Жетпісбаев Қайратбек Үрістембековичтың 6D074000 - «Наноматериаллар және нанотехнологиялар» мамандығы бойынша PhD философия докторы дәрежесін қорғауға арналған «Жоғарытемпературалық асқынөткізгіштердің сипаттамаларына $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ және $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ наноұнтақтары қоспасының әсері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

САРАПШЫНЫҢ ҚОРЫТЫНДЫСЫ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және жалпы ғылыми, жалпы мемлекеттік бағдар-ламалармен (практикалық және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы.

Асқын өткізгіш материалдардың жоғары тығыздықтағы тікелей және ауыспалы токты аз энергия шығынымен өткізу қабілеті электр жабдықтарын жасаушылардың назарын аударады. Асқын өткізгіш материалдардың жоғары электр тогының тығыздығы (~10^5 – 10^7 А/см^2) ықшам құрылғыларды жасауға мүмкіндік береді. Асқын өткізгішті соленоидтер мен басқа құрылғыларда температура мен магнит өрісіне тәуелді Jc(T,H) критикалық токқа ерекше көңіл бөлінеді. Абрикосов құйынды торының пиннинг орталықтар жүйесімен әрекеттесуі критикалық токқа айтарлықтай әсер етеді. Асқын өткізгіштің әртүрлі табиғи, технологиялық және жасанды ақаулары пиннинг орталықтар ретінде әрекет етеді. Пиннинг орталықтары мөлшерінде когеренттіліктің ұзындығына жақын болған магнит ағындарының құйындыларын тиімді бекітеді, магнит өрісінің материалға ену тереңдігін арттырады және критикалық ток тығыздығының өсуіне ықпал етеді. Ақаулардың шоғырлануының жоғарылауы Абрикосов құйындарының торының пиннингін жақсартады және критикалық токты максималды мәнге дейін жоғарылауына әкеледі. Екінші жағынан, ақаулардың тым көп шоғырлануы асқын өткізгіштік қасиеттерін басуға әкеледі. Өткізгіш материалдардың критикалық тогының айтарлықтай артуына әкелетін керекті шоғырлануы мен дисперсиясымен қажетті типтегі ақауларды жасайтын әдістерін дамытуы үлкен қызығушылық тудырады. Бұл жағдайда асқын өткізгіштердің сипаттамаларын жақсарту кезінде критикалық токты жоғарылату механизмдерін зерттеу, сонымен қатар материалдық құрылымның кемістігінің өзгеруімен Jc-тің төмендеу себептерін анықтау маңызды. Мысалы, радиациялық ақаулардың критикалық токқа әсері иондаушы сәулелену өрістеріндегі нақты магниттік жүйелердің қызмет ету мерзімін анықтайды. Материалдың құрылымына наноөлшемді ұнтақтардың қоспаларын енгізу арқылы пиннинг орталықтарын құру өте перспективалы бағыт болып табылады. Критикалық токтың тығыздығының жоғарылауы және критикалық температураның төмендеуі ұнтақтардың түрін, мөлшерін, концентрациясын және бөлшек өлшемдерін таңдауға айтарлықтай әсер етеді.

Бұл жұмыста әртүрлі магниттік материалдардан алынған нано-өлшемді (5-50 нм) $Co_{0.5}Zn_{0.5}F_2O_4$ және $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ұнтақтары қолданаған. Олардың $(Bi_{1.6}Pb_{0.4})_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ және $YBa_2Cu_3O_7$ жоғары температуралық асқын өткізгіш материалдардың негізгі сипаттамаларына әсері әлі зерттелмеген. Осыған байланысты Жетпісбаев К.У. «Жоғарытемпературалық асқынөткізгіштердің сипаттамаларына $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ және $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ наноұнтақтары қоспасының әсері» тақырыбында диссертациялық жумыс, критикалық токтың тығыздығын арттыратын және критикалық температураны төмендетпейтін нанобөлшек ұнтақтарын пиннинг орталықтарын құру тиімділігіне әсерін зерттеуге арналған, әрине өзекті болып табылады.

2. Диссертацияға қойылатын талап деңгейіндегі ғылыми нәтижелері.

Жетпісбаев К.У. диссертациясы жаңа ғылыми негізделген эксперименттік нәтижелері бар, олардың бірігуі материалтану ғылымын және жоғары температуралық асқын өткізгіш қасиеттері бар жаңа материалдардың технологиясын, критикалық ток тығыздығының мәндерін арттыратын және критикалық температураны төмендетпейтін, сонымен қатар нанотехнологияны дамыту үшін маңызды болып табылады. Диссертация №127 «Ғылыми дәрежелер беру ережелерінің» 3 тармағының талаптарына сәйкес келеді.

3. Ізденуші диссертациясында тұжырымдалған әрбір нәтиженің, тұжырымдары мен қорытындыларының негізделуі және шынайылық дәрежесі.

Жетпісбаев Қайратбек Уристимбековичтың диссертациялық жұмысы квалификацияланған ғылыми жұмыс болып табылады және жаңа ғылыми негізделген және сенімді теориялық және эксперименттік нәтижелерден тұрады, өйткені ол конденсацияланған физика негіздерінің принциптеріне және заманауи зерттеу әдістері мен жабдықтарын қолдануға негізделген. Материалдарды синтездеуде және зерттеу жұмыстарында Малайзия Ұлттық университетінің (Куала-Лумпур) қолданбалы физика институты зертханаларын, және Қ.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ және Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ зертханаларын жабдықтары қолданылады. Зерттеулерде автор CryoIndustry Model Number REF-1808-ACS қолдана отырып магнит өрісіне критикалық сезімталдықты ($\chi = \chi$ «+ iχ») өлшейді. «Cryodyne refrigeration system Model 22» криогендік камерасындағы температурасы «Lake Shore (Model 330)» қондырғы көмегімен өлшенді. Электр контурының вольт-амперлік сипаттамалары «Keithley 2000» көмегімен өлшенді. Сынамалардың фазалары «Bruker D8 Advance» (XRD) дифрактометрдің көмегімен рентген дифракциясы арқылы зерттелді. Таспалар мен таблеткалардың микроқұрылымы «Philips XL 30» сканерлеуші электронды микроскоп (SEM) және энергодисперсиялық рентгендік спектроскопия (EDX) арқылы зерттелді. Наноұнтақтардың өлшемдерін анықтау «Philips Model CM12» трансмиссиялық электронды микроскоп (TEM) арқылы жүзеге асырылды.

Қорғалатын нәтижелердің сенімділігі Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда және Thomson Reuters (IF2018-1.284) және Scopus деректер базасына енген шетелдік рецензияланған журналдарда жарияланғанымен дәлелденді. Негізгі ғылыми нәтижелер бірқатар халықаралық және шетелдік конференцияларда талқыланды және ұқсас тәжірибелік жүйелерде алынған басқа зерттеушілердің мәліметтеріне сәйкес келеді.

Диссертацияның тұжырымдары өзара келісілген, ішкі қайшылықтары жоқ және ішкі біртұтастығы бар, өйткені барлық бөлімдер жоғары температуралық асқын өткізгіш материалдарды синтездеу мәселесін шешуге арналған, олардың фазалық құрамын, микро- және наноқұрылымды, магниттік, критикалық температуралық және электрлік сипаттамаларын зерттеуге бағытталған, кейіннен құрылғыларды құру үшін пайдалану.

4. Ізденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтиже (қағида) мен қорытындының жаңашылдық деңгейі.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы келесі нәтижелерді қамтиды:

1. Алғаш рет висмут құрамды $(Bi_{1,6}Pb_{0,4})_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ ЖТАӨ материалына жалпы массынан 0,01-0,5 % мөлшерінде наноөлшемді $Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ (суреттер 19-21, 28-43, кестелер 7, 10) және $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ ұнтақтарын қосу арқылы критикалық сипаттамаларына зерттеу жүргізілді.

2. Алғаш рет иттрий-барий құрамды $YBa_2Cu_3O_7$ ЖТАӨ материалына жалпы массынан 0,01-0,5 % мөлшерінде наноөлшемді $Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ (суреттер 14-18, кесте 5) ұнтақтарын қосу арқылы критикалық сипаттамаларына зерттеу жүргізілді.

3. $Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ (суреттер 18, 20, 21, 28-36, 39-43, кестелер 5, 7, 10) және $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ (суреттер 20, 21, 25-27, кестелер 7, 9, 10) наноөлшемді қоспалардың аз концентрациясы мөлшеріндегі ендірулердің критикалық ток тығыздығы және температурасына (суреттер 18, 20, 21, 25-36, 39-43, кестелер 5, 7, 9, 10) әсері зерттелді, осы қоспаларды қолдану арқылы критикалық сипаттамларының күйдіру уақытына тәуелділігі зерттелді (суреттер 26, 28-36, 41-43, кесте 10).

4. $Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ және $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ наноқоспалары арқылы бірлесіп тұндыру әдісі арқылы алынған BPSCCO сынамалардың қатты фазалы әдісі арқылы алынған сынамалармен салыстырғанда Bi-2223 фазасы Bi-2212 фазасынан екі есе жоғары болады (83 бет, кестелер 11-14).

Қорғауға шығарылатын негізгі тұжырымдар тағыда келесі нәтижелерді қамтиды:

1) күйдіру уақытын (125 сағаттан) жоғарылатпай, сынамаларды өңдеудің жоғары жиілігін сақтау арқылы висмут құрамды $(Bi_{1,6}Pb_{0,4})Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ материалына наноөлшемді

$Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ қоспаның 0,01-0,1% мөлшерінде ендіру арқылы пиннингтік орталықтарды құру критикалық ток тығыздығын 12 % арттыруға, сонымен қатар, критикалық температура мәнін 100 К кемітпеуге мүмкіндік береді . (69-70 беттер, сурет 27, кесте 9);

2) күйдіру уақытын (50 сағаттан) жоғарылатпай, сынамаларды өңдеудің жоғары жиілігін сақтау арқылы иттрий-барий құрамды $YBa_2Cu_3O_7$ материалына наноөлшемді $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ қоспаның 0,02-0,1 % мөлшерінде ендіру арқылы пиннингтік орталықтарды құру критикалық ток тығыздығын үш есеге арттыруға, сонымен қатар, критикалық температура мәнін 90 К кемітпеуге мүмкіндік береді (58 бет, кесте 6);

3) бірлесіп тұндыру әдісі қатты фазалы әдісіне қарағанда, ЖТАӨ материалдың біртектілігі тиімді болып табылатыны анықталды (81 бет, сурет 43).

5. Алынған нәтижелердің практикалық және теориялық маңыздылығы.

Алынған нәтижелердің теориялық маңыздылығы магниттік наноөлшемді ұнтақтарды жасанды ендіру арқылы асқынөткізгіш бетімен ығысатын магниттік құйындары ағынын бекітудің модельдік нұсқасы расталады. Аталған нәтижелер пиннингтік орталықтары ретінде алынған наноөлшемді магниттік ұнтақтарды біртекті тарату тиімділігін дұрыс түсінуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығы $Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ және $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ наноөлшемді ұнтақтары тиімді пиннингтік орталықтарды құруға мүмкіндік береді. Бұл нәтижелер үлкен токтың тығыздығына ие асқынөткізгіш материалдарын құрастыруда болашақта қолдануға болады.

6. Диссертацияның негізгі қағидасының, нәтижесінің, тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткіліктігіне растама.

Диссертациялық жұмыстың тақырыбына сәйкес негізгі нәтижелері мен қорытындылары 8 жарияланымдарда басып шығарылған, оның ішінде 3 мақала - Қазақстан Республикасы Білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетімен ұсынылған ғылыми басылымдарда басылып шығарылған (ҚР ҰҒА Хабарлары, Сер. Физикалық. 4 (2017) 223-230; ҚазҰТЗУ Хабаршысы 3 (2019) 493-499; ҚазҰТЗУ Хабаршысы 3 (2019)) 690-693), 1 мақала - Thomson Reuters мәліметтер базасына кіретін халықаралық ғылыми журналда (Int. J. Elektrok. Sci., 14 (2019) 279 - 286) IF2018-1.284), 4 мақала - халықаралық ғылыми конференциялардың материалдарында, оның ішінде 1 - SCOPUS базасына кіретін (CiteScore 2017 - 0.26) шетелдік конференция (AIP Conference Proceedings 1838(1):020009, 2017), 1 - Ресейдегі конференция (Оренбург, 2016), 1 - Сәтбаев оқулары конференциясында баяндама (Алматы, 2016) және 1 - «Фараби Әлемі» тезистер (Алматы, 2016).

7. Диссертация мазмұнындағы және рәсімдеуіндегі кемшіліктер мен ұсыныстар.

Жетпісбаев К.У. диссертацияық жұмысы материалтану және жоғары температуралық асқын өткізгіштік қасиеттері бар жаңа материалдар технологиясына, критикалық ток тығыздығының мәндерін жоғарылататын және критикалық температураны төмендетпейтін, сонымен қатар нанотехнологияны дамытудағы үлкен үлес.

Диссертациялық жұмыстың мазмұнына байланысты кемшіліктер:

1 Диссертацияның әдебиеттер шолуында физикалық заңдылықты бұрмалануына әкелетін сәтсіз тұжырымдар бар. Мысалы, 24-бетте [67]-ші жумыстың нәтижелерін талқылағанда былай деп айтылған, "0,01 мас.% мөлшеріндегі сынама ең үлкен ток тығыздығы мәнін берді. Ол наноұнтақты қоспаған таза ЖТАӨ материалының ток тығыздығынан 3 есе көп мөлшерде болды." Алайда, бұл 2-кестедегі мәліметтерге қайшы келеді, онда диссертант 30К кезінде ток тығыздығы 3110/7 = 444 есе, ал 77К кезінде 1830/0,36 = 5083 есе арттылғанын көрсетті, яғни, орташа есеппен 3000 есе өсті. 12-бетте «... азоттың қайнау температурасында (Т = 77.4 К) ...» орнына «... азоттың балқу температурасында (Т = 77 К) ...» қате жазылды, өйткені азоттың балқу температурасы 63,29 К құрайды. 18-бетте, осы қосылыста T_C~90 К максималды мәніне жеткен оттегінің оңтайлы құрамы «...$\delta \approx 8{,}18$...» емес, «...$8+\delta \approx 8{,}18$...» деп жазылуы керек. Сондықтан 99-бетте, Г.6а-суреттің тақырыбында «оттегі индексі δ» емес, «оттегі индексі 8 + δ» деп жазу керек. 31-бетте $^{40}Xe^{8+}$ орнына $^{40}Ar^{8+}$ жазу керек. Диссертант 27-бетінде жазған кестені бермеген:

«$CoFe_2O_4$ (60 нм) наноұнтағының әсерін басқа ұнтақтармен салыстыру 3-кестеде көрсетілген.». 19-бетте «Е.8-суретте» орнына «Д.8-суретте» деп жазу керек. 22-23 беттердегі мәтінде және 3-суреттің астына «Fe_2O_3» -тің орнына «Fe_3O_4» деп жазу керек, өйткені фотода және абсцисса осінің атында «Fe_3O_4» жазылған.

2 19-суретте 2015Н (2θ = 45°) рентгендік сызығының 2010Н (2θ = 48°) және 2012Н (2θ = 49-50°) қарағанда 2θ бұрышы аз болатындығы көрсетілген, бұл әдетте мүмкін емес, өйткені Миллер индексі үлкен маңызға ие. 22-ші суретте индекстер өте кішкентай, сондықтан 002Н-нің неге 2θ = 49° бұрышы өте үлкен екені белгісіз. 77-беттегі сілтеме [140] дұрыс емес, өйткені ол мақала $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, сондықтан 10-кестедегі мәліметтер осы мақалада жоқ. 25-суретке қосып жазу керек: a - 24 және b - 48 сағаттық бойы күйдіру. 24 сағаттық күйдіруге Tc-onset = 104 K, 114K емес. 68-бетте, 24-ші сурет туралы диссертант жазыпты: «24 сағаттық күйдіру нәтижесіндегі сынамаларға қарағанда 48 сағаттық сынамалардың дәнаралық шекаралары кіші екендігі байқалды.», бірақ 24 сағаттық күйдіру нәтижелері 24 суретте көрсетілмеген.

3. Диссертация мәтінінде сәтсіз сөйлемдері бар: «Сыртқы алаңдағы сұйық гелий температурасы H~10 Тл болған кезде бұл композиттердің критикалық ток тығыздығы J_c~$2 \cdot 10^5$ А/см^2 жетеді.» (49 бет), сонымен бірге емледегі қателіктер кездеседі: «$Co_{0,5}Zn_{0,5}F_2O_4$», «**нао**ұнтақтарының», «наноөлшемдгі» (8 бет), «нәти**е**желерге», «әдіс**ір**» (26 бет), «**а**гниттік өрістің» (28 бет), «**С**лыстырмалық» (43 бет, кесте 5), микро**сок**птың (50 бет), «ди**аг**нетикалық» (52 бет), «**қа**оспалар» (55 бет), «Аны**қа**лған мәндер» (56 бет), «когеренттік ұзынды **пен**», «дән аралық **шк**аралары» (60 бет), «Bi-2212 фаза**сы**ан» (61 бет), «крит**ка**лық... сезімталдығын**адғы**» (63 бет), «нәти**жс**інде» (75 бет), «н**ао**ұнтағы» (84 бет), «**пй**да болғаны» (106 бет), т.б.

Алайда, бұл кемшіліктер қағида түрінде маңызды емес және диссертацияның маңыздылығын төмендетпейді.

8. Диссертация мазмұнының Ғылыми дәреже беру ережелерінің талаптарына сәйкестігі.

Жетпісбаев К.У. диссертациясы **«Жоғарытемпературалық асқынөткізгіштердің сипаттамаларына $Co_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ және $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ наноұнтақтары қоспасының әсері»** тақырыбында жоғары деңгейде орындалған және аяқталған ғылыми-зерттеу жұмысы болып табылады; және онын өзектілігі, ғылыми жаңалығы, теория мен практика үшін маңызы, тәжірибелік зерттеулердің көлемі, көрсетілген мамандықтың төлқұжаты Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің «Ғылыми дәрежелер беру ережелері» талаптарына PhD диссертацияның мазмұны мен жобалаумен толықтай сәйкес келеді; және оның авторы - Жетпісбаев Қайратбек Уристимбекович - Наноматериалдар және нанотехнологиялар - мамандығы 6D074000 бойынша философия докторы (PhD) дәрежесі атағына лайық.

Подпись Бейсенханова Н. заверяю
Департамент кадровой работы

Ресми сарапшы:
Нұржан Б. Бейсенханов,
Ғылыми-білім беру орталығы басшысының орынбасары
Баламалы энергетика және нанотехнологиялар (ГВБО БЭжН), БҒҚ
Қазақстан-Британ техникалық университеті,
Профессор (ҚР), ФМҒД (РФ), PhD (ҚР),
IUCr Reviewer, Elsevier Certified Reviewer,
Қазақстан, Алматы, 050000, Төле би көшесі, 59,
Телефон: +7 (727) 3574240 (ішкі 531), моб. +7 (707) 7333301, +7 (777) 3289879,
E-mail: beisen@mail.ru
13 қаңтар 2019 жыл