

**O.G. To'rayev**

Osiyo xalqaro universiteti o'qituvchisi  
ozodjon.turayev1327@mail.ru

---

## **YUQORI HARORATLI KUPRAT O'TA O'TKAZGICHLAR VA ULARNING QO'LLANILISHI**

**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 ularda 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.

**Tayanch so'zlar:** Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar, kritik harorat, qarshilik, magnit maydoni, kuprat, struktura, bog'lanish, tadqiqot, texnologiya,

---

### **KIRISH**

Karl Myuller va Georg Bednorts<sup>1</sup> 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).

---

<sup>1</sup> 1987 yilda shveysariyalik olimlar G.Berdnors va A.Myuller «Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik hodisasini tajribada kuzatganliklari uchun» fizika sohasida Nobel' mukofoti bilan taqdirlandilar.

- talliy bariy kaltsiy- (TBC-CO),  $T_c = -150$  °C (125 K, kuchli tashqi bosim ostida 166 K gacha ko'tarishi kuzatilgan).
- simob bariy kaltsiy- (HGBC-CO) 1993,  $T_c = -140$  °C (133 K), hozirda eng yuqori kritik haroratga ega kuprat.

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,  $YBa_2Cu_3O_{7-d}$  (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. 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. [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  $R_j = 1,8 \cdot 10^{-15} \Omega$  dan past qarshilikka ega bo`lgan o`ta o`tkazuvchan birikmaga nisbatan qisqa kislorodli tovlanish vaqtdan keyin (40 soat) erishish mumkin. Nihoyat, ikki YBCO qatlamlari orasidagi fazalararo mikrostruktura va birlashma mexanizmi ham o`rganildi [4].

#### **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.

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].



1-rasm. YBCO namunaning Miessner effekti.

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].

#### **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 namunalarni 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.

#### **ADABIYOTLAR RO'YXATI**

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<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-d</sub>-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
10. Boboqulova, M. X. (2025). QON AYLANISH SISTEMASINING FIZIK ASOSLARI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 518-521.
11. Boboqulova, M. X. (2025). SUYUQLIKLARNING YORUG ‘LIK YUTISH KOEFFITSIYENTINI VA ERITMALARNING KONSENTRATSIYASINI ANIQLASHDA OPTIK USULLARNI QO ‘LLASH. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 526-530.
12. Boboqulova, M. X. (2025). MAGNIT BO‘RONLARINING YERGA TA‘SIRI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 522-525.
13. Boboqulova, M. X. (2025). QON AYLANISH SISTEMASINING FIZIK ASOSLARI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 518-521.
14. Boboqulova, M. X. (2025). SUYUQLIKLARNING YORUG ‘LIK YUTISH KOEFFITSIYENTINI VA ERITMALARNING KONSENTRATSIYASINI ANIQLASHDA OPTIK USULLARNI QO ‘LLASH. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 526-530.