

Т. Тусеев, А.А. Куйкабаева, Л.Б. Тулеуова*, О.М. Досжанов, Э.М. Зильбухарова

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: west.lunara@gmail.com

СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ИТТРИЛІ КЕРАМИКАНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Бұл жұмыстың мақсаты – вакуумды күйдіру мен сәулелендірудің 400-4000 см⁻¹ жиілік аумағындағы жұтылатын ИҚ спектрлерге және иттрилі керамикалардың асқын өткізгіштік қасиеттеріне әсерін зерттеу. $E = 30$ МэВ протондармен және гамма-сәулелермен сәулеленген, алдынала 175, 500, 670 және 920°C температураларда вакуумды күйдірілген асқын өткізгіш иттрийдің инфрақызыл (ИҚ) жұтылу спектрлері зерттелді. Күйдіру мен сәулеленуден кейінгі $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ ИҚ-спектрлерінің трансформациясы талқыланып, асқын өткізгіш қасиетінің өзгерісі байқалды. $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ негізіндегі керамикалы ұнтақ түріндегі асқын өткізгіш үлгілері вакуумда 175, 500, 670 және 920°C температураларда сағатар бойы күйдіріліп, 2 сағат бойы үздіксіз сору кезінде суытылды. Инфрақызыл (ИҚ) спектроскопия және манометрия әдістерімен BeO-да O_2 фотожұтуын зерттеу, алдын ала күйдіру температурасын 473 К-нен 1073 К-ге дейін өзгерткенде 473 К кезінде алдын ала дайындалған үлгілердің ең белсенді екенін көрсетеді. γ сәулеленген бериллий оксидіндегі жоғары белсенділігі 673 К күйдірілген үлгілерде байқалады. Осындай өңдеуден кейін индуктивті әдіспен олардың бойларында асқын өткізгіштік фазасының кездесуі тексерілді. Мұндай зерттеулер асқын өткізгіш материалдардың қасиеттерін жақсартуға, олардың тиімділігін арттыруға және жаңа технологияларды дамытуға бағытталған ғылыми ізденістер үшін үлкен маңызға ие.

Түйін сөздер: асқын өткізгіштік, жұту спектрі, иттрилі керамика, күйдіру, сәулелену.

Кіріспе

Әдебиеттерде асқын өткізгіштерді зерттегенде ИҚ спектроскопияның жұтылу және шағылу кезінде қолданылуы туралы мәліметтер бар. Алыс ИҚ аумақтағы (200 см⁻¹ төмен) энергетикалық қуыс қарастырылып [1, 2], орта ИҚ аумақта (400 см⁻¹ жоғары) күшті электрон-фотонды өзара әсерлесу асқын өткізгіштіктің жоғары критикалық температурасының [3, 6] пайда болу себебі болуына байланысты фондық модаға көңіл бөлінеді. Әдебиеттік мәліметтерді талдау фотонды модалар керамикалық үлгілер құрылымына, спектр температурасын тіркеуге, катионды және оттекті стехиометрияның өзгеруіне және кейбір сыртқы әсерлерге сезімтал екенін көрсетеді.

Бұл жұмыстың мақсаты – вакуумды күйдіру мен сәулелендірудің 400-4000 см⁻¹ жиілік аумағындағы жұтылатын ИҚ спектрлерге және иттрилі керамикалардың асқын өткізгіштік қасиеттеріне әсерін зерттеу.

Мақалада фото және гамма – сәулеленудің бериллий оксиді (BeO) беттік қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Инфрақызыл (ИҚ) спектроскопия және манометрия әдістерімен BeO-да O_2 фотожұтуын зерттеу, алдын ала күйдіру температурасын 473 К-нен 1073 К-ге дейін өзгерткенде 473 К кезінде алдын ала дайындалған үлгілердің ең белсенді екенін көрсетеді. γ сәулеленген бериллий оксидіндегі жоғары белсенділігі 673 К күйдірілген үлгілерде байқалады.

Парамагниттік орталықтардың максимумы осы температурада күйдірілген үлгілерде де байқалады. Электрондық парамагниттік резонанс (EPR) және адсорбция зерттеулерін салыстыру H_2 және O_2 сіңуі парамагниттік орталықтардың бұзылуына әкелетінін көрсетеді.

Сәулелену кезінде BeO бетінде электронды және саңылаулы режимдері бар адсорбция орталықтары пайда болады деп болжануда.

Тәжірибелік бөлім

$YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ негізіндегі керамикалы ұнтақ түріндегі асқын өткізгіш үлгілері вакуумда 175, 500, 670 және 920°C температураларда сағатар бойы күйдіріліп, 2 сағат бойы үздіксіз сору кезінде суытылды. Осындай өңдеуден кейін индуктивті әдіспен олардың бойларында асқын өткізгіштік фазасының кездесуі тексерілді. ИҚ спектрлерді тексеру үшін күйдірілген үлгілерді 1:10 қатынасында KBr ұнтағымен араластырып, сығу арқылы мөлшерлері

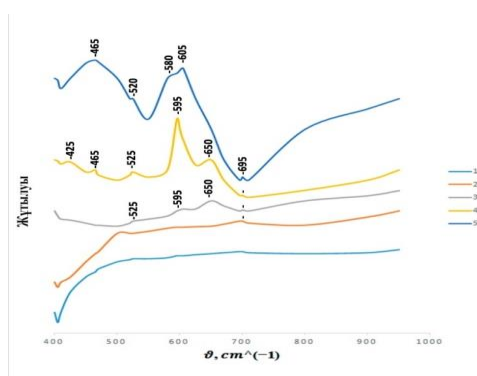
30x10x0.05 мм пластинкалар дайындалды. Жұтудың ИҚ спектрін бөлме температурасында UR-20 фирмасының «Carl Zeiss, Jena» спектрометрімен тіркеді. Пластиналық үлгілерді сәулелендіру кезінде құрамында KBr болуы салдарынан пайда болған суреттің ықтимал бұрмалануын болдырмау үшін тиісті дозалармен сәулелендірілген KBr таза пластинасының ИҚ спектрі үздіксіз тіркелді. Пластиналы және ұнтақ тәрізді үлгілерді сәулелендіру атмосферада Co^{60} гамма-сәулелермен және $E = 30 \text{ МэВ}$ протондарымен ИЯФ изохронды циклотронында 50°C төмен температурада жүзеге асырылды. Күйдірілген ұнтақтардың асқын өткізгіш қасиеттерін индуктивті әдіспен бақылау вакуумды күйдіру температурасының жоғарылауымен қатар асқын өткізгіштің $T_c \approx 90 \text{ K}$ ауысу температурасымен сипатталатын фаза санының азаюы, 670°C және одан жоғары температурада оның толық жоғалуы байқалады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

$\vartheta = 1640$ және 2370 см^{-1} жағдайда күйдірілмеген керамика спектрінде $\vartheta = 1640$ және 2370 см^{-1} адсорбцияланған су мен көмірқышқыл газын сіңіру жолақтары бар және $400 - 800 \text{ см}^{-1}$ жиілік аумағында нақты сіңіру жолақтары жоқ (сурет. 1). Керамиканың өткізгіштігі металға жақын болғандықтан соңғысы ток тасымалдаушыларымен күшті экрандаудың салдары болып табылады [7].

Вакуумды күйдіру температурасының 175 -тен 500°C -қа дейін жоғарылауымен $500 - 650 \text{ см}^{-1}$ интервалда ИҚ сіңуінің өсуі байқалады. Ең алдымен жоғары жиілікті $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ иық көрінеді.

$T = 670^\circ\text{C}$ температурада күйдіргеннен кейін, $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ ИҚ сіңіру спектрінде $525, 595, 650 \text{ см}^{-1}$ айқын триплеті көрінеді (1 суретті қараңыз).

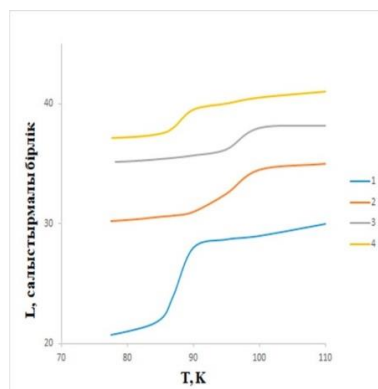


Сурет 1 – $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ керамиканы сіңірудің ИҚ-спектрлері:

1 бастапқы: 2-5 – вакуумда келесі температураларда күйдірілген, 0С: 2 – 175°C , 3 – 500°C , 4 – 670°C , 5 – 920°C

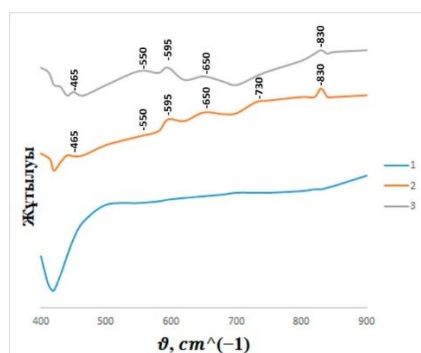
920°C температурада вакуумды күйдіру нәтижесінде итрий керамикасының ИҚ сіңіру спектрлерін таза мыс оксидінің спектрлерімен салыстыруда алынған нәтиже мөлдірліктің "терезелерінің" қабаттасуын $\vartheta \approx 610 \text{ см}^{-1}$ жеке сіңіру шыңдарының жиіліктерінің сәйкес келуін көрсеу арқылы бұл керамикада таза СО-ға тән Cu-O байланысының тербелістерінің қозуының бар екенін көрсетеді. Протон ағынына әсер ету $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ асқын өткізгіштік қасиеттерде айтарлықтай монотонды емес өзгерістер тудырады.

Сонымен, керамиканы 10^{13} -дан 10^{15} см^{-2} ($T_{обл} \leq 50^\circ\text{C}$) аралығындағы флюенсті $E = 30 \text{ МэВ}$ протондармен сәулелендіру біріншіден, асқынөткізгіштік фазасының үлесінің азаюына, екіншіден, T_c ауысу температурасының өсуіне, үшіншіден, өту енінің бірнеше градусқа артуына (сурет 2) әкелді. Флюенс 10^{15} см^{-2} кезінде үлгінің асқын өткізгіш күйге ауысуының басталу температурасының жылжуы $\sim 10 \text{ K}$ құрады. Белгілі дәрежеде алдын ала вакуумдық күйдіру температурасымен айқындалатын елеулі өзгерістер протонды және гамма-сәулеленуге ұшыраған сынама-пластиналардың ИҚ - жұтылу спектрлерінде де байқалады. Асқынөткізгіштік қасиеттері бар күйдірілмеген үлгілерді сәулелендіру кезінде $500 - 650 \text{ см}^{-1}$ аймақта сіңірудің жоғарылауы байқалады да, $\vartheta \approx 680 \text{ см}^{-1}$ мәндегі мөлдірліктің "терезесі" өсе бастайды (сурет 3).



Сурет 2 – $YBa_2Cu_3O_{7-\sigma}$ индуктивтіліктің температуралық тәуелділігі:

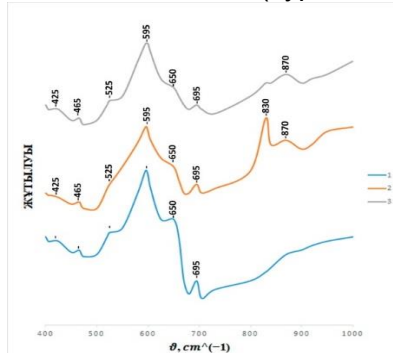
1 – бастапқы; 2 – 4 – $E = 30 \text{ МэВ}$ протондармен сәулеленген: 2 – $\Phi = 10^{13} \text{ см}^{-2}$, 3 – $\Phi = 10^{15} \text{ см}^{-2}$,
4 – $\Phi = 10^{15} \text{ см}^{-2}$



Сурет 3 – Жанбаған керамиканың ИҚ спектрлері

1 – сәулеленбеген; 2 – $D=1000$ Мрад гамма-сәулелермен сәулеленген; 3 – $\Phi=10^{15} \text{ см}^{-2}$ протондармен сәулеленген

Бұл 525 см^{-1} сіңіру жолағының қарқындылығының едәуір төмендеуімен және 650 және 525 см^{-1} жолақтардың аз әлсіреуімен сипатталады (сурет 4, а).



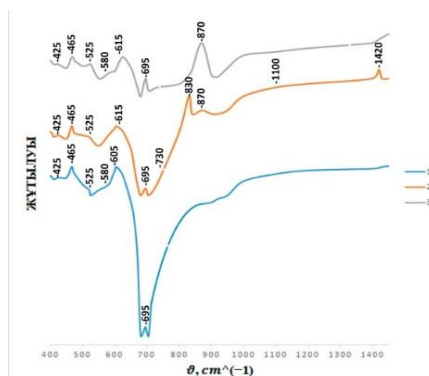
Сурет 4а – $T=670 \text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада күйдірілген иттрилі керамиканың ИҚ жұту спектрлері

1 – сәулеленбеген; 2 – $D=1000$ Мрад гамма-сәулелермен сәулеленген;
3 – $\Phi=10^{15} \text{ см}^{-2}$ протондармен сәулеленген

$T=920 \text{ }^{\circ}\text{C}$ кезінде вакуумда күйдірілген үлгілерде сәулелену нәтижесінде 465 және 615 см^{-1} негізгі сіңіру жолақтарының қарқындылығы, сондай-ақ $\approx 680 \text{ см}^{-1}$ мөлдірліктің "терезесінің" тереңдігі төмендеді. Сонымен қатар, протонды сәулелену кезінде сәулеленбеген үлгімен салыстырғанда $\approx 695 \text{ см}^{-1}$ сіңіру шыңы күрт өсті (5 есе) және 870 мен 1000 см^{-1} кезінде қосымша сіңіру шыңдары пайда болды.

Гамма-сәулеленген $\approx 680 \text{ см}^{-1}$ үлгіге тән сіңіру шыңы байланыстырушы материал ретінде пайдаланылатын КВг-ға тиесілі екені белгілі болды (4, б сурет).

Иттрий керамикасындағы жоғары температуралы асқын өткізгіштік орторомбалық фазаның болуымен қамтамасыз етілетіні белгілі [4].



Сурет 46 – $T=920^{\circ}\text{C}$ температурада күйдірілген иттрилі керамиканың ИҚ жұту спектрлері
 1 – сәулеленбеген; 2 – $D=1000$ Мрад гамма-сәулелермен сәулеленген;
 3 – $\Phi=10^{15}\text{ см}^{-2}$ протондармен сәулеленген

Вакуумды күйдіру температурасы жоғарылаған сайын оттегі жоғалады. Ең алдымен оттегі О (4) бір өлшемді тізбектердің О(4) – Си (1) – О (4) түйіндерінен 6 осімен бағыттала, кейін Си (2) – О (2, 3) жазықтықтары арқылы шығарылады [4, 10].

Оттегінің жойылуы кристалдық тордың симметриясының орторомбикалықтан тетрагональға өзгеруімен бірге жүреді.

Вакуумды күйдіру температурасы 700°C кезінде иттрий керамикасы толығымен тетрагональды құрылымға ие (9) болады да, $T=670^{\circ}\text{C}$ температурада күйдірілгенде үлгінің ИҚ сіңіру спектрі негізінен $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$ тетрагональды симметриямен сипатталатыны (1 суретті) қолда бар әдеби деректерге жақсы сәйкес келеді [5-6].

650 және 595 см^{-1} аймақтағы сіңіру жолақтары Си – О-байланыстың оттегі бос орындарымен белсендірілген бір өлшемді Си – О тізбектеріндегі және екі өлшемді Си – О жазықтықтарына сәйкес тербелмелі модасының қозуына негізделеді деп болжануда [7, 10].

$\vartheta \approx 525\text{ см}^{-1}$ кезіндегі сіңірудің төмен жиілікті шыңы с осі бойымен Си – О – байланыстың асимметриялық валенттік тербелістерінің қозуына жатады [8].

Вакуумды күйдіру температурасының 920°C -қа дейін жоғарылауы керамикада оттегі ғана емес, сонымен қатар катиондық стехиометрияның өзгеруімен байланысты күрделі құрылымдық өзгерістерді тудырады.

Си – О таза оксидінің қималарының тербеліс жиіліктерімен және $\vartheta \geq 700\text{ см}^{-1}$ мөлдірлік аумағымен сипатталатын $T = 920^{\circ}\text{C}$ кезінде күйген үлгінің байқалатын жұтылу спектрі өзінің сыртқы түрі бойынша 2:1:1 (жасыл фаза) құрамдағы иттрийлі керамика спектрінің жоғары жиілікті аймағына жақын [9].

Жоғарыда атап өткеніміздей, тазартылған үлгілер ауада гамма-сәулелер мен протондармен сәулеленген кезде 650 және 595 см^{-1} сіңіру жолақтарының қарқындылығы төмендейді. Бұл жағдай атмосфералық оттегімен тізбектер мен жазықтықтардағы оттегі бос орындарының радиациялық – ынталандырылған толтырылуымен байланысты 595 см^{-1} сіңіру жолағы қарқындылығының төмендеуімен қатар жүретін Си(2)-О(2, 3) жазықтықтарындағы бос орындар көбірек толтырылуына негізделген. ИҚ спектрлерінде қосымша сіңіру 860 см^{-1} шыңдарын сәулелендіру кезінде күйдірілген үлгілердің пайда болуы $1000\text{-}1100\text{ см}^{-1}$ аймақта, сондай - ақ 695 см^{-1} максимумның өсуі карбонизация процестерінің дамуын көрсетеді. Өйткені аталған сіңіру жолақтары қосылыстардағы карбонатты құрылымдардың тербелістеріне тән, мысалы BaCO_3 [6]. Ең қарқынды карбонизация 920°C температурада тазартылған үлгілерде жүреді. $T=670^{\circ}\text{C}$ және одан төмен температурада күйген немесе күйген үлгілер сәулелену кезінде карбонизацияға төзімділік көрсетеді: сәулеленуге дейін осындай үлгілердің ИҚ-спектрінде байқалатын сәулелену процесінде әлсіз максимум 695 см^{-1} іс жүзінде өзгермейді, ал қосымша шыңдар қарқындылығы бойынша әлсіз болады.

Қорытынды

Осылайша, электронды парамагниттік кедергі мен адсорбция зерттеулерін салыстыру H_2 және O_2 сіңуі парамагниттік орталықтардың бұзылуына әкелетінін көрсетеді, бұл BeO бетінде электронды және саңылаулы режимдері бар адсорбция орталықтарының пайда болуын көрсетеді.

Сонымен қатар, сіңіру дозаларының диапазондары (адсорбция үшін 0,3 мГр - ге дейін және ЭПР орталықтары үшін 0,6 мГр немесе одан да көп) мен күйдіру температурасы (573-673 К және одан төмен – адсорбция орталықтары, 723 К және одан жоғары-парамагниттік орталықтар) арасындағы сәйкессіздік орталықтардың бұл түрлерінің бірдей еместігін көрсетеді.

Мүдделер қайшылығы

Барлық авторлардың атынан корреспондент автор мүдделер қайшылығы (конфликт) жоқ деп мәлімдейді.

Әдебиеттер тізімі

1. Titan aerosol analog absorption features produced from aromatics in the far infrared / J.A. Sebree et al // Journal of Icarus. – 2014. – № 236. – P. 146. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.03.039>.
2. Bistrivic L. Central bond vibrations in 1,1'-biadamantane / L. Bistrivic, G. Baranovic, K. Mlinaric-Majerski // Journal of Molecular structure. – 1999. – № 508. – P. 207-215. [https://doi.org/10.1016/S0022-2860\(99\)00065-4](https://doi.org/10.1016/S0022-2860(99)00065-4).
3. INFRARED-SPECTROSCOPY OF (LA1-XSRX)2CUO4-Y, (LA1-XBAX)2CUO4-Y, (LA1-XKX)2CUO4-Y AND (LA1-XCEX)2CUO4-Y / M. Ogita et al // Japanese journal of applied physics. – 1987. – № 26(4). – P. L415-416. <https://doi.org/10.1143/JJAP.26.L415>.
4. Bednorz J.C. and Muller K.A. Possible High-Tc superconductivity in the La-Ba-Cu-O System. Z. Phys. B: Condens. Matter, 1986;64:189- 193. <https://doi.org/10.1007/BF01303701>
5. Effect of 2.5 MeV proton irradiation on the critical parameters of composite HTS tapes / L. Antonova et al // Physica Status Solidi. – 2015. – № 12(1-2). – P. 94-97.
6. Influence of γ -irradiation on the optical properties of the polyimide-YBa2Cu3O6.7system / A.D. Muradov et al // Journal of Applied Spectroscopy. – 2018. – № 85(2). – P. 260 -266.
7. Влияние радиационных дефектов различного типа на критический ток слоистого анизотропного сверхпроводника / А.Н. Максимова и др. – 2021. – № 63. – P. 1830-1837. <https://doi.org/10.21883 /FTT.2021. 11.51584.169>.
8. Study the mixed valence problem in asymmetric Anderson model: Fano-Kondo resonance around Fermi level / Zhen Hua et al // Journal of physics-condensed matter. – V.34, № 25. <https://doi.org/10.1088/1361-648X/ac640a>.
9. Li Y.L. Effect of oxide layer and size on the vibration frequency of silicon nanobeams. / Li Y.L., Wang J. // Modern physics letters. – V.35, № 18. <https://doi.org/10.1142/S0217984921503085> <https://doi.org/10.1155/2011/670857>.
10. Copper oxide reduction through vacuum annealing / S.Y. Lee et al // Applied surface science. – V. 206, №1-4. – P. 102-109. [https://doi.org/10.1016/S0169-4332\(02\)01239-4](https://doi.org/10.1016/S0169-4332(02)01239-4). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433202012394?via%3Dihub>.

References

1. Titan aerosol analog absorption features produced from aromatics in the far infrared / J.A. Sebree et al // Journal of Icarus. – 2014. – № 236. – R. 146. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.03.039>. (In English).
2. Bistrivic L. Central bond vibrations in 1,1'-biadamantane / L. Bistrivic, G. Baranovic, K. Mlinaric-Majerski // Journal of Molecular structure. – 1999. – № 508. – R. 207-215. [https://doi.org/10.1016/S0022-2860\(99\)00065-4](https://doi.org/10.1016/S0022-2860(99)00065-4). (In English).
3. INFRARED-SPECTROSCOPY OF (LA1-XSRX)2CUO4-Y, (LA1-XBAX)2CUO4-Y, (LA1-XKX)2CUO4-Y AND (LA1-XCEX)2CUO4-Y / M. Ogita et al // Japanese journal of applied physics. – 1987. – № 26(4). – R. L415-416. <https://doi.org/10.1143/JJAP.26.L415>. (In English).
4. Bednorz J.C. and Muller K.A. Possible High-Tc superconductivity in the La-Ba-Cu-O System. Z. Phys. B: Condens. Matter, 1986;64:189- 193. <https://doi.org/10.1007/BF01303701>. (In English).
5. Effect of 2.5 MeV proton irradiation on the critical parameters of composite HTS tapes / L. Antonova et al // Physica Status Solidi. – 2015. – № 12(1-2). – R. 94-97. (In English).
6. Influence of γ -irradiation on the optical properties of the polyimide-YBa2Cu3O6.7system / A.D. Muradov et al // Journal of Applied Spectroscopy. – 2018. – № 85(2). – R. 260 -266. (In English).
7. Vliyanie radiatsionnykh defektov razlichnogo tipa na kriticheskii tok sloistogo anizotropnogo sverkhprovodnika / A.N. Maksimova i dr. – 2021. – № 63. – R. 1830-1837. <https://doi.org/10.21883 /FTT.2021. 11.51584.169>. (In Russian).

8. Study the mixed valence problem in asymmetric Anderson model: Fano-Kondo resonance around Fermi level / Zhen Hua et al // Journal of physics-condensed matter. – V.34, № 25. <https://doi.org/10.1088/1361-648X/ac640a>. (In English).
9. Li Y.L. Effect of oxide layer and size on the vibration frequency of silicon nanobeams. / Li Y.L., Wang J. // Modern physics letters. – V.35, № 18. <https://doi.org/10.1142/S0217984921503085> <https://doi.org/10.1155/2011/670857>. (In English).
10. Copper oxide reduction through vacuum annealing / S.Y. Lee et al // Applied surface science. – V. 206, №1-4. – P. 102-109. [https://doi.org/10.1016/S0169-4332\(02\)01239-4](https://doi.org/10.1016/S0169-4332(02)01239-4). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433202012394?via%3Dihub>. (In English).

T. Tusseyev, A. Kuykabaeva, L. Tuleuova*, O. Doszhanov, E. Zulfukharova

Al-Farabi Kazakh National University,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71
*e-mail: west.lunara@gmail.com

INFLUENCE OF RADIATION ON THE OPTICAL PROPERTIES OF SUPERCONDUCTING YTTRIUM CERAMICS

The purpose of this work is to study the effect of vacuum annealing and irradiation on the IR absorption spectra in the frequency range $400-4000\text{cm}^{-1}$ and the superconducting properties of yttrium ceramics. The infrared (IR) absorption spectra of superconducting yttrium ceramics, subjected to preliminary vacuum annealing at temperatures of 175, 500, 670 and 920°C and irradiation with gamma rays and protons, were studied. Superconducting properties change has been discovered, and the transformation of the IR absorption spectra of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$ after annealing and irradiation is discussed. Samples of superconducting ceramics $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$ in powder form were subjected to hour-long annealing in vacuum at temperatures of 175, 500, 670 and 920 °C, followed by cooling with continuous pumping for 2 hours. The results of O_2 photoabsorption studying in BeO using infrared (IR) spectroscopy and manometry show that the samples are most active at 473 K in pre-annealing temperature changes from 473 K to 1073 K. High activity in γ irradiated beryllium oxide is observed in annealed samples at 673 K. Superconducting phase appearance in them was checked using the inductive method after this treatment. Such studies are of great importance for improving the properties of superconducting materials, enhancing their efficiency, and developing new technologies.

Key words: Superconductor, absorption spectra, yttrium ceramics, annealing, irradiation.

Т. Тусеев, А.А. Куйкабаева, Л.Б. Тулеуова*, О.М. Досжанов, Э.М. Зулъбухарова¹

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, Алматы, проспект аль-Фараби, 71
*e-mail: west.lunara@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ИТТРИЕВОЙ КЕРАМИКИ

Цель данной работы – изучить влияние вакуумного отжига и облучения на ИК-спектры поглощения в области частот $400-4000\text{см}^{-1}$ и сверхпроводящие свойства иттриевой керамики. Изучались инфракрасные (ИК) спектры поглощения сверхпроводящей иттриевой керамики, подвергнутой предварительному вакуумному отжигу при температуре 175, 500, 670 и 920°C и облучению гамма-лучами и протонами с $E = 30\text{МэВ}$. Обнаружено изменение сверхпроводящих свойств, обсуждается трансформация ИК-спектров поглощения $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$ после отжигов и облучения. Образцы сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$ в виде порошка подвергали часовому отжигу в вакууме при температуре 175, 500, 670 и 920 °C с последующим остыванием при непрерывной откачке в течение 2 ч. Результаты исследования фотопоглощения O_2 в BeO методами инфракрасной (ИК) спектроскопии и манометрии показывают, что при изменении температуры предварительного отжига с 473 K до 1073 K образцы наиболее активны при 473 K. Высокая активность в γ облученном оксиде бериллия наблюдается в обожженных образцах при 673 K. После такой обработки в них индуктивным методом проверялось появление сверхпроводящей фазы. Такие исследования имеют большое значение для улучшения свойств сверхпроводящих материалов, повышения их эффективности и развития новых технологий.

Ключевые слова: сверхпроводимость, спектр поглощения, иттриевая керамика, отжиг, облучение.

Авторлар туралы мәліметтер

Тугара Тусеев – Ф.-м.ғ.д., Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің доценті, физика-техникалық факультеті, жылу физикасы және техникалық физика кафедрасы; e-mail: turgaratus@mail.ru.

Айжан Аманғалиевна Куйкабаева – PhD, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, физика-техникалық факультеті, жылу физикасы және техникалық физика кафедрасы; e-mail: a.kuikabaeva@gmail.com.

Лунара Батырбековна Тулеуова* – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, физика-техникалық факультеті, жылу физикасы және техникалық физика кафедрасының магистранты; e-mail: west.lunara@gmail.com.

Оспан Матқариович Досжанов – аға оқытушы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, физика-техникалық факультеті, жылу физикасы және техникалық физика кафедрасы; e-mail: ospan.doszhanov56@mail.ru.

Эльмира Мукановна Зулбухарова – аға оқытушы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, физика-техникалық факультеті, жылу физикасы және техникалық физика кафедрасы; e-mail: Zulbuharova@mail.ru.

Сведения об авторах

Тугара Тусеев – д.ф.-м.н., профессор, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, физико-технический факультет, кафедра теплофизики и технической физики; e-mail: turgaratus@mail.ru.

Айжан Аманғалиевна Куйкабаева – PhD, старший преподаватель, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, физико-технический факультет, кафедра теплофизики и технической физики; e-mail: a.kuikabaeva@gmail.com.

Лунара Батырбековна Тулеуова* – магистрант кафедры теплофизики и технической физики, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, физико-технический факультет; e-mail: west.lunara@gmail.com.

Оспан Матқариович Досжанов – к.т.н., старший преподаватель, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, физико-технический факультет, кафедра теплофизики и технической физики; e-mail: ospan.doszhanov56@mail.ru.

Эльмира Мукановна Зулбухарова – старший преподаватель, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, физико-технический факультет, кафедра теплофизики и технической физики; e-mail: Zulbuharova@mail.ru.

Information about the authors

Turgara Tusseyev – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Physics and Technology, Departament of Thermophysics and Technical Physics; e-mail: turgaratus@mail.ru.

Aizhan Amangalievna Kuikabayeva – PhD, Senior teacher, Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Physics and Technology, Departament of Thermophysics and Technical Physics; e-mail: a.kuikabaeva@gmail.com.

Lunara Batyrbekovna Tuleuova* – Master's student of the departament of Thermophysics and Technical Physics, Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Physics and Technology; e-mail: west.lunara@gmail.com.

Ospan Doszhanov – Senior teacher, Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Physics and Technology, Departament of Thermophysics and Technical Physics; e-mail: ospan.doszhanov56@mail.ru.

Elmira Zulbukharova – Senior teacher, Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Physics and Technology, Departament of Thermophysics and Technical Physics; e-mail: Zulbuharova@mail.ru.

Редакцияға енуі 14.01.2025

Өңдеуден кейін түсуі 25.02.2025

Жариялауға қабылданды 03.03.2025