

Жобаның атауы: Жоғары критикалық параметрлері бар Bi-ЖТАӨ керамиканы алу технологиясын әзірлеу.

Өзектілігі: Бірегей электрофизикалық қасиеттеріне байланысты жоғары температуралы асқын өткізгіштер (өткізгіш, диамагниттік және т.б.) ғылым мен техниканың озық бағыттарында-энергетика, электроника, медицина, байланыс, аспап жасау және т. б. пайдаланылатын перспективалы материалдардың бірі болып табылады. др. Олардың негізінде электромагниттік экрандар, модуляторлар, антенналар, микротолқынды және импульстік сигналдардың қосқыштары мен сүзгілері, миллиметрлік, субмиллиметрлік және инфрақызыл сәулелену диапазонындағы болометрлер, ультра жылдам жұмыс істейтін компьютерлердің, сезімтал медициналық томографтардың және өте сезімтал диагностикалық құрылғылардың схемалық схемалары жасалады. Олар ток өткізгіш таспаларды, сымдар мен кабельдерді жасау үшін, сондай-ақ жоғары ток құрылғыларында ерекше орын алады. Дегенмен, ЖТАӨ материалдары қазірдің өзінде әртүрлі салаларда қолданылады, кең қолдану проблемалары оның құнымен, технологиялық орындалудың күрделілігімен және маңызды параметрлердің мәндерімен шектеледі. Осыған байланысты жоғары ток өткізгіштігі мен сыни температурасы бар керамикалық материалдарды алудың тиімді технологиясын әзірлеу практикалық қолдану үшін өзекті міндет болып табылады.

Жобаның мақсаты: Жоғары критикалық температурасы бар және жоғары критикалық ток тығыздығы бар Bi-ЖТАӨ керамиканы алу технологиясын әзірлеу және режимдерін оңтайландыру.

Күтілетін нәтижелер: Жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижесінде құрамында критикалық температурасы жоғары және ток өткізу қабілеті жоғары висмут бар жоғары температуралы асқын өткізгіш керамика алу үшін бастапқы аморфты прекурсорлық материалдарды алу технологиясы әзірленетін болады. Аморфты прекурсорлар негізінде жоғары дисперсті материалдар-ұнтақтарды (нано және микроөлшемді) алу технологиясы әзірленеді және микро және нанодисперсті ұнтақтар негізінде висмут бар Bi-2212 және Bi-2223 купрат құрамдарының ЖТАӨ керамикасы алынады және отқа төзімді және магнитті материалдар негізінде нанодисперсті қосындыларды керамикаға енгізу режимдері оңтайландырылады. Керамикалық ЖТАӨ үлгісінің құрылымы мен тығыздығын арттыру технологиясы әзірленеді және Жоғары критикалық температурасы бар және критикалық ток тығыздығы жоғары керамиканың эксперименттік үлгісін алу технологиялық режимдерін оңтайландыру жүргізіледі. ЖТАӨ керамикасын алудың қысқартылған технологиялық режимімен әр түрлі мақсаттағы бұйымды ЖТАӨ алуда шикізат-жартылай фабрикат ретінде пайдалану үшін Bi-2212 және Bi-2223 құрамдарының жоғары белсенді бастапқы аморфты материалдарының-прекурсорларының технологиясы әзірленетін болады. Критикалық ток тығыздығының жоғарылауымен Bi-ЖТАӨ керамикалық үлгілерін синтездеудің технологиялық режимдері әзірленеді және оңтайландырылады.

2021-2023 жылдары аралығындағы алынған нәтижелер. Балқыманы сөндіру арқылы алынған шыны тәрізді прекурсорлар негізінде Bi-ЖТАӨ керамикасын алу бойынша жүргізілген зерттеу нәтижесінде мынадай құрылғылар әзірленді: - ультракүлгін, көрінетін және жоғары қарқынды ИҚ спектрлерін қамтитын интенсивті кең жолақты оптикалық сәулеленуді пайдалана отырып, прекурсорларды алу құрылғысы; - біріктірілген ИҚ және УК әсерінен балқу құрылғылары лазерлік сәулелену; - ИҚ қыздыру әсерінен балқу құрылғылары. Барлық балқыту құрылғылары тигельді қолданбай, тотығу атмосферасында жүзеге асырылды, бұл шыны тәрізді прекурсорларды оттегімен байытуды қамтамасыз етті. Бұл ретте, Bi-2212 және Bi-2223 фазаларының ЖТАӨ түзілу жылдамдығы қатты фазалы немесе басқа әдістермен салыстырғанда 3-4 есе өсті. Bi-2223 бір фазалы асқын өткізгіш керамика алынды, оған басқа балқыту әдістерімен, тіпті ұзақ термиялық өңдеумен де қол жеткізу қиын. Бұл ретте стехиометриялық құрамнан жоғары Са және Си катиондарының құрамының жоғарылауы Bi-2223 жоғары температуралық фазасының үдеуіне және толықтығына әкелетіні анықталды. ЖТАӨ керамикасының сыни параметрлерін зерттеу қатты фазалық әдіспен, тұндыру әдісімен және т. б. алынған асқын өткізгіш керамикаларға қарағанда критикалық тасымалдау тогының тығыздығының айтарлықтай жоғарылағанын көрсетті. Жоғары Jc шыны кристалды әдіспен алынған керамикадағы ақаулардың пайда болуымен байланысты. Бұл ақаулар ағынды бекіту орталықтары ретінде болуы мүмкін. Әр түрлі концентрациядағы NiZnFeO, CoFeO, FeO, CuZnFeO ферромагниттік материалдар негізінде нанодисперсті қосындылары бар Bi-2223 құрамындағы ЖТАӨ керамика синтезделді. Бұл ретте критикалық көлік тогының тығыздығы екі есе жоғары асқын өткізгіш керамика 77 К температурада қоспасыз керамикаға қарағанда және 30 К температурада 4 есе жоғары болды. синтезделген ЖТАӨ керамикалық үлгілері негізінде "құбырдағы ұнтақ" әдісі бойынша ұзын өлшемді таспалардың асқын өткізгіш эксперименттік үлгілері алынды. Сұйық азоттың 77 К қайнау температурасында $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{2.5}\text{Cu}_{3.5}\text{O}_y$ құрамы үшін критикалық көлік тогының тығыздығы $1\mu\text{v}/\text{cm}$ критерийі бойынша өлшенген 10 есеге дейін өсті, бұл керамикалық үлгілердің критикалық токтарынан едәуір асып түсті.

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, ЖТАӨ керамикасын алудың ең оңтайлы әдісі-шыны тәрізді прекурсорларды алу үшін ИҚ жылыту әдісін қолдану әдісі деп айтуға болады. Бұл әдістің артықшылығы-орындаудың қарапайымдылығы, энергияны аз тұтыну, сенімділік, тұрақтылық және 2223 Жоғары температуралы фазалық ЖТАӨ шығысының толықтығы, жоғары көлік тогын қамтамасыз ету, жоғары өнімділік. Әзірленген әдісті әртүрлі мақсаттағы өнімді өнеркәсіптік өндіру үшін асқын өткізгіш материалдарды алу үшін пайдалануға болады.

Күнтізбелік жоспар бойынша жоспарланған барлық тапсырмалар толығымен орындалды. 2021-2023 жылдар аралығында келесі жұмыстар жарияланды.

- 1 Nogay A., Uskenbaev U., Tatkeyeva G., Aleksandrovsky V., Zhetpisbaev K., Uskenbaev A., Investigation of the Effect of Laser and Optical Radiation on the Formation and Properties of High-Temperature Superconducting Compounds. Труды университета. 2021, №3, С. 268-274 (КОКСОК).
- 2 Жетписбаев К.У., Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Сериков Т.Г., Толегенова А.С. Жоғары температуралы ақасқын өткізгіш материалдары наноқұрылымының олардың қасиеттеріне әсері. Вестник Торайғырова университета. 2021, №2, С. 262. (КОКСОН).
- 3 Нұрбек Н.А., Ускенбаев Д.Е. Устройство измерения критической температуры и критического тока высокотемпературных сверхпроводников. Международная научно-теоретическая конференция «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященная 30-летию независимости Республики Казахстан. - Нур-Султан: Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина. 2021. - С. 47-48.
- 4 Ускенбаев Д.Е., Ибатаев Ж.А., Ускенбаев А.Д., Жетписбаев К.У., Ногай А.А. Құрамында висмуты бар жоғары температуралы асқын өткізгішті рентгендік және микроқұрылымдық зерттеулер // Цифровая трансформация обучение: Образование, наука, индустрия. Сборник материалов международной научно-практической онлайн конференции. Алматы: КазНацЖенПУ. 2021.
- 5 Uskenbaev D., Zhetpisbaev K., Nogai A., Beissenov R., Zhetpisbaeva A., Baigisova K., Salmenov E., Nogai A., Turuntay S. Synthesis of High Temperature Superconducting Ceramics in the Bi(Pb)-Sr- Ca-Cu-O System Based on Amorphous Precursors. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. - №4/12 (118). - P. 29-37. (Скопус, Процентиль 47).
- 6 Ускенбаев Д. Е., Ногай А. С., Ускенбаев А.Д., Жетписбаев К. У., Турмантай С. Балқымадан алынатын жоғары температуралы асқын өткізгіш қосылыстардың түзілуіне және қасиеттеріне жағдайлардың әсерін зерттеу. Вестник Торайғыров университета. Энергетическая серия. 2022. - №3. - С.186-199. (КОКСОН).
- 7 Ускенбаев Д.Е., Ибатаев Ж.А., Ногай А.А., Ускенбаев А.Д. Перспективы получения ВТСП керамики на основе висмута. Материалы Межд. научно-практ. конференции им. Д. И. Менделеева, посвяще. 90-летию профессора Р. З. Магарила. Том 2. Тюмень: ТИУ. 2022. - С. 170-171.
- 8 Ускенбаев А.Д. Получение висмутовой высокотемпературной сверхпроводящей керамики из расплава и исследование свойств. Международная научно-практическая конференция. «Сейфуллинские чтения – 18: «Молодёжь и наука – взгляд в будущее». 2022. - том I, часть VI.. - С. 41-44.
- 9 Ускенбаев Д.Е. Рентгеновские исследования висмутовых сверхпроводящих керамик, полученных из стеклофазы под воздействием ИК излучения. Международная научно-практическая конференция. «Сейфуллинские чтения – 18 (2): «Наука XXI века - эпоха трансформации» 2022. - том I, часть VI. - С. 273-276.

10 Сарсенбаева М.Б., Джусупова А.А., Ускенбаев Д.Е. Синтез и критические свойства висмутового высокотемпературного сверхпроводника составов 2234 и 2245. Международная научно-практическая конференция. «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации». 2022. - том II, часть I. - С. 162-164.

11 Өнертабысқа Патент. Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Ускенбаев А.Д., Ногай Э.А. Способ получения высокотемпературной сверхпроводящей керамики Bi-2223 из расплава. Патент на изобретение. Заявка № 2022/0578.1 от 27.09.2022. В печати.

12 Uskenbaev D., Nogai A.S., Uskenbayev A., Zhetpisbayev K., Nogai E., Dunayev E., Zhetpisbayeva A., Nogai A. Synthesis and Research of Critical Parameters of Bi-HTSC Ceramics Based on Glass Phase Obtained by IR Heating, ChemEngineering. 2023. – №7. – P. 95-107. (WoS – Q1, Scopus – Процентиль 77).

13 Uskenbaev D., Nogai A., Uskenbaev A., Nogai Э., Synthesis and Properties of Bismuth HTS Ceramics Bi-2234 Obtained from a Melt. Вестник КарГУ. 2023.- №3(111). – С.162 – 170. (КОКСОН).

14 Байтелесов С., Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Ногай Э.А. Рентгеновское, микроструктурное исследования и свойства висмутового сверхпроводника, полученного под воздействием ИК излучения. «М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары–19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары - Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110- летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т.І, Ч. V.- С. 150-152.

15 Сарсенбаева М.Б., Джусупова А.А., Ускенбаев Д.Е. Исследование влияния нанодобавок на критические параметры Bi-ВТСП. «М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары–19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары - Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110- летию М.А. Гендельмана». - 2023. - Т.І, Ч. V. - С. 143-145.

16 Пайдалы модельге Патент. Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Ускенбаев А.Д., Ногай Э.А. Способ получения ВТСП керамики состава $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{2,25}\text{Cu}_{3,25}\text{O}_y$. Патент на полезную модель №8711. Заявка 2023/0791.2 от 24.10.2023.

Зерттеу тобының мүшелері:

Ускенбаев Д.Е. PhD докторы, қаум. профессор, жобадағы ұстанымы – жоба жетекшісі. Хирш индексі (h-index) - 5, профиль (<http://orcid.org/0000-0001-6265-1376>).

Ногай А.С. физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, жобадағы ұстанымы - жетекші ғылыми қызметкер. Хирш индексі (h-index) - 4, профиль (<http://orcid.org/0000-0003-4235-7246>).

Жетпісбаев К.У. – PhD докторы, жобадағы ұстанымы - аға ғылыми қызметкер. Хирш индексі (h-index) - 1, профиль (<http://orcid.org/0000-0001-8828-0075>).

Ноғай А. А. - докторант, жобадағы ұстанымы-кіші ғылыми қызметкер. Хирш индексі (h-index) - 2, профиль ([http://orcid.org / 0000-0002-3816-9595](http://orcid.org/0000-0002-3816-9595)).

Ускенбаев А.Д. - магистрант, жобадағы ұстанымы – кіші ғылыми қызметкер.

Мендыбаев С.А. – т.ғ.к., доцент, жобадағы ұстанымы - инженер.

Сарсенбаева М.Т. - магистрант, жобадағы ұстанымы - зертханашы.

Тұрсынтай С. - магистрант, жобадағы ұстанымы - зертханашы.

Әлеуетті пайдаланушыларға арналған ақпарат: Әзірленген технологияны қолдана отырып, кең қолдану үшін жоғары ток өткізгіштігі бар жаппай ЖТАӨ керамикасын алуға болады. Сондай-ақ ұзын өлшемді асқын өткізгіш таспалар, өткізгіш өнімдерге арналған сымдар мен кабельдер және жоғары ток құрылғыларында қолдану. Технологияны арнайы электрофизикалық қасиеттері бар әртүрлі мақсаттағы конструкциялық материалдарды – ферроэлектриктер, пьезоэлектриктер, термоэлементтер, ферромагнетиктер, қатты электролиттер және т. б. алу үшін де пайдалануға болады.