

- [3] Най Дж. Физические свойства кристаллов. М., 1967. 166 с.
 [4] Feders P. A. // Phys. Rev. B. 1974. V. 9. N 7. P. 3835—3844.
 [5] Труэл Р., Эльбаум Ч., Чип Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела: Пер. с англ. М., 1972. 261 с.
 [6] Mason W. P. // Phys. Rev. 1954. V. 96. N 2. P. 302—310.
 [7] Bozorth R. M. // Phys. Rev. 1954. V. 96. N 2. P. 311—316.
 [8] Физика ферромагнитных областей: Пер. с англ. М., 1951. 55 с.

Институт металлофизики АН Украины
 Киев

Поступило в Редакцию
 4 мая 1992 г.

УДК 539.219.3

© Физика твердого тела, том 34, № 9, 1992
 Solid State Physics, vol 34, N 9, 1992

ВЛИЯНИЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА ДИФфуЗИЮ СЕРЕБРА В КЕРАМИКЕ $YBa_2Cu_3O_{7-y}$

С. Ф. Гафаров, Т. Д. Джафаров, Г. С. Куликов, Р. Ш. Малкович,
 Е. А. Скорятина, В. П. Усачева

Исследование влияния ионизирующего, в частности гамма-облучения, на высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) представляет интерес как с точки зрения возможностей улучшения сверхпроводящих характеристик и повышения термической и радиационной стабильности ВТСП-материала, так и с точки зрения совершенствования технологии его изготовления. Гамма-облучение способствует формированию сверхпроводящей фазы $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ и гомогенизации ВТСП-керамики [1], а также ускоряет процессы атомных перестроек [2], кристаллизации и модификации кристаллической структуры, изменяя при этом температурный интервал структурно-фазовых преобразований [1–3]. Гамма-облучение стимулирует процесс десорбции кислорода, а при больших дозах приводит к радиационно-химическому разложению материала [1]. Отмечалась также роль внешней среды в процессе облучения [4]: в то время как в аргоне или кислороде гамма-облучение сравнительно слабо влияет на свойства сверхпроводника $YBa_2Cu_3O_{7-y}$, облучение на воздухе приводило при больших дозах к деградации материала и полной потере сверхпроводимости.

В этой связи представляло интерес исследование влияния гамма-облучения на структурно-чувствительный процесс — диффузию в ВТСП-материале. Такое исследование было предпринято нами для серебра, диффундирующего в спеченую сверхпроводящую пористую керамику системы $YBaCuO$. Ранее нами было установлено, что серебро обладает высокой диффузионной подвижностью в этом материале [5].

В настоящей работе использовались плоскопараллельные образцы размером $\sim 8 \times 8 \times 1.5$ мм, изготовленные из материала, полученного твердофазным синтезом. Пористость образцов составляла 30—34%. Источником диффузии служил напыленный в вакууме на одну из граней образца тонкий слой серебра, меченного радиоактивным изотопом ^{110m}Ag . Диффузионный отжиг проводился на воздухе при 370, 400 и 500 °С или в вакууме (при 400 °С) в печи, помещенной в установку гамма-облучения (источник облучения ^{60}Co , интенсивность 140 Рад·с⁻¹). Продолжительность отжига от 24 до 137 ч. Одновременно при тех же температурах и времени отжигались контрольные, не подвергавшиеся облучению образцы. После отжига с образцов сошлифовывались слои толщиной 2—5 мкм и измерялась их радиоактивность. Коэффициент диффузии вычислялся по объемному участку концентрационного профиля серебра [5].

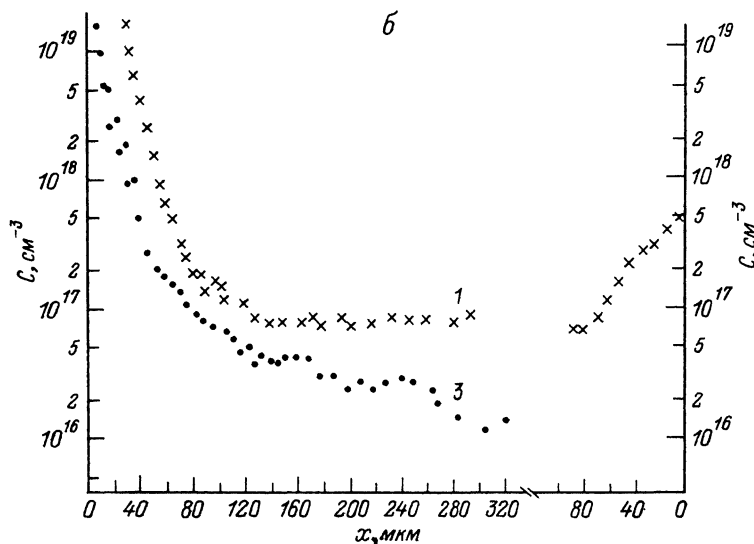
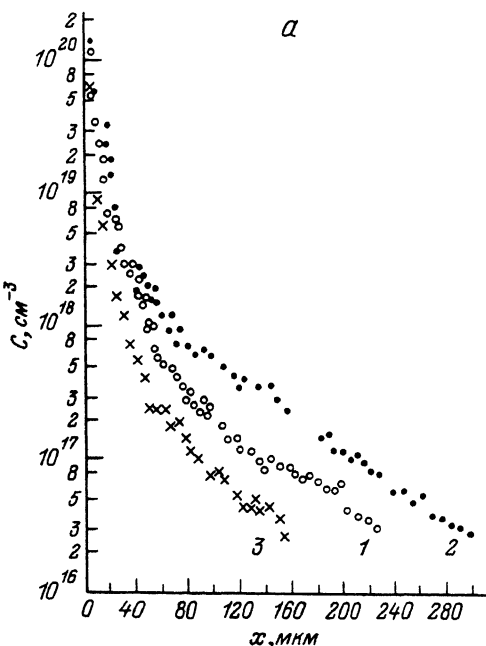


Рис. 1. Диффузионные профили серебра в облученных (1, 2) и контрольных образцах (3).
Температура 400 °С. t , ч: 1, 3 — 94, 2 — 137. а — облучение на воздухе, б — в вакууме.

проникновению серебра в объем образцов, так и с непосредственным воздействием облучения на материал керамики. Такое воздействие может быть связано с ускорением процессов атомных перестроек [2] и изменением температурного интервала структурно-фазовых преобразований, а также со стимуляцией десорбции кислорода. Непосредственное воздействие гамма-облучения на образцы $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ с нанесенным на них слоем серебра проявляется, в частности, как это ранее было установлено нами [6], в образовании ромбической фазы Y_2BaCuO_5 , а также полупроводниковой фазы BaO в поверхностном слое толщиной ~ 10 мкм,

Как следует из полученных данных, гамма-облучение на воздухе увеличивает глубину проникновения серебра (рис. 1, а). Коэффициент диффузии увеличивается при этом примерно в 4 раза (рис. 2). Эффект ускорения диффузии особенно заметно проявлялся при облучении в вакууме: при тех же условиях гамма-облучение приводило к насыщению объемной части образца (рис. 1, б) примесью. Отметим, что и в отсутствие облучения серебро в вакууме проникает на большую глубину, чем на воздухе.

Обнаруженный нами эффект ускорения диффузии может быть связан как с образованием в зоне облучения (при облучении на воздухе) химически активных компонент среды — озона, окислов азота и т. д., вступающих в реакции с керамикой на поверхностях пор, границах зерен и способствующих

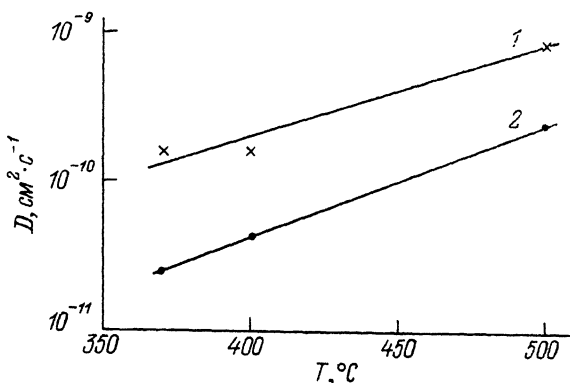


Рис. 2. Зависимость коэффициента диффузии от температуры для облученного (1) и контрольного (2) образцов.

что, по-видимому, создает благоприятные условия для диффузионного проникновения серебра в объем керамики. Различия для образцов, облучавшихся на воздухе и в вакууме, вероятно, обусловлены образованием при облучении на воздухе упомянутых выше химически активных компонент среды. С таким заключением коррелирует отмеченная выше деградация $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ в условиях облучения на воздухе [4]. Отметим попутно, что влияние паров азота на критическую температуру $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ обнаружено в работе [7]. Этот эффект приписан формированию аномальной структуры кислородных вакансий, а также внедрению азота в решетку окисла. В заключение укажем, что в ряде случаев облучение в наших опытах сопровождалось заметным изменением механических свойств (прочности) керамики.

Авторы признательны Е. Д. Горнушкиной за содействие в проведении облучения.

Работа поддержана Научным советом по проблеме ВТСП и выполнена в рамках проекта № 454 Государственной программы «Высокотемпературная сверхпроводимость».

Реферат статьи

С. Ф. Гафаров, Т. Д. Джафаров, Г. С. Куликов и др.

«Влияние гамма-облучения на диффузию серебра в керамике $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ »

Исследовано влияние гамма-облучения (источник ^{60}Co , интенсивность — $140 \text{ Рад} \cdot \text{с}^{-1}$ время облучения — от 24 до 137 ч) на диффузию радиоактивного изотопа серебра $^{110\text{m}}\text{Ag}$ в спеченой пористой (30—34%) керамике $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$. Диффузия проводилась на воздухе при 370, 400 и 500 °C или в вакууме (400 °C).

Установлено, что коэффициент диффузии серебра в облученных на воздухе образцах увеличивается примерно в четыре раза. Облучение в вакууме при тех же условиях приводило к насыщению образца примесью.

Обнаруженный нами эффект ускорения диффузии может быть связан как с непосредственным воздействием облучения на материал керамики, так и с образованием в зоне облучения на воздухе химически-активных компонент среды — азона, окислов азота и т. д., вступающих в реакции с керамикой на поверхностях пор, границах зерен и способствующих проникновению серебра в объем образцов.

С. Ф. Гафарова, Т. Д. Джафарова, Г. С. Куликова и др.

«Влияние гамма-облучения на диффузию серебра в керамике $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ »

Установлено, что гамма-облучение как на воздухе, так и в вакууме увеличивает глубину проникновения серебра в керамику $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ в интервале 370—500 °С. Обнаруженный эффект может быть связан с образованием химически активных компонент среды, вступающих в реакции с керамикой, а также с непосредственным воздействием облучения на материал керамики.

Список литературы

- [1] Аширов Э. Г., Гасанов Э. М., Ибрагимова Э. М., Каланов М. О., Ким Ген Чан, Кутехов Н. В., Поляк О. Ю., Юлдашев Ш. У. // Сверхпроводимость: физика, химия, техника. 1990. Т. 3. № 7. С. 1454—1460.
- [2] Круликовская М. П., Кекелидзе Г. П., Шаховцов В. И. // Препр. ин-та физики АН УССР, № 21. Киев, 1990.
- [3] Георгобиани А. Н., Гутан В. Б., Дерил Ю. О., Радауцан С. И., Тигиняну И. М., Урсаки В. В., Филина Т. Ф. // Краткие сообщения по физике. 1989. № 9. С. 48—49.
- [4] Громов В. В., Карасева М. Г., Козлов В. А., Лухин А. С., Розно А. Г., Ходяков А. А. // ЖФХ. 1990. Т. 64. № 4. С. 1081—1083.
- [5] Гафаров С. Ф., Джафаров Т. Д., Куликов Г. С., Малкович Р. Ш., Скорятин Е. А., Усачева В. П. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. № 21. С. 66—69; 1990. Т. 16. № 9. С. 59—61.
- [6] Джафаров Т. Д., Асадов Ю. Г., Байрамов А. И., Гафаров С. Ф., Джафаров К. М., Абиев А. К., Кулиев М. Н., Куликов Г. С., Малкович Р. Ш., Наврузов В. Д., Рзакулиев Н. А., Садыгов М. С., Скорятин Е. А., Усачева В. П. // Препр. ин-та физики АН АзССР, № 360. Баку, 1990.
- [7] Головашкин А. И., Левченко И. С., Можулевич Г. П., Полухина Л. М. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 8. С. 2520—2523.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе РАН
Санкт-Петербург

Поступило в Редакцию
13 ноября 1991 г.

УДК 537.226.4

© Физика твердого тела, том 34, № 9, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 9, 1992

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СЛОИСТОМ КРИСТАЛЛЕ $TlGaS_2$

Е. С. Крупников, Г. И. Абуталыбов

В литературе отсутствуют сведения о фазовых переходах (ФП) в слоистом кристалле $TlGaS_2$. Между тем это аналог других слоистых кристаллов $TlGaSe_2$ и $TlInS_2$, в которых обнаружены несоизмерные фазы при переходе из парафазы в области комнатной температуры (T) в сегнетофазу при низких T [1, 2].

Целью настоящей работы является исследование температурной зависимости удельной теплоемкости c_p чистого и легированного соединением Nd_2S_3 монокристаллов $TlGaS_2$ в интервале температур 60—280 К.

Монокристаллы $TlGaS_2$ имели тетрагональную структуру с параметрами $a = b = 7.29 \text{ \AA}$, $c = 29.9 \text{ \AA}$, $z = 16$ [3]. Концентрация Nd_2S_3 в легированном кристалле составляла $\sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Измерение c_p проводилось релаксационным методом [4] с использованием микро-ЭВМ ДЗ-28 для сбора и обработки данных. Образцы имели вид прямоугольной пластинки с размерами $5 \times 5 \times 0.1 \text{ мм}$ и весили: чистый монокристалл 20.45 мг, легированный — 22.90 мг. Точность измерения c_p составляла 3—4%.