$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ İFRATKEÇİRİCİ MATERİALININ ALINMASI VƏ FİZİKİ XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ ($\rho(T)$, T_c^{mf}, T_o, T_G, ε_0, $\xi_c(0)$)

V.M. ƏLİYEV, Q.İ. İSAKOV, [1]C.Ə. RƏHİMOV, V.İ. EMİNOVA, S.Z. DƏMİROVA, [2]G.Ə. ƏLİYEVA

v_aliev@bk.ru

Elm və Təhsil Nazirliyinin Fizika İnstitutu, AZ 1143, Bakı ş., H.Cavid pr. 131

[1]Azərbaycan Tibb Universiteti, AZ 1022, Bakı ş., Bakıxanov küç. 23

[2] Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, AZ 1025, Bakı ş., Xocalı pr.

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ yuxarı temperaturlu ifratkeçirici materialrda əmələ gələn əlavə keçiriciliyi Aslamazov- Larkin nəzəri modeli əsasında BKŞ nəzəri modelindən Boze-Eynşteyn kondensatı nəzəri modelinə keçidi nəzərə almaqla tədqiq edilmişdir. Tədqiq edilən ifratkeçirici materialın 2D fluktuasiya oblastından 3D oblastına keçid temperaturu (T_0), əmələ gələn Kuper cütlərinin koherentlik uzunluğu (ξ_c) hesablanmışdır. Eyni zamanda əmələ gələn orta sahəyə yaxınlaşan kritik temperaturu (T_c^{mf}), İK keçid temperaturu (T_C), Ginzburq temperaturunu (T_G)da təyin edilmişdir.

Açar sözlər: ifratkeçiricilik koherentlik uzunlugu krossover temperaturu
DOI:10.70784/azip.2.2024103

GİRİŞ

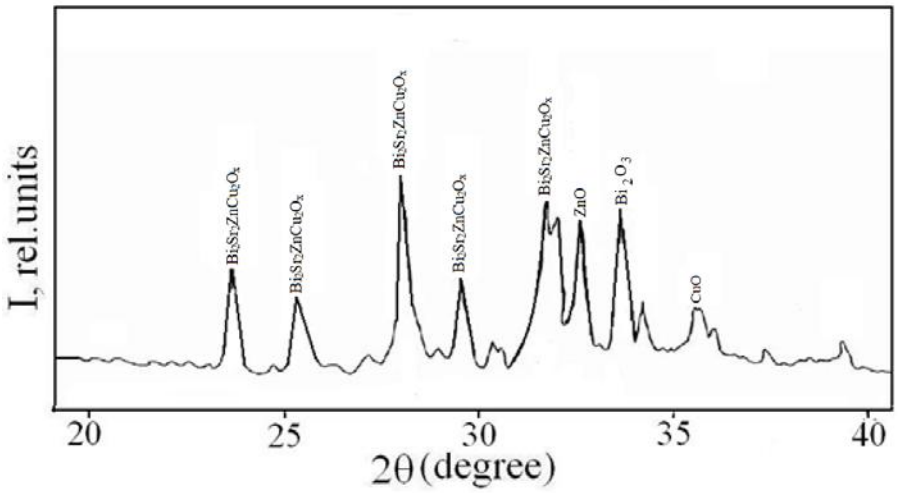
Ca elementinin Bi-əsaslı ifratkeçirici materiallarda rolunu öyrənməyə həsr edilən ədəbiyyatlarda [1-7] göstərilir ki, kalsinin ($0 \le \delta \le 0{,}5$) Bi-Sr-Ca-Cu-O sistemində Nd, Eu, V, Fe, Yb, Ag, Zr Hf kritik temperaturun keçid temperaturu dəyişilməz qalır. Lakin əvəzetmənin artması ilə ($\delta \ge 0{,}5$) Bi-Sr-Ca-Cu-O sistemində deqradasiya prosesi başlayır, hətta tamami ilə ifratkeçiriciliyin tamamilə itməsinə səbəb olur.

Təqdim olunan işin əsas məqsədi Bi-Sr-Ca-Cu-O sistemində kalsium elementini sinklə əvəz etmək, alınmış ifratkeçirici materialın strukturunu rentgenofaz analiz üsulu ilə tədqiq etmək, eyni zamanda belə əvəz etmənin onun elektrofiziki xassələrinə təsirinin öyrənməsidir.

EKSPERİMENTİN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONLARIN TƏHLİLİ

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici materialın alınma üsulu bizim əvvəl çapolunmuş [8] əsərimizdə göstərilmişdir.

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici materialın kristallik quruluşu rentgenofaz analiz üsulu ilə öyrənilmişdir. Sintez olunmuş nümunənin rentgenoqramı 1-ci şəkildə göstərilmişdir.

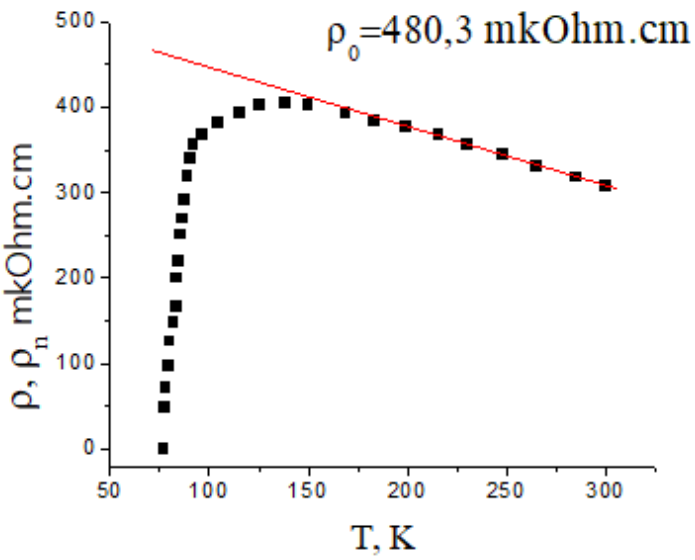


Şəkil 1. $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici materialın rentgenoqramı.

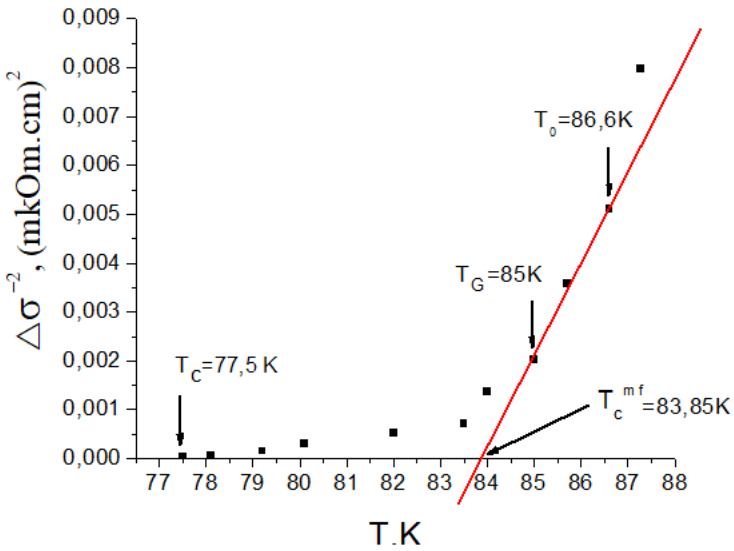
Rentgenoqramın analizi onun çoxfazalı olduğunu göstərmişdir. Rentgenoqramdan Bi–Sr–Ña–Ñu–O sisteminində 2212 və 2223 fazaların tərkib hissəsinin 70 və 30% olduğu təyin edilmişdir[9].

Rentgenoqram göstərdi ki, əsas $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici (İK) materialdan başqa rentgendə Bi_2O_3 və CuO kimi oksidlər də yer almışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox müxtəlif İK polikristallarda da həmişə əsas polikristal qranullardan başqa müxtəlif oksidlər də əmələ gəlir.

Şəkil 2-də $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ nümunəsinin xüsusi müqavimətinin temperatur asılılıqları verilmişdir.



Şəkil 2. $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici materialın xüsusi müqavimıtinin temperatur asılılığı.



Şəkil 3. $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ nümunəsinin T_c^{mf} təyini əlavə keçiriciliyin tərs qiymətinin kvadratının $\sigma^{-2}(T)$ temperatur asılılığından təyin edilmişdir. Oxlarla xarakterik temperaturlar T_c, T_G və T_0 göstərilmişdir.

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici materialın xüsusi müqavimətinin T*=480K temperaturda düzxətlilikdən çıxmasını bu temperaturda lokal cütlərin əmələgəlməsi kimi qəbul edərək eksperimentdən alınan nəticələri əlavə keçiriciliyin aşağıdakı tənliyi ilə ifadə kritik temperaturdan bir qədər yuxarıda keçiriciliyə fluktuasiya əlavəsi üsulu ilə analiz etmişik:

$$\Delta\sigma(T) = \rho_{-1}(T) - \rho_{n-1}(T) \qquad (1)$$

Əlavə keçiriciliyin ($\Delta\sigma(T)$ təhlili üçün $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ İK materialın $\rho(T)$ asılılığında xüsusi müqavimət normal fazada ($T>Tc$) $\rho n(T)= b+\kappa T$ ifadəsi ilə ekstrapolyasiya edilmişdir, burada $b\approx\rho 0$. Bu nümunə üçün b 480K və k əmsalı isə -0,555K olmuşdur. 2-ci şəkildə göstərilmiş düz xətt aşağı temperatur oblastına ekstrapolyasiya olunmuş $\rho_n(T)$ asılılığını göstərir [8]

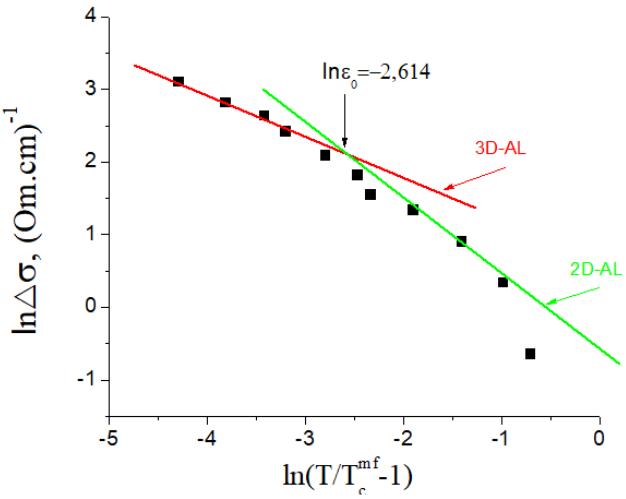
Fluktuasiya keçiriciliyini (FLK) lokal cütlər (LC) modeli əsasında [6] təyin etmək üçün lazımdır ki, kritik temperaturu yaxınlaşan orta sahədə təyin edilsin. Belə ki, fluktuasiya kritik temperaturun (T_c^{mf}) təyini fluktuasiya keçiriciliyinin analizi üçün lazımdır və aşağıdakı tənliklə hesablanır:

$$\varepsilon = (T/T_c^{mf} - 1) \qquad (2)$$

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ İK material üçün fluktuasiya kritik temperaturun (T_c^{mf}) təyini temperatur asılılığından hesablanır və 3-cü şəkildə göstərilmişdir.

Şəkil 3-dən göründüyü kimi $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ polikristalın yuxarıda qeyd edilən üsulla ifratkeçiricilik temperaturu - T_c, Ginzburq temperaturu - T_G [10] və 3D–2D temperaturu - T_0 təyin edilmişdir [11].

$\sigma^{-2}(T)$ – T asılılığı (T_c^{mf}) təyin etdikdən sonra $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ İK material üçün $ln\triangle\sigma$ - $ln\ \varepsilon$ asılılığını qurmaq olar (şəkil 4).



Şəkil 4. $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ nümunəsinin əlavə keçiriciliyinin loqarifmasının *ln(T/Tc-1)* asılılığı. Düz xətlər Aslamazov-Larkin nəzəriyyəsi əsasında hesablamaları göstərir.

Şəkildən göründüyü kimi (şəkil 4) kritik temperatur (T_c) yaxınlığında fluktuasiya keçiriciliyi fluktuasiyanı AL-3D sistemi üçün yaxşı zənginləşdirir (3D-AL düz xəttinin mailliyi λ=–1/2 olur). Bu onu göstərir ki, klassik 3D FLK-yinin temperaturu kritik temperatura (T_c) yaxınlaşaraq həmişə ifratkeçirici kuprat yaradır [12, 13, 14].3D–2D temperaturundan (T_0) yuxarıda $ln\triangle\sigma$-$ln\ \varepsilon$ asılılğında maillik kəskin dəyişir. Belə asılılıq mailliyi (λ=–1) 2D-AL fluktuasiyasına uyğundur [15]. ε-nin təyin edərək Kuper cütlərinin c oxu istiqamətində koherentlik uzunluğunu $\xi_c(0) = d\sqrt{\varepsilon_0}$ tənliyi ilə hesablaya bilərik. $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici materialın hesablanmış Kuper cütlərinin koherentlik uzunluğu 1,89 Å olmuşdur.

YEKUN

Beləliklə, belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, tədqiq etdiyimiz $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçirici $T >> T_c$ şərti daxilində yükdaşıyıcı local cütlər yaratmağa malikdir [16, 17].

Tədqiqat göstərdi ki, $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ifratkeçiricinin fluktuasiya keçiriciliyi kritik temperatur yaxınlığında Aslamazov-Larkin nəzəriyyəsi ilə yaxşı uzlaşır. 3D-2D krossover temperaturundan yuxarıda 2D–AL nəzəriyyəsi bu İK material üçün qəbul ediləndir.

[1] *A. ManthiramandI, B. Goodenough.* Appl. Phys. Lett. 53, 420, 1988.

[2] *Y. Ando, K. Fukuda, S. Kondoh, M. Sera, M. Onoda and M. Sato.* Solid State Commun. 67, 815, 1988.

[3] *M.N. Khan and M. Khizar.* J. Mater. Sci. 34, 5833, 1999.

[4] *С.А.Недилько, И.В.Голубева, Е.Г.Зенькович, А.Л.Мороз, Л.Ф. Недилько.* УХЖ,68, 82, 2002.

[5] *А.В. Гаршев.* Материалы Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам, МГУ, вып.5, 341, 2000.

[6] *Kl.W. Yeh, J.Y. Gan, and Y. Huang.* J. Gryst. Growth 269, 505, 2004.

[7] *Е.П. Романов, Ю.В. Блинов, С.В. Сударева, Т.П. Криницина, И.И. Акимов.* ФММ 101, 33, 2006.

[8] *V.M. Əliyev, A.N. Məmmədova, S.S. Rəhimov, R.İ. Səlimzadə, B.A. Tahirov.* Azərb.MEA Xəbərləri, fizika, texn. və riy. Elm.Ser., 2, 36-41, 2016.

[9] *С.С. Горелик, Ю.А. Скаков, Р.Н. Расторгуев.* Рентгенографический и электронно-оптический анализ, МИСИС, Москва, с.109, 1994.

[10] *A. Kapitulnik, M. R. Beasley, C. Castellani and C. Di Castro.* Phys. Rev. B 37, 537, 1988.

[11] *S. Hikami and A. I. Larkin.* Mod. Phys. Lett. B 2, 693, 1988.

[12] *А.Л. Соловьев, В.М.Дмитриев.* ФНТ, т.35, №3, с.227-264, 2009.

[13] *Л.П. Козеев, М.Ю. Каменев, А.И. Романенко, О.Б. Аникеева, В.Е.Федоров.* Материалы 6-й международнойконференции «Кристаллы: рост, свойства, реальная структура, применение»: Александров, 8–12 сентября 2003, Изд-во ВНИИСИМС.

[14] *P.G. De Gennes, Superconductivity of Metals and Alloys, W. A. Benjamin.* INC., New York–Amsterdam, 1966, p. 280.

[15] *L. G. Aslamazov and A. I. Larkin.* Phys. Lett. A26, 238 (1968)

[16] *В.В.Флорентьев,А.В.Инющкин, А.И.Талденков и др.* СФХТ, 3, 10, 2, 1990.

[17] *Ya. Ponomarev, M. Mikheev, M. Sudakova, S.Tchesnokov and S. Kuzmichev.* Phys. Status Solidi C, 6, 2072, 2009.

В.М. Алиев, Г.И. Исаков, Дж.А. Рагимов, В.И. Эминова, С.З. Дамирова, Г.А. Алиева

ПОЛУЧЕНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ МАТЕРИАЛА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ($\rho(T)$, T_c^{mf}, T_o, T_G, ε_0, $\xi_c(0)$)

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ ВТСП материале образовавшейся избыточной проводимости исследованы учитывая теории Асламазова-Ларкина с переходом из модели теории БКШ к теории модели конденсаты Бозе-Ейнштейна. Для образца были определены критическая температура в приближении среднего поля (T_c^{mf}), температура 3D-2D кроссовера (T_0), длины когерентности куперовски пар (ξc), определены температура T_c СП перехода и T_G— температура Гинзбурга.

V.M. Aliev, G.I. Isakov, J.A. Ragimov, V.I. Eminova, S.Z. Damirova, G.A. Alieva

OBTAINING SUPERCONDUCTING $Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ MATERIAL AND STUDYING ITS PHYSICAL CHARACTERISTICS ($\rho(T)$, T_c^{mf}, T_o, T_G, ε_0, $\xi_\chi(0)$)

$Bi_2Sr_2ZnCu_2O_x$ HTSC material of the resulting excess conductivity was studied taking into account the Aslamazov-Larkin theory with the transition from the BCS theory model to the theory of the Bose-Einstein condensate model.For the sample, the critical temperature in the mean field approximation (T_c^{mf}), the 3D-2D crossover temperature (T_0), the coherence length of Cooper pairs (ξc), were determined, the temperature Tc of the SC transition and T_G—the Ginzburg temperature—were determined.

Qəbul olunma tarixi: 17.01.2024