

## СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+x}$ И $\text{HgBa}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_{10+x}$ С $T_c > 130\text{ K}$

С.М.Казаков, Е.С.Ицкевич\*, Л.Н.Богачева\*

*Московский государственный университет, химический факультет  
119899 Москва, Россия*

*\*Институт физики высоких давлений РАН  
142092 Троицк, Московская обл., Россия*

Поступила в редакцию 8 июля 1993 г.

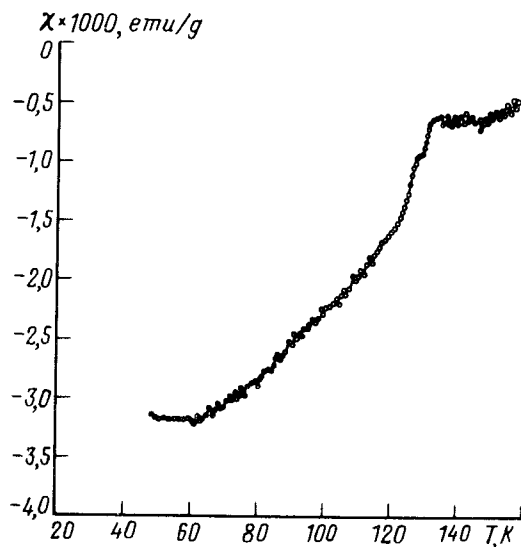
Синтезированы под высоким давлением и исследованы сверхпроводящие образцы ртутно-купратного гомологического ряда  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+2+x}$  с  $n = 3$  и  $n = 4$ . Получены следующие температуры перехода в сверхпроводящее состояние:  $T_c = 132\text{ K}$  ( $n = 3$ ),  $T_c = 131\text{ K}$  ( $n = 4$ ) (по началу перехода при измерении магнитной восприимчивости); определены параметры элементарной ячейки полученных соединений.

Полученное недавно семейство слоистых купратов  $\text{HgBa}_2\text{R}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+2+x}$  является достаточно перспективным объектом для исследования природы ВТСП в ряду слоистых купратов, так как уже первый член ряда Hg-1201 обладает высокой  $T_c$  при сравнительно простой кристаллической структуре (отсутствие модуляций и статистических смещений атомов, высокая симметрия ячейки) [1]. Подобно таллиевому семейству,  $\text{TlBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+3-x}$ , где найдено возрастание  $T_c$  при увеличении толщины перовскитного блока с 10 K для  $n = 1$  до 110 K для  $n = 4$  [2,3], для второго члена Hg-1212, синтезированного в условиях высокого квазигидростатического давления, получена  $T_c$  свыше 120 K [4]. Использование при синтезе ртутных соединений высокого давления необходимо, так как в обычных условиях происходит разложение оксида ртути. В настоящем сообщении мы приводим предварительные результаты синтеза под давлением и исследования сверхпроводящей керамики с  $n = 3$  и  $n = 4$ .

Синтез проводился в ИФВД РАН с помощью камер квазигидростатического давления типа тороид из твердого сплава ВК-6 с поддержкой. Рабочий объем камеры позволял помещать в ней герметизированные в цилиндрах из платины ( $d = 3\text{ мм}$ ) образцы. Образцы представляли собой стехиометрическую смесь HgO и прекурсора номинального состава  $\text{Ba}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_x$  (для  $n = 3$  и  $n = 4$ ), приготовленного отжигом смеси  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{CuO}$  при  $920^\circ\text{C}$  в течение 20 час на воздухе. Для передачи давления и уплотнения камеры использовали пиррофиллит. Камера имела графитовый нагреватель и внешнее водяное охлаждение. Параметры синтеза – 40 кбар,  $T = 700^\circ\text{C}$ , экспозиция – 1 час. Полученные образцы представляли собой порошки черного цвета в количестве до 50 мг.

Рентгенофазовый анализ проводился в фокусирующей камере-монокроматоре FR 552 ( $\text{CuK}_{\alpha 1}$ -излучение) с использованием германия ( $a = 5,6574\text{ \AA}$ ) в качестве внутреннего стандарта. Полученные образцы оказались неоднородными. На рентгенограмме вещества, отвечающего составу Hg-1223, кроме линий Hg-1223 фазы, присутствуют линии, соответствующие Hg-1212 фазе, небольшим количествам HgO и CuO, а также линии неидентифицированных фаз. Для состава Hg-1234 наблюдалась та же картина. Рентгенограмма

образца  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+x}$  проиндифицирована в тетрагональной сингонии с параметрами элементарной ячейки  $a = 3,8553(7)$  и  $c = 15,806(5)\text{Å}$ . Соединение  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_{10+x}$  с параметрами элементарной ячейки  $a = 3,852(1)$  и  $c = 18,960(9)\text{Å}$  также кристаллизуется в тетрагональной сингонии.



Температурный ход магнитной восприимчивости образца  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_{10+x}$

Измерения магнитной восприимчивости проводились в интервале температур  $12\text{--}160\text{K}$  в переменном внешнем поле с частотой  $27\text{Гц}$  и амплитудой  $1\text{Э}$ . Ход кривой магнитной восприимчивости представлен на рисунке.

Образец претерпевает переход из парамагнитного в диамагнитное состояние при  $T_c = 132\text{K}$  для  $\text{Hg-1223}$  и при  $T_c = 131\text{K}$  для  $\text{Hg-1234}$ . Отжиг в кислороде при  $400^\circ\text{C}$  в течение  $10$  час не увеличивает значение критической температуры. Широкий переход в диамагнитное состояние может быть обусловлен присутствием в образце нескольких сверхпроводящих фаз одного гомологического ряда, что также наблюдалось для  $\text{Bi}$ - и  $\text{Tl}$ -содержащих купратов.

Авторы выражают свою признательность П.Е.Казину за помощь в проведении магнитных измерений.

1. S.N.Putilin, E.V.Antipov, O.Chmaissem, and M.Marezio, *Nature (London)* **362**, 226 (1993).
2. I.K.Gopalakrishnan, J.V.Yakhimi, and R.M.Iyer. *Physica C* **175**, 183 (1991).
3. S.S.P.Parkin, V.Y.Lee, A.I.Nazzari et al., *Phys. Rev. Lett.* **61**, 750 (1988).
4. S.N.Putilin, E.V.Antipov, and M.Marezio, *Physica C* **212**, 266 (1993).