

ՖԻԶԻԿԱ, ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

ԿՐԿՆԱԿԻ ԿԱՐՃԱՏԱ ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՐԿԱՐԱՏԵՎ ՊԱՀՎԱԾ ԲԱԶՄԱԲՅՈՒՐԵՂԱՅԻՆ $YBa_2Cu_3O_x$ ԳԵՐՀԱՂՈՐԴԻՉՆԵՐԻ ԷԼԵՏՐԱՏՐԱՆՍՊՈՐՏԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

ԱԼԲԵՐՏ ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ գիտակրթական միջազգային կենտրոնի Կոնստանտնուպոլիսի
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

ՍԵՐԳԵՅ ՆԻԿՈԼՈՍՅԱՆ

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտի ավագ գիտաշխատող,
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու

ԵՐԶԱՆԻԿ ԶԱՐԳԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ գիտակրթական միջազգային կենտրոնի ուսումնական մասի պետ,
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու

ԷԴԳԱՐ ՄՈՒՂՆԵՅՑՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ գիտակրթական միջազգային կենտրոնի աշխատակից,
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու

Աշխատանքում ուսումնասիրված է սովորական մեթոդով սինթեզված և դրանից հետո 30 տարի սենյակային պայմաններում պահված բազմաբյուրեղային $YBa_2Cu_3O_x$ միացության գերհաղորդչային և նորմալ բնութագրերի վրա 400°C -ում կրկնակի կարճատև ջերմամշակման ազդեցությունը ջերմաստիճանային ($77-290$)Կ տիրույթում տեսակարար դիմադրության որոշման ճանապարհով: Ցույց է տրված, որ ստացված արդյունքները մեծապես կախված են ջերմամշակումից հետո նմուշը մինչև սենյակային ջերմաստիճան սառեցնելու արագությունից:

Հանգուցային բառեր և բառակապակցություններ. բարձր ջերմաստիճանային գերհաղորդականություն (ԲԶԳ), գերհաղորդչային (ԳՀ) անցում, ԳՀ անցման լայնություն (ΔT_c), ԳՀ անցման սկզբի և վերջի կրիտիկական

ջերմաստիճան (T_c^{on} և T_c^0), իտրիումային միացություն ($YBa_2Cu_3O_x$), ֆլուկտուացիոն հաղորդականություն, փուլային շերտավորման երևույթ:

Նախաբան

Բարձր ջերմաստիճանային գերհաղորդիչների (ԲԶԳ) բնութագրերը ինչպես գերհաղորդչային (գհ), այնպես էլ նորմալ վիճակում զգայուն են ջերմամշակման և հետագա պահպանման պայմանների նկատմամբ [1-21]: Բերված աշխատանքներից պարզ է դառնում, որ ջերմամշակումից հետո դիտվող բնութագրերի փոփոխությունը զգալիորեն կախված է նմուշում խառնուրդների պարունակությունից, մշակման ջերմաստիճանից, տևողությունից, տաքացման և սառեցման արագությունից, ինչպես նաև հետագա պահպանման ջերմաստիճանից և միջավայրից: Իտրիումային նմուշների համար հատկապես մեծ կար-

ևորություն է ներկայացնում ցածր ջերմաստիճանային մշակումը, քանի որ այդ ժամանակ նմուշում պահպանվում է թթվածնային ստեխիոմետրիան [1–5]: Ընդ որում նմուշում առաջացած դեֆեկտների բնույթը կախված է ջերմամշակման տևողությունից [1, 7–10]: Կրկնակի ջերմամշակումը օգտագործվել է անցանկալի դեֆեկտների վերացման և, հետևաբար, լավորակ գի նյութեր ստանալու նպատակով [9, 10]: Բացի դրանից՝ օդում կամ վակուումում կարճատև (5–15 րոպե; 400–700°C) ջերմամշակման ճանապարհով կարելի է ստանալ տարբեր փուլային վիճակներում (այդ թվում նաև կիսահաղորդչային) գտնվող իտրիումային գի նմուշներ [11]: Տարբեր խառնուրդներ պարունակող ԲԶԳ միացություններում ջերմամշակումից հետո դիտվող գի և նորմալ բնութագրերի փոփոխությունների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ ստացված արդյունքները երբեմն ունեն հակասական բնույթ [2, 6, 14, 15]: Որքան մեզ հայտնի է, քիչ են երկարատև ծերացած ԲԶԳ միացությունների գի և նորմալ վիճակների բնութագրերի վրա տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակման ազդեցությանը նվիրված աշխատանքները [2, 12; 16, 19–21]: Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրվում է կարճատև կրկնակի ջերմամշակման ազդեցությունը սինթեզից հետո 30 տարի սենյակային պայմաններում պահված բազմաբյուրեղային $YBa_2Cu_3O_x$ նմուշների գի և նորմալ բնութագրերի վրա տեսակարար դիմադրության ջերմաստիճանային կախվածության կորերի որոշման ճանապարհով:

2 Զափման մեթոդներ

Հետազոտության համար ընտրվել է բազմաբյուրեղային $YBa_2Cu_3O_x$ ԲԶԳ միացությունը, որը սինթեզվել է սովորական եղանակով 10 ժամ 960°C-ում օդում տաքացնելու ճանապարհով [19–21]: Ռենտգենյան ֆլուորեսցենցիայի չափումները ցույց են տվել, որ հետազոտվող նմուշի մեջ բարիումի ատոմների կոնցենտրացիան, ըստ կշռի, ավելի վաղ մեր պատ-

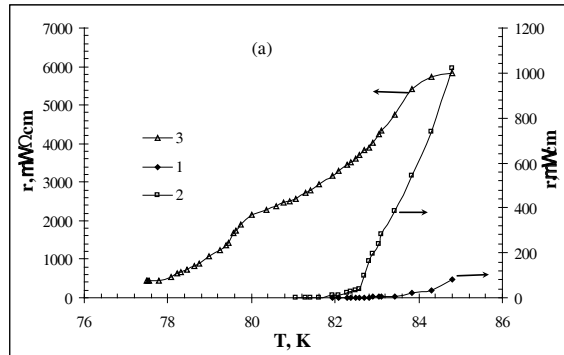
րաստած նմուշների համեմատությամբ մոտ 3 տոկոսով փոքր է [19–21]: Այն սենյակային պայմաններում մոտ 30 տարի պահելուց հետո ենթարկվել է կրկնակի ջերմամշակման. սկզբում՝ 30 րոպե 400°C-ում օդում տաքացնելուց հետո վառարանի հետ միասին դանդաղ (3–4°C/րոպե) սառեցվել է մինչև սենյակային ջերմաստիճան: Մեկամսյա չափումներից հետո այդ նմուշը նույն պայմաններում երկրորդ անգամ ջերմամշակումից հետո արագորեն (150–200°C/րոպե) սառեցվել է մինչև սենյակային ջերմաստիճան: Ելակետային, մեկանգամյա և կրկնակի ջերմամշակում անցած նմուշները այսուհետև համապատասխանաբար կհամարակալվեն ինչպես 1, 2 և 3: Յուրաքանչյուր ջերմաշակումից հետո մեկ ամսվա ընթացքում պարբերաբար որոշվում են տեսակարար դիմադրության ջերմաստիճանային կախվածության $r(T)$ կորերը (88–290)Կ միջակայքում երկրի մագնիսական դաշտի առկայության պայմաններում՝ օգտագործելով վոլտամպերային բնութագրերի չափման քառակոնտակտ մեթոդը [19–21]: Նշենք նաև, որ այդ կորերը, որպես կանոն, 1 ամիս անցնելուց հետո, ժամանակից կախված, շատ դանդաղ են փոխվում նմուշի կայունացման պատճառով: ԳՀ անցման լայնությունը որոշվել է հետևյալ ձևով՝ $\Delta T_c = T_c^{0.9} - T_c^{0.1}$ (որտեղ $T_c^{0.9}$ և $T_c^{0.1}$ նորմալ վիճակի տեսակարար դիմադրության 0.9 r_n և 0.1 r_n արժեքներին համապատասխանող ջերմաստիճաններն են): Ընդունված է նաև, որ $T_c^{0.9}$ և $T_c^{0.1}$ համապատասխանում են ԳՀ վիճակին անցնելու սկզբի և վերջի (դիմադրության 0 դառնալու) ջերմաստիճաններին՝ T_c^{on} և T_c^0 :

Ստացված արդյունքները և նրանց քննարկումը

Նկ.1(a, b)–ում տարբեր մասշտաբներով և երկու տարբեր ջերմաստիճանային տիրույթներում 1, 2 և 3 նմուշների համար պատկերված են տեսակարար դիմադրության ջերմաստիճանային կախման կորերը: Ինչպես երևում է

այդ նկարից, 1-ին նմուշի T_c^{on} , T_c^0 և DTc բնութագրերը համապատասխանաբար կազմում են 86.7Կ, 82.5Կ և 4.2Կ (տե՛ս աղյուսակը և Նկ.1-a, b, կոր 1), սակայն $T_c^0 < T < T_c^{on}$ տիրույթում 2-րդ նմուշի դիմադրության նկատվող աճը 1-ին նմուշի համեմատությամբ շատ ավելի մեծ է և պայմանավորված է Cu-O շղթաներում թույլ կապված O_4 և O_1 ատոմների կարգավորվածությամբ [2-5, 24, 25]: Մինչդեռ ավելի բարձր ջերմաստիճաններում տեսակարար դիմադրությունը որոշվում է ուժեղ կապված թթվածնային ատոմների կարգավորվածությամբ Cu-O հարթություններում [25]: Քանի որ շղթաներում թթվածնի ատոմները ավելի թույլ են կապված, քան հարթություն-

ներում, ապա ջերմամշակումը շղթաներում առաջացնում է ավելի մեծ թվով դեֆեկտներ, որոնք, նպաստելով կուպերյան զույգերի քանդմանը, բերում են տեսակարար դիմադրության ավելի մեծ աճի: 2-րդ նմուշում այդպիսի աճը ուղեկցվում է գի անցման ջերմաստիճանի նվազումով ընդամենը 1 աստիճանով, իսկ անցման լայնությունը մնում է հաստատուն՝ $DTc = 4.2$ Կ (տե՛ս աղյուսակը): Ինչպես տեսնում ենք, արագ սառեցման ռեժիմում (3-րդ նմուշ) դիտվող գի անցման կորը շեղված է դեպի ցածր ջերմաստիճանների տիրույթ (նկ.1-a, b, կոր 3): Ընդ որում, եթե անցման սկզբի ջերմաստիճանը T_c^{on} նվազում է 86.7Կ-ից մինչև 83.7Կ, ապա T_c^0 -ն ավելի արագ



Նկ. 1. Տեսակարար դիմադրության (r) ջերմաստիճանային կախվածությունը 1, 2 և 3 նմուշների համար ջերմաստիճանի փոքրեր փոփոխությունում (a, b,): Հորիզոնական սլաքները մարմանշում են համապատասխան օրդինատների առանցքները:

նվազելով, շեղվում է դեպի հեղուկ ազոտի ջերմաստիճանից էլ ցածր տիրույթ: Սա նշանակում է, որ, DTc -ն մեծանում է և նմուշը դառնում է ավելի անհամասեռ: Անհամասեռության դրսևորման մասին է վկայում տեսակարար դիմադրության ջերմաստիճանային կորի վրա պարզորոշ նկատվող համեմատաբար թույլ և լայն գի անցումը 80Կ- ի շրջակայքում (նկ. 1-a, b): Բացահայտված է, որ ջերմամշակումից հետո $YBa_2Cu_3O_{6.8}$ միաբյուրեղներում նույնպես հայտնվում են տարբեր կրիտիկական ջերմաստիճաններով (այդ թվում նաև՝ $T_c = 80$ Կ) գի փուլեր, ինչպես նաև տարբեր չա-

փեր ունեցող ամորֆ մասնիկներ [7, 10]: Այս երևույթը հայտնի է իբրև փուլային շերտավորման երևույթ: Այն ենթադրում է, որ ջերմամշակումից հետո նմուշում առաջանում են երկու փուլեր. մեկը՝ թթվածնով հարուստ $YBa_2Cu_3O_7$, իսկ մյուսը թթվածնով աղքատ և ցածր կարգի օրթոռոմբային համաչափությամբ: Դրանցից առաջինը նորմալ վիճակում օժտված է լավ մետաղական հաղորդականությամբ, իսկ մյուսը՝ մեկուսչային հաղորդականությամբ [7]: Նույն այդ աշխատանքում ցույց է տրվում, որ ջերմամշակման ժամանակ օդում եղած ջրային գոլորշիների մասնակցությամբ

գերհաղորդչում նկատվում է նաև բյուրեղային ցանցի ծանր մետաղական ատոմների՝ Y-ի և Ba-ի ապակարգավորման երևույթ, իսկ գի հատիկների մերձեզրային մասերում առաջանում են 20 նմ չափերի հասնող ամորֆ տիրույթներ: Այս ամենը բերում է դիֆրակցիոն գծերի լայնացման [7], իսկ մեր դեպքում՝ գի անցման լայնության մեծացման: Այս երևույթները մեր նմուշներում դրսևորվում են ավելի արտահայտված ձևով, քանի որ ելակետային նմուշը արդեն ունի Ba-ի ատոմների 3 տոկոսանոց պակասորդ [7, 10]: Վերը թվարկած անհամասեռությունները, ինչպես նաև Y-ի և Ba-ի ենթացանցերում առաջացած ապակարգավորությունները նմուշում դառնում են միջհատիկային և ներհատիկային տարածություններում դեֆեկտների կուտակման հավաքատեղիներ [19]: Նմուշի արագ սառեցման հետևանքով այդ կուտակումների շուրջն առաջանում են զգալի առաձգական լարվածություններ, ինչը դառնում է հոսանքակիրների լրացուցիչ ցրման աղբյուր, որն էլ բերում է տեսակարար դիմադրության և գի անցման լայնության ավելի մեծ աճի դանդաղ սառեցման համեմատությամբ [2, 7]: Այս ամենի հետևանքով ցածր ջեր-

մաստիճանային տիրույթում տեսակարար դիմադրության դիտվող աճը մի քանի հազար անգամ մեծ է նորմալ վիճակի համեմատությամբ (նկ.1, կոր 3): Եթե դանդաղ սառեցման ռեժիմում այդ աճը բացասական է և սենյակային ջերմաստիճանում չի գերազանցում 20%-ը, ապա արագ սառեցման ռեժիմում այն մեծանում է ավելի քան 60%-ով (տես աղյուսակը): Բացի դրանից՝ գի անցումից հետո, նորմալ վիճակում նմուշը դրսևորում է կիսահաղորդչային վարքագիծ, որը արտահայտվում է c բնութագրի կտրուկ աճով (տես աղյուսակը): Նմանատիպ վարքագիծ մեր կողմից վերջերս դիտվել էր իտրիումային բազմաբյուրեղներում, դրանք ջերմամշակումից հետո դանդաղորեն սառեցնելուց և սենյակային ջերմաստիճանում երկարատև պահելուց հետո միայն [19]: Արժի հիշատակել, որ ինչպես մեր բազմաբյուրեղային [19], այնպես էլ այլ հեղինակների կողմից սենյակային պայմաններում երկարատև պահված իտրիումային միաբյուրեղներում նույնպես դիտվել է փուլային շերտավորման երևույթ, որը գի անցման կորերի վրա ի հայտ է եկել աստիճանների դրսևորվման ձևով [17]:

Աղյուսակ

Ուսումնասիրվող նմուշների գի և նորմալ վիճակի որոշ բնութագրեր

նմուշ	T_c^{on}, K	T_c^0, K	$r(290K), \mu\Omega \cdot cm$	$r(100K), \mu\Omega \cdot cm$	$d=r(100K)/r(290K)$	$\Delta T_c, K$
1	86.7	82.5	2700	1733	0.64	4.2
2	85.6	81.4	2200	1765	0.8	4.2
3	83.7	—	4420	5880	1.33	—

ԲԶԳ միացություններում կիսահաղորդչային տիպի վարքագծի առաջացման հնարավոր պատճառներից մեկը համարվում է նյութում միկրոսկոպիկ մակարդակով առկա անհամասեռությունը [26]: Աղյուսակից երևում է, որ 3-րդ նմուշում ի հայտ եկած կիսահա-

ղորդչային վարքագիծը միաժամանակ ուղեկցվում է $d = r(100K)/r(290K)$ բնութագրի և տեսակարար դիմադրության կտրուկ աճով: Ենթադրվում է, որ այն կարող է պայմանավորված լինել կիսահաղորդչային $BaCuO_2$ և մեկուսչային Y_2BaCuO_3 փուլերի առաջացմամբ, ինչը

ուղեկցվում է $r(T)$ կորի վրա մինչև 82Կ ձգվող «պոչի» դրսևորմամբ [13]: 1-ին և 2-րդ նմուշներից յուրաքանչյուրում (նկ.1-ա, կոր 1 և 2), նույնպես դիտվում է թույլ արտահայտված պոչ, որոնցից մեկը ձգվում է մինչև 82.5Կ, իսկ մյուսը՝ մինչև 81.4Կ, սակայն 3-րդ նմուշում այդ պոչը դառնում է առավել պարզորոշ արտահայտված և շեղվում է դեպի ավելի ցածր ջերմաստիճաններ, երբ d –ն 0.64-ից կտրուկ աճում է մինչև 1.33 (տես աղյուսակը): Միաժամանակ դիտվող դիմադրության զգալիորեն մեծ աճը, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված է ինչպես կիսահաղորդչային փուլի տեսակարար դիմադրությունը մի քանի կարգով գերազանցող մեկուսչային Y_2BaCuO_3 փուլի հայտնվելով, այնպես էլ $Y_2Ba_4Cu_7O_x$ և $Y_2Ba_4Cu_8O_x$ փուլերի առաջացմամբ [7, 13]:

Եզրահանգում

Տեսակարար դիմադրության ջերմաստիճանային կախվածության կորերի որոշման միջոցով ուսումնասիրվել է գի և նորմալ բնութագրերի փոփոխությունը սինթեզելուց հետո 30 տարի սենյակային պայմաններում պահված ելակետային $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ նմուշում 30 րոպե 400°C-ում միանգամյա և կրկնակի ջերմամշակման ենթարկելուց հետո հետազայում մինչև սենյակային ջերմաստիճան սառեցնելու արագությունից: Պարզվել է,

որ արագ սառեցման դեպքում թույլ կապերի խզմամբ պայմանավորված տեսակարար դիմադրության աճը և լրիվ գի վիճակի անցման T_c^0 ջերմաստիճանի նվազումը անհամեմատ մեծ է, քան դանդաղ սառեցված նմուշում: Դանդաղ սառեցված նմուշը նորմալ վիճակում դրսևորում է մետաղական վարքագիծ, իսկ արագ սառեցման դեպքում՝ կիսահաղորդչային: Այսպիսի տարբերությունը բացատրվում է նրանով, որ արագ սառեման հետևանքով բյուրեղական ցանցում առաջացած լրացուցիչ առաձգական լարվածությունները նպաստում են տարբեր տեսակի ինչպես գի, այնպես էլ՝ կիսահաղորդչային կամ մեկուսչային բնույթի փուլերի հայտնվելուն: Բացի դրանից, եթե դանդաղ սառեցման դեպքում գի անցման լայնությունը մնում է անփոփոխ (4.2Կ), ապա արագ սառեման դեպքում դիտվում է դրա ընդարձակում և նորմալ վիճակի տեսակարար դիմադրության էական մեծացում, որն էլ ուղեկցվում է T_c^{on} ջերմաստիճանի զգալի նվազումով: Այսինքն՝ կարճատև ջերմամշակումից հետո արագ սառեցված իտրիումային նմուշը ձեռք է բերում ավելի վատ բնութագրեր:

Ստացված արդյունքները թույլ կտան մատնանշել բարձր և կայուն գի բնութագրերով օժտված միացություններ ստանալու ուղիները:

ՓԲԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Sinchenko. Proc. 2nd All-Union Conf. High Temperature Superconductivity, Vol. 3, Institute of Metal Physics of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev, p. 103, 1989.
2. Veal B.W., Paulikas A.P., Hao Shi, Fang Y., and Downey J. W. Observation of temperature-dependent site disorder in $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ below 150°C, Phys. Rev. B, 1990, v. 42, 6305–6316.
3. Jorgensen J.D., Pei Shiyu, Lightfoot P., Shi Hao, Paulikas A.P. and Veal B.W. Time-dependent structural phenomena at room temperature in quenched $YBa_2Cu_3O_{6.41}$ local oxygen ordering and superconductivity, Physica C, 1990, v.167, pp. 571–578.
4. Shaked H., Jorgensen J.D., Hunter B.A., Hitterman R.L., Paulikas A.P. and Veal B.W. Local ordering and charge transfer during room-temperature annealing of quenched tetragonal $YBa_2Cu_3O_{6.25}$, Physical Review B, 1995, v.51, N1, pp.547–552.
5. Libreht S., Osquguil E., Wuyts B., Maehoudt M., Gao Z.X. and Bruynserede Y. Effect of room temperature annealing on the properties of oxygen-deficient $YBa_2Cu_3O_x$ films, Physica C, 1993, v. 206, pp. 51–58.
6. Амитин Е.Б., Громилов С.А., Наумов В.Н., Рояк А.Я. Влияние закалки на свойства сверхпроводящих керамик Bi–Sr–Ca–Cu–O различного состава, СФХТ, 1989, т.2, N2, с. 157–162.
7. Блинова Ю.В., Титова С.Г., Сударева С.В., Романов Е.П. Механизм термического распада

- нестехиометрического соединения $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.8}$, Физика твердого тела, 2009, том 51, вып. 6, с.1041–1045.
8. Титова С.Г., Блинова Ю.В., Сударева С.В., Бабылев И.Б, Зюзева Н.А. Термическая устойчивость нестехиометрической керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.8}$ при 200 °С в осушенном воздухе, Физика твердого тела, 2011, том 53, выпуск 3, с. 427–429.
 9. Бабылев И.Б, Зюзева Н.А. Влияние низкотемпературной обработки и последующего высокотемпературного отжига на критическую плотность тока $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$, Физика твердого тела, 2012, том 54, выпуск 7, с.1256–1259.
 10. Бабылев И.Б, Герасимов Е.Г., Зюзева Н.А. Влияние структурной воды на критические характеристики высокотекстурированного $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$, Физика твердого тела, 2014, том 56, выпуск 9, с.1684–1689.
 11. Самойлов М.И., Сухов В.А, Рахманов А.Л. Метастабильные фазы в пленках YBCO, создаваемые кратковременными отжигами, ФТТ, 2003, т. 45, вып. 1, с. 17–21.
 12. Vidyala V. Electrical and magnetic measurements on some high T_c superconductors, Thesis. Department of Physics, Cochin University of Science and Technology, Cochin– 682022, December 1993.
 13. И.А.Тихоновский, В.Т.Петренко, А.С.Тортика, А.А.Мацакова, Т.Ю.Рудычева, Л.И.Иартыннюк, Л.Ф.Верхоробин, Н.В.Лапина, В.А.Панов, Микроструктура и сверхпроводящие свойства кристаллизованной иттриевой керамики, ВАИТ, серия: Ядерно–Физические исследования, Научно–технический сборник, 1993, вып. 1/26/, с.3–15.
 14. Наумова Д. Д., Войтенко Т. А., Недилько С. А. Зависимость физико–химических свойств ВТСП–соединений от размера кристаллитов, Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии , 2011, т. 9, № 4, сс. 855–862.[http://perst.issph.kiae.ru/supercond/bullein.php?menu=bull_subj&id=532]
 15. Vovk R.V., Vovk N.R. and Dobrovolskiy O.V. Aging effect on electrical conductivity of pure and Al-doped $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals with a given topology of planar defects. Advances in Condensed Matter Physics, v. 2013, Article ID 931726, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/931726>.
 16. Vovk R.V., Vovk N.R., Goulatis I.L., Chronos A. Effect of long aging on the resistive properties of Aluminum doped $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{-yAl}_y\text{O}_{7-\delta}$ single crystals with a given twin boundary topology, J. Low Temp. Phys. 2014, v.174, pp. 214–221.
 17. Хаджай Г.Я., Вовк Р.В. Электротранспорт и устойчивость кислородной подсистемы монокристаллов $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ при длительной выдержке в воздухе. Физика низких температур, 2014, т. 40, N12, с.1343–1347.
 18. Хаджай Г.Я., Вовк Н.Р., Вовк Р.В. Проводимость монокристаллов $\text{Y}_{1-y}\text{Pr}_y\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ в широком интервале температур и концентрации Pr, ФНТ, 2014, т. 40, N6, с. 630–635.
 19. S.K. Nikoghosyan, V.V. Harutyunyan, V.S. Baghdasaryan, E.A. Mughnetsyan, E.G. Zargaryan, A.G. Sarkisyan, The appearance of semiconducting (dielectric) conduction in polycrystalline high temperature superconducting cuprates after heat treatment, Armenian Journal of Physics, 2015, vol. 8, issue 1, pp. 1–6.
 20. S.K. Nikoghosyan, V.V. Harutyunyan, V.S. Baghdasaryan, E.A. Mughnetsyan, E.G. Zargaryan and A.G.Sarkisyan, The effect of aging on the superconducting transition temperature and resistivity of Y–Ba–Cu–O ceramics after high temperature treatment, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 49 (2013) 012042.
 21. Nikoghosyan S.K., Harutyunyan V.V., Baghdasaryan V.S., Mughnetsyan E.A., Zargaryan E.G. and Sarkisyan A.G., Effect of Direct Transport Current and Heat Treatment on Resistive Properties of Bismuth-based Ceramic High-temperature Superconducting Oxides of Various Compositions, Solid State Phenomena 2013, Vol. 200, pp 267–271.
 22. Соловьев А.Л., Дмитриев В.М. Флуктуационная проводимость и псевдощель в высокотемпературных сверхпроводниках YBCO, ФНТ, 2009, т. 35, N3, с. 227–264.
 23. Solovjov A.L. Fluctuation conductivity in Y–Ba–Cu–O films with artificially produced defects, Fizika Nizkikh Temperatur, 2002, v. 28, N11, p. 1138–1149.
 24. Gaffney C., Petersen H. and Bednar R. Phase-slip analysis of the non–Ohmic transition in granular $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.9}$, Physical Review B, 1993–I, v.48, N5, pp.3388–3392.
 25. Балаев Д.А., Семенов С.В., Петров М.И. Доминирующее влияние эффекта сжатия магнитного потока в межгранульной среде гранулярного ВТСП на процессы диссипации во внешнем магнитном поле, ФТТ, 2013, т. 55, вып.12, с.2305–2311
 26. Mosqueira J., Pomar A, Veira J., A., Maza J., and Vidal F. Resistivity–peak anomaly in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ crystals and nonuniformly distributed critical temperature inhomogeneities. J. Appl. Phys. 1994, V.76, N3, pp. 1943–1945.

DOUBLE SHORT-TERM HEAT TREATMENT EFFECT ON THE ELECTRICAL
TRANSPORT PROPERTIES OF LONG-TERM STORED $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$
POLYCRYSTALLINE SUPERCONDUCTORS

ALBERT SARGSYAN

*Director of the International Scientific-Educational Center of NAS RA
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*

SERGEY NIKOGHOSYAN

*Senior Researcher of Yerevan Physics Institute
PHD in Physical and Mathematical Sciences*

YERJANIK ZARGARYAN

*Head of Education Department of the International Scientific-Educational Center of NAS RA
PHD in Physical and Mathematical Sciences*

EDGAR MUGHNETSYAN

*Co-Worker of the International Scientific-Educational Center of NAS RA
PHD in Physical and Mathematical Sciences*

The article deals with the study of double impact of short-term heat treatment at 400°C by means of determining the resistivity in (77–290) K range on superconducting and normal characteristics of polycrystalline $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ compound synthesized by the ordinary method and then stored in room temperature for 30 years. It is shown that the obtained results greatly depend on the cooling speed of the sample in room temperature after the heat treatment.

ВЛИЯНИЕ ДВОЙНОЙ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА
ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ
СВЕРХПРОВОДНИКОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$

АЛЬБЕРТ САРГИСЯН

*директор Международного научно-образовательного центра НАН РА,
доктор физико-математических наук, профессор*

СЕРГЕЙ НИКОГОСЯН

*старший научный сотрудник Ереванского института физики,
кандидат физико-математических наук*

ЕРДЖАНИК ЗАРГАРЯН

*начальник учебной части Международного научно-образовательного центра НАН РА,
кандидат физико-математических наук*

ЭДГАР МУГНЕЦЯН

*Сотрудник учебной части Международного Научно-Образовательного Центра НАН РА,
кандидат физико-математических наук*

В работе изучено влияние кратковременной двойной термообработки при температуре 400°C на сверхпроводящие и нормальные характеристики поликристаллического соединения $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$, который был синтезирован обычным методом и после этого хранился 30 лет при комнатной температуре, путем определения удельного сопротивления в температурном диапазоне (77–290) К. Показано, что полученные результаты в значительной мере зависят от скорости охлаждения до комнатной температуры после термообработки.