

YUQORI HARORATLI KUPRAT O`TA O`TKAZGICHLAR VA ULARNING AMALIY AHAMIYATI

D.R. Djurayev

Buxoro davlat universiteti "Fizika" kafedrası professori, f.-m.f.d.

A.A. Turayev

Buxoro davlat universiteti "Fizika" kafedrası dotsenti, f.-m.f.f.d., (PhD)

O.G. To`rayev

Buxoro davlat universiteti "Fizika" kafedrası tayanch doktoranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7336378>

Annotatsiya. Maqolada yuqori haroratli o`ta o`tkazgichlar (YuHO`O) va ularning amaliy ahamiyati haqida ma`lumotlar keltirilgan. Unda quyosh energiyasidan foydalangan holda tayyorlangan YuHO`O` larga alohida e`tibor qaratilgan. Ushbu YuHO`O` larga e`tiborning qaratilishiga sabab ular da kuzatilgan yuqori haroratlardagi (hatto xona va undanda yuqori haroratlarda) fazaviy o`zgarishlardir. Bundan tashqari o`ta o`tkazuvchanlik holatiga o`tishning kritik haroratlari (T_c)ning tayyorlash texnologiyasi, tashqi ta`sirlar ostidagi o`zgarishlari, tuzilmaviy o`zgarishlari ham ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so`zlar: Yuqori haroratli o`ta o`tkazgichlar, kritik harorat, qarshilik, magnit maydoni, kuprat, struktura, bog`lanish, tadqiqot, texnologiya.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КУПРАТНЫЕ СВЕРХПРОВОДНИКИ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. В статье представлены сведения о высокотемпературных сверхпроводниках (ВТСП) и их практическом значении. Особое внимание уделено ЮХО`О, изготовленным с использованием солнечной энергии. Причиной привлечения внимания к этим ЮХО являются фазовые переходы, наблюдаемые в них при высоких температурах (даже при комнатной и более высоких температурах). Кроме того, научное и практическое значение имеют также технология приготовления критической температуры (T_c) перехода в состояние сверхпроводимости, изменения при внешних воздействиях и структурных изменений.

Ключевые слова: Высокотемпературные сверхпроводники, критическая температура, сопротивление, магнитное поле, купрат, структура, соединение, исследование, технология.

HIGH TEMPERATURE CUPRATE SUPERCONDUCTORS AND THEIR PRACTICAL SIGNIFICANCE

Abstract. The article presents information about high-temperature superconductors (UHO`O) and their practical importance. Special attention is paid to YuHO`O`s made using solar energy. The reason for drawing attention to these YUHOs is the phase changes observed in them at high temperatures (even at room and higher temperatures). In addition, the technology of preparation of the critical temperature (T_c) of the transition to the state of superconductivity, changes under external influences, and structural changes are also of scientific and practical importance.

Keywords: High-temperature superconductors, critical temperature, resistance, magnetic field, cuprate, structure, connection, research, technology.

Karl Myuller va Georg Bednorts larning yangi turdagi YuHO`O` larning kashf qilganliklari va ushbu kashfiyot uchun ularning Nobel mukofoti bilan taqdirlanganliklariga 35 yildan oshdi, ammo hozirgacha metall oksidlari asosidagi va umuman YuHO`O` larni ifodalay oladigan nazariya yaratilgani yo`q. Shuning uchun ham ushbu sohadagi ilmiy tadqiqotlar dolzarb yo`nalishlardan bo`lib qolmoqda.

YuHO`O` kupratlar tarixiga bir nazar tashlasak, ilk marotaba lantan-strontsiy-mis-kislorod (La-Sr-Cu-O) birikmasida 36 K da qarshilik nolgacha kamaygan bo`lsa, undan so`ng juda qisqa vaqt oralig`ida suyuq azotning qaynash haroratidan (77,4 K) yuqori haroratlarda ham, ya`ni ittriy-bariy-mis-kislorod (Y-Ba-Cu-O) birikmasida ushbu hodisa kuzatildi. Keyingi tadqiqot-izlanishlar o`ta o`tkazuvchanlik xossasini Hg-Ba-Ca-Cu-O(F) keramik birikmada 138 K haroratda va uni bosim ostida (400 kbar) 166 K ga yetkazish mumkinligini ko`rsatdi [4].

Hozirgi kunlarda bunday xossaga ega bo`lgan materiallardan fan, texnika, xalq xo`jaligi, mudofaa, tibbiyot va boshqa ko`pgina sohalarda qo`llanilishi bo`yicha tadqiqot ishlari olib borilmoqda [5].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METOD

Kupratlar asosidagi ba`zi YuHO`O` larning kritik haroratlari T_c va ularning tarkibi quyida keltirilgan[5]:

- lantan bariy- (LB-CO), $T_c = -240^\circ\text{C}$ (35 K).
- ittriy bariy- (YB-CO), $T_c = -215^\circ\text{C}$ (93 K).
- vismut strontsiy kaltsiy- (BiSC-CO), $T_c = -180^\circ\text{C}$ (95 K).
- talliy bariy kaltsiy- (TBC-CO), $T_c = -150^\circ\text{C}$ (125 K, kuchli tashqi bosim ostida 166 K gacha ko`tarishi kuzatilgan).
- simob bariy kaltsiy- (HGBC-CO) 1993, $T_c = -140^\circ\text{C}$ (133 K), hozirda eng yuqori kritik haroratga ega kuprat.

Yuqori haroratli o`ta o`tkazgichlar sifatida, asosan kritik harorati $T_c \geq 77$ K, yani, suyuq azotning qaynash haroratidan yuqori haroratlarda ($-196,2^\circ\text{C}$; $-321,1^\circ\text{F}$) o`ta o`tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo`lgan o`ta o`tkazgichlar nazarda tutiladi. YuHO`O` larning tajribada olinishining o`zi insoniyat uchun ushbu sohadan ulkan iqtisodiy, texnik va ilmiy foydalanish imkoniyatlarini yaratdi. YuHO`O`larning, xona va undan yuqori kritik haroratlarda o`ta o`tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo`lgan moddalarning kashf etilishi energetika, elektrotexnika, elektronika, axborot texnologiyasi, transport va boshqa ko`pgina sohalarda revolyutsion yuqori samarali o`zgarishlarga olib keladi. Shuning uchun ham ushbu yo`nalishdagi ilmiy tadqiqot ishlariga bo`lgan e`tiborni yanada kuchaytirish maqsadga muvofiq deb hisoblash mumkin [1].

O`ta o`tkazuvchanlik fizikasi sohasidagi amaliy tadqiqotlar faqat past haroratlardagina olib borilishi kerakligi sababli, suyuq geliy, suyuq vodorod, suyuq azot va kislorod sovutgichlar bilan uzviy bog`langan. Demak, o`ta o`tkazuvchanlik sohasida amaliy tadqiqot ishlarini olib borish uchun past haroratli sovutuvchi muhitga ega bo`lish zarur hisoblanadi.

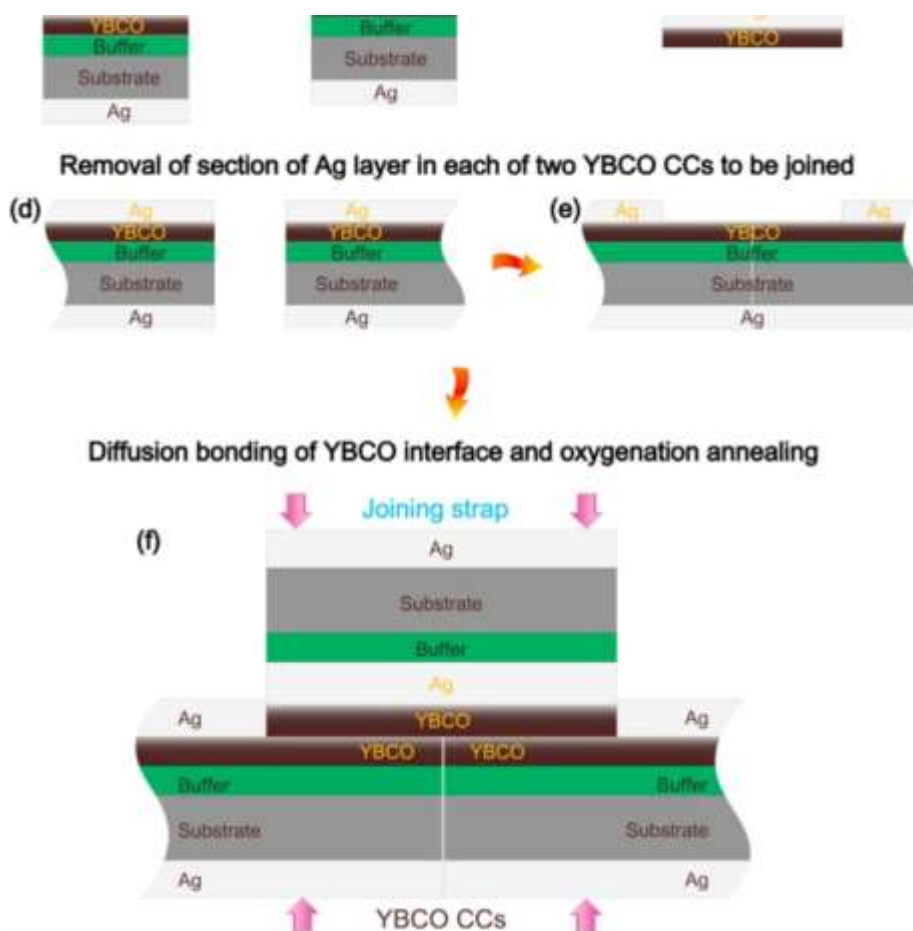
YBCO bilan qoplangan o`tkazgichlarni katta kritik oqimni yo`qotmasdan o`ta o`tkazgich bilan birlashtirish uchun Daxing Huang, Hongjing Shang, Taiguang Li, Bowei Xie, Qi Zou, Hongwei Gu, Zhifeng Ren, Fazhu Ding kabi Xitoylik tadqiqotchilar ish olib borishgan. Ularning fikricha, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ (YBCO) bilan qoplangan o`tkazgichlarning magnit-rezonans tomografiyasini qo`llash uchun katta oqim quvvatiga ega o`ta o`tkazgich birikmalarga olish murakkab jarayon hisoblanadi. Bu yerda ular YBCO, Ag, bufer va asosdan tashkil topgan

birlashtiruvchi tasma yordamida ikkita YBCO o'ta o'tkazgich o'rtasida o'ta o'tkazuvchan birikmani yaratishning yangi usuli haqida tadqiqot olib borishgan. YBCO o'ta o'tkazgichning bufer stakasidan tozalangan YBCO qatlami o'zining dastlabki kritik oqimining (I_c) 90% dan ko'prog'ini saqlab qolishi mumkin. Bu, ayniqsa, kislorodli tovlanish paytida YBCO qatlamining o'ta o'tkazuvchanligini tiklashga yordam beradigan kislorodning tez tarqalish yo'li bo'lib xizmat qiladigan Ag qatlami bilan bog'liq. Birlashtirilgan YBCO interfeysidagi atomik joylashuv (001) tekisligi bo'ylab yaxshi joylashgan bo'lib, yuqori o'ta o'tkazuvchanlikni ta'minlaydi. Bu yerda keltirilgan usul ikkinchi avlod yuqori haroratli o'ta o'tkazgich magnit ilovalarida doimiy oqim rejimida ishlashga erishish uchun amaliy yechimni taqdim etadi. Birinchi muvaffaqiyatli o'ta o'tkazgich birlashma ikki GdBCO qatlamlarini to'g'ridan-to'g'ri qisman eritish va diffuziya bilan bog'lash orqali amalga oshirildi. Keyin kislorodli tovlanish 350 soat davomida amalga oshirildi, natijada bunday uzoq muddatli tovlanishdan keyin ham 77 K da $I_c=84$ A va $R_j<10^{-17}$ Ω hosil bo'ldi. To'g'ridan-to'g'ri ulash usuli bilan solishtirganda, o'ta o'tkazgichli birikmalarga ikkita yuqori haroratli o'ta o'tkazgichning o'tkazuvchan qatlamlarini bilvosita birlashtirish uchun o'ta o'tkazuvchi oraliq moddalarni kiritish orqali ham erishish mumkin. Ushbu usul "eritilgan massa bilan kristalli birikma" (EMKB) deb belgilangan o'ta o'tkazuvchan birikmaga erishish uchun ishlatilgan, bunda ikkita o'ta o'tkazgich GdBCO qatlami eritilgan YHO'O' massasiga birlashtiriladi. Kislorodli tovlanish 24 soatdan kam bo'lsa, keyingi kislorodli tovlanish vaqti dastlabki GdBCO o'ta o'tkazgichlariga qaraganda 50% dan ko'proq I_c hosil qilishi aniqlandi. Bundan tashqari, GdBCO qatlamini muhit sifatida YBCO qatlami bilan almashtirish taklif qilingan, chunki YBCO ning erish harorati pastroq hosoblanadi. YBCO qo'shilish I_c (18A) 2 soat Kislorodli tovlanishdan so'ng dastlabki YBCO o'ta o'tkazgichning taxminan 30% gacha tiklanishi mumkin. Xabar qilingan tovlanish vaqti qisqa bo'lsada, germetik qo'shilish interfeysidagi o'ta o'tkazgich oraliq mahsulotning murakkab o'sish jarayoni kislorod tarqalishini oldini olishi va shuning uchun uzoqroq tovlanish vaqti bilan o'ta o'tkazuvchanlikning keyingi tiklanishini cheklashi mumkin. Shu sababli, lazerli burg'ulash kabi tez kislorod tarqalish yo'llarini loyihalash orqali oqim o'tkazuvchanligi va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish o'ta o'tkazgich birikmaning amaliy rivojlanishi uchun juda muhimdir [3].

MUHOKAMA

Bu yerda Xitoy tadqiqotchilari o'ta o'tkazgich birikmasining yangi turini taklif qildilar. YBCO o'ta o'tkazgichning bufer to'plamidan ajratilgan YBCO qatlami bilan birlashtiruvchi tasmani qo'llash orqali ikkita YBCO o'ta o'tkazgich, yuqori o'ta o'tkazuvchanlik ishlashi uchun birlashtirilgan interfeysdagi panjara tekisliklarini mukammal tekislash imkonini beradi. Issiqlik bilan ishlov berishdan oldin va keyin YBCO qatlamlarining o'ta o'tkazuvchanlik ishlash parametrlari, fazalari va sirt morfologiyalari o'rganildi. Yuqori I_c (116A) bilan birlashtirilgan YBCO o'ta o'tkazgichlarining 98% dan yuqori va 77 K da $R_j=1,8\cdot 10^{-15}$ Ω dan past qarshilikka ega bo'lgan o'ta o'tkazuvchan birikmaga nisbatan qisqa kislorodli tovlanish vaqtidan keyin (40 soat) erishish mumkin. Nihoyat, ikki YBCO qatlamlari orasidagi fazalararo mikrostruktura va birlashma mexanizmi ham o'rganildi [4].





1-rasm. O`ta o`tkazuvchilarni birlashtirishning sxematik tasviri.

4 sm uzunlikdagi birlashtiruvchi tasmani tayyorlash: (a) g/substrat/bufer/Ag va YBCO o`ta o`tkazgich komponentlari; (b) (a) da ko`rsatilgan ikkita komponentning bog`lanishi; va (c) YBCO o`ta o`tkazgichdan Ag/substrat/bufer/Ag/ YBCO birlashtiruvchi tasmasini tozalash. Birlashma qismida Ag olib tashlangan YBCO o`ta o`tkazgich. Yuqori Ag qatlamining 2 sm uzunligi ikkita YBCO o`ta o`tkazgich ning har biridan olib tashlangan. (f) YBCO qoplamali o`tkazgichlariga qo`shilish [3].

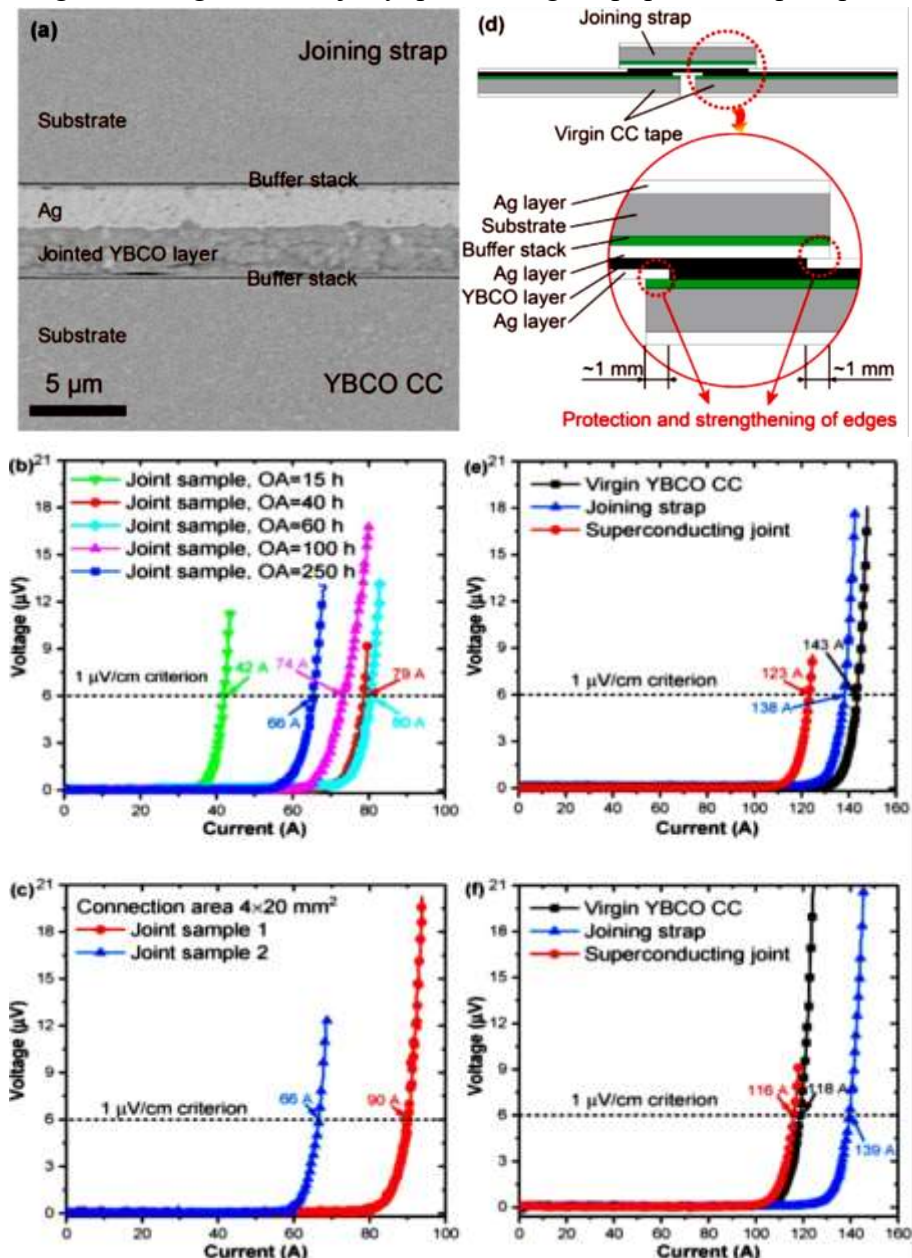
NATIJARLAR

Birlashtiruvchi tasma YBCO o`ta o`tkazgichlarining YBCO qatlam qismining ustiga qo`yildi, so`ngra diffuziya bilan bog`lanish va kislorodli tovlanish amalga oshirildi. Bog`lanish va kislorod diffuziyali tovlanish uchun pechda maxsus haroratlar va bosimlar qo`llanildi, bunda kislorod yuqori Ag qatlami orqali YBCO qatlamiga tezda tarqalib, birikmadagi o`ta o`tkazuvchanlikni tiklaydi.

Birlashmaning quyi oqim o`tkazuvchanligining ikkita mumkin bo`lgan sababi bor: (1) ikkita YBCO qatlami orasidagi o`ta o`tkazgich birlashma maydoni kichik yoki (2) YBCO qatlamlari yuqori harorat yoki termal stress tufayli shikastlangan. 1(c)-rasmda ko`rsatilganidek, birlashma maydoni dastlabki o`lchamning 1/2 qismiga (4x40mm²) qisqartirilganda, birlashtiruvchi namunalarning I_c qiymatlari 1 (b)-rasmdagiga o`xshash bo`lib qoldi, qo`shilish maydoni I_c degradatsiyasining asosiy sababi emasligini ko`rsatadi. Bundan farqli o`laroq, Ag va YBCO qatlamlari orasidagi issiqlik kengayishining katta nomuvofiqligi bilan bog`liq bo`lgan birlashma tasmasining YBCO qatlamidagi ba`zi mayda yoriqlar kuzatilishi ikkinchi imkoniyatni qo`llab-quvvatlaydi.

Ushbu vaziyatni yengillashtirish uchun biz 1-rasm (d) da ko'rsatilganidek, birlashma maydonning har ikki uchida himoya loyahasini taklif qilamiz. Xususan, YBCO qoplamali o'tkazgich va birlashtiruvchi tasma uchlaridagi kengligi taxminan 1 mm bo'lgan YBCO qatlamlari pastki bufer qatlami va Ag qatlamini ochish uchun 10% suyultirilgan fosfor kislotasi bilan ishqalangan, shunda chizilgan hududlardagi Ag qatlamlari birlashmaning ustida tasma va YBCO qoplamali o'tkazgichlar joylashgan. Ushbu dizayn bilan kumushning yuqori haroratda yopishqoqligi yoriqlarning oldini olish yoki yumshatish uchun birlashmalarning chekkalarini himoya qilishi va mustahkamlashi va sirpanishning oldini olishi mumkin (qo'shimcha 1-rasmda ko'rsatilganidek).

1(e)-rasmda ko'rsatilganidek, bu yangi dizayn birlashtirilgan namunaning I_c qiymatini sezilarli darajada yaxshilaydi, bu asl YBCO qoplamali o'tkazgichlarining taxminan 86% gacha va birlashtiruvchi tasmaning YBCO qatlamining 89% gacha, o'ta o'tkazgichli birlashma YBCO qoplamali o'tkazgichlarining dastlabki joriy quvvatining ko'p qismini saqlab qolishi mumkin.



2-rasm. Birlashtiruvchi namunalarning xossa tahlili.

- (a) Birlashtirilgan YBCO qoplamali o'tkazgichlarining kesma elektron mikroskop skaner tasviri. (b) kislorodli tovlanish vaqtining har xil miqdoriga duchor bo'lgan namunalarni birlashtirishning V-I egri chiziqlari. (c) ulanish joylari qisqartirilgan namunalarni birlashtirishning V-I egri chiziqlari. (d) Birlashma maydonining ikkala uchida himoya dizaynining sxematik tasviri. (e) bokira YBCO qoplamali o'tkazgichning V-I egri chiziqlari, birlashtiruvchi tasma va o'ta o'tkazuvchan birikma ikkala uchida himoyalangan. (f) past Ic YBCO qoplamali o'tkazgich, yuqori Ic birlashtiruvchi tasma va ushbu komponentlarni o'z ichiga olgan o'ta o'tkazuvchan birikmaning V-I egri chiziqlari.[4]

Yuqoridagi grafiklarda olingan materillarning volt-amper xarakteristikasi keltirilgan bo'lib, materiallarning o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tish kritik nuqtalari ko'rsatilgan.

Xitoylik olimlar kupratlarning amaliy ahamiyatiga ko'proq e'tibor berib, ular matell o'tkazgichga metal oksidli kuprat o'ta o'tkazgichni qoplab, yuqori o'tkazuvchanlikka ega o'tkazgich (kabel)larni tayyorlashni maqsad qilishgan. Bu esa energetika sohasida juda katta yutuq bo'lib, mislsiz energiyani tejash imkonini beradi.

O'zbekistonning issiq sharoitida bunday sovutgichlardan foydalanish alohida e'tiborni talab qiladi. Sovutgichlar bilan bog'liq bo'lgan murakkab muammolar bo'lishiga qaramasdan, o'ta o'tkazuvchanlik sohasiga bo'lgan qiziqish butun dunyo olimlari orasida yuqori bo'lganidek Respublikamiz olimlari orasida ham bu sohaga bo'lgan qiziqish oshib bormoqda va yoshlarimiz orasida ham ushbu yo'nalishga bo'lgan qiziqish mavjudligini e'tibordan chetga qoldirmagan holda ularni ham ushbu hodisaning asoslari, erishilgan yutuqlar bilan tanishtirish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri ekanligini qayd etish lozim. Chunki ushbu fizikaviy hodisaning energiya ishlab chiqarish va uni uzatish muammolari bilan bog'liqligi hamda unda kuzatiladigan bebaho fizikaviy xususiyatlar bunga asos bo'ladi.

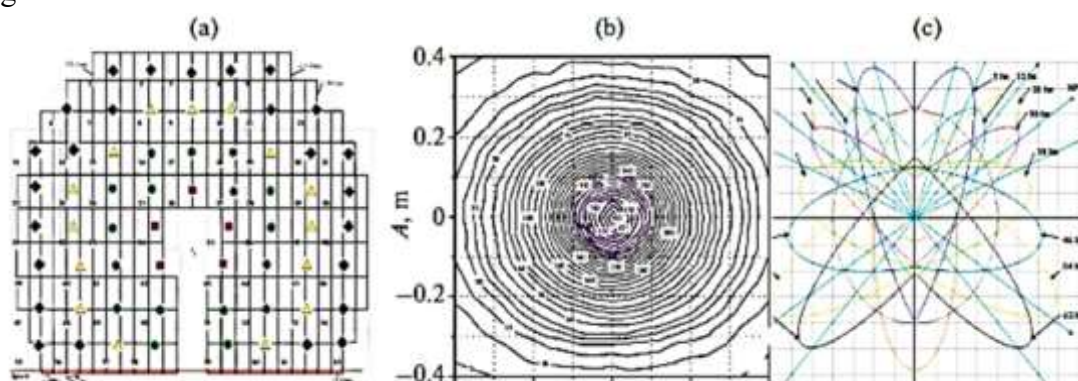
Magnit maydonida joylashtirilgan jismning o'zi ham magnit maydoni manbaiga aylanadi. Diamagnetik moddalarning tashqi magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashishi alohida xususiyatga ega. Agar diamagnetik moddani tashqi magnit maydonida joylashtirsak, u bu maydon bilan o'zaro ta'sirlashib, natijada hosil bo'lgan xususiy magnit maydoni tashqi magnit maydonini o'z sirtida kompensatsiyalashini ko'z oldimizga keltirishimiz kerak [1].

O'ta o'tkazgichlarning diamagnetik xossaga ega ekanligini birinchi bo'lib, 1933 yilda nemis fizik olimlari (V.Meyssner, R.Oksenfel'd va F.Xaydenreyx) kuzatdilar. O'ta o'tkazuvchan metall magnit maydonida joylashtirilsa, u o'ta o'tkazuvchan holatda bo'lganda magnit maydoni undan itarilar ekan. Masalan, biror shar shaklidagi o'ta o'tkazgichni olib, $T > T_c$ bo'lgan sharoitda tashqi magnit maydonida joylashtirilsa, uning ichidan magnit maydoni kuch chiziqlari kesib o'tishini kuzatishimiz mumkin. Agar haroratni kamaytirib, $T < T_c$ bo'lgan qiymatga erishilsa, tashqi magnit maydoni kuch chiziqlari o'ta o'tkazgich hajmidan siqib chiqariladi va uni aylanib o'ta boshlaydi. O'ta o'tkazuvchan sharning ichida magnit maydoni bo'lmasligini magnit maydoni qayd etgichlari, ya'ni magnit datchiklari yordamida ham katta aniqlik bilan aniqlash mumkin [1].

Materiallarni sintez qilish texnologiyalarini ishlab chiqishda, moddalarning xossalari majmuasi issiqlik bilan ishlov berish yoki ma'lum bir tarkibdagi zaryadni eritish uchun zarur bo'lgan quyosh nurlanishining oqim zichligini aniqlaydi deb taxmin qilingan. Eritish yoki sintezlash jarayonida Al_2O_3 , TiO_3 , MgO , Sc_2O_3 , R_2O_3 , Bi_2O_3 , PbO , SrO , CaO va CuO ning dastlabki oksidlaridan maqsadli moddaning hosil bo'lish reaksiyasi ularning individual xususiyatlarining o'zgarishi bilan bog'liq bo'ladi. Eritish uchun zarur bo'lgan quyosh

nurlanishining zichligini aniqlashga imkon beradigan boshlang'ich oksidlar va maqsadli moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tahlil qilgandan keyingi, muhim qadam fokusli nuqta geometriyasini aniqlashdir. Fokal zonaning energiya va geometrik xarakteristikalarini [5-6] natijalari yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Katta Quyosh pechida berilgan tarkibdagi materialni sintez qilish texnologiyasini ishlab chiqish metodologiyasini ko'rsatadigan misol sifatida $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{C}(n-1)\text{Cu}_n\text{O}_y$ ($n=30$) tarkibidagi o'ta o'tkazuvchan prekursorlarni olish texnologiyasi olindi. Adabiyotda ko'rsatilgan tarkibidagi o'ta o'tkazuvchan materialning xususiyatlari to'g'risida ma'lumot yo'qligi sababli, biz Bi(Pb)-Sr-da olingan Bi/Pb 2201, 2212 va 2223 asosiy o'ta o'tkazuvchan birikmalarining xarakteristikalarini haqidagi ma'lumotlardan foydalandik. Fokus zonasida yuqori hahoratli o'ta o'tkazgich fazalarining shakllanishini ta'minlash uchun quyosh oqimining zichligi, isitish zonasi maydoni va vaqti bo'yicha aniqlangan quyosh radiatsiyasi energiyasini kamida $91-97,5 \text{ Vt/sm}^2$ bo'lishi kerak [8]. Issiqlik bilan ishlov berish zonasida bunday energiyaning yaratish yo'li bilan, taxminan $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{C}(n-1)\text{Cu}_n\text{O}_y$ ($n=30$) tarkibidagi o'ta o'tkazuvchan materialni olish uchun perikursorlarni eritish mumkin. O'ta o'tkazuvchi materiallarning yuqori emissiyasi ijobiy ta'sir ko'rsatishi va haqiqiy quyosh oqimi hisoblangan qiymatdan kamroq bo'lishi mumkinligi hisobga olindi.



3-rasm. (a)-mos keladigan geliostatlarining konstruksiyalari bilan katta quyosh pechi konsentratorining o'rta qismi diagrammasi; (b, c)-geliostatlarining hissasiga qarab katta quyosh pechining fokal zonasida nurlanish oqimi zichligi va energiyasining taqsimlanishi [9].

Fokal zonadagi quyosh oqimining xususiyatlari katta quyosh pechida materiallarning sintezi natijalari, hisob-kitoblar va dastur yordamida baholandi, bu esa quyosh oqimining zichligi bo'yicha taqsimlanishi to'g'risida ma'lumot olish imkonini beradi. Katta quyosh pechining fokus zonasi (3a-3c-rasm) va shunga mos ravishda fokus zonasida quyosh nurlanishi energiyasining ma'lum geliostatlarining parametrlari va xarakteristikasiga va katta Quyosh pechi konsentratorining (Parkent) mos keladigan aks etuvchi yuzasiga bog'liqligi (3a-3c-rasmlar)da keltirilgan. Quyosh oqimining zichligini $91-97 \text{ Vt/sm}^2$ va mos keladigan geometriyaning fokus zonalarini ta'minlay oladigan geliostatlarni ko'rsatadi. Har bir tanlangan geliostatlar guruhi uchun fokus nuqtasining geometrik parametrlarini aniqlash eritish (yoki yonish) zonasida nurlanish oqimining bir xil taqsimlanishini yaratish zarurati bilan bog'liq edi, chunki qizdirilgan material massasidagi harorat gradienti markazda va periferiyada yuqori diffuziya harakatchanligi bo'lgan komponentlarning issiq zonaga tarqalishi va maqsadli materialning stexiometrik tarkibining buzilishi tufayli kompozitsiyaning buzilishiga olib keladi [9]. Eritish yoki yoqish paytida fokusli nuqtaning qat'iy geometriyasidan chetga chiqish mumkin. Keng bir xillik

hududiga ega bo'lgan material va stexiometrik tarkibni saqlab qolinmasa, optik yoki elektrofizik parametrlar bo'yicha qat'iy talablar qo'yiladigan tor bir xillik hududiga ega bo'lgan materiallarni sintez qilish samarasiz hisoblanadi.

XULOSA

Yuqoridagi fikrlarni o'rganib, kuprat o'ta o'tkazgichlar sohasida O'zbekistonda olib borilayotgan tadqiqot ishlari va dunyo olimlarining bu sohadagi natijalari bilan tanishish olingan natijalar tahlilidan, Xitoylik olimlar ko'proq ishning amaliy ahamiyatiga, ya'ni kuprat o'ta o'tkazgichlarni ishlab chiqarishda qo'llashga e'tiborni qaratishgani yaqqol namoyon bo'ladi. Yurtimizda bu soha bo'yicha bir qancha ilmiy izlanishlar olib borilgan bo'lib, kuprat o'ta o'tkazgichli namunalari tayyorlanib, natijalar olinmoqda. Olingan namunalarni yanada takomillashtirib, ishlab chiqarish sohasiga qo'llashga erisha olsak, energetika sohasida juda katta yutuqlarga erisha olamiz. Birgina elektr energiyasi ta'minotida o'ta o'tkazgichlarni qo'llash, mislsiz energiyani tejash imkonini beradi. Bu o'z navbatida murakkab, ko'p vaqt va mablag' talab qiladigan loyihalar hisoblanadi.

REFERENCES

1. D.R.Djuraev, "O'ta o'tkazuvchanlik fizikasi" Toshkent: dizayn-press, 2013.296 b.
2. J.G.Chigvinadze, S.M.Ashimov, J.V.Acrivos, and D.D.Gulamova. / Critical temperature of the superconducting transition of individual phases of multiphase bismuth cuprates after cooling in a magnetic field to a temperature of 77 K. *Low Temperature Physics* 45, 386 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5093517>
3. Daxing Huang, Hongjing Shang, Taiguang Li, Bowei Xie, Qi Zou, Hongwei Gu, Zhifeng Ren, Fazhu Ding. / Superconducting joining of YBCO conductors without a large critical current loss. *Materials Today Physics* 21 (2021) 100567 <https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2021.100567>.
4. Y.Park, M.Lee, H.Ann, Y.H.Choi, H.Lee, A superconducting joint for $GdBa_2Cu_3O_{7-d}$ -coated conductors, *NPG Asia Mater.* 6 (2014) e98.
5. Azimov, S.A., Adilov, G.T., Suleymanov, S.Kh., Gulamova, D.D., and Riskiyev, T.T., Outlooks of usage of solar furnaces in the technology of production of high thermal resistant materials, *Mod. Technol. Mater.*, 1984, no. 4, pp. 276–280.
6. Azimov, S.A., Akbarov, R.Yu., and Pirmatov, I.I., Calculation of the characteristics of solar power plants, *Geliotekhnika*, 1982, no. 3, pp. 26–32.
7. Urusov, V.S., *Energeticheskaya kristalokhimiya (Energetic Crystal Chemistry)*, Moscow: Nauka, 1975.
8. Wesche, R., *Physical Properties of High-Temperature Superconductors*, Wiley Online Library, 2015
9. D.D.Gulamovaa, Kh.N.Bakhronova, S.Kh.Bobokulova, T.I.Gulamovb, D.Yu. Jalilova, and E.B.Eshonkulova *Fundamentals and Methodology of the Development of Oxide Material Synthesis Technologies at the Large Solar Furnace (Parkent)*, DOI: 10.3103/S0003701X21060086. *APPLIED SOLAR ENERGY* Vol. 57 No. 6 2021