

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI  
FIZIKA O'QITISH METODIKASI KAFEDRASI**

**YULDOSHEV ULUG`BEK YULDOSHEVICHNING**

**“5440100-Fizika” ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini  
olish uchun**

**YUQORI HARORATLI O'TA O'TKAZUVCHAN  
MATERIALLARIDA RELAKSATSIYA HODISASIGA ASOSAN  
ION O'TKAZUVCHANLIKNI ANIQLASH**

**mavzusida yozgan**

# **BITIRUV MALAKAVIY ISHI**

**Ilmiy rahbar: F-m.f.n.I.A. Ergashev**

**“Himoyaga tavsiya etilsin”  
Fizika-matematika fakulteti  
dekani: \_\_\_\_\_ prof.A.Q.Tashatov  
“ ”  
\_\_\_\_\_**

**Qarshi-2013**

## MUNDARIJA:

KIRISH.....	4
<b>I-BOB. PIROVSKIT STRUKTURASIGA EGA BO'LGAN BIRIKMALARDA FAZOVIIY O'TISHLAR VA RELAKSATSION HODISALAR</b>	
1.1 SEGNETOELEKTRIK MATERIALLARDA FAZOVIIY O'TISHLAR NAZARIYASI.....	9
1.2 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ BIRIKMASIDA AKUSTIK TADQIQOTLAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR.....	14
1.3 MASALANING QO'YILISHI.....	19
<b>II-BOB. EKSPERIMENTNING METODIK QISMI</b>	
2.1 NAMUNALARNING TAYYORLANISHI.....	20
2.2 AKUSTIK EXO-IMPULS METODI VA O'LCHASH METODIKASI...	24
2.3 TOVUSHNING YUTILISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH METODIKASI (USULLARI).....	32
<b>III-BOB. <math>YBa_2Cu_3O_{7-x}</math> KERAMIKA BIRIKMASIDA RELAKSATSION HODISALARINING TABIATINI TEKSHIRISH</b>	
3.1 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ KERAMIKALARIDA RELAKSATSION HODISALAR TABIATINI 77-300K TEMPERATURA ORALIG'IDA TEKSHIRISH .....	35
3.2 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ KERAMIKALARDA AKUSTIK TO'LQINLAR YUTILISHINING 77-300K HARORATDAGI ANAMAIYASI (ASOSIY XOSSALARIDAN CHETLANISH).....	42
3.3 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ MONOKRISTALLARIDA RELAKSATSION HODISALAR TABIATINI 77-500K TEMPERATURA ORALIG'IDA TEKSHIRISHGA ASOSAN ION O'TKAZUVCHANLIKNI ANIQLASH. XOTIMA VA ASOSIY XULOSALAR.....	46 51

## KIRISH.

Har qanday moddani qanday agregat holatda bo'lishidan qat'iy nazar ularni fizikaviy-ximiyaviy xossalarini, ayniqsa skustik xossalarini bilish, ulardan amaliyotda to'g'ri foydalanishga olib keladi. Bu esa o'z navbatida hurmatli prezidentimiz aytganlaridek tabiat in'om etgan xom-ashyolardan hamda yoqori haroratli o'ta o'tkazuvchan  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  birikmalaridan to'g'ri ilmiy asoslangan holda elektronikada va ishlab chiqarishda foydalanish iqtisodiy samaradorlikni oshiradi[1].

2010 yil 12 noyabr kuni hurmatli prezidentimiz I.A.Karimov O'zbekiston Respublikasi Oliy majlisi qonunchilik palatasi va senatining qo'shma maslisida "Mamlakatimizda demokratik islohotlarni ya'nada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish kontseptsiyasi" mavzusida ma'ruza qildilar[2]. O'z ma'ruzalarida oltita yo'nalishni eng muhim ustuvor vazifalar sifatida belgilab berdilar. Bu yo'nalishlar quyidagi yo'nalishlardir.

1. Davlat hokimiyati va boshqaruvni demokratlashtirish
2. Sud-huquq tizimini isloh qilish
3. Axborot sohasini isloh qilish, axborot va so'z erkinligini ta'minlash
- 4.O'zbekistonda saylov huquqi erkinligini ta'minlash va saylov qonunchiligini rivojlantirish
5. Fuqarolik jamiyati institutlarini shakllantirish va rivojlantirish
6. Demokratik bozor islohotlarini va iqtisodiyotini liberallashtirishni yanada chuqurlashtirish

Oltinchi yo'nalishda raqobat to'g'risida to'xtaldi. Raqobatlasha oladigan har qanday mahsulot yoki shu mahsulotni ishlab chiqaruvchi ilmiy asoslangan bo'lsagina yoki uni ishlab chiqaruvchining ilmiy saviyasi yuqori darajada bo'lganligini bu mahsulot raqobatlasha olishi mumkin ekanligini anglash mumkin.

Ushbu kontseptsiya O'zbekiston zaminida yashayotgan fizik, ximik, biolog, shifokor, muxandis, iqtisodchi, moliyachi, talaba va hokazo, kim bo'lishdan qat'iy nazar hamma uchun dasturul amal bo'lib hizmat qiladi.

**Mavzuning dolzarbligi.** Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallar  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  (YBCO) birikmalari intinsiv ravishda tekshirilmoqda. Bu birikmaga qiziqish undagi yuqori haroratli o'tkazuvchanlikning parametrlarining mavjudligi sintezning nisbatan oddiyliги hamda oddiy kristal strukturasiга ega ekanligidan foydalanib qator yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallarning moduli sifatida qarash mumkun. Bu birikmaning ko'p xususiyatlari asosan uning o'ta-o'tkazuvchanligi kristall panjaraga kiruvchi kislarod ionlarining dinamikasi va stexiometriyasiga bog'liq.

Bu birikmada qator faza (fazoviy o'tishlar) mavjud bo'lib kislarod miqdorining temperaturaga bog'liqligi bilan tekshiriladi. Hozirgi vaqtda adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarning qarama –qarshiligi bu birikmaning aktualligini orttiradi, hamda ularning strukturasi o'rganish uchun juda yuqori sezgir bo'lgan metodlarni qo'llashga to'g'ri keladi. Bunday metodlardan biri ultratovush metodi bo'lib fazoviy o'tishlar, relaksatsiyasi hodisalari, kristall panjaradagi defektlarni o'rganishda qo'llaniladi.

Yuqoridagi metodlar bilan mikroskopik jarayonlarda atomlarning sakrashi evaziga fazoviy o'tishlar sodir bo'ladi.

Atomlarning termoaktivatsion jarayoniga mos keluvchi temperaturalar namunada atomlarning tebranish chasotasiga mos keladi. Buning natijasida temperaturaga bog'liq bo'lgan relaksatsiyani aniqlash mumkin, qaysi kim namuna bo'yicha tarqalayotgan ultratovush to'lqinlari orqali fazoviy o'tishlar bo'lgan holda yutilishning maksimum cho'qqilari chastotaga bo'g'liq bo'lmasdan maksimum temperaturalarining fazoviy o'tishlariga mos keladi. Asosiy masala yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik birikmalarda o'ta o'tkazuvchanlik holatiga fazoviy o'tishlarning mavjudligidir.

Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallarga bo'lgan qiziqish ularning amaliyotda qo'llanilishiga bog'liq. Hozirgi vaqtga kelib eksperimental tadqiqodlar natijalari shuni ko'rsatadiki yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan

materiallar elektron texnikada quyidagi qurilmalarni ishlab chiqishda qo'llanilmoqda.

Harorat sezgirligini ancha katta bo'lgan va  $T=78K$  temperaturada ishlaydigan katta diapazondagi to'lqin uzunliklarini qabul qila oladigan bolometrlar va hokozo.

**Bitiruv malakaviy ishining asosiy maqsadi**  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  birikmasida 77-550 K temperatura intervalida akustik anomaliya xususiyatlarini va tabiatini, relaksatsion hodisalarni nazariy hisoblash, taqqoslash va o'rganishdan iborat. Yuqoridagi maqsadlarga erishish uchun bitiruv malakaviy ishida quyidagi masalalar qo'yilgan.

- Akustik exo- impuls metod qurilmasida UT tulqinlarining yutilishi koefitsientining absolyut qiymatlari uchun modernizatsiya qilish.
- $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  birikmasidagi struktura relaksatsiyalar va fazoviy o'tishlarni olingan natijalarga asoslangan holda taqqoslash.
- $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  birikmalari kiramik va monokristal namunalarida 77-550K va 10-150MGs chastotalariga ultratovush yutilishini o'lchash.

Tekshirish obekti sifatida bitiruv malakaviy ishida  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  kiramika va har xil o'lchashiga monokristal birikmalari olingan, o'lardagi spektrlarga asosan super ion o'tkazuvchanlikni hisoblash

**Tekshirish metodi.** Eksperimental tekshirishlar (Yu.H.O'.O'M)  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  keramika va monokristal birikmalarini akustik exo-impuls metodi bilan (10-150MGs) chastota diapozonida ultratovush to'lqinlarining yutilish bilan o'rganildi.

Yuqori chastotalarini olishdan asosiy maqsad past chastotalarga nisbatan yuqori chastotalarda yuqori haroratli o'ta o'tkazgich matiriallar ultratovush to'lqinlarini yutilishini qayd qilish ancha kuchli va aniqlik darajasi katta.

**Bitiruv malakaviy ishining ilmiyligi.** BMIda olingan natijalar  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  birikmasiga fazoviy o'tishlar tabiatini tushuntirish uchun yetarli

emas. Shuning uchun yuqori haroratdali o'ta o'tkazuvchan materiallarni akustik xususiyatlarini hamda akustik parametrlarini o'rganib hozirgi zamon asbob- uskunalar ishlab chiqarishga tadbiq etishdan iboratdir.

**Birinchi bob** segnetikelektrik materiallarda hamda  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmalarda fazoviy o'tishlar nazaryasiga asoslangan materiallar berilgan. 1-bo'limda asosan pirovskit strukturasiga ega bo'lgan segnetoelektrik materialdagi fazoviy o'tishlar va  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmalari ham qaralgan. Keng qamrovli temperatura diapazonida tekshirishlarning mexanizmlari chastota va kislarod miqdorining ( $\text{O}_{7-x}$ ) stixiyometriyalari. Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar taxliliga asosan muammoning **aktualligi** masalani qo'yilishi maqsadi va tekshirish masalalari qayd etilgan.

**Ikkinchi bob** asosan B.M.I da tekshirishlarni bajarishga qo'llanilgan metodikaga bag'ishlangan. Har xil kislarod miqdoriga ( $\text{O}_{7-x}$ ) ega bo'lgan namunalarni olish uchun ( $900-670^\circ \text{C}$ ) haroratda termik ishlov berilib suyuq azotdan qayta ishlab berilgan  $x=1$  ga teng bo'lgandagi kislarod miqdoridan namuna yuqori haroratda ( $800^\circ \text{C}$ ) vakuumda tayyorlangan. Kislarod miqdori namunada C parametriga asosan rentgenografik usulda aniqlangan. Bu bo'limda akustika exo-empuls metodi bilan ultratovush to'lqinlarining yutilish metodikasi qisqacha bayon etilgan.

**Uchinchi bobda** akustik to'lqinlarining keramika va monokristall namunalari  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  da  $550-77 \text{ K}$  va  $77-77 \text{ K}$  harorat intervalida tekshirilgan natijalarning qiymatlari berilgan. Har xil kislarod miqdoriga ega bo'lgan namunalari tekshirilgan  $100 \text{ K}$  temperaturada ultratovush yutilishining maksimum qiymati aniqlangan. Hosil bo'lgan cho'qi 1-tartibli fazoviy o'tishlar natijasida hosil bo'lgan  $230-80 \text{ K}$  temperatura intervalida ultratovush to'lqinlarining yutilishi natijasida ulkan temperatura gisterizisi aniqlangan. Xuddi shuningdek keramika va monokristallar birikmalarda ultratovush

to'liqlarining yutilish anomaliyalari 290-250 K va 400-470 K haroratga ham aniqlangan. 280-230 K temperatura intervalida aniqlangan temperatura gesterezi 230 K temperaturada fazoviy o'tishlar bilan hosil bo'lgan. Olingan spektrlarning interpritatsiyasi berilgan. Undan tashqari yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan material monokristalga 300-550 K temperatura oralig'iga relaksatsion hodisalarga ham bog'langan bo'ylama ultratovush to'liqlarini 10-150mGs chastota intervalidagi tovush to'liqlar yutilishining temperamentiga bog'liqligi o'lchangan. Bunga asosan materiallarda superion o'tkazuvchanlik hisoblab topilgan, yani  $\tau = 1.7 \cdot 10^{-2} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ .

# I BOB. PIROVSKIT STRUKTURASIGA EGA BO'LGAN BIRIKMALARDAGA FAZOVIY O'TISHLAR VA RELAKSATSION HODISALAR.

## 1.1 SEGNETOELEKTRIK MATERIALLARDA FAZOVIY O'TISHLAR NAZARIYASI.

Hozirgi vaqtda shu narsa ma'lum bo'ldiki perovskit strukturasi ega bo'lgan birikmalarga kislarod elementining defektligi munosabati bilan o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tadigan birikmalardan biri  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ . Bitiruv malakaviy ishining kirish qismida ko'rsatilganidek yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik materiallarda segnetoelektrik fazoviy o'tishlarning mavjudligi haqida adabiyotlarda mulohazalar yuritilganligi asosiy rol o'ynaydi.  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmalarda akustik exo-impuls metodi bilan fazoviy o'tishlarni tekshirishga kirishishdan oldin segnetoelektrik materiallarda fazoviy o'tishlarni perovskit strukturasi mos bo'lgan  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmalarida ham asosiy aspektlarni ham qarab chiqish lozim.

Birinchi tur fazoviy o'tishlar kristallarda sakrab o'zgaradi. Ikkinchi tur fazoviy o'tishlar nuqtasida esa kristallning simmetriyasiga olib keladi. Moddalar holatining bunday o'zgarishi yashirin issiqlikning yutilish yoki bo'linishi evaziga sodir bo'ladi. Shuning evaziga sakrash sodir bo'ladi. Yuqori simmetriyali fazoda past simmetriyali fazoga o'tish panjara atomlarining siljish evaziga yoki bo'lishi mumkin bo'lgan taqsimotlarga asosan sodir bo'ladi. Shunda tartibli –tartibsiz fazoviy o'tishlar sodir bo'lishi mumkin.

II-tur fazoviy o'tishlar termodinamika asoslariga uning tabiatiga bog'liq bo'lmasdan Landau nazariyasiga mos keladi. Segnetoelektrik fazoviy o'tishlar tartib parametrlari spontan qutblanish xizmat qiladi. Bular kristall panjaralar ostidagi atomlarining siljish evaziga yoki molekulalar guruppasining yoki atomlarining tartiblashuvi natijasida vujudga keladi. Landau nazariyasiga



asoslangan segnetikelektrik nazariyasi Geyznburk va Devonshir tomonidan rivojlantirilgan. [3,4]

Fazoviy o'tishlar nazariyasi sistemaning dinamik holatlarini yozishda o'zining keyingi rivojlantirishiga muvofiq ravishda Landauning quyidagi ishlarida sazovor bo'ldi. Bu nazariya yordamida fazoviy o'tishlar chegarasida akustik to'lqinlarning tezligi va yutilishi ifodasiga erishdi.

Keyinchalik [5,6] ishlarida fluktatsion jarayonning roli hisobga olinib diffektlari bo'lmagan ya'ni ideal segnetoelektrik kristallarda fazoviy o'tishlar nuqtasi yaqinida dispersiya va tovushning yutilishi ikki relaksatsiyasi va fluktatsion mexanizmlar hisobida topish mumkin.

Relaksatsion yutilish akustik deformatsiya tovush to'lqini va qutblanish orasida chiziqli bog'lanish mavjudligi hisobiga vujudga keladi.

Fluktatsion yutilish esa qutblanishning fazoviy bir jinsli bo'lmagan issiqlik fluktatsiyasi hamda tovush to'lqinlarining o'zaro ya'sirlashuvidan hosil bo'ladi. Ikkala mexanizm ham yutilishning eksperimental kuzatishlarida har xil hissa qo'shadi.

Agarda kristallar simmetriyasi elementlari orasida Kyuri nuqtasidan yuqori nuqtalarda simmetriya markazi bo'lmasa kristal pezoelektrik bo'lsa yutilishning relaksatsion mexanizmi Kyuri nuqtasi atrofidan tashqari barcha  $T_c$  temperatura intervalining quyi va yuqori nuqtalarida o'zining ma'lum hissasini qo'shadi. Agarda kristall parafazada pezoelektrik bo'lmasa u holda relaksatsion yutilish  $T > T_c$  da faqat deformatsiya va elektr qutblanishining elektrostrission o'zaro ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'ladi va effekt juda kamligi, zaifligi uchun kuzatilmaydi. Bu holatda tovushning yutilishi Kyure nuqtasidan yuqori butunligacha fluktatsion mexanizm ham birgalikda shunga olib keladiki, Kyure temperaturasi  $T_c$  yaqinida tovushning yutilish cho'qqilari va minimum tezlik kuzatiladi. Bu anizotropiyada tezlik va ultratovushning yutilishi o'rni mavjudligidan dalolat beradi.

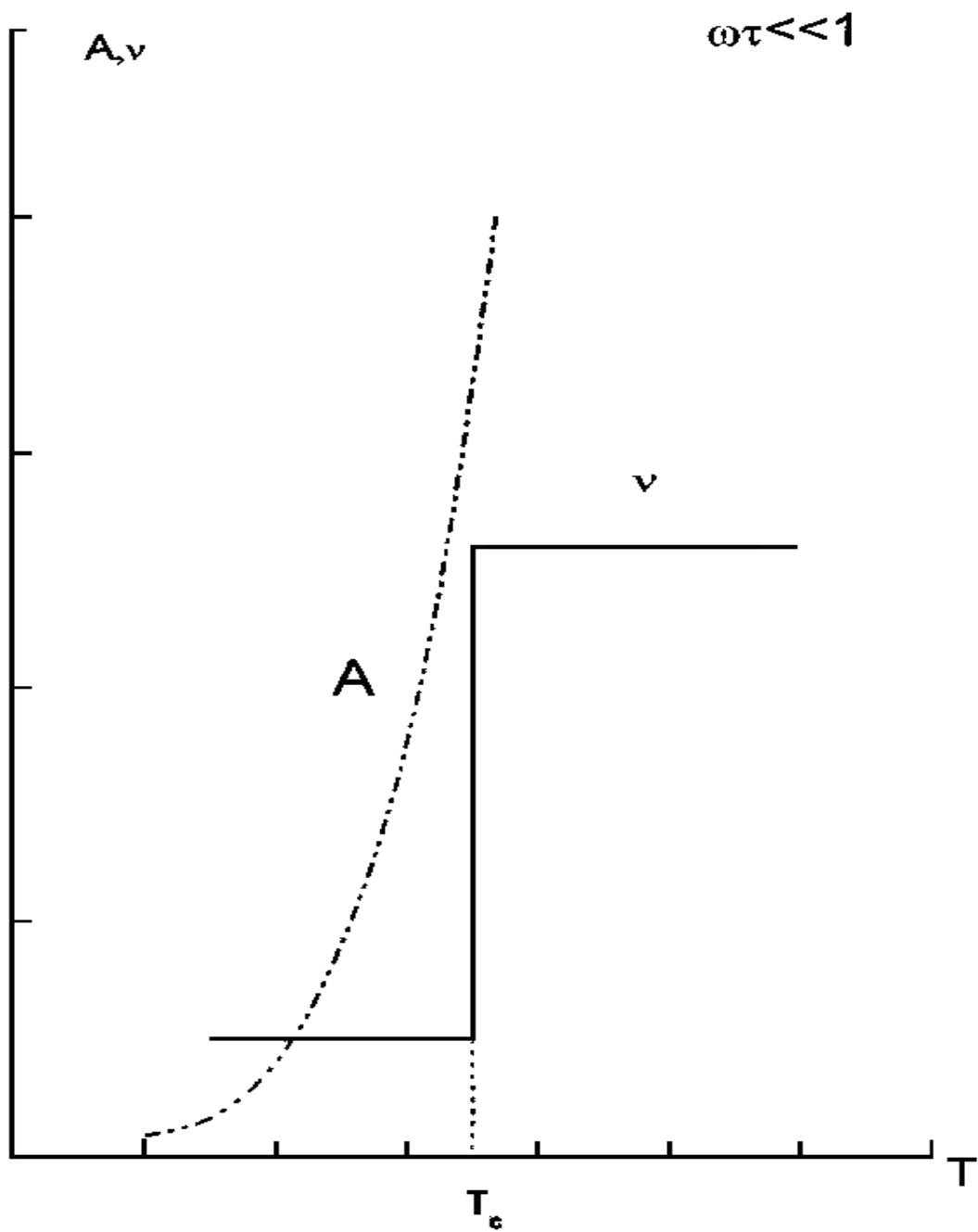
Segnetoelektrlarda II-tur faziviy o'tishlarni tushuntirish nazariyasida qutblanishning issiqlik fluktatsiyasiga asoslangan holda boshqacha nuqtai-nazarda qaraladi.

Landau nazariyasida qutblanish fluktatsiyasi hisobga olinmaydi. Unda to'liq bo'lmagan termodinamik potensial qaraladi, ya'ni kristalning bitta erkinlik darajasiga bog'liq bo'lgan hajmi bo'yicha bir jinsli bo'lgan parametrning tartibi  $\eta$  spontan qutblanish qaraladi. O'z navbatida Kyure nuqtasi atrofida tovush to'lqinlarini qutblanish fluktatsiyalari bilan o'zaro ta'sirlashuvi ultatovush tezligining kamayishiga simmetrik va simmetrik bo'lmagan fazolarda yutilish koeffitsiyentining ortishiga olib keladi.

Shunday qilib tovushning yutilishi o'tish temperaturasidan past temperaturalarda issiqlik flukuatsiyasining kuchayishi va Landau Xalatnikov relaksatsion mexanizmlar bilan bog'liqdir.

$T > T_c$  holatda parafazada pezoefektga ega bo'lmagan segnetoelektrlarda akustik anomaliya ya'ni chetlanish hosil bo'lishiga qutblanish fluktatsiyasi asosiy rol o'ynaydi.

Agarda  $T \rightarrow T_c$ ,  $\tau$  ortadi,  $T = T_c$  bo'lgan holda esa  $\mathcal{G}$  tezlik bilan  $\mathcal{G}_\infty$  qadar ortadi va  $\omega\tau$  birlik tartibda bo'lib keyinchalik ortib boradi. (1-rasm)



**1-rasm.** Landau-Xalatnikov nazariyasiga asoslangan fazoviy o'tish oblastida tovush tezligi va yutilishi koeffitsientini temperaturaga bog'liqligi.

Bir o'qli segnetoelektrlarda Landau-Xalatnikov relaksatsion hodisasi faqat tovush to'lqinlarining tarqalishi va qutblanishi aniq yo'nalishlarda, qachonki akustik deformatsiya C o'q yo'nalishlariga elektr qutblanish va elektrostruksion o'zaro ta'sir bilan bog'lagan holatdagina kuzatiladi.[7]

Uzoqdan ta'sir etuvchi Kulon [8] kuchlari ta'sirda bir o'qli kristallarda qutblanish fluktuatsiyasi sezilarli darajada kuchsizlanadi. Natijada bunday kristallarning akustik xususiyatlari ( $T - T_c$ ) kichik qiymatlarida ham Landau-Xalatnikov nazariyasi chegarasida yozilishi shart va bunday chetlanish fluktatsion effektdan emas balki boshqa sabablar birinchidan real kristallar strukturasi ko'p sonli nuqtaviy defektlarning mavjudligidir.

## 1.2. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ BIRIKMASIDA AKUSTIK TATQIQOTLAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR.

O'ta-o'tkazuvchilik effekti azot temperaturasi (22K) da 1987-yil boshlarida Amerika Qushma Shtatlarining Xuyuston universitetida „P Chu va Amerikei Bell“ laboratoriyasi kompaniyasi B. Batlogg biroz vaqtdan so'ng sobiq SSSR FA P.N Lebedev nomli Fizika institutida qayd etildi. Ikala holatda ham o'ta o'tkazuvchanlik material sifatida tarkibida boriy (Ba) mis oksidi (CUO) va lanton (la) maxsus keramika qo'llandi.

Amerika Qo'shma Shtatlarida bu muammolar bilan Xyuston universitetidan P chy va Ameriken telegrat end telefon Bell” labaratoriya kompaniyasidan B Badlogg sobiq SSSR FA Fizika institutidan A. Golavalikin rahbarligida laboratoriya hodimlari shug'ullandilar.

Perovskit strukturasi ega bo'lgan yuqori haroratli o'ta –o'tkazuvchan materiallar aniqlangandan keyin o'ta o'tkazuvchanlikka o'tishlarda tashabbuskor sifatida segnetoelektrek fazoviy o'tishlar haqida savol tug'ildi.

Metalloksidlar xususiyatlariga bag'ishlangan ko'pgina ilmiy maqolalar paydobo'ldi. Metalloksidlar orasida ko'proq  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmalari batafsilroq tekshirildi. Yuqori haroratli o'ta –o'tkazuvchan keramika  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  da akustik tekshirishlarga bag'ishlangan ishlarda 60-80K va 200-250K temperatura intervallarida ularning elastik xususiyatlarini xarakterlovchi ulkan temperatura gisterezisi aniqlandi. Bu gisterezisning shu temperature oblastida mavjudligi va uni tekshirilayotgan materiallarning real strukturasi ularning termaishlovlar natijasida olinishini aniqlaydi. [9] Ishga o'rnatildiki katta o'lchashga ega bo'lgan keramik namunalarda temperatura mikroskop yordamida qaralganda tovush tezligining ikkilangan gisterezis strukturasi aniq aks ettirilgan ammo gisterezis kichik o'lchamga ega bo'lgan namunalarda mavjud emas. Yuqoridagi ishga tovush tezligi gisterezisining tabiyati haqida biron takliflar aytilmagan. E'tiborni qozonadigan [10] ishda X

ning har xil qiymatlarida ikkilangan chegara atrofida muayyan joydagi fazoviy o'tishlar aniqlanganligi etiborni qozonadi.

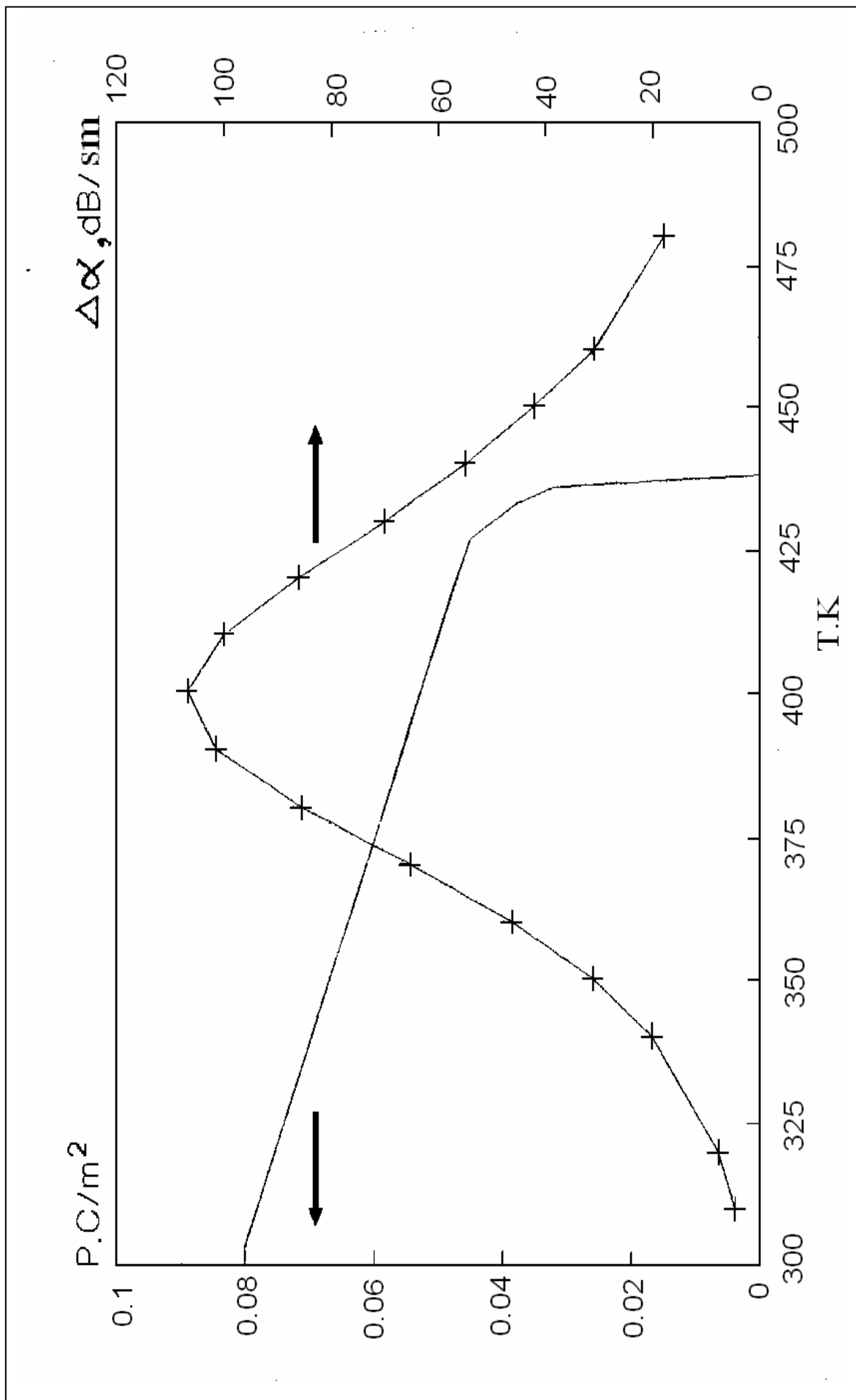
Yuqorida qayd etilganidek [10] ishning natijalaridan imkoniyatlar ko'rinadiki,  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmasida gisterezisning temperatura xususiyatlari ikkilamchi chegaralar bilan bog'liqligidan shunday xulosa qilish mumkun. Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  kiramikasida  $T_c=60\text{K}$ , 90-200K temperatura intervalida tabiatan ikki xil xususiyatga egadir. [11] ishlarida  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramekasida ultra tovushning tezligi va yutulishi o'lchangan edi. Bo'ylama to'lqinning xona temperaturasida orto-I va tetro-II namunalarida taxminan mos ravishda  $4,5 \cdot 10^5$  sm/s va  $4,9 \cdot 10^5$  sm/s tempera. Temperaturani pasayishi bilan tovush tezligi monoton ravishda ortib boradi. Temperaturaning pasayishi bilan tovushning yutilishi esa kamayib bordi. Orto-I va tetro-II larning farqi shundan iboratki orto-I katta qattqlikka ega 13 MGs chastotada orto-I da 250 K va tetro-II da 220 K atrofida keng maksimumlar kuzatilgan.  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  da otrorombik va tetragonal fazalar akustik to'lqinlarning yutulishidan temperaturaga bog'liqligi eksperimental tatqiqot qilindi. [12]

Keramik texnologiyalar asosida tayyorlangan yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan meterillarda akustik to'lqinlarning uyg'otilishi yuzasidan o'tkazilgan tatqiqotlardan olingan natijalarda asosan ultratovushning tezligi va yutulishiga xos natijalar ba'zan o'ta o'tkazuvchanlikka o'tish temperaturasidan yuqori  $T_c$  temperaturalarida kuzatiladi. Hajmiy akustik to'lqinlarida tezlikning gisterezis hodisasining namayon bo'lishi qiziqish uyg'otadi. Gisterezis ba'zan  $T_c$  yaqinida va  $T_c$  dan past 200-240 K temperaturalar kuzatiladi. Gisterezis ba'zan temperaturaning birhil bo'lmagan funksiyalari hisoblanib namunalarning tayyorlanish tarixiga bog'liq. [13] Shuning uchun kuzatilgan temperaturaviy chetlanishlarni tushuntirib berishda ayrim qiyinchiliklar yuzaga keladi.

Yuza bo'ylab tarqalayotgan akustik to'lqinlar klin ko'rinishdagi  $\text{C}_d\text{S}_3$  va emperatu pezoqatlam o'zgartiruvchi qo'llanilgan va uyg'otilgan.

Qator namunalar [14] metalloksid tipdagi keramikalarda  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  fizikaviy xususiyatlari tahliliga oid tadqiqotlarda asosan bu sistemalarda 2 ta fazoviy o'tishlar to'liqligicha kuzatilgan. Elektronli sistemalar tagiga va strukturaviy fazoviy o'tishlardagi bu o'ta o'tkazuvchan fazoviy o'tishlar ortorombik va temperatura fazolarning qaytara oladigan aylanishlaridan hosil bo'lgan. Bundan tashqari segnetoelektrik fazoviy o'tishlar haqida ham ma'lumotlar paydo bo'ldi. Ya'ni spinli sistemalar tagidagi [15] fazoviy o'tishlar kislarodlar panjarasi [16] fazoviy o'tishlarga o'zgaradigan fazoviy o'tishlar paydo bo'ldi.

$T \sim 320\text{K}$  temperaturadagi anomaliya uzliksiz tipdagi fazoviy o'tishlar natijasida  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  ( $x=0,8$ ) hosil bo'lganligidan dalolat beradi. Avtorlar [17] panjara doimiysi va temperatura bilan bog'liqlikdan spontan qutblanishning temperaturadagi grafigini tuzib unda 430K atrofida qiymati xona temperaturasida  $10 \text{ mk kl/sm}^2$  yopiq fazoviy o'tishlar haqida ma'lumot berdilar. [2-rasm]



2-rasm. [17]Berilgan ishdagi ma'lumotlar bo'yicha spontan (o'z-o'zidan) elektr qutblanish



Shunday qilib yuqorida sanab o'tilgan ma'lumotlar yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallar  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  da segnetoelektrik fazoviy o'tishlar haqidagi eng so'nggi ma'lumotlar degani emas. Asosiy e'tibor [18] qaysi-kim  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramika va monokristallarda 80-300K temperatura intervalida issiqlik EYuK  $S=f(T)$  temperaturaga bog'liqligi o'rganilgan. Mualliflar  $T \sim 215$  K temperaturada monokristallarda  $T \sim 240$  K polikristallarda issiqlik EyuK fazoviy o'tishlar evaziga hosil bo'lganligini ta'kidladilar.

### **1.3. MASALANING QO'YILISHI VA BO'LIM BO'YICHA XULOSALAR.**

Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallarda ultratovushli tadqiqotlar bo'yicha adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar quyidagicha xulosalar qilishga imkoniyat beradi.

1. Hozirgi davrgacha YuHO'O'M keramikalarida ultra tovushli tadqiqotlar bo'yicha juda ko'p natijalar olingan
2. Tadqiqot natijalari har xil bo'lishiga qaramay ularda umumiylik mavjud, ya'ni 400-470K 220K, 100K va 50K temperaturalarda ittriy keramika 1-2-3 sezgir strukturaviy anomaliya (chetlanish) bilan bog'liqdir.
3. Issiq EYuKning temperaturaviy bog'liqligi  $T \sim 220-240K$  temperaturalaroralig'da fazoviy o'tishlar mavjudligi taxmin qilinadi.
4. Ultratovush to'lqinlarining keramika materiallarida tarqalish tezligining gisterezis hodisasi ba'zan  $T_c$  dan yuqori va ba'zan  $T_c$  past temperaturalarda mavjudligi qiziqish uyg'otadi.

## **II BO'LIM. EKSPRIMENTNING METODIK QISMI.**

### **2.1 NAMUNALARNING TAYYORLANISHI.**

Yuqori haroratli keramika va monokristallarni tayyorlash texnologiyasi.

YuHO'O'M 123 tarkibli keramik va monokristall namunalar uch etapda tayyorlanadi: shixtallarni (pechga toshlanadigan aralashmalar) olish keramikalarni qizarib yaxlit bo'lak hosil qilish kislorod atmosferasida kuydirish. Keramikali qizdirish kuydirish mufel pechida olib borildi. Asosiy holda  $\text{CuODa}(\text{NO}_3)_2\text{Y}_2\text{O}_3$  markali elementlar olinib spirt aralashtiriladi va ochiq havoda quritiladi, so'ngra  $830\text{-}850\text{ }^\circ\text{C}$  qizdiriladi. Shu yo'sinda olingan shixtalardan zich joylashgan keramika namunalar tayyorlanadi. Keramikalar  $930\text{-}940\text{ }^\circ\text{C}$  temperaturada bir necha soat davomida vakuumda yoki havoda masalaning qo'yilishiga qarab qizdiriladi.

**Namunalar tayyorlashning ba'zi xarakteristikalarini.**

**(1-jadval)**

<b>№</b>	<b>X</b>	<b>C, Å</b>	<b>O, Å</b>	<b>T<sub>c</sub>, K</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>11.67</b>	<b>3.813</b>	<b>92</b>
<b>2</b>	<b>0.2</b>	<b>11.71</b>	<b>3.825</b>	<b>83</b>
<b>3</b>	<b>0.4</b>	<b>11.74</b>	<b>3.846</b>	<b>56</b>
<b>4</b>	<b>0.8</b>	<b>11.81</b>	<b>3.859</b>	<b>-</b>
<b>5</b>	<b>1</b>	<b>11.84</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>6</b>	<b>0</b>	<b>11.67</b>	<b>3.813</b>	<b>92</b>

Undan keyin keramik namunalar  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  formula bo'yicha kislorod miqdori  $x=0$  ga teng bo'lgunga qadar ortorombik fazo hosil qilish maqsadida kislorod atmosferasida qizdiriladi. Monokristallar esa  $3*3*3\text{mm}^3$  o'lchamdagi silindr ko'rinishda  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (konund) stakanchaga joylashtirilib shixta siqilib qaytadan  $950-1000^\circ\text{C}$  temperaturalarda qizdirilib  $0,5-0,1\text{grad/soat}$  tezlik bilan sovutiladi.

Kislarod miqdorini qisman  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  chiqarish va kerakli miqdordagi ( $x=0\div 1$ )kislorodni hosil qilish uchun:  $x<0,1$  ni hosil qilish uchun gaz atmosferasida 15 soat davomida portsial bosim ostida yuqori temperaturali ishlov beriladi. Shundan keyin esa suyuq azotda qotiriladi.

Namunalarni olish texnologiyasi 2-jadvalda keltirilgan.

**NAMUNALARNI OLISH TEXNOLOGIYASI.**

**2-jadval**

№	O <sub>7-x</sub>	Qizdirish toblash muhiti	Ushlab turish temperaturasi	Panjara parametri		Ushlab turish vaqti
				a, Å	c, Å	
1	x=0			3,813 Å	11,67 Å	
2	x=0.2	Atmosfera bosimida Azot N <sub>2</sub>	670°C	3,825 Å	11,71 Å	15 soat
3	x=0.4		835°C	3,830 Å	11,74 Å	15 soat
4	x=0.8		890°C	3,859 Å	11,84 Å	15 soat
5	x=1	Vakuumda 10 <sup>-5</sup> mm.sim.ust	800°C		11,84 Å	4 soat
6	x=0			3,813 Å	11,67 Å	

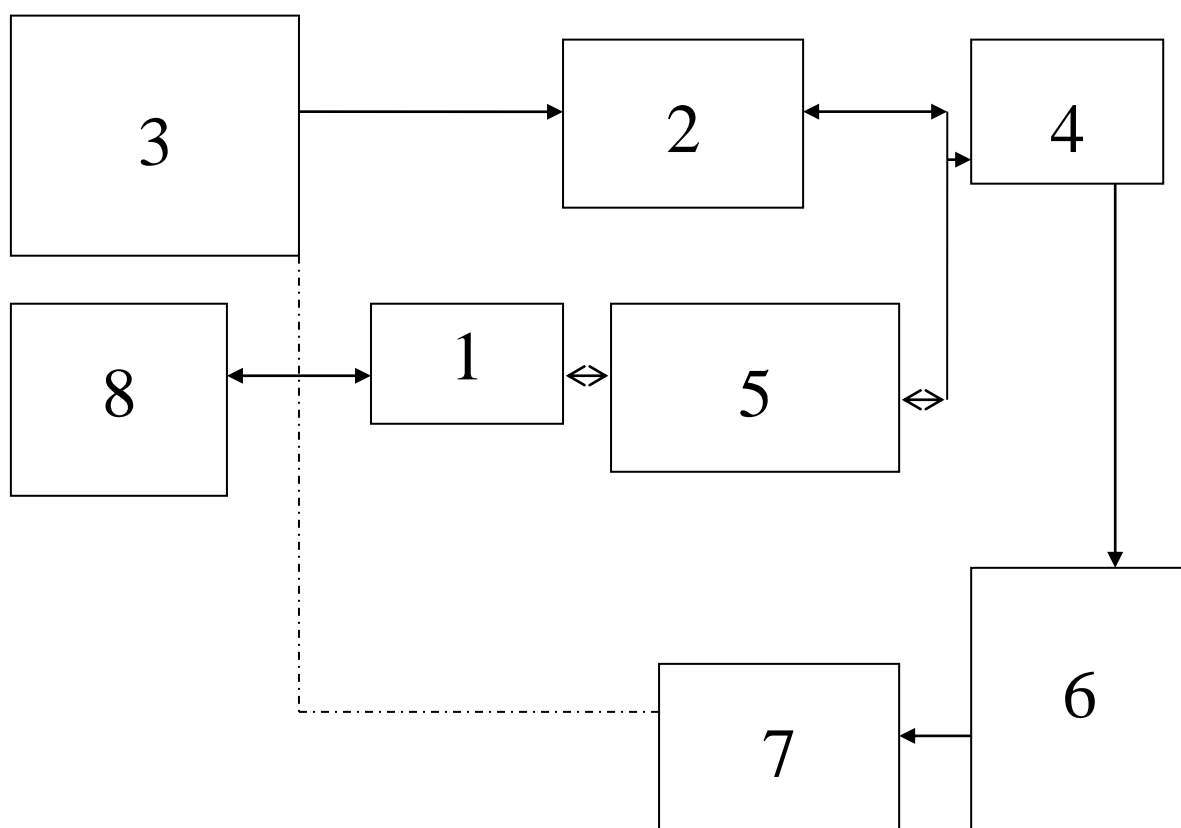
## **2.2 AKUSTIK EXO-IMPULS METODI VA O'LCHASH METODIKASI.**

Tatqiqotlar o'tkazishning asosi etib exo-impuls metodi o'rin egallagan. Bu ishgacha yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallar ultratovush tatqiqotlari 1-bo'limda ko'rsatilganidek (10 MGs dan) past chastotalarda o'tkazilgan YuHO'OM da yuqori chastotali ultratovush to'lqinlari bilan tadqiqotlar o'tkazilganda yutilish anomaliyalari aniq ravshan kuzatishga imkoniyat berardi.

Shunday bo'lsada yuqori haroratli o'ta-o'tkazuvchan keramika va monokristallar yuqori chastotali (10-150MGs) oblastda ultratovushning kuchli sochilishiga sababli zarralar chegaralari orasidagi kichik to'lqin uzunligining mavjudligi xuddi shuningdek zarrachalar o'lchamlari bilan ultratovush to'lqin uzunligining chastotasi tatqiqotlarni o'tkazishni qiyinlashtiradi. Shuning uchun yuqori chastotali oblastda o'lchash sezgirligini oshirish talab etiladi.

Namunalarda ultratovush yutilishini o'chash uchun uning yassi parallel tomonlariga perpendikulyar holda juda qisqa namuna bo'ylab tovushning o'tish vaqtiga taqqoslaganda yuqori chastotali ultratovush impulslari kiritiladi.

3-rasmda qurilmaning blok sxemasi ko'rsatilgan.



**3-rasm.** Qurilmaning blok sxemasi

1-namuna, 2-YuCh-generatori, 3-GZ-19 – uzatuvchi generator, 4- yuqori chastotali kuchaytirgich, 5- moslama, 6- yuqori chastotali kuchaytirgich, 7-ossillograf, 8-millivoltmetr, 9-termopara.



Tashkil etilgan yuqori chastotali generator (2) bilan (5) moslama orqali radioimpuls pezoog'zgartiruvchiga va uning yordamida (1) namunaga tovush impulslari yuboriladi. Qarama-qarshi tomondan qaytgan to'lqin pezoog'zgartirgichga qaytadi va bir qismi yana elektromagnit signallarni (4,6) yuqori chastotali kuchaytirgich orqali exo-impuls seriyalari ko'rinishida (7) ossillografga kelib tushadi.

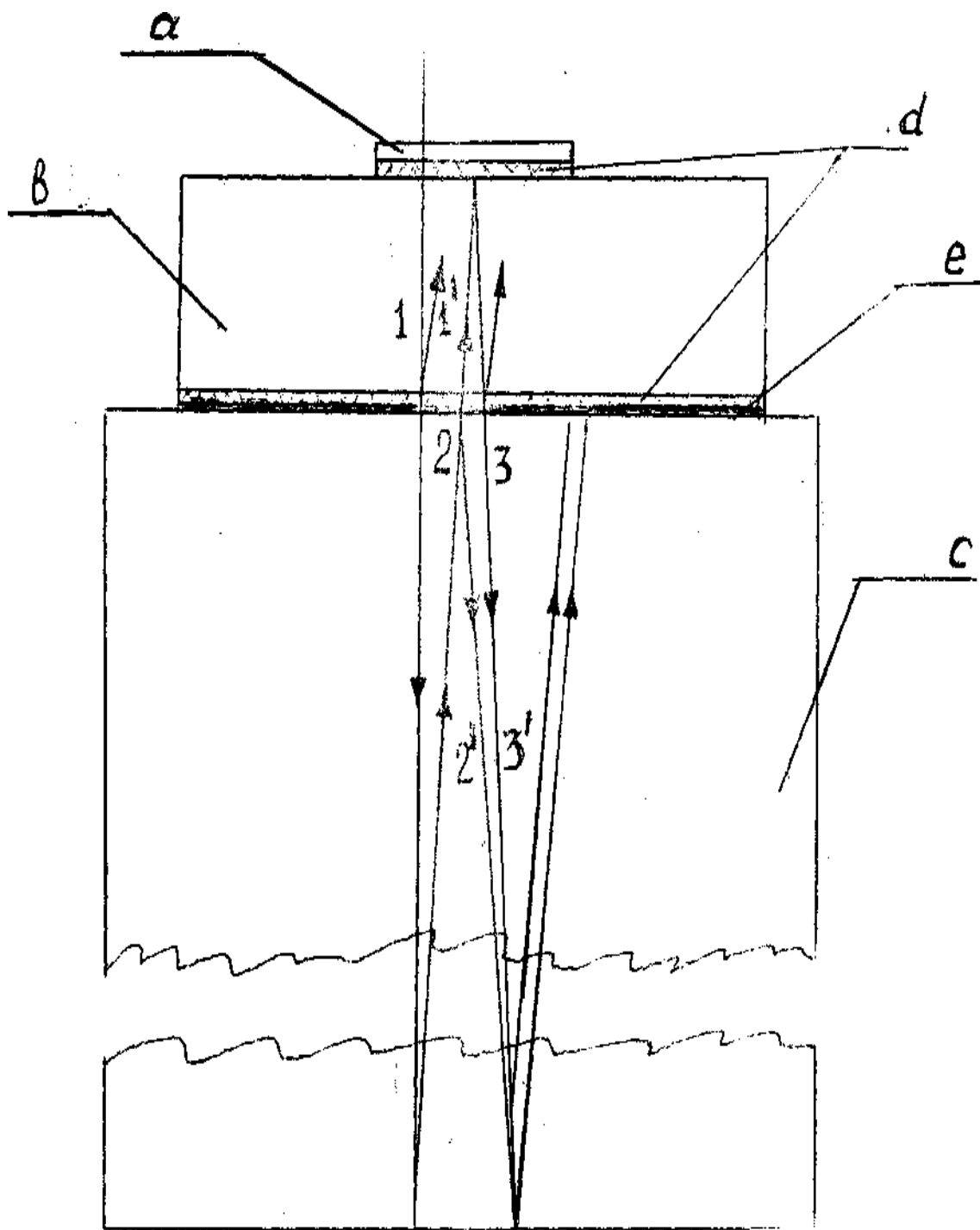
O'lchash qurilmasida quyidagi asboblardan ishlatilgan yoki qo'llanilgan: 10MGs diapozonda УД2-12 30-200 MGs diapozon uchun Г3-19А, Бу- (yuqori chastotali) X5-5А kuchaytirgich va П5-2 qabul qilgich. Temperatura 77-300 K da mis-konstanta, 77-550K xromel-kopel termoparalari yordamida o'lchanadi. 77-300 K temperatura intervalida o'lchanayotgan namuna azot bug'ida joylashgan 300-500K intervalida esa muhitni o'rab tirgan atmosferada namunani ushlab turuvchi ushlagich 4-rasmda ko'rsatilgan.



Tovush impulslarini kiritish uchun niobat liteydan yasalgan pezoelektrik o'zgartiruvchi 1, qaysi kim namunaning yassi parallel tomonlaridan biriga yelimlanadi 2. Peredatchikdan uzatuvchi o'zgartiruvchi asosiy chastotasida yoki toq garmonikasida ishlaydigan radioimpuls 3-o'zgartiruvchi namunaning parallel tomonlariga bosib qo'yiladi, pezoelektrik effekt natijasida elastik to'lqin uyg'onib namuna bo'yicha tarqaladi.

Qaytishga va o'tishga asoslangan ish turini tanlash tajriba jarayoniga bog'liq. Uyg'otuvchilar yordamida bo'ylama yoki ko'ndalang to'lqinlarni uyg'otish mumkin.

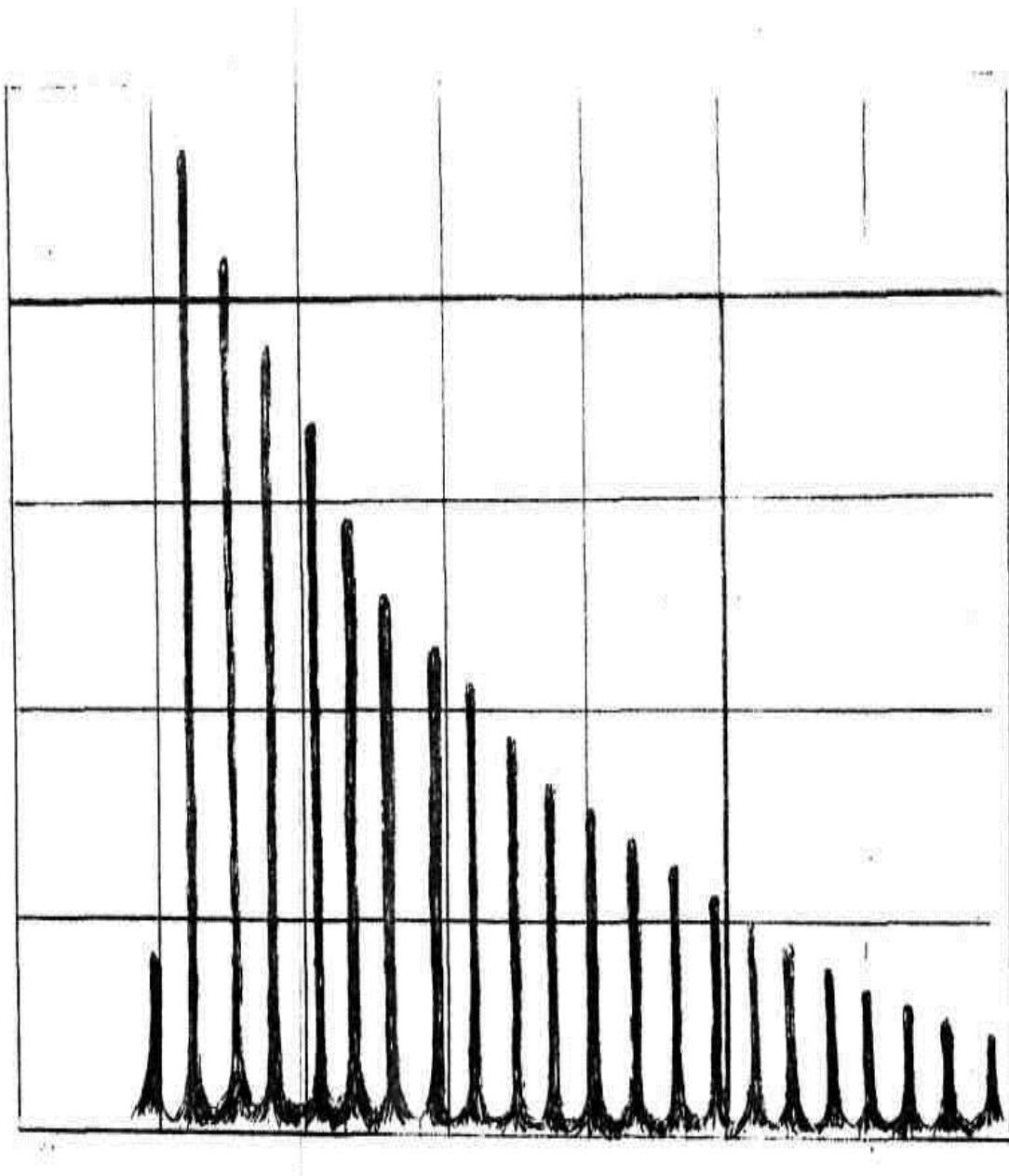
Dastlabki impuls namunadan o'tayotib, namuna havo chegarasidan tovush to'liqligicha qaytadi. Namuna - uyg'otuvchi chastotasi orqaga qaytadi, u yerdan diyarli bir qismidan tashqari hamma tovush energiyasi yana namunaga qaytadi. 4-o'zgartiruvchi yordamida qaytgan impulsning kichik energiyasi (5-rasm) qaytadan elektr signallariga aylanadi.



5-rasm. Bufer-namuna-uyg'otuvchi sistemasi. a) nisbiy litiydan ( $\text{LiNbO}_3$ ) tayyorlangan tovush uyg'otuvchi. b)  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  namuna c)  $\text{SiO}_2$  –kvars (300-550 K) dan yoki Ge-germaniydan (77-300 K) yasalgan bufer. d) kley, e) yutqa tillo qatlam.

Bu elektr signal 5-kuchaytirgich bilan kengaytiriladi va 6-ossillografda kuzatiladi.

Bu jarayon juda ko'p marta takrorlanadi. Namunadan o'tayotganda elastik to'lqinlar energiyasining bir qismi yutiladi yoki sochilish evaziga tovush dastasidan ketadi. Natijada har bir qaytgan impuls amplitudasi jihatidan kichiklashib borayotgan signallarni ossillografda kuzatish mumkin. (6-rasm)



**6-rasm. Ossiografda qaytgan impulslar seriyasi.**

## 2.3. TOVUSHNING YUTILISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH METODIKASI.

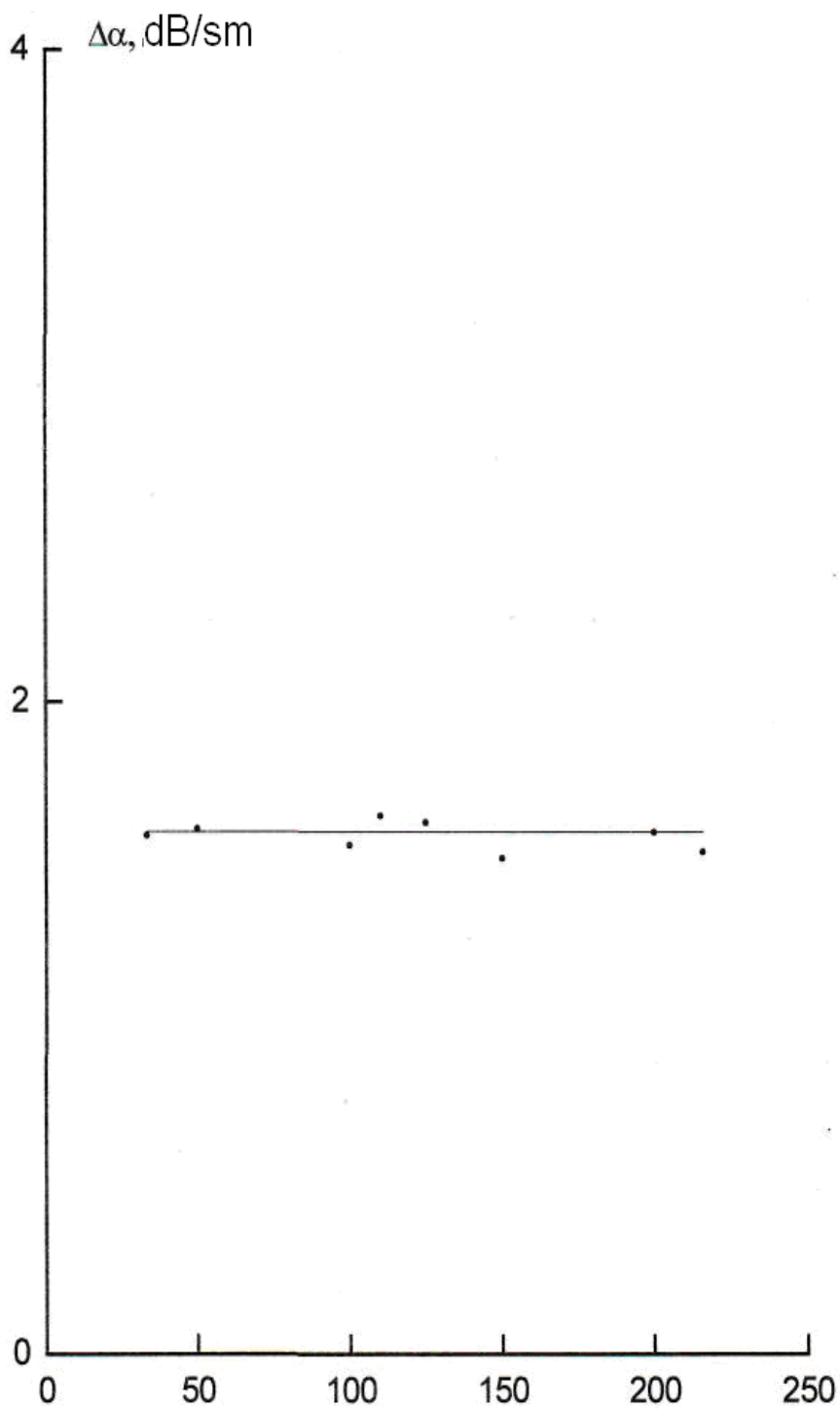
Tovushning namunada yutilish koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta\alpha (T)=20|21 \lg U_0/U_0-U_t \quad (2.3.1)$$

Bu yerda  $l$ - keramikaning uzunligi,  $U_0$  - birinchi impulsining maksimal qiymati,  $U_t$  berilgan temperaturada birinchi impulsning amplitudasi. Buferning tanlab olinishi taqdim etilgan formula yordamida hisoblashdagi xatoni aniqlashga imkoniyat beradi. Yuqori (77- 550)K haroratlarda kvars shishasidan tayyorlangan bufer qo'llanilgan. Kvarsdan tayyorlangan buferda tovushning yutilishiga berilgan intervalda temperaturaga bog'liq emas.(7-rasm)

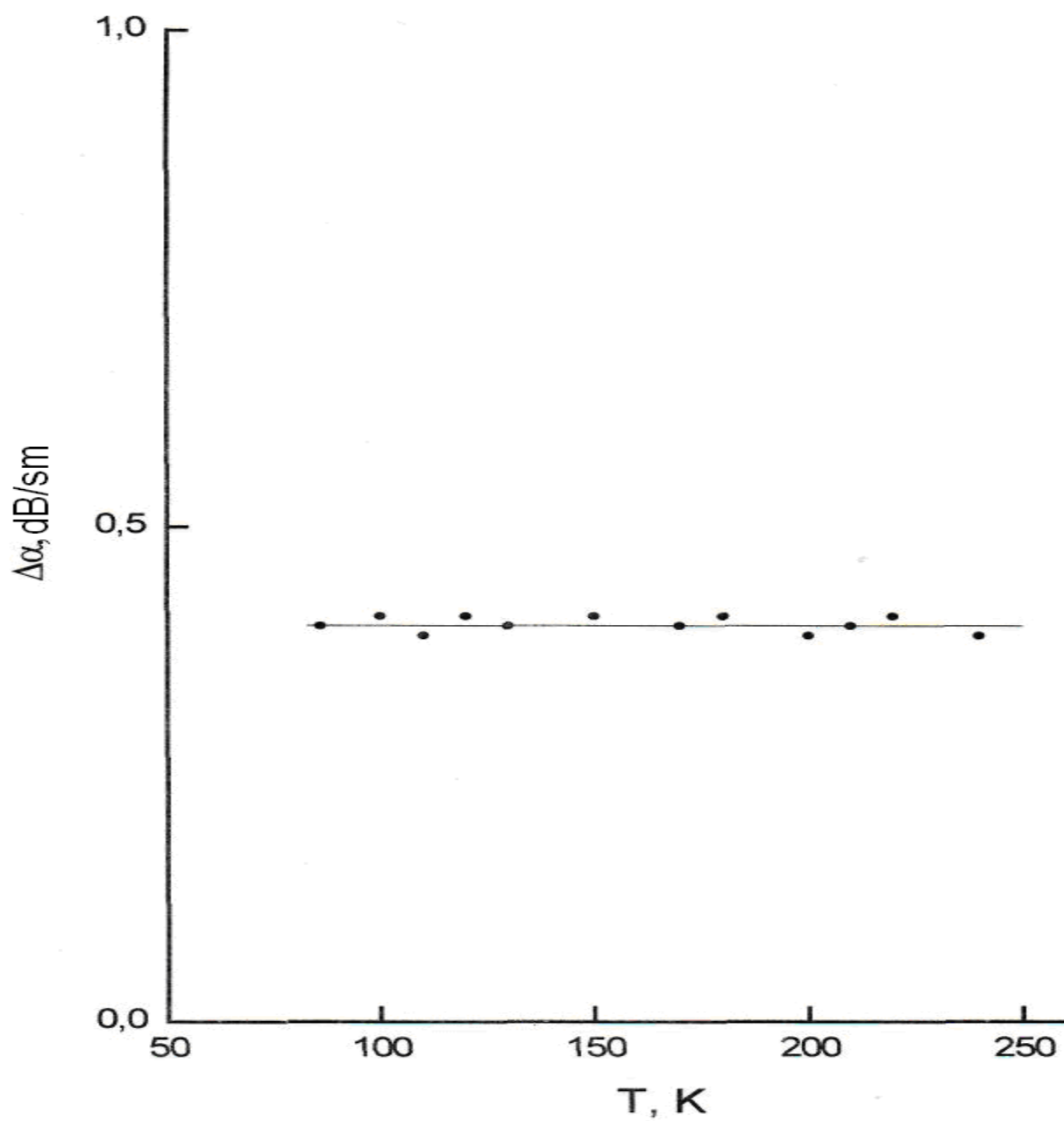
77-300 K temperatura intervalida Ge (germaniy) dan yasalgan bufer qo'llanilgan (8-rasm).

Har bir o'lchash o'rtacha 5 martadan o'lchanib uning o'rtacha qiymati olingan. Genitordan namunaga juda aniq amplituda va davomiylikdagistandard (o'lchovli, mezonli) impuls tushadi.



**7-rasm. Toza kvarsda ( $\text{SiO}_2$ ) ultratovush yutilishining temperaturaga bog'liqligi.**



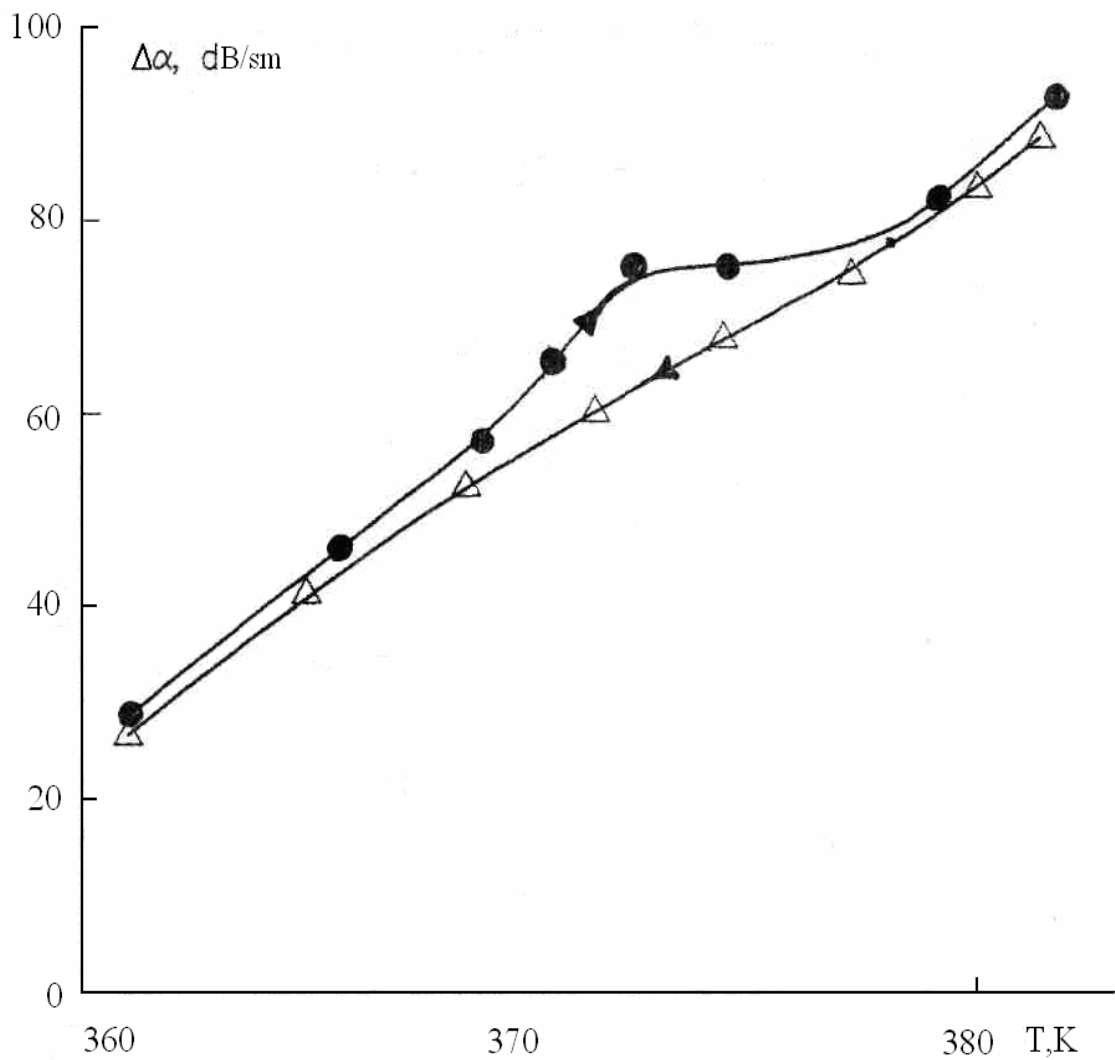


**8-rasm. Toza germaniyda ultratovush yutilishining temperaturaga bog'liqligi.**

### **III-BOB. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ KERAMIKALARIDA RELAKSATSION HODISALARNING TABIATINI TEKSHIRISH.**

3.1 77-300 K temperatura intervalida  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramikasida relaksatsion hodisalarini tekshirish.

Tekshirishlar avval rentgenostrukturali analiz qilingandan keyin  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  ( $x=0-1$ ) namunalarida o'tkazildi. Tekshirilgan namunalar haqida ma'lumot 2-jadvalda keltirilgan. Ultratovush to'lqinlari yutilishining kattalik tufayli namunalar qalinligi 500 mkm bo'lgan yupqa disk shaklida tayyorlangan. Ultratovush impulsining birinchi tartibli amplitudasining (impulsning davriyligi 1mks kichik)  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  ning qator birikmalari uchun temperaturaga bog'liqligi o'lchangan. Bu malumotlarga asosan ultratovush to'lqinlarining temperaturaning o'zgarishiga qarab ultratovush yutilishi o'zgarishi aniqlangan. (9-14) rasmlarda ultratovush har-xil tarkibli  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  kiramikalarda temperaturali konsentratsiya bog'lanishlari keltirilgan hamma spektrlarda ultratovushning 100 K temperaturada anomal yutilishlar kuzatiladi.



**9-rasm. Bo'ylama ultratovush to'liqini  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramika yutilishini temperaturaga bog'liqligi. 370 K da 30 MGs chastotadagi anomaliyasi.**

9- rasmda ko'rinadiki 100 Kdagi yutilish cho'qqilarining intensivligi va holati kislorod miqdoriga ham bog'liq bo'lib , konsentatsiya miqdorining oshishi bilan bu cho'qqilar temperaturaning past tomonga qarab siljishi o'ziga jalb etadi. 100K dagi chastotaga bog'liq bo'lgan maksimum cho'qqilar bir xil vaqtni relaksatsiya bilan Debayning relaksatsion bog'liqligini tavsiflaydi. Oktivatsiya energiyasi  $W$  va chastotaning urilishi  $\Omega$  quyidagi formulalar yordamida aniqlangan .

$$\tau = \tau_0 \exp(-W/k_b T) \quad (3.1)$$

$$\Omega = \Omega_{\text{eff}} \exp(-W/k_b T_m) \quad (3.2)$$

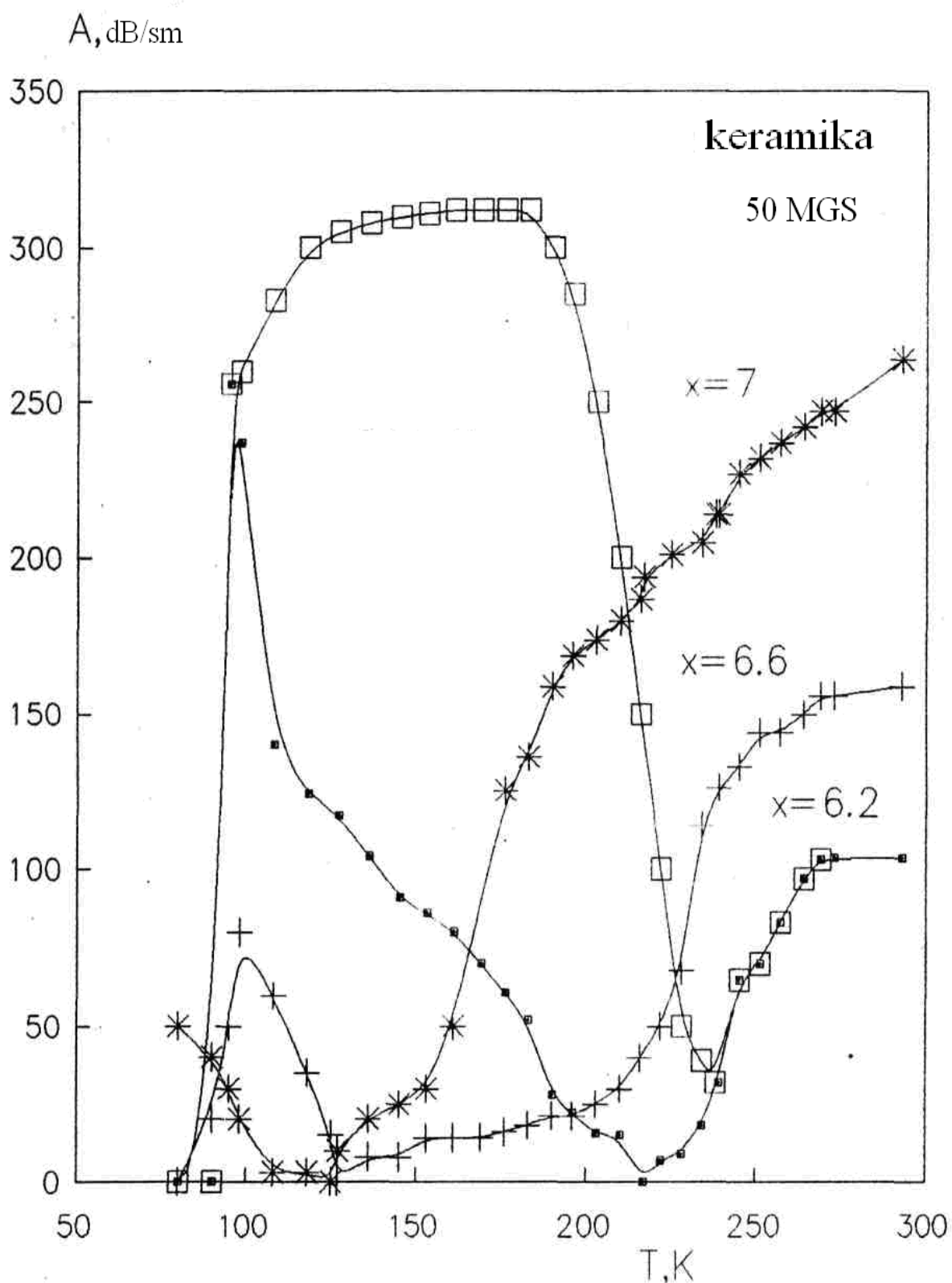
Bu yerda  $k_b$ - Boltsman doimiysi  $T_m$  maksimum temperatura 100 K dagi cho'qqi uchun aktivatsiya va chastota urilishi  $W \sim 0,112V$  va  $\Omega \approx 5 \cdot 10^6 \text{ C}^{-1}$  teng ekan.

Ultratovush to'lqinining 100K dagi anomal yutilishi boshqa ishlarda [19] ham kuzatilgan.

Kuzatilgan chetlanishlar qator mualliflarning fikriga yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallarda strukturaviy o'zgarishini tavsiflaydilar. Ba'zi mualliflar esa bu anomaliyani birikmadagi kristall panjaralarning  $T_c$  o'ta o'tkazuvchanlikka o'tish temperaturasi chegarasida aniq turg'un emasligi bilan bog'lab tushuntiradilar . Yuqoridagilarga asosan quyidagicha xulosa chiqarish mumkin . 1kGs chastotalarda 62K temperatura kislorodning kichik qiymatlarida olingan termoaktivli relaksatsion maksimumi qiymatlari 100K temperaturadagi  $W$  va  $\Omega$  ning qiymatlari mos keluvchi parametrlari bilan muvofiq keladi. Yuqorida namunalarda topilgan maksimum choqqilarining kislorodga bog'liqligi va intensivligiga bog'liqligi  $W$  va  $\Omega$  ning Arrenius parametric ko'rsatsadiki bu cho'qqilar 0(1)-0(5) tekisligida kislorod atomlarining termoaktivlashgan sakrashlaridan hosil bo'ladi. Xuddi shunday xulosalar [17] ishida bajarilgan.

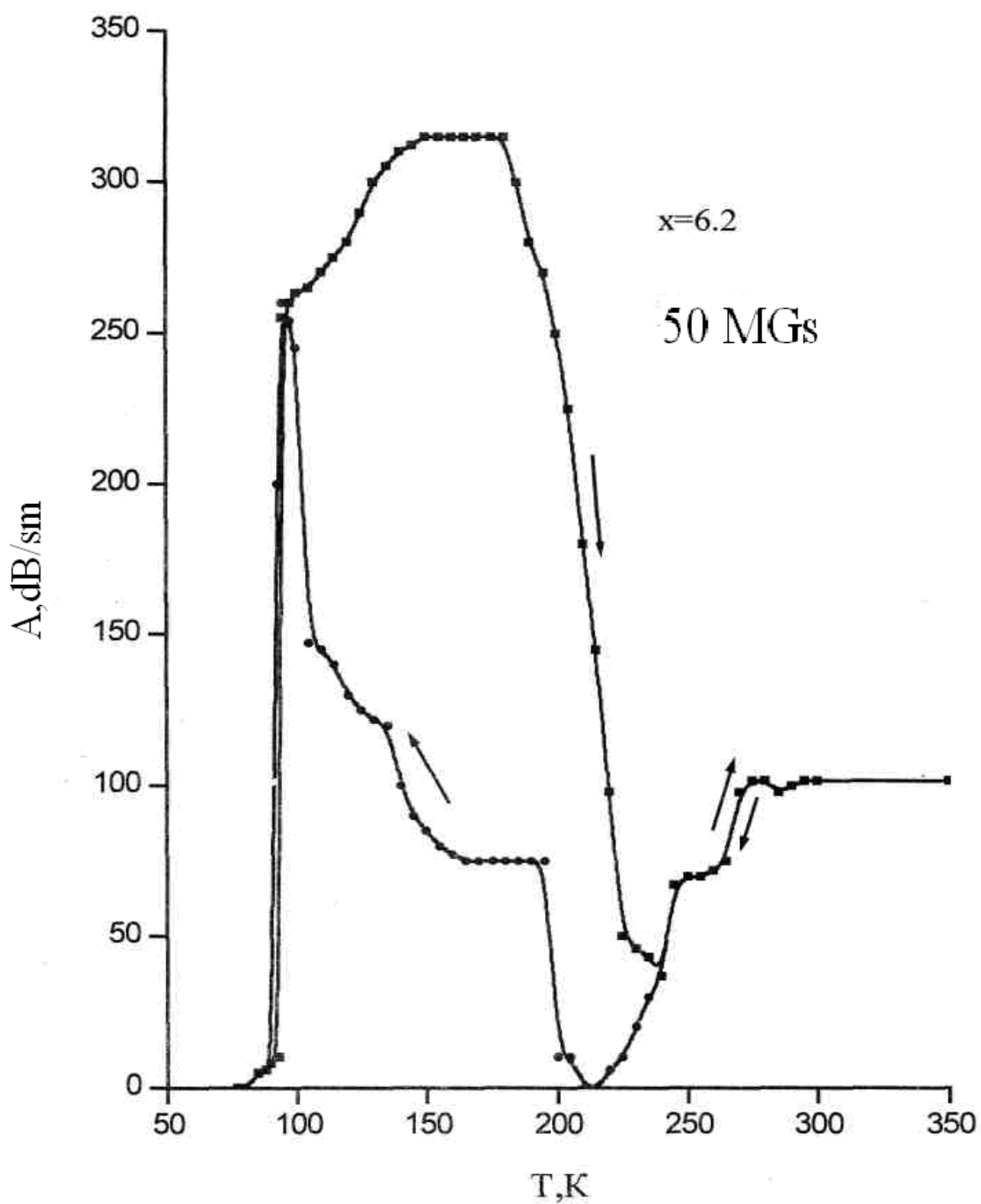
Past haroratdagi spektrlarning  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramikalaridagi xarakterli tomoni 230-80K temperatura intervalida yutilishning temperaturaviy gisterezisning mavjudligidir. Shu bilan birga yutilishi egri chizig'i qizdirilganda hamma vaqt sovutilganidagidan yuqori o'tadi. Bundan ulkan gisterezis faqat 200K temperaturadan past temperaturalarda kuzatiladi.

10-rasmda ultratovush to'liqining yutilishi chastotagava temperaturaga bog'liqligi  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramika uchun (har xil miqdordagi kislorod) va 230-80K temperatura intervalida UT ning yutilishini temperaturaga bog'liqligi ko'rsatilgan.



**10-rasm. Bo'ylama ultratovush to'liqlarining  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramikada yutilishining temperaturaga bog'liqligi. (kislrod x-konsentratsiyasining har xil qiymatlari) temperature gisterizisi faqat  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,2}$  keramika uchun ko'rsatilgan.**

Past haroratdagi anomalariyaning tabiati hozircha tushunarli emas, balki qandaydir birinchi tartibli fazoviy o'tishlar bilan bog'liqdir. Bu temperatura oblastida kristall panjara parametrlarida kuchli sakrashlar ro'y beradi. (11-rasm)

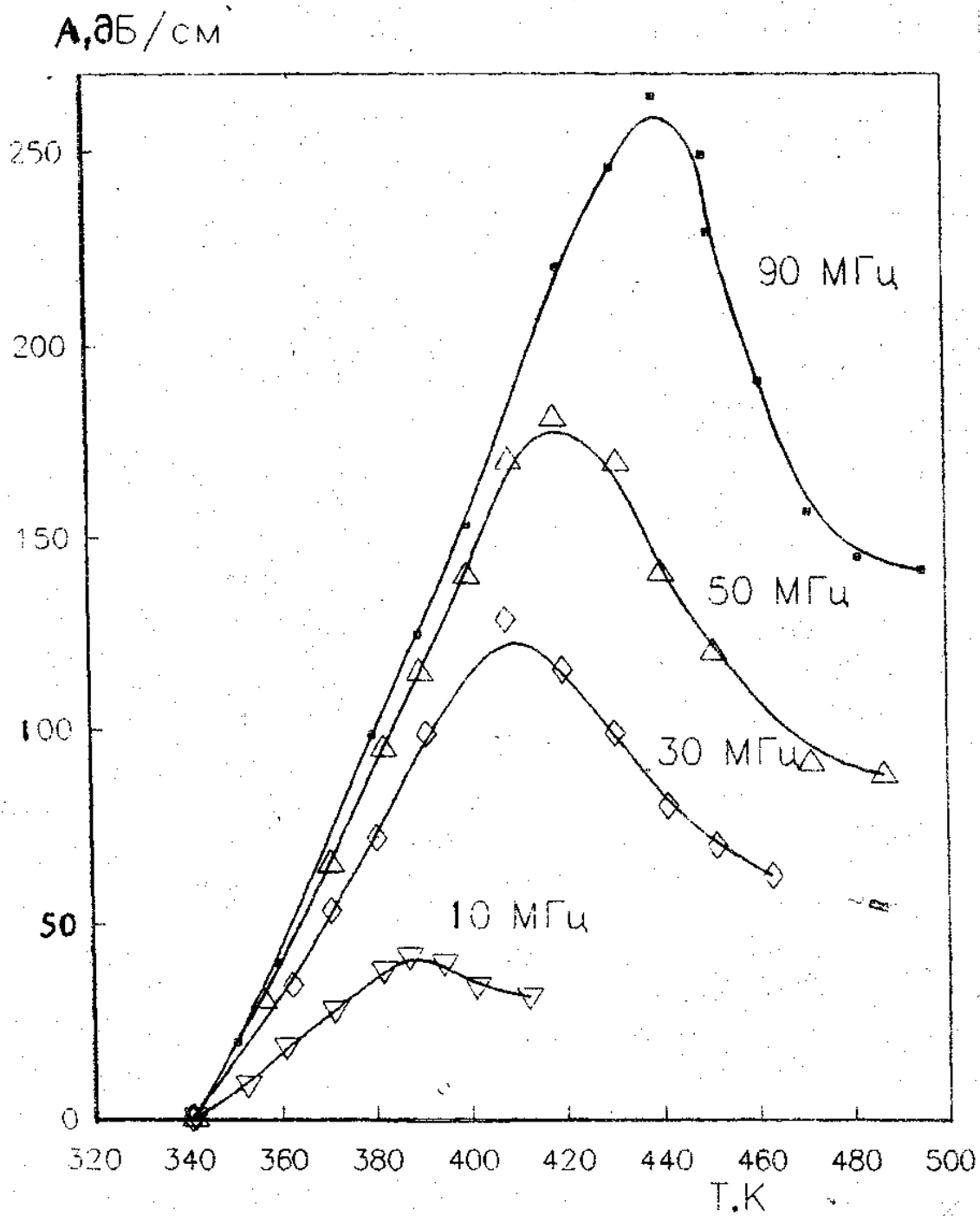


**11-rasm. Ultratovish to'liqining  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.2}$  keramikasida yutilishining 50 MGs chastotada temperaturaga bog'liqligi. Temperatura gisterezisi.**



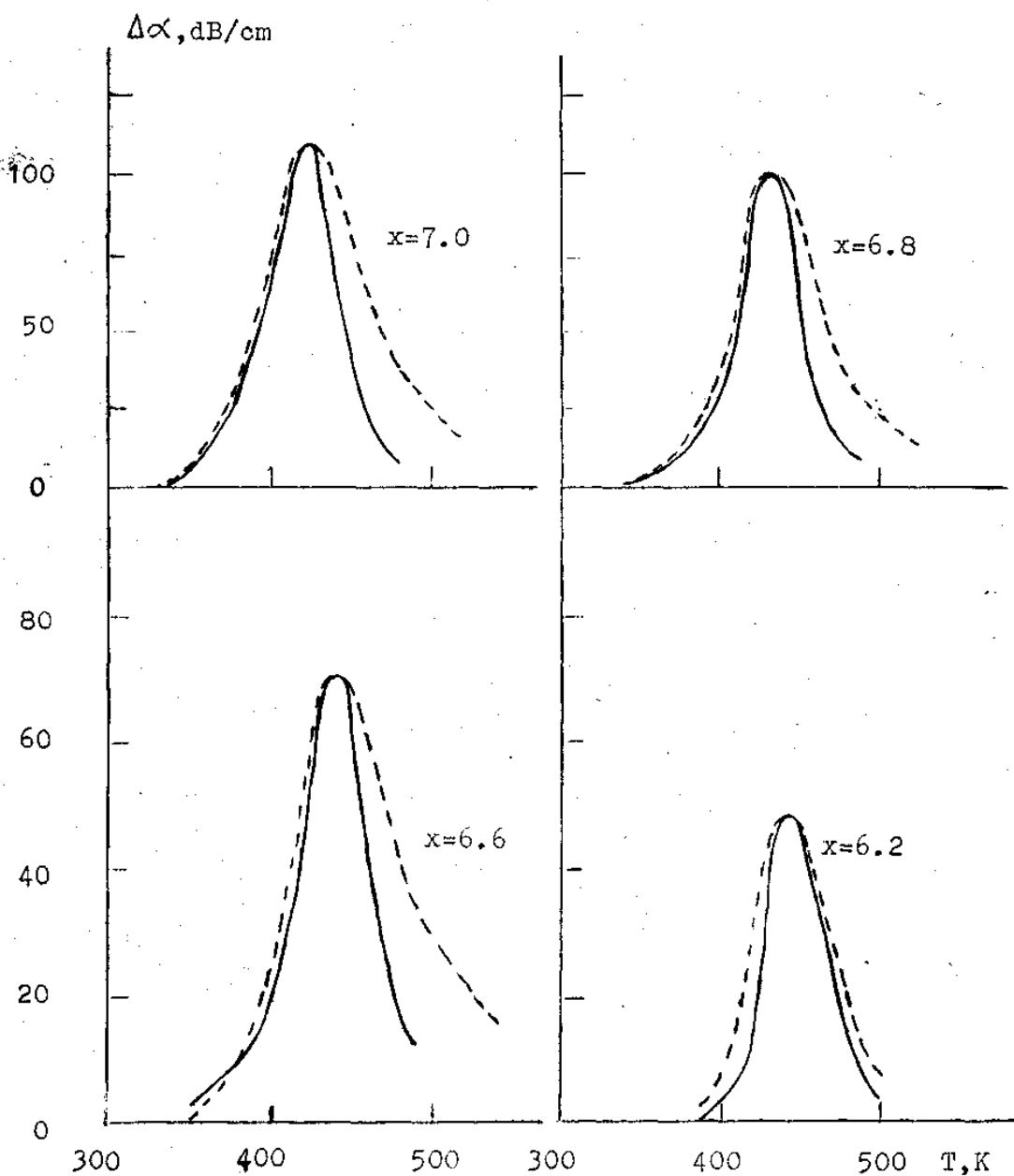
### **3.2. AKUSTIK TO'LQINLAR YUTILISHINING $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ KERAMIKASIDA 77-550K TEMPERATURA INTERVALIDAGI ANOMALIYASI.**

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  keramikasida 370-470K temperatura oblastida fizikaviy anomaliyaning tabiiy haqidagi muammoni tushuntirish uchun ultratovushli tekshirishlar o'kazildi. Bo'ylama ultratovush to'lqinlarining yutilish koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligi 10, 30, 50, 90, 150 MGs chastotalarda xona temperaturasidan 550K ga qadar tekshirildi. Bu holda uzunligi 1sm bo'lgan kvars dan yasalgan tovush o'tkazgich qo'llanildi. Eksperimental qurilmaning sxemasi 3-rasmda ko'rsatilgan. Bu ma'lumotlardagi temperaturaning o'zgarishi bilan ultratovush to'lqinlarining o'zgarishi aniqlangan. Tekshirishlar shuni ko'rsatdiki temperaturaning ortishi bilan tovush to'lqinining yutilishi ortadi, biror temperaturada maksimal qiymatga erishadi va kamayadi. (12-rasm)



**12-rasm. Bo'ylama ultratovush to'liqlarining  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  keramika namunalarida yutilishining temperaturaga bog'liqligi.**

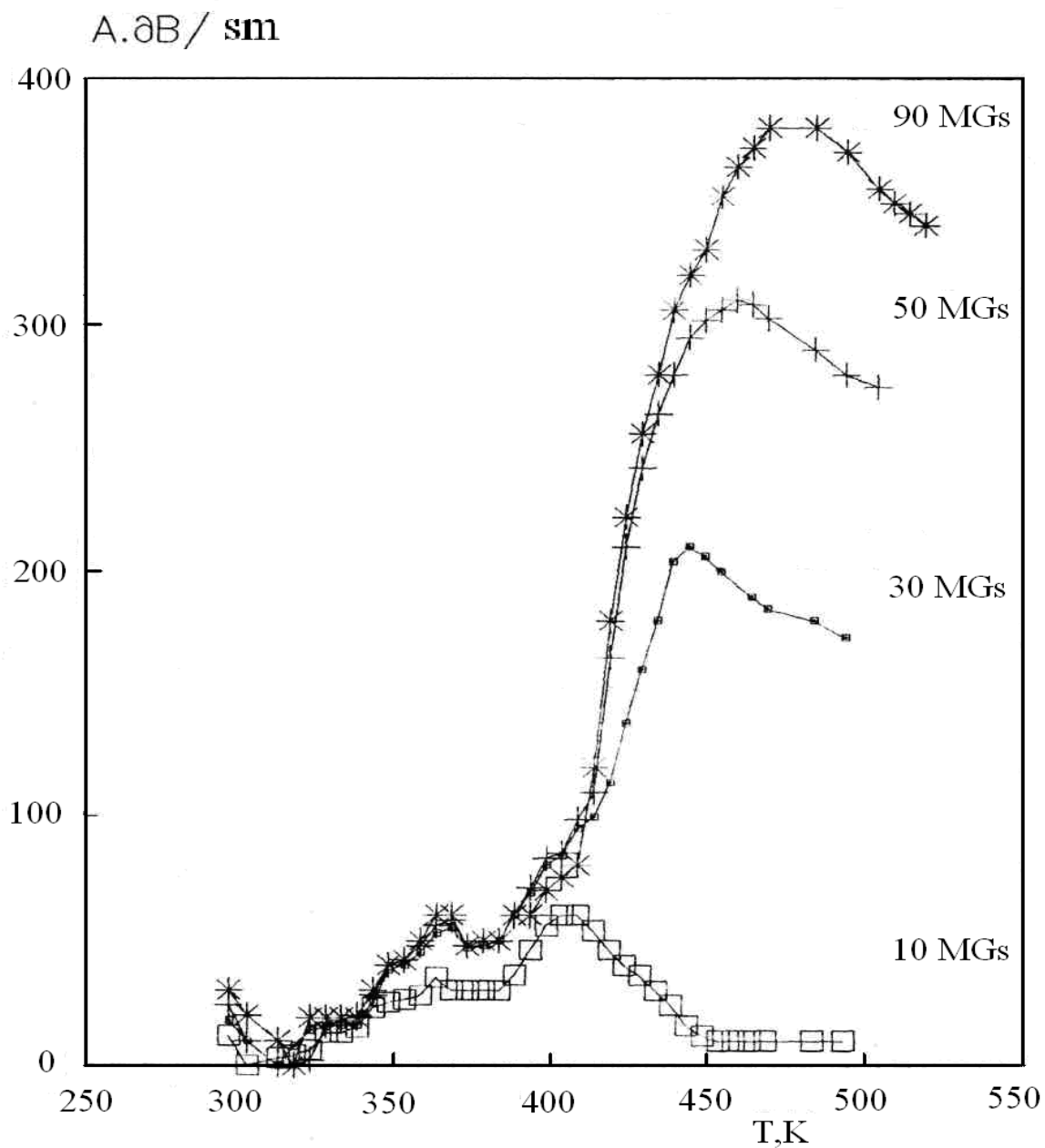
Tadqiqotlarda olingan natijalar yutilishning Debay relaksatsion bog'liqligi ( $\alpha = A\omega^2\tau / (1 + \omega^2\tau^2)$ ) va relaksatsia vaqtining temperatura bilan aktivatsion bog'liqligi ( $\tau = \tau_{\text{eff}} e^{w/kT}$ ) nazariya bilan qayta tahlil etilganda ularning qiymatlari mos keladi[20-22]. (13-rasm)



13-rasm. Bo'ylama akustik to'lqinlarining har-xil  $x$  va 50 MGs chastotada temperaturaga bog'liqligi.(punktr chiziq nazariy hisoblashlar va taqqoslashlar).

### 3.3. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ MONOKRISTALLAR RELAKSATSION HODISALAR TABIIATINI 77-500K TEMPERATURA ORALIG'IDA TEKSHIRISH.

Monokristall namunalarida yuqoridagilarga o'xshash tekshirishlarni o'tkazish maqsadga muvofiqdir. Shunday qilib yuqori chastotali ultratovush (10-150MGs) yutilishining konsentratsiyali va temperaturali bog'lanishi 77-550K temperatura diapozonida  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  ( $x=0\div 0.8$ ) monokristallarida o'rganildi. UT yutilishini konsentratsiyali va temperaturaviy bo'g'lanishi akustik exo-impuls metodi bilan o'rganildi. Monokristallar ham keramika kabi (300-500Mkm) yupqa plastinka shaklida bo'lib buferga yelimlangan. Monokristall plastinkaning C o'qi uning yuzasiga perpendikulyar bo'lgan. Monokristallarda ham birinchi exo-impulsning temperaturaga bog'liq o'lchangan. Temperaturaning o'zgarish tezligi 0,1km/sek ni tashkil etadi. 14-rasmda monokristalning C o'qi bo'yicha tarqalayotgan bo'ylama ultratovush to'lqinlari yutilishini temperaturaga bog'liqligi mos ravishda  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  va  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  da ko'rsatilgan. 100K da kuzatilgan UT yutilishi relaksatsion jarayonlar bilan emas balki birinchi tartibli fazoviy o'tishlar bilan bog'liqdir. X=1.0 teng minimal miqdorda kislorod bo'lgan namunalarda gisterezis hodisasi kuzatilmaydi. Bunaqa namunalarda gisterezisning bo'lmasligi fazoviy o'tishlarning panjara tagidagi kislorodning taqsimlanishi evaziga, bu o'tishlarning tabiati haqidagi qarashlarga mos keladi.



**14-rasm. Bo'ylama akustik to'lqnni yutilishi.  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,8}$  monokristalining C- o'qi bo'yicha tarqalishida chastota va temperaturaviy bog'liqligi.**

Relaksatsiya hodisasiga asosan termo diffuziya koeffisientini hisoblash mumkun.

Buning uchun quyidagi formuladan foydalanamiz [23].

$$D=D_0 \text{ EXP } (-W/kT) \quad (1)$$

Bu erda  $D_0$   $v_a \alpha^2$ , shunda  $\alpha$ -sakrab uzgaruvchi masofa  $\alpha=3 \cdot 10^{-8}$  sm,  $v_a=5 \cdot 10^{14}$  Gts (Гц) u hoida  $D=0,4 \text{ sm}^2/\text{sek}$  ga ega bulamiz. Bu yirda  $w$  (активация) aktivatsiya energiyasi,  $k$ -Boltsman doimiysi  $T$ -yutilish chuqqilarining yuqori temperatura chegarasi ( $\sim 600\text{K}$ ).

Bundan kiyin Eynshteyn (Эйнштейн) tenglamasidan (foydalanib) qullab, ion utkazuvchanlikni hsoblaymiz.

$$\tau=(Nq^2D_0/kT)\text{exp}(-W/kT) \quad (2)$$

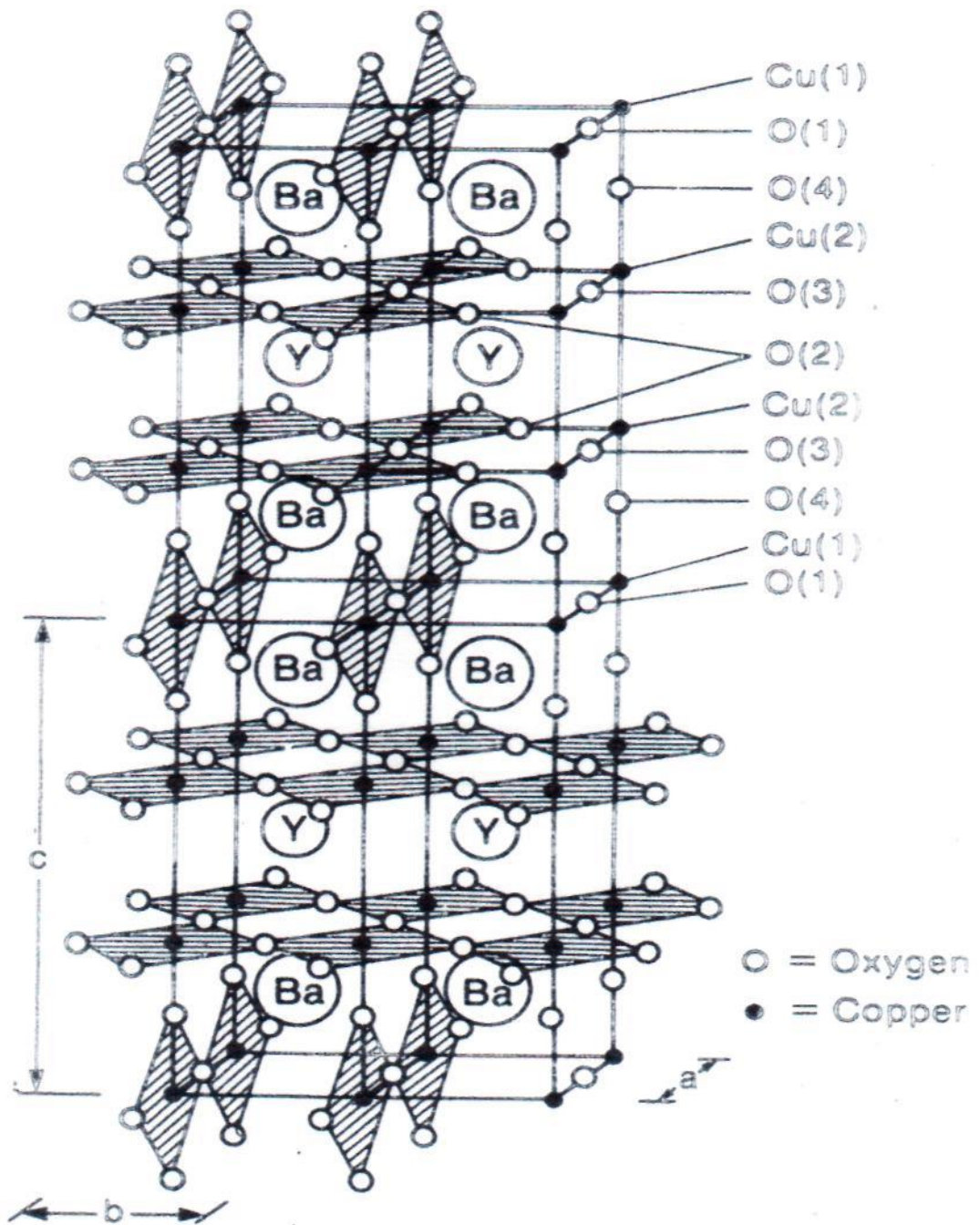
bu erda  $N$ ,  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  birikmasining birlik hajimdagi ionlar soni,  $q$ -zaryad miqdori,  $N=5 \cdot 10^{21} \text{ sm}^{-3}$  [23],  $q=2e$ - eliktron zaryadi  $T \approx 600 \text{ K}$  u holda [23] ga asosan,  $\tau=2 \cdot 10^7 (\text{Om} \cdot \text{sm})^{-1}$  ga teng buladi.

Shunday qilib yuqorida o`tkazilgan tajribalarga asosan aniqlangan ion o`tkazuvchanlik miqdori (qiymati) jihatidan matiriallarda superior o`tkazuvchanlik qiymatiga teng, yani  $\tau=1,7 \cdot 10^{-2} (\text{Om} \cdot \text{sm})^{-1}$  [23]

12-13 rasmlarda Ultratovush to'liqining  $T \geq 230$  K dan yuqori temperaturalardagi bog'liqliklari ko'rsatilgan. UT chastotaning kamayishi bilan cho'qqilar maksimumi past temperatura tomonga qarab siljishi uning relaksatsion tabiatidan darak beradi. Bu cho'qqilar namunalarni qizdirish va sovutishda hech qanday gisterizis kuzatilmaydi. Ekspriment natijalarida qayd etilgan  $T_0=430$ K temperaturada  $\tau \sim (T-T_0)^{-1}$  ( $T_0$ -fazoviy o'tish temperaturasi) temperaturaning relaksatsiya vaqti nazariy hisoblar bilan mos keladi. Balki bunday fazoviy o'tishlar Cu-O zanjirida kislorod atomining taqsimlanishi bilan bog'liqdir.

Shunday qilib  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  kermika va monokristallarda ( $x=0.2 \div 0.4$ ) konsentratsiya miqdorida temperatura (230-80)K intervalida ulkan ultratovush to'liqlari yutilishining temperatura gisterizisida aniqlandi. Bu (10-150MGs ) chastota diapozonida (230-80)K temperatura intervalidagi fazoviy o'tish bilan bog'langandir. 430 K temperaturaatrofida strukturaviy fazoviy o'tish chastotaga bog'liq bo'lgan akustik to'liqlar yutilishining relaksatsion maksimumining mavjudligiga kislorod panjaralari tagida relaksatsion tebranishlar sabab bo'ladi. (15-rasm)





15-rasm.  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  kristalining strukturasi.

## XOTIMA VA ASOSIY XULOSALAR

Shunday qilib bajarilgan tadqiqotlar va o'tkazilgan tahlillar ko'rsatadiki 430 K temperatura atrofida kuzatilgan UT yutilishining anomaliyasi UT to'liqini defektlar bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Xulosa qilish mumkinki, bunaqangi defektlar ya'ni kamchiliklar „Mis-kislorod“ zanjiridagi kislorod ionlari bo'lishi mumkin. UT to'liqini ionlar joylashish holatini buzadi, natijada UT yutilishi relaksatsiya hodisasini vujudga keltiradi.

—UT to'liqini past haroratlardagi anomaliyasi haqida shunday xulosa qilish mumkin. 100 K va 250 K temperatura atrofida keng cho'qqilar elektronlar relaksatsiyasi bilan emas balki ionlar xarakteri bilan bog'liq. (230-80)K temperatura intervalidagi ulkan yutilish gisterizisi balki birinchi tartibli strukturaviy fazoviy o'tish bilan bog'liqdir.

**BITIRUV MALAKAVIY ISH**da olingan natijalarni quyidagi xulosalarda ifodalash mumkin.

### TA'RIFLASH.

1. Birinchi marotaba UT to'liqini 10-150MGs chastotalar bilan 77-550K temperatura intervalida yutilishini konsentratsiyaga bog'liqligi o'rgatildi.  
-Qayd etilgan aniqlangan UT to'liqinning yutilishi anomaliyasi  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  keramika va monokristallarida 100K, 400-270K temperatura intervalida va 230-80K temperatura intervalida ulkan UT yutilishi gisterizisi mavjud.
2. 100 K temperaturada strukturaviy fazoviy o'tish monokristall va keramikalarda mavjudligi ularning kislorod panjaralari tagiga relaksatsion tebranishlar sababli vujudga keladi.

3. 400-470K temperatura intervalidagi UT to'liqining yutilish maksimumi segnetoelektrik tipidagi fazofiy o'tishlarga to'g'ri keladi.
4.  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  materialidagi UT to'liqining yutilish spektriga asosan 100Kda  $W=0,11\text{eV}$ ,  $\Omega_0=5\cdot 10^{14}\text{ s}^{-1}$ , 250K da  $W=0,3\text{eV}$ ,  $\Omega_0=4\cdot 10^{12}\text{ s}^{-1}$  va 400-470K temperatura intervalida  $W=0,6\text{eV}$ ,  $\Omega_0=2\cdot 10^{15}\text{ s}^{-1}$  aktivatsiya energiyalari va chastota uzatishlari 77-550 K temperatura intervalida hisoblab topildi .
5. Yuqori haroratli o'tkazuvchan materiallarda  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  ( $x=0\div 1$ ) da ultratovushning yutilish koeffitsiyentining eksperimental natijalariga asosan nazariy tahlil etildi.
6. Materiallarda superion o'tkazuvchanlik qiymati  $\tau=1,7\cdot 10^{-2}\text{ (Om}\cdot\text{sm)}^{-1}$  hisoblandi.

## ADABIYOTLAR.

1. I.A.Karimov “Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O’zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo’llari va choralari” Toshkent-“O’zbekiston” -2009 y.
2. I.A.Karimov “Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish kontsepsiyasi” 12-noyabr 2010 yil
3. Гинзбург В.А. О диэлектрических свойствах сегнетоэлектриков и титаната бория. ЖЕТФ.-1945.-Н12 (10) 734-749-бет.
4. Девоншере А.Ф. Тхеорй БАРИУМ Тутанате. Пхил. Мас. 1949.N=1309(40) PP1040-1063.
5. Яковлев И.А., т др. Два новых явления при фазовых превращениях второго рода. UFN. 1957, N=2(63),411-433-бетлар.
6. Леванюк А.П. К Феноменологической теории поглощения звуко вблизи точек фазовых переходов втарого рода. ЖЕТФ.1965. MU (49),1304-1311 бетлар.
7. Леванюк А.П. ва бошқалар. Об аномальном поглощении звука вблизи точки Кюри одноосних сегнетоелектриков. ФТТ,1968,Н 8(10) 2443-2488 бетлар.
8. Струков Б.А. ва бошқалар. Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах. –М-Наука, 1983,240-бет.
9. Masaru Suzuki, at al. Sound Velocity and Attenuation in  $YBa_2Cu_3O_x$  . Jap. j.Appl. Ohys. 1988. N.3 (27). PP.L308-L310.
10. Melik-Shaxiszarov B. A. va boshqalar. Akusticheskiye issledovaniyeya monokristallov  $YBa_2Cu_3O_x$  . Pisma v ЖЕТФ.1989. vat.2(50).72-75-betlar.
11. Сайко А.П ва бошқалар. О температурном гистерезисе скорости ультразвуковой волни в ВТСП соединении.  $YBa_2Cu_3O_x$  FNT. 1993, N=12 (19) 1367-1370- бетлар.

12. Бликовсков Й.Н ва бошқалар. Упручие свойства в области температур 4,2-77К FMM.1988 N=2 (65) 297-398 бетлар.
13. Пал-Вал Л.Н ва бошқалар. Сравнение акустических свойств керамик  $\text{SuO}$  и  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  в интервале температур 5-330 К FNT, 1992. N=2 (18) 126-134-бетлар.
14. Шербонов А .С ва бошқалар Сегнетоэлектрические аномалии и сверхпроводимость в металлооксидных соединениях. Письмо JETP. 1989.N/2 (49) 102-105-бетлар.
15. Греднев С.А., ва бошқалар Влияние сегнетоэлектрической двойковой структуры на физические свойства  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  SFXT 1992. N=6(5)/ 1165-1172-бетлар.
16. Гусаковская И.Г. Связь фазового перехода при 240К в керамике  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  с упорядочением кислородных вакансий. SFXT. 1989.N/7(2). 61- бет.
17. Kurtz S.K at el. Mater. Lett.1988.N/10(6) PP. 317-320.
18. Моргун В.Н. ва бошқалар. Термо-ЭДС монокристалла  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  и фазовый переходу при 240 К FNT 1990. N/2(16). 264-267-бетлар.
19. Головашкин А. И. ва бошқалар. Аномалии скорости звука и упругих моделей в окрестности сверхпроводящего перехода  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  Письмо JETP. 1998.вип 6(46) 326-329-бетлар.
20. Эргашев И.А Акустическиэ релаксация ва монокристалле  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  ДокладыАкадемик наук РУзб.Г Тошкент2002. N=3. 19-21-бетлар.
21. Lemonon V.V. Ergashev I.A at el. Ultrasonic properties of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  in the temperature range 300-500К. Ferroelictrcs. Vol30, PP 35-44.
22. Эргашев И А ва бошқалар. Поглощение высокочастотного ультра Звука в монокристалле  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  в интервале температур 80-500К Узб.Физ.Жур. 2005.n=3(7) 234-236-бетлар.
23. Dienes G.I. Frequency Factor and Activation energy for the Volume Diffusion of Metals // J.Appl.Phys – 1950/ № 11 (21) - PP 1189-1192.