

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

Q o ‘ l y o z m a   h u q u q i d a

**UDK: 621.472**

**IRISBOYEV FARXOD BOYMIRZAYEVICH**

**TARKIBIDA  $Fe_2O_3$  ,  $Al_2O_3$  ARALASHMALARI BO‘LGAN ZOL-GEL  
USULIDA OLINGAN KSEROGEL VA SHISHALARDAGI  
RADIATION MARKAZLARNI TEKSHIRISH**

5A 140203 – „Geliofizika va quyosh energiyasidan foydalanish“

mutaxassisligi bo‘yicha magistr akademik darajasini olish uchun

**MAGISTRLIK DISSERTATSIYASI**

Ish ko‘rib chiqildi va himoyaga

ruxsat berildi.

„Qattiq jismlar fizikasi“

kafedra mudiri: \_\_\_\_\_ dots. E.U.Arziqulov

Ilmiy rahbar: \_\_\_\_\_ dots. A. A. Eshbekov

**SAMARQAND – 2018**

## KIRISH

**Magistrlik dissertatsiasi mavzusining asoslanishi va uning dolzarbligi.** Qattiq jismlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari o'rganishda hozirgi paytlarda atrof-muhit va nurlanishning ta'siriga ham e'tibor qaratilmoqda. Atrof-muhit va nurlanishning ta'siri natijasida materiallarda ionlashish, radioaktiv holat, struktura o'zgarishlari va boshqa xususiyatlar paydo bo'lishi kuzatilgan. Jismlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarining issiqliq va nurlanish ta'sirida o'zgarishiga o'sha vaqtlar reaktorlar qurilishi, atom sanoatining jadal rivojlanishi, yadro energetikasida ishlatiladigan maxsus strukturali materiallar yaratish hamda materialning strukturasi va xususiyatlarini o'rganish qiziqishning oshishiga olib keldi.

Zamonaviy texnikaning rivojlanishi fanning tezlik bilan rivojlanishiga imkon yaratmoqda. Shular qatori qattiq jismlar sohasini, jumladan amorf materiallar sohasini o'rganish ushbu talablardan biri hisoblanmoqda. Bunga sabab, amorf materiallar ya'ni shishalar va kristallar texnikada juda keng oraliqda ishlatilmoqda. Shu sababli ham bu materiallarni tatqiqot qiluvchi mutaxassislar oldiga juda yuqori talablar qo'yimoqda. Materiallarning tozaligi, shaffofligi, yorug'likni yaxshi o'tkazuvchanligi va boshqalar. Bunday xususiyatga ega bo'lgan legirlangan materiallar lazer texnikasida, optik qurilmalar yasashda, integral optikada va aloqa uzatishlarda, tibbiyotda keng ishlatiladi.

**Tadqiqot ob'yekti va predmeti.** Zol-gel texnologiyasi monolitlar, kukunlar, qatlamlar va tolalar kabi turli xil materiallar olish uchun muqobil usul sifatida keng qo'llaniladi. Ulardan katta diametrli linzalar olishda foydalanilmoqda. Hozirgi paytda nanotexnologiyada ham qo'llanilmoqda. «Nanotexnologiya» termini birinchi marta 1974 yilda Norio Taniguti tomonidan qo'llanilgan. Hozirgi kunda bu yo'nalish bo'yicha sanoat va fan jadal rivojlanmoqda [1].

Hozirgi zamonda shishasimon materiallarni olishning istiqbolli usullaridan biri zol-gel jarayonidir. Bu jarayonni tekshirish bo'yicha katta

hajmda ish bajarilgan. Hosil qilingan materiallarni, ya'ni shisha va monolit kserogellarning xususiyatlarini tekshirish bo'yicha sistematik tadqiqodlar o'tkazilmoqda. Bunday noan'anaviy usullar bilan olingan shishalarni optik va EPR spektroskopiya yordamida o'rganishning birqancha aspektlari mavjud.

Bu materiallarning xususiy va radiatsion xususiyatlarini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Buning natijasida materiallarda hosil bo'ladigan har xil markazlarning xarakterini, tabiatini, qo'shimchalarning qaysi elementga bog'liqligini va shu asosda bu qo'shimchalarni kamaytirish texnologiyasini yaratishga imkon beradi. Shu bilan birga shishalardagi indikatorlar (temir, marganets, mis va boshqalar) holatini o'zgartirish, bu shishalarning ishlatilish sohalarni kengaytirishga olib keladi. Hozirgi vaqtda ham temir ionlari holatining shishalardagi o'zgarishi eng muhim masalalardan hisoblanadi [2].

**Tadqiqotda qo'llanilgan metodikaning tavsifi.** Integral optikaning rivojlanishi ayniqsa shishalarning to'lqin o'tkazgich xarakterga ega ekanligining ochilishi EHM texnikasida eng tez hisoblash mashinalari yaratishga imkon beradi. Bu sohada planar to'lqin o'tkazgichlar texnologiyasini rivojlantirish va to'lqin o'tkazgichlarning hosil bo'lish nazariyasini rivojlantirish integral optikaning eng muhim masalalaridan biri hisoblanadi. Shu bilan birga shishaning tarkibida xamisha mavjud bo'lgan temir ionlari o'zini qanday tutishi masalasi saqlanib qoladi. Noregulyar tugunlar va ular asosida hosil bo'ladigan radiatsion markazlar alohida qiziqish kasb etadi. Ular nafaqat materiallarning ishchi holatiga ta'sir etadi, balki ularning o'zlari ham aktivlashtiruvchi markazlar haqidagi ma'lumotlarni EPR spektroskopiya metodi yordamida olish mumkin.

Ko'p yillardan beri radiatsiya ta'sirida na'muna bo'yalishining nurlantirish dozasiga va sharoitlariga bog'liqligi o'rganilmoqda. Shu bilan birga qayd etish kerakki bu ta'sir boshqa optik parametrlarning o'zgarishiga olib kelishi mumkin, ya'ni sindirish ko'rsatkichi, uning dispertsiyasi, termik koeffitsienti va mexanik xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin.

**Tadqiqot mavzusi bo'yicha adabiyotlar sharhi.** shundan iboratki oxirgi paytlarda shisha materiallardan yarimo'tkazgichlar ham olinmoqda. Shuning uchun xususiy, tepmo va radiatsion xususiyatlarini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Buning natijasida materiallarda hosil bo'ladigan har xil markazlarning xarakterini, tabiatini, qo'shimchalarning qaysi elementga bog'liqligini va shu asosda legirlash texnologiyasining yangi usullarini yaratishga imkon beradi. Shu bilan birga shishalardagi kiritilgan kirishmalar (temir, alyuminiy, marganes, mis va boshqalar) holatini o'zgartirish, bu shishalarning ishlatilish sohasini kengaytirishga olib keladi. Hozirgi vaqtda ham temir ionlari holatining shishalardagi o'zgarishi eng muhim masalalardan biri hisoblanadi. Qo'yilgan masala radiasiyaga chidamli shishalar olish imkoniyatlarini o'rganishdir. Shuning bilan birga o'rganilgan shishalar tarkibi bilan tanishish, ularning oldindan xususiyatlarini o'rganish, hamda ularga termik ishlov berishning ta'sirini bilish.

Keyingi kuzatish natijalarida termik ishlov berish asosida markazlarning hosil bo'lishi elektron bog'larning buzilishi va radikallar paydo bo'ladi deb qaralmoqda. Elektron – teshik markazlar bilan shishalarda radikallar paydo bo'lish imkoniyatlari o'rganish hamda uni echish eng asosiy masaladir. Bunday masalalarni hal qilish uchun shisha xususiyatiga ta'sir etadigan termoradiasion texnologik ishlov berishda olingan effektlar asosida quyidagicha xulosa chiqarish mumkin ekan.

**Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari.** Shishalarning to'lqin o'tkazgich xarakterga ega ekanligining ochilishi elektron hisoblash texnikasining eng tez hisoblash mashinalarini yaratish imkoniyatini beradi. Bu sohada planar to'lqin o'tkazgichlar texnologiyasini va to'lqin o'tkazgichlarning hosil bo'lish nazariyasini rivojlantirish integral optikaning eng dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun shishaning tarkibida hamisha mavjud bo'lgan temir ionlari hamda kiritilgan alyuminiy kirishmalari o'zini qanday tutishini o'rganish masalasi saqlanib qoladi. Noregulyar tugunlar va ular asosida hosil bo'ladigan markazlar alohida qiziqish uyg'otadi. Ular nafaqat

materiallarning ishchi holatiga ta'sir etadi, balki ularning o'zlari ham faollashtiruvchi markazlar haqidagi ma'lumotlarni optik usullar yordamida olish mumkin.

**Tadqiqot maqsadi va vazifalari** Shishalardagi kiritilgan kirishmalar (temir, alyuminiy, marganes, mis va boshqalar) holatini o'zgartirishi bilan bu shishalarning ishlatilish sohasini kengaytirishga olib keladi. Shuning uchun shishalarni olish texnologiyasini o'rganish va undagi o'zgarishlarni aniqlashdan iborat.  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  aralashmalari bo'lgan shishalar va yupqa plyonkaning parametrlarini o'lchash va grafiklarini chizish hamda taxlillar asosida xulosalar qabul qilish.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi**  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  aralashmalari bo'lgan shishalar va yupqa plyonkaning parametrlarini o'lchash bilan strukturadagi kuzatildi.

**Tadqiqotning nazariy va amaliy ahamiyati:** Ushbu magistrlik dissertatsiyasida olingan natijalar zamonaviy materialshunoslik sohasi, quyosh energiyasidan foydalanishni rivojlantirish imkonini beradi.

**Ish tuzilmasining tavsifi.** Magistrlik dissertatsiyasi kirish, uchta bob, xulosalar va 14 ta nomdagi adabiyotlar ro'yxatidan tashkil topgan bo'lib, 77 bet lotin alifbosida, bosma shaklda bayon qilingan. Uning mazmuni 24 ta rasm va 5 ta jadval yordamida bayon qilingan.

Dissertatsiyasining birinchi bobida shishalar va ularning tuzilishiga bo'liq bo'lgan ma'lumotlar batafsil bayon qilingan.

Dissertatsiyaning ikkinchi bobida esa Asboblarda ob'ektivlarida, lazerni elementlarda, deraza (kosmik kema derazasi), spektroskopik eritma uchun kyuveta, svetotexnik qurilmalar, to'lqin optika, kimyoviy idishlar va boshqalarda ishlatiladi. Yagona spektral shaffoflikka ega bo'lgani, kimyoviy chidamli va issiq bardosh material uchun silikat va kvarts shisha optik muhit sifatida ishlatiladi. Shishalar va ularning olinish texnologiyalari hamda

parametrlarini o'lchash usullari keltirilgan bo'lib, gel va zol hosil bo'lishlari to'g'risida to'liq ma'lumot berilgan.

Dissertatsiyaning uchinchi bobida zol-gel usulida olingan shishalat tuzilishining kiritilgan kirishmalarga bog'liq bo'lgan spektrlari va grafiklari berilgan. Olingan natijalar asosida kirishmalarga bog'liq bo'lgan tushunchalar keltirilib, ular asosida taxlil qilingan.

## I. ADABIYOTLAR SHARHI

### 1.1. Qattiq moddalarning tuzilishi va xususiyatlari

Normal sharoitda o'zining o'lchami va shaklini saqlay oladigan moddalarga qattiq jismlar deb aytiladi. Qattiq jismlarni, o'zlaridagi atomlarning, molekulalarning yoki ionlarning o'zaro joylashish tartibiga qarab kristallarga va amorf jismlarga ajratadi. Ulardagi asosiy tafovut – fazoda joylashgan zarrachalarining tartiblilik darajasidir. Amorf jismlarda faqat yaqin tartib bor, ya'ni eng yaqin qo'shni atomlarning joylashishida ma'lum qonuniyat mavjud.

Kristall jismlar yaqin va uzoq tartib mavjudligi bilan xarakterlanadi, ya'ni undagi barcha atomlar aniq bir tartib bilan joylashib, ma'lum bir fazoviy strukturani hosil qiladi. Kristall va amorf jismlar strukturasi tafovut ulardagi fizik xususiyatlarning har xil bo'lishiga sabab bo'ladi. Jumladan, kristallarda mexanik, optik, elektr va boshqa ko'pgina fizik xossalari anizotropdir, ya'ni bu xossalari kristallarning har xil yo'nalishlarida turlicha nomoyon bo'ladi. Amorf moddalarda esa deyarli barcha fizik xossalari izotropdir. Bundan tashqari, kristallarda aniq erish va qotish haroratlari mavjuddir. Amorf jismlarda esa erish va qotishning aniq harorati mavjud emas. Erish jarayonida amorf moddaning (shisha, smola, kanifol, ...) harorati ham ko'tarila boradi.

Kristall va amorf qattiq jismlarning fizik xususiyatlarini o'rganish asosida maxsus xossalarga ega bo'lgan materiallarni (o'ta mustahkam, korroziyaga chidamli, o'ta toza, issiqlikka chidamli, ... kabi) olishga, sanoatda hamda fan va texnikaning turli sohalarida ishlatiladigan yangi qurilmalarni yasashga keng imkoniyat yaratildi. Masalan, kvant elektronikasida lazer va lazerlarni yaratish o'ta yuqori chastota (SVCh) texnikasida jadal o'zgarish hosil qildi. Shuningdek qattiq jismlardagi dislokasiyalarning kinetikasini o'rganish asosida o'ta mustahkam materiallar hosil qilindi. Bunday qurilmalarning yaratilishi biologiya, tibbiyot, geologiya, matematika va boshqa fanlarning rivojlanishiga keng imkoniyat yaratdi. Shuning uchun ham hozirgi paytda qattiq jismlar fizikasi fanini o'rganishga jiddiy e'tibor berilmoqda.

Qattiq jismlar kristall holatdan tashqari amorf holatda ham bo‘la oladi. Amorf holatdagi modda atomlarining joylashishida uzoq tartib bo‘lmaydi, lekin yaqin tartib mavjuddir. Amorf holatning asosiy turi shishasimon holat bo‘lib, u amorf holatning boshqa turlaridan o‘zining turg‘unligi va qayta tiklanuvchanligi bilan farq qiladi. Shisha muvozonatsiz holatda bo‘lsa ham uning erkin energiyasi kristall holatdagi shu moddaning energiyasidan kam farq qiladi.

A.A.Lebedev nazariyasiga ko‘ra shishaning atomlari ham, xuddi monokristaldagidek uch o‘lchamli uzluksiz panjara hosil qiladi. Lekin shishaning panjaralari simmetrik emas va ularda davriylik ham. Shuning uchun shishaning ichki energiyasi kristall ichki energiyasidan katta, lekin bu farq unchalik katta emas. Shishalarda aniq erish temperatura bo‘lmasligi atomlar taqsimotining xarakteri asosida tushuntiriladi.

Keyingi paytlarda elektron texnikasida kristall bo‘lmagan yarim o‘tkazgich birikmalaridan foydalanishga qiziqish ortdi. Bunga sabab shundaki, amorf yarim o‘tkazgichlar asosida printsipial qurilmalarni yasash imkoniyati borligi va ularda kristall moddaga qaraganda ustunlik tomonlari mavjudligidadir. Volt – amper xarakteristikasining o‘ziga xos tomonlari, amorf yarim o‘tkazgichlardan hisoblash texnikasining elementlarini yasashga imkon yaratdi.

Amorf yarim o‘tkazgichlar bilan organik bo‘lmagan shishalarning fizik-kimyoviy xossalari va tuzulishida ancha umumiylik tomonlar bor. Oksidli, elementar va xolkogenid turdagi shishalardagi o‘xshashlik bunga misol bo‘la oladi. Ko‘pincha elektron texnikasida ishlatiladigan shishalarga maxsus birikmalarni qo‘shish yo‘li bilan ulardagi ionli elektr o‘tkazuvchanlik yo‘qotiladi. Eng ko‘p tarqalgan amorf yarim o‘tkazgichlardan biri-xolkogenid shishalardir. Xolkogenlarning tashqi elektron qobiqlari xuddi kislorodning elektron qobig‘iga o‘xshash bo‘lganligi sababli, metallar bilan birikib oksidlar singari xolkogenid shishalarning asosini tashkil etuvchi sulphidlarni, selenidlarni va telluridlarni tashkil qiladi. Quyidagi jadvalda yarim o‘tkazgich xolkogenid shishalarning asosiy komponentlari keltirilgan.



<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>
Si kremniy	P fosfor	S oltingugurt	
Ge germaniy	As mishyak	Se selen	Br brom
Sn qalay	Sb surma	Te tellur	I yod
Rb qo'rg'oshin	Bi vismut		

Maxsus hossalarga ega bo'lgan shishalarni olish uchun, unga jadvalda ko'rsatilgan komponentlar qo'shiladi.

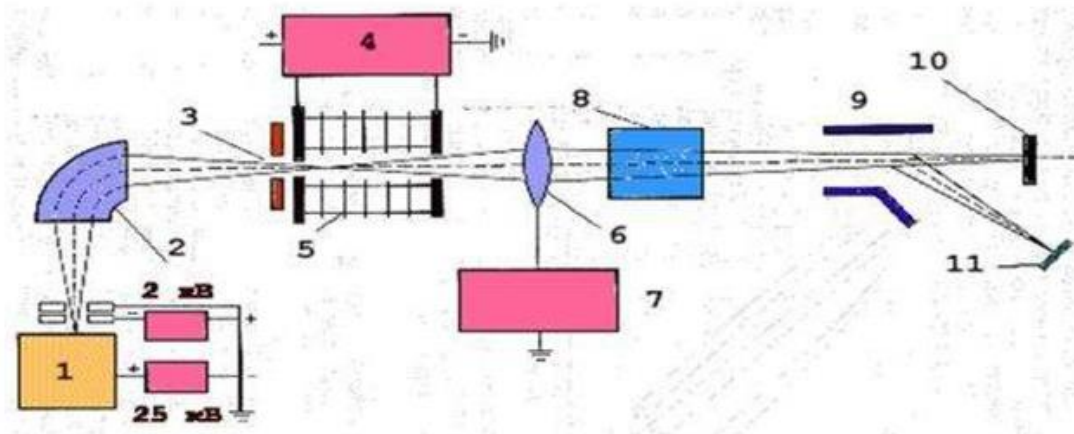
Amorf yarim o'tkazgich birikmalarni olishda quyidagi usullardan foydalanish mumkin:

- taglikka purkash usuli;
- suyuqlikdan so'ndirish usuli (zol-gel);
- ionlarni implantatsiya qilish usuli.

Bu usullar yordamida amorf kremniyni ham olish mumkin.

Taglikka purkash usulida, olinadigan yarim o'tkazgichning fizik – kimyoviy xossasiga qarab modda bug'ining oqimini termovakuumli purkash usuli bilan, ionlar bilan bombardimon qilib changlatish yo'li bilan yoki plazma ta'sirida changlatish usuli bilan hosil qilish mumkin.

Kremniy va boshqa kristallarni ionlar bilan bombardimon qilib, ularni amorf holatga o'tkazish mumkin. Amorf holatga o'tgan qatlamning qalinligi ionlarning energiyasiga, dozasiga, bombardimon qilish temperaturasiga va kristall xususiyatlariga bog'liq. Ionlar bilan implantatsiya qilish qurilmasining ko'rinishi quyidagi rasmda kelterilgan.



*1-rasm. Ion implantatsiya qiluvchi qurilma sxemasi.*

- 1 – ionlar manbai
- 2 – mass-spektrometr
- 3 – diafragma
- 4 – yuqori kuchlanish manbai
- 5 – tezlashtiruvchi trubka
- 6 – linzalar
- 7 – linzalarni ta'minlash manbai
- 8 – nurni vertikal bo'yicha og'diruvchi va o'chiruvchi sistema
- 9 – nurni gorizontal bo'yicha og'diruvchi sistema
- 10 – erkin zarralarni yutuvchi mishen
- 11 - taglik

## **1.2. Shishasimon xolat va uning xossalari**

Optik shisha olishning eng asosiy urinishlaridan biri XVII asrda bo'lib, shisha fizik va kimyoviy etarli darajada bir jinsli va maxsus optik xususiyatlarga ega bo'lishiga e'tibor qaratilgan. Masalan, nemis kimyogari Kunkelya (Johannes Kunckel) «Ars vitraria experimentalis» (1689 y.) bor va fosfat kislotalar shisha komponentlari ekanligini ta'kidlab, u ayrim zamonaviy tarkibli shishalarga yaqindir. 1663 yili anglichanka Tilson patentida «flint-glas» tarkibiga svines

oksidini kiritish takidlangan va XVIII asrda Chester Mur Xoll (1729 y.) tomonidan birinchi marta linzalar tayyorlashda qo'llanilgan. Bundan keyin Piter Dollond (1758 y.) katta yutuqlarga erishgan.

Optik shishalarni sanoat ishlab chiqarish shveysariyalik olim Ginanning ko'p yillik ishlari bilan bog'liqdir. U Fraungofer bilan birgalikda Benediktboernda (Bavariya) Utsshnayder zavodida birinchi marta ko'p yoki kam ishonchli hajmi 400 kg bo'lgan gorshok pechda optik shisha olish usulini sinab ko'rdi. Bu yutuqning kaliti Ginan tomonidan kashf etilgan bo'lib, pishirish vaqtida shishaga vertikal tushirilgan glinya tayoqchanning aylanma harakati bilan mexanik usulda eritmani aralashtirishgan. 1811 yili esa Ginan va Fraungofer tomonidan sanoatda ishlab chiqarish uchun optik shishaning ikki turi yo'lga qo'yilgan:

1. Kron (72 % SiO<sub>2</sub>, 18 % K<sub>2</sub>O, 10 % CaO)

2. Flint (45 % SiO<sub>2</sub>, 12 % K<sub>2</sub>O, 43 % PbO).

Ishlab chiqilgan texnologik jarayon diametri 200—250 mm bo'lgan linzalarni ishlab chiqarishni to'liq qanoatlantiradi. Ammo shisha zavodlari optik shishalar ishlab chiqarishda XIX asrning birinchi yarmigacha optik shishalarning shu ikki turi bilan cheklanib qolgan edi.

XIX asrning ikkinchi yarmida nemis kimyogari Otto Shott Ernsta Abbe taklifiga binoan har xil komponentlarning shisha xususiyatlariga ta'siri to'g'risida fundamental tekshirishlar o'tkazgan.

1884 yilda O. Shott, E. Abbe va K. Seysslar Venedagi zavodda optik shishalarning turli xillarini ishlab chiqarishga asos solgan.

Kimyoviy birikmalarning har xil organik va noorganik sinflariga tegishli bo'lgan moddalar shishasimon holatda bo'lishi mumkin. Shisha hosil qilish usullarining mukammallashib borishi bilan bunday materiatlarning soni ortib bormoqda.

Organik shishalarga poliakrilatlar, polikarbonatlar, polistirol, vinilxloridning metilmetakrilat bilan ko'shma polimerlari kabi organik polimerlarning shishasimon holatdagilari misol bo'ladi.

Sanoatda ishlab chiqariladigan shishalarning tarkibi kamida beshta komponentdan, maxsus va optik shishalar esa o'nta komponentdan tashkil topadi. Shishalarning tarkibini o'zgartirib, ularning xossalarini kerakli tomonga o'zgartirish imkoniyati mavjud.

Shishalarning qotish va erish jarayonlari kristallardan farq qilib, ma'lum bir temperatura oralig'ida sekin - asta yuz beradi, umuman olganda shishalarda aniq bir qaynash yoki erish temperaturasi bo'lmaydi. Shisha pishirish jarayonida eritma suyuq xolatdan avval plastik holatga, keyin qattiq holatga o'tadi. Teskari jarayonda esa (shishaning yumshatilishida) shisha avval qavttiq holatdan plastik holatga, yuqoriroq temperaturalarda esa suyuq holatga o'tadi. Shishalarning qotish yoki erish jarayonlari ma'lum bir temperatura oralig'ida yuz beradi. Bu interval *shishalanish intervali* deyiladi. U ikkita temperatura bilan chegaralangan, ya'ni yuqori temperatura tomondan yumshash temperaturasi —  $T_f$  (f - Flussigkeit-suyuqlik) bilan, past temperatura tomondan shishalanish temperaturasi —  $T_g$  (g- Glas-shisha) bilan chegaralangan. Shisha temperatura sohasiga bog'liq holatda har xil xossalarga ega bo'lgan uchta holatda bo'lish mumkin:  $T_f$  dan yuqorida qovushqoq suyuq holatida,  $T_f - T_g$  yumshash intervalida plastik holatda va  $T_g$  dan past temperaturalarda qattiq; (mo'rt) holatda.  $T_f$  temperaturalarda shisha massadan ingichka iplarni tortish mumkin bo'ladi. Shisha hosil qiluvchi moddalarning asosiy texnologik xossalari 2-jadvadda keltirilgan.

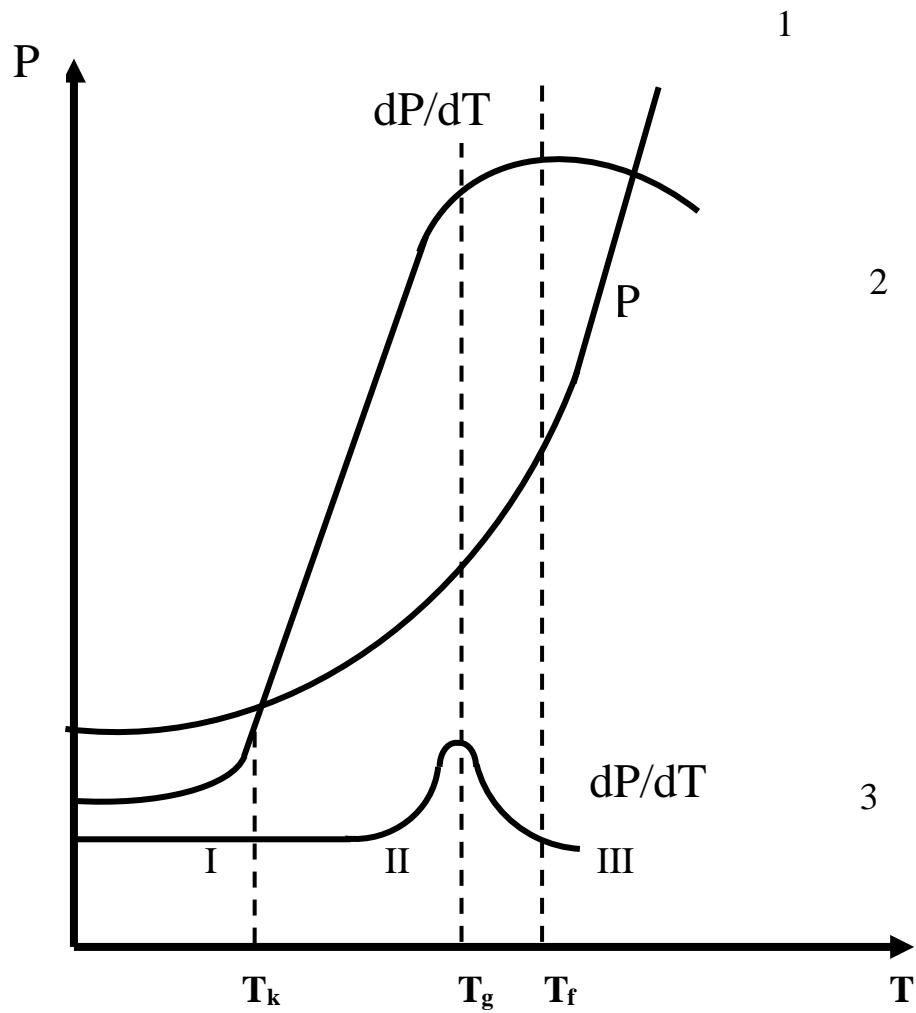
Kristall moddalarning erishidan (yoki eritmaning kristallanishidan) farqli ravishda shishaning yumshash (yoki shisha massaning qotish) jarayonlari bir fazali bo'ladi. Shishalanish intervalida shishaning yumshashi suyuq faza hosil bo'lmasdan yuz beradi.

Modda	Yumshash temperaturasi	Shishalanish temperaturasi	Erish entalpiyasi, kJ/mol	Yumshash temperaturasidagi qovushqoqlik, Pa·s
SiO <sub>2</sub>	1995	1495	8	10 <sup>4</sup>
GeO <sub>2</sub>	1389	853	17,2	7·10 <sup>4</sup>
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	723	550	23	10 <sup>4</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	853	537	71	5·10 <sup>3</sup>
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	585	420	18,7	10 <sup>4</sup>
BeF <sub>2</sub>	823	523	41,2	>10 <sup>5</sup>
Se	493	305	6,2	2,2
P <sub>4</sub> Se <sub>4</sub>	603	455	-	-

Mana shularga asosan shishalanish intervalida shisha xossalarining o'zgarish xarakteriga qarab uchta guruhga bo'linadi:

1. Birinchi guruhga modda holatlarining funksiyalarini ifodalaydigan (ichki energiya, molli hajm, entalpiya, entropiya) P ning xossalari kiradi. Bu xossalar temperatura ortishi bilan tekis o'zgaradi (2-rasm, 1- egri chiziq).

2. Shishaning ikkinchi guruhiga kiradigan xossalari P holat funksiyasining temperatura bo'yicha olingan birinchi hosilasi  $dP/dT$  (chizikli va hajmiy termik kengayish koeffisientlari, issiqlik sig'imi) bo'lib,  $T_g$  nuqtada egilishga ega (2-rasm, 2- egri chiziq).



*2-rasm. Shishaning ( $P$ )  $df$  uning hosilalarining shishalanish intervalida temperaturaga bog'lanishlari: I – qattiq holat; II – plastik holat; III – suyuq (eritma) holat.*

3. Uchinchi guruhiga kiradigan xossalari (issiqlik o'tkazuvchanlik, dielektrik yo'qotishlar)  $P$  dan temperatura bo'yicha olingan ikkinchi hosila bo'lib,  $T_g$  nuqtada minimum yoki maksimumga ega bo'ladi.

Bulardan tashqari, shishaning xarakterli parametrlariga shishaning tarkibiga bog'liq bo'lgan  $T_g$ ,  $T_f$  temperaturalari hamda shishalanish intervali ( $T_g - T_f$ ) kiradi.

Shishalanish temperaturasi  $T_g$  ga shisha massasining  $10^{12}$ – $10^{13}$  Pa·c qovushqoqligi mos keladi.

### **1.3. Shishalarning sinflanishi va shisha pishirishning fizik-kimyoviy asoslari**

Ma'lumki kimyoviy birikmalarning har xil organik va noorganik sinflariga tegishli bo'lgan moddalar shishasimon holatda bo'lishi mumkin. Shisha hosil qilish usullarining mukammallashib borishi bilan bunday materiallarning soni ortib bormoqda.

Elektron texnikada noorganik birikmalar asosidagi shishalar eng ko'p ishlatiladi. Bu shishalar quyidagi sinflarga bo'linadi: elementar (oddiy), galogenli, xalkogenli, metall oksidli, sulfatli, nitratli, karbonatli va hokazolar.

Bitta elementning atomlaridan tashkil topgan shishalar *elementar* shishalar deyiladi. Faqat ozgina sondagi elementlarninggina shishasimon holati hosil qilingan. Bularga oltingugurt — S, selen — Se, mish'yak — As, fosfor — R va uglerod — S elementlari kiradi.

Shishasimon oltingugurt va selen — eritmalarini tezlik bilan sovutish orqali, shishasimon mishyak — vakuumda sublimasiyalash usuli bilan, shishasimon fosfor — 100 MPa dan yuqori bosimda 250 °C da qizdirish bilan, shishasimon uglerod — organik smolalarni uzok vaqt piroliz qilish natijasida hosil qilinadi.

*Gologenid* shishalar deb galogenlar asosida tashkil topgan shishalarga aytiladi. Bularning ichidan shisha hosil qiluvchi BeF, birikmasi asosidagi shishalar ko'prok qo'llanilmoqda.

**Xolkogenidli** shishalar deb ataladigan shishalar quyidagi birikmalar ko‘rinishida bo‘lgan kislorodsiz tizimlar asosida hosil qilinadi; As — X, Ge — As — X, Ge — Sb — X, Ge — P — X va boshqalar. Bu erda X — S, Se, Te.

**Oksidli** shishalar eng keng sinfli birikmalardan tashkil topadi. Bunda quyidagi oksidlar oson shisha hosil qiluvchi oksidlar hisoblanadi: SiO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Oksidlarning katta guruhi TeO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, SeO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lar boshqa oksidlar va oksid aralashmadari bilan eritilganda shisha hosil qiladi. Masalan, quyidagi shisha oson hosil bo‘ladi: SaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Mo<sub>m</sub>O<sub>n</sub> - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bu erda Me<sub>m</sub>O<sub>n</sub> - har xil modifikasialovchi oksidlar. Shunday qilib, shisha hosil qiluvchi oksidning to‘riga qarab shishadar quyidagi siiflarga bo‘linadi: silikatli, boratli, fosfatli, germanatli, telluritli, alyuminatli va shu kabilar.

Elektron texnikaning eng kerakli materiallaridan biri oksidli shishalardir. Shisha va eritmalarning qovushqoqligi va sirt tarangligini to‘risida tushunchaga ega bo‘lishimiz kerak. Qovushqoqlikning temperaturaviy bog‘lanishi eng zarur texnologik xarakteristika bo‘lib, shisha texnologiyasi asosiy bosqichlarining parametrlarini belgilab beradi: shisha hosil bo‘lish, shisha massaning gomogenlashuvi va tiniqlashuvi, buyumlarga shakl berish, ularni kuydirish yoki toblash va hokazolar. Shishaning qovushqoqligi temperaturaga bog‘lik holda juda keng qiymatlarda, ya’ni eritma holatdagi 10 Pa·s dan qattiq holatdagi 10<sup>19</sup> Pa·s gacha o‘zgaradi. Oksidli shishalar qovushqoqligining temperaturaviy bog‘lanishi 2-rasmda ko‘rsatilgan. Past temperaturalarda (T<sub>g</sub> gacha) qovushqoqlik juda kam o‘zgaradi. Qovushqoqlikning keskin kamayishi 10<sup>15</sup>-10<sup>7</sup> intervalida yuz beradi.

Eritma holatdagi shishalarning temperaturaviy bog‘lanishi (T<sub>f</sub> dan yuqori temperatura sohalarida) taxminan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\eta = A \exp \left[ E_{\eta} / (RT) \right] \quad (1.1)$$

bu erda,  $\eta$  - dinamik qovushqoqlik koeffisienti, A —konstanta (10<sup>-4</sup> – 10<sup>-5</sup> Pa·s) moddaning kimyoviy tabiatiga bog‘liq bo‘lib, Eynshteyn tenglamasidan



hisoblanishi mumkin:  $A=Nh/V$  (bu erda  $N$  - Avogadro soni,  $h$  - Plankdoimiysi,  $V$ — molli hajm);  $E_{\eta}$  — aktivlash energiyasi (oksidli shishalar uchun 80-630 kDj/mol) bo‘lib, tortishish kuchlarini engish va undan keyinga zarrachalarning siljish jarayonlaridan kelib chiqadi, temperaturaga bog‘liq bo‘ladi va taxminan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:  $E_q=E_0/T$  bu erda  $E_0$  — element-kislorod bog‘ning mustahkamligiga proporsional bo‘lgan kattalik.

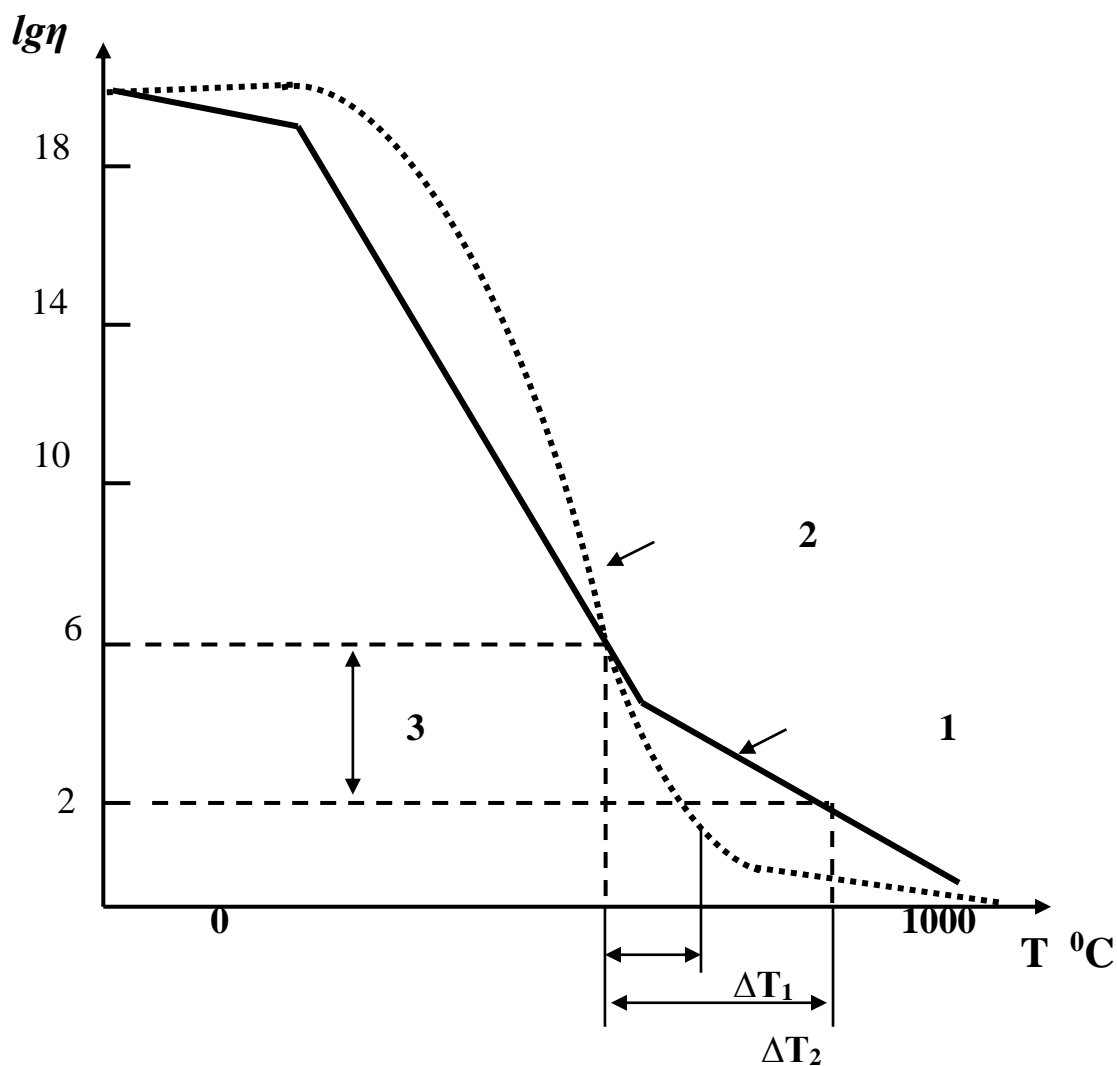
Shakl berishning temperaturaviy oralig‘ida qovushqoqlikning o‘zgarish xarakteri bo‘yicha shishalar qisqa va uzun shishalarga bo‘linadi (3-rasm).

Shisha massa qovushqoqligining  $10^2 - 10^8$  Pa·s oralig‘ida undan shisha buyumlar tayyorlash mumkin bo‘ladi. Qovushqoqlikning bu diapozoniga shisha massaning tarkibiga bog‘liq holda o‘zining shakl berish temperatura oralig‘i mos keladi. Shakl berish temperatura intervali nisbatan kichik bo‘lgan (~100 – 150 °C) shisha massa qisqa, intervali (~250 – 500 °C) bo‘lganlari uzun deyiladi. Uzun shishalar uchun shakl berish rejimini ishlab chiqish qisqa shishalarga qaraganda ancha oson.

Shishalarning qovushqoqligi zarrachalar orasidagi kimyoviy bog‘larning mustahkamligiga bog‘liq bo‘lib, ular o‘z navbatida zarrachaning turiga bog‘liq bo‘ladi. Silikat shishalar ichida kvars shisha bir xil temperaturaviy sharoitda eng katta qovushqoqlikka ega. Uning tarkibiga ishqoriy metallarning oksidlari kiritilishi bilan hosil bo‘ladigan binar ishqoriy – silikat shishaning qovushqoqligi keskin kamayib ketadi (3-jadval).

*3-jadval*

Tarkib	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O·2Si O <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O·SiO <sub>2</sub>	2a <sub>2</sub> O·SiO <sub>2</sub>
$\eta$ , Pa·s (1400 °C da)	109	28	0,16	0,1



**3-rasm.** Oksidli shishalar qovushqoqligining temperaturaga bog‘lanish grafiklari: 1,2 – uzun va qisqa shishalarning dinamik qovushqoqliklari; 3 – shakl berushning qovushqoqlik intervali ( $\Delta T_1$ ,  $\Delta T_2$  – shakl berishning temperatura oraliqlari).

Oson eruvchan, qovushqoqligi kichik bo‘lgan glazurlar tayyorlash uchun glazur tarkibiga fluor, bariy, qo‘rg‘oshin birikmalari qo‘shiladi.

#### 1.4. Shisha pishirish uchun xom-ashyo materiallari

Shisha pishirish uchun xom-ashyo sifatida qo'llaniladigan materiallar texnologik belgi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi: asosiy va yordamchi.

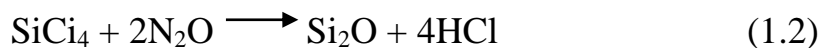
*Asosiy* materiallarga shishaning asosini tashkil etuvchi va uning xossalari belgilovchi materiallar kiradi.

*Yordamchi* materiallar shishaning xossalari har tomonga o'zgartirish imkoniyatini beradigan va pishirishni tezlashtiradigan komponentlarni o'z ichiga oladi. Bularga rang beruvchi, tiniqsizlantiruvchi, tiniqlantiruvchi, rang ketkazuvchi, oksidlovchi, qaytaruvchi, tezlatuvchi va shunga o'xshash materiallar kiradi.

Materiallar kelib chiqishi jihatidan tabiiy va sintetik materiallarga bo'linadi. Sintetik materiallar tabiiy materiallarga qaraganda ancha toza hisoblanadi. Xomashyo materiallarining sifatiga (kimyoviy tarkib, kirishmalar, disperslik va boshqalar) qo'yiladigan talablar shisha mahsulotlarning turiga va qaerda ishlatilishiga bog'lik bo'ladi. Elektron texnikada qo'llaniladigan shishalar ishlab chiqarish uchun (mikroelektronikada qatlamlararo izolyasiyalash, germetiklovchi kompaundlar, rezistor va kondensatorlarning komponentlari, elektromagnit, optik, lazer nurlanishlarning sezgir datchiklari va boshqalar uchun) kerak bo'ladigan xomashyoga qo'yiladigan talablar tayyor shisha mahsulotning sifatiga qo'yiladigan talablar bilan aniqlanadi.

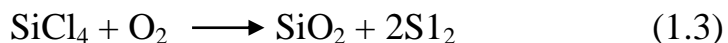
Shisha pishirish sanoatida har xil shisha mahsulotlar tayyorlashda kremniy dioksidi uchun material sifatida kvarts qumi, maydalangan qum, kvarsit va tolali kvarts kabilardan foydalaniladi. Bunda tozalik darajasi bo'yicha qumning 15 xil rusumi ishlatiladi. Elektron texnikada xomashyolarning tozaligiga bo'lgan talab kuchayganligi sababli sintetik SiO<sub>2</sub> ni hosil qiladigan quyidagi usullar ishlab chiqilgan:

1. Gaz fazali sintez, bunda tetraxlorid kremniydan vodorod-kislorod alangasida quyidagi reaksiya bo'yicha hosil qilinadi:



Bu usul bilan olingan kvarts shishada gidrooksil guruhining miqdori ko'p bo'lib, issiqlikka chidamligi kamroq bo'lishi uning kamchiligi hisoblanadi.

2. Kislorodli, past temperaturali plazmada to'g'ridan- to'g'ri oksidlash:



Bu holatdagi kvarts shishasida gidrooksil guruhining miqdori eng kam, biroq unda massaning 0,05 % gacha xlor ionlari mavjud bo'ladi.

3.  $\text{SiO}_2$  gelidan, uni quritib, termik ishlov berib va 1800 °C da eritib hosil qilinadi.

Bunday xomashyodan hosil qilinadigan kvarts shisha yuqori darajali tozaligi bilan xarakterlanadi va undagi qoldiq kirishmalar massaning  $10^{-5} - 10^{-6}$  % dan oshmaydi. Bunday shishalardan xususiy holda Choxralskiy usuli bilan kremniy monokristallari o'stirish uchun kvartsli tigellar, diffuziya jarayoniga va yarim o'tkazgichlar epitaksiyasi o'tkaziladigan kvartsli reaktorlar, optik va lazer shishalarini ishlab chiqarishda va hokazolar tayyorlashda foydalaniladi.

Zol-gel texnologiyasi monolitlar, kukunlar, qatlamlar va tolalar kabi turli xil materiallar olish uchun muqobil usul sifatida keng qo'llaniladi. Ular orasida zol kvartsning asosiy xossasi va zol-gel jarayonida kremniy tolalarini olishda keng qo'llanilgan.

Hozirgi zamonda shishasimon materiallarni olishning istiqbolli usullardan biri zol-gel jarayonidir. Bu jarayonning tekshirish bo'yicha katta hajmda ish bajarilgan bo'lib ammo hosil qilingan materiallarni shisha va monolit kserogellarning xususiyatlarini tekshirish bo'yicha sistematik tadqiqodlar kam o'tkazilmagan. Bunday noan'anaviy metodlar bilan olingan shishalarni EPR spektroskopiyada yordamida o'rganishning birqancha aspektlari mavjud.

### **1.5. Shishalarni tiniqlashtirish**

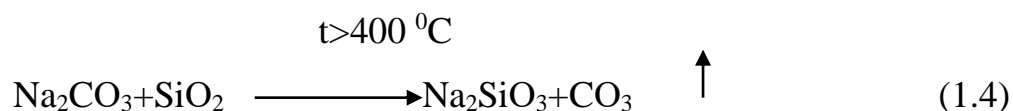
Hozirgi paytda elektron texnikada ko'p ishlatiladigan shishalarning asosiy ustunlik tomonlari ularning elektrofizik xususiyatlarining yaxshiligi,

ancha qattiqligi, arzonligi va xom ashyoning mo‘lligi. Bundan tashqari shishalarni olish texnologiyasi juda yaxshi o‘rganilgan.

Shisha pishirish uchun shixtani tayyorlashga mo‘ljalangan xom ashyo materiallari tozalanib, maydalanib kerakli nisbatda o‘lchanib olinadi va so‘ngra yaxshi aralashtiriladi. Shixtaning asosiy texnologik ko‘rsatgichi – tarkibning bir jinsliligidir. Shishani pishirish jarayoni va uning sifati shixtaning bir jinsli bo‘lishiga bog‘liq.

Qaynatish jarayonida xom ashyo materiallari toza va bir jinsli shisha pishirish uchun pechlardan foydalaniladi: davriy ishlovchi gorshokli pech va uzluksiz yoki davriy ishlovchi vannali pech. Gorshokli pechlar yuqori sifatli, ya’ni optik shishalarni pishirishda ishlatiladi. Vannali pechlar yordamida ko‘p miqdordagi shisha (sutkasiga 3-tonnadan 300 tonnagacha) pishiriladi. Shisha qaynatishda murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar ro‘y beradi va bu jarayonlarning xarakteri shixtaning tarkibi hamda qaynatish bilan aniqlanadi. Pishirishning barcha jarayonlari quyidagi bosqichlarga bo‘linadi: silikat hosil bo‘lish, shisha xosil bo‘lish, tiniqlashtirish va sovutish.

Silikat hosil bo‘lish jarayonida shixta komponentalari o‘zaro kimyoviy ta’sirlashadi. Natijada korbanatlar, sulfatlar va silikatlar yoki boshqa moddalarga aylanadi. Bu jarayon nisbatan 400-600 °C temperatura oraliqlarida boshlanadi. Soda bilan kvars qizdirilganda quyidagi reaksiya ro‘y beradi:



Temperatura 700-800 °C ga etganda sodaning erishi tufayli reaksiya tezligi keskin ortadi.

Shisha hosil qilish jarayonida shixtadagi qolgan qattiq moddalar silikat eritmasiga eritiladi. Shixta to‘liq eritilib, aralashtirilgandan so‘ng bir jinsli massa hosil bo‘ladi.

Shisha massasini tiniqlashtirish – pishirishning eng asosiy va uzoq bosqichidir. Qaynatish jarayoning eng yuqori temperaturasida u amalga oshiriladi.

Shisha massasining yopishqoqligini kamaytiruvchi va pufakchalar hosil qiluvchi sharoit yaratilsa, tinitish bosqichini va shisha pishirish jarayonini tezlashtiradi. Qaynatish temperaturasini oshirish o'z navbatida kimyoviy-fizikaviy jarayonlarni tezlashtiradi, shuningdek suyuqlik yopishqoqligini kamaytirib tiniqlashtirish va shisha hosil qilish jarayonlarini yaxshilaydi.

Tiniqlashtirish operatsiyasidan so'ng hosil bo'lgan toza shisha massasidan buyumlar ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda beshta asosiy usullar bilan shisha buyumlar tayorlanadi:

1. Puflash;
2. Shisha massasini tortish usuli ;
3. Presslash;
4. Markazga intilma kuch ta'sirida (aylantirish).
5. Float – usulida. Yopiq vannada eritilgan metall ustiga shisha listi tortiladi.

Shishani shakillantirish tartibi shisha buyumlarni ishlab chiqarish usuli va maromini tanlash yopishqoqlikning temperaturaga bog'liqligiga asoslangan. Bunda shisha o'tish davrida plastik deformatsiya hususiyatini saqlab qoladi. Shisha buyumlarni tayyorlashda, shisha massaning zarur shakliga o'ta olish qobiliyati yopishqoqlik  $10^2-4 \cdot 10^7$  Pa·s (ayrim qisqa holatda  $10^2-10^5$  Pa·s) oraliqda bo'lishi kerak. Bu oraliqdagi yopishqoqlikga, shisha massasining tarkibiga qarab shakl berishning temperatura intervali to'g'ri keladi. Masalan, bu holda 800-1200 °C temperatura oralig'iga to'g'ri keladi.

Hozirgi vaqtda elektron texnikaning shishadan tayyorlangan barcha mahsuloti tez ishlovchan avtomatik mashinalarda shakl beriladi. Bu mashinalar puflab shakl berish asosida ishlaydi. Shakl berilgan buyumlar qolipdan chiqarib olinadi va haroratli ishlov berishga yuboriladi.

Shisha oynalar, naychalar, tasmalar va tolalarni tayyorlashda shakl berish usuli sifatida tortish usulidan ham foydalaniladi.

Shisha buyumlarni sovutishda devorning tashqi va ichki qatlamlarida temperatura farqi bo'lganligi sababli shishada mexanik kuchlanish hosil bo'ladi.

Shisha buyumlarda hosil boʻlgan bu kuchlanishni yoʻqotish uchun ularga haroratli ishlov beriladi.

Shishani toblash deb shishada tekis taqsimlangan qoldiq kuchlanish hosil qilish operatsiyasiga aytiladi. Toblashni amalga oshirish uchun shishani  $t_g$ - $t_f$  oraliqidagi temperaturagacha qizdiriladi va soʻngra tez va tekis sovutiladi. Toblangan shishalarning mustahkamligi 3-5 marta ortadi.

### 1.6. Kvarts shisha haqida qisqacha maʼlumot

Tabiatda kremnezem turgʻun  $\alpha$ -kvarts (qum, togʻ xrustali monokristallari) koʻrinishida uchraydi. Uning tarkibi 90-95%ni kichik kristalli  $\text{SiO}_2$  tashkil etadi.  $\text{SiO}_2$  – kremniyning oliy oksidi.  $M = 60.09$

$$A \text{ Si} = 28.09$$

$$2A \text{ O} = 32.00$$

Shishaning tabiatda paydo boʻlishi yashinning qumga urilishidan paydo boʻlgan. Hozirgi kunda shisha elektronika, optika va texnikaning turli sohalarida ishlatiladi.

Fazoviy oʻtis diagrammasi bir necha fazoviy oʻtishlar bilan xarakterlanadi va metastabil holatlardan iborat boʻlib, 1-rasmda tasvirlangan.

**$\beta$ - kristobalit**  $T_g$  erish temperaturasi 2000 K (1727 °C).  $T_g$  erish temperaturasi  **$\beta$ -kvartsniki esa**  $\sim 1470$  °C. Quyida ularning zichligi va sindirish koʻrsatkichi taqqoslangan. Tarkibida kirishmalar (ishqoriy metall oksidlari va boshqalar) ishtiroki bilan kvarts va kristobalit oraligʻida uning modifikatsiyasi ( $\alpha$ - yoki  $\beta$ -) hosil boʻladi.

4-jadval

Xususiyati	$\alpha$ -kvarts	$\beta$ -kristobalit
$d, \text{g/sm}^3$	2.656	2.330
$n_D$	1.545	1.483

Juda yuqori bosimda kremnezem kristallining boshqa modifikatsiyalari mavjud boʻladi.

Fazoviy o'tishlar kvarts modifikatsiyalari o'rtasida yoki kristobolit modifikatsiyalari o'rtasida II fazoviy o'tish bo'ladi. Kvars bilan kristobalit o'rtasidagi o'tish I fazoviy o'tish bo'ladi. Chunki ular o'rtasida strukturaning bir elementar yacheykadan boshqasiga asta sekin o'tish mumkin emas. Hozirgi kunda past temperaturali modifikatsiyasi  $\alpha$  bilan, yuqori temperaturalisi esa  $\beta$  bilan belgilash kelishilgan.

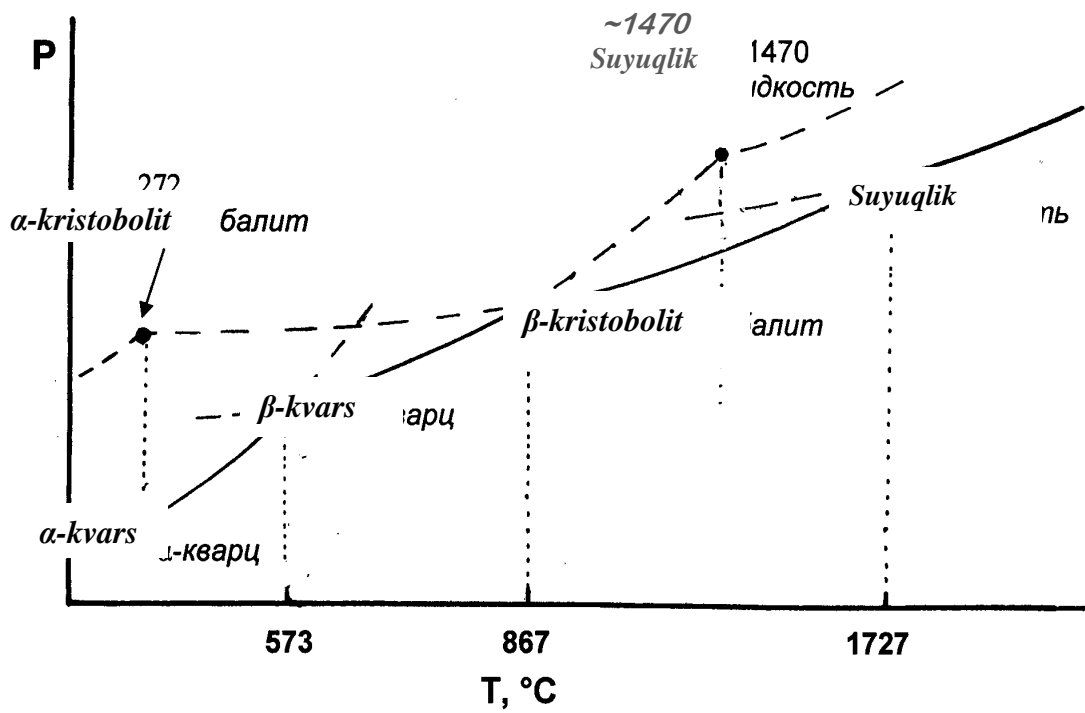
$\beta$ -kristobalit elementar yacheykasi – kub shaklida bo'lib, olmos panjarasidan yasalgan. Kvarsning ikki modifikatsiyasi bo'lib, ular trigonal va geksagonaldir. Barcha bu strukturalar elementar yacheykasi turi bilan bir-biridan farq qiladi va tugunlarda joylashgan struktura birligi amalda bir xil. Bu panjaraning tugunlarida tetraedrik gurux  $\text{SiO}_{4/2}$  joylashgan (4-rasm).

### 1.7. Kremnezemda kimyoviy bog'lanish xarakteri

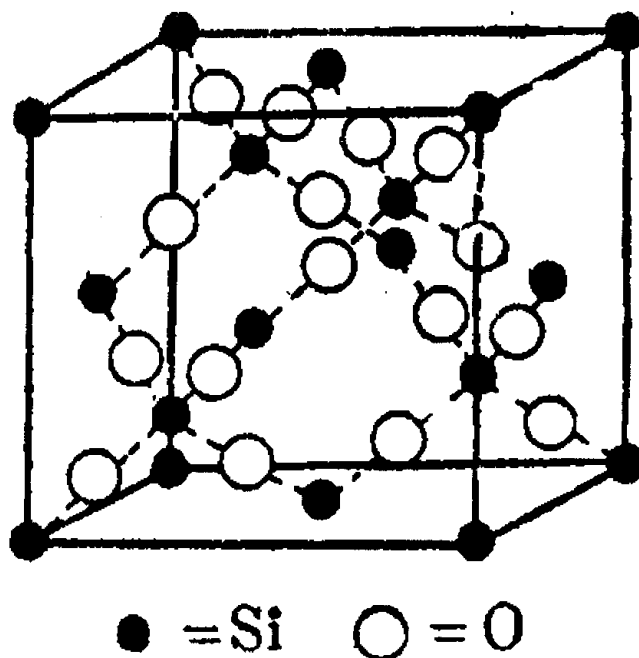
Har bir  $\text{SiO}_{4/2}$  gruppaning ichida kremniy atomi va yuqorisida kislorod atomlari joylashgan. Har biriga ikkita tetraedr tegishli bo'lib – bunga va qo'shnisiga. Shuning uchun  $\text{O}_{4/2}$  formula hosil bo'ladi. Shu sababli har bir tetraedr ichidagi burchak va oralig'i:  $\text{Si}-\text{O}$  1,60 ÷ 1,63 Å (o'rtacha 1,62 Å) va  $\angle \text{O}-\text{Si}-\text{O} = 109^\circ$ . Bu burchaklar kremniy atomi hosil qiladigan  $\text{sp}^3$  – gibridd bog'lanishga aniq mos keladi. Radiuslar  $R_{\text{O}} = 1,32 \text{ \AA}$ ,  $R_{\text{Si}} = 0,3\text{\AA}$ . Past temperaturali kvartsda  $\angle \text{Si}-\text{O}-\text{Si} \sim 144^\circ$ , a yuqori temperaturada  $\sim 155^\circ$ , kristobalitada burchak katta bo'lib,  $180^\circ$  ga yaqinlashadi. Ion bog'lanish darajasi  $\text{Si}-\text{O}$  60% ga teng.

Atomning effektiv zaryadi Si uchun +4 butun sonli qiymati va kislorod uchun -2 qiymatidan jiddiy ravishda farq qiladi. Kremniy va kislorod uchun effektiv zaryadi mos ravishda +0.6 va -0.3 elektron birlik zaryadi, absolyut qiymatiga teng bo'ladi. ( $E_d$ ) birlik mol  $\text{Si}-\text{O}$  bog'lanishda energiya uzilishi  $\approx 460 \text{ kDj/mol}$  ni tashkil etadi.  $\text{SiO}_2$  molekulada ular to'rtta. Kristobolitning erish

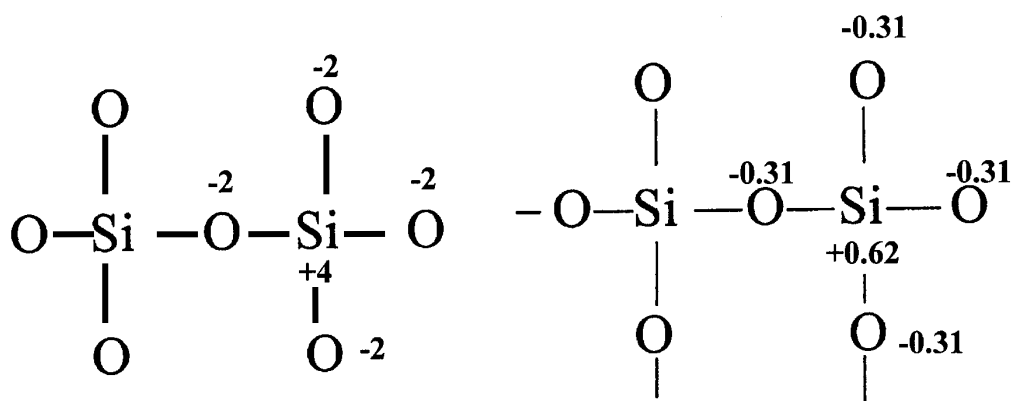




1.4-rasm. Kremnezemning fazoviy o'zaro bog'lanishini illyustratsiyali sxemasi.



1.5-rasm.  $\beta$ -kristobalit elementar yacheykasi.



6-rasm.  $\text{SiO}_2$  strukturasiining ion modelida zaryad taqsimlanishi – chapda, va haqiqatda (pozitronlar annigilyatsiyasini o‘rganish ma’lumotlariga ko‘ra) – o‘ngda.

temperaturasi 8 kDj/mol ga yaqin. Shuning uchun erish jarayoni bu bog‘lanishlarning uzilishi bilan bog‘liq emas, balki tetraedrlarning o‘zaro orientatsiyasining o‘zgarish xarakteri bilan bog‘liq.

### **1.8. Zol-gel usulida olingan shishaning ishlatilish sohalari**

Asboblari ob‘ektivlarida, lazerni elementlarda, deraza (kosmik kema derazasi), spektroskopik eritma uchun kyuveta, svetotexnik qurilmalar, to‘lqin optika, kimyoviy idishlar va boshqalarda ishlatiladi. Yagona spektral shaffoflikka ega bo‘lgani, kimyoviy chidamli va issiqbardosh material uchun kvarts shisha optik muhit sifatida

ishlatiladi. Hozirgi kunda kvarts shisha yorug‘lik to‘lasi sifatida tibbiyotda va maxsus texnik sohalarda ishlatiladi. Shisha to‘la tayyorlash uchun shisha naycha ichiga kremniy va germaniy xloridi xaydaladi va bunda yuqori temperaturali aralashma bug‘i gidrolizi hosil qilinadi. Natijada naycha ichida sindirish ko‘rsatkichi SiO<sub>2</sub> ga nisbatan katta bo‘lgan shisha olinadi. Bu maxsulot 1000 °C dan yuqori temperaturada tortilsa to‘la hosil bo‘ladi. Yorug‘lik nuri to‘la ichiga kiritilsa, devorlaridan qaytadi va to‘la bo‘ylab tarqaladi. Bu zamonaviy optikaning ahamiyatli sohasi bo‘lib, optik materialshunoslik – to‘la optikasi deyiladi. Bu sohada boshqa shishalar ham ishlatiladi.

### **1.9. Atomning energetik sathlari va magnit maydondagi atom**

Atomning statsionar holatlari norelyativistik yaqinlashishda yadroning Kulon maydonida xarakatalanuvchi hamda bir-biri bilan elektr ta’sirlashuvidagi elektronlar sistemasi uchun yozilgan Shredinger tenglamasidan aniqlanadi.

$$\hat{H} \phi = E \phi \quad (1.5)$$

Bu magnit maydondagi xarakat holi uchun qidirilayotgan Shredinger tenglamasi bo‘lib hisoblanadi. Ma’lumki, tashqi markaziy simmetrik maydonda xarakatlanayotgan zarralar sistemasi uchun L to‘la orbital moment hamda holatlar juftligi saqlanuvchi kattaliklardir, shuning uchun atomning har bir

statsionar holati  $L$  momentning ma'lum qiymati va o'zining juftligi bilan xarakterlanadi.

Norelyativistik yaqinlashishda atomning energiya sathlari  $L$  va  $S$  ning qiymati hamda jufti bo'yicha klassifikatsiyalanadi. Energiya sathlari  $L$  va  $S$  ning fazodagi mumkin bo'lgan yo'nalishlariga mos holda aynigan bo'ladi. Aynish darajasi mos holda  $2L+1$  va  $2S+1$  ga teng. Muayyan  $L$  va  $S$  ga ega bo'lgan sathning aynish darajasi  $(2L+1) \cdot (2S+1)$  ga teng bo'ladi.

Lekin haqiqatda esa elektronlarning o'zaro elektr magnitik ta'sirida ularning spinlariga bog'liq bo'lgan relyativistik effektlar mavjud. Bu effektlar atomning energiyasini  $L$  va  $S$  vektorlar kattaligidan tashqari ularning o'zaro vaziyatlariga ham bog'liq bo'lishiga olib keladi. Relyativistik effekt hisobga olinganda atomning  $L$  orbital momenti va  $S$  spinining har biri endi ayrim holda saqlanmaydi. Bu holda universal aniq bo'lgan  $J=L+S$  to'la momentning saqlanish qonunigina o'rinli bo'ladi.

Relyativistik effektlar nisbatan kichik bo'lsa ularga g'alayonlanish sifatida qarash mumkin. Bu g'alayonlanish ta'sirida muayyan  $L$  va  $S$  ga ega bo'lgan aynigan sath  $J$  to'la momentning qiymatlari bo'yicha farqlanadigan bir qator har xil sathlarga ajraladi. Bu sathlar birinchi yaqinlashishda mos sekulyar tenglamadan aniqlanadi. Ularning to'lqin funktsiyalari esa (nolinchi yaqinlashishdagi) muayyan  $L$  va  $S$  ga ega bo'lgan dastlabki aynigan sathlar to'lqin funktsiyalarining ma'lum chiziqli kombinatsiyasidan iborat bo'ladi.

Shunday qilib, relyativistik effektlar natijasida  $L$  va  $S$  larining qiymatlari berilgan sath  $J$  larining qiymatlari har xil bo'lgan bir qator sathlarga ajraladi. Bunday ajralishni sathning **nozik strukturasi (multiplet ajralish)** deyiladi. Ma'lumki,  $J$  soni  $L+S$  dan  $L-S$  gacha qiymatlar qabul qiladi, shu sababli, muayyan  $L$  va  $S$  ga ega bo'lgan sath  $2S+1$  (agar  $L>S$  bo'lsa) yoki  $2L+1$  (agar  $L<S$  bo'lsa) ta har xil sathning har xil yo'nalishlari bo'yicha ayniganiga qoladi; bu aynishning darajasi  $2J+1$  ga teng.

Atomning energiya sathlarini momentning qiymati aniq bo'lgan ayrim zarralar holatlarini belgilashda ishlatiladigan simvollarga o'xshash

simvollar bilan belgilash qabul qilingan. L to'la orbital momenti har xil qiymatlarga ega bo'lgan holatlar latin alfavitining katta harflari orqali belgilanadi.

$$L = 0, 1, 2, 3, 4, 5,$$

S P D F G H

Bu simvollarning chap tomoni ustida terminning multipletligi deb ataluvchi  $2S+1$  soni ko'rsatiladi (lekin bu son sathning nozik strukturasi komponentlari soniga faqat  $L \geq S$  dagina mos keladi). O'ng tomonda pastda esa J to'la momentning qiymati ko'rsatiladi. Masalan:  ${}^2R_{1/2}$ ,  ${}^2R_{3/2}$  simvollar  $L=1$ ,  $S=1/2$ ,  $J=1/2, 3/2$  bo'lgan sathlarni bildiradi [1].

Bittadan ortiq elektronga ega bo'lgan atom yadro maydonida xarakatlanuvchi va bir-biri bilan ta'sirlashadigan elektronlarning murakkab sistemasidan iborat. Bunday sistema holatini qat'iy aytganda, bir butunligicha qarash mumkin.

Ayrim elektronlarning har xil n va l li holatlarini bosh kvant sonining qiymatini ko'rsatuvchi raqam hamda l ning qiymatini ko'rsatuvchi harfdan iborat simvol orqali belgilash qabul qilingan[1]. Masalan, 4d simvol  $n=4$  va  $l=2$  bo'lgan holatni bildiradi. Atom holatlarini to'la tavsiflash L, S, J ning qiymatlarini ko'rsatish bilan bir qatorda hamma elektronlar holatlarini ham ko'rsatishni talab qiladi. Masalan,  $1s2p^3R_0$  simvol geliy atomining  $L=S=1$ ,  $J=0$  bo'lgan holatini bildiradi, ikkita elektron esa bittadan 1s va 2p holatda yotadi. Agar n va l lari bir xil bo'lgan holatlarda bir qancha elektronlar yotsa, u holda bu sonni holat belgisining daraja.

Bir jinsli N magnit maydonda joylashgan atom gamiltoniani

$$H = \frac{1}{2} \sum_a \left[ \hat{P}_a + \frac{|e|\hbar}{c} A(r)_a \right]^2 + U + \frac{h|e|\hbar}{mc} H \hat{S} \quad (1.6)$$

bo'lib, bunda yig'indi hamma elektronlar bo'yicha olinadi.  $\hat{S} \hat{S} = \sum_a \hat{S}_a$  - esa atomning to'la elektron spin operatori.

$$g = 1 + \frac{J(J + 1) - L(L + 1) + S(S + 1)}{2J(J + 1)} \quad (1.7)$$

Bunda g-Lande ko'paytuvchisi yoki gidromagnit ko'paytuvchi deyiladi. Agar spin mavjud bo'lmasa,  $g=1$  (ya'ni  $S=0$  bo'lganidan,  $J=L$ ) va agar  $L=0$  (demak,  $J=S$ ) bo'lsa,  $g=2$  bo'ladi.

Atomlarning bir-birlari bilan birikib, molekula tuzish xossasi valentlik deyiladi. Har bir atomga ma'lum valentlik mos qilib qo'yiladi. Atomlar birikkanda ularning valentliklari o'zaro to'yinish, ya'ni atomning har bir valent bog'lanishga boshqa atomning ma'lum valent bog'lanishi mos kelishi kerak.

Atomlarning bir-biri bilan birikish qobiliyati ularning spinlariga bog'liq bo'ladi. Atomlarning o'zaro birikish qobiliyatini miqdoriy xarakterlash uchun atom spinining ikkilanganiga teng bo'lgan butun sondan foydalanish qulay. Bu son atomning kimyoviy valentligiga teng. Bunda bitta atomning o'zi qanday holatda yotganiga qarab, har xil valentlikka ega bo'lishi mumkin. Atom nomerining ortishi bilan past valentlikka moyillik ortib boradi.

Atomlar birikib molekula hosil qilganlarida atomlarning to'lgan qobiqlari ham o'zgaradi. Lekin bunda to'lmagan qobiqdagi elektron zichlik esa sezilarli darajada o'zgaradi. Bu o'zgarish eng keskin yuz beradigan va geteropolyar bog'lanish deb ataluvchi hollarda hamma valent elektronlar bir atomdan ikkinchisiga o'tadi.

Qarama-qarshi chegaraviy holda, ya'ni gomopolyar bog'lanishda molekuladagi atomlar asosan neytral qoladi. Gomopolyar molekulalar sezilarli dipol momentga ega emas.

### **1.10. Atom sathlarining nozik strukturasi.**

Atom gamiltonidagi relyativstik hadlar ikki kategoriyaga ajralar ekan:

1. Elektron spini operatorlariga nisbatan chiziqli bo'lib, birinchi kategoriya elektronlar hususiy magnit momentlarining orbital harakat magnit momentlari bilan go'yo o'zaro ta'siriga mos keladi; uni spin-orbital o'zaro ta'sir deb ataladi.

2. Ikkinchisi esa ular bo'yicha kvadratik bo'ladi, ya'ni elektronlar magnit momentlarining bir-biri bilan ta'sirini bildiradi (spin-spin o'zaro ta'sir); o'zaro ta'sirlarning ikkala ko'rinishi elektronlar tezligining yorug'lik tezligiga nisbatan  $v/c$  bo'yicha bir xil tartibga ega. Lekin amalda og'ir atomlarda spin—orbital o'zaro ta'sir spin—spin o'zaro ta'sirdan ancha kuchli. Buning sababi shundaki, atom nomerining ortishi bilan spin — orbital o'zaro ta'sir tez ortadi. Spin — spin o'zaro ta'sir esa  $Z$  ga bog'liq emas. Bu spin—spin o'zaro ta'sirning tabiatidan kelib chiqadi, ya'ni elektronlarning bir-biri bilan bevosita ta'siriga yadro maydonining hech qanday aloqasi bo'lmaydi.

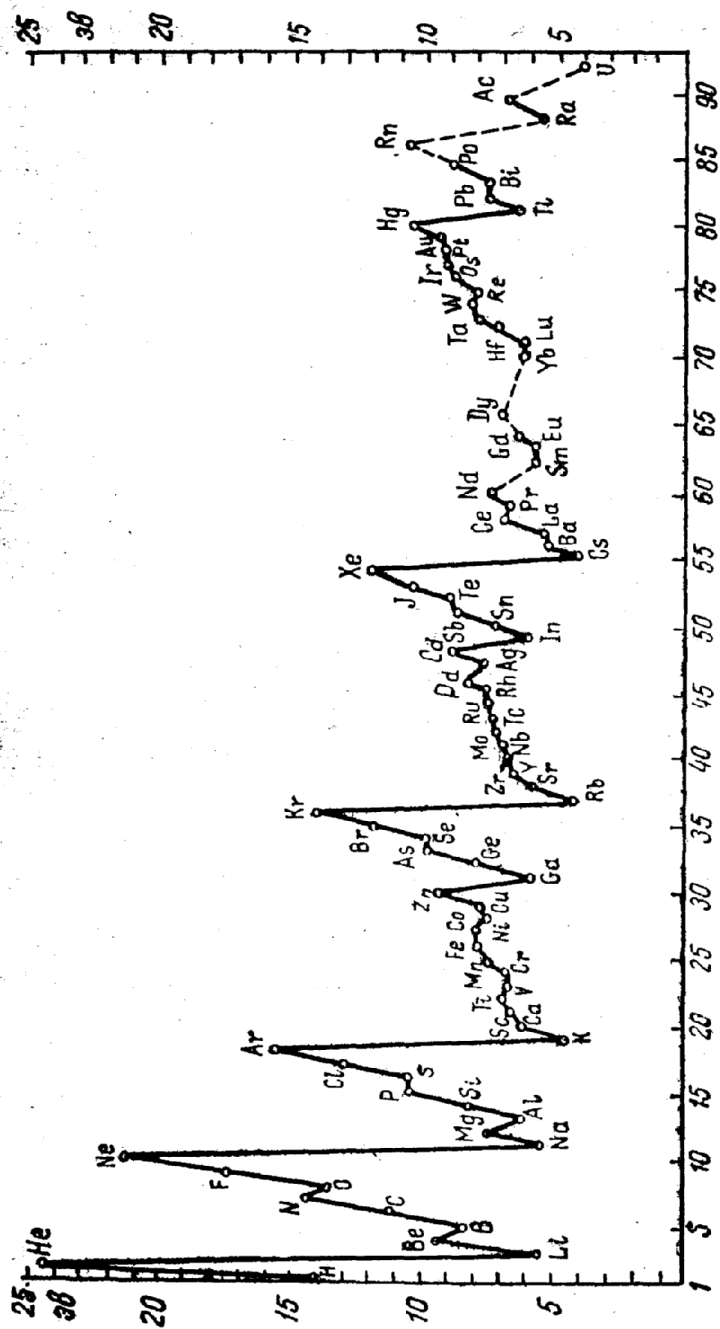
Atom sathlarini tuzishning bayon qilingan sxemasi elektronlar orbital momentlari qo'shilib, atomning  $L$  to'la orbital momentini, uning spinlari qo'shilib  $S$  to'la spinni beradi degan tasavvurga asoslangan. Bunday faraz relyativistik effektlar kichik bo'lgan sharoitdagina o'rinli; to'g'rirog'i, nozik struktura intervallari har xil  $L, S$  ga ega bo'lgan sathlar orasidagi farqdan kichik bo'lishi kerak. Bunday yaqinlashish Rassel-Saunders ham deb ataladi; ba'zan LS- tip bog'lanish ham deyiladi.

Yadro spinini atom spektroskopiyasida qabul qilinganidek,  $i$  bilan belgilaymiz. Atomning yadro bilan birgalikda to'la momenti  $F=J+i$  bo'lsin, bunda  $J$  avvalgidek, elektron qobiqning to'la momentini ko'rsatadi. O'ta nozik strukturaning har bir komponenti  $F$  ning aniq qiymati bilan harakterlanadi. Momentlarni qo'shishning umumiy qoidasiga ko'ra  $F$  kvant soni

$$F = J+i, J+i-1, \dots, J-i \quad (1.8)$$

qiymatlar qabul qiladi.

Qarama-qarshi chegaraviy holda relyativistik o'zaro ta'sir elektrostatik ta'siriga nisbatan katta. Bu holda orbital moment va spin haqida alohida gapirib bo'lmaydi, chunki ular saqlanmaydi. Har bir ayrim elektron o'zining  $j$  to'la momenti orqali xarakterlanadi. Bu momentlar qo'shilib, atomning umumiy  $J$  to'la



1.7- rasm. Elementlarning ionizatsiya potentsiallari uchun olingan ma'lum spektroskopik ma'lumotlar.



momentini beradi. Atom sathlarini tuzishning bu sxemas j – tip bog‘lanish deyiladi. Amalda bu tip bog‘lanish sof holda uchramaydi, juda og‘ir atomlarning sathlari ichida, LS va jj-tip bog‘lanishlar orasiga to‘g‘ri keluvchi har xil ko‘rinishdagi oraliq bog‘lanishlar kuzatiladi.

### **1.11. Zol-gel usuli va u yordamida materiallar olish**

Strukturalar hosil qilish jarayoni dispers sistemasining hamma hajmiga tarqalsa, sistema alohida bir holatga o‘tadi. Sistema bunday holatda cheksiz katta qovushoqlikka ega bo‘lib qoladi, unda qattiq jismning ham, suyuqlikning ham xossalari bo‘ladi. Kolloid zarralar orasida yoki polimerlarning makromolekulalari orasida molekulyar tutinish kuchlari ta‘sir etishi tufayli ichki strukturalar hosil qilish natijasida o‘z oquvchanligini batamom yo‘qotgan sistema gel deb ataladi. Fazoviy gellarning ichi odatda erituvchi bilan to‘lgan bo‘ladi.

Gel hosil bo‘lganida sistemadagi dispers faza va dispersion muhit miqdorlari orasidagi nisbat o‘zgarmay qoladi. «Gel» termini kolloid sistemalarda

ishlatiladi. «Iviq» esa polimer eritmalarining ichki strukturalar hosil bo‘lishi natijasida o‘z oquvchanligini yo‘qotgan mahsulotdir. Kolloid sistemalarda gelga aylanish jarayonlariga:

- 1) kolloid zarracha yoki polimer mikromolekulasining shakli va katta-kichikligi;
- 2) dispers faza va dispersion muhit miqdori orasidagi nisbat (ya‘ni dispers fazaning konsentratsiyasi);
- 3) temperatura;
- 4) vaqt;
- 5) elektrolit qo‘shilishi katta ta‘sir ko‘rsatadi.

Gel, garchi oquvchan bo‘lmasligi bilan zoldan farq qilsada, gel bilan zol o‘rtasida katta farq yo‘q desa bo‘ladi. Zol gelga aylanganda sistema qotadi, lekin uning ko‘pchilik fizik xossalari kam o‘zgaradi.

Gellar hosil bo`lishida vaqtning roli ham katta. Gelga aylanish jarayonlari hatto etarli kontsentratsiyaga ega bo`lgan sistemalarda ham bir onda sodir bo`lmaydi. Ba`zan gel tayyor bo`lganidan keyin ham sistemada strukturalar hosil bo`lishi davom etaveradi. Buning natijasida gel mustahkamligi va elastikligi ortib boradi.

Gelga aylanish jarayonlariga elektrolitlar katta ta`sir ko`rsatadi. Ba`zi elektrolitlar zolning gelga aylanishini tamomila yo`q qilib qo`yadi. Tekshirishlar shuni ko`rsatadiki, gelga aylanish jarayonlariga kationlarning ham ta`sir etishini ko`rsatadi.

Quruq holatda olingan yuqori polimer moddalar ham gellar qatoriga kiradi va tarkibida suyuqlik juda oz bo`ladi. Bular qatoriga duradgorlik elimi, kraxmal, kauchuk va boshqalar kiradi. Tarkibida suyuqlik oz bo`ladigan ana shunday quruq gellar kserogellar deb ataladi.

Bo`kkanda o`z hajmini oshiradigan kserogellar elastik gellar deb, bo`kmaydigan gellar esa mo`rt gellar deb ataladi.

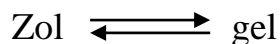
Mo`rt gellar suyuqlik bug`larini yuta oladi; buning natijasida gel adsorbtsion solvat qavat bilan qoplanadi va unda kapillyar kondensatsiya sodir bo`ladi.

Elastik gellarning o`ziga xos xarakterli xususiyati shundaki, ular dispertsion muhitda suyuqlikni shimib, o`z hajmini oshirib yuboradi. Elastik gellarning o`zi ham ikki gruppachaga: ma`lum chegaragacha bo`kadigan gellar gruppachasi bilan cheksiz bo`kadigan gellar gruppachasiga bo`linadi.

Mo`rt gellarning o`ziga xos xususiyati shundaki, ularning hajmi juda oz o`zgaradi; masalan, silikat kislota geli quriganda uning hajmi uncha o`zgarmaydi. Bu vaqtda silikat kislota gelidan suv chiqig`b ketadi, lekin gelning asosiy skeleti o`zgarmay qoladi; shuning uchun bu vaqtda gel g`ovak bo`lib qoladi. Agar qurigan holatda gelga suv qo`shilsa, suv gelga shimilib, uning g`ovak joylarini to`ldiradi; lekin bu vaqtda gelning hajmi uncha kattalashmaydi.

Strukturalar hosil qilgan sistemaning (gelning) strukturalar hosil qilmagan sitemaga (zolga) izotermik aylanishi tiksotropiya deb ataladi.

Tiksotropiyani sxema tarzida quyidagicha ko`rsatish mumkin:



Gelning zolga aylanish jarayoni silkitish, chayqatish, aralashtirish, ultratovush ta`siri natijasida sodir bo`ladi. Gel silkitilganda ichidagi struktura buziladi: zolp hosil bo`ladi. Agar buzilgan struktura o`zgarmas temperaturada yana asliga keltirilsa, gel hosil bo`ladi.

Tiksotrop gellar bir qancha vaqt turgandan keyin hajmini kichraytirib, dispersions muhitni siqib chiqara boshlaydi. Bu vaqtda dispers faza dispersion muhitdan ajraladi. Gelning o`z-o`zicha ikki qavatga ajralish jarayoni sinerezis deyiladi. Shuni ham aytish kerakki, gel sinerezis natijasida faqat o`z hajmini kichraytirib, qaysi idishda turgan bo`lsa, o`sha idish shaklini oladi.

Agar dispers fazasining zarrachalari asimmetrik tuzilgan gellar o`zgarmas temperaturada saqlansa, ularning qovushoqligi o`z-o`zidan ortadi. Zollarning vaqt o`tishi bilan o`z-o`zicha o`zgarishi zolning «eskirishi» deb ataladi. Eskirish jarayoni faqat zollardagina emas, gellarda ham yuz beradi. Gel eskirganda uning tiksotropik xossasi yo`qola boshlaydi.

Zolning eskirishida unga tashqaridan hech qanday modda qo`shilmaydi. Zol eskirish jarayonida jelatilanib, gelga aylanadi: ko`pchilik gellar sinerezis hodisasi natijasida o`z hajmini kichraytirib, kserogellarga aylanadi. Shuning uchun zollarning eskirish jarayoni quyidagicha sxema bilan ko`rsatiladi:



Hozirgi paytda zol-gel usulida SiO<sub>2</sub> tolalar olinib, ularning sirt morfologiyasi hamda bundan tashqari shu usulda sintez qilingan (Sr,Rb)TiO<sub>3</sub> kukunlarining xarakteristikalar va elektrik xossalari o`rganilmoqda. Bunday titanat yarim o`tkazgich keramikasidagi o`tkazuvchanlikning musbat temperaturaviy koeffitsienti birinchi bo`lib 1955 yil topilgan edi. Keramik o`tkazuvchanlik transformatsiya fazasini tetragonaldan kubik fazaga keskin siqadi (o`tkazadi). Shundan keyin o`ziga xos elektrik xossalarini yuqori darajada yaxshilash uchun faol tadqiqotlar olib borildi va ulardan qizdiruvchi, qayta

ulagich elementi hamda rangli televizorlarning avtomatik magnitsizlantirgichi sifatida qo`llanilishi rivoj topdi.

## II. TAJRIBA METODIKASI

### 2.1. Zol-gel usulida olingan kvarts shishalar

G'ovakli shishalar strukturasini ularning sintez kilinishiga juda bog'liq bo'ladi. Ularning strukturasiga temperaturada ishlov berish vaqtining qisqa yoki uzoq vaqt davom etishi [2] va kislota aralashmasining miqdori va temperaturasi [2] ishqorli vaqti [4] va ishlov berilgan shisha massasi orasidagi bog'langan va kislota aralashmasining hajmiga bog'liq buladi. shulardan ishqorlanish sharti shisha strukturasini uzgartirishda muhim bosqich hisoblanadi. Ishqorlanish vaqtining oshishi por razmeri qatlamining kamayishiga olib keladi. Olingan natijalar quyidagicha tushuntiriladi: por shisha aralashmaning ishqorlanishi bir vaqtda davom etadigan protsess hisoblanadi. Ulardan biri  $\text{SiO}_2$  ning kirishi bulib porlardan shisha hosil bulishigacha davom etadigan protsess. Bu protsess porning hajmini va radiusini kamayishiga olib keladi va uning sirtgi qatlami oshadi. [4] ishda ezilgan yana bir protsesslardan biri gidrotermasniy protsess hisoblanadi. Bunda  $\text{SiO}_2$  donachalari porshishalarda asosiy elementni tashkil qilib, por razmerini oshishiga olib keladi va ularning sirtini kamaytiradi. Kursatilgan bu 2 protsess porli shishalarda por o'lchami va sirtning o'sish va kamayishining tajribadagi tasdiq'i hisoblanadi. Por razmerlariga qarab, hosil bulgan shishaning strukturasini o'zgaradi. Shu bilan birga bunday shishalarda organik moddalarning kutilishidan birning bir yuli yuqori temperaturada ishlov berishdir. Ishlov berilgan shishalarda organik modda qoldiqlari yuqoldi. Bu aytilgan gaplarning isboti sifatida shu shishalarni EPR va infraqizil spektrlarni kuzatganimizda ishonch hosil qilamiz. Bu shishaning 99% ni  $\text{SiO}_2$  tashkil qiladi. Qolgan 1% ni natriy, kaliy, alyuminiy, temir, marganets va boshqa elementlar kirishi mumkin. Bu boshqa elementlarning kutulish maqsadida shishalarni vakuumda quritish maqsadga muvofiqdir. Bunday metodda olingan shishalardan optik xarakteristikasi yuqori temperaturada olingan kvarts shishalaridan optik xarakteristikasidan qolishmaydi. Lekin, bunday shisha olish texnologiyasi yaqindan boshlab rivojlanayotganligi uchun ma'lum kamchiliklarga ham egadir. Bunday shisha olish ancha uzoq vaqtni talab

qiladi va tarkibiga har-xil qo‘shimchalar tushishi mumkin. Bu shishadan eng muhim tomonlarining esa unga har-xil indikatorlarni ya’ni qo‘shimchalarni hech qanday qiyinchiliklarsiz yuttirishimiz mumkin. Bunday materiallarni etalon namuna sifatida ishlatishga juda qulaydir. Shuning uchun ham bunday materiallarni olishda uning texnologiyasini rivojlantirish juda katta ahamiyatga ega. Buning uchun shu materialning strukturasi mukammal o‘rganishimiz kerak. Bu sohada keyingi vaqtlarda ma’lum ishlar qilingan.

Xozirgi zamonda shishasimon materiallarni olishning istiqbolli metodlardan biri zol-gel jarayonidir. Bu jarayonni tekshirish bo‘yicha katta hajmda ish bajarilgan bo‘lib, ammo hosil qilingan materiallarni shisha va monolit kserogellarning xususiyatlarini tekshirish bo‘yicha sistematik tadqiqodlar o‘tkazilmagan. Bunday noan’anaviy metodlar bilan olingan shishalarni EPR spektroskopiya asosida o‘rganish birqancha aspektlariga ega.

1. Turli metodlar bilan olingan shishalarning mikrostrukturasi o‘rganishda ularning EPR spektroplarini taqqoslash yo‘li bilan solishtirish.

2. Shisha olishda otjit jarayonida gel strukturasi o‘zgarishini hamda hosil bo‘ladigan radiatsion markazlar tabiatini analiz qilish.

3. Noan’anaviy metodlar bilan olingan va ularda PM funktsional ro‘l o‘ynaydigan shishalarda PM ionlar ta’sirini o‘rganish. Bu hollarda shishaning xossalari PM ning oksidlangan va qayta tiklangan shakllarini PM ning shisha bo‘yicha taqsimlanishining nisbatiga bog‘liqdir. Xususiyl aralashmali noregulyarniklar bo‘yicha EPR spektroskopiya ma’lumotlar texnologik aralashmalar va shishani tayorlash sharoitining shishat xususiyatlariga ta’siri haqida ma’lumot olish imkoniyatini beradi. Shuning uchun noanoanaviy zol-gel texnologiyasi bilan olingan kvarts shishalari tekshirildi. Olingan natijalar esa shisha olish texnologiyasini va shisha sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

## 2.2. Zol-gel texnologiyasida shisha va tola olish.

Yuqori kremniyli shisha olishda zolni sintez qilish uchun boshlang'ich materiallar sifatida natriy va kaliy silikatleri eritmasi,  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $Al_2(NO_3)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$ . 7 sutka davomida gelga o'tkazildi. Shundan so'ng namunalari formaga keltirilib yuvildi va  $60\text{ }^\circ C$  haroratda quritildi.  $1150\text{ }^\circ C$  haroratda kuydirish jarayonida gel jipislashtiriladi.

Yuvish vaqtiga nisbatan quyidagi tarkibdagi yuqori kremniyli materiallar olindi:

1-tarkib:

$Na_2O$	0,01
$K_2O$	0,01
$Li_2O$	0,1
$Al_2O_3$	0,1
$Fe_2O_3$	0,005 mol
$SiO_2$	99,775

**Yuvish vaqti 12 sutka.**

2-tarkib:

$Na_2O$	1
$K_2O$	1
$Li_2O$	0,5
$Al_2O_3$	0,5
$Fe_2O_3$	0,05 mol
$SiO_2$	96,95

**Yuvish vaqti 4 sutka.**

Zol-gel texnologiyasi monolitlar, kukunlar, qatlamlar va tolalar kabi turli xil materiallar olish uchun muqobil usul sifatida keng qo'llaniladi. Ular orasida zol kvartsning asosiy xossasi va zol-gel jarayonida kremniy tolalarini olish [8-12]da keng qo'llanilgan.

Katalizator, pH, eritma va suvning metall alkoksidge aylanish parametrlarini o'zgartirib, turli gel strukturalari shakllantirilgan. Tola

o‘ramlaridagi zolning ko‘pgina umumiy xossalari, suv - (TEOS) molyar munosabati kichik (2 ga yaqin). Kichik suv - (TEOS) munosabat urchuqsimon zol uchun muhim faktor hisoblanib kvartsning chiziqli polimeri shakllanganligini ko‘rsatadi [4-8].

Aniq sirt va interfeys talab qiluvchi ko‘pgina hollarda materiallarning sirt morfologiyasi juda ko‘p texnik qo‘llanishlarda katta ahamiyatga ega. Shuning uchun tolaning dag‘alligi xarakteristikasini bilish ko‘pgina parametrlarni optimallashtirishga imkon beradi. Ayniqsa, katta massali zarracha (molekulalar) qoplamalar va tolalar kabi biologik qo‘llanmalarda sirtiy topografiya va dag‘allik – in vitro biofallikda juda muhim.

Mazkur eksperimentning maqsadi turli harakatlarda (sterillangan) tozalangan, zol-gel usulida olingan kvarts tolalarning sirtiy o‘zgarishini (xususiyatlarini) o‘rganishdan iboratdir. Qizdirib tozalangan kvarts tolalarining sirtiy topografiyasini nazorat qilish uchun quvvatli atom mikroskopi (AFM)dan foydalaniladi. Vitro test stimullashgan suyuqlik jismga tushirilib o‘tkaziladi.

SiO<sub>2</sub> tolalari kremniy akkioksidi eritmasidan olindi. Xlorid kislota (HCl) kimyoviy reaksiya katalizatori va etanol (S<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) (EtOH) eruvchi sifatida qo‘shildi. TEOS (S<sub>8</sub>H<sub>20</sub>Si, MERCR, Germaniya) avval etanolga aralashtirildi. Aralashma 60 minut davomida suv va HCl va teng miqdorda etanol qo‘shilgandan keyin aralashtirildi. Keyin eritma 80<sup>0</sup>C li changlatish idishiga qo‘yildi. Modda miqdori nisbati quyidagicha TEOS:EtOH:H<sub>2</sub>O:HCl =1:2:2:0,07.

Zol yetarlicha qovushqoq bo‘lganda shisha chegarali qovushqoq zoldan tolaga o‘tganda urchuqsimonligi tekshirib ko‘riladi. Zol tola qaytadan 80<sup>0</sup>C li quruq pechga ular gel tolalariga aylanguncha joylashtirildi. Gel tolalari SiO<sub>2</sub> 1000, 1100, 1200 va 1300 <sup>0</sup>Cda havoda 1 soat (2-3 <sup>0</sup>C/min) qizdirish bilan kuydirib aylantirildi. 8- rasmda tajriba jarayoni blok sxemasi keltirilgan.

SiO<sub>2</sub> tolasi namunalarining rentgen nuri difraktsiyasi natijalari CuK<sub>α</sub> rentgen nuri manbaidan xona xaroratida olindi. Avtoelektron emissiya skanerlovchi mikroskop yordamida sirt va ko‘ndalang kesim tasviri olindi. Sirt

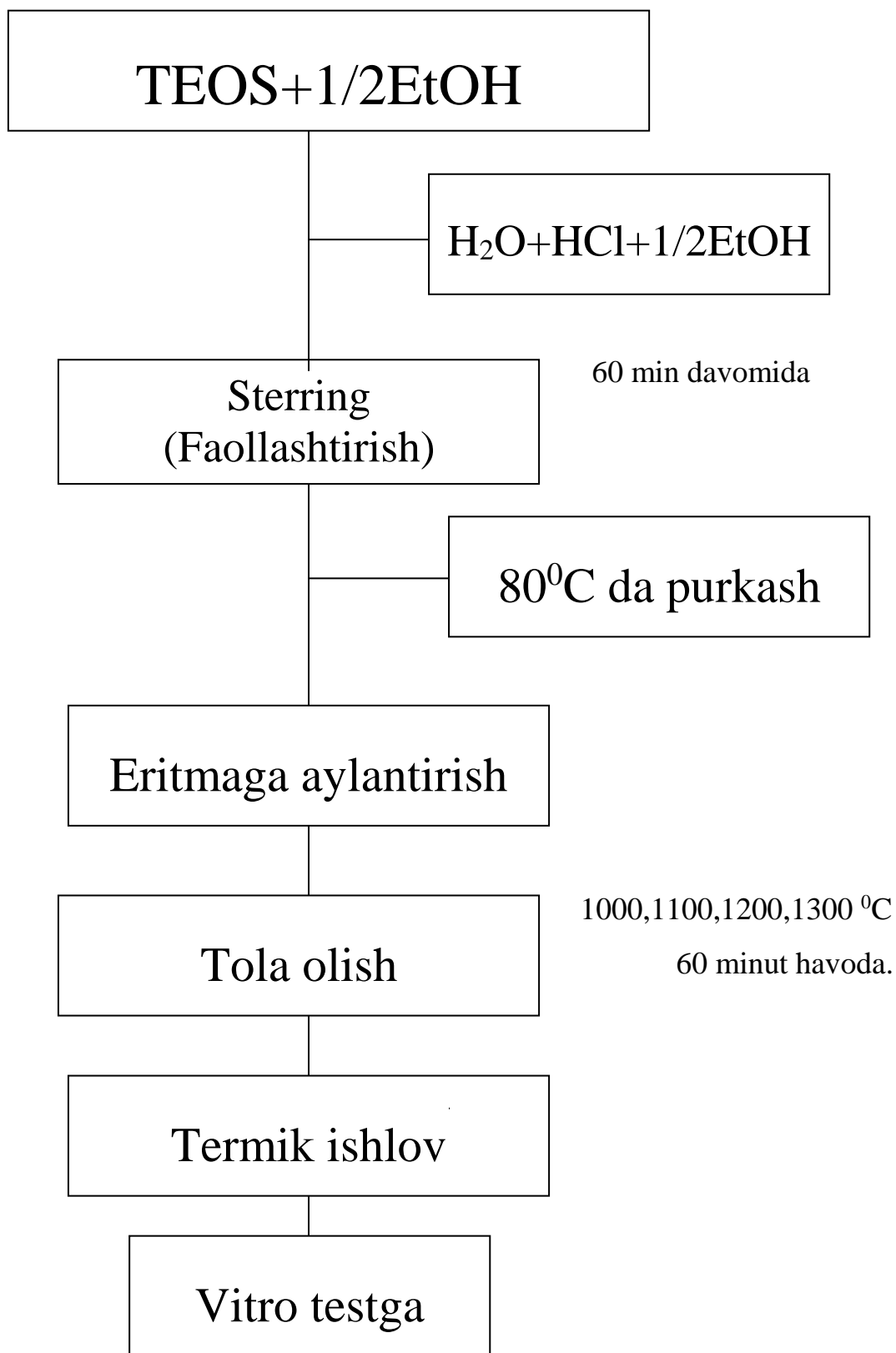


topografiyasini va SiO<sub>2</sub> tolalar dag'alligini nazorat qilish uchun AFM dan foydalanildi.

### **2.3. Elektron paramagnitn rezonans xodisasi**

EPR ning birinchi signali E.K. Zavoyskiy tomonidan temir gruppasi tuzi ionlarining ayrimlarini o'rganishda olgan. Ular tomonidan ishlab chiqilgan metrli diapozondagi elektromagnit nurlanishni original radiotexnik usulda qayd qilishdan foydalanilgan. E.K. Zavoyskiy agar paramagnit namuna doimiy magnit maydoniga joylashtirilsa, kuchsiz o'zgaruvchan elektromagnit maydoni berilsa, doimiy magnit maydoni kuchlanganligi va o'zgaruvchan maydoni nisbatlarining aniq bir qiymatlarida elektromagnit maydon energiyasi yutilishi kuzatiladi. Bu effektning paydo bo'lish sharti o'zgaruvchan maydon magnit vektori statik maydon yo'nalishiga nisbatan perpendikulyar orientasiyasi orqali aniqlanadi. Magnit rezonans xodisasini klassik va kvant fizikasi doirasida tushuntirish mumkin. Elektron paramagnit rezonans (EPR) doimiy magnit maydoniga joylashtirilgan paramagnit zarrachalarning elektromagnit nurlanishining rezonans yutilishi paydo bo'lishidir. Bu radiospektrometrik usullarning bir usulidir.

Ushbu usul sistemalardagi spin momenti nolga teng bo'lmagan elektronlarning, atomlar, qattiq, suyuq, gaz fazalardagi erkin radikallar, qattiq jismlardagi nuqtaviy nuqsonlarni va o'tadigan metall ionlarini o'rganish uchun qo'llaniladi.



8 – rasm. Tajriba jarayonining blok sxemasi.

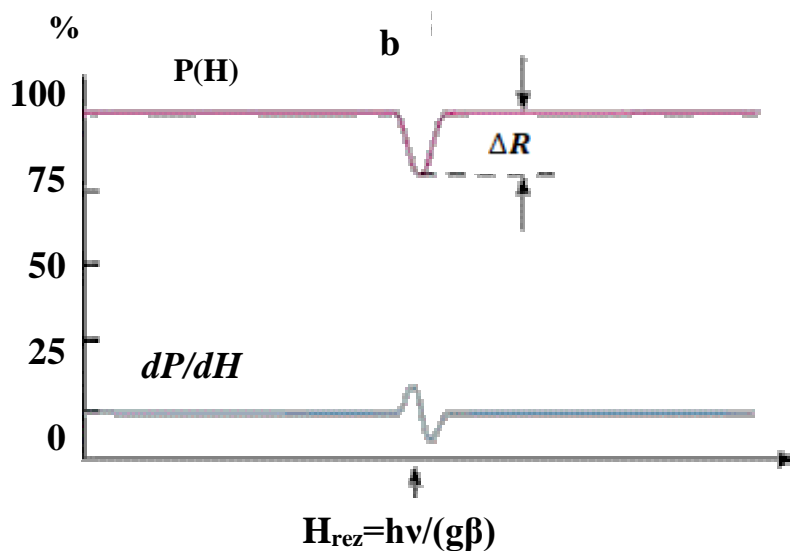
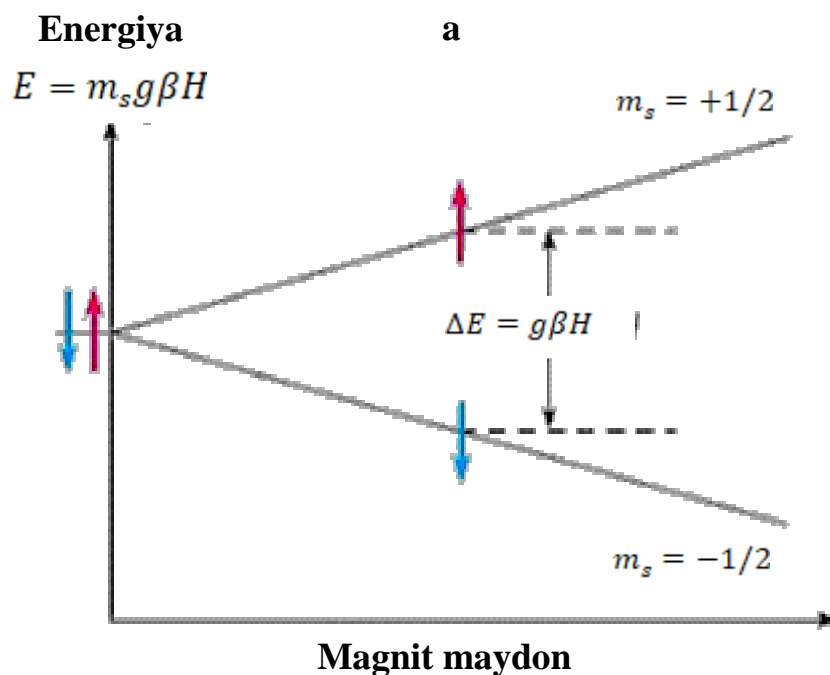
Fizik ko‘rinishi. H doimiy magnit maydoni bo‘lmagan holda bog‘lanmagan elektronlarning momentlari yo‘nalishi erkin bo‘ladi. Bunday zarrachalarning holati energiya bo‘yicha bo‘ladi. Magnit momenti proeksiyasi bilan H maydon ustma-ust tushishi maydon yo‘nalishi bo‘yicha qiymati aniqlanishi qabul qilinadi va holat olinadi. Bu Zeeman effekti orqali tushuntiriladi, ya’ni elektronlar  $E_0$  energetik satxlarning bo‘linishi sodir bo‘ladi. Paydo bo‘lgan satxlar orasidagi masofa H maydon kuchlanganligi bilan bog‘liq va 3-rasmda ko‘rsatilganidek bo‘ladi. Bu erda  $g$  – faktor spektroskopik bo‘linish – Bor magnetoni bo‘lib,  $9,274 \times 10^{-24} \text{ Dj/Tl}$ ; ga teng.

EPR usuli turli bog‘lanmagan elektronlari bo‘lgan kondensirlangan sistemalarning molekulyar, konformatston va relaksatsion parametrlarini qayd qilishda foydalaniladi. Agar biror sistemada ikki va undan ko‘p magnito-rezonans parametrlari yaqin bo‘lgan paramagnit markazlarning aloxida – aloxida EPR spektrlari qo‘shilib, bitta natijaviy spektrni hosil qilishi mumkin.

Strukturalarni tekshirishda qutblanish va radikallarning mikroo‘rab olgan sharoit dinamikasi turli spin-modifikatsiyalangan organik va biologik sistemalarda bu usul quyidagi afzalliklar bilan 3-sm hattoki 8-mm diapozonda qayd etadi.

Elektronlarning energetik satxlarga taqsimlanishi Bolsman qonuniga bo‘ysinadi. Agar namuna chastotasi  $\nu$  bo‘lgan o‘zgaruvchan magnit maydoni bilan ta’sirlashsa, H perpendikulyar yo‘naltirilgan, qo‘shni satxlar orasidao‘tish indusirlanadi, chunki o‘tish yutish bilan  $h\nu$  kvant chiqaradi. Chunki pastki satxda elektronlar soni Bolsman toqs imoti bo‘yicha ko‘proq, qabul qilish o‘zgaruvchan magnit maydon energiyasini rezonans yutilishi hisobiga bo‘ladi.

EPR spektrlarining fizikaviy kartinasini tushuntirish uchun, doimiy magnit maydoni va o‘zgaruvchan magnit maydoni qanday qilib izolyasiyalangan paramagnit atom (ion) ga o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Yuqorida aytilganidek atomning magnit xususiyati kvant soni bilan xarakterlanadi.



9-rasm. Ko‘pchilik kimyoviy va biologik sistemalarda EPR usuli bilan tekushirishda paramagnit markazlarning orbital magnit momentlari qonunga asorsan nolga yoki amalda EPR spektrlarini

a – elektronning energetik satxi  $H_0$  magnit maydoniga bog‘liq holda ko‘rinishi;

b – mikroto‘lqin nurlanish P quvvatga bog‘liqligi.

$\Delta R$  – rezonans yutilitsh;

qayd qilib bo'lmashligi mumkin. Shuning uchun oddiygina qilib namunaning paramagnit xususiyati atom spinlari yig'indisi bilan aniqlanadi.

#### 2.4. EPR spektrlarining asosiy xarakteristikalarini

EPR signallarining qisqacha ayrim xarakteristikalarini qarab chiqamiz. Bu ma'lumotlar signallar paramagnit zarralar elektron strukturasi va tabiati to'g'risida qiziqarli axborotlar berishi mumkin.

EPR spektrida liniya holati g-faktor kattalik bilan xarakterlanadi. Magnit maydoni rezonans qiymati g-faktorga teskari proporsionaldir.

$$H_{rez} = \frac{h\nu}{g\beta} \quad (2.1)$$

g-faktor kattalikni o'lchash EPR signali manbai to'g'risida muhim axborotni beradi. Adabiyotlarda aytilganidek erkin elektron uchun  $g=2$ . Shuni inobatga olib, elektron-pozitron vakuum ta'siriga mos holda bu kattalik  $g=2,0023$  ga teng. Ko'pchilik muhim hollarda (organik erkin radikallarda, kristall panjara paramagnit nuqsonlari va boshqalar) g-faktor sof spin qiymatidan verguldan keyin eng kamida ikkita belgiga farq qiladi. Lekin hamma vaqt shunday bo'lmaydi. EPR metodi bilan tekshiriladigan paramagnit zarralar, to'g'rirog'i, erkin atomlar bo'lmaydi. Atomlar atrofidagi anizotrop elektr maydon ta'siri nolovoy tashqi maydonda Zeeman sathi chiqqishi va boshqa effektlar g-faktor qiymatidan spin kattaligiga chetlashadi va uning anizotropiyasi (tashqi magnit maydonida g-faktorning namuna orientasiyasiga bog'liqligi). Bu chetlanish yuqorida aytilganidek kuchli spin-orbital ta'sirlashuvda g-faktorning qiymati 2,0023 ga teng bo'ladi.

Atom va molekularlarning magnit xususiyatlari elektronlarning hamda atom yadrosi tarkibiga kiruvchi proton va neytronlar magnit momentlari bilan aniqlanadi. Atom yadrosining magnit momenti elektronlar magnit momentidan ancha kichik. Shuning uchun moddalarning magnit xususiyati asosan elektronlar magnit momenti bilan aniqlanadi. Elektronlarning magnit xususiyati, ularning

yadro atrofidagi orbital xarakati (orbital mexanik moment) bilan tushuntiriladi. Shu bilan birga spin deb nom olgan xususiy mexanik momenti mavjudligi bilan tushuntiriladi.

### **2.5. EPR spektrida nozik struktura.**

Atomdagi spin va orbital momentlar noldan farqli bo'lsa, spin va orbital momentlar ta'sirlashuvi hisobiga energetik sath qo'shimcha ko'rinishi mumkin. Natijada EPR spektrining bunday ko'rinishi bitta spektr liniyasi o'rniga bir necha liniyalar chiqishi, EPR spektrini murakkablashtiradi. Bunday hollarda EPR spektri nozik strukturaga ega deb aytish mumkin. Kuchli spin-orbital ta'sirlashuvda zeeman sathi tashqi magnit maydoni bo'lmaganda ham kuzatilishi mumkin.

EPR spektridagi nozik strukturani quyidagi misol yordamida tushuntirish mumkin. Ion  $\text{Cr}^{3+}$  spin summasi  $3/2$  bo'ladi (uchta bog'lanmagan elektron). To'rtta magnit kvant soni:  $m_s=3/2, 1/2, -1/2$  va  $-3/2$  bo'lishi mumkin. Xromli kvarsda kuchli spin-orbital bog'lanish va kristall panjaralar anizotropiyasi energetik sathlarning nol maydonda ko'rinishini amalga oshiradi va bunda energetik sathlar ikkita sath  $m_s=3/2$  va  $-3/2$  qiymatlarda (10-rasm). Magnit maydonida bu sathlarning har biri ikkita sathchalarda ko'rinadi. Elektron zeman sathlari orasida o'tish uchun tanlash qoidasini inobatga olib ( $m_s=\pm 1$ ), 10-rasmda ko'rsatilganidek elektron o'tish sxemasiga ega bo'lamiz. Bu sxemadan ko'rinadiki rezonans sharti ( $\Delta E = g\beta H$ ) magnit maydonining turli uchta qiymatida bajariladi. Shu tufayli EPR spektrida uchta rezonans liniyasi paydo bo'ladi va shundan EPR spektrida nozik struktura paydo bo'ladi.

### **2.6. EPR spektrida o'ta nozik struktura**

Agar tekshirilayotgan namunada bog'lanmagan elektronlardan tashqari xususiy magnit momentiga ega bo'lgan atom yadrosi ham mavjud. Elektron va yadro magnit momentlari ta'sirlashuvi hisobiga spektrda o'ta nozik struktura paydo bo'ladi. O'ta nozik struktura paydo bo'lishini azot paramagnit yadrosining bog'lanmagan elektron bilan ta'sirlashishi misolida qaraymiz (5-

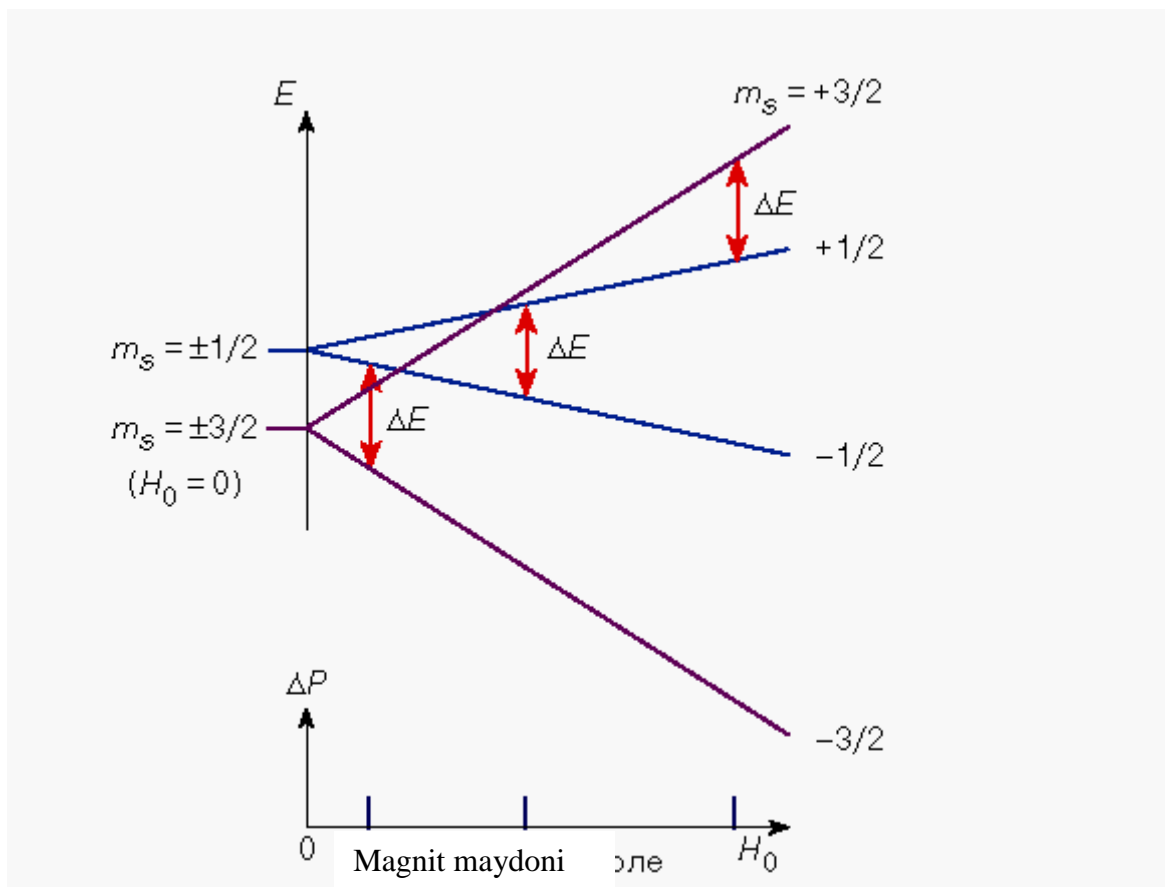
rasm). Bunday ta'sirlashuv NO molekulasida kuzatiladi. Agar azot yadrosi yaqinida bog'lanmagan elektron lokalizovan bo'lsa, bunda  $H_0$  tashqi magnit maydoni elektronga ta'sir etuvchi magnit maydonini qo'shadi va azot yadrosi  $\mu_N$  magnit momentini hosil qiladi. Azot yadrosi spini  $I=1$ , shuning uchun magnit momenti  $\mu_N$  ning uchta proeksiyasi: yo'nalish bo'yicha, perpendikulyar va  $H_0$  tashqi magnit maydoniga qarama-qarshi bo'lishi mumkin.

Bu orientasiyada yadro spini magnit kvant soni  $I_z=+1,0,-1$ ga mos keladi. Shuning uchun azot yadrosi bilan bog'lanmagan elektron ta'sirlashishi natijasida har bir bog'lanmagan elektronning zeeeman sathi uchta sathchalarda paydo bo'ladi. Shunday qilib, EPR spektrida nitrooksil radikali nozik strukturali ta'sirlashuvi uchta liniyada hosil bo'ladi, azot yadrosi magnit momenti uchta mumkin bo'lgan orientasiya bilan mos keladi ( $I_z=+1,0,-1$ ).

O'ta nozik struktura (STS) juda ahamiyatli ma'lumotlarni beradi va yadro magnit momenti bilan bog'lanmagan elektron magnit momenti ta'sirlashuviga asoslangan. Oddiy holda vodorod atomi bog'lanmagan elektroni H maydonda va yadro protoni spini hosil qilgan lokal maydonda joylashsa, H maydonga nisbatan

bunda ikkita orientasiya imkoniyati mavjud: bu maydon yo'nalishi bo'yicha va qarama-qarshi, zeeman satxi ko'rinadi (10-rasm). Shunday qilib, bitta rezonans yutilish o'rniga qayd etilgan chastotada ikkita liniya paydo bo'ladi.

EPR spektrlarining asosiy parametelariga – intensivligi, rezonans liniyaning kengligi va formasi, g-faktor, nozik va o'ta nozik struktura (STS) konstantlari kiradi (11-rasm). Amalda asosan 1- va 2- hosila egri yutilishlar qayd qilinadi va sezgirligini hamda olinayotgan ma'lumotning ruxsat etilishini yaxshilash mumkin. EPR signallari aniq bir spektral liniya kengligi bilan xarakterlanadi. Liniya intensivligi egri yutilish yuzasi orqali aniqlanadi (12a-rasm) egri chiziq namunadagi paramagnit zarralar soniga proporsional. Bularning absolyut sonini baholash uchun



10-rasm.  $\text{Cr}^{3+}$  ioni energetik sathlarining EPR spektrida nozik strukturalari paydo bo'lishini ko'rsatuvchi sxema.

namuna va etalon spektrlarning intensivliklari taqqoslanadi. Qayd qilishda birinchi tartibli hosila egri yutilish (8b-rasm) ikki marta integrallash prosedurasi qo'llaniladi. Bir qator hodisalarda integral intensivligi yaqinlashishi bilan baholash mumkin. Bunda  $S_{\text{yuza}}$  – yuza egri yutilish ostida,  $I_{\text{max}}$  – liniya intensivligi,  $\Delta$  – liniya kengligi. Birinchi va asosan ikkinchi hosila (8v-rasm) yutilish liniyasi formasi ancha sezilarli.

EPR spektrlari liniya formasi lorens va gauus liniyasi bilan taqqoslanadi, chunki analitik jihatdan  $y = a/(1 + bx^2)$  (lorens liniyasi),  $u = a \exp(-bx^2)$  (gauus liniyasi) hosil qilinadi. Lorens liniyasi asosan paramagnit zarrachalar konsentratsiyasi kichik bo'lgan suyuq rastvorlarning EPR spektrlarida kuzatiladi.



Agar liniya ko'p liniyalar superpozitsiyasidan iborat bo'lsa, uning formasi Gauss formasiga yaqin bo'ladi (ruxsat etilmagan STS). Liniya kengligi asosiy parametrlardan biri bo'lib, yarim balandlikdagi o'zaro nisbatdagi liniya kengligi bilan bog'liq (lorens forma) va (gauss forma). EPR real liniyasi oraliq formabo'lib, (lorens markazi, gauss forma chegaralari bo'yicha).

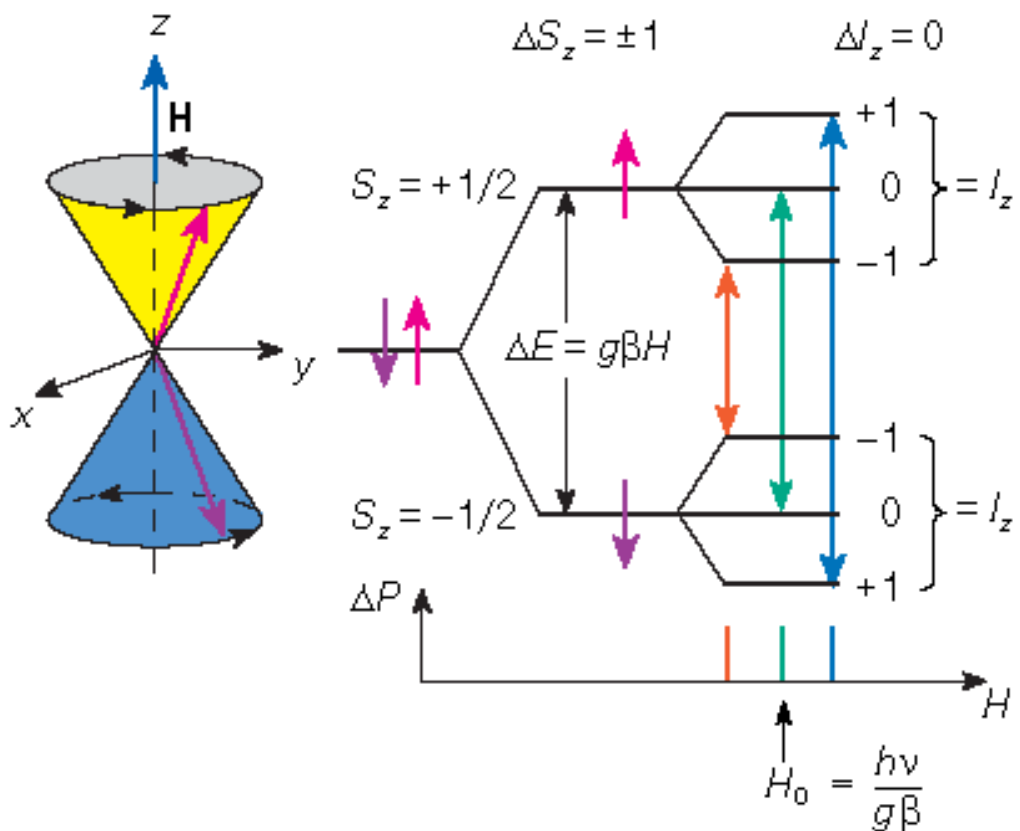
## 2.7. Yakka liniya

EPR spektrida yutilishi quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi. EPR spektrining yakka liniya yutilishi quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi.

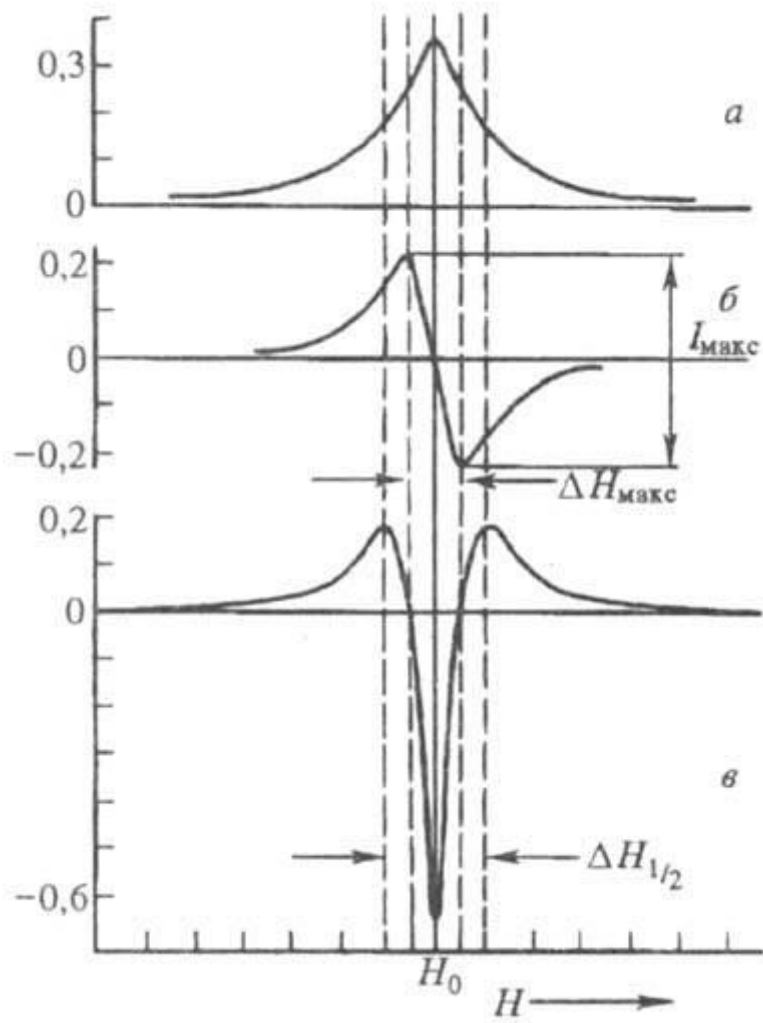
Agar elektron atom orbitalida xarakatlansa, bitta ixtiyoriy atomga yaqinlashsa, uning burchak orbital momenti sezilarli bo'lib, g –faktor qiymati erkin elektron g –faktoridan faroq qiladi. Quyidagi jadvalda keltirildgan.

*5- jadval.*

Ayrim organik radikallar uchun g-faktor miqdori	g-faktor miqdori
Metil	2,00255
Etil	2,00260
Izopropil	2,003
Vinil	2,00220
Naftalin anioni	2,00263
Antrasen anioni	2,00266
Benzol anioni	2,00276



**11-rasm.** NO paramagnit molekularining EPR spektrida o‘ta nozik strukturaning paydo bo‘lish energetik sathlari sxemasi.



*12–rasm. a – EPR yutilish egri chiziq-lari, b – yutilishning birinchi hosilasi, v - yutilishning ikkinchi hosilasi; - yutildish egrisining yarim balandlikda liniya kengligi;*

## 2.8. EPR spektrlarini qayd etish va olish.

Keying paytlarda optik materiallarning elektron hisoblash texnikasida keng qo'llahila boshlanishi bu talabni yanada kuchaytirdi. Bu masalalarni xal qilishda xozirgi zamon asboblarisiz xal qilib bo'lmaydi. Bunday asboblardan bir qanchalari mavjud, ya'ni EPR, YaMR va YaGRLar hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda EPR ilmiy ishlab chiqarishning ko'p soxalarida keng qo'llanilmoqda va undan olingan natijalar etarli darajada bo'lib, o'sha fanlarning rivojlanishiga ma'lum xissa qo'shmoqda.

1845 yilda Zavatskiy tomonidan paramagnit xodisasi ochildi. Bu xodisa shundan iborat ediki, doimiy magnit maydonida joylashtirilgan kristallar paramagnit natijasida ularga qo'yilgan yuqori chastotali magnit maydon energiyasini yutish xisobiga sodir bo'lar ekan. Yutilish quyidagi nisbat bajarilganda sodir bo'ladi.

$$f = g \frac{e}{4\pi m} B \quad (2.2)$$

m-elektron massasi, e-elektron zaryadi.

Yutilish, chastotaning juda yuqori tirqishidakuzatiladi. Bu holda tashqi doimiy magnit momenti bilan ichki elrktronning xususiy magnit momenti tenglashib mos tushib rezonans xodisasi yuz beradi.

Elektr zaryadidan tashqari, elektron magnit momentiga ham ega. Atomlar, yadro va elektron bulutidan tashkil topganligi uchun ham atomlar, magnit xususiyatlariga ega bo'lishini ko'rish mumkin. Chunki har bir elektron o'zining magnit momentiga ega bo'lmasdan, balki elektronlar yadro atrofida orbita bo'yicha xarakatlanib, aylanma toklarni hosil qiladi. Umumiy holda erkin elektronlarni ularning spin va orbital momentlaridan tarkib topgan magnit momentiga ega.

Eslatib o'tishimiz kerakki, ko'p hollarda elektron qobiq tarkibiga kiradi va uning natijaviy spin orbital momenti 0 ga teng bo'ladi. Shunday ionlar mavjudki, ularda bitta ion yoki ikkita to'ldirilmagan qobiq bor. Bunday ionlarda ega bo'lgan moddalar musbat magnit singdiruvchanlik ega bo'ladi, ya'ni ular

paramagnitlik xususiyatga egadir. Ba'zi metallarham paramagnitdir. Umuman olganda metallar ion panjara bilan xarakterlanib, uning ichida elektron nisbatan erkin xarakat qiladi. Ko'pchilik elektronlarning orbital xarakati shundan iboratki orbital va spin momentlari kompensasiyalanadi, faqat juda oz miqdordagi elektron paramagnitizmni ifodalaydi. Shuning uchun metallarning paramagnit xususiyatlari kuchsiz namoyon bo'ladi. Metallarda paramagnit xodisasini kuzatish uchun uni doimiy magnit maydoniga kiritish shart. Shunday qilib, elektron paramagnit yordamida jismlar ichki tuzilishini aniqlash keng qo'llaniladi, masalan: shishalarda radiatsiya ta'sirida bo'ladigan struktura o'zgarishlari qo'shimcha aralashmalar natijasida bo'ladigan o'zgarishlar tekshiriladigan materiallarning optik xususiyatlarini o'zgartirishga olib kelganligi uchun o'sha aralashmalar tuzilishini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Bunday kam konsentratsiyadagi aralashmalarni yuqori sezgirlikka ega bo'lgan asboblarda, ya'ni elektron paramagnit asbob yordamida kuzatish mumkin. Bu metod materiallar olinishida uning texnologiyasini kuzatib turish imkonini beradi. Bundan tashqari EPR metodi hozirgi vaqtda kimyo sanoatida, meditsinada, biologiyada va geologiyada, georazvedkada va fizikaning boshqa ko'p sohalarida qo'llanilmoqda.

Shunday qilib, elektron paramagnit rezonans (EPR) metodi jismlar ichki tuzilishini o'rganib, materallarda atom va elektron joylashishini aniqlashga imkon beradi. Bu natijalar yangi materiallar hosil qilishda birdan-bir baza bo'lib xizmat qiladi.

EPR spektrini o'lchash uchun 3 sm diapazonda ishlatiladigan «Radoran» firmasining radiospektrometri qo'llaniladi. Barcha radiospektrometrlar modulyatsiya chastotasi 100 Hz bo'lgan oddiy rejimda ishlatiladi. Tekshirish uchun na'munalar kukun yoki bo'lakchalar ko'rinishida olinadi. Namunalarning massasi 250 mG.

«Radoran» 3 smli diapozonda ishlatidigan radiospektrometr jahon standartlariga mos keladigan radiospektrometrdir. Ayrim hollarda qo'yilgan masalani echish uchun namunalarni  $\gamma$  - nurlar bilan nurlantiriladi. Namunalarni

$\gamma$  nurlantirish basseyn tipidagi quvvati 100, 600, 2000, 5000 R/sek bo'lgan  $^{60}\text{Co}$  manbasida dozasi  $10^5$  dan  $10^9$  radgacha nurlantirildi.

### III. TAJRIBA NATIJALARI VA ULARNING MUXOKAMASI

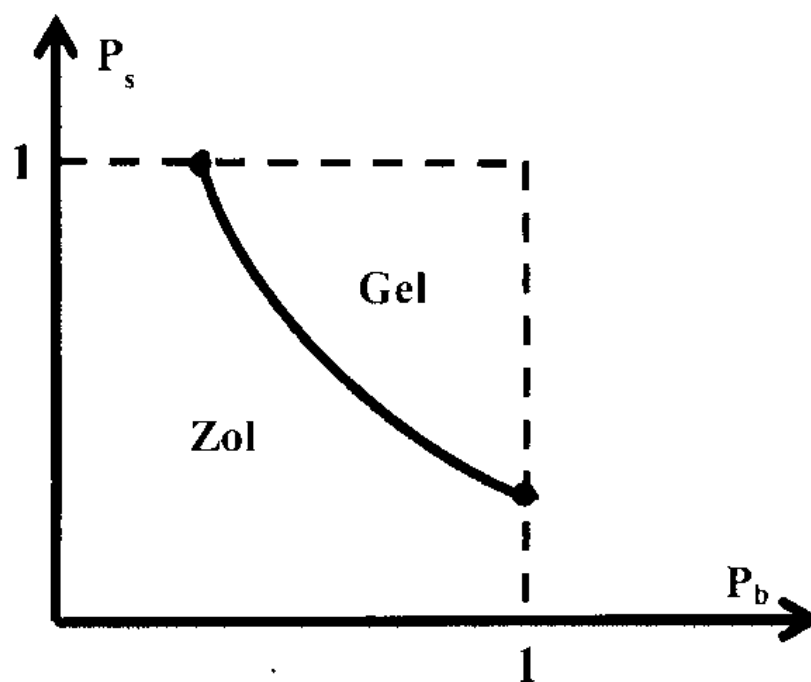
#### 3.1. Polimerlardagi zol-gel fazaviy o'tish bilan paramagnit-ferromagnit fazaviy o'tish o'rtasidagi o'xshashlik

Strukturalar hosil qilish jarayoni dispers sistemasining hamma hajmiga tarqalsa, sistema alohida bir holatga o'tadi. Sistema bunday holatda cheksiz katta qovushoqlikka ega bo'lib qoladi, unda qattiq jismning ham, suyuqlikning ham xossalari bo'ladi. Kolloid zarralar orasida yoki polimerlarning makromolekulalari orasida molekulyar tutinish kuchlari tahsir etishi tufayli ichki strukturalar hosil qilish natijasida o'z oquvchanligini batamom yo'qotgan sistema gel deb ataladi.

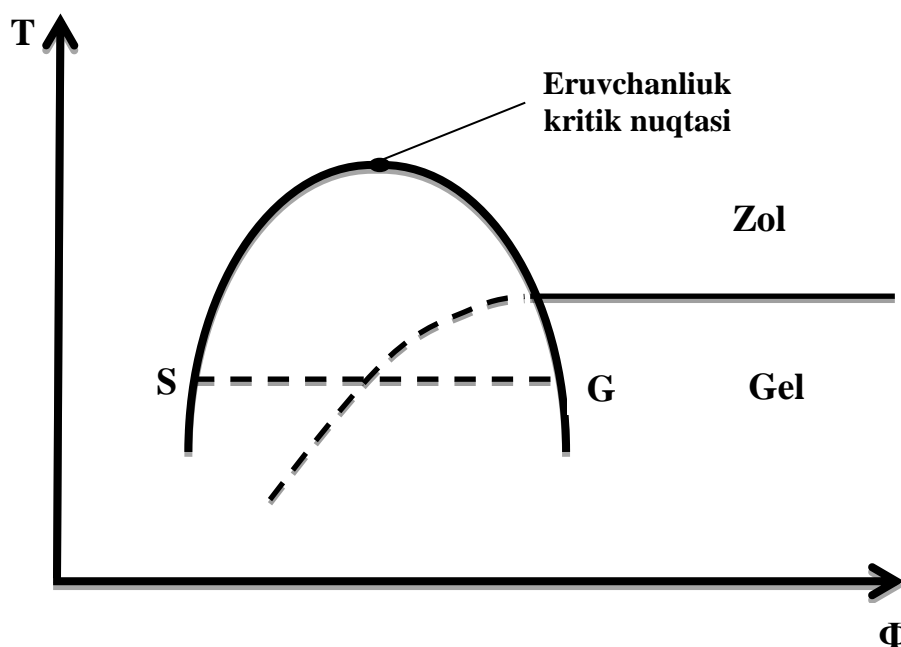
Gel hosil bo'lganida sistemadagi dispers faza va dispersion muhit miqdorlari orasidagi nisbat o'zgarmay qoladi. «Gel» termini kolloid sistemalarda ishlatiladi. «Iviq» esa polimer eritmalarining ichki strukturalar hosil bo'lishi natijasida o'z oquvchanligini yo'qotgan mahsulotdir.

Keling hozir umumlashtirishlardan birini muhokama qilaylik, ya'ni polimerlar ichida gel hosil bo'lishida eritma ta'siri ulardan qaysi biriga tegishli bo'lishi mumkin. Hozircha, biz tasodifiy bog'lanishlar ustida o'tishini tavsiflab, panjaraning har bir bog'lanish  $r_b$  extimol bilan qatnashadi. Bir xil shunday masalaga qo'shimcha masala tasodifiy tugunlar o'tishi to'g'risida, ya'ni har bir panjara tuguni  $p_s$  extimol bilan ishtirik etadi [1]. Hozircha faraz qilaylik, biz tugunlarga o'xshash sistemaga egamiz, xuddi shunday bog'lanishlar bilan tugunlar ham tasodifiy holda mos ravishdagi extimollari  $r_b$  va  $p_s$  bilan ishtirok etadi [2]. Bog'lanish va tugunlar ustidagi perkolyatsiyaning bunday masalasi uchun ularning fazoviy diagrammasi 13-rasmda ko'rsatilgan hamda  $p_s=1$  chiziq "tugunli" sof perkolyatsiyaga javob berishi tushunarli.

Yuqorida ta'kidlanganidek, gel modeli bo'lgan har bir tugun ko'p funktsiyali monomer, izomorf sof perkolyatsiya bog'lanishlar bilan band bo'ladi. Aslida, monomerler, albatta, eritmada bo'ladi, har bir tugun uchun ikki alohida holatlar uchun bo'lishi mumkin, ya'ni uni ostidan yoki ustidan monomer molekulasi, yoki



13-rasm. Bog'lanish va tugunlar ustidagi perkolyatsiya uchun ularning fazoviy diagrammasi.



14-rasm. Fazoviy o'xshashlikning  $T - \Phi$  – diagrammasi.



erituvchi molekulasi joylashadi. Agar biz monomer tugunlari tasodifiy  $p_s$  extimol bilan taqsimlangan deb taxmin qilsak, eritmadagi ko'p funktsiyali kondensatsiya bog'lanish va tugun ustida perkolyatsiyani modellashtirish mumkin. Tanaka va boshq. [3] yaqinda polimerlarda gel hosil bo'lishida eritma ta'sirini diqqat bilan o'lchadi. Fazoviy o'xshashlikning T- $\Phi$  – diagrammasi 14-rasmda ko'rsatilgan. Bu erda  $\Phi$  - polimerning hajmiy fraksiyasi. Biz zolning yuqori temperaturasi va gelning past temperaturasi chegarasida  $T_s$  kiritik temperaturani xarakterlaydigan hamda sistema ikkita aloxida fazlarga bo'linadigan egri chiziq mavjudligini, pastda fazoviy o'tish chizig'i bilan to'ldirilganini ko'ramiz.

Tasodifiy bog'lanish va tugunlarda sizib o'tish modeli bilan yuqorida tanishganimizdek, Tanaki ma'lumotlarini bayon qilish uchun etarli bo'ladi, chunki eruvchanlikning kiritik temperaturasi mavjudligi sababli manomer – manomer va erituvchi – erituvchi kuchli bog'langan joylarga ega. SHuning uchun biz o'zimizning “Tugun – bog'lanish” modelimizni tugunlar aro korrelyatsiyani kiritish bilan umumlashtiramiz, agarda ushbu tugun monomer bilan bog'langan bo'lsa, xuddi shunday qo'shni tugun ham katta extimoliyatda manomer bilan bog'langan bo'ladi. Xuddi shunday  $r_b=r_b(T)$  bog'lanish ehtimoli temperaturaga bog'liq degan fizik tushuncha bo'lishi lozim deb hisoblaymiz.

Ushbu modelni umumlashtirish natijasida "tasodifiy bog'lanish - korrelyatsiyali tugun" qanday qilib va birinchi boshlang'ich modelda sizib o'tishda, yopiq shaklda hal qilinmaydi, yaqinlashishlardan tashqari bunda barcha ichki molekulyar ta'sirlashuvlar hisobga olinmadi. Bu yaqinlashish mavjud bo'lsa, u holda to'rt o'n yillar oldin Flori tomonidan ishlatilgan bir xil yondashuv hisoblanadi [4]. Endi bu yondashuv Keyli daraxti ko'rinishidagi soxta panjaraga aniq mos deb tez-tez aytilmoqda. Albatta, Keyli daraxti ko'rinishidagi masalalarga o'xshash masalalarni o'rtacha maydon nazariyasi bo'yicha echish  $d \geq d_+$  ( $d_+=6$  perkolyatsiya muammolari uchun) uchun aniq raqamlarni beradi.

Endi qiyin masalani hal qilishda Tanaka [3] va bizning hisob-kitoblar [5] etarlicha ishonch baxsh etadi hamda ichki molekular orasidagi o'zaro ta'sir nazariyasini o'z ichiga oladi.

Renormgruppa bilan bog'liq hisoblashlar bir necha ayrim fikrlar mavjud ekanligini ya'ni  $Q$  nuqta yaqin atrofida sistemalar xususiyatlari aytilgan o'rtacha maydon nazariyasiga nisbatan juda murakkabligini ko'rsatadi. SHunga o'xshash  $Q'$  aniqlangan bo'lib, fazaviy diagrammasida ferromagnetik qo'shilgan (15-rasm).  $Q$  va  $Q'$  nuqtalar atrofida sistemalar o'xshashmi degan yana bitta savol ochiq qoladi.

### **3.2. Tarkibida noorganik komponentlar bo'lgan silikat zollarda struktura yopishqoqligining o'zgarishi**

Zolga katta miqdordagi legirovchi kirishmalarni kiritish, diffuziya manbai B va Gd ni yuqori quvvatda olish uchun bor kislota va golodin nitrati, zol-gel sistemaning eruvchanligini oshirish va kinetik chidamlilikni ta'minlash uchun organik moddalardan foydalanish g'oyasi tug'ildi. Bukning uchun gomogen sistemada juda yaxshi eriydigan poliollar turli molekulyar massada olingan. Modifikatsiyalovchi zol tetraetoksisilan asosida (TEOS) va bor kislota bilan suvda eriydigan chiziqli va ko'p tarmoqli tuzilishdagi poliollar, borosilikat qoplamalar (tarkibi  $40B_2O_3 \cdot 60SiO_2$  mas. %) sirt qatlami sifatini buzmasdan qalinligini oshirish masalasini hal etishga yordam berdi.

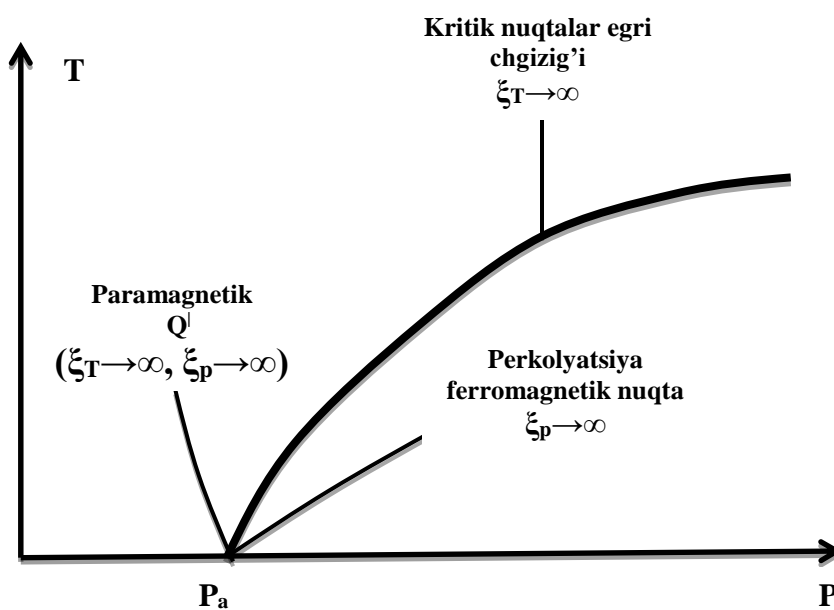
Yuqori molekular qo'shimchalar zolning spirt-suv muhitda va TEOS elementlar gidrolizida yaxshi ta'sirlashishi undagi OH gidroksil gurux va -NH-C- gurux etarli bo'lganligi uchun tanlanadi.

Barcha tanlangan qo'shimchalar 1 mas. % miqdor tartibida va boshlang'ich komponentlar quyidagi mol nisbatda  $Si(OC_2H_5)_4:H_3BO_3:H_2O:HCl:C_2H_5OH:C_4H_9OH:C_3H_5(OH)_3 = 0.05:0.6:3.5:0.03:21:8.4:0.2$ . zolga kiritildi.

Bor kislota va galodin nitrati gadoliniya miqdori silikat shisha olish quyidagi tartibda kiritiladi:

1.  $40B_2O_3 \cdot 60SiO_2$  mas. %;  $5Gd_2O_3 \cdot 95SiO_2$  mas. %;
2.  $10Gd_2O_3 \cdot 90SiO_2$  mas. %;

3.  $40\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Gd}_2\text{O}_3 \cdot 55\text{SiO}_2$  mas. %;



15- rasm. Q ga o'xshash  $Q'$  nuqtaning fazaviy diagrammasi.

4.  $40\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{Gd}_2\text{O}_3 \cdot 50\text{SiO}_2$  mas. %.

Misol tariqasida silikat zol-gel sistemasiga struktura tuzilishi jarayonini tekshirish uchun (Xoppler bo'yicha) tarkibida bor va galodin elementi bo'lgan shariklar tushirilsa, borasilikat zolning yopishqoqligi cho'qqi ko'rinishida o'zgaradi (1-rasm). Yopishqoqlikning eng katta qiymati tarkibida galodin bo'lmagan borasilikat zolda kuzatiladi. Uning bunday bo'lishi bor kislotasining mavjudli natijasida Si–O–B bog'lanishning oson hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Hidroliz bo'lishi natijasida nostabilo sistema o'tadi va borosilikat sistemasi strukturasiga ta'sir qilishi natijasida yopishqoqlikning tebranishi vujudga keladi.

Tarkibida faqat Gd: a —  $5\text{Gd}_2\text{O}_3$  mas. %;

b —  $10\text{Gd}_2\text{O}_3$  mas. %;

faqat B: v —  $40\text{B}_2\text{O}_3$  mas. %,

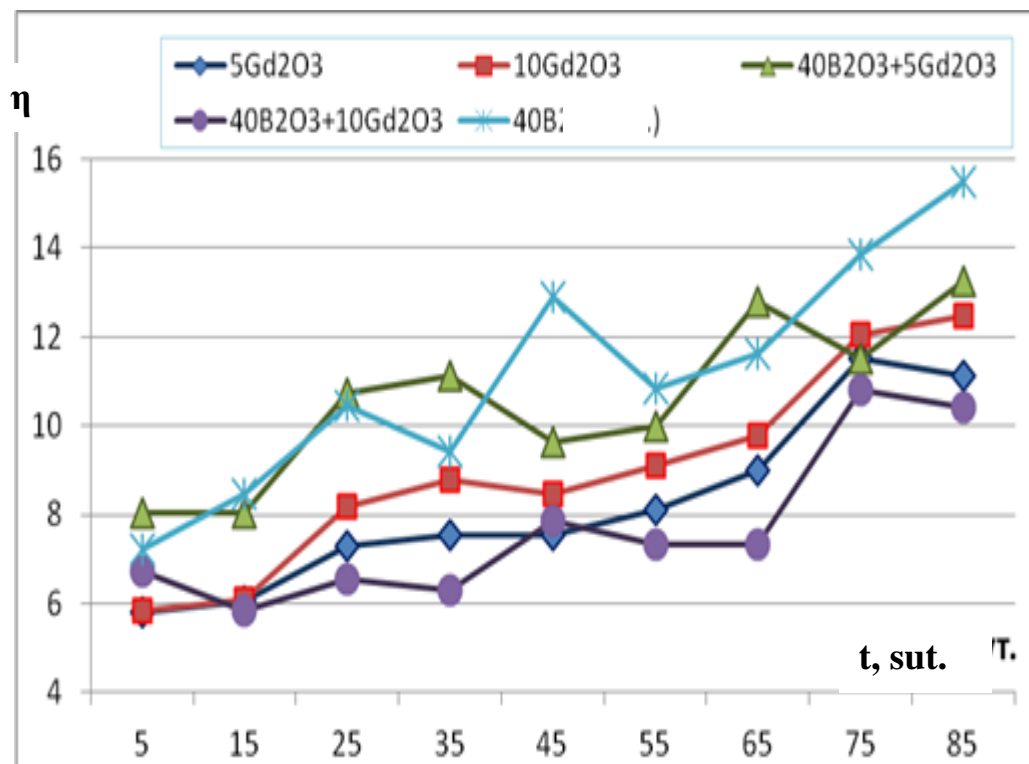
hamda birgalikda kiritilgan B va Gd: g —  $40\text{B}_2\text{O}_3 + 5\text{Gd}_2\text{O}_3$  mas. %;

d —  $40\text{B}_2\text{O}_3 + 10\text{Gd}_2\text{O}_3$  mas. %

legirlovchi ikkinchi galodin komponenti qo'shilganda yopishqoqlikning qiymati bir oz kamayadi va egri chiziqning cho'qqisimon ko'rinishi saqlanib qoladi.

### **3.3. Neorganik zol – gel usulida olingan kvarts shishalar tarkibidagi temir ionlari holatini va shisha strukturasiga radiatsiyaning ta'siri**

Hozirgi paytda zol-gel uslubida shisha olish eng qulay metodlardan hisoblanadi. Bu usulda olingan shishalarning afzalligi shundan iboratki, bu shishalar juda toza va kiruvchi va ultrabinafsha (UB) spektri qismida juda shaffof bo'ladi. Eng asosiy vazifalardan biri, bu shisha olishda shishalardagi aralashma ionlarning holatini o'rganishdir.



**16-rasm.** Tarkibida noorganie komponentlar bo'lgan silikat zollar uchun jarayonning eskirishi ( $t$ ) natijasida struktura yopishqoqligi ( $\eta$ ) o'zgarishi egri chiziqlari.

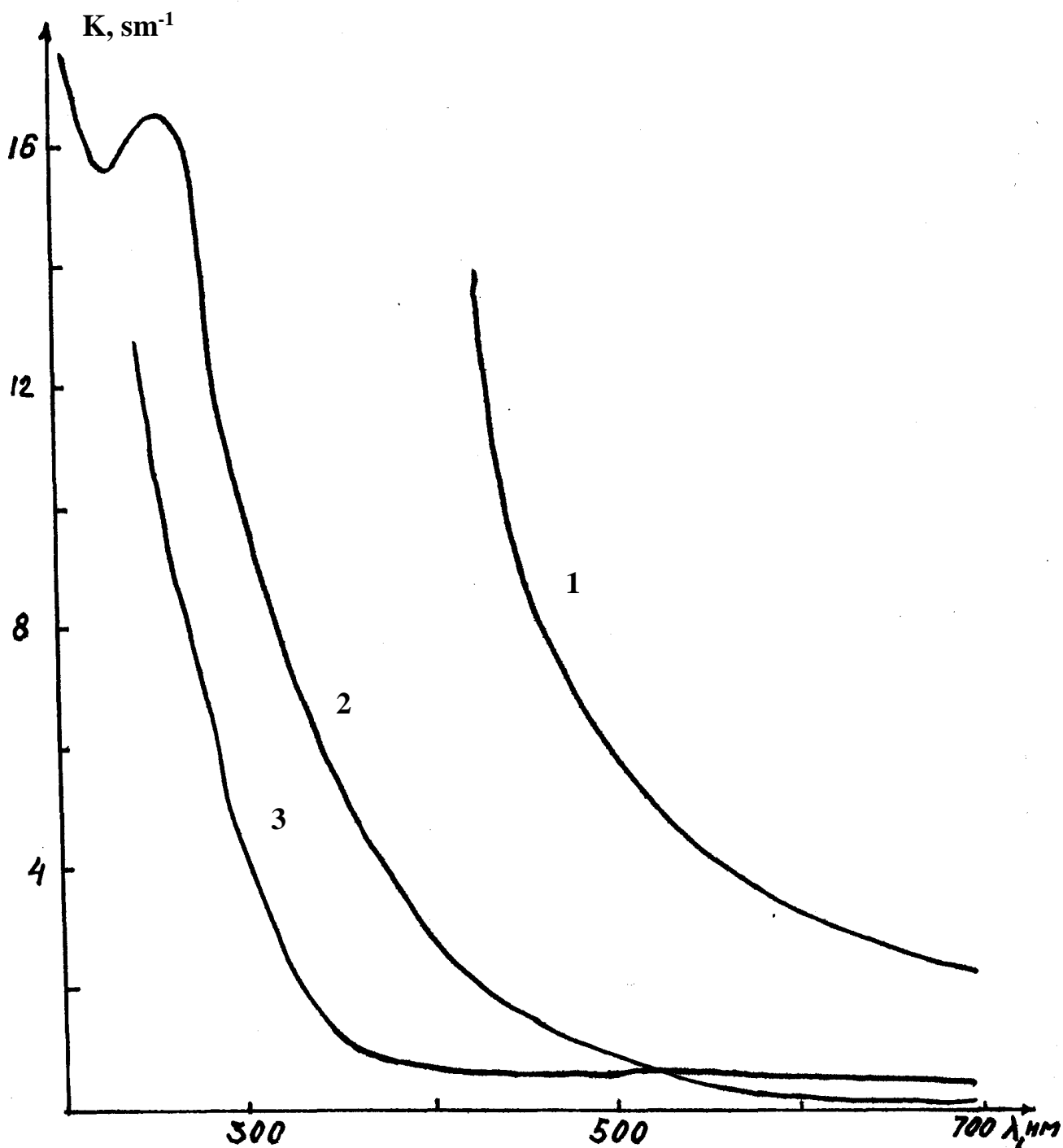
Shishalar tarkibida eng ko'p uchraydigan aralashmalardan biri temir ionlaridir. Bu aralashmalar shishalar optik xususiyatlariga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Ikkinchi tomondan temir ionlari radiatsiya ta'sirida bo'ladigan elektron-teshik protsesslarida juda aktiv qatnashadi. Zol-gel uslubida olingan materiallar tarkibidagi temir ionlari holatini o'rganish bo'yicha ancha ishlar qilingan hamda temir ionlari holatini zol-gel uslubida olingan materiallarda o'rganishga bag'ishlangan. Bu materiallarning dastlabki va radiatsiya ta'siridan keyingi holatlari o'rganildi.

Tekshiriluvchi na'muna sifatida zol-gel uslubida olingan temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogelp olindi. Kserogelga temir ionlarini kiritish ularni shimdirish hisobiga amalga oshirildi. Kserogeldan shisha olish esa, oldindan quritilgan kserogelni 1100-1150 °S temperaturada ishlov berilganda amalga oshdi. Ular tarkibining asosiy qismi 99 mas% SiO<sub>2</sub>, qolgan 1% esa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><0,7; Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O<1 va suvdan iborat. Temir ionlarining konsentratsiyasiga ta'sirini o'rganish uchun na'munalar <sup>60</sup>Co manbasidan 5·10<sup>7</sup> P dozagacha nurlantirildi.

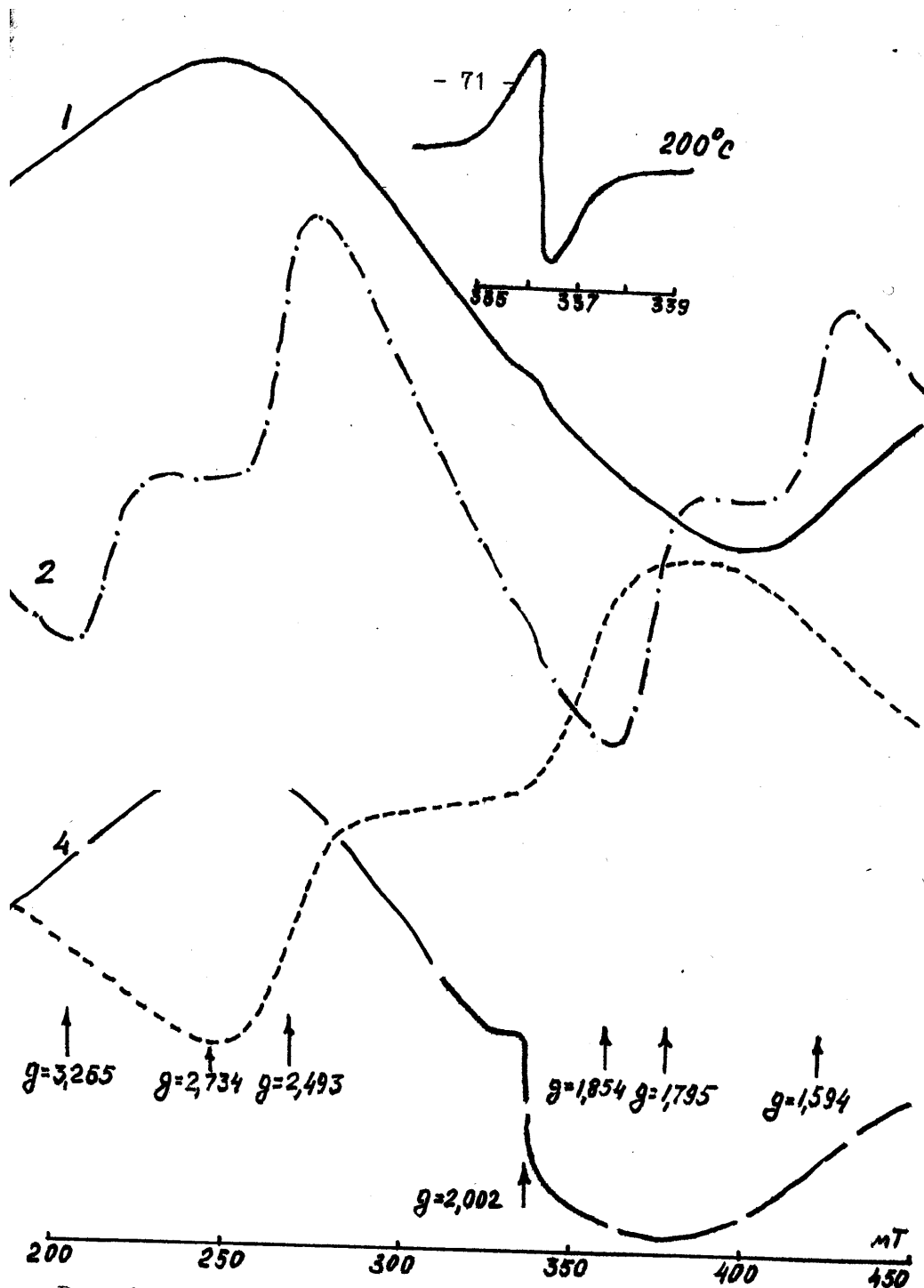
17 – rasmda temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogelning dastlabki va 600 °C temperaturada ishlov berilgandan keyingi yutilish spetrlari keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, 1 – spektr to'liqin uzunligi oshishi bilan monoton kamayadi. Qurtilgan kserogelda esa maksimumi 255 nm ga teng bo'lgan polosa hosil bo'ladi (spektr 2). Yuqori temperaturada olingan kvarts shishalarda temir ionlari maksimumlari 242 nm ga to'g'ri keladi. Bundan ko'rinadiki biz bu materiallarda yuqori temperaturalarda olingan kvarts shishalarga nisbatan to'liqin uzunligining siljishi sodir bo'lyapti.

Temir ionlari bilan aktivlashtirilgan EPR spektrlarida g=6,0; 4,3; 2,00 ga teng bo'lgan signallar kuzatiladi. 18 – rasmda kserogel va geldan shishaga o'tish vaqtida temir ionlari holatining EPR spektrlari keltirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, kserogellarni 800 °S gacha qizdirganimizda Fe<sup>3+</sup> ionlarining tetraedrik koordinatsiyasidagi xissasi kamayadi va oktaedrik koordinatsiyadagi

xissasi ortadi. 900 °S temperaturada qizdirilganda  $Fe^{3+}$  ionlarining murakkab signallari kuzatiladi. Bundan tashqari EPR spektrlarida bogʻlanmagan kisldorod



17-rasm. Temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogel va shishaning yutilish spektrlari. 1 – 600°C da ishlov berilgan kserogel, 2 – shisha, 3 –  $FeCl_3$  eritmasida shimdirilgan kserogel.



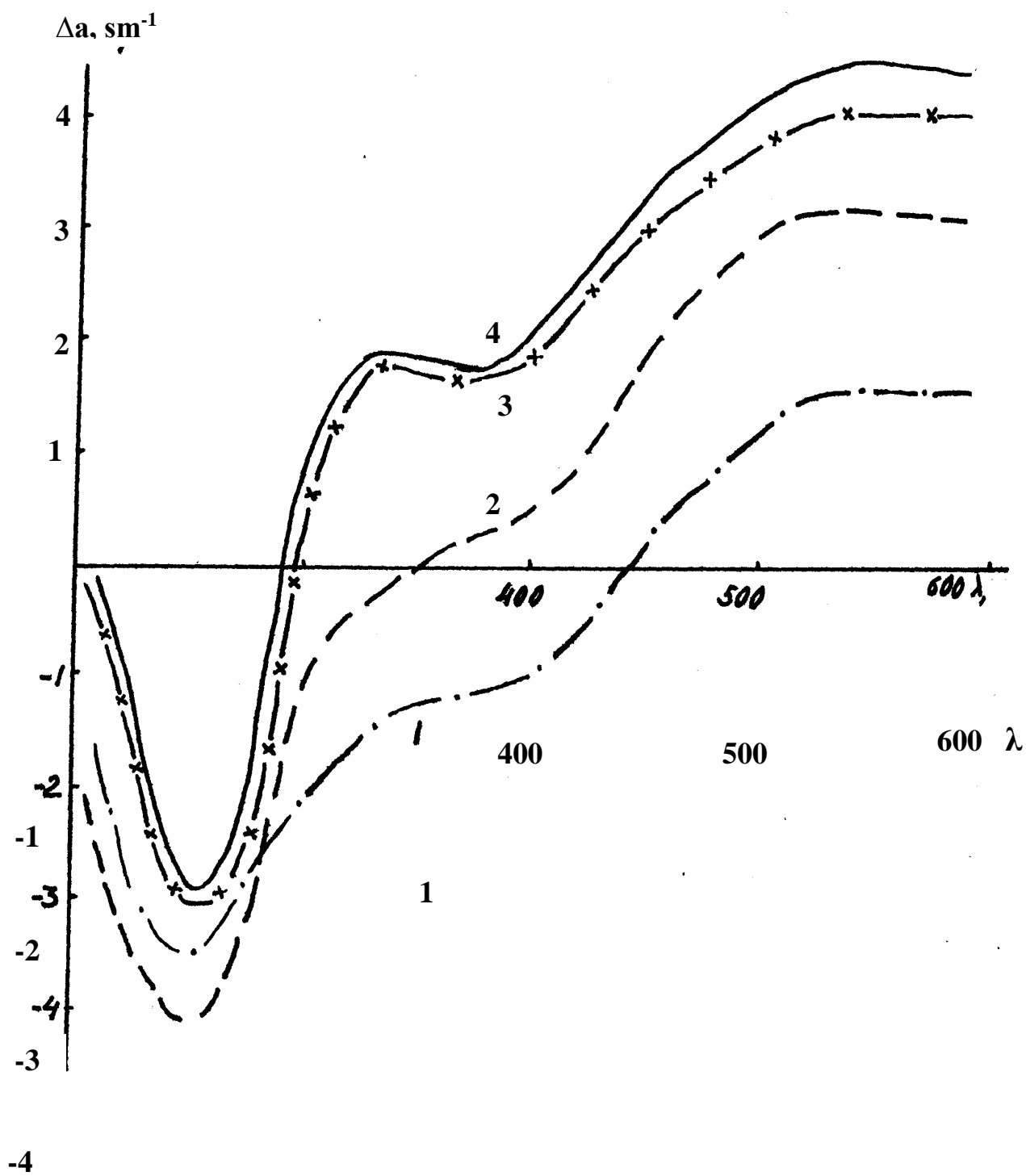
18-rasm. Kserogel va undan shishaga o'tish vaqtida temir ionlari holatining EPR spektrlari. 1-2 – 0,5; 3 – 0,36; 4 – 0,26 mol %.



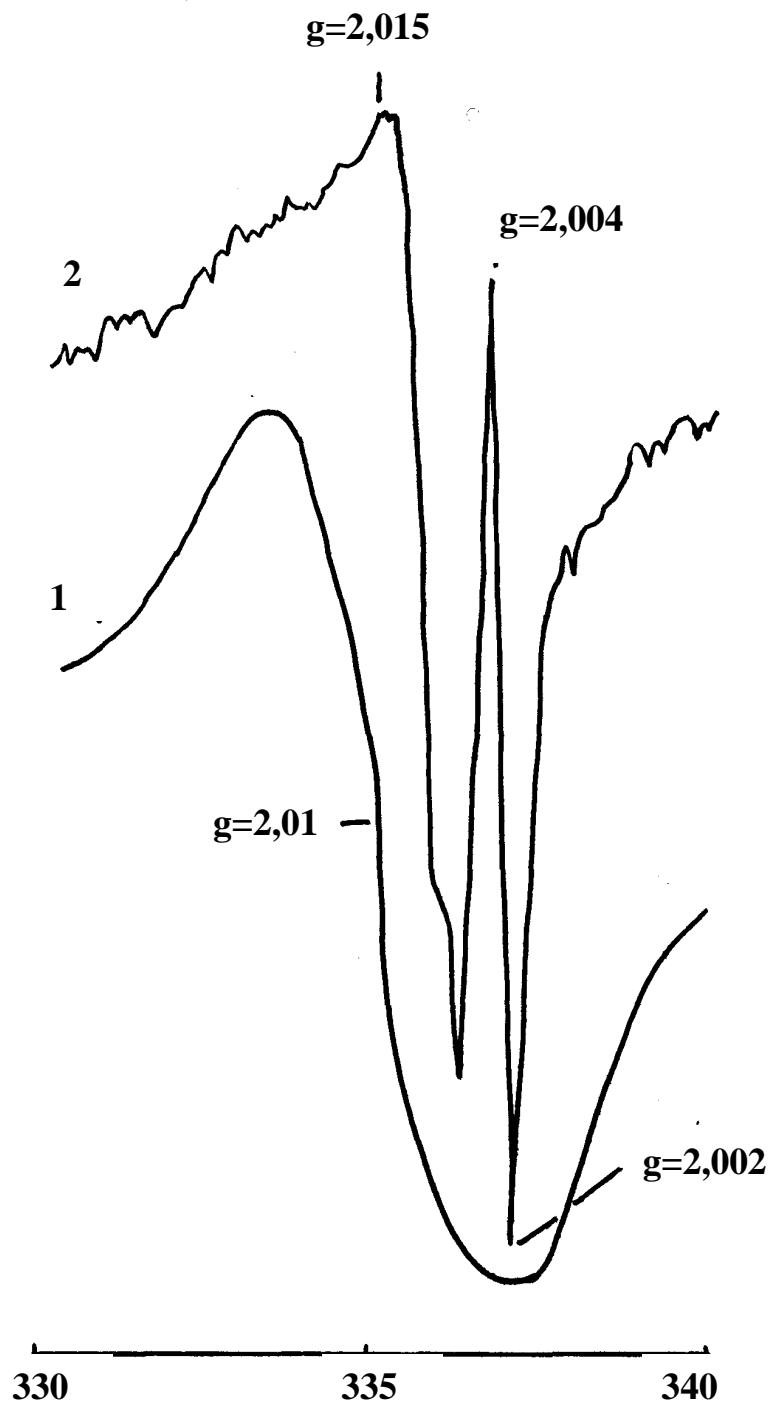
ionining markazi ham ko‘rinadi. Bu markazlar 200 va 1050 °C da ishlov berilgan na‘munalarda yaqqol ko‘rinadi.

Shunday qilib,  $\gamma$ -nuri ta‘sirida  $\text{Fe}^{3+}$  ionlarining tiklanishi va har xil tabiatli radiatsion markazlar hosil bo‘ladi.

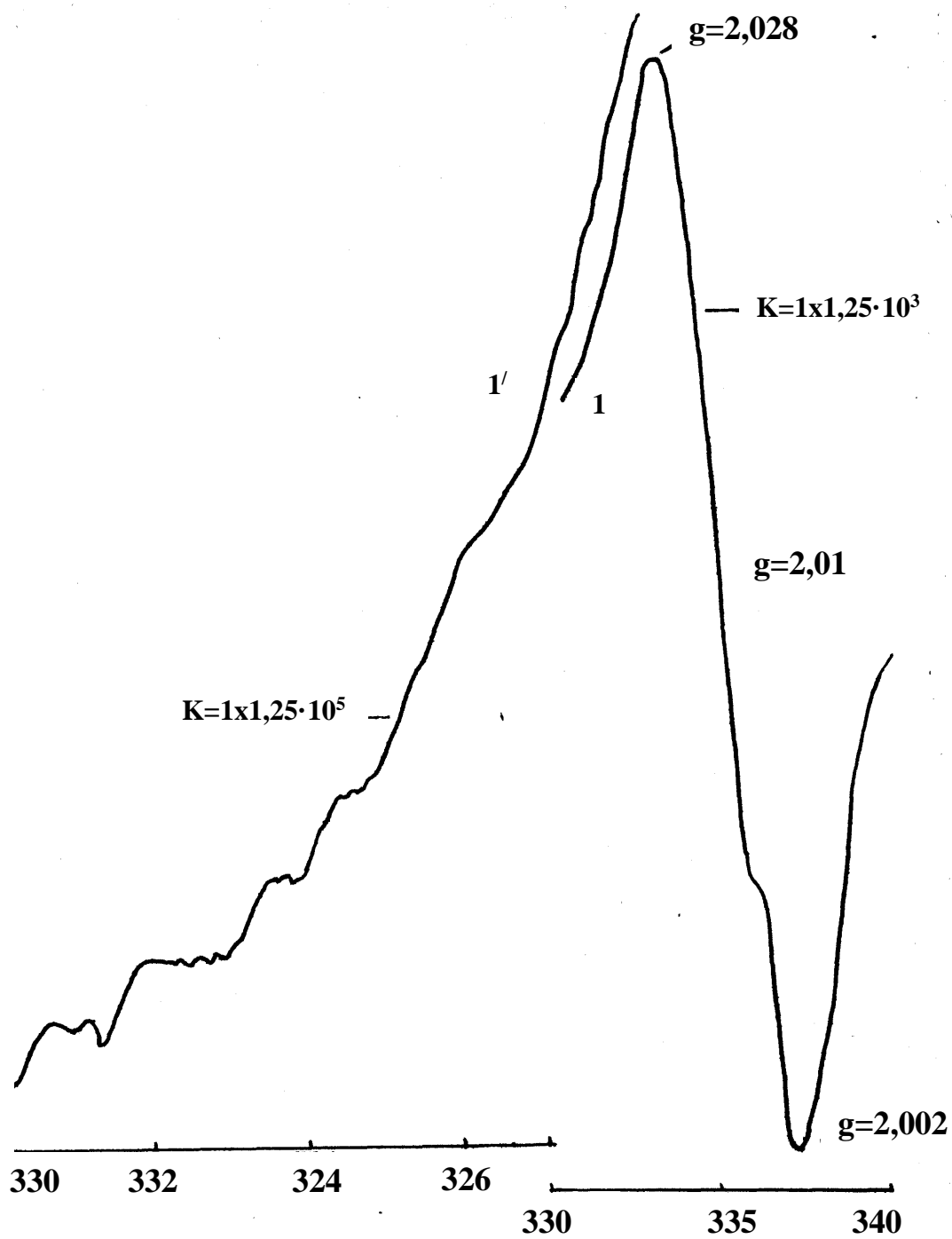
Tekshirilgan materiallarda  $\gamma$ -nurlanish ta‘sirida paramagnit radiatsion markazlar bilan bir qatorda spektrning ko‘rinadigan va UB sohalarida yutilishni hosil qiladigan markazlar hosil bo‘ladi. Bunday markazlarning tabiati kserogel va kvarts shishalar uchun turlicha bo‘ladi. 19 – rasmda zol-gel sintezda olingan kvarts shishalarni  $\gamma$ -nurida nurlantirilganda hosil bo‘ladigan qo‘shimcha yorug‘lik yutilishi spektrlari kiritilgan. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, spektrda 4 ta yutilish polosasi kuzatilib, ularning maksimumlari 215, 230, 320, va 550 nm da bo‘ladi. Maksimumlari 215 va 230 nm da bo‘lgan yutilish polosalari  $\gamma$ -nurlanishda  $E_1'$  va  $E_2'$  markaz tipidagi xususiy nuqsonlar hosil bo‘lishini bildiradi.  $\gamma$ -nurlanish dozasining  $10^8$  Rad gacha ortganda yutilish polosalari amplitudalarining monoton ortishi kutiladi. Zol-gel sintez yo‘li bilan olingan kvarts shishalarda  $E'$  markazlarning mavjudligi EPR spektrlarini o‘lchashda ham o‘z isbotini topdi. 20 – rasmda (1 va 1' spektrlar) kuchaytirish koeffitsienti turlicha kuchaytirilgan nurlantirilgan kvarts shishalar EPR spektrlarining umumiy ko‘rinishi ko‘rsatilgan.  $g=2,0$  sohadagi markaziy signalni atroflicha o‘rganish radiatsion markazlarning  $g$ -faktori bir-biriga yaqin bo‘lgan bir nechta signallarning qo‘shilishining natijasi ekanligini ko‘rsatadi.



19 – rasm. Zol-gel usulida olingan kvarts shishaning yutilish spektrlari.



20–rasm. Nurlantirilgan kserogel va kvarts shishalar EPR spektrlarining umumiy ko‘rinishi. 1 - kvarts shishalar; 2, - kserogel.



21 – rasm. Nurlantirilgan zol-gel uslubida olingan kvarts shishalar EPR spektrlarining markaziy qismining ko‘rinishi.

21 – rasmda spektrlar yoyib, markaziy signalning umumiy ko‘rinishi ko‘rsatilgan. Rasmda E markazlar uchun xarakterli bo‘lgan  $g=2,002 \pm 0,002$  parametrli signalni ko‘ramiz. E’ markazlardan tashqari kvarts shishalar  $\gamma$ -nurlanish ta’sirida boshqa xususiy radiatsion markazlar ham hosil bo‘ladi. EPR spektrlarida  $g_{o'r}=2,01$  ( $g_{max}=2,028$ ;  $g_{min}=2,004$ ) parametrli bir-biridan ajratilgan signallar kuzatiladi. Yorug‘likning qo‘shimcha yutilish spektri olinganda shishalarda maksimumlari 320 va 550 nm bo‘lgan protsesslari kuzatilib, ularning tarkibida  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$  va  $K_2O$  aralashmalarining mavjudligi bilan bog‘liq.

Maksimumi 550 nm bo‘lgan yutilish polosalari alyuminiy-ukislorod tetraedri  $[Al_{4/2}]R^+$  teshikli markazlarning hosil bo‘lishi bilan bog‘liq. Bunday markazlarning hosil bo‘lishi  $^{27}Al$  yadrosi bilan bog‘liq.

Tekshirilgan materiallarda ishqorli metallar va  $Al^{3+}$  aralashmalari ionlarining nisbati  $[Al_2O_3]>[R_2O]$  bo‘lsa, u holda  $Al^{3+}$  ionlarning bir qismi kislorod bo‘yicha oktaedrik koordinatsiyada joylashgan.  $Al^{3+}$  ning xuddi shunday ionlari uchun shishalarni  $\gamma$ -nurida nurlantirilganda elektronni olishi mumkin deb taxmin qilinadi. Shuning uchun maksimumi 320 nm bo‘lgan yutilish polosalarining hosil bo‘lishi bu tekshirilgan shishalarda ana shunday markazlar bilan bog‘liq. Shuni ta’kidlash kerakki, boshlang‘ich shishalar EPR spektrlarida nurlantirilgan shishalardagi kabi  $g=4,3$  bo‘lgan signal kuzatiladi. Bu tekshirilgan materiallarda kislorod bo‘yicha tetraedrik koordinatsiyada bo‘lgan  $Fe^{3+}$  aralashma ionlarining mavjudligi bilan bog‘liq.  $\gamma$ -nurlanish ta’sirida  $Fe^{3+}$  ionlarining bir qismi tiklanadi va bu signallarning intensivligi kamayadi. Shunday qilib, zol-gel uslubida olingan kvarts shishalarda  $\gamma$ -nurlanish ta’sirida xususiy markazlar bilan bir qatorda aralashmalarining radiatsion markazlari ham hosil bo‘ladi. G‘ovak kserogellarni  $\gamma$ -nurida nurlantirilgandan so‘ng spektrlarning qisqa to‘lqin qismida yorug‘lik yutilishining ortishi kuzatiladi.

18 – rasmda  $\gamma$ -nurida nurlantirilgan yuqori g‘ovakli kserogellar EPR spektrlarining umumiy ko‘rinishi ko‘rsatilgan. biz tekshirayotgan kvarts shishalarda  $g=2,00$  bo‘lgan markaziy signal kuzatilib, u radiatsion markazlar bilan bog‘liqdir va  $Fe^{3+}$  ionlariga xos bo‘lgan  $g=4,3$  ga teng bo‘lgan signal ham kuzatiladi. Shuni ham ta’kidlash kerakki, kserogellarda  $\gamma$ -nuri ta’sirida hosil bo‘lgan radiatsion markazlar parametrlari shishasimon kremnezemning ma’lum bo‘lgan xarakteristikalariga yaqin.

Olingan natijalar kserogellar va kvarts shishalarda  $\gamma$ -nuri bilan nurlantirilganda xususiy markazlar bilan bir qator aralashmalar markazlari ham hosil bo‘ladi, ularning xarakteristikalari shishasimon kremnezemning yaxshi ma’lum bo‘lgan xarakteristikalariga yaqinligini tasdiqlaydi. Kserogellarda va ulardan olingan shishalarda radiatsion markazlarning tiplari g‘ovakli struktura mavjudligi bilan tushuntiriladi.

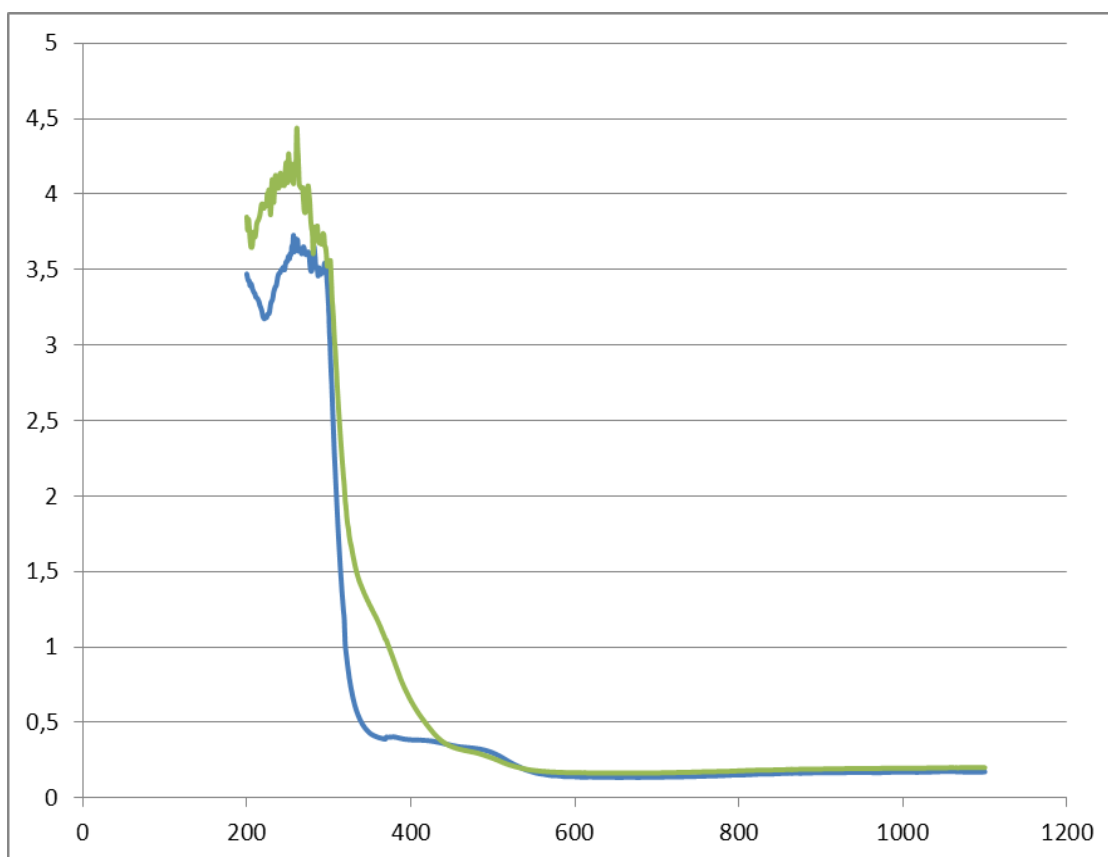
### **3.4. Zol-gel usulida olingan shishalarda (plyonka) temir ionlari**

Bu shisha plyonka quyidagi uslubda tayyorlandi, ya’ni 4 ml TEOC ni stakanga solib unga 4.2 ml etil spirit qo‘shildi. Shundan so‘ng u yaxshilab aralashtirgan keyin u maxsus qurilmada qizdirilgan 30 minut davomida aralashtilib turilda. Qurilmada pechning belgilangan temperaturasida aylantirib aralashtirish tezligi minutiga 600 ayl/s tezlikda aylantirildi. Xona temperaturasi sharoitida TEOC ga 1,3ml xlorit kislataning molyarli eritmasini qo‘shganimizda uning aylanish tezligi o‘zgartirilmadi ya’ni 600 ayl/s tezlikda aylanishda aylanishini davom ettirdi va uning davomiyligi 4 soatga olib borildi. Keyin unga temir xlorid qo‘shildi va 1 soat davomida yana oldingi sharoitda, ya’ni aylanish tezligi 600 ayl/s da aylantirildi. 1 sutkada davomida u tindirildi.

Natijalarni qurulma spektrofotometr “Sepocard-50” qurilmasi yordamida yutilish spektri 200-1100 nm lar oralig‘ida olindi. Keyin namunani pechda 50 °C temperaturada 1,5 soat davomida qizdirildi. Shundan so‘ng olingan namuna 1 soat davomida soavutildi va takroran o‘lchandi. Temir ionlari bilan

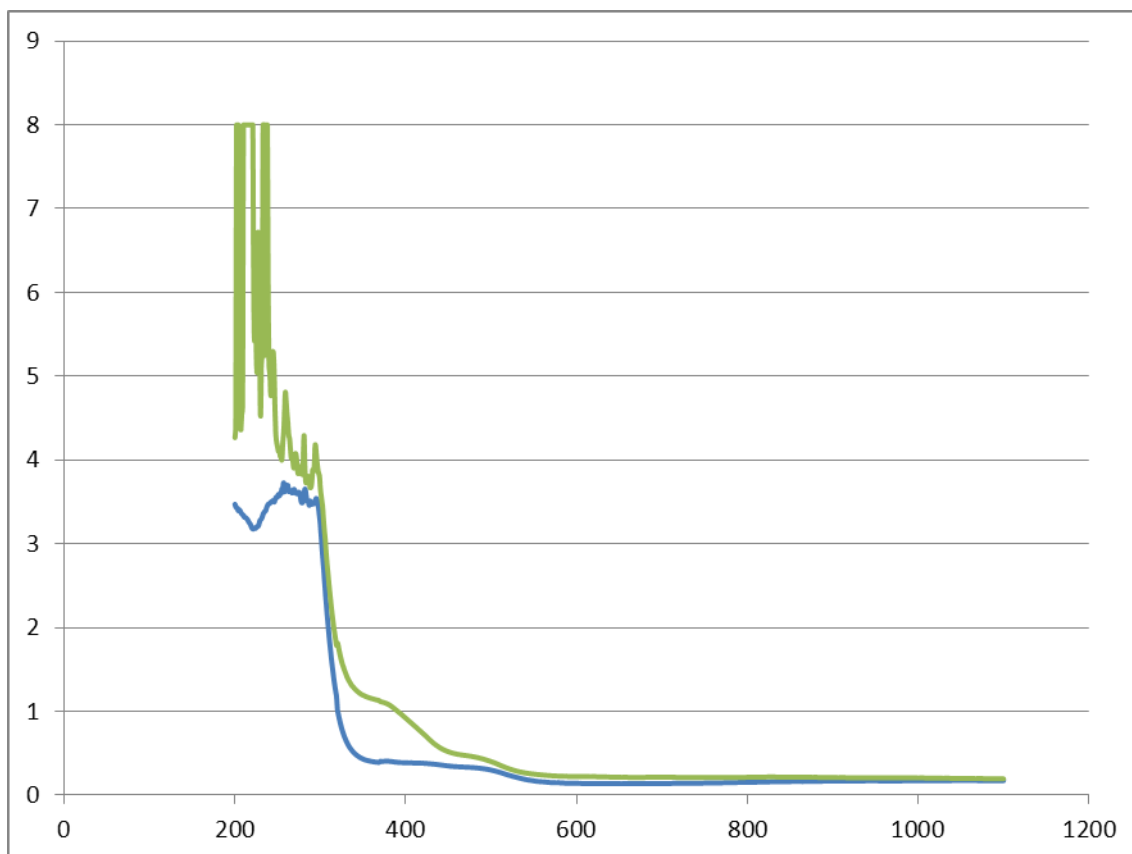
legirlanganna'munalardan olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, temir ionlari kosentratsiyasi oshishi bilan optic yutilish spektrida ham o'zgarishlar yuz beradi.

22 – 24-rasmlarda temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogelning dastlabki va 50<sup>0</sup>C temperaturada 1,5 soat ishlov berilgandan keyingi yutilish spetrlari keltirilgan. Rasmdan ko'prinadiki, ko'k spektr to'lqin uzunligi oshishi bilan monoton kamayadi. Quritilgan kserogelda esa maksimumi 255 nm ga teng bo'lgan polosa hosil bo'ladi (yashil spektr). 350-450 nm atrofida temir miqdorining oshishi bilan ularning spertrida yangi polasa hosil bo'lyapti. Bu maksimumi 255 nm ga teng bo'lishi yuqori temperaturada olingan kvarts shishalarda temir ionlari maksimumlari 242 nm ga to'g'ri keladi. Bundan ko'rinadiki biz bu materiallarda yuqori temperaturalarda olingan kvarts shishalarga nisbatan to'lqin uzunligining siljishi sodir bo'lyapti.

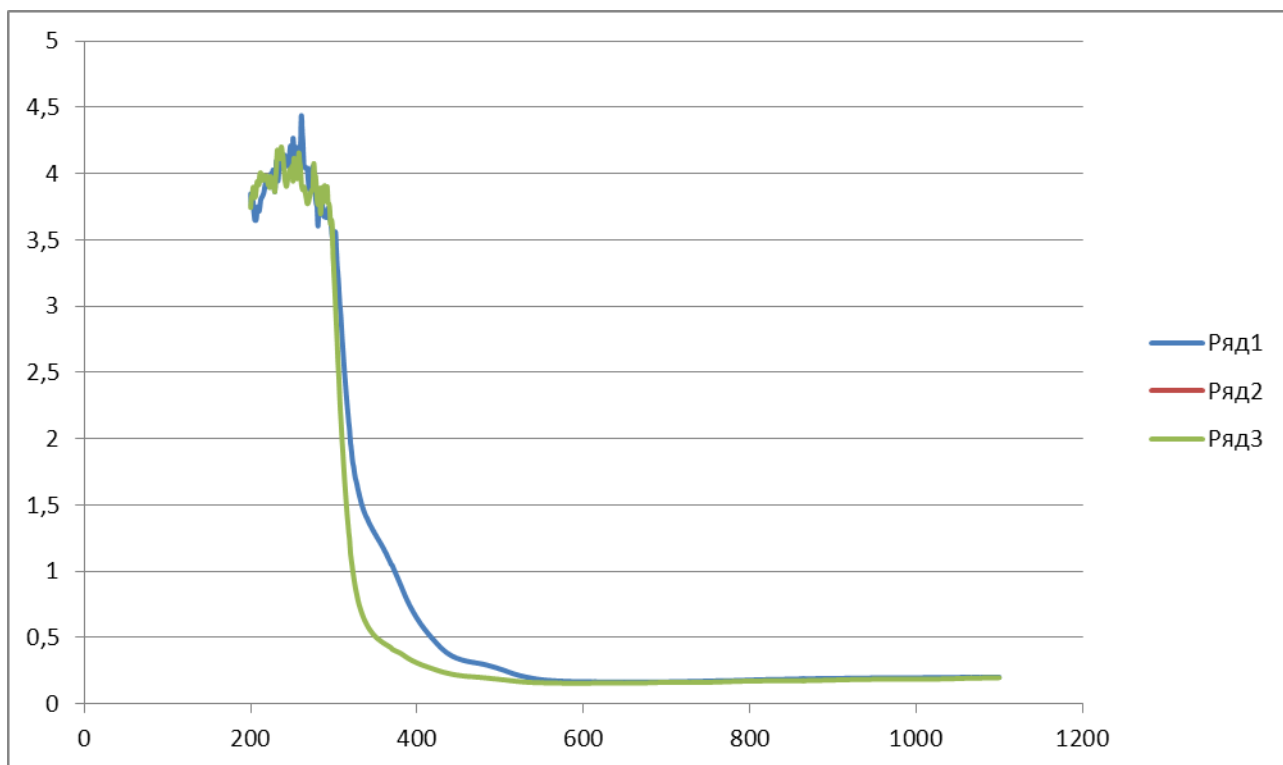


*22-rasm. Temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogelning yutilish spektrlari. Ko'k spektr dastlabki na'muna temir konsentratsiyasi 1 mG, yashil spektr 2 mG qo'shilgan kserogel.*





*23-rasm. Temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogelning yutilish spektrlari. Ko'k rangdagi dastlabki na'munaning (1 mG FeCl<sub>3</sub> eritmasi qo'shilgan) spektri. yashil rangdagi spektr 50<sup>0</sup>C temperaturada 1,5 soat ishlov berilgan.*



**24-rasm.** *Temir ionlari bilan aktivlashtirilgan kserogelning yutilish spektrlari. Ko'k rangdagi dastlabki na'munaning (2 mG FeCl<sub>3</sub> eritmasi qo'shilgan) spektri. Yashil rangdagi spektr 50 °C temperaturada 1,5 soat ishlov berilgan.*

Demak zol-gel uslubida olingan shishalar tarkibiga kirishmalar kiritish natijasida kirishmalarning miqdori o'zgarishi bilan shisha qalinligiga qarab har xil taqsimlanishidan integral optika uchun kerakli materiallar olish imkoniyatini berar ekan.

#### IV. XULOSA

1. Zol-gel uslubida olingan shishalar tarkibiga kirishmalar kiritish natijasida kirishmalarning miqdori o'zgarishi bilan shisha qalinligiga qarab har xil taqsimlanishidan integral optika uchun kerakli materiallar olish imkoniyatini berar ekan.

2.  $E^I$  markazlar uchun xarakterli bo'lgan  $g=2,002 \pm 0,002$  parametrli signalni  $E^I$  markazlardan tashqari kvarts shishalar  $\gamma$ -nurlanish ta'sirida boshqa xususiy radiatsion markazlar ham hosil bo'lar ekan.

3. Noorganik zol-gel usulida olingan shishalar gamma nuri ta'sirida  $g$ -faktorlari  $g_{\min}=2,000$  va  $g_{\max}=2,003$  bo'lgan radiatsion paramagnit markazlar kuzatiladi. Bu radiatsion paramagnit markazlar  $E^I$  – markaz bilan bog'liq bo'lib, ushbu markaz radiatsiya ta'sirida  $\equiv\text{Si}-\text{Si}\equiv$  bog'lanishlarning buzulishidan hosil bo'lar ekan.

4. Yorug'likning yutilish spektri olinganda shishalarda maksimumlari 320 va 550 nm bo'lgan protsesslari kuzatilib, ularning tarkibida  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  va  $\text{K}_2\text{O}$  aralashmalarining mavjudligi bilan bog'liq bo'lar ekan.

5. Zol-gel uslubida olingan shishalar tarkibiga kirishmalar kiritish natijasida kirishmalarning shisha qalinligiga qarab har xil taqsimlanishidan integral optika uchun kerakli materiallar olish imkoniyatini beradi.

6. Neorganik zol-gel uslubida olingan kserogellar va kvarts shishalarda  $\gamma$ -nurlanish ta'sirida xususiy markazlar bilan bir qatorda aralashma markazlari ham hosil bo'ladi, ularning xarakteristikallari shishasimon kremnezemning yaxshi ma'lum bo'lgan xarakteristikalariga mos kelar ekan.

7. Zol-gel uslubida olingan materiallarning o'ziga xos elektrik xossalari yaxshilash bilan quyosh energetikasida foydalanish mumkin.

## V. ADABIYOTLAR

1. Моисеев В. В. Ионобменные свойства и строения стекла. В кн: Проблемы химии силиктов.
2. Эшбеков А.А., Касимов Н.А., Урунов И.О. Расчёт радиационных центров в стеклах. Материалы международной научно-технической конференции «ISTIQLOL» «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития» Навоинский Гос. Горно-металлур.институт. 2008 г. 29-30 сентябрь. С. 327-329
3. Eshbekov A.A., Rahimov O., Sultonov A.A., Ishqorli silikat shisha sifatini aniqlash. Ж. Проблемы архитектуры и строительства. 2007 yil. №1. 46-50 б
4. Эшбеков А.А., Урунов И.О. Структурные микронапряжения в щелочносиликатном стекле Материалы международной научно-технической конференции «ISTIQLOL» «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития» Навоинский Гос. Горно-металлур.институт. 2008 г. 29-30 сентябрь. С. 163-164
5. «Синтез твердых растворов и исследования низкотемпературных фазовых превращений» [Электронный ресурс] – URL (<http://referat.niv.ru/referat/026/02600097.htm>). Проверено 10.11.2009.
6. Аникин В.И., Гщзьбец А.П. Исследование плоских волноводов для интегральной оптики, изготовленный методом твердотельной диффузии. К-ва н.т. электрон. 1995 т.2. №7 с. 1465-1471
7. Моисеев В. В. Пермякова Т. В., Шашкина Г. Е., Шульц М. М. Термодинамические характеристики процесса обмена ионом в натриевосиликатных стеклах. Физ. и хим. стекла. 1994, т. 3, N<sub>0</sub> I, с. 22-28.

8. Ю. Д. Цветков. Импульсная ЭПР спектроскопия дипольных взаимодействий и ее физико-химические приложения. Тезисы XV симпозиума “Современная химическая физика”, Туансе, 18-29 сент., 2003, Россия
9. Eshbekov A.A., Rahimov O., Silikat shisha sifatini EPR yordamida aniqlash. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) Samarqand. 2016, №1, 83-87
10. Арзикулов Э.У., Эшбеков А.А. Исследование спектральных характеристик ксерогелей и стекол, модифицированных ионами  $Co^{2+}$ . Илмий ахборотнома. Аниқ ва табиий фанлар серияси. СамДУ. 2016, № 1(95). 78-81 бетлар.
11. Nasimov A.M., Tashpulatov Kh.Sh., Eshbekov A.A. Synthesis of ater soluble QDS and its immobilization in the Sol-Gel. V Международная конференция. Актуальные проблемы молекулярной спектроскопии конденсированнрых сред. Самарканд, 2016 года 22-24 сентябрь. С. 67.
12. Eshbekov A.A., Tashpulatov Kh.Sh. Organically modified silicate based fliorescent gas sensors. V Международная конференция. Актуальные проблемы молекулярной спектроскопии конденсированнрых сред. Самарканд, 2016 года 22-24 сентябрь. С. 69.
13. Eshbekov A.A., Rahimov O., Quldoshev S., Quyosh energitikasidan O'zbekiston sharoitida foydalanishning istiqbollari. “Arxetektura va qurilish sohalarida innovatsion texnologiyalarni qo'llash istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik konferensiya materiallari . Samarqand. 2016 yil 27-28 may. 2-kitob 114-115 betlar.
14. Eshbekov A.A., Ashirov U. Noorganik zol-gel usulida siuntez qilingan kvars shishalarga termoradiatsion ishlov berish ta'sirini o'rganish. Современные проблемы физики конденсированного состояния - “СПФКС-2016”. II том. Бухоро. 2016 год 12-14 апрел. 32-34 бетлар.