

*Lecture №11.*

**Chemical heat treatment of powdered metals and alloys.**

**MAVZU: KUKUN METALL VA QOTISHMALARGA KIMYOVIY  
TERMİK ISHLOV BERISH.**

**Reja:**

**11.1 Termik ishlash asoslari**

**11.2 Kimyoviy termik ishlov berish bo'yicha umumiy ma'lumotlar;**

**11.3 Kukunli materiallarni kimyoviy ishlov berish usullari**

**11.4 Kukunli metallokeramik materiallarga kimyoviy-termik ishlov berish  
o'ziga xos tamoyillari**

**11.5 Kukunli metallokeramik materiallarning singib o'tkazmaydigan  
turini diffuzion xrom bilan to'yintirish asoslari;**

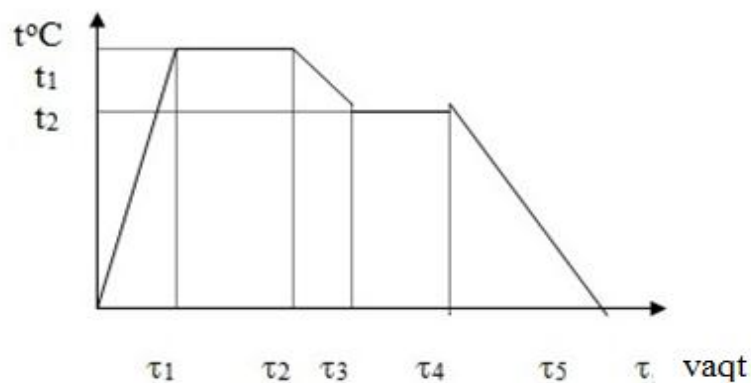
**11.6 Singib o'tkazuvchanlikga ega bo'lgan kukunli metallokeramik  
materiallarinig diffuzion to'yinish tamoyillari**

*Tayanch so'zlar va iboralar: Diffuziya, gaz-fazasi, kukunli metallokeramik  
materiallar, g'ovkak materiallar, g'ovaklik darajasi, aktiv atomlar oqimi,  
to'yinish darajasi, termik ishlash*

**11.1 Termik ishlash asoslari**

**Termik ishlash** deb, metall qotishmalarini qizdirish, ushlab turish va sovitish operatsiyalar yig'indisiga aytiladi, qaysiki ichki qurilishi va strukturasi o'zgarishi hisobiga kerakli xossalarni olishni maqsad qilib qo'yadi.

Termik ishlash oxirgi yoki oraliq operatsiya bo'lishi mumkin. Termik ishlash natijasida struktura o'zgarib, muvozanat va nomuvozanat holatda bo'lishi mumkin.



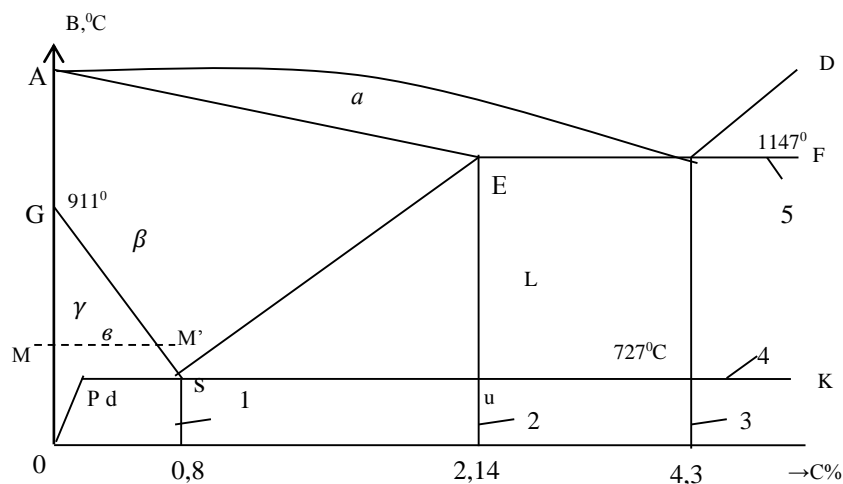
Rasm 5.3 Termik ishlash diagrammasi

Muvozanat holat qotishmadagi barcha jarayonlar to'la tugallangandan so'ng amalga oshadi. Nomuvozanat holat bunga qarshi sharoitda vujudga kegan bo'ladi.

Uzoq vaqt saqlanadigan nomuvozanat holatga misollar: puxtalanish ("naklep"), kimyoviy tarkibi bir xil emasligi likvatsiya natijasida, "bo'lat" po'latini strukturasi.

Qizdirish natijasida atomlarning issiqlik harakatlarining kattalishishi muvozanat holatga o'tishga yordam beradi.

Kritik nuqtalar A harfi bilan belgilanadi: frantsuzcha "arret" - to'xtash so'zidan.  $A_1$  - PSK chizig'i bo'ylab ( $727^{\circ}\text{C}$ ) joylashib perlitni austenitga o'tishiga to'g'ri keladi.  $A_2$  - MO ( $768^{\circ}\text{S}$ ) chizig'i bo'ylab, ferritni magnitli o'zgarishini ifodalaydi.  $A_3$  - GS va SE chiziqlariga to'g'ri keladi.[1]



Rasm 5.4 Kritik nuqtalar va chiziqlar

GS - chizig'i bo'ylab austenitdan ferrit ajralib chiqa boshlaydi sovutilganda; yoki qizdirilganda ferritni austenitga aylanishi tugaydi, SE bo'ylab austenitdan ikkilamchi tsementit ajrala boshlaydi sovutilganda; yoki tugaydi uning austenitdagi erishi qizdirilganda.

O'tishlar (bir holatdan ikkinchiga) qizdirish va sovitishda har xil temperaturada o'tgani uchun: qizdirilayotganda "S"; "r" - sovutilayotganda indeksleri qo'yiladi:  $A_{c1}$ ;  $A_{c3}$ ;  $A_{r1}$ ;  $A_{r3}$ .

Termik ishlash usullari 3 xil:

1. Sof termik ishlash; 2. Termo-mexanik ishlash; 3. Kimyoviy-termik ishlash.

Sof termik ishlashga: a) yumshatish, b) normallashtirish, v) toblash, g) bo'shatish.

### **11.2 Kimyoviy termik ishlov berish bo'yicha umumiy ma'lumotlar;**

Kimyoviy-termik ishlov berish deb metall va qotishmalarning yuza qatlamlarini (1-2 mm) yuqori temperaturalargacha (950-1200° C) qizdirib uni metal yoki nometal elementlar bilan to'yintirishga aytiladi. Bunda ishlov berilayotgan materialning yuza qatlamlarida uning kimyoviy tarkibi o'zgaradi.

Kimyoviy-termik ishlov berish orqali metall va qotishmalarning yuza qatlamlari xrom, titan, kremniy, uglerod va azot elementlari bilan to'yintirish mumkun. To'yintirishda u yoki bu elementlarni tanlash ishlov berilayotgan materialning yuza qatlamlari qay darajada kompleks fizik-mexanik xossalarga ega bo'lishligidan kelib chiqib tanlaniladi. Masalan metall yoki qotishmadan yasalgan detalning yuza qismi juda Qattiq bo'lishi talab qilinsa unda shu detal uglerod yoki azot elementi bilan to'yintiriladi.

Kimyoviy termik ishlov berishning bir nechta usullari bo'lib ular diffuzion to'yintirish metodlari deb ataladi. Xozirgi paytda metall va qotishmalarni diffuzion to'yintirishning bir nechta metodlari bor. Ularning ishlab chiqarishda keng tarqalaga metodlari quyida keltirilgan metodlar xisoblanadi:

1. Qattiq fazali to'yintirish metodi
2. Bug' fazali to'yintirish metodi

3. Gaz fazali to'yintirish metodi
4. Suyuq fazali to'yintirish metodi

Bu metodlardan ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigani bu gaz fazali to'yintirish metodi xisoblanadi.

Gaz fazali metodning o'zi bir nechta usullarga bo'linadi. Buning bo'linishiga sabab asosan iloji boricha ishlov berilayotgan yuza sifatini oshirish yoki ishlov berilayotgan yuzada qatlam chuqurligini oshirishga mo'ljalangan bo'ladi.

Metall va qotishmalarning korroziyaga bardoshligini oshirish maqsadida asosan uning ishchi yuza qatlamlari xrom bilan to'yintiriladi. Xrom bilan to'yintirilgan detallarning korroziyaga bardoshligi xrom bilan legirlangan po'lat materiallar bilan raqobatlasha oladi.

### **11.3 Kukunli materiallarni kimyoviy ishlov berish usullari**

Kukunli materiallarni (mahsulotlarni) kimyoviy ishlov berish usullari orasida karburizatsiya, azotlash, nitrokarburlash, sulfidlash va diffuzion metalizatsiya keng tarqalgan.

Sementatsiya - mahsulotning sirt qatlamlarini uglerod bilan to'yinganligi (karburizatsiya). U qattiq (ko'mir), gaz (tabiiy, engil va yaqinlashgan gazlar, endo-va ekzogazalar va boshqalar) va suyuq ( $BaCO_3$ -f  $NaCl$  kabi tuzli vannalar) bo'lishi mumkin bo'lgan uglerod o'z ichiga olgan muhitlarda amalga oshiriladi. Gaz karburizatsiyasi 10-15% kremniy karbid, kaltsiy karbid, koks va boshqa karburlashtiruvchi moddalar qo'shilishidan yanada progressivdir. Karburizatsiyalangan qatlamning chuqurligi va xususiyatlariga harorat (kukun moddasining tabiati va mahsulotning g'ovakliligiga qarab), qayta ishlangan materialni tashkil etuvchi karburizator va qotishma elementlarining xususiyatlari (masalan, karbid hosil qiluvchi elementlar) ta'sir qiladi. chunki xrom, titan, volfram va boshqalar sementlangan qatlam chuqurligini pasaytirib, sirt qatlamidagi uglerod konsentratsiyasini oshiradi). Sementatsiyalangan mahsulotlarning mexanik xususiyatlarini (sirdagi yuqori quvvat va qattqlik, nisbatan yuqori zarbga

chidamliligi) optimal birikmasi ularni issiqlik bilan ishlov berishdan so'ng - sovitish va yumshatish bilan ta'minlanadi.[2-4-6]

Nitridlash - yuqori sirt qattiqligi, issiqikka bardoshliligi, korroziyaga chidamliligi va charchoq kuchini olish uchun material (mahsulot) sirt qatlamlarini azot bilan to'yintiriladi. Uzoq vaqt davomida (o'nlab soat) nisbatan past haroratlarda, dissotsiatsiyalangan ammiakda oxirgi issiqlik bilan ishlov berilgan kukunli mahsulotni qizdirish bilan amalga oshiriladi.

Nitrokarburizatsiya - karburizatsiya qiluvchi va nitridlovchi gazlar aralashmasidan foydalangan holda (masalan, 20-30% tabiiy gaz bilan ajralib chiqqan ammiak aralashmasi) materialning (mahsulotning) sirt qatlamlarini bir vaqtning o'zida azot va uglerod bilan to'yintiriladi. Diffuzion qatlamning tarkibi va xususiyatlariga nitrokarburizatsiya harorati va qayta ishlangan materialning xususiyatlari katta ta'sir ko'rsatadi. Karbonitridlarning hosil bo'lishi natijasida mahsulot (material) sirt qatlamlari sementlangan mahsulotlarga qaraganda qattiqlik va issiqikka chidamliligini oshiradi.

Sulfidlash - mahsulotning (materialning) sirt qatlamlarini ish qobiliyatini yaxshilash, ishqalanish koeffitsientini kamaytirish va aşınma qarshiligini oshirish maqsadida oltingugurt bilan to'yintiriladi. Qayta ishlangan kukunli mahsulot: a) 130-160 ° C haroratda eritilgan oltingugurtga botiriladi va keyin 400-750 ° C haroratda isitiladi; b) vodorod sulfid oqimida gaz sulfidlanishiga uchragan; v) qattiq plombalarda oltingugurt bilan to'yingan yoki oltingugurt birikmalarini va ammiakni yorish natijasida olingan gaz aralashmalarida (sulfidlanishni nitrokarburlash yoki azotlash bilan birlashtirish). Sulfidlash sirt qattiqligini oshiradi, ammo kuchini pasaytiradi.[3-4]

Diffuzion metalizatsiya - mahsulot (material) sirt qatlamlarining xrom (xrom qoplama), alyuminiy (alyuminlash), vanadiy (vanadiy qoplama), rux (rux qoplama) va boshqalar bilan to'yinganligi. faol korroziya, ishqalanish va aşınma sharoitida ishlaydigan mahsulotlarning ishlash xususiyatlari. Eng keng tarqalgani xrom qoplama bo'lib, u mahsulotlarning mexanik xususiyatlarini, ularning aşınmasını, issiqligini va korroziyaga chidamliligini oshiradi, sirt qattiqligini

o'shiradi va dekorativ qoplama hosil qiladi. Kukunli materiallarni (mahsulotlarni) xrom bilan qoplash xrom yoki ferroxrom asosidagi qattiq metallizatorida va xrom-galogenidlarga asoslangan gazli muhitda amalga oshirilishi mumkin. Xrom qoplash jarayoniga metallizator tarkibi, to'yingan metallning kimyoviy tarkibi, harorat (odatda 1100-1200 ° C) va ushlab turish vaqti, shuningdek, teshiklarning kattaligi va ularning qayta ishlangan hajmdagi ta'siri kukunli mahsulotga ta'sir qiladi.. G'ovakli namunaga tarqalgan xrom miqdori va xrom qatlamining chuqurligi kukun moddasining nisbiy zichligiga teskari proportsionaldir. Xrom bilan qoplash blanklarni sinterlash jarayoni bilan birlashtirilishi yoki quyish yoki issiq presslashdan so'ng tayyor mahsulotlarda bajarilishi mumkin. Xrom qoplamasini karburizatsiya va azotlash (uglerod-xrom azotlash) bilan birlashtirish istiqbolli hisoblanadi. Bu esa kukun mahsulotlarining orttirma qarshiligi va issiqlikka bardoshlilikini oshirish imkonini beradi.[2-3-4]

Kukunli materiallarning issiqlikka va korroziyaga chidamliligini oshirish uchun kimyoviy qayta ishlashning boshqa turlari ham qo'llaniladi - burg'ulash, fosfatlash, silikonlash va boshqalar.

#### **11.4 Kukunli kukunli metallokeramik materiallarga kimyoviy-termik ishlov berish o'ziga xos tamoyillari**

Kukunli metallokeramik materiallar quyma yani klassik usullarda olingan materiallardan tubdan farq qiladi chunki ularda g'ovakliklar bo'ladi. Kukunli metallokeramik materiallarning g'ovakligi ularni qo'llanish soxasiga qarab 1-75% g'ovaklikga ega bo'lishi mumkin.

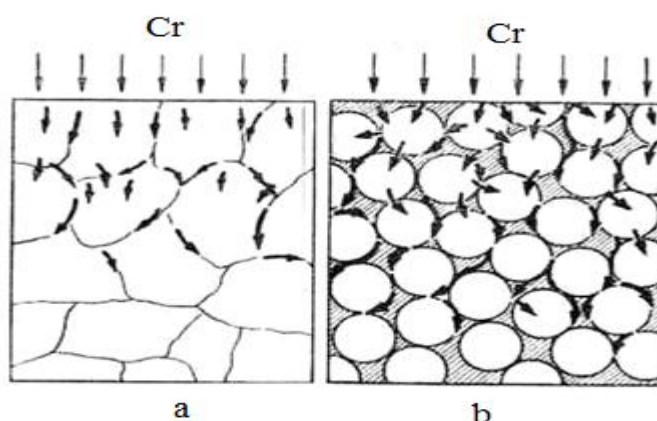
G'ovakligi 1-10% gacha bo'lgan kukunli metallokeramik materiallardan asosan konstruksion maqsadlar uchun detallar ishlab chiqariladi. G'ovakligi 10-25% bo'lgan kukunli metallokeramik materiallardan xar-xil maqsadlarda qo'llaniladigan antifriksion o'z-o'zini moylab turuvchi materiallar ishlab chiqarishda ishlatiladi. G'ovakligi 25% katta bo'lgan kukunli metallokeramik materiallardan yarim toza, toza va juda toza tozalovchi kukunli metallokeramik filtrlar ishlab chiqariladi.

Kukunli metallokeramik materiallardagi g'ovaklik miqdori diffuzion to'yintirish jarayoniga katta tasir ko'rsatib uni mexanizmni tubdan o'zgartiradi. Masalan klassik quyma usulda ishlab chiqarilgan materialni xrom bilan diffuzion to'yintirishda asosan qatlam chuqurligi ko'pi bilan 0,5-1 mm gacha erishilishi mumkin. Bunday hollarda g'ovakligi 10-20% bo'lgan kukunli metallokeramik materiallarning diffuzion chuqurligi 2-3 mm gacha boradi.

Bunday chuqurlikga erishish natijasida materialning korroziyagabarodoshligi keskin ortadi. Xrom bilan diffuzion to'yintirish mexanizimining borish sxemasi

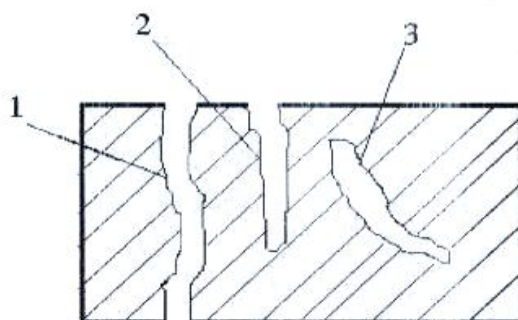
1- rasmda ko'rsatilgan.

Unga ko'ra gaz-fazasidan xosil bo'lgan xrom atomlari klassik materialda donalar chegarasi va donalar krisstal panjaralari bo'ylab xarakat qilsalar kukunli metallokeramik materiallarda esa asosan g'ovaklik xosil qilgan kapilyar kannalar orqali tarqalganligini ko'rishimiz mumkin.



1- rasm. Materiallarni diffuzion to'yinish mexanizmi: a – klassik g'ovaksiz material; b – g'ovak material

G'ovak materialda uchraydigan g'ovakliklarning turlari sxematik ravishda 2- rasmda ko'rsatilgan.



2- rasm. G'ovakliklarning turlari: 1- ochiq g'ovak; 2- yarim yopiq g'ovak; 3- yopiq g'ovak.

Ochiq g'ovakliklar kukunli metallokeramik materialaning ikki tamon yuzasini teshigi orqali bir-biri bilan ulaydi va gaz-xavo yoki Suyuqliklarni filtrlash jarayonida katnashadi. Yarim yopiq va yopiq g'ovakliklar bir yoki ikkala tamonidan yopiq bo'lib ular filtrlash jarayonida qatnashmaydilar. Bunday g'ovakliklarni filtrlovchi kukunli metallokeramik materiallarda bo'lishligi materialning mexanik xossalariga yomon tasir qilib uni pasayshiga olib keladi shuning uchun bunday g'ovakliklar kukunli metallokeramik filtrlarda bo'lmasligi kerak. Yarim yopiq va yopiq g'ovakliklar kukunli metallokeramik filtrlarni ishlab chiqarish aniqrog'i presslab shakl berish jarayonida metall yoki qotishma kukunlarini xaddan ziyod deformatsiyalanishida xosil bo'ladi.

Agar materialning umumiy g'ovakligi  $P > 18 \%$  katta bo'lsa unda materialdagi yopiq va yarim yopiq g'ovakliklarning umumiy miqdori 2-5 % tashkil etadi. Agar materialda g'ovakliklarning umumiy miqdori  $P < 18 \%$  bo'lsa unda yopiq va yarim yopiq g'ovakliklar miqdori ortadi.

Demak g'ovak materiallarni o'tkazuvchanligi bo'yicha guruxlarga ajratish mumkin bo'lar ekan. Shunga binon bunday materiallarda diffuzion mexanizmi-xam xar xil bo'lib o'tishi mumkin.

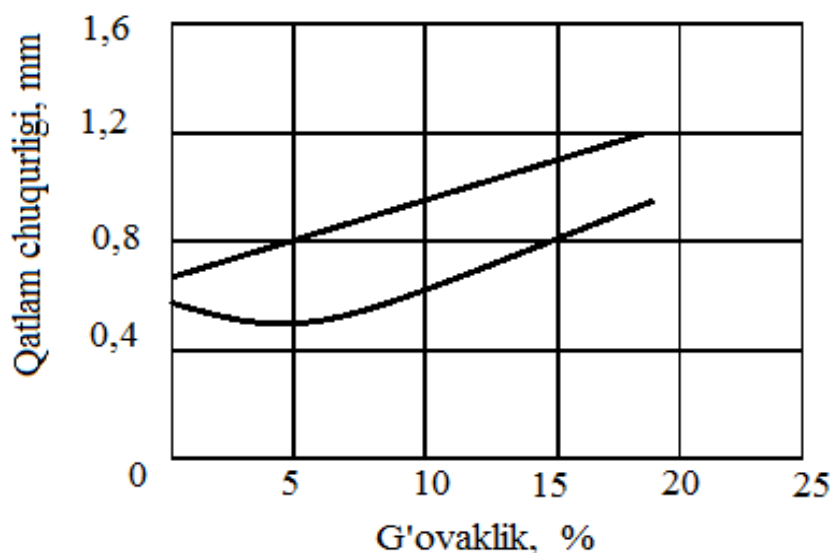
### **11.5 Kukunli metallokeramik materiallarning singib o'tkazmaydigan turini diffuzion xrom bilan to'yintirish asoslari**

Singib o'tkazmaydigan kukunli metallokeramik materiallarni diffuzion xrom bilan to'yintirish mexanizmi, to'yinish kinetikasi, to'yingan qatlamning strukturasi va to'yinish chuqurligi materialning g'ovaklik darajasi va zarrachalar-aro chegara xolati bian chanbarchas bog'liq bo'ladi. Material tarkibidagi yopiq g'ovakliklar diffuzion oqimiga xar-xil tasir qilishi mumkin. Masalan g'ovaklikning yopiq yoki ochiq bo'lishidan kattiy nazar u diffuzion oqimni tezligini oshiradi, agar uning ulchami kapilyar darajada bo'lsa g'ovaklik teshigi yopilib qoladi. Natijada diffuzion oqimni biroz bo'lsada pasaytirishi mumkin.[4-5]

Bazi bir olimlar tamonidan aniqlangan eksperiment natijalarga ko'ra g'ovaklik kanalining diametri 10 mkm dan katta bo'lishligi diffuzion oqim tezligiga yaxshi tasir qilsa undan kichiklari ayniqsa 3-5 mkm bo'lgan kanallar oqimni tezligini pasaytirishga olib kelar ekan.

Kukunli metallokeramik materiallarning diffuzion to'yintirish mexanizmining yana bir o'ziga xosligi shundan iboratki kukunli metallokeramik material qanday sharoitlarda ishlab chiqilganligi xam diffuzion to'yinish darajasiga katta tasir ko'rsatar ekan.

Xar-xil sharoitlarda ishlab chiqilgan bir xil g'ovaklik va materialga ega bo'lgan kukunli metallokeramik materialning diffuzion xrom bilan to'yintirishdagi to'yinish chuqurligining farqi 3- rasmda [2] ko'rsatilgan.



3-rasm. Materialnig g'ovakligiga ko'ra diffuzion to'yinish chuqurligi: 1- dissotsiyaslangan ammiyak muxitida; 2- vakuum muxitida qizdirib pishirilgan material.

Kukunli metallokeramik materiallarning diffuzion to'yinish kinetikasiga materialning qanday kukundan yani u ishlab chiqarilgan kukun shakli, ulchami usumiy fraksialar bo'yicha kukun ulchamining material bo'ylab tarqalishi katta tasir ko'rsatadi. Masalan juda mayda 50-40 mkm kukun donalardan ishlab chiqarilgan kukunli metallokeramik materiallarning to'yinish kinetikasi bilan yirik donali 200-300 mkm kukundan tayyorlangan materiallar bir biri bilan tubdan farq qiladi.

Juda mayda kukunlardan tayyorlangan kukunli metallokeramik materiallarda diffuziya qatlam chuqurligi juda chuqur bo'ladi bu xolat asosan diffuzion jarayon boshida kuzatiladi keyinchalik mayda kanallarning yopilishi bilan chuqurlik yangi qatlamning butun chuqurligi bo'yicha to'yinish darajasi susayib ketadi.

### **11.6 Singib o'tkazuvchanlikga ega bo'lgan kukunli metallokeramik materiallarinig diffuzion to'yinish tamoyillari**

Kukunli metallokeramik materiallarning tarkibida ochiq g'ovakliklarini bo'lishiligi diffuzion to'yinish mexanizmini tubdan o'zgartirib yuboradi. Chunki ochiq g'ovaklik kanallari orqali to'yintruvchi gaz fazasi batamom materialning barcha yuza, va xajm tamondan diffuzion to'yinishini taminlab beradi.

Barcha klassik va singib o'tkazmaydigan kukunli metallokeramik materiallarda fakat bir tamonlama yangi yuza qatlam tamonlama diffuzion to'yinib borsa g'ovak singib o'tkazuvchan materiallarda diffuzion to'yinish xajmiy ravishda amalaga oshadi. Bunda u to'yinish devorining qalinligiga qaram yo xajmiy yoki juda chuqur qatlamlarda 6-10 mm chuqurliggacha to'yinishi mumkin.

Bu xolatda xam eng muximi kanallarning diametri bo'lib unigig diametri kichraygan sari diffuziya chuqurligi qisqarib boradi. Bunday xollarda asosan gaz – fazaning diffuzion jarayon o'tkazilayotgan muhitdagi miqdori muxim axamiyat kasb etadi chunki boshlangich xolatlarda to'yintiruvchi gaz-fazaning miqdori nazorat qilinmagan xollarda kukunli metallokeramik materialning kapilyar teshiklari yopilib qolishiga olib keladi.

Mayda donali singib o'tkazuvchan kukunli metallokeramik materiallarni xajmiy to'yintirish uchun diffuzion muxitda gaz-fazasi doimo nazorat ostida bo'lishi shart. Bu esa o'z navbatida jarayonni boshidayoq kapilyar teshiklarni yopilib qolishini oldini oladi.

- **Tekshiruv savollari**

- 1. Termik ishlash usullari necha xil bo'ladi?
- 2. Kimyoviy-termik ishlov berish qanday?
- 3. Kukunli materiallarni kimyoviy ishlov berish usullari qaysilar?
- 4. Kukunli metallokeramik materiallardagi g'ovaklik miqdori diffuzion to'yintirish jarayoniga ta'siri?
- 5. Singib o'tkazmaydigan kukunli metallokeramik materiallarni diffuzion xrom bilan to'yintirish mexanizmi qanday?

- **Foydalanilgan adabiyotlar**

- 1. E. O. Umarov Materialshunoslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. – T.: Cho'lpon nomidagi NMII, 2014 –92-93bb
- 2. Kiparisov S.S. , Libenson G.A. Poroshkovaya metallurgiya. M.: , 1991.-412c
- 3. Kiparisov S. S., Libenson G. A. Poroshkovaya metallurgiya: Uchebnik dlya texnikumov—3-e izd., pererab.— M.: Metallurgiya, 1991-209 c
- 4. Kukun metallurgiyasi asoslari fanidan o'quv-uslubiy majmua Andijon 2020
- 5. Yangi materiallar texnologiyasi” fanidan o'quv-uslubiy majmua Andijon 2020 -151b
- 6. I. Nosirov. Materialshunoslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. Toshkent, O'qituvchi 1993.-212b