводимость таллиевой ВТСП-керамики. — VI регион, научно-техническая конференция «Вузовская наука Северо-Кавказскому региону». Ставрополь: 2002, с. 11–12.
4. Алтухов В. И. Зависимость температуры перехода от состава таллиевых сверхпроводников в модели Хаббарда. — В сб. научных трудов «Вопросы математики и математического моделирования перспективных технологий материалов и систем». Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 1997, с. 27–29.
5. Алтухов В. И., Вигаев В. П., Касаков А. И., Саввин В. С., Сидоров С. Б., Фесенко Е. Г. Разработка технологии получения ВТСП-керамики на основе таллия. — Сборник статей ЧИГУ. Грозный: 1989, с. 11–15.

-
6. Алтухов В. И., Вигаев В. П., Косарева Г. А., Саввин В. С., Таранин Д. А., Фесенко Е. Г. Оптимизация технологических режимов получения ВТСП-керамики на основе таллия. — Тезисы доклада. Грозный, ЧИГУ, Ростов-на-Дону, НИИ Физики РГУ. НТ-26, ДонФТИ, 1990.
 7. Зайцев Р. О., Иванов В. А. Сверхпроводимость в модели Хаббарда. — Физика твердого тела, 1987, т. 29, в. 10, с. 3111–3118.