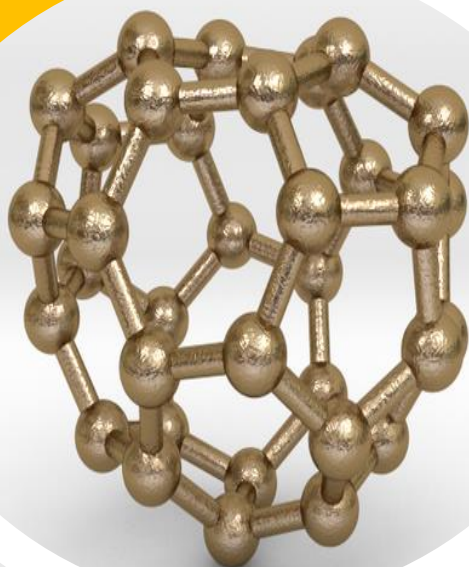


**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA  
UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG  
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA  
ULARNING MALAKASINI OSHIRISH  
TARMOQ MARKAZI**



**MATERIALSHUNOSLIK VA  
YANGI MATERIALLAR  
TEXNOLOGIYASI**

**CANOAT CHIQINDILARINI QAYTA  
ISHLASH USULLARI BILAN  
RESURSTEJAMKOR MATERIALLAR  
OLISH TEXNOLOGIYALARI**

**Toshkent – 2022**

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil 25 dekabrda №\_\_\_\_\_ -sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dastur asosida tayyorlandi.

**Tuzuvchilar:**

Sh.M. Shakirov “Materialshunoslik” kafedrasida dotsenti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent.

B.A.Sobirov “Materialshunoslik” kafedrasida katta o'qituvchisi, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).

**Taqrizchi:**

A.I. Abidov – “OTMK” AJ qoshidagi nodir metallar va qattiq qotishmalar ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi direktorining ilmiy ishlar bo'yicha o'rinbosari, PhD.

O'quv-uslubiy majmua Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2021 yil 29 dekabrda 4-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

## MUNDARIJA

I.	Ishchi dasturi.....	3
II.	Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaol ta'lim metodlari .....	9
III.	Nazariy materiallar .....	10
IV.	Amaliy mashg'ulotlarning materiallari.....	41
V.	Glossariy.....	66
VI	Adabiyotlar ro'yhati.....	71

# I. ISHCHI DASTURI

## Kirish

Ishchi dastur O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi "Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PF-4732-sonli Prezident farmonidagi ustuvor yo'nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi. Ishchi dasturning mazmuni oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari va qonunchilik normalari, ilg'or ta'lim texnologiyalari va pedagogik mahorat, ta'lim jarayonlarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash, amaliy xorijiy til, tizimli tahlil va qaror qabul qilish asoslari, maxsus fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, texnologik taraqqiyot va o'quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo'yicha so'nggi yutuqlar, pedagogning kasbiy kompetentligi va kreativligi, global Internet tarmog'i, multimedia tizimlari va masofadan o'qitish usullarini o'zlashtirish bo'yicha yangi bilim, ko'nikma va malakalarini shakllantirishni nazarda tutadi.

**"Sanoat chiqindilarini qayta ishlash usullari bilan resurstejamkor materiallar olish texnologiyalari"** modulidan ishchi o'quv dasturi ishlab chiqarish sohalaridagi turli tarkibga ega bo'lgan sanoat chiqindilarining hosil bo'lishi, ularning tarkibi, xossasi va qayta ishlanuvchanlik imkoniyatlari hamda ulardan xalq xo'jaligi uchun materiallar olish texnologiyalari bilan bog'liq bo'lgan bilimlarni qamrab olgan.

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

**Modulning maqsadi** – tinglovchilarga turli ishlab chiqarish sohalarida hosil bo'ladigan sanoat chiqindilari tarkibi, turlari, hosil bo'lish jarayoni hamda ularni qayta ishlash texnologik jarayonlari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir.

**Modulning vazifasi** - tinglovchilarda ishlab chiqarish sohalarida mavjud bo'lgan sanoat chiqindilarining tarkibi, tuzilishi, qayta ishlanuvchanligi hamda ulardan xalq xo'jaligi uchun resurstejamkor materiallarni olish texnologiyasi bilan bog'liq bo'lgan bilimlarni hosil qilish.

### **Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetentsiyalariga qo'yiladigan talablar**

**"Sanoat chiqindilarini qayta ishlash usullari bilan resurstejamkor materiallar olish texnologiyalari"** modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### ***Tinglovchi:***

- fanning dolzarb muammolari;

- fanning rivojlanish tendentsiyasi;
- sanoat chiqindilarini qayta ishlashning nazariy va amaliy asoslari;
- metall asosli sanoat chiqindilarini qayta ishlash;
- nometall asosli sanoat chiqindilarini qayta ishlash;
- sanoat chiqindilaridan resurstejamkor materiallar olish haqida **bilimlarga ega bo'lishi lozim.**

***Tinglovchi:***

- resurstejamkor materiallardan foydalana olish;
- sanoat chiqindilarini fizika-kimyoviy va texnologik xossalarini tahlil qilish;
- organik va noorganik materiallarni tadqiqot qilish usullaridan foydalanish;
- sanoat chiqindilarini qayta ishlanuvchanligini tahlil qilish **ko'nikma va malakalariga ega bo'lishi zarur.**

***Tinglovchi:***

- sanoat chiqindilaridan resurstejamkor metall va qotishmalarni olish jarayoni asoslarini bilishi va ulardan foydalana olishi;
- sanoat chiqindilarini qayta ishlashda rejim va reagent tanlab olish **kompetentsiyalariga ega bo'lishi lozim.**

**Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar**

“Sanoat chiqindilarini qayta ishlash usullari bilan resurstejamkor materiallar olish texnologiyalari” moduli ma’ruza va amaliy mashg’ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o’qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo’llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza mashg’ulotlarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o’tkaziladigan amaliy mashg’ulotlarda blits-so’rovlar, test so’rovlari, “Aqliy hujum”, “FSMU”, “Kichik guruhlarda ishlash”, “Keys-stadi” va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo’llash nazarda tutiladi.

**Modulning o’quv rejadagi boshqa fanlar bilan bog’liqligi va uzviyligi.**

“Sanoat chiqindilarini qayta ishlash usullari bilan resurstejamkor materiallar olish texnologiyalari” moduli o’quv rejadagi quyidagi fanlar bilan bog’liq: “Yangi materiallar texnologiyasi”, “Yuzalarga ishlov berish usullari”, “Materiallarni ilg’or tadqiqot usullari” va “Materiallarni puxtalashning ilg’or usullari”

**Modulning oliy ta’limdagi o’rni**

Modulni o’zlashtirish orqali tinglovchilar materialshunoslik sohalarida qo’llaniladigan va qo’llanilishi rejalashtirilgan resurstejamkor materiallarning turlari, tuzilishi, strukturasi, xossasi, markalanishi, olish usullari va ularga termik, kimyoviy – termik va boshqa ishlov berish usullarni o’rganish, amalda qo’llash hamda baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo’ladilar.

**“Sanoat chiqindilarini qayta ishlash usullari bilan resurstejamkor materiallar olish texnologiyalari” moduli bo’yicha soatlar taqsimoti**

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o’quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg’ulot	Ko’chma mashg’ulot
1.	Rangli va qora metallurgiyaning chiqindilarini qayta tiklab metall va qotishma kukunlarini olish texnologiyasi	4	2	2	-
2.	Metall va qotishma kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi	4	2	2	-
3.	Kimyoviy sanoat va maishiy chiqindilarni qayta ishlab xom ashyoga aylantirish texnologiyasi	4	-	2	2
4.	Organik xomashyo kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi	6	2	2	2
	<b>Jami:</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>

**II. NAZARIY MASHG’ULOTLAR MAZMUNI**

**1-mavzu: Rangli va qora metallurgiyaning chiqindilarini qayta tiklab metall va qotishma kukunlarini olish texnologiyasi.**

Mis va rux metallarini ishlab chiqarish jarayonida hosil bo’ladigan chiqindilar tarkibi va xossalari. Tarkibida temir, mis va rux metallari bo’lgan chiqindilardan Fe+Cu+Zn qotishmasining kukunlarini vodorod yordamida qayta tiklab olish. Qimmatbaho metallarni ishlab chiqarishda hosil bo’ladigan chiqindilar tarkibi va xossalari. Kimyoviy reagentlardan qimmatbaxo metallarni yana qaytarib olish texnologiyalari. Po’lat ishlab chiqarish va prokatlash jarayonida hosil bo’ladigan temir asosli chiqindilar. Prokat okalinasini. Prokat okalinasini vodorod yordamida qayta tiklash texnologiyasi. Alyuminiy qirindilaridan detallar tayyorlash.

**2-mavzu: Metall va qotishma kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi.**

Kukun metallurgiyasi usulida kichik zichlikka va yuqori mustahkamlikka ega bo’lgan buyum va detallar olish. G’ovak singib o’tkazuvchan, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi va sovituvchi materiallar olish texnologiyasi. Maxsus katalizator materiallarini olish usullari va texnologiyasi. Metall va qotishma kukunlarini qattiq va suyuq fazali qizdirib pishirish texnologiyalari. Zangbardosh, olovbardosh va

yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan detallarni alyuminiy qirindilaridan tayyorlash texnologiyalari.

### **3-mavzu: Organik xomashyo kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi.**

Polimer hossalari. Keramika. Keramik materiallar, haqida umumiy ma'lumotlar. Plastmassalar va rezinalar. Kislorodli va kislorodsiz keramika. Kislorodli keramikaning egilishdagi mustahkamligi. Kompozitlar.

## **III. AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-amaliy mashg'ulot: Metall oksidlarini qayta tiklash kimyoviy texnologik jarayonlarda moddalar miqdorini aniqlash.**

Metal oksidlarini qayta tiklab kukun ishlab chikarish korxonalarida texnologik jarayon uchun zarur bo'lgan qaytaruvchi yoki xomashyo miqdoriga qarab sarflanadigan qaytaruvchi, ajralib chiqqan kukun miqdori yoki ajralib chiqqan ikkilamchi moddalar miqdorini aniqlash zarur bo'ladi. Bunday xollarda kimyoviy reaksiya teglamalaridan kelib chiqqan xolda moddalar miqdori aniqlash. Masalan temir  $Fe_2O_3$  - uch oksidini qayta tiklash jarayonida hosil bo'lgan temir kukunini va ikkilamchi moddalar miqdorini aniqlash bo'yicha masalalarni ko'rib chiqish.

### **2-amaliy mashg'ulot: Metall va kotishma kukunlaridan detallar ishlab chiqarish.**

Shixta bu bir nechta kukun aralashmalaridan tashkil topgan yarim kukun xomashyo maxsulot bo'lib uni tayyorlashda ishlab chiqarilayotgan detalning material kimyoviy tarkibi bo'yicha tayyorlashini o'rganish va tahlil qilish.

### **3-amaliy mashg'ulot: Kukundan tayyorlangan g'ovak materiallarning g'ovakligi va zichligini aniqlash.**

G'ovak materiallarga asosan har xil maqsadlarda qo'llaniladigan filtrlar, o'z o'zini moylovchi ishqalanishga qarshi ishlovchi podshipniklar, tovush so'ndiruvchi, issiklik o'tkazmaydigan, sovtuvch, ravonlatuvchi va kattalizatorlavchi g'ovak materiallar kiradi. G'ovak materiallarning fizikaviy xossalaridan biri, uning g'ovakligi hisoblanadi, materialning g'ovakligi esa, uning zichligidan kelib chiqqan holda aniqlash.

### **4-amaliy mashg'ulot: Termoplastik chiqindilarni granulyatsiyalash .**

Termoplastik mayishiy chiqindilarni saralash, turlarga ajratish va maydalash texnologiyalari xamda kurilmalari bilan tanishishi. Maydalangan termoplastlarni yukori xarorat va bosim ostida granulyatsiyalash texnologiyasi va kurilmalarini ishlash jarayonini o'rganish xamda parametrlarini belgilab borish. Termoplast granulalardan bevosita polimer detallar tayyorlash jarayonini o'rganish.

## **Ko'chma mashg'ulot mazmuni.**

**1-mavzu: Kimyoviy sanoat va maishiy chiqindilarni qayta ishlab xom ashyoga aylantirish texnologiyasi**

**2-mavzu: Organik xomashyo kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi.**

Modul bo'yicha ko'chma mashg'ulotlar TDTU huzuridagi "Tarmoq mashinashunosligi muammolari" ilmiy tekshirish markazi va TDTU "Materialshunoslik" kafedrasida laboratoriya bazalarida va uning filiallarida olib borishi ko'zda tutilgan.

## **Ta'limni tashkil etish shakllari**

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv material mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro harakatini tartiblashtirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruza;
- amaliy mashg'ulot;
- mustaqil ta'lim.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
- yakka tartibda.

**Jamoaviy ishlash** – Bunda o'qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o'quv maqsadiga erishish uchun o'zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

**Guruhlarda ishlash** – bu o'quv topshirig'ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik guruhlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagacha ishtirokchi) faol rol o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta'limni tashkil etish shaklidir. O'qitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarga shaklga bo'lish mumkin.

*Bir turdagi guruhli isho'quv guruhlari* uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

*Tabaqalashgan guruhli ish guruhlari* turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

**Yakka tartibdagi shaklda**- har bir ta'lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.



## II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

### “AQLIY HUJUM” METODI

G'oyalarni generatsiya qilish usuli. Qatnashchilar birlashgan holda qiyin muammoni echishga shuningdek, o'qituvchi tomonidan berilgan muammoli savollarga javob berishga harakat qiladilar. O'z shaxsiy g'oya va fikrlarini ilgari suradilar.

#### Metodining o'quv jarayoniga tatbiq etilishi

##### “Aqliy hujum” metodi uchun savollar

- Po'lat listni korroziyadan saqlash uchun qanday texnologiyalarni taklif etasiz?
- Metall sirtini metall bo'lmagan qaysi moddalar bilan qoplashda qanday innovatsiyalardan foydalanish mumkin?
- Solishtirma hajm detanda nimani tushunasiz va buni izohlab bering.
- Konvertrlash nima?
- Metallurgik shlak tarkibidagi asosiy elementlarni qaysi yo'l bilan aniqlash mumkin?

##### “FSMU” metodi uchun keltirilgan fikr

**Fikr:** Martesit o'zgarishlar sodir bo'lish jarayoni haroratini qaytishi qanchalik yuqori bo'lsa, materialning shaklini saqlash effekti darajasi shunchalik past bo'ladi.

**F** – fikringizni bayon eting.

**S** – fikringiz bayoniga biror sabab ko'rsating.

**M** – Ko'rsatilgan sababni isbotlovchi misol keltiring.

**U** – fikringizni umumlashtiring.

##### Mavzu yuzasidan guruhlariga beriladigan topshiriqlar

**1-guruh.** Qattiq holatda faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlarini izohlang.

**2-guruh.** Faza o'zgarishlarda fazalararo chegaralarni tuzilishini aniqlang.

**3-guruh.** Faza o'zgarishlar termodinamikasini tahlil qiling va izohlang.

##### Guruhlar faoliyatini baholash me'yorlari.

Mezonlari	ballar			
	2	3	4	5
Mazmuni				
Guruhning faol ishtiroki				
Belgilangan vaqtga rioya etilganligi				
Taqdimoti				

Baholash me'yorlari: Yuqori ball-20 ball

18-20 ballgacha -“A'LO”;

15-17 ballgacha -“YaXShI”;

12 - 14 ballgacha -“QONIQARLI”;

12 dan past ball - “QONIQARSIZ”

### III. NAZARIY MATERIALLAR

#### 1-mavzu: Rangli va qora metallurgiyaning chiqindilarini qayta tiklab metall va qotishma kukunlarini olish texnologiyasi.

##### Reja:

1. Mis va rux metallarini ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilar tarkibi va xossalari.
2. Tarkibida temir, mis va rux metallari bo'lgan chiqindilardan Fe+Cu+Zn qotishmasining kukunlarini vodorod yordamida qayta tiklab olish.
3. Qimmatbaho metallarni ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan chiqindilar tarkibi va xossalari.
4. Kimyoviy reagentlardan qimmatbaxo metallarni yana qaytarib olish texnologiyalari.
5. Po'lat ishlab chiqarish va prokatlash jarayonida hosil bo'ladigan temir asosli chiqindilar. Prokat okalinasini vodorod yordamida qayta tiklash texnologiyasi.
6. Alyuminiy qirindilaridan detallar tayyorlash.

**Tayanch so'zlar:** metall gidridlar, elektrolit, prokat okalinasini, kimyoviy reagentlar, protiy, deyteriy, tabiiy izotoplar.

#### 1.1. Mis va rux metallarini ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilar tarkibi va xossalari

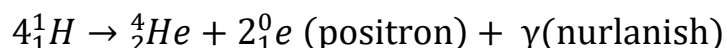
##### Vodorod (H, 2=1)

Davriy sistemada birinchi element - vodorod (Hydrogenium) bo'lib, uning nomi "suv hosil qiluvchi" ma'nosini bildiradi. Uning atomi eng oddiy elektron tuzilish ( $1s^1$ ) ga ega.

**Qisqacha tarixiy ma'lumot.** Vodorod XVI asrda nemis tabiatshunos-xakimi Paraiels tomonidan ochilgan. 1776 yilda Angliya olimi G. Kavendish uning xususiyatlarini o'rgangan. Lavuaze 1783 yilda eng birinchi bo'lib suvdan vodorod olib, suv vodorod va kislorodning birikmasi ekanligini isbotlagan va shu sababli suv hosil qiluvchi ma'noni anglatishini isbotlagan.

**Vodorod elementining asosiy fizik-kimyoviy tavsifnomasi.** Ionlanish energiyasi — 13,6 ev, elektromanfiyligi — 2,1, elektronga moyilligi — 0,75, atom radiusi — 0,053 nm. Birikmalarida namoyon qiladigan oksidlanish darajalari -1, 0, +1. Uch xil izotop: protiy, deyteriy va tritiy xolida uchraydi. Uchinchi izotop radioaktiv xossaga ega bo'lib, yadro reaksiyalari natijasida hosil bo'ladi. Protiy va deyteriy tabiiy izotoplar bo'lib, ular 1 ta deyteriyga 6800 ta protiy to'g'ri keladigan miqdoriy nisbatda bo'ladilar.

**Vodorodning tabiatda tarqalishi.** Tabiatda juda kam miqdorda (tabiiy gazlar va vulqon gazlari tarkibida) erkin xolda uchraydi. U juda ko'p miqdorda quyosh sistemasida (termoyadro reaksiyasi tufayli) mavjud.

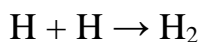


Quyoshning qariyb yarmi, yulduzlar, Yupiter, Saturn planetalarining asosiy qismi vodoroddan iborat. Vodorod suv massasining 11,12% ini tashkil etadi. O'simliklar va xayvonlar organizmida, neft va gaz tarkibida vodorod asosiy elementlardan biri sifatida mavjud.

**Fizikaviy xossalari.** Vodorod ikki atomli molekulyar gazsimon modda. Rangsiz, mazasiz, xidsiz, havodan juda yengil ( $r = 0,089 \text{ g/l}$ ), suvda juda oz eriydi ( $10^\circ\text{C}$  da  $0,09 \text{ g}$ ).  $-252,85^\circ\text{C}$  da suyuqlanib,  $-259,25^\circ\text{C}$  da qattiq holatga o'tadi.

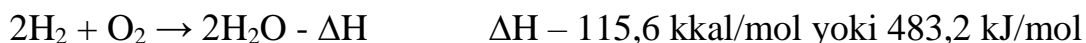
**Kimyoviy xossalari.** Vodorodning kimyoviy xossasi uning atomida 1 ta elektron borligi va odatdagi sharoitda 2 atomli molekula —  $\text{H}_2$  hamda uning "dissotsilanish" (parchalanish) energiyasi ancha yuqori ( $435 \text{ kJ/mol}$ ) ekanligi bilan tushuntiriladi.

Atomar xoldagi vodorod xona sharoitida juda qisqa vaqt mavjud bo'lib, tezda  $\text{H}_2$  ni hosil qiladi:



Ko'pincha atomar xoldagi vodorod kislotalarga metall ta'siri, suvning elektrolizi jarayonida hosil buladi.

**Vodorodning metallmaslar bilan ta'siri.** Molekulyar vodorod havo kislorodi ta'sirida ko'kimtir alanga berib yonadi. 2 hajm vodorod va 1 hajm kislorod gazlari aralashmasi "**qaldiriq gaz**" deb ataladi. Reaksiya portlash bilan boradi, juda xavfli:



Bunda katta issiqlik chiqadi va temperatura  $2600^\circ\text{C}$  gacha yetadi. Bu reaksiyadan o'tga chidamli metallarni qirqish va payvandlashda foydalaniladi. Vodorod xlor bilan quyosh nuri ta'sirida, boshqa galogenlar bilan bir oz qizdirilganda reaksiyaga kirishib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi, gazsimon, suvda eruvchi birikmalarni hosil qiladi:

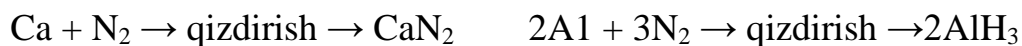
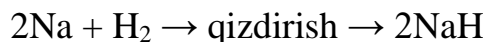


Oltinugurt, fosfor, azot va uglerod ma'lum sharoitda vodorod bilan birikib, tegishli birikmalarni hosil qiladilar. Bu reaksiyalarda ham vodorod +1 oksidlanish darajasiga o'tib, qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi:

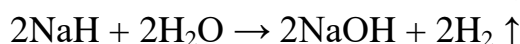
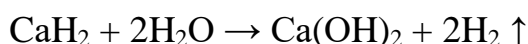


Bu birikmalarning barchasi odatdagi sharoitda gazsimon moddalar bo'lib, ularda qutbli kovalent bog' mavjud, ularning barchasi suvda eriydi.

**Vodorod qizdirilganda metallar bilan birikadi.** Bunda vodorod atomi metall atomidan elektronni biriktirib olishi tufayli oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:

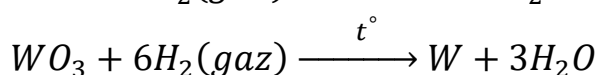
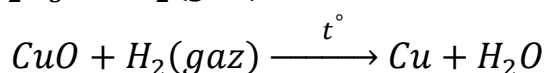
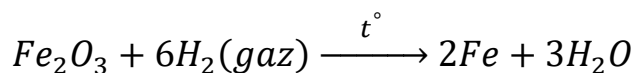


Bu birikmalar **metall gidridlari** deb ataladi va qattiq xolda bo'lib, ularda bog'lanish ionli tabiatga ega. Shu sababli bu moddalar suvda yaxshi erish bilan birgalikda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishib, metall gidroksidi va vodorod gazini hosil qiladi:



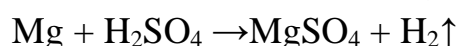
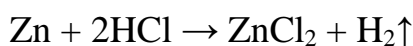
Yuqoridagi metallar va metallmaslarning vodorod atomi bilan ta'sirlashuvi vodorodning bir vaqtda galogenlarga o'xshash gazsimon holatga o'tishi va ular singari oksidlovchilik xossasini namoyon qilib, (-1) oksidlanish darajasidagi birikmalari hosil bo'ladi. Ikkinchi tomondan ishqoriy metallar singari bitta elektronini oson berib (qaytaruvchi), (+1) oksidlanish darajasidagi birikmalar hosil qiladi. Shu sababli, davriy sistemada vodorod elementi ham I, ham VII gruppaga kiritilgan.

**Vodorod gazi kuchli qaytaruvchi** modda sifatida ba'zi metallarning oksidlari bilan ta'sirlashib, metallarni oksidlaridan siqib (ajratib) chiqaradi. Bu reaksiyalardan foydalanib kukunsimon metallar olinadi:

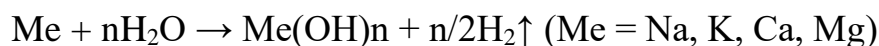


### Vodorodning olinishi

Vodorodni laboratoriya sharoitida kislotalarga (HNO dan tashqari) Zn, Mg metallarini ta'sir ettirib olinadi:

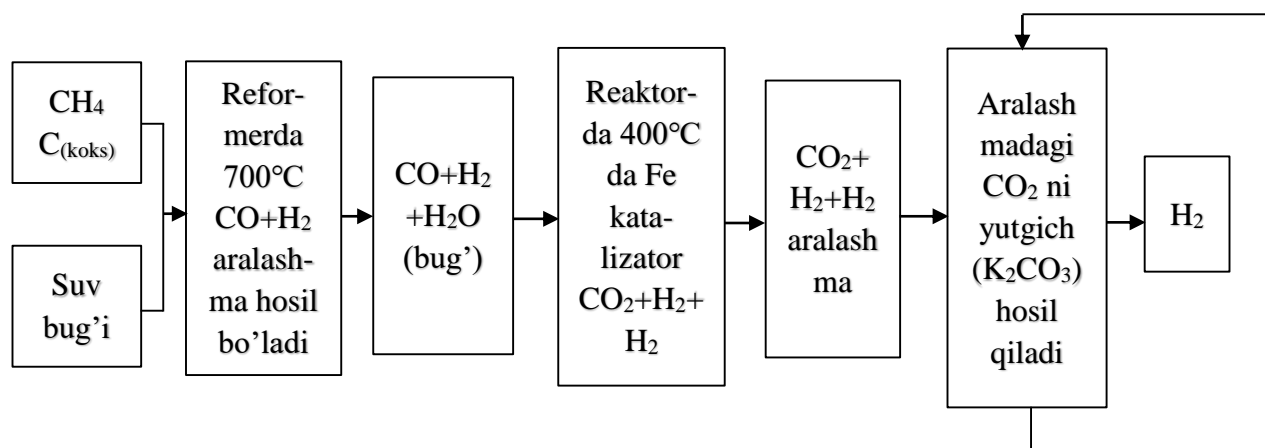
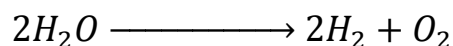


Bundan tashqari aktiv metallarni suv bilan ta'sirlashtirib ham vodorod olish mumkin:



### Sanoatda vodorod turli usullar bilan olinadi:

a) Suvni elektroliz qilish:

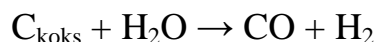


**1.1-rasm. Konversiya usulida H<sub>2</sub> olish sxemasi.**

Bu jarayonning unumini oshirish uchun suvda Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, KHO, NaOH kabi kuchli elektrolitlar eritilib, elektroliz qilinadi. Bu usuldan foydalanib, laboratoriyada ham vodorod olish mumkin.

### **Konversiyalash usuli**

a - Suvni konversiyalash (buzish, o'zgartirish). Suv bug'lari cho'g'lanib turgan ko'mir (koks) ustidan o'tkaziladi:

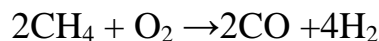
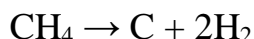


Hosil bo'lgan gazlar (CO+H<sub>2</sub>) aralashmasi "suv gazi" deb ataladi.

b - Metanni konversiyalash bilan (1.1-rasm):



c - Metanni piroliz qilish va chala oksidlash reaksiyasi yordamida:



### **Elektroliz**

*Elektroliz deb, elektrolitning suyuqlanmasi yoki eritmasidan elektr toki o'tganda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga aytiladi.*

Ma'lumki, elektrolitlar eritma (suvda erigan) yoki suyuqlanma (qizdirib suyuqlangan) holatida tok o'tkazadilar (distilangan suv mutlaqo elektr o'tkazmaydi). Shu sababli elektroliz suyuqlanmada va eritmada borishi mumkin.

*Suyuqlanmada* boradigan elektroliz natijasida anodda shu modda tarkibiga kirgan anion oksidlanadi, katodda esa shu modda tarkibidagi kation qaytariladi. Masalan, NaCl tuzi suyuqlanmasi (suyuqlanish harorati 900°C):



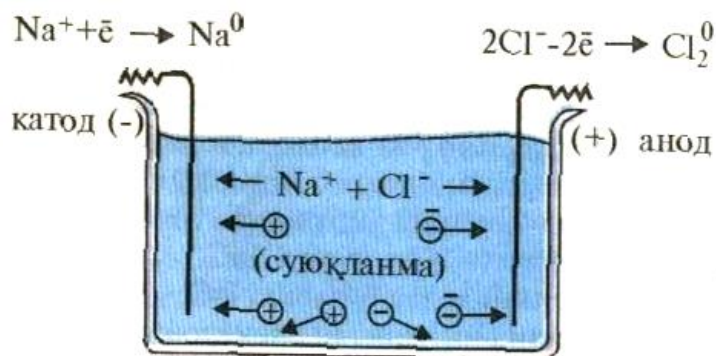
Elektrolizida  $\text{Na}^+$  ioni katodda qaytariladi:



$\text{Cl}^-$  - anioni anodda oksidlanadi:



Umumiy xolda:



1.2-rasm. Osh tuzi suyuqlanmasining elektrolizi.

**Eritmaning elektrolizi.** Eritma elektrolizi oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida elektrolit molekullari bilan birgalikda suv (erituvchi) molekullari ishtirok etgani uchun ancha murakkabdir. Eritmada boradigan elektroliz sxemasini tuzayotganda quyidagi qoidalarni bilish zarur:

#### Katod jarayonlari uchun:

1. Agar eritmada oksidlanish potentsiali vodorodning oksidlanish potentsialidan kichik bo'lgan kationlar (aktivlik qatorida  $\text{Li}^+$  dan  $\text{Al}^{+3}$  gacha) bo'lsa, katodda avval, ular, o'rniga suv molekullari qaytarilib:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{yo} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$  metall ionlari eritmada o'zgarmasdan qoladi.

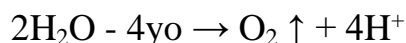
2. Agar eritmada standart oksidlanish potentsiali vodorodnikidan kichik, lekin Al nikidan katta bo'lgan kationlar ( $\text{Al}^{+1}$  dan  $\text{Pb}^{+2}$  gacha) bo'lsa, u xolda katodda bir vaqtning o'zida ham vodorod ionlari, ham metall kationlari qaytariladi.

3. Agar eritmada standart oksidlanish potentsiali vodorodnikidan yuqori bo'lgan kation bo'lsa, katodda avval shu kation qaytariladi (aktivlik qatorida bu kationlar  $\text{N}^+$  - dan keyin turadi).

#### Anod jarayonlari uchun:

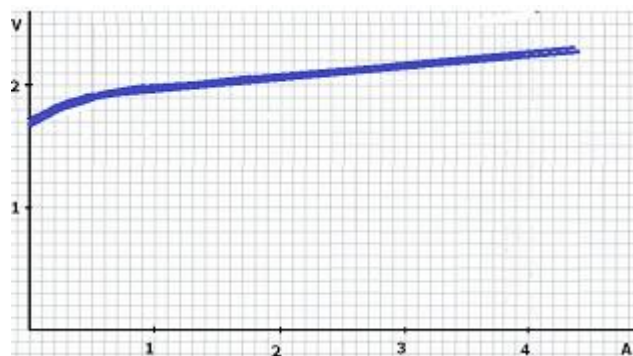
1. Agar eritmada kislorodsiz kislotalarning anionlari;  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{F}^-$  lar bilan birga  $\text{H}_2\text{O}$  - molekullari mavjud bo'lsa, anodda avval kislorodsiz kislota anionlari oksidlanadi.

2. Agar eritmada kislorodli kislota anionlari:  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{NO}_3^-$  bo'lsa, bu anionlarning oksidlanish potentsiallari suv molekulasiining oksidlanish potentsialidan katta bo'lgani uchun anodda avval (dastlab)  $\text{H}_2\text{O}$  molekullari oksidlanadi:



## Elektrolit

Suv molekularining vodorod va kislorodga parchalanishi uchun zarur bo'lgan elektrodga beriladigan eng kichik kuchlanish qiymati 1,8 volt. Agar elektrodga 1,6 v kuchlanishda kichik qiymatlar berilsa unda gaz ajralib chiqmaydi. Elektrolizerda gaz ajralib chiqishi uchun kuchlanish 1,8 v dan katta bo'lishi kerak. 1.3 – rasmda elektrolizerda kuchlanish ortishi bilan undan o'tadigan tokning qiymatini o'zgarishini ko'rsatuvchi diagramma keltirilgan.



**1.3-rasm. Tok qiymatining kuchlanishga bog'liq ravishda o'zgarishini ko'rsatuvchi diagramma.**

## 2. Elektrolit tayyorlash

Ma'lumki, distillangan suv mutlaqo elektr tokini o'tkazmaydi, shu sababli faqat distillangan suvni elektroliz qilib gaz ishlab chiqarib bo'lmaydi. Suvga elektr tokini o'tkazish xususiyatini berish uchun unga tuzlar kiritiladi. Ammo hamma tuzlar kislorod va vodorod ishlab chiqarish uchun yaramaydi, masalan, suvga osh tuzini qo'shish natijasida uning elektr o'tkazuvchi xususiyati paydo bo'ladi ammo u suvni elektroliz qilish natijasida quyidagi kimyoviy reaksiya kelib chiqadi:

Suvda eritilgan osh tuzi dissotsiyalangan xolda bo'ladi, yan'i:



Bu ionlardan  $\text{Na}^+$  manfiy zaryadli elektrod-katodga tortiladi,  $\text{Cl}^-$  esa musbat zaryadli elektrod-anodga tortiladi. Bulardan tashqari, eritmada suv molekulari ham bo'lgani uchun ular ham elektroliz jarayonida qatnashadilar, aniqrog'i, suvning dissotsiyalanishi natijasida hosil bo'ladigan  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari mos ravishda katod va anodga tortiladi. Buni quyidagi sxemada ko'rish mumkin:



Sxemadan ko'rinyaptiki, katod  $\text{Na}^+$  va  $\text{H}^+$  ionlarini qaytarilishini ko'rish mumkin.

**A.** Bulardan  $\text{Na}^+$  ionining oksidlanish potentsiali ( $E^\circ = -2,71 \text{ v}$ ) vodorod ionining shartli oksidlanish potentsiali ( $E^\circ = 0 \text{ v}$ ) dan kichik:

$$E_{\text{Na}^+ / \text{Na}} < E_{2\text{H}^+ / \text{H}_2}^0$$

Shuning uchun katodda vodorod ionlari qaytariladi, eritmada  $\text{Na}^+$  — ionlari qoladi:

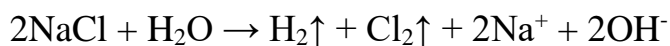


To'g'rirog'i:  $2\text{N}_2\text{O} + 2\text{yo} \rightarrow \text{N}_2^\circ + 2\text{ON}^-$  suv molekulari qaytariladi. Chunki  $\text{N}^+$  ionlarining eritmadagi muvozanat konsentratsiyasi juda kichkina —  $10^{-7}$  mol/l. Tok kuchi yetarli bo'lsa  $\text{N}^+$  lar yetmay qoladi va ularning o'rniga  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari qaytariladi.

**B.** Anodda xlor anioni va  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari oksidlanishi mumkin. Lekin xlor ionlari kislordsiz kislota qoldig'i bo'lganligi uchun anodda  $\text{Cl}^-$  ionlarining oksidlanishi ro'y beradi:



Demak,  $\text{NaCl}$  tuzining eritmasi elektroliz qilinganda katodda  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari qaytariladi, anodda xlor ionlari oksidlanadi. Elektroliz mahsuloti sifatida vodorod va xlor gazlari hosil bo'ladi. Eritmada esa  $\text{Na}^+$  va  $\text{ON}^-$  ionlari qoladi, eritma kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi:



Ammo bunga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki elektrolizda ajralib chiqayotgan xlor inson organizmi uchun juda xavfli.

Sanoat miqiyosida vodorod ishlab chiqarish uchun faqat  $\text{NaOH}$  — dan foydalaniladi, bunda katodda vodorod, anodda esa faqat kislorod ajralib chiqadi.

Ma'lumki, O'zbekiston sanoatlashgan-agrar davlat bo'lib, unda metallurgiya, mashinasozlik va shunga o'xshash bir qator yirik korxonalar bo'lib, ularda amalga oshiriladigan texnologik jarayonlarda ko'plab metall asosli chiqindilar hosil bo'ladi. Bu chiqindilarni bevosita korxonalarda ishlatishning iloji yo'q. Shuning uchun bu chiqindilarni qayta ishlatib xalq-xo'jalikga zarur bo'lgan mahsulot ishlab chiqarish hozirgi zamon talabi hisoblanadi.

Yangi materiallar ishlab chiqarish texnologik usullari yordamida metall asosli chiqindilarni qayta ishlash rudalardan metallar olishga qaraganda ancha samarali hisoblanib rivojlangan davlatlarda izchil yo'lga qo'yilgan. Masalan, Germaniyaning bir qator metallurgiya korxonalarida maxsus sexlar bo'lib, ular korxonadagi metall asosli chiqindilarni qayta ishlab, ulardan yuqori sifatli temir, mis, nikel, volfram va shunga o'xshash metallarning kukunlarini ishlab chiqaradi.

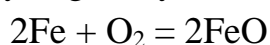
Hozirgi paytda PJ00 va PJ1 markali temir kukunlarining jahon bozoridagi 1 kilogramm miqdori 3-6 AQSh dollarida narxlanadi. Misol tariqasida Bekobod shahridagi "Uzmetkombinat" korxonasining texnologik jarayonida hosil bo'ladigan temir oksidi asosli chiqindilarni qayta ishlab temir kukunini ishlab chiqarish yuqori natija beradi.

Ma'lumki, metallurgiya korxonalarida metall prokat ishlab chiqarish texnologik jarayonida, asosan po'lat armatura, ugolnik, shveylerlar va shunga o'xshash



mahsulotlarni 700-800°C temperaturalarda qizdirib shakl berib ishlab chiqariladi. Shu jarayonda qizigan metall yuzasi atrof muhitdagi nam havo bilan ta'sirlashib kimyoviy reaksiyaga kirishadi.

Havoda qizdirilgan temirni havodagi kislorod bilan reaksiyaga kirishish tenglamasini soddaroq shaklda quyidagicha yozish mumkin:



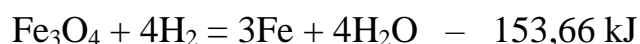
Lekin metall yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiya juda murakkab xisoblanadi, chunki reaksiya bir nechta qatlamlarda turli tezlik bilan amalga oshadi, buning natijasida metallning yuza qismida yuqori oksidlar ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), quyi qismida esa quyi oksidlar ( $\text{FeO}$ ) hosil bo'lishi mumkin.

Metallurgiya sanoatining chiqindisi temir kukunini ishlab chiqishda zarur xom ashyo o'rnini bosishi mumkin. Hozirgi vaqtda kukun metallurgiya korxonalarida temir kukunini vodorod gazi yordamida qayta tiklash yo'li bilan kukun ishlab chiqarilmoqda.

Vodorod gazi yordamida temir kukuni ishlab chiqarishda xomashyoning tarkibida vodorod gazi bilan tiklanmaydigan aktiv metall va nometall oksidlarning, ya'ni Cr, Al, Ti, Si, Ca va boshqalar miqdori 0,1% dan oshmasligi talab etiladi. Shuning uchun metallurgiya sanoatidagi uglerodli po'latdan chiqqan kuyindilar (okalinasi) yaroqli hisoblanadi.

Vodorod gazi yordamida kuyindini  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  temirgacha qaytarish uchta bosqichda 572°C temperaturadan yuqorida  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_x\text{O} \rightarrow \text{Fe}$  yoki ikki bosqichda 572°C temperaturadan pastda  $\text{Fe}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$  amalga oshishi mumkin.

Vodorod gazi bilan qaytarish jarayonining kimyoviy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, kimyoviy reaksiyada suv bug'i ajralib chiqmoqda. Jarayon qaytarilib, yana temir oksidi hosil bo'lmasligi uchun kimyoviy jarayon muhitida vodorod miqdori 60% dan kam bo'lmasligi kerak.

Temir oksidlarini vodorod gazi bilan qaytarish mexanizmi juda murakkab jarayon bo'lib, quyidagi bosqichlardan iborat:

1) vodorod molekulalarining temir oksidi yuzasida diffuziyalanish natijasida, ularning fizikaviy adsorbsiyasi sodir bo'lishi;

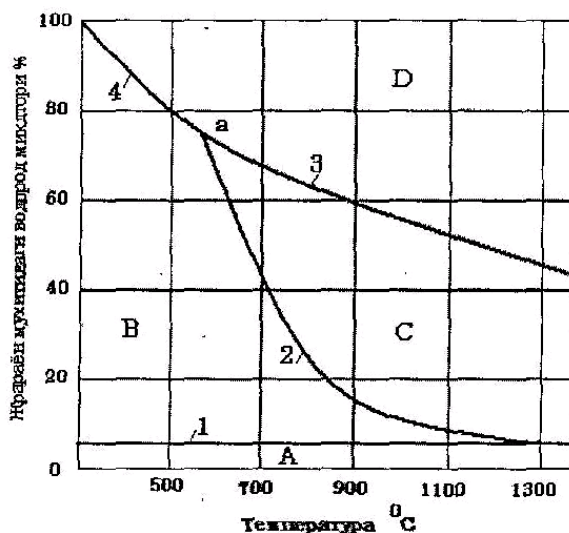
2) adsorbsiyalangan vodorodning oksid kristall panjaralar kuch maydoni bilan ta'sirlashib, vodorodning H atomlari hosil bo'lishi;

3) atomar vodorodning oksiddagi kislorod O bilan kimyoviy ta'sirlashishi va HO gidrooksidlarni hosil bo'lishi;

4) hosil bo'lgan gidrooksid guruhlarining yana atomar vodorod bilan ta'sirlashib, suv bug'i ( $\text{H}_2\text{O}$ ) hosil bo'lishi va uni desorbsiyalanishidir.

Keltirilgan kimyoviy reaksiya tezligi jarayonning temperatura va bosimga bog'liq bo'lib, unda jarayon muhitidagi vodorod miqdori ortishi bilan reaksiya yanada tezlashadi.

Vodorod gazi yordamida temir oksidlarini qayta tiklashdagi reaksiyaning muvozanat egri chiziqlari 1.4- rasmda keltirilgan. Bu rasmda Fe - O - H sistemasida temperaturaga bog'liq xolda hosil bo'ladigan fazalarning 4 ta zonasi va 4 ta chegara egri chiziqlari ko'rsatilgan. 1-egri chiziq,  $Fe_2O_3 - Fe_3O_4$  muvozanatiga to'g'ri keladi, 2- egri chiziq esa  $Fe_3O_4 - Fe_xO$ , 3- egri chiziq  $Fe_xO - Fe$  va 4 - egri chiziq esa  $Fe_3O_4 - Fe$  muvozanatiga to'g'ri keladi.



**1.4-rasm. Temir oksidlarini vodorod gazi bilan tiklashdagi reaksiya muvozanat egri chizigi.**

1.4-rasmda A xarfi bilan belgilangan xudud  $Fe_2O_3$  fazasiga tegishli, B bilan belgilangan xudud  $Fe_3O_3$  fazasi mavjud, C bilan belgilangan xudud  $\alpha$  yoki  $\gamma$  temir fazalariga tegishli.

Fe - O - H sistemasini o'rganib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

a) muhitdagi vodorod miqdorini 40% da ushlab turib, temperaturani  $1300^{\circ}C$  ga ko'targanimiz bilan temirning oksidi tiklanmasdan C xududga to'xtaydi, bu xudud temirning quyi oksidiga tegishli;

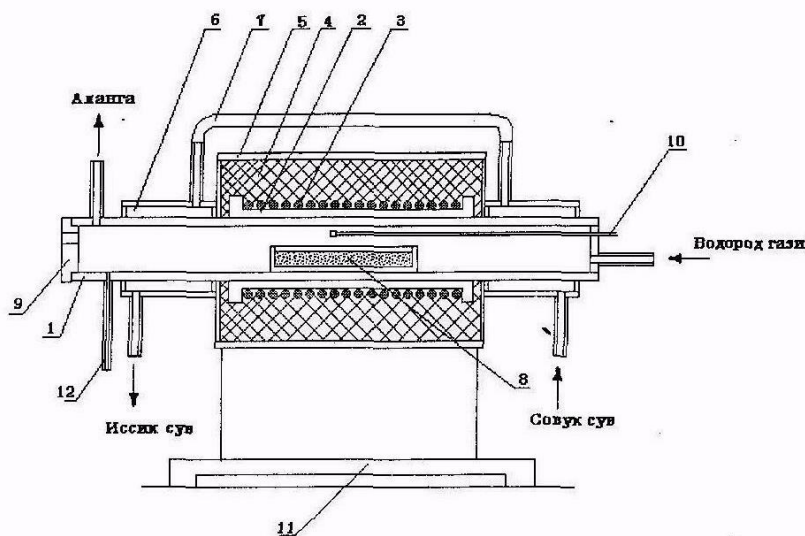
b) agar muhitdagi vodorod miqdorini 60 % da ushlab turib temperaturani  $500^{\circ}C$  ga ko'tarilsa, temir oksidi tiklanmasdan qoladi, chunki u B xududda to'xtaydi, bu xudud esa temir oksidining  $Fe_3O_4$  fazasiga tegishli;

c) temir oksidlarini normal bosimlarda tiklash jarayoni samarali bo'lishi uchun muhitdagi vodorod miqdori 70%, temperaturani esa  $800 - 900^{\circ}C$  atrofida bo'lishini ta'minlash kerak.

Korxonalarda temir kuyindisini tiklash maxsus vodorod yoki tozalangan tabiiy gaz bilan tiklovchi katta pechlarda amalga oshiriladi. Laboratoriya sharoitida esa, bu jarayon vodorod bilan qayta tiklash laboratoriya elektr pechlarda amalga oshiriladi.

1.5-rasmda temir kuyindisini laboratoriya sharoitida qayta tiklashni amalga oshirish uchun ishlatiladigan qayta tiklash pechi tasvirlangan. Bu pech quyidagi

tarkibiy qismlardan tashkil topgan: 1-maxsus issiqbardosh po'latdan yasalgan mufel; 2-keramik g'ilof; 3-qizdirish elementi (nixrom); 4-issiqlik izolyatsiyasi; 5-korpus; 6-sovutgichlar; 7-suv o'tish trubalari; 8-mahsulot solingan idish; 9-nazorat qilish teshigiga ega bo'lgan qopqoq; 10-termopara; 11-ustun.



**1.5-rasm. Qayta tiklash pechi.**

***Pechni ishlatish tartibi:*** Pechni ishlatishdan oldin uni vodorod gazi bilan to'ldiriladi va kislorod qoldig'i tekshiriladi. Vodorodga to'lgan pech mufelida qoldiq kislorod bo'lmasligi kerak, aks xolda portlab ketishi xavfi bor. Pech mufelida kislorod qolmasligi uchun maxsus teshik quvuri o'tkazilgan. Bu teshik mufel tagida joylashgan bo'lib, vodorod kisloroddan yengil bo'lgani uchun, uni pastga siqib chiqaradi. Natijada pech mufelida kislorod qolmaydi. Kislorod qolmaganligiga ishonch hosil qilish uchun o'sha teshikdan probirkaga gaz namunasi olinadi va uni ehtiyotkorlik bilan yoqib ko'riladi, agar yonish jarayonida tovush chiqmassa, demak kislorod yo'q, agar u tovush chiqarib yonsa, mufelda kislorod borligini bildiradi (kislorod yo'qolguncha vodorod bilan to'ldiriladi).

Tekshirishlardan ijobiy natijalar olingandan keyin, bu teshik maxsus probka bilan yopilib qo'yiladi va mufel ustki teshigidan vodorod chiqarilib, u yoqib qo'yiladi, shundan so'ng sovutish radiatorlariga suv yuboriladi va pechka elektr manbasiga ulanadi va kerakli temperaturagacha qizdiriladi. Pech mufelidagi harorat kerakli darajaga ko'tarilguncha vodorod gazi minimal tezlik bilan beriladi. Pechga mahsulotni joylashtirishdan oldin vodorod gazini berish maksimal darajada oshiriladi va mufel qopqog'i ehtiyotkorlik bilan ozgina ochiladi, bunda vodorod alangasi qopqoq tomondan yona boshlaydi (yonmasa bir oz yonguncha kutish kerak). Qopqoq tomondan chiqayotgan gaz yongandan keyin, qopqoq to'liq ochiladi va mahsulot keramik qayiqchada pechning eng issiq joyiga qisqich yordamida joylashtiriladi, shundan keyin qopqoq yopiladi. Pechdan mahsulotni olish xuddi shu tartibda amalga oshiriladi.

## 2-mavzu: Metall va qotishma kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi.

### Reja:

1. Kukun metallurgiyasi usulida kichik zichlikka va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan buyum va detallar olish.
2. G'ovak singib o'tkazuvchan, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi va sovituvchi materiallar olish texnologiyasi.
3. Maxsus katalizator materiallarini olish usullari va texnologiyasi.
4. Metall va qotishma kukunlarini qattiq va suyuq fazali qizdirib pishirish texnologiyalari.
5. Zangbardosh, olovbardosh va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan detallarni alyuminiy qirindilaridan tayyorlash texnologiyalari.

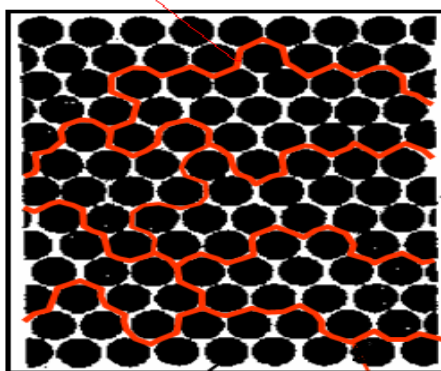
**Tayanch so'zlar:** g'ovak, singib o'tkazuvchan, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi, sovituvchi zangbardosh, olovbardosh alyuminiy qirindilar.

### 2.1. Kukun metallurgiyasi usulida kichik zichlikka va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan buyum va detallar olish.

Hozirgi kunda yangi materiallar texnologiyasi yordamida ishlab chiqariladigan kukun g'ovak materiallar ishlab chiqarish va qayta ishlash soxalarida filtrlovchi, sovutuvchi, aralastiruvchi, sekinlatuvchi va ravonlatuvchi material sifatida keng qo'llanilmoqda. Ma'lumki, kukun materiallarni presslash jarayonida kukun zarrachalar orasida (tirgishlarida) bo'shliqlar paydo bo'ladi. Bu bo'shliqlar bir-birlari bilan birlashish natijasida bo'shliqdan iborat kanallar paydo bo'ladi – kanallar esa birlashib butun material xajmi bo'ylab tarqalgan kanallar turini hosil qiladi. Kanallar turining diametri shu qadar kichikki ulardan sizib o'tgan gaz yoki suyuqlik tozalanadi.

2.1-rasmda kukun materiallarni presslash jarayonidan keyin hosil bo'lgan g'ovak kanallarning sxematik joylashishi ko'rsatilgan.

Бушлик каналлари



Кукун заррачалси

2.1-rasm. G'ovak kanallarning joylashish sxemasi.

G'ovak materiallar o'ziga xos material bo'lib, ular ma'lum darajada o'ziga tegishli xossalarga ega bo'lishligi talab etiladi. Bu xossalarga asosan quydagilar kiradi: ular kerakli darajada mustaxkam bo'lishligi, materialning g'ovakligi butun xajmi bo'ylab teng taqsimlangan bo'lishligi, korroziyaga va olovga bardosh bo'lishligi talab etiladi.

G'ovaklik ( $P$ ) deb, materialdagi bo'shliq hajmining  $V_n$  material umumiy xajmiga bo'lgan nisbatiga aytiladi  $V$ .

$$P = V_n / V;$$

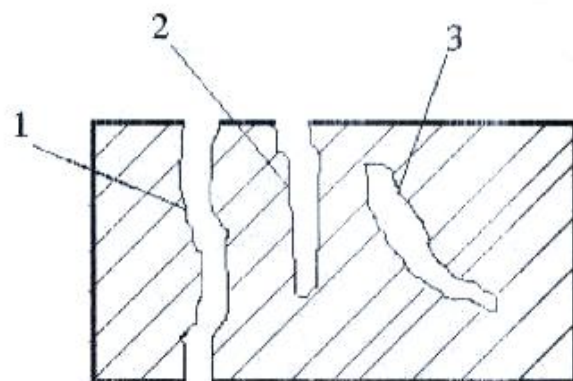
Materialdagi g'ovaklik uch toifaga bo'linadi: ochiq g'ovaklik  $P_o$ , to'silgan g'ovaklik  $P_t$  va yopiq g'ovaklik  $P_{yo}$ . Bunda umumiy g'ovaklik materialdagi barcha turdagi g'ovakliklar yig'indisiga teng bo'ladi:

$$P = P_o + P_t + P_{yo}$$

Ochiq g'ovaklik – bu shunday g'ovaklikki, u materialni bir-biriga qarama-qarshi tomonlarini tutashtirgan bo'ladi (2.2-rasm). Bu g'ovaklik filtrlash jarayonida qatnashadi.

To'silgan g'ovaklik – bu shunday g'ovaklikki, uning bir tomoni materialning bir devori bilan tutashgan bo'lib, ikkinchi tomoni to'silgan, ya'ni yopilgan. U filtrlash jarayonida suyuqlikga to'ladi, ammo filtrlash jarayonida qatnashmaydi.

Yopiq g'ovaklik – u ikkala tomonidan to'silgan bo'lib, umuman filtrlanish jarayonida qatnashmaydi.



### 2.2-rasm. G'ovak materialdagi g'ovaklik turlari:

**1 – ochiq g'ovaklik; 2 – to'silgan g'ovaklik; 3 – yopilgan g'ovaklik.**

To'silgan yoki yopiq g'ovakliklar asosan kukunlarni yuqori bosimlarda presslash jarayonida kukunlarni plastik deformatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladilar. Ular filtrlash jarayonida qatnashmaydilar, ammo materialning mustaxkamligiga katta salbiy ta'sir ko'rsatadilar. Agar materialning umumiy g'ovakligi  $P > 18\%$  dan katta bo'lsa to'silgan va yopiq g'ovaklik miqdori materialning umumiy g'ovakligining 2 - 5% ni tashkil etadi. Agar materialning umumiy g'ovakligi  $P < 18\%$  dan kichik bo'lsa unda mutlaqo ochiq g'ovaklik bo'lmaydi. Materialning umumiy g'ovakligi  $P > 20\%$  katta bo'lsa materialda umuman to'silgan yoki yopiq g'ovakliklar bo'lmaydi.

## 2.2. G'ovak singib o'tkazuvchan, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi va sovituvchi materiallar olish texnologiyasi

Qo'llanilishiga ko'ra g'ovak kukun materiallari quyidagi asosiy turlarga bo'linadi: filtrlovchi, sovituvchi, katallizatorlovchi, aralashtiruvchi va izolyasalovchi g'ovak kukun materiallariga bo'linadi. 2.3-rasmda g'ovak materiallarining guruhlanish sxemasi tasvirlangan.



2.3-rasm. G'ovak materiallarining guruhlanishi.

Filtrlovchi materiallar hozirgi paytda keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Ular asosan har-xil gazlarni, texnik yoki ichimlik suvlarni, neft va neft mahsulotlarini kimyoviy mahsulotlarni, eritilgan yoki suyultirilgan moddalarni tozalashda, filtrlashda qo'llaniladi. Har qanday materialning konstruksion xossalaridan tashqari o'ziga yarasha maxsus xossalari bo'lib, filtrlovchi materiallarning asosiy maxsus xossalariga: 1-singib o'tkazuvchanligi havo yoki suyuqlik bo'yicha, 2-tozalash darajasi va 3-mustaxkamligi kiradi.

Singib o'tkazuvchanlik (unimdorligi) – bu filtrlovchi materialning asosiy xossalaridan biri bo'lib, u ma'lum bosim ostida filtr devoridan singib o'tgan gaz yoki suyuqlikning miqdori bilan aniqlanadi. Materialning singib o'tkazuvchanligi maxsus qurilmada aniqlanadi. Bunda ma'lum yuzaga  $m^2$  ega bo'lgan material maxsus idishga joylashtiriladi va unga bosim bilan suyuqlik yoki gaz-havo jo'natiladi. Jo'natilgan suyuqlik yoki gaz-havo xajmi oldindan ma'lum bo'lgan idishga yig'iladi. Shundan kelib chiqqan xolda uning singib o'tkazuvchanligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$g = \frac{V}{10 \cdot F \cdot T}$$

bu yerda,  $V$  - singib o'tgan mahsulot xajmi,  $m^3$ ;  $F$  - filtr material yuzasi,  $m^2$ ;  $T$  - filtrlash vaqti,  $min$ .

Misol: filtr yuzasi  $F = 10 \text{ sm}^2$ , sinov paytida undan 1 litr suv 1 minut davomida oqib o'tgan. Shunda materialning singib o'tkazuvchanligi quyidagicha hiso topiladi:

$$g = \frac{V}{10 \cdot F \cdot T} = \frac{1000}{10 \cdot 10 \cdot 1} = 10$$

Bu formulaning asosiy kamchiligi shundaki, u filtr materialining devor qalinligini inobatga olmaydi, chunki devor qalinligi ortgan sari uning singib o'tkazuvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun filtrlash tezligi degan kattalikdan



foydalangan ma'qul u material devorining qalinligini va filtrlash bosimini o'z ichiga olgan.

Tozalash darajasi. Filtrlovchi materiallarning tozalash darajasi bu filtrlash jarayonida undan o'tgan zarrachaning o'lchami bilan aniqlanadi.

Odatda filtr materialining tozalash darajasi ortirilganda uning singib o'tkazuvchanligi pasayadi. Shuning uchun berilgan joyga yasalmog'chi bo'lgan filtr materiali uni ishlatiladigan soxasiga moslashtirib ikkala xossasi ham bir-biri bilan uyg'unlashtirilgan xolda ishlab chiqiladi, ya'ni tanlaniladi.

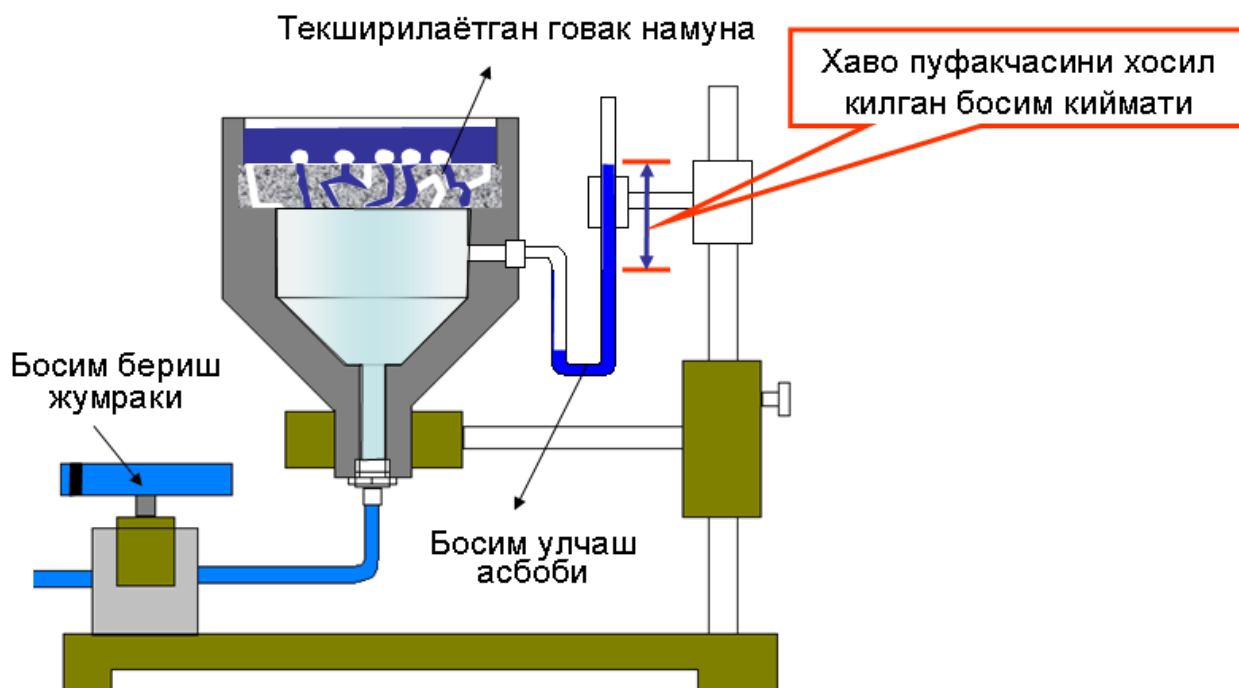
Filtrlovchi materialning singib o'tkazuvchanligi, tozalash darajasi va mustaxkamligi, uning g'ovaklik darajasiga, u yasalgan kukun shakli va o'lchamiga xamda filtr materialning devor qalinligiga bog'liq bo'ladi. Odatda filtrlovchi materialning eng kichik devor qalinligi 3 mm deb qabul qilingan bo'lib undan kamayishi materialning mustaxkamligini keskin pasayishiga olib kelsa undan ortirish esa uning singib o'tkazuvchanligini pasaytiradi. Filtr materialning tozalash darajasi bilan filtr yasalgan kukun zarracha o'rtasida bog'liqlik bo'lib kukun zarracha o'lchami kichraytirilishi bilan materialning tozalash darajasi ortadi. Masalan, zarracha o'lchami 35 mkm bo'lgan kukundan yasalgan filtr suyuqlik va gazlardan diametri 0,50 mkm bo'lgan zarrachalarni ushlab qolishga qodir, zarracha o'lchami 65 mkm bo'lgan kukundan yasalganlari esa diametri 1,0 mkm bo'lgan zarrachalarni ushlab qolishga qodir bo'ladi.

Metallokeramik filtrlarning yana bir muxim ko'rsatkichlariga ularning g'ovak kanal diametr kattaligi kiradi. U materialning g'ovak kanallari o'lchamining o'rtacha qiymati hisoblanadi. 2.4-rasmda g'ovaklik kanalining o'rtacha diametri o'lcham sxemasi keltirilgan.



**2.4-rasm. G'ovak kanal diametri.**

G'ovaklik kanal o'lchami asosan maxsus ishlab chiqilgan usuldan foydalaniladi. Bu usulga g'ovak teshikdan suyuqlikni siqib chiqarish usuli deyiladi. Uskunaning umumiy ko'rinishi 2.5-rasmda ko'rsatilgan.



**2.5-rasm. G'ovaklik teshik diametrini aniqlovchi qurilma.**

Ma'lumki, biror-bir ochiq g'ovak teshikdan suyuqlikni siqib chiqarish uchun unga ma'lum miqdorda bosim beriladi. Agar teshikning o'lchami kichik bo'lsa, unga yanada ko'proq bosim berishga to'g'ri keladi. Demak, teshik o'lchami bilan bosim o'rtasida bog'liqlik bor. Bu usul aynan shu bog'liqlik asosida g'ovak materiallarini juda ko'zga ko'rinmas o'lchamlarini aniqlashga imkon beradi.

Agar silindrik diametrga ega bo'lgan g'ovak teshikdan havo pufakcha hosil bo'lish bosimi ma'lum bo'lsa, u xolda quyidagi munosabat to'g'ri bo'ladi:

$$\pi d \sigma_j \cos \theta = \frac{\pi^2}{4 \cdot \Delta_r}$$

bu yerda,  $d$  – teshik diametri;  $\sigma_j$  – suyuqlikning sirt tarangligi;  $\theta$  – xo'llanish burchagi;  $\Delta_r$  – aniqlangan bosim qiymati.

Shunda,

$$d = 4 \sigma_j \cos \theta / \Delta_r$$

Agar suyuqlikning material devori bilan xo'llanish burchagi  $\theta = 0$  ga teng deb qabul qilsak unda teshikning diametri:

$$d = 4 \sigma_j / \Delta_r$$

Misol: suvning sirt tarangligi  $\sigma_j = 72,8 \text{ mN/m}$ ; bosim simob ustunida aniqlangan shuning uchun u 860 mm sm. ust.

$$d = 4 \cdot 0,0728 / 860 = 3,38 \text{ mkm.}$$

Ishlab chiqarishda keng tarqalgan moyni tozalovchi temir kukuni asosli filtrlarning asosiy xossalari 2.2.1-jadvalda keltirilgan.



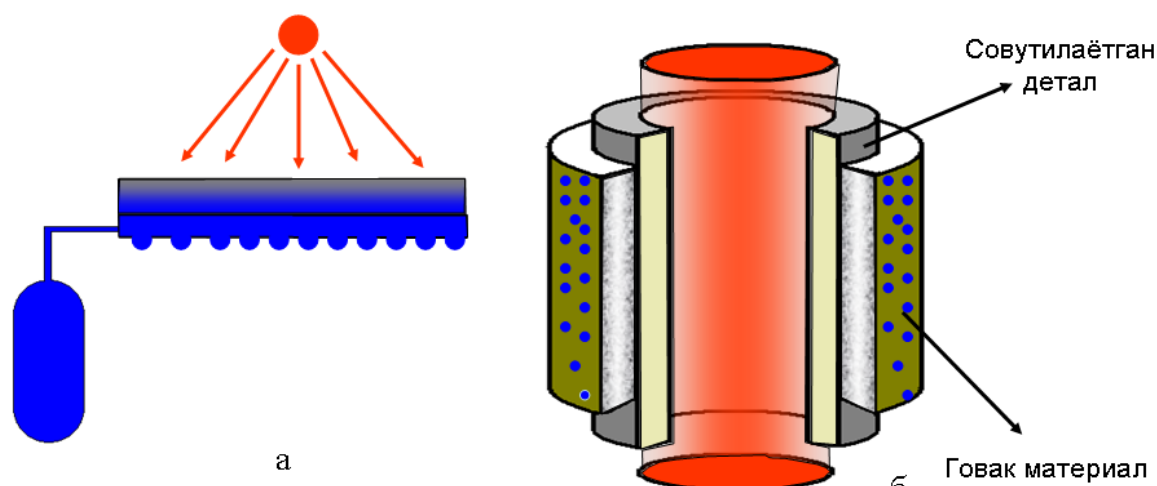
## ТЕМИР КУКУНИДАН ТАЙЁРЛАНГАН ФИЛЬТРАЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Кукун заррача улчами, мкм	Пресслаш босими, МПа	Говаклиги, %	Канал тешик диаметри, мкм	Сикилишдаги мустахкамлиги, МПа
0,1—0,2	98	44	56	73,5
	196	37	47	157
	294	35	36	221
	392	33	33	250
0,2—0,3	98	43	90	64
	196	36	69	142
	294	32	56	196
	392	31	54	231
0,3—0,4	98	42	101	49
	196	35	78	128
	294	30	63	181
	392	29	58	216
0,4—0,6	98	40	196	39
	196	33	143	98
	294	29	109	—
	392	27	84	196

2.2.1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, kukun zarracha o'lchami kattalashgani sari (agar presslash bosimi o'zgartirilmasa) g'ovaklik o'zgarmasdan faqat g'ovak teshikning diametri kattaymoqda. Agar kukun zarrachasi o'zgarmasdan bosim o'zgartirilsa unda g'ovaklik va teshik diametri kichrayadi. Bosim ortishi, g'ovaklik kamayishi xamda teshik kichrayishi materialning mustaxkamligini oshiradi.

### Kukun g'ovak sovitgichlar

G'ovak materiallarning ikkinchi turi asosan mashina va mexanizm xamda texnologik jarayonlarda detallarning yuzalarini sovitish uchun ishlatiladi. G'ovak materiallar yordamida qizib ishlayotgan detallarni yuzalarini sovitish asosan uning g'ovak teshiklariga shimdirilgan suyuqlikni bug'latishga ketgan energiya miqdori bilan amalga oshiriladi. Bunday usulda sovitish g'ovakli sovitish, sovitishga ishlayotgan materialga terlovchi material deyiladi. Sovitgichlarning ishlash jarayoni 2.6-rasmda ko'rsatilgan.



### 2.6-rasm. Sovitgichlar:

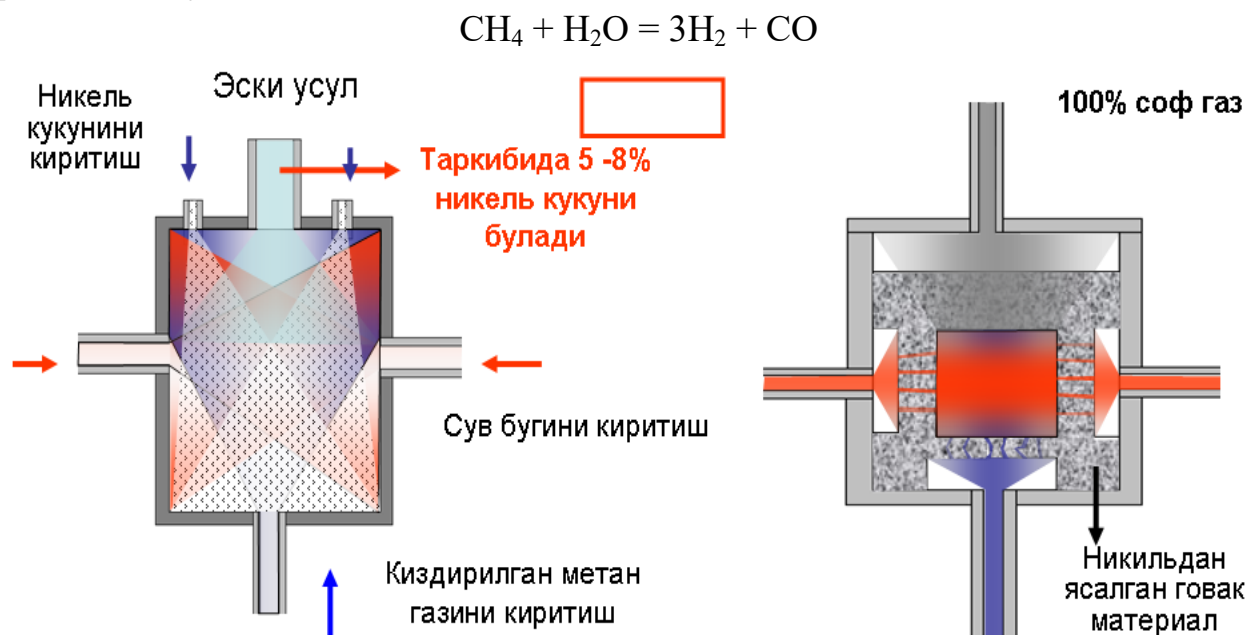
a – umumiy sistemada ulanishi; b – aloxida ishlashi.

Usul asosi – shundaki qizib ishlayotgan detall yuzasiga g’ovak materialdan yupka 3-8 mm gacha qoplam yopishtirilgan bo’lib u sovitish suyuqligi bilan shimdirilgan. Qizigan detal o’z issiqligi orqali undagi sovitish suyuqligini bug’lantirishga sarflaydi, buning natijasida uning yuzasi soviydi. G’ovak material kopelyar quvurlar orqali sovitish suyuqligi saqlanayotgan idish bilan bog’langanligi uchun u doimiy ravishda suyuqlikni shimib turadi.

Katallizatorlar - sifatida ham qo’llaniladi. Masalan, gazoturbinali ichki yonuv dvigatellarida yoqilg’i va havodagi kislorodni katalitik aralashuvi natijasida undan chiqadigan zararli gazlar CO yoki CO<sub>2</sub> ajralib chiqishini sezilarli kamaytiradi goxida mutlaqo chiqarmaydigan qiladi.

G’ovak katalizatorlar kimyoviy jarayonlarda: moddalarni ajratish yoki sintez qilish jarayonlarida samarali qo’llaniladi. Bunda kukunsimon katalizatorlarni o’rniga g’ovak katalizatorlarni qo’llash, qimmatbaho katalizatorlar sarf harajatini 70–80% kamaytiradi.

Vodorod gazini tabiiy metan gazidan ajratib chiqishda g’ovak katalizator o’rnini ko’rib chiqamiz. Metan gazini 900–1100°C qizdirib suv bug’i ta’sir qildirsa u CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub> ga parchalanadi. Ammo buning uchun katalizator kerak, aks xolda mutlaqo parchalanmaydi.



Kukun materiallari ma’lum kerakli shakl berilib presslangandan keyin qizdirib pishiriladi. Bunda presslangan kukun materiali To’la fizik-mexanik va kimyoviy xossalarga ega bo’ladi.

Kukun materiallar asosan erish temperaturasining 0,7-0,85 qiymatlarida qizdirib pishiriladi. Qizdirib pishirish asosan maxsus pechlarda amalga oshiriladi. Bunda pechlar vakuum, qayta tiklovchi yoki inert muxitlarga ega bo’lishi kerak aks xolda qizdirib pishirilayotgan kukun materiallari havo ta’sirida kuyib ketishi mumkin.

Temir, nikel, mis va ularning qotishmalari vodorod muhitida qizdirib pishiriladi, chunki vodorod, metall kukun zarracha yuzasidagi oksid pardalarni qayta tiklab kukun zarrachasini aktivlashtiradi. Xrom, titan, alyuminiy va shu kabi metallar vodorod yordamida oksid pardalarini qayta tiklash imkonini bermaydi, chunki ular kislorodga nisbatan vodoroddan aktiv metallar hisoblanadi. Shuning uchun ular vakkum muhitida qizdirib pishirilishi mumkin.

Bundan tashqari qizdirib pishirish jarayonini yanada aktivlashtirish maqsadida maxsus qo'shimchalar kiritish mumkin, masalan temir kukuniga 3-10% mis kukunini qo'shish qizdirib pishirish jarayonida temperaturani deyarli 100°C kamaytiradi

Shunday qilib, qizdirib pishirish ikki xil turga bo'linadi, birinchi turi quruq qizdirib pishirish bo'lsa, ikkinchi turi erigan komponent bilan suyuq qizdirib pishirishga bo'linadi, bu turdagi qizdirib pishirishga aktivlashgan qizdirib pishirish deyiladi.

Press-briketlarni qizdirib pishirish juda muxim jarayon bo'lib bunda yarm mahsulot, ya'ni press-briket to'la fizik-mexanik va antifriksion xossalarga ega bo'lgan materialga aylanadi. Qizdirib pishirishdagi jarayonda: qizdirish harorati, qizdirish muhiti va qizdirish vaqti jarayonning asosiy rejimlari hisoblanadi. Ba'zi antifriksion materiallarni ishlab chiqarishdagi texnologik qizdirib pishirish rejimlari 2.2.2-jadvalda keltirilgan.

Qizdirib pishirish jarayonida alohida kukun zarrachalardan tashkil topgan material bir butun ma'lum darajada g'ovaklikga yoki mutlaqo g'ovaksiz zich material bo'lib shakllanadi. Bunda alohida yonma-yon joylashgan kukunlar bir-birlari bilan bog'lana boshlaydi. Qizdirib pishirish jarayonida eng muhim rejimlardan biri bu uning qizdirishdagi temperaturasi bo'lib u kukun zarrachalarni bir-biriga payvadlashib yopishish jarayonini bo'lib o'tishini ta'minlaydi.

Antifriksion materialning shixta kimyoviy tarkibiga qarab press-briketning qizib pishish jarayoni ikkita sharoitda: qattiq fazali qizib pishish yoki suyuq fazali qizib pishishi bo'lib o'tadi. Qattiq fazali pishish – qachonki shixta tarkibida belgilangan qizdirib pishirish temperaturasida eridigan metall yoki birikmalar bo'lmagan taqdirda bo'lib o'tadi. Kukunlarning bir-biriga yopishishi asosan atomlarning deffuzion harakatlanish natijasida sodir bo'ladi. Suyuq fazali qizdirib pishirish – shixta tarkibida belgilangan qizdirib pishirish temperaturasida eridigan komponenti bo'lsagina bo'lib o'tadi. Suyuqlangan komponent shixta tarkibidagi asosiy kukun zarrachasini qamrab oladi va o'zi ham shu zarracha tarkibiga singa boshlaydi. Natijada yonma-yon joylashgan kukunlar aynan shu komponent orqali bir-birlari bilan birikadilar. Masalan, temir – mis tarkibga ega bo'lgan antifriksion materialning qizib pishish jarayoni suyuq fazada bo'lib o'tadi, chunki bunda qizdirib pishirish temperaturasi 1100 – 1150°C bo'lib, uning tarkibidagi mis 1080°C da erigan bo'ladi.

**Ishlab chiqarishda keng tarqalgan antifriktsion materiallarni ishlab chiqarish  
texnologik rejimlari**

<b>Material turi</b>	<b>G'ovakligi, %</b>	<b>Presslash bosimi, MPa</b>	<b>Qizdirib pishirish harorati, °C</b>	<b>Pishirish vaqti, soat</b>	<b>Ximoya muhiti</b>
G'ovak temir	20-30	500-700	1100-1200	1-2	Vodorod, dissotsiyalangan ammiak
Grafit-mis va sulfidlash	15-20	400-800	1050-1150	1-3	Vodorod, tozalangan tabiiy gaz
Temir-grafit (grafit 4 – 7%)	15=30	300-600	1150 gacha	1-3	Vodorod, tozalangan tabiiy gaz
G'ovak bronza va bronza- grafit (grafit 1- 4%)	10-30	200-400	720-850	0,5-2,0	Vodorod, tozalangan tabiiy gaz
Metall-grafit (grafit 10- 50%)	5-15	300-1000	1050-1200	1-3	Vodorod
Ruxli bronza	30-40	-	830-880	1-2	Vodorod, tozalangan tabiiy gaz
Qo'rg'oshinli bronza	-	400 gacha	660-900	1-2	Vodorod, tozalangan tabiiy gaz
Alyuminiy qotishmalari asosli	5-25	50-40	450-650	0,16-1,0	Vodorod, argon, vakuum
Yuqori legirlangan temir asosli qotishmalar	5-20	500-800	1050-1250	2-4	Vodorod, vakuum, endo termik gaz, tozalangan tabiiy gaz
Zanglamas po'lat kukun asosli	4-25	400-800	950-1150	2-4	Vodorod, vakuum inert gazlar

**Aktivlashgan qizdirib pishirish**

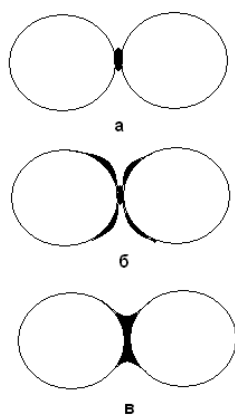
Aktivlashgan qizdirib pishirish texnologik jixatdan qulay bo'lib u qizdirib pishirish vaqti va temperaturasini pasaytirishga imkon beradi. Bundan tashqari aktivlashtirish jarayonidan o'tgan kukun materiallari yuqori mexanik xossalarga ega bo'ladi. Masalan, temir kukunga 3% miss kukuni qo'shilishi bir tomondan qizdirib

pishirish temperaturasi 100°C pasaytirsa ikkinchi tamondan material mexanik xossasini 1,5-2 barobar kutarish imkonini beradi.

Qizdirib pishirish jarayonida metall va nometall atomlar suyuq muhitdan qattiq muhitga deffuziyalanadi va erigan komponent qattiq kukun zarachalarni qamrab oladi. Qizdirish davomida suyuq va qattiq fazalar o'rtasida singish eritmasi hosil bo'ladi. 2.8-rasmda kukun materiallarining aktivlashgan qizdirib pishirish jarayonining sxematik davomiyligi keltirilgan.

Unga ko'ra qizdirish davomida oldin erish temperaturasi past bo'lgan komponent eriy boshlaydi. Harorat ko'tarilgani bois qattiq kukun zarrachasi bilan suyuq faza o'rtasida tutashuv bo'yin bog'lari hosil bo'ladi.

Keyingi jarayonda esa tutashish joylarida qattiq kukun zarrachasi yuzasida singish suyuq faza hosil bo'ladi.



**2.8-rasm. Aktivlashgan qizdirib pishirish mexanizmi:  
a- qizdirish boshida; b-qizdirish o'rtasida; v - qizdirish oxirida.**

Kukun materiallarining bir-biri bilan yaxshi birikib ketishiga presslash bosimi, qizdirish temperaturasi, kukun tarkibidagi kislorod miqdori va shunga o'xshash boshqa kukun materialining ko'rsatkichlari katta ta'sir ko'rsatadi.

Aktiv metallarning (Al, Cr, Mg, Ti) kukun zarrachalari yuzasida oksid pardasi bo'lib, ular kukun zarrachasi o'rtasida deffuziyaga qarshi to'siq vazifasini o'taydi. Shu sababli, ular o'rtasidagi kontakt uchastkalari juda kichik bo'lib qoladi. Bunday xollarda qizdirib pishirilgan kukun materialining mexanik xossalari juda past bo'lib mustaxkamligi deyarli bo'lmaydi.

Shu sababli, aktiv metallarni qizdirib pishirish boshqa passiv metallar kukunlarini qizdirib pishirishdan farqli ularoq, ular qator muommolarni keltirib chiqaradi. Hozirgi paytda bu muommoni yechishning qator usullari bo'lib, ular qimmatbaho uskunalarni talab qiladi.

Masalan, titan kukuni asosli materiallarni qizdirib pishirishda asosan juda chuqur vakuum hosil qilishga to'g'ri keladi. Buning uchun esa qator turdagi vakuumlar

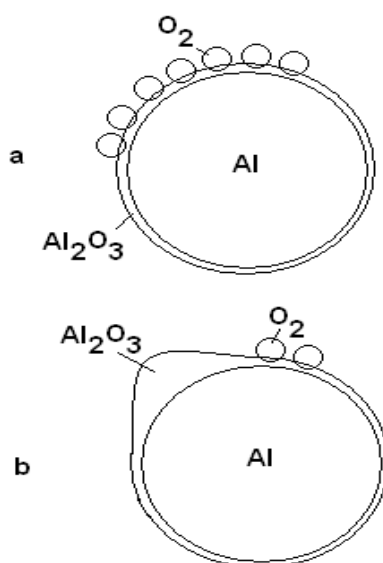
tizimidan iborat maxsus qizdirish pechkalari kerak bo'ladi, bu esa ishlab chiqarilayotgan detall yoki material tannarxini keskin oshishiga olib keladi.

Bunday muommalarni yechishda asosan, qizdirish zonasida vakuum muhitini pasaytirish yoki inert gazlar bilan to'ldirish operatsiyalari bajariladi, bu esa ishlab chiqarilayotgan material xossalariga keskin ta'sir qiladi. Demak, aktiv metallarning kukunlarini qizdirib pishirish jarayonida ularni oksid pardalarini iloji boricha kamaytirish yoki imkoni bo'lsa umuman bo'lmasligini ta'minlashdan iborat bo'ladi.

### **Alyuminiy kukuni asosli materiallarni qizdirib pishirish**

Alyuminiy kukuni qancha mayda bo'lsa, unda shuncha kislorod miqdori ko'payadi, masalan, 100 mkm alyuminiy kukunlarida 1-3% kislorod bo'lsa, 50 mkm. alyuminiy kukunlarida 5-7% gacha kislorod bo'ladi. Bunday kukunlarni qizdirish jarayonida ular alyuminiy oksidi pardasini yanada qalinroq bo'lishligini ta'minlaydi.

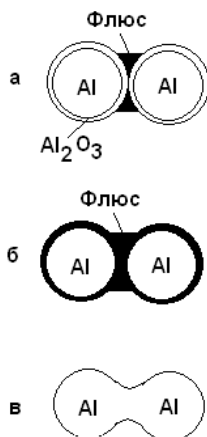
2.9-rasmda past vakuumda qizdirilayotgan alyuminiy kukun zarrachalari o'rtasidagi mikrostrukturali sxematik jarayon tasvirlangan. Unga ko'ra past vakuum qizdirish kamerasidagi kislorodni so'rib olgan bo'lsa, alyuminiy kukun zarrachasining yuzasidagi kislorod so'rib olinmagan. Uni surib olish uchun chuqur vakuum talab etiladi.



**2.9-rasm. Alyuminiy kukunlarini qizdirish jarayonining sxemasi:  
a-qizdirishdan oldin; b-qizdirishdan keyin.**

Bunday xollarda alyuminiy zarrachasi yuzasidagi kislorod va oksid parda bilan reaksiyaga kirishadigan flyuslardan foydalaniladi.

Flyuslar deb bir-biri bilan birlashtirilayotgan metall yuzalarini oksid pardalardan tozalovchi va shu bilan birga metall yoki kukun zarrachalari bilan ta'sirlashmasdan qizdirib pishirish jarayonida butkul yuk bo'lib ketadigan moddalarga aytiladi. 2.10-rasmda flyusning ta'siri sxematik ravishda ko'rsatilgan.



### 2.10-rasm. Flyus ta'siri:

**a- qizdirishdan oldin; b-qizdirish jarayonida; v-qizdirish davomida.**

Bu qizdirib pishirish texnologiyasi bo'yicha alyuminiy kukunlari past vakuum muhitida ( $5 \cdot 10^1$  sm.us.) qizdirib pishiriladi, bunda flyusning o'rni quyidagi kimyoviy bosqichlarda zarrachalarni bir-biri bilan yopishib ketishini ta'minlaydi:

1. Alyuminiy kukuniga 3-8% miqdorida flyus qo'shiladi va kukun kerakli shaklda presslanadi.
2. Presslangan alyuminiy kukunlari maxsus konteynerga joylashtiriladi va past vakuum hosil qilinadi.
3. Konteyner pechga joylashtirilib u  $400-500^{\circ}\text{C}$  qizdiriladi, bunda konteynerda bosim paydo bo'lishi kuzatiladi va vakuum nasos yordamida u so'rib olinadi.
4. Konteyner ichidagi harorat  $620^{\circ}\text{C}$  ga ko'tariladi va shu temperaturada u 1 soat davomida ushlab turiladi.
5. Konteyner pechda  $400-300^{\circ}\text{C}$  sovitiladi.
6. Konteyner temperaturasi  $300^{\circ}\text{C}$  tushgach u pechdan chiqarib olinadi.
7. Konteyner temperaturasi  $50-70^{\circ}\text{C}$  tushgach qizdirib pishirilgan material konteyner ichidan olinadi.

### **3-mavzu: Organik xomashyo kukunlaridan resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi.**

#### **Reja:**

1. Polimer hossalari.
2. Keramik materiallar, haqida umumiy ma'lumotlar.
3. Kislrodli va kislrodsiz keramika. Kislrodli keramikaning egilishdagi mustahkamligi.
4. Kompozitlar.

*Tayanch so'zlar: polimer, plastmassa, nometall, material, qotishma, xossa, shakl, mustahkamlik, nikelid, titan, keramika, tarkib, biokeramika, kompozit.*

#### **3.1. Polimer hossalari.**

Plastmassalar va rezinalar polimerlarga kirish. Ularning ko'pchiligi uglerod, vodorod va boshqa nometall elementlar (O, N va Si) asosidagi organik aralashmalardir. Ularning tabiatan asosiy zanjiri uglerod atomidan tashkil topgan zanjirli makromolekulyar tuzilishga egaligi. Eng ko'p tarqalgan va mashxur polimerlar. Polietilen (PE), poliamid (PA) (naylon), polivinilxlorid (PVX), polikarbonat (PK), polistirol (PS) va kremniy organikli kauchuk.

Metallarni polimerlardan fundamental xususiyati – elektr o'tkazuvchanligi bilan farqlanadi. O'z navbatida metallar yuqori o'tkazuvchanlik, ya'ni  $10^4$  dan  $10^6 \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$  diapozonda, polimerlar esa, asosan izolyatorlar, ularda o'tkazuvchanlik  $10^{-14} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$  dan ortmaydi. Metallardan elektron qurilmalarning asosiy qism detallari tayyorlansa, polimerlardan esa izolyatorlar yoki dielektriklar tayyorlanadi.

Bundan 10 yil avval E.Dj. Xayger, E.G. Mak-Diarmid va K Sharikovalarning Penselvaniya universitetida polimerlarda o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida ularning ichki o'tkazuvchanligini aniqladilar. Boyitilgan polimerlardan o'laroq, o'tkazuvchi polimerlar ularga o'tkazuvchi elementlarni fizik yo'l bilan emas, balki kimyoviy usul bilan qo'shish yoki ligerlash bilan amalga oshiriladi. Bu qo'shimchalar o'tkazuvchan emas. Bu materiallarni xossalarini o'rganish ularni qo'llashni ulkan potentsiallarini ko'rsatib bermoqda. Ko'pgina imkoniyatlar real ko'rinish tusini olmoqda. Masalan: Germaniyaning «Varta» va VASF hamda Yaponiyaning «Shova denko» firmalari o'tkazuvchi polimerlardan batareyalar ishlab chiqarmoqda. Oxirgi paytda VASF firmasida X. Naarman boshchiligidagi gruppada tadqiqotchilari poliatsetilen asosidagi polimerda temir va platinadan yuqori o'tkazuvchanlikka erishdilar.

Bu materiallarni keng qo'llashdan avval bu ajoyib xususiyat qaerdan paydo bo'ldi degan savolga javob izlash zarur bo'ladi. Avval aytib o'tganimizdek tashqi yuqori o'tkazuvchanlik polimer tarkibiga o'tkazuvchi elementlar, ya'ni metall changlarini qo'shish bilan erishiladi. Bu qo'shimchalar o'tkazuvchanligi  $10^{-6} \text{ om}^{-1}$  dan



$10 \text{ om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$  atrofida bo'ladi. Bu tashqi o'tkazuvchi polimerlarni qo'llashning elektronika bilan chambarchas bog'langan. Boyitilgan polimerlar mikroto'lqinlarni singdirishda qo'llanishi mumkin.

Odatdagi elektro'tkazuvchi polimer materiallar (EO'PM) o'z tarkibiga har xil polimerlarni oladi, (termo va reaktorlar, rezinalar elektr o'tkazuvchi to'ldiruvchi elementlar (ko'mir, grafit, uglerodli, metall, metallashgan tollalar, metall pudra) va antistatik ishlanmalar foydalaniladi.

Elektromagnitli himoya qobig'i, yuqori omli registrlar elektrik nometall qizdiruvchilar tok o'tkazuvchi lak, gel.

Birlamchi elektrik xossalariga ko'ra elektr o'tkazuvchi deb hisoblanadi. Elektr o'tkazuvchi materiallar kichik materiallar hisoblanadi.  $10^6 \text{ om} \cdot \text{sm}$  o'tkazuvchanlik katta  $< 10^3 \text{ om} \cdot \text{sm}$  o'tkazuvchanligi  $uq10^3-10^{-10} \text{ om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$  yarimo'tkazgichlar  $u > 10^{-10} \text{ om}^{-1} \times \text{sm}^{-1}$  dielektriklar. EPM o'z o'tkazuvchanligi bilan (poliatsetelin, polioliimen, poliparafin) elektro'tkazuvchan bo'lib oxir oqibat kimyoviy o'zaro ta'sirlanish elektron donalar bilan yoki elektr aktseptrlarga panteftamid, myshyak,  $\text{A}_5\text{F}_5$  tetrotsianetilen o'tkazuvchanligi EPMni o'tkazuvchanligi etib borishi mumkin.

Molekulyar elektronika 2 turga bo'linadi elektroaktiv polimer materiallari o'tkazuvchanligi bilan  $10^9$  dan  $100 \text{ om}^{-1} \times \text{sm}^{-1}$  ga. Elektroaktiv polimerlarning ishlatilishi (plastik materiallar, sintetik materiallar materiallar) birikmalar tutashuvi, yarim o'tkazuvchanlik xususiyati oqibatida orbital yopilishi stimulyatsiya uchun elektr o'tkazuvchanligi polimerlardan foydalanish Molekulalarning reyaksiyasidan keyin yukni polietilen plyonka qobiq shaklidan shinaga aylanadi misol uchun  $\text{NaBH} + \text{CO}(\text{NO}_3)_2$   $80^\circ\text{C}$  keyin  $30^\circ\text{C}$  atmosferaga.

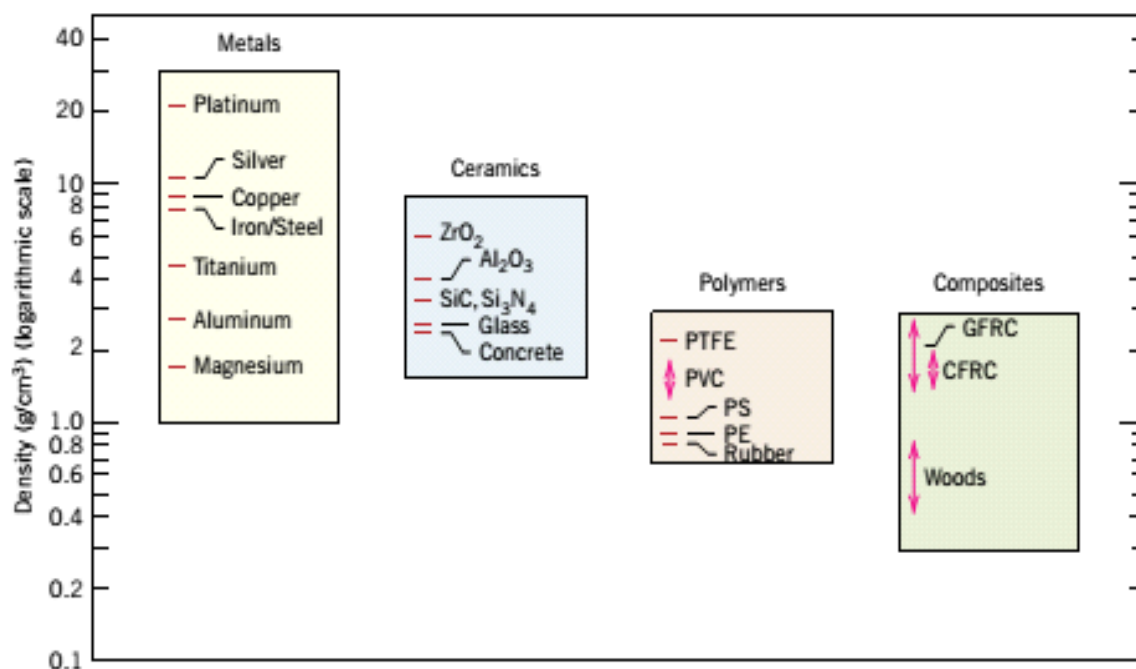
Plyonka tashqaridan alyuminiy folgani eslatadi elastikligi polietileni. Metallik katolizatorlar qiyin o'tkazuvchanlik R-tipidagi musbat zaryad trilion marta kattalashtirilganda tok o'tkazuvchanligi myshyak, xlor, bromlar o'tkazuvchanligi ortadi.

Kaliy va natriy ASFS (1% dan ko'p tez o'tkazuvchanligi polimer listlar polietilen bilan to'yintirilganlar quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi va FIK yuqori va kremniy quyosh panelari bilan tenglasha oladi. Termoqotolizatoridan keng o'tkazuvchanlik  $10^5 \text{ om}^{-1} \times \text{sm}^{-1}$ ) ga etadi. Atsetilendan farqli o'laroq perrol toshko'mirlardan smola TKIK  $130^0\text{S}$  polimerlanuvchi katolik sistemalari.

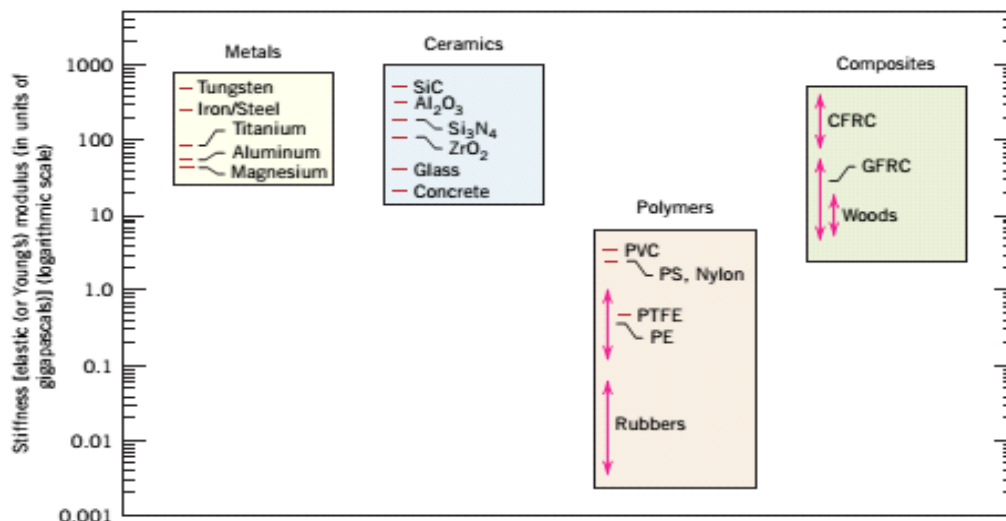
### 3.2. Keramik materiallar, haqida umumiy ma'lumotlar.

Keramika – bu metall va nometall elementlar orasidagi oraliqni egallovchi materiallar guruxi. Keramika sinfiga oksidlar, nitridlar va karbidlar kiradi. Masalan, birmuncha mashxur keramika turlaridan ayrimlari oksid alyuminiy ( $Al_2O_3$ ), kremniy dioksidi ( $SiO_2$ ), kremniy nitridi ( $Si_3N_3$ )dan tashkil topgan. Bundan tashqari ko'pchilik an'anaviy keramik max'sulot deb atovchi moddalar sirasiga turli xildagi loylar (xususan chinni ishlab chiqarish uchun ishlatiluvchi) shuningdek beton va shisha kiradi. Keramikaning mexanik xossalari – bu metall xarakteristikasi bilan teng ravishdagi qattiq va mustaxkam materiallardir. (4.1. va 4.2. rasimga qaralsin). Bundan tashqari keramikaning juda qattiq oddiy turi. Ammo keramika juda xam mo'rt material (plastiklikning mavjud emasligi) va parchalanishga qarshiligi yomon. Keramikaning barcha turlari issiqlik va elektr tokini o'tkazmaydi (elektr o'tkazuvchanligi juda xam past

Nometall keramik materiallar deb yuqori temperaturalargacha qizdirish yo'li bilan olingan noorganik mineral materiallarga aytiladi. Noorganik materiallarni 1200–2500°C haraotlarga qizdirish natijasida keramikaning mayda kukun zarrachalari bir– biri bilan yopishib materialning ichki fazoviy strukturasi hosil qiladi, buning natijasida esa kukunmaterial bir butun o'ziga xos fizik–mexanik xossalarga ega bo'lgan keramik materialga aylanadi.



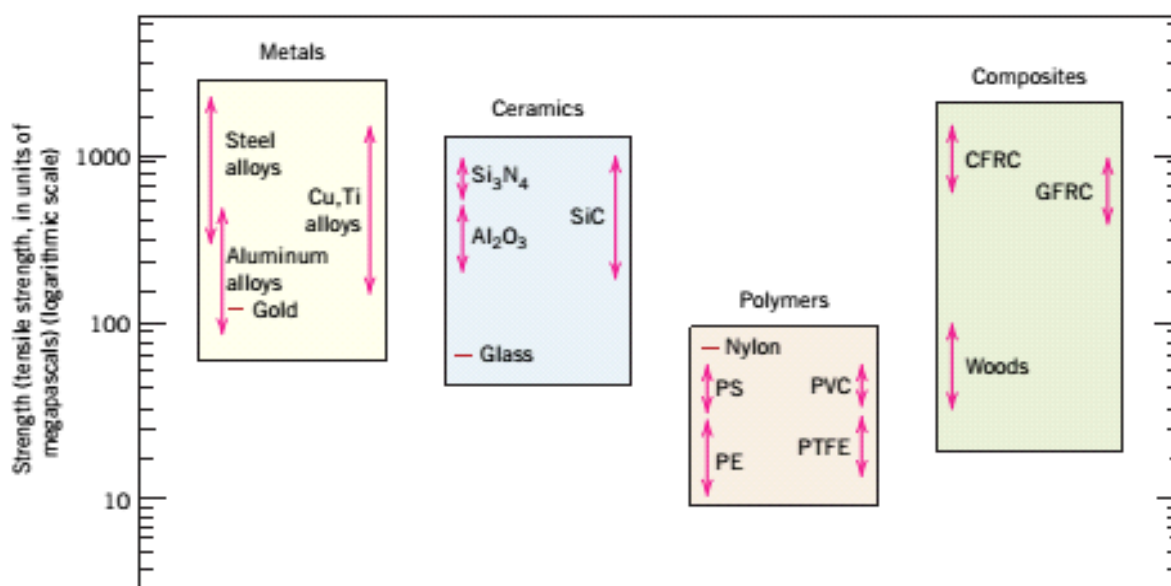
**3.1-rasm. Turli metallarning zichligini xona haroratida solishtirish. Keramika, polimer va kompozitsion materiallar.**



**3.2-rasm. Turli metallarning elastiklik modulini xona haroratida solishtirish. Keramika, polimer va kompozitsion materiallar.**

Texnik keramika o'zida har-xil kimyoviy birikma va fazoviy tarkibga ega bo'lgan sun'iy olingan keramik materiallardan tashkil topgan, u o'ziga xos kompleks xossalarga ega. Bunday keramik materiallar o'z tarkibida minimal miqdorda loy yoki umuman loysiz bo'lishi mumkin. Keramik materiallarning asosiy tarkibini oksidlar va metallarning kislorodsiz birikmalari tashkil etadi. Har qanday keramik material ko'p fazali tarkibga ega bo'lib, unda kristallik, shisha va gaz-havo fazalari bo'lishi mumkin.

Keramik materiallardagi kristallik fazalarni, asosan ximyoviy birikma yoki qattiq qotishmalar hosil qiladi. Bu fazalar keramik materialning asosini tashkil etib uning fizik-mexanik va kimyoviy hamda maxsus xossalarini belgilab beradi.



**3.3-rasm. Turli metallarning mustaxkamligi (parchalovchi kuchlanish)ni xona haroratida solishtirish. Keramika, polimer va kompozitsion materiallar.**

Keramik materialning strukturasidagi shisha fazalar, esa materialni tashkil etuvchi zarrachalar oralig'ida joylashgan bo'lib, ularni bir biriga qisman bog'lovchi vazifasini o'taydi. Har qanday keramik material tarkibida 1–10% gacha shisha fazasi bo'lishi mumkin. Materialda shisha fazasining ko'payishi bir tomondan uni mexanik mustahkamligini pasaytirs, ikkinchi tomondan uning texnologik xossalarini oshiradi.

Keramik materialdagi gaz – havo fazasi materialning zarrachalar oralig'idagi bo'sh kovaklarida bo'ladi. Shunga ko'ra keramik material g'ovaksiz yoki g'ovakli keramik materiallarga bo'linishi mumkin. G'ovaksiz keramik material tarkibida gaz – havo fazasi yopiq holda bo'ladi. Keramik materialdagi hattoki yopiq gaz – havo fazasini bo'lishi materialning mexanik xossalarini keskin pasaytiradi. Ayrim hollarda keramik materialda maxsus ravishda g'ovaklar qoldirishadi, bu uning tovush va issiqlik izolyatsisi xossalarini oshiradi.

Aksariyat texnik keramik materiallar umuman g'ovaklikga ega bo'lishmaydi ularni maxsus texnologiya yordamida ishlab chiqarishadi.

Keramikaning yuqori xaroratga va tashqi muxitning zararli ta'sirlariga qarshiligi bir muncha yuqori. Optik xossalariga ko'ra keramika shaffof bo'lmasligi mumkin. Ayrim oksidlar masalan temir oksidi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) magnit xossalarga ega. Keramikadan tayyorlangan ayrim maxsulotlar 4.4. rasmda keltirilgan. Keramikaning tasnifi, asosiy turlari va ishlatilish keltiriladi.



© William D. Callister, Jr.

**3.4-rasm. Keramik materiallardan tayyorlangan oddiy maxsulotlar – qaychi ushlagichi, choy uchun chashka, qurilish g'ishti, taglik va shisha vaza.**

**Sof oksidli keramik materiallar** Keramik materiallrini ishlab chiqarish jarayonida asosan quyidagi sof metallar oksidlari qo'llaniladi:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SaO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{TiO}_2$  bunday keramik materiallarning asosiy tarkibi bir fazali bo'lib u polukristalik strukturaga ega. Undagi juda kam miqdordagi qo'shimchalar gaz – havo va shisha fazalarda qisman namoyon bo'ladi. Sof oksidlarning erish temperaturasi  $2000^\circ\text{C}$  shuning uchun ular yuqori issiqbardosh materiallar safiga kiradi. Albatta

barcha keramik materiallar siqilishga yuqori bardosh bo'lib ular egilish va cho'zilishga sust qarshilik ko'rsatishadi. Mayda donali kristall keramik materiallar yirik kristalli keramik materialga nisbatan ancha mustahkam bo'ladi. Chunki yirik kristallarning bir – biri bilan birikish joylarida ichki qoldik energiya ichki zo'riqish kuchlanishlarini hosil qiladi.

Harorat o'zgarishi bilan aksariyat keramik materiallarining mustahkamligi pasayib boradi.

### **Plastmassalar va rezinalar**

Barchaga ma'lum plastmassalar va rezinalar polimerlarga kiradi. Ularning ko'pchiligi uglerod, vodorod va boshqa nometall elementlar (O, N va Si) asosidagi organik aralashmadir. Bundan tashqari ularning tabiatan asosiy zanjiri uglerod atomidan tashkil topgan zanjirli makromolekulyar tuzilishga ega. Eng ko'p tarqalgan va mashhur polimer bu polietilen (PE), poliamid (PA) (naylon), polivinilxlorid (PVX), polikarbonat (PK), polistirol (PS) va kremniyorganikli kauchuk. Odatda bu materiallarda zichlik past mexanik xossalar esa keramik va metall materiallarga qaraganda butunlay boshqacha. Polimerlar ikki turdagi materiallar kabi qattiqlik va mustahkamlikka ega emas. Shunga qaramasdan zichlik darajasi kamligi tufayli ularning mustahkamlik va qattiqlik massasi ko'pgina metallar va keramika bilan tenglashtiriladi. Qo'shimchasiga ayrim polimerlar juda xam plastik va egiluvchandir bu shuni anglatadiki ularni turli shakllarga keltirish oson. Ular kimyoviy jixatdan inert va ko'pgina muxitlarda reaktivlikka ega emas. Polimerlarning kamchiligiga yumshash xossasi yoki nisbatan past xaroratda parchalanishi va buning natijasida ularni qo'llashning chegaralanishini keltirish mumkin. Bundan tashqari polimerlar past elektr o'tkazuvchanlikka ega.

### **3.3. Kislородli va kislороdsiz keramika.**

#### **Kislородli keramikaning egilishdagi mustahkamligi.**

Keramik materiallarining afzallik tomonlariga ularning oksidlovchi yoki agressiv muhitlarda qizdirilganda xossalarini yo'qotmasligi va havodagi kislород ta'sirida oksidlanmasligi kiradi. Oksidli keramik materiallar odatda kislородga ega bo'lganliklari uchun ular ochiq havoda yuqori temperaturalargacha xossalarini saqlab qoladilar.

Alyuminiy oksidi  $Al_2O_3$  asosli keramik materiallar. Alyuminiy oksidi yuqori mustahkamlikka, kimyoviy turg'unlikka va ajoyib elektr izolyatsiya materiali hisoblanadi. Alyuminiy oksidi mexanik mustahkamligini yuqori temperaturalargacha saqlab qoladi. Korund materiali temperatura o'zgarishlarga bardoshi sustroq. Hozirgi paytda alyuminiy oksidi asosli konstruksion materiallar ko'plab sohalarda ishlatilmoqda jumladan undan: metallarga ishlov beruvchi keskichlar, qoliplar, filerlar,

yuqori temperaturalarda ishlovchi pechlar detallari, pech konveyrlarining podshipniklari, nasos detallari va avtomobil svechalari ishlab chiqarilmoqda. SM – 332 Karunddan materiali xossalari bo'yicha boshqa asbobsozlik materiallaridan ustun turadi, uning zichligi  $3960 \text{ kg/m}^3$ , siqilishdagi mustahkamligi 5000 MPa, qattiqligi 92–93 NRA, issiqlik bardoshligi esa  $12000^\circ\text{C}$  tashkil etadi.

Sirkoniy oksidi ( $\text{ZrO}_2$ ) Korundga nisbatan inert tabiatga ega bo'lgan oksid bo'lib u asosan  $2000\text{--}2200^\circ\text{C}$  temperaturalargacha ishlay oladi. Sirkoniy oksididan asosan metallarini eritish uchun tigellar, kimyoviy reyaktsiyalarni o'tkazish uchun reaktorlar, issiqqa bardosh detalar va qoplamalar qoplashda qo'llaniladi.

Kalsiy va magniy oksidi asosli keramik materiallar. Bu keramik materiallar har-xil metallarning shlaklariga kimyoviy turg'un material bo'lib issiqlikga bardoshi boshqa keramik materiallardan pastroq. Yuqori temperaturalarda magniy oksidi uchish xossalarin kaltsiy oksidi esa nam va suvni yutish xossalarini namoyon qiladi. Bunday keramik materialrdan asosan tigillar va futirovkalar tayyorlaniladi.

Berilliy oksidi asosli keramik materiallar. Nisbatan issiqlik o'tkazuvchiligi yaxshi material bo'lgani uchun uning issiqqa bardoshligi yuqori, lekin mexanik mustahkamligi pastroq material hisoblanadi. Berilliy oksidi asosli keramik material yuqori energiyali ionlashgan nurlarni yoyib so'ndirish, issiq neytronlarni so'ndirish koeffitsienti yuqori xususiyatiga ega. Undan asosan sof metallarni eritish tigillari, vakkum uskunalarining keramik detallari va termoyadroviy reaktisyo o'tkazuvchi reaktorlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Uran va tori oksidi asosli keramik materiallar. Bu oksidlar juda yuqori erish temperaturasiga ega materiallar bo'lib ular juda yuqori zichlikka va radiaktiv nurlarni chiqarish xususiyatiga ega. Bunday keramik materiallar asosan radiy, platina, iridiy va shunga o'xshash metallarni eritish uchun tigillar ishlab chiqariladi.

Sof oksidli keramik materiallarning asosiy xossalari jadvalda keltirilgan.

**Kislorodsiz keramik materiallar** birikmalarga asosan qiyin eriydigan metallarninig  $\text{MeSx}$  va nometalarning uglerod bilan birikkan  $\text{NoSx}$  karbidlari, bor bilan birikkan  $\text{MeVx}$  baridlari, kremniy bilan birikkan  $\text{MeSix}$  silsidlari hamda oltingugurt bilan birikkan  $\text{MeSx}$  sulfidlari kiradi. Bunday birikmalar juda yuqori issiqqa bardoshligi ( $2500\text{--}3500^\circ\text{C}$ ), qattiqligi va eyilishga bardoshligi bilan ahamiyatga sazovordirlar. Ularning asosiy kamchiligi ularning mo'rtligida. Karbid va boridlarning oksidlashga bardoshligi  $900\text{--}1000^\circ\text{C}$  tashkil qilsa nitridlarniki  $800^\circ\text{C}$  silisidlar esa  $1300\text{--}1700^\circ\text{C}$  gacha qizdirilganda ham oksidlanmaydi.

**Karbidlar.** Karbidlar ishlab chiqarishda keng tarqalgan material bo'lib, ulardan asbobsozlik materiali, eyilishga bardosh qoplamalar olishda keng qo'llaniladi. Ishlab chiqarishning deyarli barcha sohasida qo'llaniladigan karbidlarga Su misol bo'la oladi. Undan qattiq obraziv material sifatida jilvirlash toshi va qog'ozi ishlab chiqarishadi. U juda qattiq va kislotalarga bardosh material hisoblanadi undan pechlarning qizdirgichlari sterjenga o'xshatib ishlab chiqarishadi.

**Boridlar.** Bu birikmalar qisman metallik xossalarni namoyon qilishadi. Ular yaxshi elektr o'tkazuvchan, eyilishga bardosh, qattiq va oksidlanishga bardosh material hisoblanadi. Texnikada qiyin eriydigan metallar boridlarini keng qo'llaniladi (masalan ZrB<sub>2</sub> va boshqalar). Ularni kremniy yoki silisid bilan ligerlash orqali agressiv muhitlarda issiqqa bardoshligini 2000°C etkazish mumkin. Serkoni baridi ligerlangandan keyin erigan alyuminiy, mis, po'lat va cho'yanlarga bardosh material bo'ladi. Undan asosan 2000°C da ishlaydigan kimyoviy sanoat reaktorlar qozonini, harorat o'lchash termoparalarni titan eritish qozonlarini ishlab chiqarishda ishlatishadi.

**Nitridlar.** Nometall nitridlar asosan yuqori temperaturali material hisoblanadi ular past issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka ega, oddiy haroratda uning elektr qarshiligi juda yuqori bo'lsa yuqori haroratda yarim o'tkazgich xossalarini namoyon qiladilar. Harorat ortishi bilan ularning kengayish koeffitsienti va issiqlik sig'im koeffitsienti ortib boradi. Nitridlarning qattiqligi va mustahkamligi karbid va boridlarining qattiqligidan biroz pastroq. Ular vakkum sharoitida qizdirilganda sekin astalik bilan parchalana boshlaydilar. Nitridlar erigan metallarning ta'siriga bardosh hisoblanadi.

**Bor nitridi.** Oq kukun materiali bo'lib texnikada «oq grafit» nomi bilan tanish. U?– BN kristall modifikatsiyasiga ega bo'lib, geksoanal grafit kristan panjarasiga o'xshab qat-qat joylashgan bo'lib grafit kabi juda yumshoq material. U barcha oksidlovchi, qaytaruvchi va neytral muhitlarga bardosh kukun material bo'lib issiqbardosh kukun sifatida qo'llaniladi. Uning kukunidan qizdirib pishirish orqali olingan materiallar dielektrik bo'lib 1800°C haroratda kislordsiz joyda ishlaydi. Yuqori tozalikda olingan nitrid yerdan kosmosga uchiriladigan. Nitrid borning boshqa kristall modifikatsiyasi? – BN bo'lib, u almossifat kub nitrid bori deb ataladi. Uni texnikada «elbor» nomi bilan tanishadi. Elborni yuqori bosim va 1360°C temperaturagacha qizdirish yog'li bilan kattalizator orqali olishadi. Bu materialning zichligi 3450 kg/m<sup>3</sup> ga teng erish temperaturasi esa 3000°C. U olmos materiali bilan raqobatlasha oladigan material bo'lib havoda 2000°C oksidlanmaydi. Bu xossasi bilan olmosdan ustun turadi (olmos 800°C temperaturada oksidlana boshlaydi).

**Kremniy nitridi.** Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> – kimyoviy formulaga ega bo'lib boshqa nitrid birikmalariga qaraganda 1600°C qizdirilganda ham havoda va boshqa oksidlovchi muhitga ancha turg'un hisoblanadi. Issiqqa bardoshligi va arzonligi bilan u issiqqabardosh po'latlardan ustun turadi. Kremniy nitrid deyarli 10 barobar issiqqabardosh po'latlardan arzon. U mustahkam, eyilishga bardosh issiqqa bardosh material bo'lib undan asosan ichki yonuv dvigatellarining porshen qoplami, kovaklarini hamda eyilishga, issiqlikga bardosh qoplama sifatida qo'llaniladi.

**Silitsidlar.** Silitsidlar karbidlardan va boridlardan farqli o'laroq yarim o'tkazgich xossalarini namoyon qilishadi, ular kislota va ishqorlarga turg'un. Ularni 1300 – 1700°C temperaturalarda qo'llash mumkin bo'lib, ular 1000°C gacha qizdirilganda erigan qo'rg'oshin, qalay va natriy bilan kirishishmaydi. Ulardan yuqori

1700°C gacha temperaturalarda ishlovchi elektr qarshilik qizdirgichlar ishlab chiqariladi. Masalan MoSu<sub>2</sub> molibden silsid kukunidan har–xil sharoitlarda ishlovchi gaz turbina parraklari, avtomobil vkladıshlari, sirpanish podshipniklari va qattiq moylash materiallari sifatida qo'llanishi mumkin. Bundan tashqari uning kukunidan issiqqa bardosh, eyilishga bardosh, har–xil kislota va ishqorlarga bardosh qoplamalar qoplashda keng foydalaniladi

**Sulfidlar.** Sulfidli birikmalardan ishlab chiqarish va texnikada faqat molibdenning disulfidi keng qo'llaniladi. Uning kukuni asosan ishqalanishga qarshi ko'rsatuvchi material sifatida turli maqsadlarda qo'llaniladigan mineral va sintetik moylarga solinadi. Bundan tashqari u antifriksion xossalarini havoda – 150 dan 435°C haroratda ham saqlay oladi. Vakkumda esa u 1540°C temperaturada ham antifriksion xossalarga ega bo'ladi. Molibdenning disulfidi elektr tokini o'tkazuvchi magnitlashmaydigan kukun materiali bo'lib u havoda 450°C qizdirilganda o'zidan oltingugurtni chiqarib oksidlana boshlaydi. Aksariyat normal sharoitlarda u suvga, barcha mineral va sintetik moylarga hamda kislota va ishqorlarga turg'un.

### 3.5. Kompozitlar.

Kompozitlarga ikki yoki (undan ko'p) turli sinflarga oid boshqa materiallarning birikmalari kiradi, bular metall, keramika, polimer bo'lishi xam mumkin. Kompozitlarni yaratishdan maqsad turli materiallarning tarkibiy birikmasiga erishish bundan tashqari optimal birikma xarakteristikasini ta'minlashdan iborat edi. Ma'lumki katta miqdordagi turli kompozitlar metallar, keramika va polimerlar aralashmasidan olingan. Bundan tashqari ayrim ta'biy materiallar kompozitlarni o'zida aks ettiradi masalan, daraxt va suyak. Ammo bu erda keltirilgan ko'pgina kompozitlar sintetik materiallardan olingan materiallar xisoblanadi. Eng mashxur va barchaga tanish kompozitsion materiallardan biri bu shishali tola (stekloplastik) dir. Ushbu material odatda epoksid yoki poliefir qatronlarda polimer matritsaga joylashtirilgan kalta shishali tolalarni o'zida aks ettiradi. Shisha tolalar yuqori mustaxkamlik va qattqlikka ega, ammo ular mo'rt. Bir vaqtning o'zida polimer matritsalar yumshoq ammo uning mustaxkamligi past. Ko'rsatilgan moddalar birikmasi mustaxkamligi yuqori va qattiq material olinishiga olib keladi shunga qaramasdan etarlicha egiluvchanlik va moslashuvchanlikka ega bo'ladi. Texnologik muxim kompozitga yana bir misol ugleplastikdir – uglerod tolalar bilan armaturalangan polimer (CFRP). Ushbu materiallarda polimer matritsaga uglerod tolalar xalal beradi. Bu turdagi materiallar shisha tolaga nisbatan qattiq va mustaxkamdir, ammo bir vaqtning o'zida anchayin qimmat. Ugleplastiklar aerokosmik texnikada qo'llaniladi shuningdek yuqorisifatli sport anjomlari tayyorlashda masalan, velosiped, golf uchun klyushka, tennis raketkasi, chang'i va snovbord yasashda ishlatiladi.



## VI. AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

### **1-amaliy mashg'ulot: Metall oksidlarini qayta tiklash kimyoviy texnologik jarayonlarda moddalar miqdorini aniqlash**

#### **Ishdan maqsad:**

Temir oksidlarini yoki temir oksidlari asosli metallurgiya korxonalarining chiqindilarini tozalash va ularni vodorod gazi bilan qayta tiklab temir kukunlarini ishlab chiqarish texnologiyasi bilan tanishtirish xamda ularni tozalash, qayta tiklanish jarayonlarida bo'lib o'tadigan fizik-kimyoviy xodisalarni o'rgatish va ular bilan tanishtirishdan iborat.

#### **Nazariy ma'lumotlar**

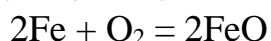
Ma'lumki, O'zbekiston industrial – agrar davlat bo'lib unda metallurgiya, mashinasozlik va shunga o'xshash bir qator yirik korxonalar bo'lib, ularda amalga oshiriladigan texnologik jarayonlarda ko'plab metall asosli chiqindilar hosil bo'ladi. Bu chiqindilarni bevosita korxonalarda ishlatishning iloji yo'q. Shuning uchun bu chiqindilarni qayta ishlab xalq-xo'jaligiga zarur bo'lgan mahsulot ishlab chiqarish hozirgi zamon talabi hisoblanadi.

Yangi materiallar ishlab chiqarish texnologik usullari yordamida metall asosli chiqindilarni qayta ishlash rudalardan metallar olishga qaraganda ancha samarali hisoblanib rivojlangan davlatlarda izchil yo'lga qo'yilgan. Masalan, Germaniyaning bir qator metallurgiya korxonalarida maxsus sexlar bo'lib, ular korxonadagi metall asosli chiqindilarni qayta ishlab ulardan yuqori sifatli temir, mis, nikel, volfram va shunga o'xshash metallarni kukunlarini ishlab chiqaradi.

Hozirgi paytda PJ00 va PJ1 markali temir kukunlarining jahon bozordagi 1 kg. 3–6 AQSh dollarida narxlanadi. Misol tariqqasida, Bekobod shahridagi «Uzmetkombinat» korxonasining texnologik jarayonida hosil bo'ladigan temir oksidi asosli chiqindilarni qayta ishlab temir kukunini ishlab chiqarish yuqori natija beradi.

Ma'lumki metallurgiya korxonalarida metall prokat ishlab chiqarish texnologik jarayonida, asosan po'lat armatura, ugolnik, shveylerlar va shunga uxshash mahsulotlarni 700 - 800°C temperaturalarda qizdirib shakl berib ishlab chiqariladi. Shu jarayonda qizigan metall yuzasi atrof muhitdagi nam havo bilan ta'sirlashib kimyoviy reaksiyaga kirishadi.

Havoda qizdirilgan temirni havodagi kislorod bilan reaksiyaga kirishish tenglamasini soddaroq shaklda quyidagicha yozish mumkin:



Lekin metall yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiya juda murakkab hisoblanadi, chunki reaksiya bir nechta qatlamlarda turli tezlik bilan amalga oshadi,

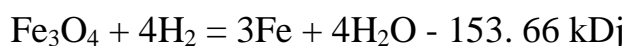
buning natijasida metallning yuza qismida yuqori oksidlar ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), quyi qismida esa quyi oksidlar ( $\text{FeO}$ ) hosil bo'lishi mumkin.

Metallurgiya sanoatining chiqindisi temir kukunini ishlab chiqishda zarur xom ashyo o'rnini bosishi mumkin. Hozirgi vaqtda kukun metallurgiya korxonalarida temir kukunni vodorod gazi yordamida qayta tiklash yo'li bilan kukun ishlab chiqarilmoqda.

Vodorod gazi yordamida temir kukuni ishlab chiqarishda xomashyoning tarkibida vodorod gazi bilan tiklanmaydigan aktiv metall va nometall oksidlarning, ya'ni Cr, Al, Ti, Si, Ca va boshqalar miqdori 0,1% oshmasligi talab etiladi. Shuning uchun metallurgiya sanoatidagi uglerodli po'latdan chiqqan kuyindilar (okalinasi) yaroqli hisoblanadi.

Vodorod gazi yordamida kuyindini  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  temirgacha qaytarish uchta bosqichda  $572^\circ\text{C}$  temperaturadan yuqorida  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_x\text{O} \rightarrow \text{Fe}$  yoki ikki bosqichda  $572^\circ\text{C}$  temperaturadan pastda  $\text{Fe}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$  amalga oshishi mumkin.

Vodorod gazi bilan qaytarish jarayonining kimyoviy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, kimyoviy reaksiyada suv bug'i ajralib chiqmoqda. Jarayon qaytarilib, yana temir oksidi hosil bo'lmasligi uchun kimyoviy jarayon muhitida vodorod miqdori 60% dan kam bo'lmasligi kerak.

Temir oksidlarini vodorod gazi bilan qaytarish mexanizmi juda murakkab jarayon bo'lib, quyidagi bosqichlardan iborat:

1) Vodorod molekularining temir oksidi yuzasida diffuziyalanishi natijasida, ularning fizikaviy adsorbsiyasi sodir bo'lishi;

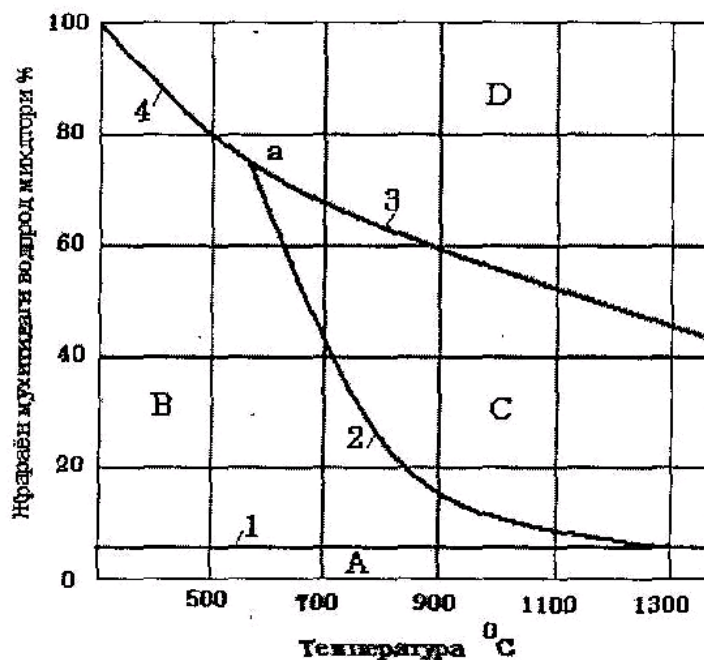
2) Adsorbsiyalangan vodorodning oksid kristall panjaralar kuch maydoni bilan ta'sirlashib, vodorodning H atomlari hosil bo'lishi;

3) Atomar vodorodning oksiddagi kislorod O bilan kimyoviy ta'sirlashishi va HO gidrooksidlarni hosil bo'lishi;

4) Hosil bo'lgan gilrooksid guruhlarining yana atomar vodorod bilan ta'sirlashib, suv bug'i ( $\text{H}_2\text{O}$ ) hosil bo'lishi va uni desorbsiyalanishidir.

Keltirilgan kimyoviy reaksiya tezligi jarayonining temperatura va bosimga bog'liq bo'lib, unda jarayon muhitidagi vodorod miqdori ortishi bilan reaksiya yanada tezlashadi.

Vodorod gazi yordamida temir oksidlarini qayta tiklashdagi reaksiyaning muvozanat egri chiziqlari 1.1- rasmda keltirilgan. Bu rasmda Fe - O - H sistemasida temperaturaga bog'liq xolda hosil bo'ladigan fazalarning 4 ta zonasi va 4 ta chegara egri chiziqlari ko'rsatilgan. 1-egri chiziq  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4$  muvozanatiga to'g'ri keladi, 2- egri chiziq esa  $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_x\text{O}$ , 3- egri chiziq  $\text{Fe}_x\text{O} - \text{Fe}$  va 4 - egri chiziq esa  $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}$  muvozanatiga to'g'ri keladi.



**1.1-rasm. Temir oksidlarini vodorod gazi bilan tiklashdagi reaksiya muvozanat egri chizigi.**

1.1- rasmda A xarfi bilan belgilangan xudud  $Fe_2O_3$  fazasiga tegishli, B bilan belgilangan xudud  $Fe_3O_3$  fazasiga tegishli, C – xarfi bilan belgilangan xudud  $\alpha$  yoki  $\gamma$  temir fazalariga tegishli.

Fe - O - H sistemasini o'rganib, quyidagi xulosalarga kelishish mumkin:

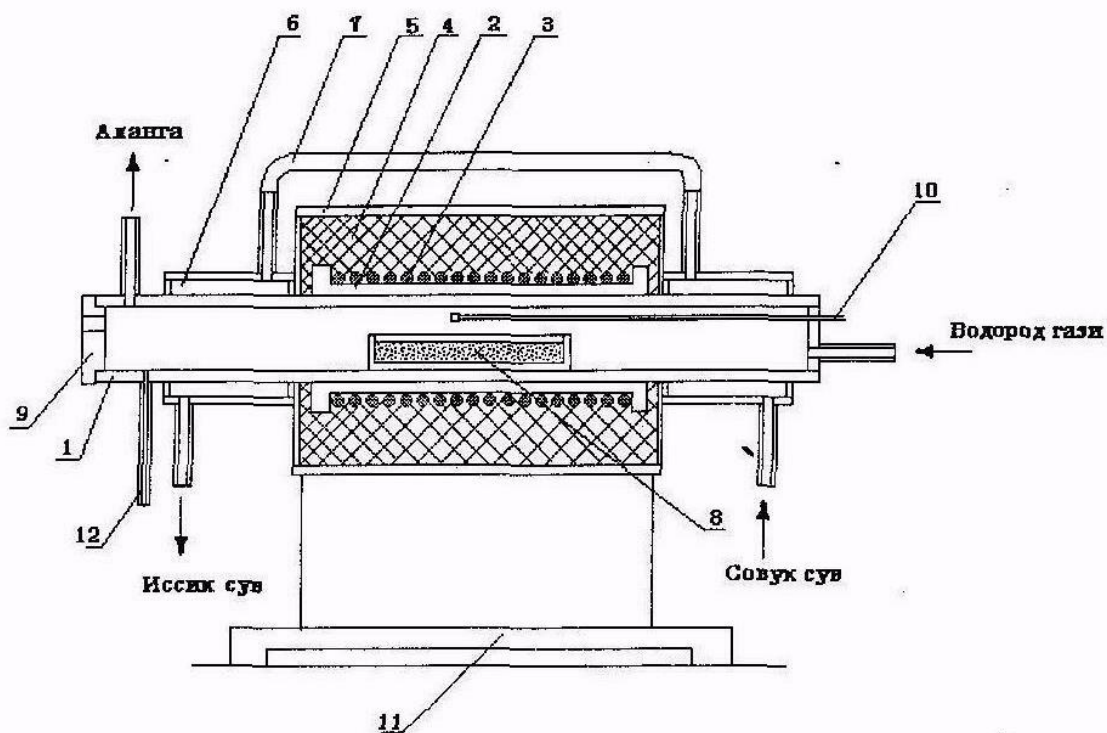
a) Muhitdagi vodorod miqdorini 40% da ushlab turib, temperaturani  $1300^{\circ}C$  ga ko'targanimiz bilan temirning oksidi tiklanmasdan C xududda to'xtaydi, bu xudud temirning quyi oksidga tegishli;

b) agar muhitdagi vodorod miqdorini 60% da ushlab turib temperaturani  $500^{\circ}C$  ga ko'tarilsa, temir oksidi tiklanmasdan qoladi, chunki u B xududda to'xtaydi, bu xudud esa temir oksidining  $Fe_3O_4$  fazasiga tegishli;

c) temir oksidlarini normal bosimlarda tiklash jarayoni samarali bo'lishi uchun muhitdagi vodorod miqdori 70%, temperaturani esa  $800-900^{\circ}C$  atrofida bo'lishini ta'minlash kerak.

Korxonalarda temir kuyindisini tiklash maxsus vodorod yoki tozalangan tabiiy gaz bilan tiklovchi katta pechlarda amalga oshiriladi. Laboratoriya sharoitida esa, bu jarayon vodorod bilan qayta tiklash laboratoriya elektr pechlarda amalga oshiriladi.

1.2-rasmda temir kuyindisini laboratoriya sharoitida qayta tiklashni amalga oshirish uchun ishlatiladigan qayta tiklash pechi tasvirlangan. Bu pech quyidagi tarkibiy qismlardan tashkil topgan: 1-maxsus issiqbardosh po'latdan yasalgan mufel; 2-keramik g'ilof; 3-qizdirish elementi (nixrom); 4-issiqlik izolyatsiyasi; 5-korpus; 6-sovutgichlar; 7-suv o'tish trubalari; 8-mahsulot solingan idish; 9-nazorat qilish teshigiga ega bo'lgan qopqoq; 10-termopara; 11-ustun.



1.2-rasm. Qayta tiklash pechi.

**Pechni ishlatish tartibi:** Pechni ishlatishdan oldin uni vodorod gazi bilan to'ldiriladi va kislorod qoldig'i tekshiriladi. Vodorodga to'lgan pech mufelida qoldiq kislorod bo'lmasligi kerak, aks xolda portlab ketishi xavfi bor. Pech mufelida kislorod qolmasligi uchun maxsus teshik quvuri o'tkazilgan (1.2-rasm). Bu teshik mufel tagida joylashgan bo'lib, vodorod kisloroddan yengil bo'lgani uchun, uni pastga siqib chiqaradi. Natijada pech mufelida kislorod qolmaydi. Kislorod qolmaganligiga ishonch hosil qilish uchun o'sha teshikdan probirkaga gaz namunasi olinadi va uni ehtiyotkorlik bilan yoqib ko'riladi, agar yonish jarayonida tovush chiqmasa, demak kislorod yo'q, agar u tovush chiqarib yonsa, mufelda kislorod borligini bildiradi (kislorod yo'qolguncha vodorod bilan to'ldiriladi).

Tekshirishlardan ijobiy natijalar olingandan keyin bu teshik maxsus probka bilan yopilib quyiladi va mufel ustki teshigidan vodorod chiqarilib, u yoqib quyiladi, shundan so'ng sovutish radiatorlariga suv yuboriladi va pechka elektr manbasiga ulanadi va kerakli temperaturagacha qizdiriladi. Pech mufelidagi harorat kerakli darajaga ko'tarilguncha vodorod gazi minimal tezlik bilan beriladi. Pechga mahsulotni joylashtirishdan oldin vodorod gazini berish maksimal darajada oshiriladi va mufel qopqog'i ehtiyotkorlik bilan ozgina ochiladi, bunda vodorod alangasi qopqoq tomondan yona boshlaydi (yonmasa bir oz yonguncha kutish kerak). Qopqoq tomondan chiqayotgan gaz yongandan keyin, qopqoq to'liq ochiladi va mahsulot keramik qayiqchada pechning eng issiq joyiga qisqich yordamida joylashtiriladi, shundan keyin qopqoq yopiladi. Pechdan mahsulotni olish xuddi shu tartibda amalga oshiriladi.

### **Ishni bajarish uchun zarur bo'ladigan asbob uskunalar va materiallar:**

Temir kuyindisini qayta tiklash uchun qayta tiklash laboratoriya elektr pechi, vodorod gazi oladigan kimyoviy kipi apparat, vodorodni quritish va tozalash uchun 0,5-l konsentratsiyalangan sulfat kislotasi, temperaturani o'lchash uchun plotinaradili termopara, pechga berilayotgan kuchlanish va tok kuchini o'lchash uchun voltmetr, ampermetr, quvvati 5 Kv, boshqarish oralig'i 0 v dan 250 v boshqariladigan avtotransformator, keramik qayiqcha, 250 g tozalangan va maydalangan temir kuyindisi, uzunligi 200 mm bo'lgan qisqich va keramik maydalash xovonchasi, 0,05g aniqlikda o'lchaydigan tarozi.

### **Ishni bajarish tartibi:**

Qayta tiklash - elektr pechi nazariy ma'lumotlarda berilgan ko'rsatmalarga rioya qilgan xolda ishga tushiriladi va mufel temperaturasi 800°C ko'tariladi. Tozalangan va maydalangan 250,0 g temir kuyindisi keramik qayiqchaga qalinligi 8-10 mm yoyib, tekis solinadi. Solingan temir kuyindisi nazariy ma'lumotlarda yozilgan tartibda pechga joylashtiriladi. 20-40 minutdan keyin, kuyindi solingan quticha pechning sovutiladigan qismiga surilib qo'yiladi va u yerda 10-15 minut soviguncha turadi. Sovigan va qayta tiklangan kukun keramik qayiqcha bilan pechdan olinadi va xovonchada maydalanadi.

Maydalangan kukun tarozida 0,01 g. aniqlikgacha tortib ko'riladi va kuyindidagi temir miqdori aniqlanadi.

### **Hisobot yozish tartibi:**

Tinglovchilar amaliy ishni to'liq bajarganlaridan keyin, u bo'yicha hisobot yozadilar. Hisobot quyidagi tartibda yoziladi: ishning mavzusi va undan ko'zlangan maqsad, nazariy qismda berilgan zarur ko'rsatma va diagrammalar ta'rifi bilan birga, laboratoriyada qo'llanilgan elektr pechi haqida qisqacha ma'lumot, rasmi bilan birga va uni ishga tushirish tartibi hamda nazorat savollariga javoblar yozilgan bo'lishi kerak.

### **Nazora t uchun savollar:**

1. Mendeleev davriy sistemasidagi qaysi metallar oksidlarini vodorod bilan qayta tiklash mumkin?
2. Ochiq havoda temir qizdirilganda qanday kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi?
3. Metall oksidlarini tiklashdan maqsad?

## **2-amaliy mashg'ulot: Metall va qotishma kukunlaridan detallar ishlab chiqarish.**

**Ishdan maqsad:** Antifriksion uglerod-grafitli materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasi bilan tanishtirish hamda ularni mikrostrukturalarini tahlil qilish qoidalari va usullarini o'rgatish.

**Masalaning qo'yilishi:** Uglerod grafitli materiallarning mikrostrukturasini tahlili.

**Kerakli jixozlar:** Antifriksion uglerod-grafitli material, namuna kesish uchun kichik tishli arra, katta va mayda tishli egov, katta donadan kichrayib boradigan komplekt jilvir qog'ozlari, 200 g keramik stakanda konifol, konifolni eritish uchun elektr qizdirgich, namunani ushlab uchun pinset va metallografik mikroskop.

### **Ishni bajarish uchun namuna:**

Antifriksion uglerod-grafitli materiallarni asosan kukun metallurgiyasi usullari bilan ishlab chiqariladi. Kukun metallurgiyasining umumiy texnologik usullariga quyidagilar kiradi: kukun materiallarining kimyoviy tarkibini tanlash va ularni ishlab chiqarishga tayyorlash, ularni aralashtirish, presslash hamda qizdirib pishirish jarayonlaridan tashkil topgan.

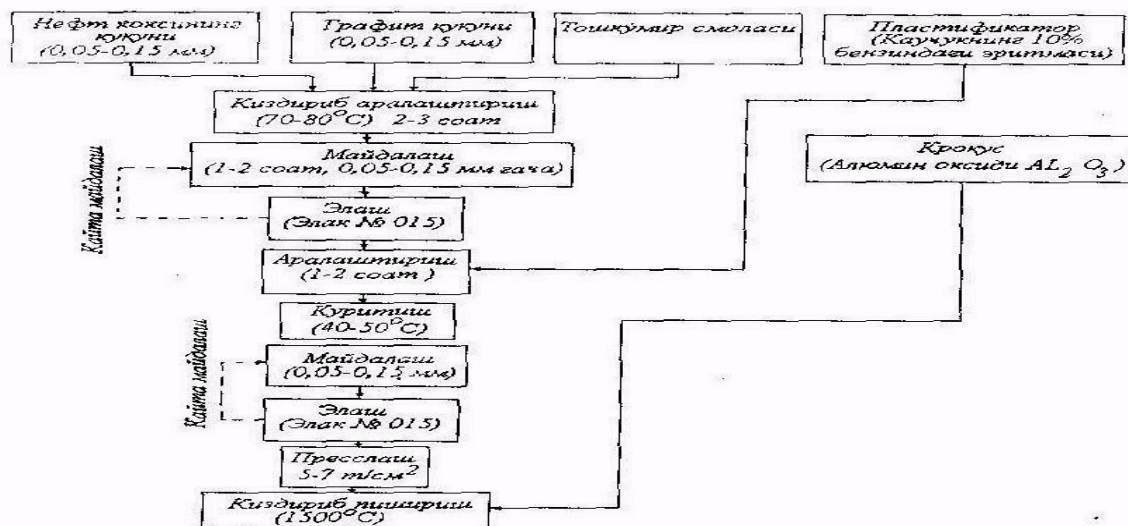
Bunda har bir bosqichda amalga oshiriladigan jarayon shu ishlab chiqarilishi kerak bo'lgan materiallarning fizik-mexanik xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli har bir bosqichning ta'siri, berilgan kukun materiallarini xossasidan kelib chiqqan holda belgilanadi. Masalan: kukun materiallarini tayyorlashda, kukun materialini kerakli temperaturalarda quritish kerak bo'ladi. Bu temperatura kukunning fizik-kimyoviy xossalaridan kelib chiqqan holda belgilanadi. Agarda temperatura yuqori chegaralarda belgilansa, unda kukunlar bir-biriga yopishib qolishi kuzatiladi, aksincha past chegaralarda belgilansa, unda kukundagi namlik qolib ketadi va natijada qizdirib pishirish davomida maqsulotda darz ketishlar kuzatiladi.

Uglerod-grafit materiallarini ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida asosan neft, koks kukuni, grafit kukuni, toshko'mir smolasi qo'llaniladi. Bundan tashqari uglerod-grafit materiallariga u yoki bu xossasini oshirish uchun turli metall va nometall kukunlar kiritilishi mumkin.

Antifriksion uglerod-grafitli materiallarini ishlab chiqarishda xomashyo sifatida qo'shiladigan neft koksning asosiy xossalaridan biri u materialda mustahkam karkashosil qilib materialning skeletini hosil qiladi. Bunda uning donachalar o'lchami ishlab chiqarilayotgan materialning mexanik xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi, koks kukuning zarracha donachalar qancha kichik bo'lsa, uglerod-grafit materialining mexanik xossalari shuncha yuqori bo'ladi.

Uglerod-grafit materialiga kiritiladigan toshko'mir smolasi esa materialning bog'lovchi komponenti hisoblanadi. Bog'lovchi komponent asosiy xomashyo sifatida kiritiladi materialning egilishdagi mustahkamligini ta'minlaydi.

2.1-rasmda antifriksion uglerod-grafitli materialni kukun metallurgiya usullarida ishlab chiqarishning texnologik sxemasi keltirilgan:



2.1-rasm. Uglerod-grafitli antifriksion materiallarni ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

**Neft koksini** tayyorlash. Kukun metallurgiyasi korxonalarida uglerod-grafitli materiallarni ishlab chiqarish uchun standartga javob beruvchi neft koksi ishlatiladi. 2.1- jadvalda GOST 3278-48 bo'yicha koksga texnik talablar ko'rsatilgan.

2.1-jadval

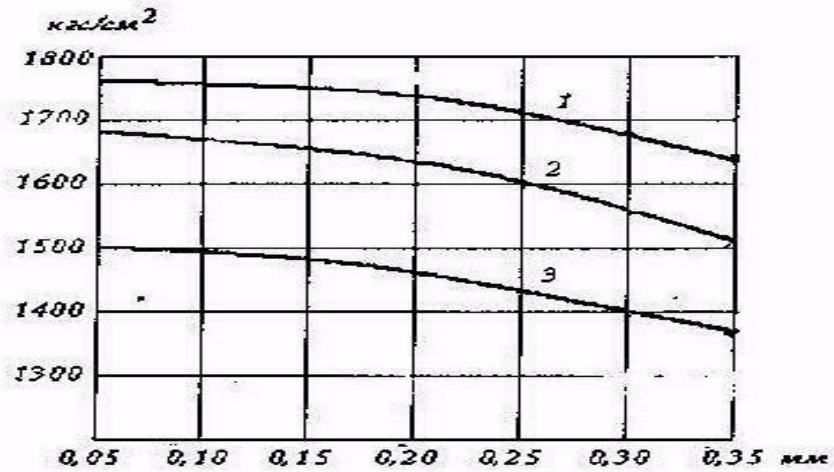
ГОСТ 3278-48 бўйича нефт коксини қабул қилишдаги техник талаблар

Курсаткичлар	Электрод учун			Электр шетка учун			Антифрикцион материаллар учун		
	Электрод учун	Электр шетка учун	Антифрикцион материаллар учун	Электрод учун	Электр шетка учун	Антифрикцион материаллар учун	Электрод учун	Электр шетка учун	Антифрикцион материаллар учун
Намлиги, %	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Куллилиги, %	0,3	0,8	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,8	0,5
Олтингугурт микдори, %	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5
Учиб чикувчи моддалар, %	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0
Темир оксиди, %	0,08	-	-	0,08	-	-	0,08	-	-
Кремний оксиди, %	0,07	-	-	0,07	-	-	0,07	-	-
1300° С куйдирилгандан кейинги солициртма оғирлиги, т/см <sup>2</sup>	2,08	2,14	2,14	2,08	2,14	2,14	2,08	2,14	2,14

Yuqoridagi talablarga javob beruvchi neft koksi 1300° S da 5 soat davomida qizdirib quritiladi. Quritilgan neft koksini kukun zarracha o'lchamlari kerakli o'lchamga keltirish uchun maxsus tegirmonlarda maydalanadi va maydalangan koks kukunlari elakdan o'tkazib, fraktsiyalarga ajratib quyiladi.

2.2-rasmda neft koks kukun zarracha o'lchamining uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'sir qilish diagrammasi keltirilgan, bunda presslash bosim miqdori oshishi va kukun o'lchamining o'zgarishi bilan mustahkamlik o'zgarib borishi kuzatilgan.

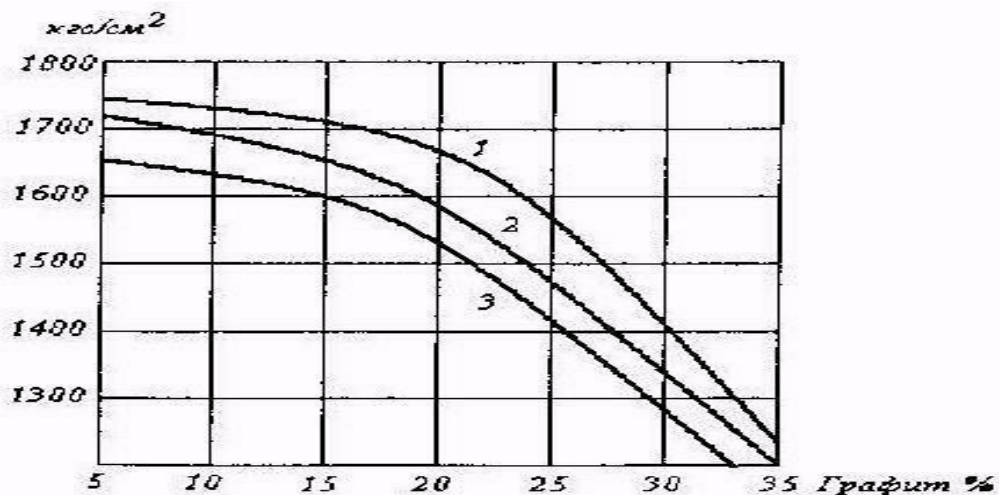




**2.2-rasm. Neft koks kukun zarracha o'lchami va presslash bosim qiymatini uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahksamligi ta'siri: presslash bosimi 1 - 7 t/sm<sup>2</sup>; 2 - 6 t/sm<sup>2</sup>, 3 - 5 t/sm<sup>2</sup>.**

Neft koksini korxonada sharoitida kukun zarrachasini 0,05 mm o'lchamgacha maydalash mumkin, bundan tashqari unda oz bo'lsada 0,05 mm dan katta o'lchamga ega bo'lgan kukunlar bo'ladi.

**2. Grafrit kukunini tayyorlash.** Grafrit kukuni antifriktsion materiallarga asosan ishqalanish koeffitsientini kichraytirish yoki uni elektr o'tkazish xossalari oshirish maqsadida qo'shiladi. Grafritning miqdori materialning uglerod-grafit mustahkamligiga katta ta'sir qiladi. 2.3 - rasmda grafrit kukun miqdorining uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'sir qilish diagrammasi keltirilgan. Grafrit antifriktsion materialning plastikligini oshiradi, u koks karkas qatlamlarida joylashib, uglerod-grafit antifriktsion materialni ishqlanib ishlayotgan valning yuzasiga yopishib ishqalanish koeffitsientini pasaytiradi.



**2.3-rasm. Grafrit kukun miqdori va presslash bosimining uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri: presslash bosimi 1 - 7 t/sm<sup>2</sup>; 2 - 6 t/sm<sup>2</sup>, 3 - 5 t/sm<sup>2</sup>.**



2.2-jadvalda antifriksion uglerod-grafitli materiallarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan grafit kukunining kimyoviy tarkibi berilgan.

2.2-jadval

**Кукун металлургиясида ишлатиладиган графитнинг кимёвий таркиби**

Графит	маркаси	Кимявий таркиби, % гача				
		кул	олтингугурт	Учувчи моддалар	темир	намлиги
Тайгинский	ЭУГ-1	2	0,20	0,8	0,8	0,8
«	ЭУГ-11	5	0,20	1,0	1,0	0,8
«	ЭУГ-111	7	0,20	1,0	1,0	0,8
Ногинский	СКЛН	13	1,0	2,0	1,9	2,0
Ботоголский	ТУ38-54	7	0,30	1,4	1,0	1,0

Grafit 1300-1500°C temperaturada kuydirib quritiladi va elakdan o'tkazilib, fraksiyalarga ajratiladi.

**3. Toshko'mir smolasini tayyorlash.** Toshko'mir smolasi, toshko'mirni havosiz muhitda qizdirib haydash natijasida olingan xomashyo bo'lib, uning suyuqlanish temperaturasi smolaning kelib chiqishiga qarab har-xil bo'lishi mumkin. Kukun metallurgiyasida asosan past va o'rta haroratlarda suyuqlanadigan toshko'mir smolalari ishlatiladi. 2.3-jadvalda GOST 4492-55 standart talablar bilan uglerod-grafit materiallarini ishlab chiqarishda qabul qilinadigan toshko'mir smolasiga texnik talablar keltirilgan.

2.3-jadval

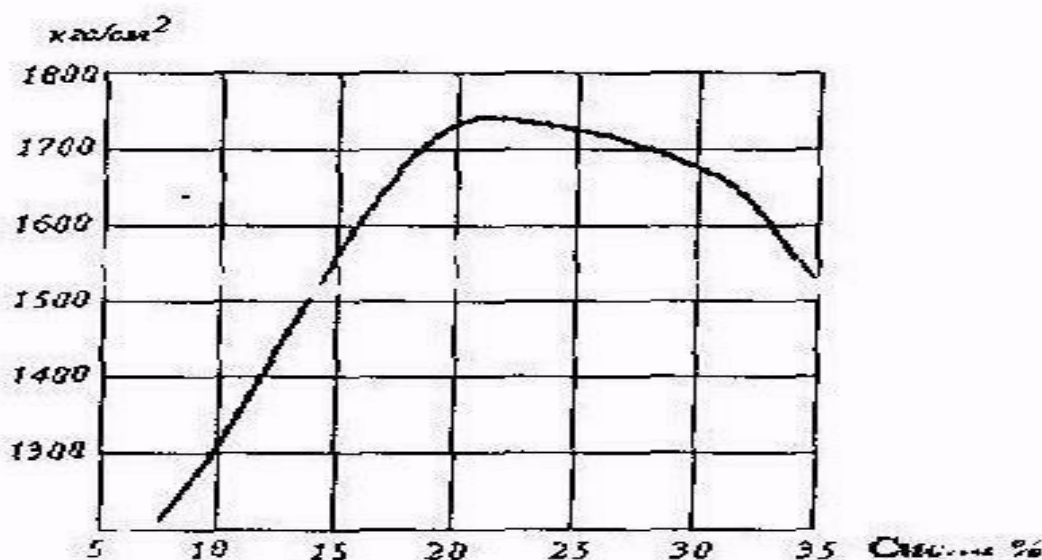
GOST 4492-56 standart bo'yicha toshko'mir smolasiga qo'yilgan talablar

Кўрсаткичлар	Миқдори, % гача
Солиштирма вази	1,15-1,20
Намлиги	4,0
Куллилиги	0,2
Эрмайдиган қолдиқлар	7,0
Олтингугурт	0,8
Нафталин	8,0
Кокс чиқими	16-23

Bundan ko'rinib turibdiki, maksimal mustahkamlik uglerod-grafit antifriksion materiallar uchun toshko'mir miqdori 22-23% bo'lganda erishi mumkin, buning sababi, uning miqdori oshgan sari koks va grafit kukunlarini bir-biriga bog'lash darajasi ham ortib boradi va nihoyat 22-23% ga yetgach, mustahkamlikning keskin tushib ketishi kuzatiladi.

Toshko'mir smolasi miqdorining bunday ta'sir qilishini quyidagicha tushuntirish mumkin: toshko'mir smolasi materialni qizdirib pishirish davomida 1400-1500°C temperaturada koksga aylanadi va kukunlarni bir-biriga bog'laydi, lekin uning

miqdori oshgach materialning g'ovakligi oshib ketadi, natijada mustaqamligi keskin pasayadi.



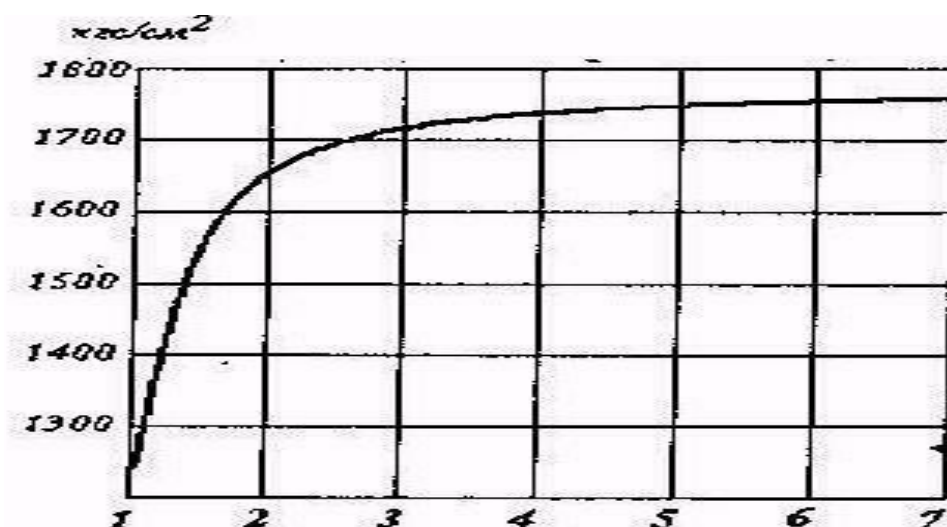
**2.4-rasm. Toshko'mir smolasining uglerod-grafit materialning cho'zilishdagi mustahkamligiga ta'siri.**

**4. Kukun va bog'lovchi moddalarni bir-biriga aralashtirish.** Kukun metallurgiya yo'li bilan olinadigan materiallarning aksariyatida fizik-mexanik xossalari aynan aralashtirish sifatiga qarab belgilanadi. Bog'lovchi moddaning aralashishi va kukunlarni qoplab olishi, aralashtirish darajasiga bog'liq. Bog'lovchi moddaning qo'llanish xususiyati smolani qizdirishdagi harorati oshishi bilan ortadi, shuning uchun toshko'mir smolasi kukunlar bilan birga 70-80°C temperaturada qizdirib aralashtiriladi. Bundan tashqari aralashtirish vaqti ham katta ahamiyatga ega. 2-24 soat davomida aralashtirilgan materiallarning xossalari bir-biri bilan katta farq qilishi mumkin, qancha ko'p aralashtirilsa materialning fizik-mexanik xossalari shuncha ko'tarilib boradi. 2.5-rasmda kukun materialining bog'lovchi moda-toshko'mir smolasi bilan aralashtirish vaqtini materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri ko'rsatilgan.

**5. Aralashmalarni maydalab elakdan o'tkazish.** Ma'lumki bog'lovchi modda, ya'ni toshko'mir smolasi kukun materiallari bilan aralashtirilgandan keyin sovish natijasida, qotib qoladi. Uni yana kukun holiga keltirish uchun maydalash kerak. Buning uchun aralashma maxsus qirg'ich, maydalash va elash jarayonlaridan o'tkaziladi, bunda u yana kukun holiga qaytadi. Elash jarayonida ajralib chiqqan katta kukun zarrachalari yana maydalashga qaytariladi.

**6. Plastifikator qo'shish.** Ma'lumki presslangan kukun materiali mustahkamligi juda kichik bo'ladi. Presslangan materialni qizdirib pishirish uchun, u pechlarga, ya'ni pishirish sexlariga jo'natiladi, shu texnologik jarayonlarda

pressslangan material o'z shaklini saqlab turishi uchun, uni mustahkamligini oshirish kerak bo'ladi. Shu maqsadda pressslanishi kerak bo'lgan yarim mahsulotga plastifikator qo'shiladi.



**2.5-rasm. Kukun materiallarni bog'lovchi moddalar bilan aralashtirish vaqtini materialning siqilishdagi mexanik mustahkamligiga ta'sir diagrammasi.**

Plastifikator sifatida: parafin, glitserin, texnik kraxmal va kauchuk eritmalari solinadi. Plastifikatorlarga quyiladigan asosiy talab: qizdirib pishirish davomida material bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmasligi va 300-500°C temperaturalarda parchalanib, materialni tark etishi kiradi. Plastifikator miqdori materiallarda yana qo'shimcha g'ovaklik bo'lishiga olib keladi, shu sababli uning miqdori iloji boricha, kamroq, bo'lishligi talab etiladi, odatda, masalan 10% kauchukning benzindagi eritmasi 5-8% foizdan oshmaydi.

**7. Kukun yarim mahsulotlarni quritish.** Tayyorlanayotgan kukun yarim mahsulotlarga uchuvchi moddalarni, jumladan benzini chiqdrib yuborish maqsadida, kukun yarim mahsulotlar quritish jarayonidan o'tishi kerak, bunda temperatura va vaqt yarim mahsulotlar tarkibidagi aralashgan moddalarning suyuqlanish va parchalanish temperaturasidan kelib chiqqan holda belgilanadi.

Antifriktsion uglerod-grafitli materiallarda yarim kukun mahsulot tarkibida toshko'mir smolasi bor, u 60-70°C temperaturada suyuqlanadi, shuni inobatga olgan holda quritish temperaturasi 45-50°C deb belgilanadi, temperatura unchalik katta bo'lmaganligi bois quritish vaqti 10-15 soat deb belgilanadi. Agar quritish sifatsiz amalga oshirilsa, unda pressslangan uglerod-grafit materiallarini qizdirib pishirish jarayonida past 60-150°C temperaturalarda ajralib chiqayotgan bug'lar materialda darz keltirib chiqaradi.

**8. Pressslash.** Kukun metallurgiyasida ishlab chiqariladigan materiallarga pressslash yo'li bilan shakl beriladi, bunda pressslash bir nechta usullarda amalga

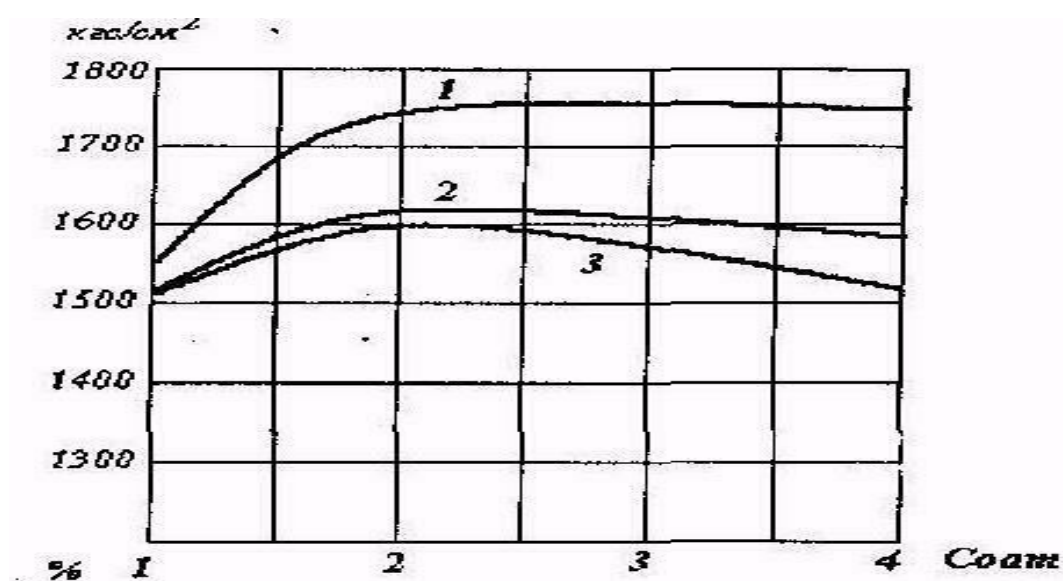
oshirilishi mumkin, ulardan eng oddiy va arzon bo'lgan bu maxsus press-qoliplarda 1 yoki 2 tomonlama presslashdir.

Presslashda materialning o'lchamlari katta ahamiyatga ega, mahsulot o'lchami qancha kichik bo'lsa, uni presslash shuncha oson bo'ladi, negaki presslashda mahsulotning o'lchami katta bo'lsa, presslash bosimi uning barcha hajmiy nuqtalariga bir xil etib bormaydi, natijada bitta detalda har xil zichlik va mexanik xossalar mavjud bo'lib qoladi. Presslash bosimi qancha katta bo'lsa, mexanik xossalar shuncha katta bo'ladi, buni sababi shundan iboratki, presslash bosimi materialdagi g'ovaklikka katta ta'sir ko'rsatadi va u qancha katta qiymatda bo'lsa, g'ovaklik shuncha kam bo'ladi. Lekin bosim miqdori press-qolip, presslash uskunasi va kukun presslanish ko'rsatkichlariga qarab maksimal qiymati belgilanadi.

Antifriksion materiallarni ishlab chiqarishda oddiy presslash amalga oshiriladi, bunda uning bosimi 5-7 t/sm<sup>2</sup> qilib belgilanadi va press-qoliplar shu bosimga uzoq, muddat bardosh beruvchi qilib yasaladi.

**9. Qizdirib pishirish.** Qizdirib pishirish kukun metallurgiya usullarining eng muhim bosqichlaridan biri bo'lib, bunda presslangan yarim mahsulotga fizik-mexanik xossalar beriladi.

Uglerod-grafitli antifriksion materiallar 3 zonali pechlarda pishiriladi, bunday pechlar asosan grafit materialidan yasalgan qizdirish qurilmasiga ega bo'ladi. 3 ta zonadan iborat bo'lgan pech 1-zonasida 400°C, 2-zonasida 700°C, 3-zonasida 1500°C temperaturalarda qizib turadi, natijada pechga joylashtirilgan yarim mahsulot asta-sekin qiziy boshlaydi. Bundan maqsad mahsulotlarni ichki va tashqi darz ketishini oldini olishdan iborat. 2.6-rasmda uglerod-grafitli antifriksion materiallarni pishirish temperatura va pishirish vaqtining davomiyligining uglerod-grafit materialining siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri ko'rsatilgan.



**2.6-rasm. Qizdirib pishirish temperatura va vaqtining materialning mexanik xossasiga ta'siri: 1-1500°C, 2-1800°C, 3-2000°C.**

Qizdirib pishirishda harorat ko'tarilgani bilan uglerod-grafitli materiallarning mustahkamligi pasayadi, buning sababi u 1500-2000°C temperaturalarda material tarkibidagi koks kukunlari grafitlasha boshlaydi va vaqt o'tishi bilan bu jarayon yanada tezlashadi.

Koksning grafitlashishi materialning antifriksion xususiyatini yaxshilaydi va plastikligini oshiradi, plastikligi oshgach, uning mustahkamligi tushadi. 1500°C esa toshko'mir smolasi kokslana boshlaydi va vaqt o'tgach koks miqdori ortib boradi va mustahkamlik oshadi 2,5 - 3 soat vaqt o'tgach mustahkamlikka ta'sir etmay qo'yadi, chunki toshko'mir smolasi batamom koksga o'tib bo'ladi.

***Antifriksion uglerod-grafitli materiallarni mikrostruktura taxlili.*** Antifriksion uglerod-grafitli materiallarni mikrostrukturalarini tekshirishdan maqsad undagi kamchiliklarni aniqlashdan iborat. Uglerod-grafitli materiallarni mikrostrukturasini tadqiqot qilish uchun namuna shliflari tayyorlanadi va metallografik mikroskoplar yordamida 50-2000 martagacha kattalashtirib, uni ichki tuzilishi taxlil qilinadi. Tadqiqot qilish uchun namunalar quyidagi tartibda tayyorlanadi:

1. Antifriksion materialdan kerakli (qo'lda ushlab ishlov berish imkonini beruvchi) o'lchamlarda namuna qirqib yoki sindirib olinadi;

2. Namuna qizdirib eritilgan konifolga solib, g'ovak teshiklari to'lguncha (12-24 soat) shimdirishga qo'yiladi;

3. Konifol shimdirib namuna sovitilgandan keyin, namunaning tanlangan tekis yuzasi jilvir qog'ozlarda oldin katta, keyin ketma-ket kichrayib boruvchi jilvir qog'ozlarda silliqiladi;

4. Namunaning jilvir qog'ozlarda silliqilgan yuzasi baxmal mato o'ralgan diskda xrom uch oksididan sepilib yaltiraguncha silliqiladi;

5. Namunaning yaltiratilgan yuzasi metallografik MIM-7 yoki MMU-3 mikroskopida 200-1500 marta kattalashtirilib strukturasi tekshiriladi.

Strukturani tekshirish natijasida quyidagilarni aniqlash mumkin:

1-namunadagi g'ovakliklar va mikro darzliklar (sariq, konifol rangida bo'ladi) borligini;

2-koks va grafitning aralashganlik darajasi;

3-grafit va koks donachalari o'lchamlari;

4-begona qo'shimcha oksidlar va boshqa kamchiliklar borligi aniqlanadi.

### **Ishni bajarish tartibi:**

Tinglovchi amaliy ishini bajarish uchun antifriksion uglerod-grafitli materialdan 5x20x30 mm o'lchamda mayda tishli arra yordamida shlif uchun namuna kesib oladi. Keyin oldindan elektr qizdirgichda qizdirib eritilgan konifolga namunani pinset yordamida 12 soatga shimdirishga tashlaydi. Shimdirilgan namunani nazariy qismda aytilganidek shlif tayyorlaydi va mikroskop yordamida strukturasi tekshiradi.

Kuzatilgan strukturani fotokamera yordamida rasmini yoki fotosurati mikroskop okulyaridan tushirib olinadi hamda hisobot daftoriga chizib olgandan so'ng materialni ishlab chiqarishdagi texnologiya bosqichda yo'l qo'yilgan kamchiliklarni topib, ularni hisobot daftoriga yozadi.

**Nazorat savollari:**

1. Plastik deformatsiyalanishga qaysi tushunchalarni kiritish mumkin?
2. Qanday yuklanish natijasida toliqish oqibatidagi sinish paydo bo'ladi?
3. Fazalarni qayta kristallanishi qonuniyatlarini tahlil qilishda qanday parametrdan foydalaniladi?
4. Gomogenlovchi (diffuziyali) yumshatish asosan qanday holatdagi qotishmalar uchun qo'llaniladi?
5. Sovutishdagi temperatura o'zgarishi qizdirishdagi teskari faza o'zgarishlari temperturasidan pastroqda joylashishda ro'y beradigan hodisaga nima deyiladi?

### 3-amaliy mashg'ulot: Kukundan tayyorlangan g'ovak materiallarning g'ovakligi va zichligini aniqlash.

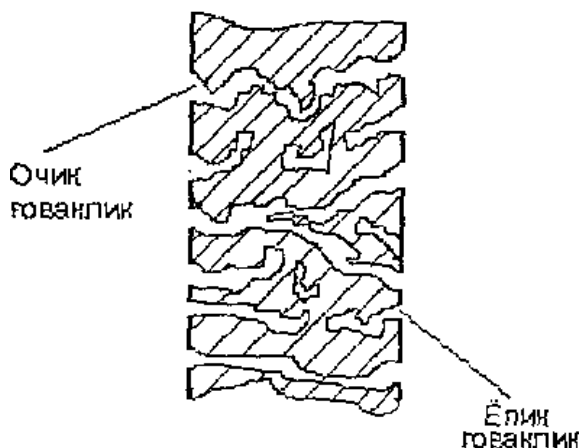
**Ishdan maqsad:** Tinglovchilarni kukun materiallaridan yasaladigan g'ovak materiallar bilan tanishtirish hamda ularning fizikaviy xossalaridan biri bo'lgan g'ovaklik va zichlikni aniqlash usullarini o'rganish.

#### Nazariy ma'lumotlar:

Kukun metallurgiyasi xalq xo'jaligida zarur bo'lgan yangi xossali materiallar ishlab chiqishga imkon berdi, ya'ni quymakorlik usullarida olinib bo'lmaydigan materiallardan biri g'ovak materiallar ishlab chiqarish texnologiyasi yaratildi.

G'ovak materiallarga asosan har xil maqsadlarda qo'llaniladigan filtrlar, o'z o'zini moylovchi ishqalanishga qarshi ishlovchi podshipniklar, tovush so'ndiruvchi, issiqlik o'tkazmaydigan, sovituvchi, ravonlatuvchi va katalizatorlovchi g'ovak materiallar kiradi. G'ovak materiallarning fizikaviy xossalaridan biri, uning g'ovakligi hisoblanadi, materialning g'ovakligi esa, uning zichligidan kelib chiqqan holda aniqlanadi.

Kukundan yasalgan materiallarda g'ovaklik uch xil bo'ladi ochiq, yarim ochiq va yopiq g'ovaklik. 3.1-rasmda ochiq va yopiq g'ovakliklar ko'rsatilgan.



3.1-rasm. G'ovaklik materiallarining turlari.

Agar g'ovaklik teshigi materialning devorini teshib o'tgan bo'lsa, bu g'ovaklik ochiq, g'ovaklik deyiladi. G'ovaklik teshigi devorni teshib o'tmasdan, ichkarida qolsa u yarim ochiq, agar g'ovaklik material ichkarisida bo'lsa u yopiq g'ovaklik deyiladi. Qaysi bir g'ovaklik muhim ekanligi, shu materialning qay maqsadlarda ishlatilishiga bog'liq. Masalan, filtrlovchi materiallarda muhimi ochiq g'ovaklik hisoblanadi, chunki undan filtrlanayotgan modda oqib o'tadi, bunday hollarda yopiq g'ovaklik ishlamaydi, ammo u materialni mexanik xossalarini yomonlashtiradi, shuning uchun uni filtrda bo'lmasligini ta'minlash kerak.

Kukun materiallarni presslash va qizdirib pishirish orqali yaratilgan materiallarning zichligi va g'ovakligi (qattiq qotishmadan tashqari) GOST 18898-83 bo'yicha hisoblanadi va gidrostatik usullar bilan aniqlanadi.

**G'ovaklik va zichlikni hisoblash usuli.** Materialni zichligini aniqlash uchun oldin uni hajmi va massasi topiladi. Xajmini hisoblab beruvchi materialning chiziqli o'lchamlari  $\pm 0,001$  mm aniqlikda shtangensirkul yoki mikrometr yordamida o'lchab topiladi. Materialning massasi havoda 0,01 g aniqlikda laboratoriya tarozisida tortib aniqlanadi. Aniqlangan xajm ( $\text{sm}^3$ ) va massa (g) 3.1-formulaga qo'yilib, materialning zichligi topiladi:

$$\gamma = \frac{m}{V}, (\text{g/sm}^3) \quad (3.1)$$

bu yerda,  $m$ -materialning massasi (g);  $V$ -materialning hajmi ( $\text{g/sm}^3$ ). Hisoblashdagi yo'l qo'yiladigan xatolik 5% dan oshmasligi kerak.

Materialning umumiy g'ovakligi  $P_1$ , (%).  $P_1 = 100 - v$  ga ko'ra hisoblanadi, bunda  $v$  - materialning nisbiy zichligi bo'lib, u (3.2) formuladan aniqlanadi, %.

$$g = \frac{\gamma_z - \gamma}{\gamma_z} \cdot 100, (\%) \quad (3.2)$$

bu yerda,  $\gamma_z$  - quyma namunaning zichligi ( $\text{g/sm}^3$ ).

**G'ovaklik va zichlikni gidrostatik aniqlash usuli.** G'ovaklikni hisoblab topish usulida ochiq va yopiq g'ovakliklar miqdorini aniqlab bo'lmaydi, shu sababli g'ovaklik va zichlikni aniqlashning gidrostatik usuli ishlab chiqilgan. Bu usul havoda va distillangan suvda namunaning massasini aniqlashdan iborat.

G'ovak materiallarni zichligini topish uchun, namuna oldin havoda tortib ko'riladi, keyin uning yuzasidagi teshiklar lak surib yopiladi va havoda hamda distillangan suvda laboratoriya tarozisi yordamida massasi aniqlanadi. Aniqlangan massa bo'yicha  $0,01 \text{ g/sm}^3$  aniqlikda namunaning zichligi (3.3) formula bo'yicha hisoblab topiladi.

$$v = \frac{m_1 - m_2}{\gamma_{\text{suv}}}, (\text{g/sm}^3) \quad (3.3)$$

bu yerda,  $m_1$  va  $m_2$  - namunaning havoda va distillangan suvda aniqlangan massasi (g),  $\gamma_{\text{suv}}$  - distillangan suvning ma'lum temperaturadagi zichligi ( $\text{g/sm}^3$ ). Natijalarni aniqlashdagi xatolik 5% dan oshmasligi kerak.

G'ovak materialdagi ochiq g'ovaklikni aniqlash uchun namuna laboratoriya tarozisida havoda tortiladi. Keyin namuna industrial moyga shimdiriladi (shimdirish 24-50 soatdan kam bo'lmasligi kerak). Shimdirilgan namuna oldin havoda, keyin suvda tortilib massasi aniqlangandan keyin, (3.4) formula bo'yicha ochiq g'ovaklar miqdori aniqlanadi.



$$P_2 = \frac{(m_1 - m_2)\gamma_{\text{суб}}}{(m_1 - m_2)\gamma_{\text{мои}}} \cdot 100, (\%) \quad (3.4)$$

bu yerda,  $\gamma_{\text{ moy}}$  - g'ovak namunaga shimdirilgan moyning zichligi ( $\text{g}/\text{sm}^3$ ). Natijalarni aniqlashdagi xatolik 5% dan oshmasligi kerak.

Namunadagi yopiq g'ovaklik, umumiy va ochiq g'ovakliklar ayirmasidan, formula 3.5 dan hisoblab topiladi:

$$P_3 = P_1 - P_2, (\%) \quad (3.5)$$

### **Ishni bajarish uchun zarur bo'ladigan asbob uskunalar va materiallar:**

Ishni bajarish uchun tinglovchilarga g'ovak material (metallokeramik filtr bo'lakchalari) va xuddi shu o'lchamda g'ovak bo'lmagan namunalar, namunalarni o'lchamini olish uchun shtangentsirkul, laboratoriya tarozisi toshlari bilan birga, tez kuridigan lak 50 g, alohida 200 g kimyoviy stakanda distillangan suv va industrial moy, 200 g keramik stakanda parafin, parafinni eritish uchun elektr qizdirgich va namunani ushlab turish uchun pintset kerak bo'ladi.

### **Ishni bajarish tartibi:**

Xar bir juft tinglovchi o'ziga tegishli namunani olib, uni oldin xisoblash usuli bo'yicha zichligini va g'ovakligini aniqlaydi. Buning uchun tinglovchi namunani laboratoriya tarozisida havoda tortib, massasini aniqlaydi. Keyin shtangentsirkul yordamida namunaning 3 ta o'lchamini aniqlab, ma'lumotlarni 1- jadvalga yozadi.

Aniqlangan ma'lumotlarga asoslanib (3.1) formula yordamida, uning zichligini hisoblab topadi. Xuddi shu yo'l bilan g'ovak bo'lmagan materialning zichligini topiladi va 3.1- jadvalga natijalarni kiritadi.

Jadvalga kiritilgan ma'lumotlarga asoslangan holda, tinglovchi namunaning umumiy g'ovakligi  $P_1$  ni aniqlaydi. Buning uchun (3.2) formuladan namunaning nisbiy zichligi  $\nu$  ni topadi va 3.1- jadvalga kiritadi.

-jadval

### Namunaning xossalari

№	Намуна ўлчамлари, мм	Говак намуналарнинг zichligi, $\text{г}/\text{см}^3$	Куйма намуналарнинг zichligi, $\text{г}/\text{см}^3$	Нисбий zichlik, %	Умумий говаклик, %	Очиқ говаклик, %	Ёпиқ говаклик, %
1	5x5x20	5,55	-	29,56	70,44	57,18	12,82
1a	5x5x20	-	7.89	-	-	-	-
2							
2a							
3							
3a							
4							
4a							

Tinglovchilar o'zlari g'ovak namunalarining zichligi va g'ovakligini **gidrostatik usul** bilan aniqlash uchun, namunani havoda laboratoriya tarozisida tortib, massasini aniqlashadi, keyin namuna yuzasini lak bilan bo'yab quritishga qo'yadi.

Buyalgan namuna yaxshi qurigandan so'ng, uni oldin havoda, keyin distillangan suvda massasini tortib o'lchaydi va 1-jadvalga kiritadi. Aniqlangan natijalarga ko'ra, namunaning zichligini (3.3) formuladan hisoblab, 3.1-jadvalga yoziladi.

G'ovak namunaning ochshq g'ovakligini aniqlash uchun, namuna kizdirib eritilgan parafinga yoki industrial moyga shimdiriladi va yuqorida ko'rsatilgan tartibda g'ovakligi aniqlaydi va natijalarni 1-jadvalga kiritadi.

1

### **Hisobot yozish tartibi:**

Tinglovchilar laboratoriya ishini bajargandan keyin, shu ish bo'yicha hisobot yozadilar. Xisobotda laboratoriya ishining mavzusi, kerakln nazariy ma'lumotlar, formulalar ta'rifi bilan birga, ishni bajarish tartibi, eksperemental aniqlangan va formula bo'yicha topilgan ma'lumotlar 1-jadvali, nazorat savollarga javoblar yozilgan bulishi kerak.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. Kukun metallurgiyasi usullarida qanday xossalarga ega bo'lgan materiallar ishlab chiqiladi?
2. G'ovak materiallarda qanday g'ovakliklar bulishi mumkin?
3. Ishqalanishga qarish materiallarda g'ovaklik kanday vazifani bajaradi?

#### 4-amaliy mashg'ulot: Alyuminiy oksidi asosli keramik asbobsozlik materiallar mikrostrukturasini taxlili.

**Ishdan maqsad:** alyuminiy oksidi asosli keramik materiallarning mikrostrukturalarini tahlil qilish qoidalari va usullarini o'rgatish hamda u orqali keramik materiallarni sifatiga baho berish ilmlarini egallash.

#### Nazariy ma'lumotlar

##### Alyuminiy oksidi asosli asbobsozlik keramik materiallar

Asbobsozlik keramik materiallar asosan kiyin eridigan yukori eyilishga, issikga bardosh yukori kimyaviy turgunlik darajasiga ega bulgan ximyaviy birikmalardan olinadi. Bunday talablarga javob beruvchi moddalarga eng avalo alyuminiy oksidi ( $Al_2O_3$ ), kremniy nitrid ( $Si_3N_4$ ), xamda Si-Me-O-N dan iborat bulgan oksinitridli fazalar kirib, kremniy atomini urnini Ai, Mg, Be, Ti, Zn tabiyatda keng tarkalغان metall atomlari bilan almashtirilgan buladi.

Bunday ximyaviy birikmalardan yasalgan keramik asbobsozlik materiallar oddiy keramik materillardan tozaligi va ishlab chikarish texnologiyasi bilan fark kiladi. Xozirgi paytda asbosozlik keramik materiallar asosan Yaponiya, AKSh, Geramaniya mamlakatlarida keng ishlab chikarilib, ulardan xar xil materiallarga mexanik ishlay berishda, eyilishga chidamli, olovga, issikga, xar xil kimyaviy agressiv muxitga bardosh koplamlar koplashda keng kulanilmokda.

Keramik asbobsozlik materiallari yukori kattiklikga HRA 94-96 ega bulib toblangan pulat materiallarini kata tezlikda yarim toza, toza va nafis mexanik ishlay berishda kulaniladi.

Xozirgi paytda ishlab chikarilayotgan asbobsozlik materiallarning asosiy xossalari, ilab chikarish usuli va tarkibi 4.1-jadvalda keltirilgan.

4.1-jadval.

Alyuminiy oksidi asosli asbobsozlik keramik plastinalarning asosiy xossalari

Ishlab chikarilgan mashxurlik	Markalari	Ishlab chikarish usuli	Sostav	Kattikligi		Egillishdagi mustahkamligi, MPa
				HV, GPa	HRA	
Союзтвердосплав Россия	ЦМ-332	С	$Al_2O_3 + MgO$	—	91	300—350
	ВО-13	СС	»	—	91—92	400
«Фельдмюллер», Германия	ВШ-75	ГП	»	—	91—92	500
	SM56	СС	$Al_2O_3 + ZrO_2$	24	—	550
«Крупн Видиа», Гер «Секо», Франция	SM80	СС	»	20—24	—	440
	SR-30	СС	$Al_2O_3 + ZrO_2$	17,3	—	500—600
«Карл Хертель», Гер «Сандвик Коромант», Швеция	AC5	СС	$Al_2O_3$	21	—	700
	CC620	СС	$Al_2O_3 + ZrO_2$	17	—	480
«Тосиба Тунгалой», Япония	LXA	—	$Al_2O_3$	16,5	—	—
«Сумитомо Электрик», Япония	W80	ГИП	$Al_2O_3$	—	—	700—800
«Ниппон Техникал Керамик», Япония	СХ3	ГИП	»	—	93,5	1110
	С1	С	»	—	93—94	400—500
«Ниппон Тунгстен», Япония	HC1	ГП	»	—	94,5	600—700
	NPС-НГ	ГИП	$Al_2O_3 + ZrO_2$	24	—	—
«Диас», Чехия	XD3	ГП	$Al_2O_3 + ZrO_2$	24	93,2	800
	ДИСАЛ 100	ГП	$Al_2O_3$	24	—	400—500
«Валенайт», АКШ	ДИСАЛ210/220	ГИП	$Al_2O_3 + ZrO_2$	24	—	450—500
	V-34	ГП	$Al_2O_3$	—	94	690
«Кеннаметал», АКШ	V-44	ВС	»	—	93—94	713—775
	KO60	С	»	—	93,5	700—770

#### Alyuminiy oksidi asosli asbobsozlik keramik materiallarni ishlab chikarishdagi xom ashyo

**Alyuminiy oksidi** – Alyuminiy oksidi asosan tabiyatda keng tarkalgan, tarkibida alyuminiy bulgan menerallardan (boksit) olinadi. Tabiyatda alyuminiy oksidining turli kristall madifikatsiya turlari mavjud bulib ular: geksaganla  $\alpha$ , kub  $\beta$ , va noturgun  $\delta$  geksaganal, monoklik  $\theta$  kristall panjaralarga ega. Gidratlangan alyuminiya birikmalariga gidragalit ( $\text{Al}_2(\text{OH})_2$ ), bayerit, kirib ular kuritilganda xar xil modifikatsiyaga ega bulganalyuminiy oksidlarini hosil kiladi [1].

$\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  sof modifikatsiyasi bulmasdan tarkibida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kup foizga ega bulgan murakkab kimyaviy tuzilishga ega bulgan birikma. Uning taxminiy kimyaviy tarkibi  $\text{MeO} \cdot 8 \text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Me}_2\text{O} \cdot 11 \text{Al}_2\text{O}_3$ . bu erda Me-urnida CaO, BaO, ZrO va boshka elementlar bulishi mumkin.

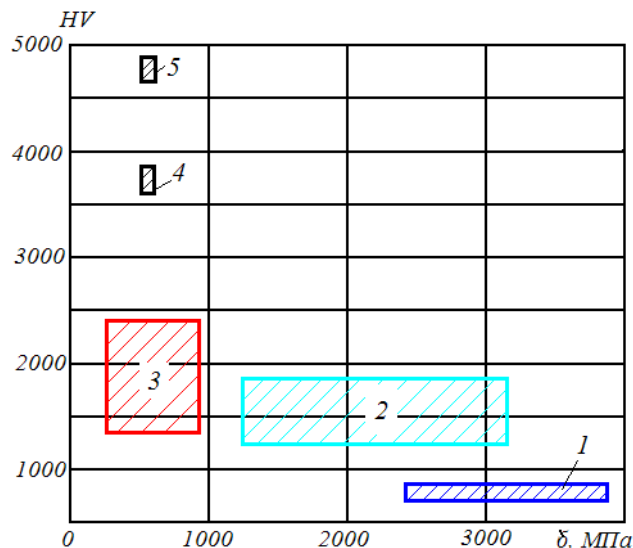
Alyuminiy oksidi baksit tarkibida turli madifikatsiyalardagi bimit, gidragalit va bayerit turdagi mayda dispersli gidraoksid shaklida bulib u unda boshk metallar atomi bilan ximyaviy boglangan xolda buladi. Baksiddagi alyuminiy oksid miqdori 50 dan 100% gacha bulishi mumkin. Xom ashyoning sifatiga karab uni tozalash texnologiyasi nam ishkoriy yoki kurik ishkoriy usullarda olib borilishi mumkin. Nam ishkoriy texnologiya buyicha boksit avtoklavlarda 200-250<sup>0</sup> S temperat, 2,0-2,5 MPa bosim ostida natriy gidrooksidida ishlav berilib suvda eridigan natriy alyuminat olinadi.

Natriy alyuminatning suvdagi eritmasi filtrdan utkazilib barcha kattik va natriy gidraoksidida erimaydigan elementlardan tozalanadi. Tozalangan natriy alyuminat porchalab alyuminiy gidraoksidi chukmasi hosil kilinadi. Chukma ok rangda bulib u yaxshilab yuviladi va 1200<sup>0</sup> S temperaturada kuritiladi[3]. Kuritish natijasida bir xil tarkib va kristal modifikatsiyasiga ega bulgan alyuminiy oksidi hosil buladi.

Bunday usulda olingan xom ashyo tarkibida asosan  $\text{Na}_2\text{O}$  bulib u materilaning mexanik va boshka xossalari yomon tasir kursatadi shuning uchun  $\text{Na}_2\text{O}$  miqdori 0,1% ortmasligi talab etildi[4]. Boksiddan olingan alyuminiy oksid kukun zarachalarining ulchamlari 0,01 mkm tashkil etadi.

**Alyuminiy oksidli asbobsozlik materiallarining asosiy mexanik xossalari**  
Materiallarga mexanik yoki boshka turdagi ishlav berish asbobsozlik materiallarda yukori kattiklik, egilish va sikilishda yukori mustaxkamlikga, yukori temperaturalarda eyilishga bardoshli bulishligini talab etadi.

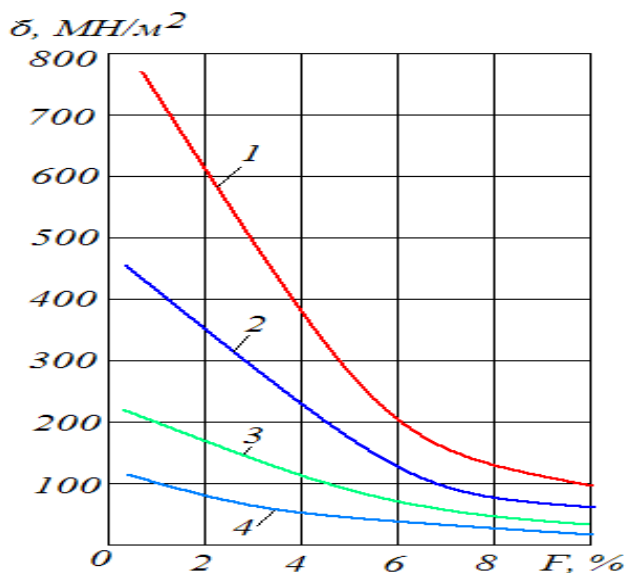
4.1 – rasmda barcha turdagi asbobsozlik materiallarining kattikligi va egilishdagi mustaxkamligi keltirilgan diagramma tasvirlangan bulib materialning kattikligi ortishi bilan mustaxkamlik pasayishini kurish mumkin.



**4.1-rasm. Kattiklik bilan mustaxkamlikni kursatuvchidiagramma:  
1-tezkesar pulatlar; 2-kattik kotishmalar; 3-keamik asbobsozlik materiallar; 4-nitrid bor; 5- olmos.**

Asbobsozlik materiallarda kattiklik xam mustaxkamlik xam kata axamiyatga ega bulib u materialning ekspluatatsiyaga loikatligini belgilab beradi. Alyuminiya oksidini tabiy kattikligini saklab kolgan xolda uni mustaxkamligini oshirish xozirgi kunda asosiy maksadlardan biri bulib uni amalga oshirishning turli usullari mavjud.

Alyuminiy oksidi kukun metallurgiyasi usullarida ishlab chikarilgani uchun uning strukturasiidagi g'ovakliklar mexanik xossalarga keskin tasir kiladi. 4.2-rasmda alyuminiya oksidi asosli keramik materialg g'ovaklikning egilishdagi mustaxkamlikga tasiri kursatilgan.



**4.2-rasm. Material g'ovakligining mustaxkamlikga tasiri;  
1-kukun ulchami 2,2 mkm; 2-3 mkm; 3-20 mkm; 4-30 mkm.**

Diagrammadan kurinib turibdiki g'ovaklik miktori va kukun zarracha ulchami materialning mustaxkamligiga katta ta'sir kursatyabdi. Material g'ovakligini

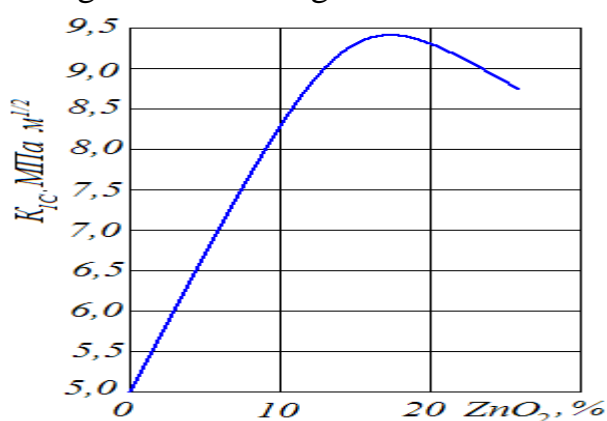
kamaytirishning eng samarali usullaridan biri bu issiklayn presslash, bulib u materialdagi g'ovaklik mikdorini 1% kichik bulgan kiymatlargacha kamaytiradi. Kukun zarrachasining ulchami xomashyoning ishlab chikarish turiga karab uzgarishi mumkin.

Alyuminiy oksid kukunlari kizdirib pishirish jarayonida bir birga birikib donani kattayishiga olib keladigan jarayonga juda moil buladi. Bu esa kanday kukunni bulishligidan kattiy nazar kizdirib pishirilgan material zarrachalari yan bir xil kattalikga olib keladi.

Kukunlarni yiriklashib ketishni oldini olish maksadida Yapon muttaxasislari tamonidan tsirkoniy oksidi bilan legirlash texnologiyasi ishlab chikilgan. TSerkoni oksidi kizdirib pishirish davomida xar bir alyuminiy oksidini kamrab olib uni keskin yiriklashib ketishiga tuskinlik kiladi va mayda donali material olishga imkon beradi.

Alyuminiy oksid asosli materiallarning asosiy kamchiligi bu ularning yukori murtligi bulib, ular mort sinishga juda moil buladilar. Materil murt sinishiga asosiy sabab ulardagi ichki mikrodarzlar bulib ular kichik kuchlanishlar natijasida trans kristall darzlarga birlashadi va materil ekspluatatsiya jarayonida yoki oddiy kichik kuchlar ta'sirida sinadi.

4.3-rasmda tsirkonii oksidining mikdori alyuminiy oksidi asosli materialning darzga bardoshligini uzgarishini kursatuvchi diagramma keltirilgan bulib unda tsirkonii oksid mikdori ortishi materialning darzbardoshligini oshirishi kursatilgan.



#### 4.3-rasm. Serkoniy oksid miqdorining alyuminiy oksidi asosli material darz bardoshlikga tasiri.

Alyuminiy oksidi asosli materiallarning asosiy mexanik xossalaridan eyilishga bardoshligi bulib u undan yasalgan asbob va detallarning ishlash muddatini belgilab beradi.

Materiallarning eyilishga bardoshligi deganda juft bulib bir birida ishkalanib ishlayotgan materialning ma'lum tezlik, bosim va belgilangan vakt ichida kncha xajimda yoki massa birligida materila kamayganlik mikdori bilan belgilanadi. 4.2-jadvalda bazi keramik materiallarning eyilishga bardoshligini keltirilgan.

## Keramik materiallarning eyilishga bardoshligit

<i>Материаллар</i>	<i>Каттиклик HV, ГПа</i>	<i>Ейилиш тезлиги 10—15 см<sup>2</sup>/ (г·см)</i>
Алмазный композит	80	5,55
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	31	3,74
SiC	26,7	152,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,0	42,2
WC—Co	17,1	2,04

Olingan natijalarga kura materialning kattikligi uning eyilishga bardoshligini belgilab bermasligini kursatadi.

Materiallarga mexanik yoki boshka turdagi ishlov berishda asbobsozlik materiallari kattiklikdan tashkari eyilishbardoshligi katta ahamiyatga ega chunki mexanik ishlov berishda ishkalanish sodir buladi u esa ishlayotgan va ishlov berayotgan materialning texda eyilishiga olib keladi.

Eyilishning bir nechta turi bulib, ulardan asosiysi abraziv eyilish va ishkalanib sidirish kiradi. Bu turdagi eyilishlardan kesish jaraenida sidirish eyilishi kuzatiladi.

Alyuminiy oksid asosli materiallarning eyilishga bardoshligini uning mexanik xossalariga boglash anik natijalarni bermadi [5]. Shunig uchun barcha materialshunos olimlar bu muommalani ustida ilmiy ishlar olib boryabdilar.

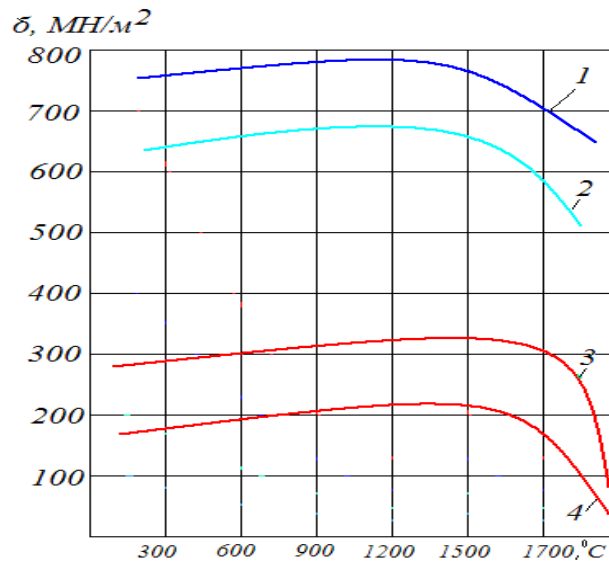
Alyuminiy oksid asosli asbobsozlik materiallarni yaratishda asosan amaliyot konuniga riyo etgan xolda ishlab chikargan makul.

### **Alyuminiy oksidli asbobsozlik materiallarining kimyaviy xossalari**

Alyuminiy oksid asosli materiallarning kimyaviy xossalariga asosan materialning boshka elementlar bilan reaksiyaga kirishuvchaligi kiradi. Aksariyat materiallarni kimyaviy xossalari xarorat kutarilishi bilan susayadi.

Alyuminiy oksid asosli materiallar juda yukori kimyaviy xossalarga ega bulib ular xona, yukori va juda yukori temperaturalargacha shu xossalarni saklab kolishadi.

Asbobsozlik materialning ishchi yuzalariga turli ekspluatatsionn sharoitlarda kata bosim tasirida buladi. Ishchi yuzalarda ishkalanish sodir bulishi natijasida juda kata temperatura ajralib chikadi. Buni natijasida asbobsozlik materiallari ishlov berilayotgan material, atrof muxitdagi xavo yoki boshka gazlar bilan bevosita kimyaviy reaksiyaga kirishishi mumkin. Buni okibatida asbobsozlik materiallarining xossalari uzgarishi mumkin. 4.4-rasmda alyuminiy oksidi asosli materialning kizdirish temperaturs material mustaxkamlikga tasir diagrammasi keltirilgan.



4.4-rasm. Temperaturaning alyuminiy oksid materialining mustaxkamlikga ta'siri: 1-  
kukun ulchami 2,2 mkm; 2-3 mkm; 3-20 mkm; 4-30 mkm.

### Ishni bajarish tartibi

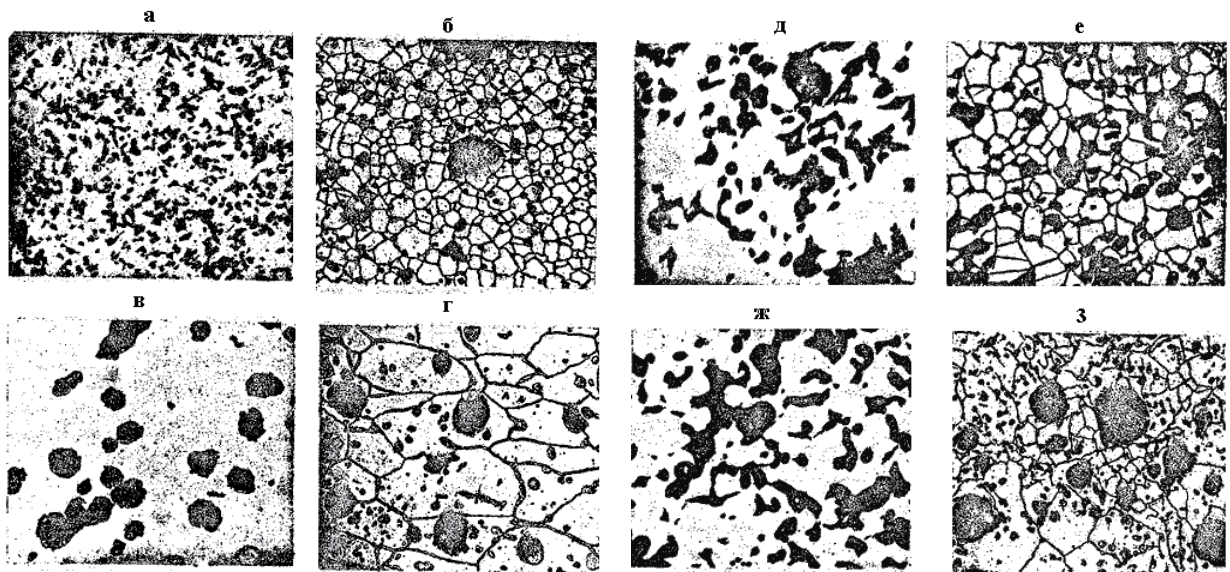
1. Keramik materialdan yuzasi 2 sm<sup>2</sup> dan katta bo'lmagan namuna kesib yoki sindirib olinadi
2. Namunani keyingi dasgoxlarda ishlav berish kulayligini oshirish uchun ular dastalanadi. Namunani ushlash uchun dastalash 4.4-rasmda ko'rsatilgandek amalga oshiriladi. Namunani dastaga maxkamlash uchun 4.2-jadvalda ko'rsatilgan materiallardan birini eritib dasta va namuna tirkichiga kuyiladi. Bunda keramik material nomuna yuzasi dastadan 1,5 – 2 mm chikib turishini ta'minlash kerak.
3. Keramik material namuna yuzasi 33803 modeli vertikal (dovodochnoy) dastgoxda tekislanib 3E881 jirvirlash-polirovkalash dastgoxida yanada silliklanadi
4. Silliklash jarayonida namuna yuzasida sinishlar yoki maydalanishlar bo'lmasligi uchun ularni ustidan bosib turgan bosim 0,6 – 0,8 kgs/sm<sup>2</sup> dan oshmasligini ta'minlash kerak
5. Namunalarni silliklash oldin 3803 modeli jirvrlash dastgoxida cho'yan disk ustiga oldin AM14/28 markali keyin AM/10 markali olmos kukuni etil spirti bilan hosil kilingan supsenzichsi shisha tayokcha yordamida bir tekkis surkazilib silliklash amalga oshiriladi
6. Namuna birinchi va ikkinchi siliklashdan o'tgandan keyin disk ustiga fotobumaga yopishtirilib uni ustiga oldin AM7/5 keyin AM/2 olmos kukuni sepilib o'tkaziladi
7. Ko'shimcha silliklash yana shu diskda ammo AM1/0 markali almos kukunini transformator moyi bilan aralashtirib disk ustiga surkazib amalga oshirladi.
8. Sliklashdan o'tkan namunalarning yuzalari kuzu kabi yaltrok bo'lishi keak, unda chiziklar bo'lmasligi talab etiladi. U MIM7 mikroskopida x100 kattalashtirib tekshiriladi.



9. Keramik namunani yuzasi silliklangandan keyin uni yuzasi maxsus kislotada ishlav beriladi, yaniy ortofosfor kislataning bug'ida 1- - 60 sek davomida ushlab turiladi. bunda keramik materialning donalar chegarasi va materialdagi g'ovakliklar anik ko'rina boshlaydi.

Travit kilishdan oldin mikrostruktura MIM7 mikroskopi yordamda 200 – 1500 marataba kattalashtirib rasmga olinadi, keyin ularni kislotoda travit kilingvandan keyin yana mikroskop yordamda kattalashtirilib rasmga olinadi.

4.5-rasmda magniy oksidi asosida ishlab chikarilgan keramik materialning mikrostrukturasi keltirilgan. a, v, d – rasmlardagi struktura travit kilinmagan va 10 sek davomida - b, 20 sek davomida – g va 60 sek davomida travit kilingan – e, xamda  $MgO \cdot Al_2O_3$  asosli keramikaning mikrostrukturasi travit kilinmagan – j va travit kilingan - z. mikrostruktura tasvirlangan.



4.5-rasm. Oksid magniy asosli keramik materialning mikrostrukturasi

### **Hisobot tayyorlash tartibi**

Amaliy ishni to'liq, bajargach, u buyicha hisobot yozadi. Xisobotda amaliy ishining mavzusi, ishdan kuzlangan maqsad, nazariy kismdogi kerakli ta'riflar, formulalar, grafik va diagrammalar, rasmlar, olingan natijalar, xulosa hamda nazorat savollarga javoblar yozilgan bo'lishi kerak.

## VI. GLOSSARIY

(ma'ruza matnida uchraydigan asosiy tushunchalarning o'zbek va ingliz tillaridagi sharhi)

<b>Termin</b>	<b>O'zbek tilidagi sharhi</b>	<b>Ingliz tilidagi sharhi</b>
<b>Likvidus</b>	Likvidus chizig'idan yuqorida qotishma butkul suyuq holatda bo'ladi.	On a binary phase diagram, the line or boundary separating liquid- and liquid solid-phase regions. For an alloy, the liquidus temperature is the temperature at which a solid phase first forms under conditions of equilibrium cooling.
<b>Ferrit</b>	Uglerodning $\alpha$ - temirga singdirilgan qattiq eritmasi	Ceramic oxide materials composed of both divalent and trivalent cations (e.g., $Fe_2O_3$ and $Fe_3O_4$ ), some of which are ferrimagnetic.
<b>Austenit</b>	Uglerodning $\gamma$ - temirga singdirilgan qattiq eritmasi	Face-centered cubic iron; also iron and steel alloys that have the FCC crystal structure.
<b>Perlit</b>	Tarkibida 0,8 % uglerod mavjud bo'lgan ferrit va tsementitning mexanik aralashmasi	A two-phase microstructure found in some steels and cast irons; it results from the transformation of austenite of eutectoid composition and consists of alternating layers (or lamellae) of $\alpha$ -ferrite and cementite.
<b>Martensit</b>	Uglerodning $\alpha$ - temirdagi o'ta to'yingan singdirilgan qattiq eritmasi	A metastable iron phase supersaturated in carbon that is the product of a diffusionless (athermal) transformation from austenite.
<b>Ammorf struktura</b>	Aniq elementga to'g'ri keladigan atomlarning fazoda noto'g'ri tartibsiz joylashuvi	Having a noncrystalline structure.
<b>Antifriktsion grafit</b>	Juda kichikishqalanish koeffitsientiga ega bo'lgan grafit	A phenomenon observed in some materials (e.g., MnO): complete magnetic moment cancellation occurs as a result of antiparallel coupling of adjacent atoms or ions. The macroscopic solid

		possesses no net magneticmoment.
<b>Allotropiya, poliformizm</b>	Metallarda temperatura ta'sirida kristall panjarasining o'zgarishi	Exhibiting different values of a property in different crystallographic directions.
<b>Izotropiya</b>	Xossalarning har xil yunalishda bir xilligi	Having identical values of a property in all crystallographic directions.
<b>Anizotropiya</b>	Xossalarning turli yo'nalishlarda bir xil emasligi	Exhibiting different values of a property in different crystallographic directions.
<b>Adgeziya</b>	Yuzalari tegib turgan turli jismlarning o'zaro birikib qolishi	substance that bonds together the surfaces of two other materials (termed adherends).
<b>Dislokatsiya</b>	Metallning atomlar siljigan (sirpangan) soxasi bilansiljimagan soxasi orasidagi chegara	A linear crystalline defect around which there is atomic misalignment. Plastic deformation corresponds to the motion of dislocations in response to an applied shear stress. Edge, screw, and mixed dislocations are possible.
<b>Diffuziya</b>	To'yintiruvchi elementlarni detal sirtidan ichkariga kirishi	Mass transport by atomic motion.
<b>"Nanomaterial"</b>	Elementlarni shu o'lchamli zarrachalari asosida olingan material	A composite composed of nanosize particles (i.e., nanoparticles) embedded in matrix material. Nanoparticle types include nanocarbons, nanoclays, and nanocrystals. The most common matrix materials are polymers.
<b>Energetiksig'im ENERGY CONTENT</b>	Ma'lum miqdordagi yonilg'ining energiyasi miqdori.	Amount of energy for a given <i>weight</i> of fuel.
<b>Energiya zichligi ENERGY DENSITY</b>	Yonilg'ining ma'lum hajmi uchun energiya miqdori.	Amount of energy for a given <i>volume</i> of fuel.
<b>Effektivlik EFFICIENCY</b>	Haqiqiy natija bilan nazariy kutilayotgan natijalar nisbati.	The ratio between an actual result and the theoretically possible result.

<b>Atom raqami (Z)</b>	Kimyoviy elementning atom yadrosidagi protonlar soni.	For a chemical element, the number of protons within the atomic nucleus
<b>Bipolyar tranzistor</b>	Elektr signallarni kuchaytiradigan p-r-p yoki	For semiconductors and insulators, the energies that lie between the valence and conduction bands; for intrinsic materials, electrons are forbidden to have energies within this range.
<b>Bronza</b>	Tarkibini asosan mis va qalay tashkil etgan qotishma; bronzalar tarkibida alyuminiy kremniy, nikel va h.k. bo'lishi mumkin.	A copper-rich copper-tin alloy; aluminum, silicon, and nickel bronzes are also possible.
<b>Vakansiya</b>	Odatda kristall panjaradan atom yoki ion chiqib ketgan joy.	A normally occupied lattice site from which an atom or ion is missing.
<b>Valentli elektronlar</b>	Atomlar aro bog'lanishlarni hosil qilishda ishtirok etadigan yuqori energiyali elektronlar	The electrons in the outermost occupied electron shell, which participate in interatomic bonding
<b>Vandervaals bog'lanishlar</b>	Qo'shni dipollar orasida molekulalar aro doimiy yoki hosil qilinadigan ikkilamchi bog'lanishlar.	A secondary interatomic bond between adjacent molecular dipoles that may be permanent or induced.
<b>Vintsimon dislokatsiya</b>	Parallel tekisliklar bir biriga nisbatan spiral hosil qilib siljishi natijasidagi kristallarning chiziqli nuqsoni.	The ratio of the magnitude of an applied shear stress to the velocity gradient that it produces—that is, a measure of a noncrystalline material's resistance to permanent deformation.
<b>Vitrifikatsiya</b>	Uzliksiz matritsani hosil qilib keramik maxsulotni yumshatish jarayonida sovutilishda suyuq fazaning hosil bo'lishi.	During firing of a ceramic body, the formation of a liquid phase that, upon cooling, becomes a glass-bonding matrix.

<p><b>Vodorodli mo'rtlanish</b></p>	<p>Vodorod atomlarini materiallga diffuziya qilishi natijasida metall qotishmalarni to'liq plastikligini yo'qotishi yoki uni pasaishi.</p>	<p>The ratio of the magnitude of an applied shear stress to the velocity gradient that it produces—that is, a measure of a noncrystalline material's resistance to permanent deformation.</p>
<p><b>Degradatsiya (destruktsiya)</b></p>	<p>Polimer materiallarni emirilish jarayonini ifodalaydigan termin.</p>	<p>Used to denote the deteriorative processes that occur with polymeric materials, including swelling, dissolution, and chain scission.</p>
<p><b>Deformatsion puxtalanish</b></p>	<p>Rekristallanish haroratidan past haroratda plastik deformatsiyalash natijasida yumshoq materiallarni mustaxkamligi va bikrligini oshirish</p>	<p>The quantity of mass diffusing through and perpendicular to a unit cross-sectional area of material per unit time.</p>
<p><b>Dipol (elektrik)</b></p>	<p>Bir biridan katta bo'lmagan oraliqda joylashgan, qarama qarshi znakli teng elektr zaryadlar juftligi.</p>	<p>A pair of equal and opposite electrical charges separated by a small distance.</p>
<p><b>Dislokatsiya</b></p>	<p>Atomlarni tartibli joylashishi bo'lmagan kristalldagi chiziqli nuqson. Plastik deformatsiya bu dislokatsiyalarni ta'sir etuvchi kuchlanishlar natijasida siljishi. Dislokatsiyalar chekkali, vintsimon va aralashma bo'lishi mumkin.</p>	<p>A linear crystalline defect around which there is atomic misalignment. Plastic deformation corresponds to the motion of dislocations in response to an applied shear stress. Edge, screw, and mixed dislocations are possible.</p>
<p><b>Difraktsiya (rentgen nurlari)</b></p>	<p>Kristall atomlarini rentgen nurlarioqimini interferentsiyasi</p>	<p>Constructive interference of x-ray beams scattered by atoms of a crystal.</p>
<p><b>Dielektrik</b></p>	<p>Elektrizolyatsiyalovchi materiallar guruhiga tegishli har qanday modda.</p>	<p>Any material that is electrically insulating.</p>

<p><b>Dopishlash</b></p> <p><b>Atom raqami (Z)</b></p> <p><b>Bipolyar tranzistor</b></p>	<p>Bu yarim o'tqazgichlarga chegaralangan miqdorda maqsadli ravishda donor va aktseptorli legirlovchi qo'shimchalarni kiritish.</p> <p>Kimyoviy elementning atom yadrosidagi protonlar soni.</p> <p>Elektr signallarni kuchaytiradigan p-r-p yoki</p>	<p>The quantity of mass diffusing through and perpendicular to a unit cross-sectional area of material per unit time.</p> <p>For a chemical element, the number of protons within the atomic nucleus</p> <p>For semiconductors and insulators, the energies that lie between the valence and conduction bands; for intrinsic materials, electrons are forbidden to have energies within this range.</p>
<p><b>Bronza</b></p> <p><b>Vakansiya</b></p> <p><b>Valentli elektronlar</b></p>	<p>Tarkibini asosan mis va qalay tashkil etgan qotishma; bronzalar tarkibida alyuminiy kremniy, nikel va h.k. bo'lishi mumkin.</p> <p>Odatda kristall panjaradan atom yoki ion chiqib ketgan joy.</p> <p>Atomlar aro bog'lanishlarni hosil qilishda ishtirok etadigan yuqori energiyali elektronlar</p>	<p>A copper-rich copper-tin alloy; aluminum, silicon, and nickel bronzes are also possible.</p> <p>A normally occupied lattice site from which an atom or ion is missing.</p> <p>The electrons in the outermost occupied electron shell, which participate in interatomic bonding</p>
<p><b>Vandervaals bog'lanishlar</b></p>	<p>Qo'shni dipollar orasida molekularlar aro doimiy yoki hosil qilinadigan ikkilamchi bog'lanishlar.</p>	<p>A secondary interatomic bond between adjacent molecular dipoles that may be permanent or induced.</p>

## VII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Inagaki & Kang, Materials Science and Engineering of Carbon: Fundamentals, 2nd Edition, Elsevier 2014.
2. Callister William D., Materials science and engineering, Wiley and Sons UK, 2015.
3. T Fischer, Materials Science for Engineering Students, 1st Edition, Elsevier 2008.
4. Mirboboev V.A. Konstruktsion materillar texnologiyasi, Darslik. -T.: O'qituvchi, 2004y.
5. S.A. Stepanchuk. Yangi materiallar texnologiyasi (rus tilida) M.: Materialshunoslik nashiryoti, 2002.
6. Norxudjaev F. R. Materialshunoslik, Darslik.-T.: Fan va texnologiya, 2014y.
7. I. Nosir Materialshunoslik, Darslik. – T.: O'zbekiston, 2002y.

### Internet saytlari

8. <http://www.Ziyonet.uz>
9. <http://www.Ref.uz>
10. <http://www.TDTU.uz>
11. [www.gov.uz](http://www.gov.uz) – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
12. [www.lex.uz](http://www.lex.uz) O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.