

Институт проблем
механики АН СССР,
Москва

Поступило в Редакцию
16 января 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 9

12 мая 1990 г.

05.4; 11; 12

© 1990

ДИФфуЗИЯ СЕРЕБРА ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКЕ СИСТЕМЫ $Y-Ba-Cu-O$

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

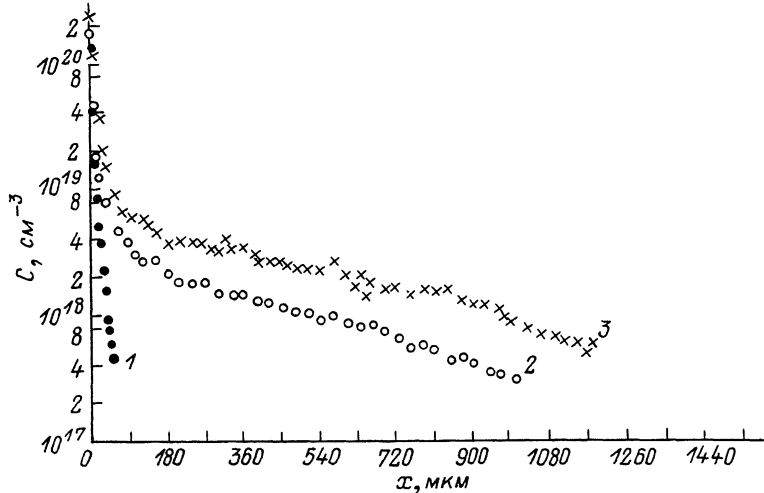
Серебро широко используется для создания контактов к высоко-температурным сверхпроводникам (ВТСП) [1-3]. Оно применяется также в качестве оболочки при изготовлении проводников из ВТСП материалов [4, 5]. Серебро облегчает синтез ВТСП [6], повышает плотность [6-8] и улучшает механические характеристики материала [8, 9], а также повышает устойчивость ВТСП к воздействию влаги [10]. Использование окиси серебра при твердофазном синтезе ВТСП позволяет резко увеличить критическую плотность тока [11-13]. В этой связи несомненный интерес представляет изучение диффузионного проникновения серебра в ВТСП материалы.

В предыдущих сообщениях [14, 15] приведены результаты исследования диффузии серебра в изготовленных методом твердофазного синтеза образцах (пористостью ~30%) $Y-Ba-Cu-O$ в интервале температур 500-800 °С. В настоящей работе представлены данные по диффузии серебра в таких образцах при комнатной температуре.¹

На плоскопараллельные образцы (размером ~8x8x1.5 мм) напылялся слой радиоактивного серебра ^{110}mAg толщиной 1-2 мкм. Затем образцы выдерживались на воздухе в темноте в течение времени от 1 до 220 суток, после чего с них сошлифовывались слои и измерялась гамма-активность этих слоев.

Как показывают результаты исследования (см. рисунок), серебро при комнатной температуре достаточно быстро диффундирует в образцы, проникая за 220 суток на глубину до ~1000 мкм. Профиль концентрации состоит из двух участков - начального и объемного.

¹Предварительные данные приведены в [15].



Диффузионные профили серебра. t , сутки: 1 - 1, 2 - 150, 3 - 220.

Начальный участок, до $\sim 30-40$ мкм, характеризуется весьма резким изменением концентрации и слабой зависимостью от времени. Для объемного же участка, отчетливо выраженного при больших временах, напротив, характерно плавное изменение концентрации и явная зависимость от времени. В предположении, что диффузия серебра подчиняется закону Фика, и учитывая, что поверхностная концентрация серебра для объемного участка приблизительно постоянна, мы оценили коэффициент диффузии в объеме образца. Он оказался равным $\sim 10^{-16}$ см²с⁻¹, независимо от времени.

Следует полагать, что столь большая величина коэффициента диффузии связана с быстрой миграцией серебра по поверхности пор и границам зерен, а не по решетке ВТСП. Такой вывод находится в согласии с результатами исследований [4, 6, 7, 13], которыми установлено, что серебро, вводимое в ВТСП даже в процессе твердофазного синтеза, располагается преимущественно в порах и по границам зерен. Отметим в заключение, что сегрегация по границам зерен наблюдалась не только для серебра, но и для Mo, Zr и Sr [16].

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Y o k o y a m a S., Y a m a d a T., K u b o Y., E g a w a K., S i m i z u Y. // Cryogenics. 1988. V. 28. N 11. P. 734-736.
- [2] Б у ш А.А., Г о р д е е в С.Н., Ж у к о в А.А., Н и к у л и н Е.Д. Т р у х а н В.Н. // ВТСП. 1989. №1. С. 113-116.
- [3] Б е с с е р г е н е в В.Г., Д и к о в с к и й В.Я. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 9. С. 37-40.

- [4] Sharma R.G., Reddy Y.S., Jha S.R., Dubey S.S. // *Pramana: J. Phys.* 1988. V. 30. N 1. P. L81-L86.
- [5] Hikata T., Sato K., Hitotsuyanagi H. // *Jap. J. Appl. Phys.* 1989. V. 28. N 1. P. L82-L84.
- [6] Mizuno F., Mazuda H., Tanaka S. // *Jap. J. Appl. Phys.* 1989. V. 28. N 5. P. L780-L783.
- [7] Peterson G.G., Weinberger B.R., Lynds L., Krasinski H.A. // *J. Mater. Res.* 1988. V. 3. N 4. P. 605-609.
- [8] Nishino T., Itoh Y., Ogasawara F., Suganuma M., Yamada Y., Mizutani U. // *J. Mater. Sci.* 1989. V. 24. P. 3228-3234.
- [9] Ochiai S., Osamura K., Takayama T. // *Jap. J. Appl. Phys.* 1988. V. 27. N 6. P. L1101-L1103.
- [10] Pavuna D., Berger H., Tholence J.-L., Affronte M., Sanjines R., Dubas A., Bugnon Ph., Vasey F. // *Physica C. Part II.* 1988. V. 153-155. P. 1339-1340.
- [11] Matsumoto Y., Abe T., Tanaka M., Tazawa T., Sato E. // *Mater. Res. Bull.* 1988. V. 23. P. 1241-1246.
- [12] Peters P.N., Sisk R.C., Urban E.W., Huang C.Y., Wu M.K. // *Appl. Phys. Lett.* 1988. V. 52. N 24. P. 2066-2067.
- [13] Свистунов В.М., Таренков В.Ю., Дьяченко А.И., Черняк О.И., Василенко А.В. // *Письма в ЖЭТФ.* 1989. Т. 49. В. 11. С. 614-617.
- [14] Гафаров С.Ф., Джафаров Т.Д., Куликов Г.С., Малкович Р.Ш., Скорягина Е.А., Усачева В.П. // *Письма в ЖТФ.* 1989. Т. 15. В. 21. С. 66-69.
- [15] Джафаров Т.Д., Асадов Ю.Г., Гафаров С.Ф., Джафаров К.М., Куликов Г.С., Малкович Р.Ш., Рзакулиев Н.А., Скорягина Е.А., Усачева В.П., Цыганова Т.В. // *Препринт № 336. Институт физики АН Азербайджанской ССР (Баку, 1989).*
- [16] Romano L.T., Wilshaw P.R., Long N.J., Grovener C.R.M. // *Supercond. Sci. Technol.* 1989. V. 1. P. 285-290.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
15 января 1990 г.