

УДК 537.312.62

**ВЛИЯНИЕ γ - ОБЛУЧЕНИЯ НА СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ
СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
СИСТЕМЫ Bi-Sr-Ca-Cu-O**

Р.М.САРДАРЛЫ, Ф.Ю.ГУМБАТОВ, А.П.АБДУЛЛАЕВ

*Сектор Радиационных Исследований НАН Азербайджана
370143, Баку, пр. Г.Джавида 31^а*

Исследовано влияние γ - радиации на характеристики сверхпроводящих переходов висмутовых керамик. Наблюдалась значительная зависимость СП параметров (T_c , T_c^0 , ΔT , $d\rho/dT$, ρ_{300}/ρ_{150}) образцов от дозы облучения. Полученные данные указывают на возрастание степени размытости сверхпроводящего перехода под действием γ - радиации. Несмотря на ухудшение сверхпроводящих свойств исследуемых керамических соединений под действием определенных доз облучения γ - радиацией в висмутовой керамике происходит увеличение значений параметров (T_c , T_c^0) сверхпроводящего перехода.

Перспективы использования сверхпроводящих материалов с высокими значениями критической температуры в элементах электронной техники поднимают вопрос о работоспособности этих приборов в поле радиационного излучения. Кроме того, выяснение причин изменения, или наоборот, стойкости критических параметров под действием радиации позволит выяснить механизм дефектообразования и его влияние на сверхпроводимость. Наряду с этим радиационное воздействие может рассматриваться как способ повышения температуры сверхпроводящего перехода ВТСП материала. В настоящей работе приводятся результаты исследования хода температурной зависимости электросопротивления соединений системы Bi-Sr-Ca-Cu-O в ближайшей окрестности сверхпроводящего перехода и влияние различных доз γ - облучения на ее критические параметры.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ И ИЗМЕРЕНИЙ

Образцы висмутовой ВТСП керамики были получены методом твердофазного синтеза. Размеры зерен полученной керамики равны $5\div 15\mu\text{м}$, а плотность составляла $4,5\text{г}/\text{см}^3$. Измерения резистивных характеристик проводились четырехзондовым методом. В качестве контактов использовался индий. Облучение керамических ВТСП образцов $\text{Bi}_{1,85}\text{Pb}_{0,35}\text{Sr}_{1,9}\text{Ca}_{2,1}\text{Cu}_{3,1}\text{O}_y$, $\text{Bi}_{1,8}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_{1,9}\text{Ca}_{2,1}\text{Cu}_{3,1}\text{O}_y$, $\text{Bi}_{1,8}\text{Sb}_{0,05}\text{Pb}_{0,35}\text{Sr}_{1,9}\text{Ca}_{2,1}\text{Cu}_{3,1}\text{O}_y$ проводилось на кобальтовом источнике К-25 γ , состоящем из источника γ - распадающихся изотопов ^{60}Co со средней энергией распадных γ - квантов $1,25\text{МэВ}$. Плотность потока γ - квантов в центре камеры составляла $1,82\cdot 10^{11}\gamma\text{-квантов}/\text{см}^2\text{с}$, что соответствовало дозе $2,55\text{Мрад}/\text{ч}$. Облучение проводилось при комнатной температуре. Дозы облучения всех вышеуказанных образцов составляли 18, 57 и 778Мрад.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Динамику влияния γ -облучения на сверхпроводящие параметры исследуемых ВТСП материалов устанавливали сопоставлением $\rho(T)$ зависимостей необлученных и облученных образцов.

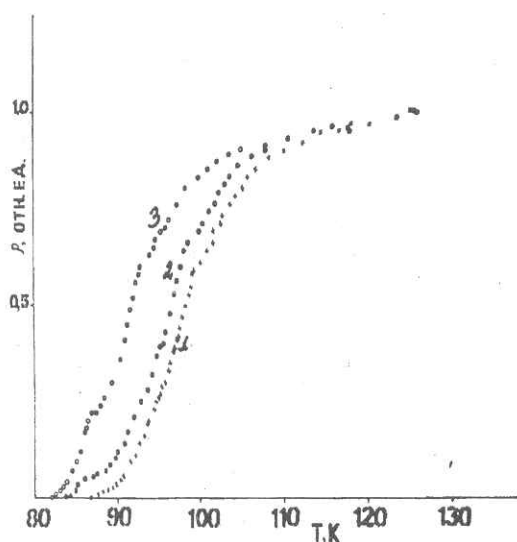
Из температурных зависимостей удельного электросопротивления необлученных и облученных образцов нами были определены следующие параметры исследуемых ВТСП

образцов: T_c (температура начала СП перехода), T_c^0 (температура конца СП перехода), ΔT (ширина СП перехода), dp/dT (скорость изменения удельного электросопротивления от температуры), ρ_{300}/ρ_{150} (остаточное сопротивление), которые приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Параметры, определенные из температурных зависимостей удельных электросопротивлений необлученных и облученных образцов системы Bi-Sr-Ca-Cu-O.

параметр образец	T_c	T_c^0	ΔT	dp/dT	ρ_{300}/ρ_{150}	доза облучения (Мрад)
1	98	86,3	8,5	$1,077 \cdot 10^{-5}$	1,436	0
2	96,5	83,7	9,5	$4,742 \cdot 10^{-6}$	1,267	
3	91	81,5	8,2	$1,262 \cdot 10^{-5}$	1,440	
1	90,5	81	9,8	$8,283 \cdot 10^{-6}$	1,359	18
2	97,2	84,7	12,2	$5,333 \cdot 10^{-6}$	1,259	
3	97	80	14,3	$9,583 \cdot 10^{-6}$	1,411	
1	86,7	8,3	9,5	$8,325 \cdot 10^{-6}$	1,392	57
2	93,3	82	16	$6,9 \cdot 10^{-6}$	1,179	
3	94	84,4	12,5	$1,203 \cdot 10^{-5}$	1,455	
1	87	82,3	6,9	$1,093 \cdot 10^{-5}$	1,380	778
2	98	84,3	11,9	$8,367 \cdot 10^{-6}$	1,208	
3	100	86,8	12,5	$1,365 \cdot 10^{-5}$	1,477	



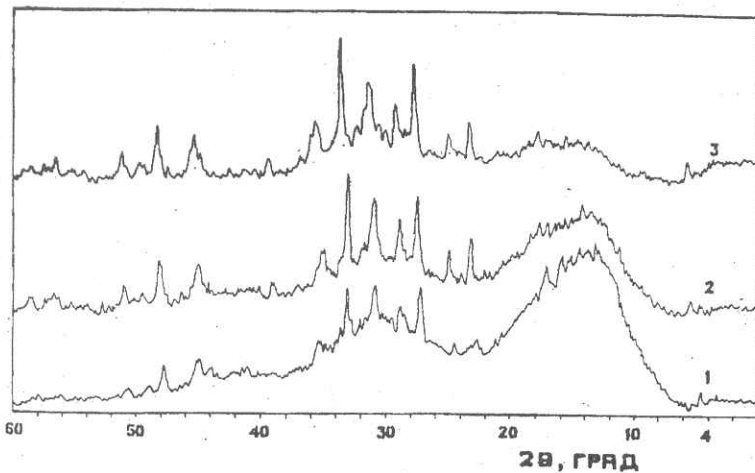
На Рис.1 показана температурная зависимость удельного электросопротивления необлученных образцов. Полученные двухступенчатые резистивные переходы подтверждаются результатами рентгенофазового анализа (Рис.2). Согласно результатам, в исследуемых образцах сосуществуют высокотемпературная фаза – 2223 и низкотемпературная фаза – 2212.

Рис.1.

Температурная зависимость удельного электросопротивления не облученных образцов: 1; 2; 3.

Для необлученных образцов T_c^0 – составляет 86,3К, 83,7К, 81,5К соответственно. После облучения образцов дозой 18Мрад (Рис.3) резко меняется значение dp/dT и почти не изменяется значение остаточного сопротивления ρ_{300}/ρ_{150} . Полученные данные указывают на возрастание степени размытости (ΔT) сверхпроводящего перехода под действием γ -радиации. Аналогичные значения получены для образцов 1, 2, 3 при облучении дозой 57,6Мрад. (Рис.4). При повышении дозы облучения до 778Мрад (Рис.5) в образцах 1 и 3 обнаруживается одноступенчатый резистивный переход с $T_c=87К$ (образец 3) и 82К (образец 1), а в образце 2 – наблюдается двухступенчатый переход с $T_c=89К$ и 85К. Значение dp/dT и ρ_{300}/ρ_{150} при дозе облучения 778Мрад совпадают с аналогичными данными для необлученных образцов.

Таким образом, исходя из вышеприведенных результатов следует отметить, что,



несмотря на ухудшение сверхпроводящих свойств исследуемых керамических соединений, под действием определенных доз облучения γ -радиацией в висмутовой керамике происходит увеличение значений параметров (T_c , T_c^0) сверхпроводящего перехода.

Рис.2. Рентгенограммы образцов: 1; 2; 3.

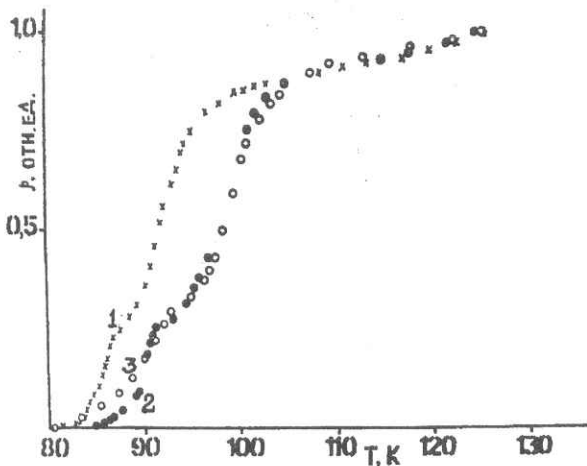


Рис.3

Температурная зависимость удельного электросопротивления образцов 1; 2; 3 при дозе облучения 18Мрад.

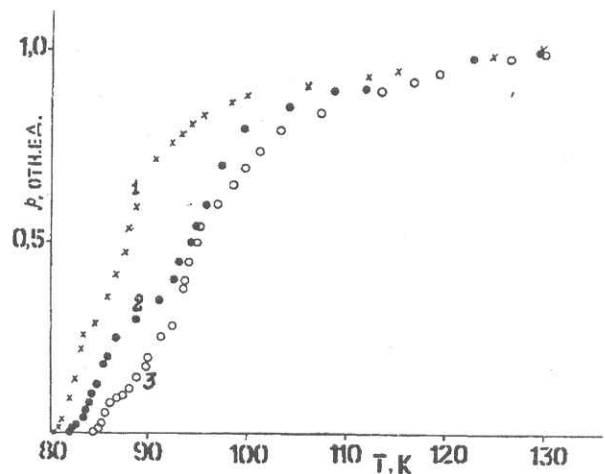
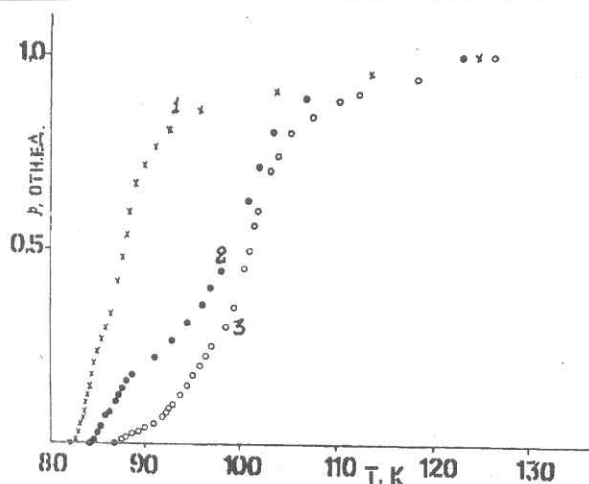


Рис.4

Температурная зависимость удельного электросопротивления образцов 1; 2; 3 при дозе облучения 57Мрад.

Оценки показывают, что средняя энергия комптоновских электронов при их образовании γ - квантами из распада ^{60}Co составляет 0,6Мэв [1]. Рассеиваясь на исследуемых сверхпроводниках висмуто-вой керамики, электроны с такой энергией могут сместить из узлов решетки любой из составляющих атомов [2], если учитывать, что пороговые энергии отделения атомов одинаковы и равны 20эВ [3]. Естественно, что наиболее легкий атом кислорода будет смещен из узла решетки с большей вероятностью, что должно привести к понижению T_c [4, 5]. С другой стороны, действие γ - радиации индуцирует изолированные дефекты – вакансии и межузельные атомы в керамике, которые, мигрируя, могут взаимодействовать с примесями и другими несовершенствами кристаллической решетки.

На наш взгляд, при малых дозах облучения (18Мрад) процесс дефектообразования сопровождается радиационным отжигом сверхпроводящей фазы, что способствует уменьшению значения удельного электросопротивления в нормальных условиях. В результате структурных изменений, происходящих во всех 3-х исследованных сверхпро-



водящих образцах при облучении дозой порядка 778Мрад увеличивается роль модифицированной высокотемпературной сверхпроводящей фазы 2223 по сравнению с 2213, что хорошо согласуется с данными авторов [6]. Интересно отметить, что дозы облучения порядка 18Мрад и 778Мрад одинаково влияют на величины параметров T_c , T_c^0 .

Рис.5.

Температурная зависимость удельного электросопротивления образцов 1, 2, 3 при дозе облучения 778Мрад.

1. А.И. Ахиезер, В.Б.Берестецкий, *Квантовая электродинамика*, М., 1969.
2. Ф.Ю.Гумбатов, *Влияние катионного замещения и гамма излучения на сверхпроводящие свойства ВТСП керамики в системе Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O*, дис...кад. физ.-мат. наук, Баку, (1997) 167.
3. A.P. Marjjs, G.J. Cherk, *Nuclear Instruments and methods in physics research*, **В. 3718** (1989) 910.
4. Х.М.Пашаев, Р.М.Сардарлы, Г.М.Ахмедов и др., *I Региональная конференция республик Средней Азии и Казахстана «Радиационная Физика твердого тела»*, Самарканд, **4. II** (1991) 188.
5. R.M.Sardarli, H.M.Ahmadov, N.A.Eyubova etc., *The 9-th international conferenge on ternary and multinary compounds*, Japan, Yovohama, (1993) 78.
6. А.В.Амелин, М.П.Волков, В.Н.Васильева и др., *ФТТ*, **33** (1991) 1416.

Bi-Sr-Ca-Cu-O SİSTEMİNİN KERAMİK BİRLƏŞMƏLƏRİNİN İFRATKEÇİRİCİ XASSƏLƏRİNƏ γ - ŞÜALANMANIN TƏ'SİRİ

R.M.SƏRDARLI, F.Y.HÜMBƏTOV, A.P.ABDULLAYEV

Vismut keramikalarının ifratkeçirici keçidlərinin xarakterinə γ -radiasiyanın tə'siri tədqiq olunmuşdur. Nümunələrin ifratkeçirici parametrlərinin şüalanma dozəsindən asılı olması müşahidə olunmuşdur. Alınmış nəticələr γ -radiasiyanın tə'siri ilə ifratkeçirici keçidin yayımlılıq dərəcəsinin artdığını göstərir. Tədqiq olunan keramik birləşmələrin ifratkeçirici xassələrinin pisləşməsinə baxmayaraq, vismut keramikalarında γ -radiasiya ilə şüalanmanın bəzi dozaları ifratkeçirici keçidin parametrlərinin yüksəlməsinə səbəb olur.

EFFECT of γ - RADIATION ON THE SUPERCONDUCTING PROPERTIES CERAMICAL COMPOUNDS Bi-Sr-Ca-Cu-O SYSTEM

R.M.SARDARLI, F.Y.HUMBATOV, A.P.ABDULLAEV

The effect of γ -radiation on the characteristics of the superconducting transitions of bismuth ceramics was investigated. A considerable dependence of the superconducting parameters upon irradiation dose was observed.

The results of measurements evidently have shown the existence of improving the superconducting parameters in certain interval of γ -radiation dose.

Редактор: А.Халилова