REVIEW

of foreign supervisor, Professor of the School of Applied Physics, Universiti Kebangsaan Malaysia, Roslan Abd Shukor on thesis (scientific research) of Zhetpisbaev Kairatbek entitled "Influences of the nanostructure of high-temperature superconducting (HTSC) materials on their properties", presented for the degree of Doctor of Philosophy PhD

Within the framework of the thesis (scientific research), in the period from 2015 to 2018, Zhetpisbaev Kairatbek under took three one-month internships at the School of Applied Physics of the Malaysian National University, Bangi, Malaysia in the laboratory for studying the properties of superconductors.

The main research direction of Zhetpisbaev Kairatbek was the influence of nanosized powders consisting of the material $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) on the properties of high-temperature superconductors, such as $(Bi_{1.6}Pb_{0.4})Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ (BSCO) and $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO). During the scientific research, Zhetpisbaev Kairatbek produced pinning additives of CZFO nanopowders on HTSC materials, measured the critical temperature-T_c, the critical current density – J_c, and the magnetic susceptibility of materials – χ.

High-temperature superconductors have certain peculiarities in physical properties, such as a sharp dependence of the critical current on temperature and magnetic field. It is foremost due to strong thermal fluctuations that weaken the pinning force of magnetic vortices on structural defects that ensure high density critical current. Therefore, one of the most relevant objectives of structural studies of HTSC materials is the need to identify structural defects, which can play the role of effective pinning centers and increase critical currents.

The purpose of this research is to find effective pinning centers for increasing the current density of HTSC materials. In this work, pinning points are nanosized powders - CZFO. In 2015, doctoral student Zhetpisbaev Kairatbek conducted research of materials with nano-additive-0.01% of the total mass of $(Bi_{1.6}Pb_{0.4})Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$. While creating HTSC pellets and tapes (BSCO + CZFO), he carried out measurements of Tc and Jc for samples heated 24, 50, 100 and 150 h. Those pellets and tapes were prepared by the solid phase reaction method. This method is simple to use, as the oxides of all composites (Bi_2O_3, PbO, SrO, CaO, CuO) are added to total mass according to their atomic mass and are mixed in solid-state state for at least one hour. After calcining and sintering for 24 h, all the necessary measurements are taken, in the next stage the whole process is repeated. The measurement result revealed an increase in the critical current density in 100 h heated samples. The increase of the critical temperature after 100 h heating was not observed above 113 K.

In 2016, the doctoral student used the co-precipitation method for the production of high-temperature superconducting material - (BSCO + CZFO). In this case, the measurements were carried out in 24, 50 and 100 h heating. The measurement again revealed an increase in the critical current density in 100 h heating of the samples. The increase of critical temperature after 100 h of heating was not observed above 113 K.

In 2018 doctoral student Zhetpisbaev Kairatbek conducted a nanopowder addition of $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) on an yttrium high-temperature superconductor - $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO). The samples were produced in the form of pellets with 0 wt. %, 0.1 wt. %, 0.2 wt. %, 0.3 wt. % and 0.4

wt. % addition and heated for at least 50 h. Also, magnetic susceptibility of these samples were measured.

The main novelty of the work done by doctoral student ZhetpisbaevKairatbek is that for the first time the effect of $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) nanopowder additives in the form of pinning centers on the properties of BSCCO and YBCO HTSC materials was studied. Also, the doctoral student has mastered the methods of manufacturing HTSC materials and peculiarities of their dependence on external influences. He has conducted a huge amount of measurements.

The skills that he has been exposed include the various method of producing BSCCO and YBCO superconductor using solid state reaction method and co-precipitation method. He also performed low temperature electrical and magnetic measurements and mastering the operation of cryogenic equipment and electronic. He has also experienced using software like Kaleidagraph to analyze his results. On the theoretical side he has been exposed to the mechanism underlying current flow and flux pinning in HTSC using nanomagnetic powders.

On the basis of the foregoing, I highly recommend Zhetpisbaev Kairatbek to be awarded a PhD degree.

Prof Dato' Dr Roslan Abd Shukor, FMASS, FASC, FInstP (UK)

Prof Dato' Dr Roslan Abd Sh
School of Applied Physics
Universiti Kebangsaan Malays
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

МАЛАЙЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТИ КЕБАНГСААН

Национальный университет Малайзии

Рослан Абд Шукор,
Международный научный руководитель, профессор Школы прикладной физики,
Малайзийский Университет Кебангсаан

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертацию (научное исследование) Жетписбаева Кайратбека на тему:
«Влияние наноструктуры высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) материалов на их свойства»

на соискание ученой степени кандидата наук

В рамках написания диссертационной работы (научное исследование) в период с 2015 по 2018 годы Жетписбаев Кайратбек проходил три одномесячные стажировки в Школе прикладной физики Малайзийского национального университета в г. Банги, Малайзия, в лаборатории по изучению свойств сверхпроводников.

Основным направлением научных исследований Жетписбаева Кайратбека являлся – исследование влияния наноразмерных порошков состоящих из материала $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) на свойства высокотемпературных сверхпроводников, таких как $(Bi_{1.6}Pb_{0.4})_2Sr_2Ca_2Cu_2O_3$ (BSCO) и $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO). Во время проведения научных исследований Жетписбаев Кайратбек произвел пинниновые добавки нанопорошков-CZFO на ВТСП материалов, проводил измерения критической температуры – T_c, критической плотности тока – J_c, магнитной восприимчивости материалов - χ.

Высокотемпературные сверхпроводники обладают некоторыми особенностями физических свойств, такими как резкая зависимость критического тока от температуры и магнитного поля. Они обусловлены, прежде всего, сильными термическими флуктуациями, ослабляющими силу пиннинга магнитных вихрей на структурных дефектах, обеспечивающих высокую плотность критического тока. Поэтому одна из наиболее актуальных задач структурных исследований ВТСП-материалов вытекает из необходимости выявления структурных дефектов, способных выполнять роль эффективных центров пиннинга и повышать критические токи.

Целью настоящего исследования является выявление эффективных центров пиннинга для увеличения плотности тока ВТСП-материалов. В этой работе точками пиннинга являются наноразмерные порошки - CZFO. В 2015 году докторант Жетписбаев Кайратбек провел исследование материалов с нанодобавкой в размере 0,01% от общей массы $(Bi_{1.6}Pb_{04})$ $Sr_2Ca_2Cu_30_{10}$. При создании ВТСП-гранул и лент (BSCO + CZFO) им были произведены измерения Tc и Jc по образцам, нагреваемым в течение 24, 50, 100 и 150 часов. Указанные гранулы и ленты были получены методом твердофазной реакции. Этот метод прост в использовании, так как оксиды всех составных элементов (Bi_20_3, PbO, SrO, CaO, CuO) добавляются к общей массе в соответствии с их атомной массой и смешиваются в твердом состоянии в течение по меньшей мере одного часа. После процедуры прокаливания и спекания в течение 24 часов проводятся все необходимые измерения, и на следующем этапе весь процесс снова повторяется. В результате измерения обнаружено увеличение критической плотности тока в 100 часовых спеканиях образцов. Изменение критической температуры в сторону увеличения после 100 часового спекания не наблюдалось выше 113 Кельвин. В 2016 году докторант использовал метод карбонатного фильтрования (Co-precipitation method) получения ВТСП материала – (BSCO+CZFO). В данном случае измерения проводились в 24, 50 и 100 часовых

спеканиях. Также в результате измерения наблюдалось увеличения критической плотности тока в 100 часовых спеканиях образцов. Изменение критической температуры в сторону увеличения после 100 часового спекания не наблюдалось выше 113 Кельвин.

В 2018 году докторант Жетписбаев Кайратбек проводил нанопорошковую добавку $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) на иттриевый высокотемпературный сверхпроводник - $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO). Было изготовлено образцы в виде таблетки с 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.3% и 0.4% добавкой которые спекались не менее 50 часовое время. Также данные образцы измерялись на магнитную воспримчивость (AC susceptibility).

Основная новизна работы, выполненной докторантом Жетписбаевым Кайратбеком, заключается в том, что впервые проведены исследования влияния нанопорошковых добавок ввиде пиннинговых центров на свойства ВТСП материалов. Также докторант освоил методы изготовления ВТСП метариалов, их свойства зависимости к внешним воздействиям. Проводил огромное количество измерения.

Навыки, которые имеются в аресенале этого докторанта, включают в себя использование различных методов производства сверхпроводников BSCCO и YBCO с помощью метода твердотельной реакции и метода соосаждения. Им также выполнены низкотемпературные электрические и магнитные измерения и освоена работа криогенного оборудования и электронных устройств. У данного докторанта также имеется опыт работы в использовании программного обеспечения, как например, *Kaleidagraph*, для проведения анализа своих результатов. В теоретическом аспекте, им был установлен механизм, лежащий в основе течения тока и закрепления потока в ВТСП с использованием наномагнитных порошков.

На основании вышеизложенного, я настоятельно рекомендую Жетписбаева Кайратбека на присвоение ему степени Доктора философии (PhD).

Проф Дато, доктор Рослан Абд Шукор,

FMASS, FASC, FinstP (Великобритания)

Место печати:
Проф Дато, доктор Рослан Абд Шукор
Школа прикладной физики
Малайзийский Университет Кебангсаан я
43600, г. Банги, Селангор, Малайзия

KEBANGSAAN MALAYSIA UNIVERSITI

Малайзия ұлттық университеті

Рослан Абд Шукор,
Халықаралық ғылыми жетекші, Қолданбалы физика мектебінің профессоры,
Кебангсаан Малайзия Университеті

ғылым кандидаты ғылыми дәрежесін ізденуге арналған

Жетпісбаев Қайратбектің: «Жоғары температуралы аса өткізгіш (ЖТАӨ) материалдар наноқұрылымының олардың қасиеттеріне әсері» тақырыбындағы диссертациясына (ғылыми зерттеуіне)

СЫН ПІКІР

Диссертациялық жұмысты (ғылыми зерттеуді) жазу аясында 2015 жылдан бастап 2018 жылға дейінгі аралықта Жетпісбаев Қайратбек Малайзия, Банги қ., Малайзия ұлттық университетінің Қолданбалы физика мектебінде, аса өткізгіштердің қасиеттерін зерттеу жөніндегі зертханада үш рет бір айлық тағылымдамалардан өтті.

Жетпісбаев Қайратбектің ғылыми зерттеулерінің негізгі бағыты болып - $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) материалынан тұратын наноөлшемді ұнтақтардың $(Bi_{1.6}Pb_{0.4})_2Sr_2Ca_2Cu_2O_3$ (BSCO) және $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) сияқты жоғары температуралы аса өткізгіштердің қасиеттеріне әсерін зерттеу табылды. Ғылыми зерттеулер жүргізу барысында Жетпісбаев Қайратбек CZFO-наноұнтақтардың ЖТАӨ материалдарға пиннин қоспаларын жасады, T_c - алмағайып температураға өлшеулер, J_c - токтың алмағайып тығыздығына, χ -материалдардың магниттік сезімталдығына өлшеулер жүргізді.

Жоғары температуралы аса өткізгіштер алмағайып токтың температурадан және магнит өрісінен күрт тәуелділігі сияқты физикалық қасиеттердің кейбір ерекшеліктеріне ие. Олар, ең алдымен, алмағайып токтың жоғары тығыздығын қамтамасыз ететін құрылымдық ақаулардағы магнит құйындарының пиннинг күшін әлсіретететін күшті термиялық флуктуацияларға байланысты. Сондықтан, ЖТАӨ-материалдардың құрылымдық зерттеулерінің ең өзекті міндеттерінің бірі тиімді пиннинг орталықтарының рөлін атқара алатын және алмағайып токтарды арттыра алатын құрылымдық ақауларды анықтау қажеттілігінен туындайды.

Осы зерттеудің мақсаты болып ЖТАӨ-материалдардың токтарының тығыздығын арттыру үшін тиімді пиннинг орталықтарын анықтау табылады. Осы жұмыста пиннинг нүктелері болып наноөлшемді ұнтақтар – CZFO табылады. 2015 жылы докторант Жетпісбаев Қайратбек $(Bi_{1.6}Pb_{04})$ $Sr_2Ca_2Cu_30_{10}$.жалпы массасынан 0,01% көлемдегі нанокоспалары бар материалдарға зерттеулер жүргізді. ЖТАӨ-түйіршіктерді және таспаларды (BSCO + CZFO) жасау кезінде ол 24, 50, 100 және 150 сағат бойы қыздырылатын үлгілер бойынша Tc және Jc өлшеулерін жүргізді. Аталған түйіршіктер мен таспалар қатты фазалы реакция әдісімен алынды. Бұл әдіс қолдануда қарапайым, өйткені барлық құрамдас элементтердің оксидтері (Bi_20_3, PbO, SrO, CaO, CuO) олардың атомдық салмақтарына сәйкес жалпы салмаққа қосылады және кем дегенде бір сағат бойы қатты жағдайда араластырылады. Қыздыру және 24 сағат бойы жымдастыру іс-шарасынан кейін барлық қажетті өлшеулер жүргізіледі, және келесі кезеңде барлық үрдіс қайтадан қайталанады. Өлшеу нәтжесінде үлгілерді 100 сағаттық жымдастыру кезіндегі токтың алмағайып тығыздығының артуы анықталған. 100 сағаттық жымдастырудан кейін алмағайып температураның жоғарылау жағына қарай өзгеруі 113 Кельвиннен артық байқалмады.

2016 жылы докторант ЖТАӨ материалды – (BSCO+CZFO) алудың карбонатты сүзу (Co-precipitation method) әдісін пайдаланды. Бұл жағдайда өлшеулер 24,50 және 100 сағаттық жымдастырылумен жүргізілді. Сондай-ақ өлшеулер нәтижесінде үлгілерді 100 сағаттық жымдастыру кезінде токтың алмағайып тығыздығының артуы байқалды. 100 сағаттық жымдастырудан кейін алмағайып температураның жоғарылау жағына қарай өзгеруі 113 Кельвиннен артық байқалмады.

2018 жылы докторант Жетпісбаев Қайратбек $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (CZFO) наноұнтақ қоспасын - $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) иттриялы жоғары температуралы аса өткізгішке өткізді. 50 сағаттан кем емес уақыт бойы жымдастырылған 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.3% және 0.4% қоспалы таблеткалар түріндегі үлгілер даярланды. Сондай-ақ осы үлгілердің магниттік сезімталдығы өлшенді (AC susceptibility).

Докторант Жетпісбаев Қайратбек орындаған жұмыстың негізгі жаңалығы, пиннинг орталықтар түрінегі наноұнтақ қоспаларының ЖТАӨ материалдардың қасиеттеріне әсерін зерттеу алғаш рет жүргізілгендігінде. Сондай-ақ докторант освоил методы изготовления ЖТАӨ метариалдарды дайындау әдістерін, олардың сыртқы әсерлерге тәуелділік қасиеттерін меңгерді. Өлшеклердің көп мөлшерін өткізді.

Осы докторанттың арсеналында бар дағдылар, қатты денелі реакция әдісінің және бірге тұндыру әдісінің көмегімен BSCCO және YBCO аса өткізгіштерді өндірудің әртүрлі әдістерін пайдалануды қамтиды. Ол сондай-ақ төмен температуралы электрлік және магниттік өлшеулерді жүргізді және криогенді жабдықтардың және электронды құрылғылардың жұмысын игерді. Осы докторантта сондай-ақ өз нәтижелеріне талдау жүргізуге арналған, мысалы, *Kaleidagraph* сияқты бағдарламалық қамтамасыздауларды пайдаланудағы жұмыс тәжірибесі бар. Теориялық аспектте, ол наномагнитті ұнтақтарды пайдаланып, ЖТАӨ-дегі ток ағынының және ағынды бекітудің негізінде жатқан механизмді белгіледі.

Жоғарыда мазмұндалғандар негізінде, мен Жетпісбаев Қайратбекке Философия докторы (PhD) дәрежесін беруді табанды түрде ұсынамын.

Проф Дато, доктор Рослан Абд Шукор,

FMASS, FASC, FinstP (Ұлыбритания)

Мөр орны:
Проф Дато, доктор Рослан Абд Шукор
Қолданбалы физика мектебі
Кебангсаан Малайзия Университеті
43600, Банги қ., Селангор, Малайзия

Перевод документа с английского на русский и казахский язык выполнен переводчиком Абдилдаевой Анжелой Эриковной, свидетельство Индивидуального Предпринимателя № 0402226 серия 12915 от 06.05.2008. Диплом о высшем образовании ЖБ № 0758815 выданный Казахским Университетом Международных Отношений и Мировых Языков имени Абылай хана от 30.06.2006

Адрес: Республика Казахстан, г.Алматы, ул.Масанчи, 108. Тел:+7 727 229 29 97, +7 777 59 88888

Подпись: _____

М.П.

Республика Казахстан г.Алматы Алмалинский р-н Алматы қ Алмалы ауданы
АБДИЛДАЕВА А.Э СВИДЕТЕЛЬСТВО 12915 № 0402226
РНН 600 720 ИИН 790 819

Пятое ноября две тысячи девятнадцатого года, г. Алматы, Республика Казахстан


Алматы қ. Алматы аудандық
г.Алматы Алмалинский р-н
АБДИЛДАЕВ
А.Э
СВИДЕТЕЛЬСТВО
12915 № 0402226
ИП
РНН 600 720 063 394
ИИН 790 212 403 879