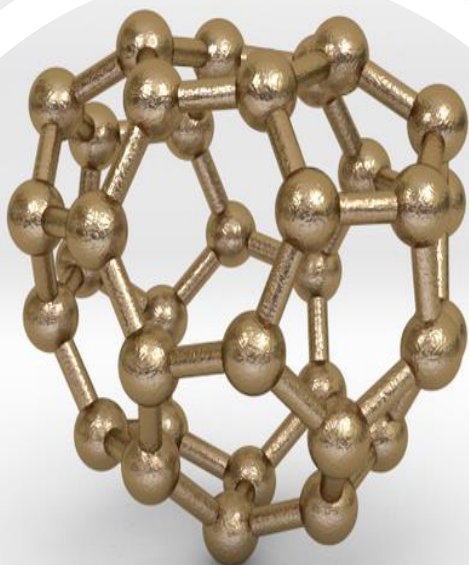


**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA
ULARNING MALAKASINI OSHIRISH
TARMOQ MARKAZI**



**MATERIALSHUNOSLIK VA
METALLAR
TEXNOLOGIYALARI**

**MATERIALSHUNOSLIKDA
YANGI ZAMONAVIY
MATERIALLAR Olish
TEXNOLOGIYALARI**

¹
Toshkent – 2025

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024 yil 27-dekabrda 485-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dasturi va o'quv rejasiga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchilar: "Materialshunoslik" kafedrasida professori, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent A.X. Rasulov

Taqrizchi: PhD injenering A.I. Abidov - "TMK" AJ direktorining innovatsiya va ilmiy ishlar bo'yicha o'rinbosari

O'quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2024 yil 27-noyabrda 3-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

MUNDARIJA

I.	Ishchi dasturi.....	4
II.	Nazariy mashg‘ulotlar mazmuni.....	7
III.	Amaliy mashg‘ulotlar mazmuni.....	7
IV.	Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari.....	11
V.	Nazariy materiallar.....	13
VI.	Amaliy mashg‘ulotlarning materiallari.....	92
VII.	Keys banki.....	130
VIII	Ta’lim jarayonida zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish va ilg‘or xorijiy tajribalar.....	134
IX	Glossariy.....	146
X	Adabiyotlar ro‘yxati.....	151

I. ISHCHI DASTURI

Kirish

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-son 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. Dastur mazmuni oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari vaqonunchilik 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.

«Materialshunoslikda yangi zamonaviy materiallar olish texnologiyalari» modulidan ishchi o'quv dasturi materiallarning tuzilishi, strukturasi, xossasi, ishlatilishi, markalanishi va bu kattaliklarning o'zaro aloqasini hamda ularning turli ta'sirlar natijasida o'zgarish qonuniyatlari bilan bog'liq bo'lgan bilimlarni va yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar haqida ma'lumotlarni qamrab olgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

Modulning maqsadi – tinglovchilarga turli sohalarda qo'llaniladigan va qo'llanilishi rejalashtirilgan materiallarning turlari, tuzilishi, strukturasi, xossasi, markalanishi va metall kukunlarini olish usullari va ulardan buyumlar yasash, ularga termik, kimyoviy – termik va boshqa ishlov berish usullari, yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakani shakllantirishdir.

Modulning vazifasi - tinglovchilarda materiallarning tuzilishi, strukturasi, xossasi, ishlatilishi va markalanishi hamda bu kattaliklarning o'zaro aloqasi, ularni turli ta'sirlar natijasida o'zgarish qonuniyatlari bilan bog'liq bo'lgan bilimlarni hosil qilish hamda yangi materiallar va texnologiyalar haqida ma'lumotlar berishdir.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetenstiyalariga qo'yiladigan talablari

«Materialshunoslikda yangi zamonaviy materiallar olish texnologiyalari» modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- fanning dolzarb muammolari;
- materialshunoslik fanining rivojlanish tendensiyasi;
- materiallarning nazariy va amaliy mustahkamligi;
- metall kukunlarini olish usullari;
- metall va qotishmalar;
- yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar haqida **bilimlarga ega bo'lishi lozim.**

Tinglovchi:

- materiallardan foydalana olish;
- materiallarni fizik, kimyoviy, mexanik, texnologik va ekspluatatsion xossalarini tahlil qilish;
- materiallarni tadqiqot qilish usullaridan foydalanish;
- yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar hamda qotishmalarni tahlil qilish **ko'nikma va malakalariga ega bo'lishi zarur.**

Tinglovchi:

- metall va qotishmalarni olish jarayoni asoslarini bilishi va ulardan foydalana olishi;
- mashinasozlik sohaslarida ishlatiladigan detal va buyumlar va boshqalar uchun materiallar tanlash;
- mashinasozlik sohalari va boshqalar uchun yangi va zamonaviy materiallar tanlab olish **kompetenstiyalariga ega bo'lishi lozim.**

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Materialshunoslikda yangi zamonaviy 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 darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda bliz-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.

«Materialshunoslikda yangi zamonaviy materiallar olish texnologiyalari» moduli o'quv rejadagi quyidagi fanlar bilan bog'liq: “Materiallarni ilg'or tadqiqot usullari”, “Materialshunoslikning fundamental asoslari”, “Ta'lim jarayoniga raqamli

texnologiyalarni joriy etishi” va «Innovasiya va ilmiy tadqiqotlar natijalarini tijoratlashtirish».

Modulning oliy ta’limdagi o’rni

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

«Materialshunoslikda yangi zamonaviy 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.	Yangi materiallar yaratishning zarurligi. Turli xildagi materiallar, zamonaviy maxsus materiallar (advanced), ularning yuqori texnologiyali (high-tech)soxalarda q’llash uchun yaratilishi, yarimo’tkazgichlar, nanotexnologiyalarda ishlatiluvchi “aqli” (smart) material va moddalarni o’rganish.	8	2	4	2
2.	Metall kukunlarni olishning zamonaviy usullari. Nanotexnologiyalar. Nanomateriallarni olish usullari. Nanotexnologiya asosida ishlab chiqarladigan mahsulotlar.	10	2	4	4
3.	Kukun metallurgiyasi usulida resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi. Materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar. Kukun metallurgiyasi usulida olingan materiallar. Tadqiq qilish va sinashda qo’llaniladigan pribor va jixozlar haqida dastlabki ma’lumotlar. Zamonaviy pribor va jixozlarning tuzilishi.	12	2	4	6
	Jami:	30	6	12	12

II. NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Yangi materiallar yaratishning zarurligi(2 soat).

Yangi materiallar yaratishning zarurligi. Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar. Zamonaviy *maxsus materiallar* (advanced), ular *yuqori texnologiyali* (high-tech) soxalarda qo'llash uchun olimlar tomonidan yaratilganligi. Nanotexnologiyalarda ishlatiluvchi "*aqlli*" (smart) material va moddalar. Xotiraga ega bo'lgan zamonaviy materiallar. Qattiq qotishmalar.

2-mavzu: Metall kukunlarni olishning zamonaviy usullari.

Nanotexnologiyalar(2 soat).

Metall kukunlarni olishning zamonaviy usullari. Nanotexnologiyalar. Metall kukunlarining olinish usuliga ko'ra o'lchamlari va granulometrik tarkibi. Kukunlarning xossalari.

Kukun metallurgiyasini paydo bo'lishi va rivojlanish tarixi. Mamlakatimizda hozirgi vaqtda kukun materiallarini ishlab chiqarish va olish texnologiyalari yo'nalishida amalga oshirilayotgan ishlar.

"Nanotexnologiya" terminining birinchi marta yapon olimi N. Tanituchi tomonidan 1974 yilda ishlatilishi. Nanomateriallar – bular moddalar va moddalar kompozistiyasi. Nanomateriallarni olish usullari. Nanotexnologiya asosida ishlab chiqariladigan mahsulotlar.

3-mavzu: Kukun metallurgiyasi usulida resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi. Materialshunoslikda ishlatiladigan pribor va jixozlari (2 soat).

Kukun metallurgiyasi usulida buyum va detallarlar olish. Zamonaviy material va buyumlarni tadqiq qilish va sifatini nazorat qilish. Legirlovchi elementlar. Legirlovchi elementlarning qotishma xossalari ta'siri.

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

Metall va qotishma kukunlarini qattiq va suyuq fazali qizdirib pishirish texnologiyalari. Zangbardosh, olovbardosh va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan detallarni alyuminiy qirindilaridan tayyorlash texnologiyalari.

Tadqiq qilish va sinashda qo'llaniladigan pribor va jixozlar haqida dastlabki ma'lumotlar. Zamonaviy pribor va jixozlarning tuzilishi.

III. AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy *maxsus materiallar* (advanced) (2 soat).

Yangi zamonaviy funkstional materiallar va qotishmalarning tuzilishini o'rganish. Qattiq jismlar ya'ni metallar, keramika va polimerlarni o'rganish. Moddaning atomlar tarkibi va kimyoviy tuzilishi. Ikki yoki uchta guruxga ta'luqli materiallar tarkibida kompozitlar mavjudligi. Turli xildagi materiallar, zamonaviy *maxsus materiallar* (advanced), ularning *yuqori texnologiyali* (high-tech)soxalarda qo'llash uchun yaratilishi, yarimo'tkazgichlar, biologik materiallar, nanotexnologiyalarda ishlatiluvchi "*aqlli*" (smart) material va moddalarni o'rganish.

2- amaliy mashg'ulot: Kukun metallurgiyasi usulida uglerod asosli materiallar olish (2 soat).

Kukun metallurgiyasi usulida olingan materiallar. Kukun metallurgiyasi usulida uglerod asosli materiallar olish. Kukunlarning xossalari.

3- amaliy mashg'ulot: Kukun metallurgiyasi usulida og'ir (yuqori harorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallarlar uchun materiallar olish(2 soat).

Kukun metallurgiyasi usulida og'ir (yuqori harorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallarlar olish. Fazasi o'zgaruvchan materiallar.

4-amaliy mashg'ulot: Metall oksidlarini qayta tiklash kimyoviy texnologik jarayonlarda moddalar miqdorini aniqlash (2 soat).

Metal oksidlarini qayta tiklab kukun ishlab chiqarish 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. 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. 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.

5-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy jixozlarni o'rganish(2 soat).

Materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar. Ular haqida dastlabki ma'lumotlar. Zamonaviy pribor va jixozlarning tuzilishi va ishlash prinsiplari bilan tanishish.

6-amaliy mashg'ulot: «Olmaliq kon-metallurgiya kombinati («OKMK» AJ) qoshidagi “Nodir metallar va qattiq qotishmalar” ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi sharoitida molibden rudalari chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasi bilan tanishish(2 soat).

Bugunhi kunda tabiiy zahiralarning tugashi va texnogen ifloslanish darajasi barcha ruxsat etilgan me'yorlardan oshib ketmoqda. Ayniqsa ishlab chiqarish korxonalari joylashgan hududlarda ekologiya yomonlashuvi aholi salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shu sababli, sanoat chiqindilari tarkibidagi murakkab qimmatbaho komponentlarni aniqlash, texnogen chiqindilarni qayta ishlash uchun energiya tejamlor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish zarurati mavjud.

KO'CHMA MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

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

1-ko'chma mashg'ulot (2 soat): Yangi zamonaviy funkstional materiallar va qotishmalardan hamda po'latlardan tayyorlangan namunalarni "Materialshunoslik" kafedrası laboratoriya bazasida mavjud bo'lgan Modeli Oxion Inverso OX 2653-PLM bo'lgan Invertirovalli metallografik mikroskop yordamida o'rganish.

2-ko'chma mashg'ulot (4 soat): "Materialshunoslik" kafedrası laboratoriya bazasida mavjud bo'lgan AL-27MINI Modeli rentgenli difraktometr yordamida kukun materiallarni tarkibini tahlil qilish.

Metall kukunlarni olish usuliga ko'ra o'lchamlari va granulometrik tarkibini kafedrada laboratoriya bazasida mavjud bo'lgan optik mikraskoplar yordamida o'rganish.

3-ko'chma mashg'ulot (6 soat): "Materialshunoslik" kafedrası laboratoriya bazasida mavjud bo'lgan materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar bilan yaqindan tanishish. Modeli iScope IS.1053-PLMi bo'lgan videokamera, dasturlash ta'minoti va komp'yuterga ega bo'lgan metallografik raqamli mikroskopning tuzilishini va uni ishlatishni o'rganish. Modeli Oxion Inverso OX 2653-PLM bo'lgan Invertirovalli metallografik mikroskopining tuzilishini va uni ishlatishni o'rganish.

TUD 500 modeli ul'tratovushli defektoskopni, yuqori temperaturali MUFEL PECHNI "THERMNEVO" PECHNI STA-1700 termik pechlari, TIME 2190 modeli ul'tratovushli qalinlik o'lchagichni, THBRV modeli Brinell, Rokvell va Vickers shkalasi bo'yicha universal qattqlik o'lchagichni va TIME 3000 modeli shlifovkalash-polirovkalash mashinasini o'rganish.

TA'LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv materiali 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 guruxlarda 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 guruhlarora shaklga bo‘lish mumkin.

Bir turdagi guruhli ish o‘quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

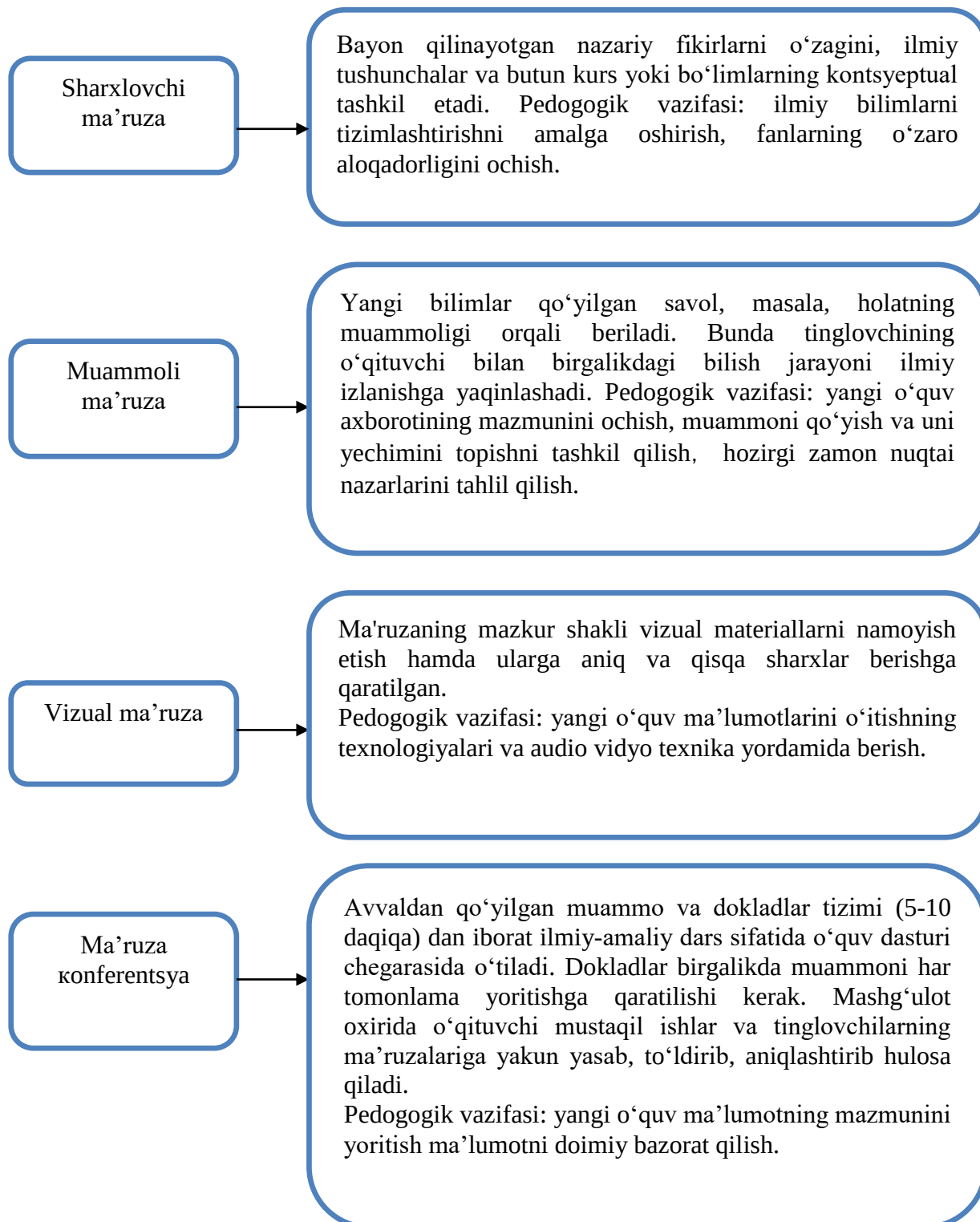
Tabaqalashgan guruhli ish guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

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

IV. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL

TA'LIM METODLARI

Ma'ruza mashg'ulotini tashkil etishning shakl va xususiyatlari



“AQLIY HUJUM” METODI

“AQLIY XUJUM” METODI – G‘oyalarni generatsiya qilish usuli. Qatnashchilar birlashgan xolda qiyin muammoni yechishga shuningdek, o‘qituvchi tomonidan berilgan muammoli savollarga javob berishga xarakat qiladilar. O‘z shaxsiy g‘oya va fikrlarini ilgari suradilar.

“Aqliy hujum” metodi uchun savollar

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

FSMU texnologiyasi

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o‘zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma’ruza mashg‘ulotlarida, mustahkamlashda, o‘tilgan mavzuni so‘rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg‘ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Metodining o‘quv jarayoniga tatbiq etilishi

“FSMU” metodi uchun keltirilgan fikr

Fikr: Martensit 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.

“Kichik guruhlarda ishlash” metodi

Ushbu metod ta’lim oluvchilarni faollashtirish maqsadida ularni kichik guruhlariga ajratgan holda o‘quv materialini o‘rganish yoki berilgan topshiriqni bajarishga qaratilgan. Metod qo‘llanilganda ta’lim oluvchi kichik guruhlarda ishlab, o‘z fikrlarini ifoda etishi, bir-biridan o‘rganishi, turli nuqtai nazarlarini inobatga olish imkoniga ega bo‘ladi. Murabbiy tomonidan vaqt belgilanadi. Ta’lim beruvchi tomonidan bir vaqtning o‘zida barcha ta’lim oluvchilarni mavzuga jalb eta oladi va baholaydi. Amaliy mashg‘ulotlarni o‘zlashtirish davrida “Kichik guruhlarda ishlash” metodidan foydalaniladi. Guruhni kichik guruhlariga ajratib, mavzu yuzasidan topshiriqlar beriladi. Guruhlar belgilangan vaqt oralig‘ida topshiriqlarni bajaradilar va qog‘ozga yozadilar. Belgilangan vaqt tugagandan so‘ng, bajarilgan vazifalar guruh vakili tomonidan taqdimot qilinadi. Har bir taqdimotchi ta’lim beruvchi va tinglovchilar tomonidan baholanib boriladi. Barcha taqdimotdan so‘ng muhokama bo‘lib o‘tadi.

V. NAZARIY MATERIALLAR

1-mavzu: Yangi materiallar yaratishning zarurligi.

Reja:

1. Yangi materiallar yaratishning zarurligi.
2. Zamonaviy *maxsus materiallar* (advanced), ular *yuqori texnologiyali* (high-tech) soxalarda qo'llash uchun olimlar tomonidan yaratilganligi.
3. Zamonaviy materiallarning tuzilishi va xossalari.
4. Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar.

Tayanch so'zlar: *Yangi zamonaviy materiallar, maxsus materiallar, keramika, polimerlar, kompozitlar, bog'lanishlar, kimyoviy bog'lanishlar, qotishmalar, yuqori texnologiyalar.*

1.1. Yangi materiallar yaratishning zarurligi.

So'nggi yillarda materialshunoslik va materiallarni qo'llash texnologiyasi sohalaridagi erishilgan katta yutuqlarga qaramasdan hali xam yanada tugal va ixtisoslashgan materiallarni yaratish, bundan tashqari bunday materiallarni ishlab chiqarish va ularning tashqi muhitga ta'siri orasidagi bog'liqlikni baholash zaruriyati saqlanib qolmoqda. Shu sababli ushbu savol yuzasidan sohadagi mavjud yangiliklarni ta'riflash uchun bir qancha fikrlarni keltirib o'tish zarur.

Yadro energetikasi kelajak uchun katta va'dalar bermoqda ammo bu yerda barcha bosqichlarda zarur yangi materiallarni ishlab chiqarish bilan bog'liq ko'p sonli kamchiliklar mavjudligicha qolmoqda bularga misol tariqasida radioaktiv chiqindilarni saqlash, reaktordagi yonilg'i joylash tizimlarini keltirish mumkin. Energiya bo'yicha katta xarajatlar uni tashish bilan bog'liq. Tashuvchi uskunalar (avtomobillar, samolyotlar, poezdlar va boshqalar) vaznini kamaytirish, dvigatel ishlaganda haroratnig oshishi energiya iste'molining oshishiga xizmat qiladi. Buning uchun yuqori harorat muhitida ishlay oladigan materiallarga tenglashuvchi yuqori kuchli yengil muxandislik materiallarini yaratish talab etiladi. Umume'tirof etilgan yangi iqtisodiy asoslarga ega energiya manbalari bundan tashqari foydalanishda yanada samarali man'balar mavjud. Shubxasiz kerakli xususiyatlarga ega materiallar ushbu yo'nalishni rivojlantirishda katta o'rin egallaydi. Masalan, quyosh energiyasini

elektr tokiga to'g'ri o'zgartirish imkoniyati namoyish etilgan edi. Hozirgi vaqtda quyosh batareyalari murakkab va qimmat uskuna hisoblanadi. Shubxasiz quyosh energiyasidan foydalanish uchun yanada samaraliroq, nisbatan arzon yangi texnologik materiallar yaratilishi zarur. Energiyani o'zgartirish texnologiyasidagi yana bir yaxshi na'muna bo'lib vodorod yonilg'ili elementlar xizmat qiladi. Bundan tashqari ularning foydali tomoni tashqi muhitni ifloslantirmaydi. Hozirgi vaqtda ushbu texnologiyalar elektron qurilmalarda ishlatilishi asta sekin boshlanmoqda. Istiqbolda bunday elementlar avtomobillarning kuchlanish uskunalarida qo'llanilishi mumkin. Yanada yaxshiroq yoqilg'i elementlari yaratish uchun yangi materiallar zarur, vodorod ishlab chiqarish uchun esa yangi katalizatorlar kerak. Tashqi muhit sifatining talab etilayotgan darajada tutib turilishi uchun suv va havoning tarkibi doimo nazorat qilinishi kerak. Ifloslanish darajasini nazorat qilish uchun turli materiallardan foydalaniladi. Bundan tashqari tashqi muhit ifloslanishini kamaytirish maqsadida materiallarni tozalash va qayta ishlash usullarini yanada rivojlantirish zarur. Foydali qazilmalarni qazib olishda tabiatga, insoniyatga kamroq zarar etkazish va chiqindilar chiqarishni kamaytirish masalasini olg'a surish zarur. Ayrim materiallarni ishlab chiqarishda zaxarli moddalar ajralib chiqishini buning natijasida ekologiyaga bunday chiqindilarni chiqarishdan etadigan zararni xam xisobga olishimiz kerak. Biz tomondan foydalanilayotgan ko'pgina materiallar qayta tiklanmas resurslar, to'ldirib bo'lmaydigan manba'lardan olinadi. Masalan polimerlarga va ayrim metallarga birlamchi xomashyo sifatida neft ishlatiladi. Ushbu zaxiralar asta sekin tugamoqda. Bundan quyidagi ehtiyojlar yuzaga keladi:

1. Ushbu manba'larning yangi zaxiralarini topish;
2. Atrof muhitga kamroq zarar etkazuvchi mavjud tarkibli materiallarni o'rnini bosuvchi yangi materiallarni yaratish;
3. Qayta ishlash jarayoni rolini kuchaytirish va aloxida qayta ishlashning yangi tizimlarini yaratish.

Buning natijasida nafaqat ishlab chiqarishni iqtisodiy baholash balki ekologik omillarning eng asosiysi materialning hayotiy davomiyligini "beshikdan to qabrgacha" va butun ishlab chiqarish jarayonini aniqlash lozim.

1.2. Zamonaviy maxsus materiallar (advanced), ular yuqori texnologiyali (high-tech) soxalarda qo'llash uchun olimlar tomonidan yaratilganligi.

Qattiq jismlar odatda uchta asosiy guruxga bo'linadi. Bular metallar, keramika va polimerlar. Bunday bo'linish moddaning atomlar tarkibi va kimyoviy tuzilishiga asoslanadi. Ko'pgina materiallarni u yoki bu guruxga birday kiritish mumkin. Bundan tashqari keltirilgan ikki yoki uchta guruxga ta'luqli materiallar tarkibida kompozitlar mavjudligini xam aytib o'tish lozim. Quyida turli xildagi materiallar xaqida qisqacha ma'lumot va ularning solishtirma tasniflari keltirilgan.

Materiallarning yana bir turi zamonaviy *maxsus materiallar (advanced)* bo'lib, ular *yuqori texnologiyali (high-tech)* soxalarda qo'llash uchun yaratiladi bularga yarimo'tkazgichlar, biologik materiallar, nanotexnologiyalarda ishlatiluvchi “*aqlli*” (**smart**) material va moddalar kiradi.

Materiallar ishlatilishida aniqlanuvchi olti xil turli sinflar mavjud: **mexanik, elektrik, issiqlik, magnit, optik** va **yomonlashish**.

- Materialshunoslikning yana bir jixati material tuzilishi va xossalari orasidagi munosabatlarni o'rganish xisoblanadi. Bu tarkibga ko'ra material ayrim ichki moddalardan tashkil topgan. Shu nuqtai nazardan elementlar **subatom, atom, mikroskopik** va **makroskopik o'lchamlar** (kengaytirish bilan) ni o'z ichiga oladi.
- Materiallardan foydalanish, qayta ishlash va ularning dizayniga ko'ra ularni o'rganishning to'rtta elementi mavjud bular – qayta ishlash, tarkib, tuzilish va material xarakteristikasi. Materialning ishchi xarakteristikalari uning xossalariga va o'z o'rnida uning tuzilishiga xam bog'liq; bundan tashqari tarkib materialning qanday qayta ishlanishi orqali aniqlanadi.

• Xizmat qilish shartlariga ko'ra material tanlashda duch keladigan uchta asosiy mezonlar mavjud. Ishlatilish jarayonida xar qanday material xossalarining yomonlashishi, iqtisod yoki qism qiymati.

- Kimyo va atom tuzilishiga ko'ra materiallar uchta asosiy toifaga bo'linadi: **metallar** (metall elementlar), **keramika** (metall va nometall elementlar orasidagi bog'liqlik) va **polimerlar** (uglerod, vodorod va boshqa nometall elementlar orasidagi bog'liqlik). Bundan tashqari kompozition materiallar kamida ikkita toifadan iborat

materiallardan tashkil topgan.

- Materiallarning yana bir toifasi yuqori texnologik dasturlarda foydalaniluvchi **ilg'or materiallardir**, bularga **yarimo'tkazgichlar** (o'tkazgich va izolyator orasidagi elektr o'tkazuvchanlikka ega), **biomateriallar** (tana to'qimalari bilan mos bo'lishi kerak), **aqilli materiallar** (avvaldan belgilangan usullar yordamida atrof muxit o'zgarishlarini xis qiluvchi va munosabat bildiruvchi) va **nanomateriallar** (ayrimlari atom molekulyar darajada ishlab chiqilgan va nanometr tarkibiy xususiyatlariga ega bo'lgan) kiradi.

1.3. Zamonaviy materiallarning tuzilishi va xossalari

Materiallar bizning xayotimizda ko'pchilik o'ylagandan ko'ra chuqurroq o'rin egallaydi. Kundalik xayotimizdagi zarur elementlar transport, uy-joy, aloqa vositalari, oziq ovqat ishlab chiqarish bularning barchasi u yoki bu darajada kerakli materiallarni tanlashga bog'liq. Tarixdan ma'lumki jamoatchilikning yuksalishi va rivojlanishi insonlarning mavjud talablarini qondirish uchun materiallarni ishlab chiqarish va qayta ishlash bilan bog'liq. Avvalgi davrlar xattoki insonlar ishlatishni o'rgangan materiallar nomlari bilan nomlangan – tosh davri, bronza davri, temir davri¹.

Insoniyat paydo bo'lishining erta davrlarida insonlar juda kam sonli materiallardan foydalanganlar. Bular tabiatda mavjud ta'biy materiallar edi – toshlar, daraxt, loy, hayvon terisi va boshqalar. Vaqt o'tib odamlar tab'iy maxsulotlarni o'rnini bosuvchi materiallarni ishlab chiqarishni o'rgandilar. Bular keramika va turli metallar ya'ni yangi materiallar edi. Keyinchalik aniqlanishicha materiallarning tarkibida termik ishlash natijasida yoki turli qo'shimchalar qo'shilishi natijasida o'zgarish yuzaga kelar ekan. U vaqtlarda materiallar juda kam miqdorda ishlatilish maqsadi va ularning sifatiga ko'ra aniqlangan. Olimlarning ta'kidlashicha tarkibiy elementlar va material tashkil etuvchilar orasida bog'liqlik mavjud. Ushbu qarashlar taxminan 100 yil avval vujudga kelgan bo'lib, buning natijasida insonlar materiallar tavsifini baxolashni o'rgandilar. Buning bari minglab maxsus tarkibli materiallar vujudga kelishiga olib keldi va eng murakkab zamon talablarining qondirilishiga sabab bo'ldi. Bizning davrda xam foydalanilayotgan materiallar sirasiga metallar, polimerlar, shisha va tola kiradi.

Xayotimizni yaxshilashga xizmat qilayotgan zamonaviy texnologiyalarning ravnaqi mavjud materiallarga bog‘liq. Material turini aniqlash yangi texnologiyalarning rivojlanishiga xizmat qiladi. Masalan, avtomobilsozlik sanoati po‘latlar va shu kabi boshqa materiallarning qayta ishlanishisiz vujudga kelmas edi. Bizning davrimizda ko‘p sonli murakkab elektron qurilmalar, yarim o‘tkazgich materialidan foydalanilgan komponentlar ishlatilishi xisobiga rivojlanmoqda.

“Struktura” ushbu bosqichda keltirilgan atama bir muncha noaniq bo‘lib, uni chuqurroq chuntirib o‘tish talab etiladi. Qisqacha aytganda material strukturasi deb uning ichki elementlar joylashish xarakteriga aytiladi.

Subatom strukturasi – bu elektronga ega yadro bilan o‘zaro aloqadosh yagona atom. Strukturaning atami darajasi atom yoki molekulalarning o‘zaro ta’siri orqali aniqlanadi. Keyingi bo‘limlarda atomlarning katta guruxlari haqida so‘z boradi. Natijada aglomeratlar yuzaga keladi, bunday struktura “mikroskopik” deb ataladi, ya’ni mikroskop orqali to‘g‘ridan to‘g‘ri kuzatish orqali o‘rganiladi. Ko‘z bilan ko‘rish mumkin bo‘lgan strukturalar “makroskopik” deb ataladi.

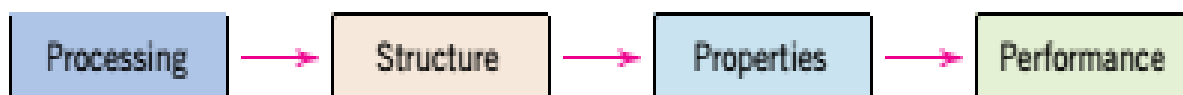
“Xossa” atamasi mufassal ko‘rib chiqilishi kerak. Barcha materiallar ishlatilish jarayonida tashqi ta’sirga uchraydi, buning natijasida bir qator reaksiyalar yuzaga keladi. Agar na’munaga kuch ta’sir ettirilsa buning natijasida deformatsiya yuzaga keladi. Agar silliqilgan metall yuzaga nur yo‘naltirilsa u xolda u qaytadi. Material tarkibi – bu uning o‘ziga xosligi va tashqi ta’sirga nisbatan bardoshlilikidir. Umumiy qilib aytganda material tuzilishi, uning o‘lchami va maxsulot shakliga nisbatan mustaqil bo‘lishi kerak.

Nazariy jihatdan qattiq materiallarning barcha asosiy xossalarini oltita guruxga bo‘lish mumkin, bular – **mexanikaviy, elektrikaviy, termik magnitli, optik xossalar va materialning uzoq muddatli turg‘unligi.**

Xar bir material tarkibi belgilangan ko‘rsatkichlarga ega, bunda uning tashqi ta’sirga qarshilik kuchi xarakterlanadi. **Mexanik xossa** deb kuch ta’sirida yuzaga keladigan deformatsiyalar bog‘liqligi asosan taranglik va mustaxkamlik chegarasi tushuniladi. **Elektrik xossa** – bu elektr o‘tkazuvchanlik va dielektrik doimiyligidir, material qarshiligini chaqiruvchi faktor esa elektr maydon hisoblanadi. Qattiq jismlarning **termik xossasi** issiqlik o‘tkazuvchanlik va issiqlik sig‘imi koeffitsienti

orqali xarakterlanadi. **Magnit xossasi** materialning magnit maydonida yuzaga kelgan reakstiyalarni aniqlaydi. **Optik xossalar** elektromagnit nurlanish yoki nur oqimi ta'sirida aniqlanadi, sinish ko'rsatkichi esa ushbu xossaning xarakteristikasi xisoblanadi. **Materialning uzoq muddatli turg'unligi** – uning ustunligi kimyoviy reagentlarga qarshilik ko'rsatkichidir.

Yuqorida keltirilgan “struktura” va “xossa” atamalariga qo'shimcha ravishda yana ikkita material tavsifi fan va muxandislik ko'rsatmalarida muxim o'rin egallaydi. Bular “**Qayta ishlash texnologiyasi**” (*processing*) va “**Foydalanish tavsifi**” (*performance*). Agar keltirilgan barcha tushunchalar birlashtirilsa unda material xossasi maxsulot tayyorlash (qayta ishlash) texnologiyasiga bog'liq bo'ladi. Foydalanish xarakteristikasi material tarkibiga bog'liq. Shu o'rinda **texnologiklik, tuzilish, xossavafoydalanish** xarakteristikasi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni 1.1 rasmda keltirilgan sxemada ko'rish mumkin.



Rasm 1.1. Materialshunoslik va materiallar qo'llash texnologiyasida mavjud predmetlarning to'rtta asosiy tashkil etuvchilari

Materialshunoslikda keltirilgan to'rtta xossa – **qayta ishlash texnologiyasi, tarkib, tuzilish** va **foydalanish koeffitsienti** orasidagi bog'liqlikni aks ettirish uchun 1.2 rasmda uchta ingichka disklar surati keltirilgan.



Rasm. 1.2. Alyumin oksididan tayyorlangan uchta ingichka disklar surati

Disklar yozuv betiga ularning optik xossalarini farqlash uchun joylashtirilgan. Chapdagi disk – shaffof (u o‘ziga tushayotgan nurning xammasini o‘tkazadi). Markazdagi disk – yarim shaffof. Bu shuni anglatadiki u tushayotgan nurni qisman qaytaradi. O‘ngdagi disk – butunlay shaffof emas. Unga tushayotgan nur oqimi qaytariladi. Optik xarakterdagi ko‘rsatilgan farqlar disk tayyorlash uchun belgilangan texnologiyada ishlatiluvchi material tarkibining tadqiq qilish natijasi xisoblanadi. Na’munalarni R.A.Lessing tayyorlagan, suratlar S.Tanne ga tegishli.

Ko‘rinib turiptiki ushbu uchta diskning optik xossasi (nur o‘tkazuvchanligi) turlicha. Chap tarafda joylashtirilgan disk juda xam shaffof (unga yo‘naltirilgan nur oqimi to‘laligicha diskdan o‘tadi). Shu vaqtning o‘zida markazdagi disk – yarim shaffof, o‘ng tarafdagisi – umuman shaffof emas. Uchala diskning bari bir xil alyuminiy oksidi materialidan tayyorlangan. Faqatgina chapdagi na’muna biz monokristal deb atovchi materialdan tayyorlangan shu sababli ushbu xossa uning shaffofligini ta’minlaydi. Markazdagi disk ko‘pgina mayda monokristallardan tayyorlangan va bir butun qilib yig‘ilgan. Mayda kristallar orasidagi chegara yozuv betidagi nur oqimining bir qismini o‘tkazadi. Bundan ko‘rinib turibdiki ushbu disk jilosiz yoki yarimshaffof bo‘ladi. Va nihoyat o‘ng tarafda ko‘rsatilgan na’muna xam katta bo‘lmagan kristallardan tayyorlangan ammo unda katta miqdorda bo‘shliq va g‘ovaklar mavjud. Ushbu g‘ovaklar jadal ravishda nurni tarqatadi aynan shu sababli disk shaffofligini yo‘qotadi. Shu sababli kristallar va teshiklar chegarasi orqali aniqlanuvchi material shaffofligi keltirilgan uch xil na’munada turlichadir. Bundan tashqari ushbu uch xil na’muna turli texnologiyalarda tayyorlangan. Natijada disklarning foydalanish xarakteristikasi, materialning optik xossalariga ko‘ra ishlash sharoitini aniqlash bo‘yicha ular turlichadir.

1.4. Yangi materiallar va texnologiyalar.

Materiallar bizning xayotimizda ko‘pchilik o‘ylagandan ko‘ra chuqurroq o‘rin egallaydi. Kundalik xayotimizdagi zarur elementlar transport, uy-joy, aloqa vositalari, oziq ovqat ishlab chiqarish bularning barchasi u yoki bu darajada kerakli materiallarni tanlashga bog‘liq. Tarixdan ma’lumki jamoatchilikning yuksalishi va rivojlanishi insonlarning mavjud talablarini qondirish uchun materiallarni ishlab chiqarish va qayta ishlash bilan bog‘liq. Avvalgi davrlar xattoki insonlar ishlatishni

o'rgangan materiallar nomlari bilan nomlangan – tosh davri, bronza davri, temir davri¹.

Insoniyat paydo bo'lishining erta davrlarida insonlar juda kam sonli materiallardan foydalanganlar. Bular tabiatda mavjud ta'biy materiallar edi – toshlar, daraxt, loy, hayvon terisi va boshqalar.

Qadim–qadim zamonlarda odamlar tosh, suyak kabi materiallarni ish quroli sifatida ishlatishgan. Bu materiallarni qayta ishlab, erga ishlov berishda va ov qurollari yasashda foydalanganlar. Asta–sekin yog'och, teri va loy kabi materiallardan foydalanish o'zlashtirilgan. Bronza davrida metallurgiya sanoati paydo bo'ldi. Metall qotishmalarining tarkibini o'zgartirib, ularning xossalarini boshqarish mumkinligi ma'lum bo'ldi va bu amaliyotda ishlatila boshlandi. *Temir davriga* kelib Osiyoda, O'rta Yer dengizi atrofida va Xitoy hududlarida ilk bor metallarni qayta ishlaydigan korxonalar vujudga kela boshladi.

O'rta Yer dengizi havzasida bronza asridayoq temir keng qo'llanilganligini amerikalik olim Jeyn Ualdbaum ishonchli dalillar bilan isbotlab berdi. Ammo uning tarkibida uglerod miqdori kam bo'lganligidan u sifat jihatidan bronzaga tenglasha olmagan va asosan oshxona anjomlari tayorlash uchun material bo'lib xizmat qilgan. Qadimgi Tailand aholisi temir bilan eramizdan taxminan 1600 yil avval tanish bo'lgan ekanlar. Qadimgi Yapon metallurglari bundan bir yarim ming yil ilgari ham temir olish usulini bilishgan, ular uchun tarkibida juda ko'p miqdorda temir bo'lgan oddiy qum temir ishlab chiqarishda dastlabki xom ashyo bo'lgan (Okayama prefekturasi). Qadimgi greklar esa metallarni ikkilamchi xom ashyo sifatida ishlatishga etarlicha etibor berishgan (3000 yil oldin). Afrikadagi Viktoriya ko'lining g'arbiy sohilida bundan 2000 yil muqaddam metall suyuqlantirilgan 13 ta metallurgiya pechlari topilgan bo'lib, ularda havo puflash yo'li bilan po'lat olishga imkon bergan.

Suv va havoning ishlatilishi metallshunoslik sanoatida yangi bosqichning rivojlanishida asos bo'ldi. *Metallni eritib, uni tozalash, puflash uchun havodan foydalanish, suyuqlantirilgan metallar haroratini oshirishga imkon yaratdi.* Natijada metallar zararli qo'shimchalardan tozalanib, ularning sifati yaxshilandi.

1856–yilda G. Bessemer, 1878–yilda S. Tomas va 1864–yilda P. Marten po‘lat olishning yangi usullarini yaratishdi. 1856 yilning 12 fevralida ingliz ixtirochisi Genri Bessmer suyuqlantirilgan cho‘yanni havo bilan dam berib tozalagani uchun patent oldi. “Men shuni ixtiro qildimki, deb yozgan edi Bessmer, agar metallga yetarli miqdorda atmosfera havosi yoki kislorod kiritilsa, u suyuq metall zarrachalarining kuchli yonishiga sabab bo‘ladi, haroratni saqlab turadiki yoki uni shu darajagacha oshiradiki, bunda metall cho‘yan holatidan po‘lat holatiga yoki bolg‘alanuvchi temir holatiga o‘tish vaqtida yoqilg‘i ishlatilmasdan suyuq holida qoladi”. Jahon metallurgiyasi rivojida juda katta rol o‘ynagan, iste’dodli ingliz ixtirochisi nomini texnika tarixiga abadiy yozilishiga sabab bo‘lgan quyma po‘lat olishning bu yangi usuli hayotda shu tariqa o‘ziga yo‘l ochgan edi.

Rus olimi P.P. Anosov metallarning xossalari ularning kristall tuzilishiga bog‘liqligini aniqladi va birinchi bo‘lib metallarni ichki tuzilishini o‘rganishda mikroskopdan foydalandi. Yuqori sifatli po‘lat olishda ayniqsa P.P. Anosovning xizmatlari katta.

Metallshunoslik fanining rivojlanishida rus olimi D.K. Chernovning fazalar o‘zgarishi haqidagi nazariyasi juda katta turtki bo‘ldi. Temir uglerodli qotishmalarni va termik ishlov berish prestesslarini o‘rganish 1868 yilda e‘lon qilingan D.K. Chernovning “Lavrov va Kalakustiyning po‘lat va po‘latdan ishlangan obzori hamda ushbu soha bo‘yicha D.K. Chernovning o‘z tadqiqotlari” maqolasi bilan boshlanadi. D.K. Chernov birinchi bo‘lib po‘latda kritik nuqtalar borligini ko‘rsatdi va temir-tstementit diagrammasi haqida dastlabki tushunchani berdi. Keyinchalik temir-uglerodli qotishmalarni qurishga F. Osmond, Le-Shatele (Fransiya), R. Austen (Angliya), A.A. Baykov va N.T. Gudstov (Rossiya), Rozenbaum (Gollandiya), P. Gerens (Germaniya) va boshqalarning ishlari bag‘ishlandi.

Nemis olimi Ledeburning metallar strukturasi tushunchasi, ingliz fiziklari F. Laves hamda V. Yum–Rozerning yangi turdagi fazalarni kashf etishifan rivojida katta hissa bo‘ldi.

Ichki yonuv dvigatellari kashf etilishi mashinasozlik, avtomobilsozlik, samolyotsozlik va raketsozlik sanoatlari rivojlanishida muhim asos bo‘ldi. Tabiiyki, sanoatning rivojlanishi yangi materiallar yaratish, ularning xossalari yaxshilash

ustida tinmay izlanishlar olib borishni talab etdi. Natijada takomillashgan domna pechlari, po'lat eritiladigan marten pechlari barpo etildi. Po'latlarni payvandlash mumkinligini N.N. Benardos va N.G. Slavyanovlar ilmiy nuqtayi nazardan isbotlab berdilar.

Rus olimi A.M. Butlerov tomonidan 1881–yilda yaratilgan jismlarning kimyoviy tuzilish nazariyasi asosida quyi molekulali organik kimyoviy moddalardan polimerlar olish mumkinligi isbotlandi.

S.V. Lebedev 1909–yilda xossalari jihatidan tabiiy kauchukka yaqin materialni sun'iy ravishda oldi. Hozirgi vaqtda texnika rivojini sun'iy materiallarsiz tasavvur qilish qiyin. O'tkazuvchanligi yuqori materiallar, yarim o'tkazgichlar, sun'iy olmos hamda uglerod asosidagi boshqa materiallar kashf etildi.

Domna pechlarida sodir bo'ladigan oksidlanish–qaytarilish jarayonlari natijalarini hisobga olish mumkinligi, materiallar tuzilishi va texnologik jarayon haqidagi bilimlar yanada boyidi. Turli ferroqotishmalar olish, po'lat olishning elektrometallurgiya usullaridan foydalanish po'lat sifatini oshirdi va juda ko'p legirlangan po'latlar olish imkoniyatini yaratdi.

Qotishmalar mustahkamligini oshirishning yangi usullari kashf etildi. Termik–mexanik, mexanik–termik va ikki marta qayta kristallash usulida termik ishlov berish kabi ilg'or texnologik jarayonlar yaratildi. Korroziyabardosh, olovbardosh, maxsus magnit xossalarga ega bo'lgan va ma'lum geometrik shakllarni "esida" saqlab qoluvchi qotishmalar kashf etildi.

Vaqt o'tib odamlar tab'iy mahsulotlarni o'rnini bosuvchi materiallarni ishlab chiqarishni o'rgandilar. Bular keramika va turli metallar ya'ni yangi materiallar edi. Keyinchalik aniqlanishicha materiallarning tarkibida termik ishlash natijasida yoki turli qo'shimchalar qo'shilishi natijasida o'zgarish yuzaga kelar ekan. U vaqtlarda materiallar juda kam miqdorda ishlatilish maqsadi va ularning sifatiga ko'ra aniqlangan. Olimlarning ta'kidlashicha tarkibiy elementlar va material tashkil etuvchilar orasida bog'liqlik mavjud. Ushbu qarashlar taxminan 100 yil avval vujudga kelgan bo'lib, buning natijasida insonlar materiallar tavsifini baxolashni o'rgandilar. Buning bari minglab maxsus tarkibli materiallar vujudga kelishiga olib keldi va eng murakkab zamon talablarining qondirilishiga sabab bo'ldi. Bizning

davrda xam foydalanilayotgan materiallar sirasiga metallar, polimerlar, shisha va tola kiradi.

Xayotimizni yaxshilashga xizmat qilayotgan zamonaviy texnologiyalarning ravnaqi mavjud materiallarga bog‘liq. Material turini aniqlash yangi texnologiyalarning rivojlanishiga xizmat qiladi. Masalan, avtomobilsozlik sanoati po‘latlar va shu kabi boshqa materiallarning qayta ishlanishisiz vujudga kelmas edi. Bizning davrimizda ko‘p sonli murakkab elektron qurilmalar, yarim o‘tkazgich materialidan foydalanilgan komponentlar ishlatilishi xisobiga rivojlanmoqda.

Masalan, maxsus texnologik, kimyoviy va fizikaviy xossalarga ega bo‘lgan materiallar va qiyin eriydigan metallarning yuqoridispers kukunlari asosida yangi qotishmalar olishga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqotlar yo‘nalishda ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta‘lim muassasalari, jumladan, A.A. Baykov nomidagi metallurgiya va mashinasozlik institutida (Rossiya), RFA kimyo institutining ural bo‘limida (Rossiya), Yaponiya metallurgiya instituti (Yaponiya), Amerika fan va texnologiyalar universiteti (AQSh), Nagoya universiteti (Yaponiya), Angliya texnologiyalar universiteti (Angliya), Belorussiya Milliy texnika universiteti (Belorussiya), I.N. Franstevich nomidagi materialshunoslik muammolari instituti (Ukraina), Toshkent davlat texnika universiteti (O‘zbekiston) tomonidan olib borilmoqda.

Qiyin eriydigan metallarning yuqoridispers kukunlari asosida yangi qotishmalardan maxsus texnologik, kimyoviy va fizikaviy xossalarga ega bo‘lgan qattiq qotishmali asboblarni olish va ularni turli sohalarda qo‘llashga oid jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida qator, jumladan, quyidagi ilmiy natijalar olingan: turli qiyin eriydigan metall hamda birikmalar nanokukunlarini va qattiq qotishmalarda nanostrukturalarni olish texnologiyasi ishlab chiqilgan (Metallurgiya va materialshunoslik instituti, Fanlar akademiyasi Issiqlik fizikasi instituti, Rossiya);Ni:Mo ning turli nisbatlarida qattiq qotishmalarining xossalarini aniqlash (RFA kimyo institutining Ural bo‘limida, Rossiya);volframsiz nikel-molibden bog‘li va ko‘p komponentli titan karbidli, vanadiy, volfram, niobiy asosli karbidlar turli nisbatda taklif qilindi (Gruziya politexnika instituti, Gruziya); past indukstionli transformator qurilmalaridan foydalanib nanostrukturali qattiq qotishmalar olish va

turli qiyin eriydigan metallarni olish texnologiyalari ishlab chiqildi (RFA issiqlik fizikasi instituti, Rossiya); qattiq qotishmali konstruktion materiallar tarkibi ishlab chiqilgan (Toshkent davlat texnika universiteti, O'zbekiston); kukun metallurgiyasi usulida tayyorlangan Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali yangi pishirilgan qotishmadan asboblari ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqilgan (Toshkent davlat texnika universiteti, O'zbekiston).

Xorijlik olimlar X. Shreter, R. Kiffer, T. Shtraux, P. Rautal, Dj. Norton, P. Shvarskop, Dj. Gerlend, Suzuki, Kubota, S. Takeda, K. Gerber, H. Kroto, Dj. Gyrolend va boshqalar qattiq qotishmalar yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan, lekin ko'pchilik qiyin eriydigan metallarning yuqoridispers kukunlari asosida pishirish uslubi bilan o'zida optimal mustaxkamlik va plastiklikni mujassamlashtirgan qattiq qotishmali asbobni yaratish yo'nalishida tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmagan. Germaniyalik olim X. Shreter pishirilgan qattiq qotishmalarni rivojlanishiga muhim qadam qo'ydi. Metallurgiya va materiallarga ishlov berish sohasida ilmiy maktabni rivojlantirish mustaqil davlatlar hamdo'stligi mamlakatlari olimlariga tegishli. Rossiya olimlari G.A. Meerson va L.P. Malkov xabarligi ostida Elektrolampa zavodida (Rossiya) qattiq qotishmalarning birinchi namunalari olingan. Materiallarga ishlov berish va metallurgiya sohasidagi plazma texnologiyasi rivojlanishi nanostrukturali materiallarni yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarning rivojlanishida ikkita muhim voqea: skanerlovchi tunnel mikroskopining yaratilishi va uglerodning tabiatda yangi shaklda mavjudligining ochilishi katta ahamiyatga ega bo'lib, bu materiallar tuzilishini tadqiq etishda yangi usul hamda qurilmalardan foydalanish, tunellashning kvant effekti nazariyasining qo'llanilishi monokristallar yuzasidagi atom-molekulyar tuzilishini nanometr oraliqdagi o'lchamlarda ko'rish imkonini bergan.

O'zbek olimlaridan V.A. Mirboboev, E.O. Umarov, A.A. Muxamedov, R.U. Kalamazov, V.V. Chekurov, S.D. Nurmurodov, F.R. Norxo'jaev, A.X. Rasulov, Q.G'. Baxodirov va ularning shogirdlari "Materialshunoslik" fanini rivojlanishiga xissa qo'shishgan va adabiyotlar yaratishgan, konstruktion materiallar yaratish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borishgan. R.U. Kalamazov metall, birikma va qotishmalarning nanokukunlarini olish, ularning morfologiyasi, struktura hamda faza

tarkiblarini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan. V.V. Chekurov turli sharoitlarda ishlashga mo'ljallangan quyma bimetall kompozitlarni yaratishda tarkib, struktura va xossalarning shakllanishida issiqlik fizikasi hisoblarini tadqiq etgan.

S.D. Nurmurodov va uning shogirdlari volframning ultradispers kukunlaridan konstruktion materiallar olish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borgan.

Nazorat savollari:

1. Yangi zamonaviy materiallar va qotishmalarning tuzilishi va xossalari to'g'risida ma'lumot bering.
2. Zamonaviy maxsus materiallar (advanced) haqida ma'lumot bering.
3. Yuqori texnologiyali (high-tech) soxalarda qo'llash uchun yaratilgan materiallar ma'lumot bering.
4. Respublikamizda olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlari haqida ma'lumot bering.

2-mavzu: Metall kukunlarni olishning zamonaviy usullari.
Nanotexnologiyalar. Nanomateriallarni olish usullari. Nanotexnologiya
asosida ishlab chiqarladigan mahsulotlar

Reja:

1. Kukun metallurgiyasi haqida umumiy ma'lumotlar.
2. Metall kukunlarini olish usullari va kukunlarning xossalari.
3. Molibden kukunlarini olishning zamonaviy texnologiyasi.
4. Nanotexnologiyalar.

***Tayanch so'zlar:** metallurgiya, kukun, metal ruruni. qotishma, xossa, shakl, molibden, tarkib, pech, harorat, nanotexnologiya.*

2.1. Kukun metallurgiyasi haqida umumiy ma'lumotlar

Kukun metallurgiyasini paydo bo'lishi va rivojlanishi 1800 yillarga to'g'ri keladi. Kukun metallurgiyasining muvaffaqiyati (sifati) dastlabki kukunlarning harakteristikalariga bog'liq. Misrda kukun metallurgiyasi eramizdan oldingi 3000 yilda asboblarda yasashda qo'llanilgan. 1870 yilda S.Gvinn o'z-o'zini moylaydigan podshipnik yasagan: 99% kukun holdagi qo'rg'oshin, 1% neft, qolipga solib presslab, termik ishlangan (AQSh).

Lampochkalarning volframli tolalari ham kukun metallurgiyasi asosida olingan. Qattiq qotishmali keskichlar (We-Lo) 1920 yillarda olingan. 1970 yillarda avtomobilsozlik detallari, 1980 yillarda aviatsiya gazoturbin detallari kukun metallurgiyasi asosida yasalgan.

“Nanotexnologiya” termini birinchi marta yapon olimi N. Tanituchi tomonidan 1974 yilda ishlatilgan.

“Nano” so'zi milliarddan bir qism, milliardni bir qismi degani va $(nm)=10^{-9}m$ degani. Eslatamiz, angstrom= $10^{-8}m$ ($1\text{ millimetr}=10^{-3}m$, $1\text{ mikrometr}=10^{-6}m$). Demak, nano bu uzunlik birligi. Buni “sezib” taqqoslash uchun, shuni aytish kerakki inson sochining qalinligi-diametri taxminan 50000 nanometrga teng.

Bugungi kunda Jahonda sanoat sohalarida qiyin eriydigan metallarning kukunlarini olishga bo'lgan talab ortib bormoqda. Nanokukunlar asosida nuqsonsiz materiallar olish borasida jahonda nanotexnologiya uchun yiliga 9–10 milliard AQSh dollari sarf qilinmoqda, jumladan AQSh da 4–5 milliard AQSh dollari, Yaponiyada 2–3 milliard AQSh dollari, qolgan davlatlarda 2 milliardga yaqin AQSh dollarini tashkil etadi. Buyumlarni sifatini yaxshilash, ularning umrboqiyiligini va ishonchliligini oshirishning kompleks muammolarini echishda kukun metallurgiyasi

asosida yangi materiallarni yaratish va ulardan detallar tayyorlash muhim vazifalardan biri bo'lib qolmoqda[9,10].

Nanotexnologiya sanoatda 1994 yildan boshlab qo'llanila boshlagan.

Nanomateriallar – bular moddalar va moddalar kompozitstiyasi yoki suniy yoki tabiiy tartibga solingan yoki solinmagan nanometrik xarakteristikali o'lchamli bazoviy elimentlar tizimi – sistemasidir. Bularda nanometrik o'lchamli elimentlarni kooperatstiya qilganda (birlashtirganda-yiqqanda) ularni o'zaro fizikaviy va ximiyaviy ta'siri alohida (maxsus) namoyon bo'ladi. Bularning xammasi materiallar va sistemalarda ilgari ma'lum bo'lmagan xossalarni paydo bo'lishini ta'minlaydi: mexanik, ximik, elektrofizik, optik, teplofizik va x.k.

Xozirgi paytda nanomateriallarni (molequlyar o'lchamli yoki unga yaqin darajada strukturalashtirilgan) xar-xil perspektiv-istiqbolli usullaridan foydalaniladi. Usullarni nanoob'ekt yuzaga kelish prinstipiga qarab asosan ikki guruhga bo'linadi.

1) Materiallar yuzalarida nanostruktura xosil qilish: neytron atomlar, ionlar elektronlar tutamlari bilan ishlash plazma bilan xurushlash ("travlenie") va boshqa usullar bilan ishlash.

2) Nanoobektni-nanomaterialni atomma-atom yoki molequlama-molequla yig'ish.

Nanoobektlarni ikki usulda olinadi.

1) Sun'iy usullar: olinayotgan nanoobekt xarakteriga qarab xil usullar qo'llaniladi; fizikaviy, kimyoviy, biologik va boshqalar. Ba'zi xollarda bir nechitasi birgalikda. Nanoobektlarni o'ta vaakum sharoitida, suyuq muxitda yoki gaz atmosferasidaham olish mumkin.

2) O'z – o'zidan yig'ilish: Bunga nanotexnologiyada katta e'tibor beriladi. O'z-o'zidan yig'ilish molequlalarni xamma vaqt energiyasi kam sathga o'tishga intilish prinstipiga asoslangan.

O'z – o'zidan yig'ilishda nanokonstruktor yuzaga yoki oldindan yig'ilgan nanokonstukturaga ma'lum atomlar yoki molequlalar kiritiladi. So'ngra molequlalar o'zlarini ma'lum xolatda, ba'zan kuchsiz bog'lanish xosil qilib, ba'zan kuchli kovalent bog'lanish qilib tekislaydilar-to'g'rilaydilar.

O'z – o'zidan yig'ishning yana bir turi – bu kristallarni o'stirishdir. Kristallarni eritmadan o'stirish mumkin, dastlabki (mo'rtak, xomila) kristalldan foydalanib. Bunda katta emas kristall tarkibida o'zi materiali ko'p bo'lgan muxitga (ko'proq eritmaga) joylashtiriladi. So'ngra bu komponentlarga kichkina kristall yoki

mo'rtakka-xomilaga taqlid ("imitatsiya"-o'xshash) qilishga ruxsat qilinadi. Mikrochipplarni yaratishda ishlatiladigan kremniyli bloklar shu tarzda o'stiriladi.

Nanostrukturalarni tabiiy xosil bo'lishi. Bu xodisa ko'proq rudalarni xosil bo'lishiga tegishli. An'anaviy yondoshish bo'yicha kristallanish quyidagi yo'llar bilan amalga oshadi.

- moddolarni kondensatsiyasidagi (energiya yig'ishdagi) xosil bo'lgan parlardan.

- eritmalaridan, ularni sovib-qotishidan.

- eritmalaridan, erigan moddani cho'kishi natijasida.

- qattiq xolatdagi diffuzion o'zgarishlaridan.

Bular tog' jinslarini barchasiga, shu bilan birga oltinga ham tegishli.

Xozirda nanomateriallar juda ko'p soxalarda qo'llaniladi:

sanoatda, nanoelektronikada, nanooptikada, nanobiologiyada, nanospektroskopiyada, nanomedistinada, nanoelimentlarda va x.k.

Nanomateriallarni sanoatda qo'llanilishi alohida ahamiyatga ega. Bu materiallarning xossalari prinsipial farq qilgani uchun sanoatni ko'p soxalarida ishlatiladi.

Albatta birinchi navbatda nanomateriallarni qo'llash yuqori mexanik xossali yangi konstruktion materiallarni yaratishga imkon beradi. Nanostrukturali moddadan yasalgan rezkali maxsulot (detal) yuqori mustahkam bo'ladi. Masalan avia va avtomobilsozlikda ishlatiladigan titandan yasalgan maxsulot nanostrukturali qilib olinsa, uning chidamliligi uzoq umr ko'rishi (dolgovechnost) 1,5 marta oshadi, rezkali yasash mehnat sig'imi kamayadi.

Nanostrukturali alyuminiy qotishmalaridan murakkab shakldagi engil maxsulotlarni yuqori tezlikda o'ta plastik deformatsiyalab (bosim bilan ishlab) detallar yasash mumkin. Bu sharoitda shtampli barcha teshik, burchak va x.k. lari to'liq to'ladi, deformatsiya kuchi pasayadi, forma xosil qilish xarorati pasayadi (450°C dan 350°C gacha). Bu pulku! Xozirda bu usul bilan murakkab shakldagi ichki yonar dvigateli porshenlari yasaladi.

Nitridli legirlangan keramik nanostrukturali moddalardan tuzilgan material olovbardosh bo'ladi va ulardan ichki yonar dvigatellar, gaz turbinalari, keskich plastinkalari yasaladi.

Metallurgiyada esa nanomaterialdan yasalgan o'tga bardosh material-keramika qo'llaniladi.

Xozirda mashinasozlikda nanokukunlar ko'p funktsiyali qo'shicha sifatida juda keng qo'llaniladi: motor, transmissiya va industrial yog'larga, plastik moylarga,

bosim ostida ishlaydigan jarayonlarda ishlatiladigan texnologik moylarga, metallarni qirqishdagi moylovchi-sovituvchi suyuqliklarga, sayqallashdagi (dovodogno-pritirichnie) pasta va suspenziyalarga qo'shiladi.

Tarkibida plastmassa va polimerlar bo'lgan kompozit materiallarga metallarning nanokukunlarini qo'shish ancha istiqbolli yo'nalishdir. Bu yo'l bilan plastik magnit, elektr o'tkazadigan rezina, tok o'tkazadigan kraska va kley va x.k. xossalari kompozit materiallar olish mumkin. Metallarni nanokukunlari qo'shib yonmaydigan polimerlar olinadi.

Qiyin eriydigan metallarning kukunlaridan qoplamalar olishda ham keng qo'llaniladi. Umuman, nanomaterialli qoplamalar bir tekisda, bir xil qalinlikda, bir xil zichlikda etadi, olovbardosh bo'ladi.

Misol tariqasida Mercedes – Benz kontserni 2004 yildan avtomobillar korpusi uchun maxsus lak ishlata boshladi. Maxsus lakga keramik nanokukun qo'shilgan. Bu bilan avtomobil korpusini tirnashga-qirilishga ("tsaropanie") qarshiligi 3marta oshgan.

2.2. Metall kukunlarini olish usullari va kukunlarning xossalari

Metall kukunlarini olishda sanoatda quyidagi usullardan foydalaniladi.

1. Mexanikaviy.
2. Kimyoviy.
3. Fizika-kimyoviy.

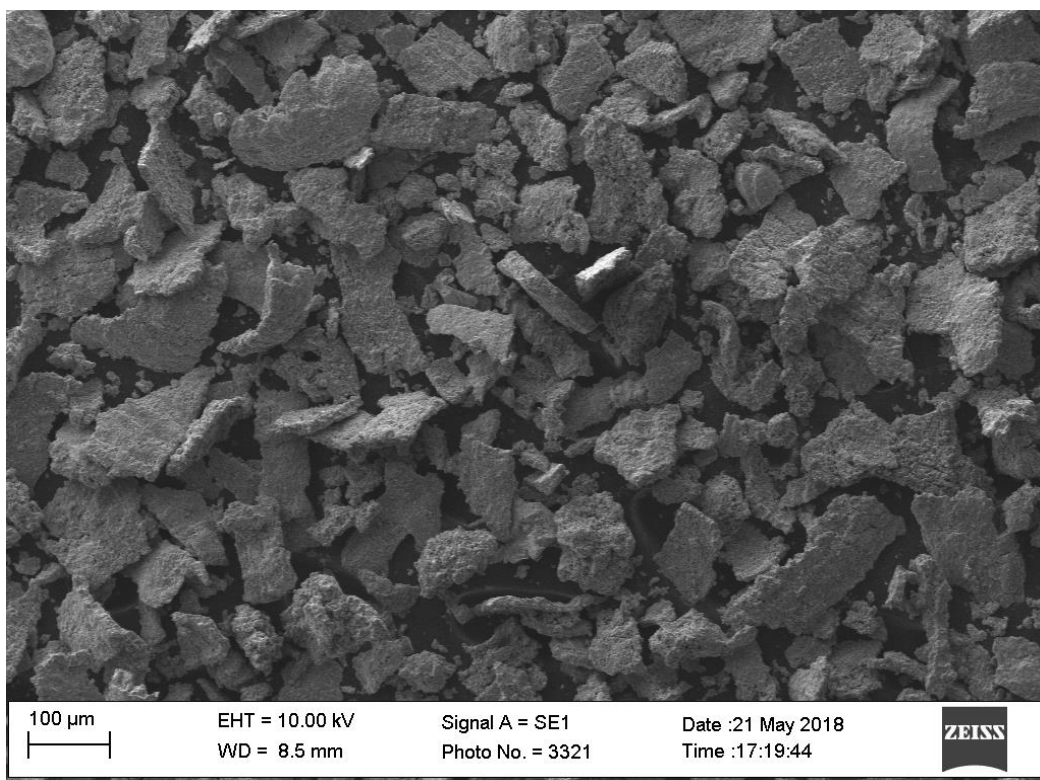
Mexanikaviy usulda sharoviy tegirmonlardan foydalaniladi. Tegirmon barabani puxta po'latdan yasali, ichiga cho'yan, po'lat yoki qattiq qotishmalardan tayyorlangan sharchalar kiritiladi. Qirindi va mayda material bo'laklari barabanga solinib, uni ma'lum tezlikda aylantiriladi. Baraban aylanganda, sharchalar yuqoriga ko'tarilib, tushishda materialga uriladi va uni maydalaydi. Tebrangich tegirmonlar ham shu maqsadda ishlatiladi. Tegirmonning po'lat bilan futirovka qilingan silindrik korpusi eksentrik valda aylanib, tebranma harakatlanadi. Bu sharoitda korpusga yo'qlangan material bulaklari undan toblangan sharchalarning zarb ta'siriga uchrab maydalanadi. Bunda mo'rt materiallar: kremniy, xrom, marganest va h.k. maydalaniladi. Ba'zi xollarda suyuq metallni gaz yoki havo bilan purkab maydalaniladi. Ayniqsa, suyuqlanish temperaturasi past bo'lgan metallar: qalay, qo'rg'oshin, alyuminiy, mis, ularning qotishmalari, temir, po'lat, cho'yan va h.k.

Mexanik usullarda kukunlar qattiq metallarni maydalab, suyuq metallarni esa kimyoviy tarkibini o'zgartirmasdan to'zitib hosil qilinadi. Mo'rt qattiq materiallarni

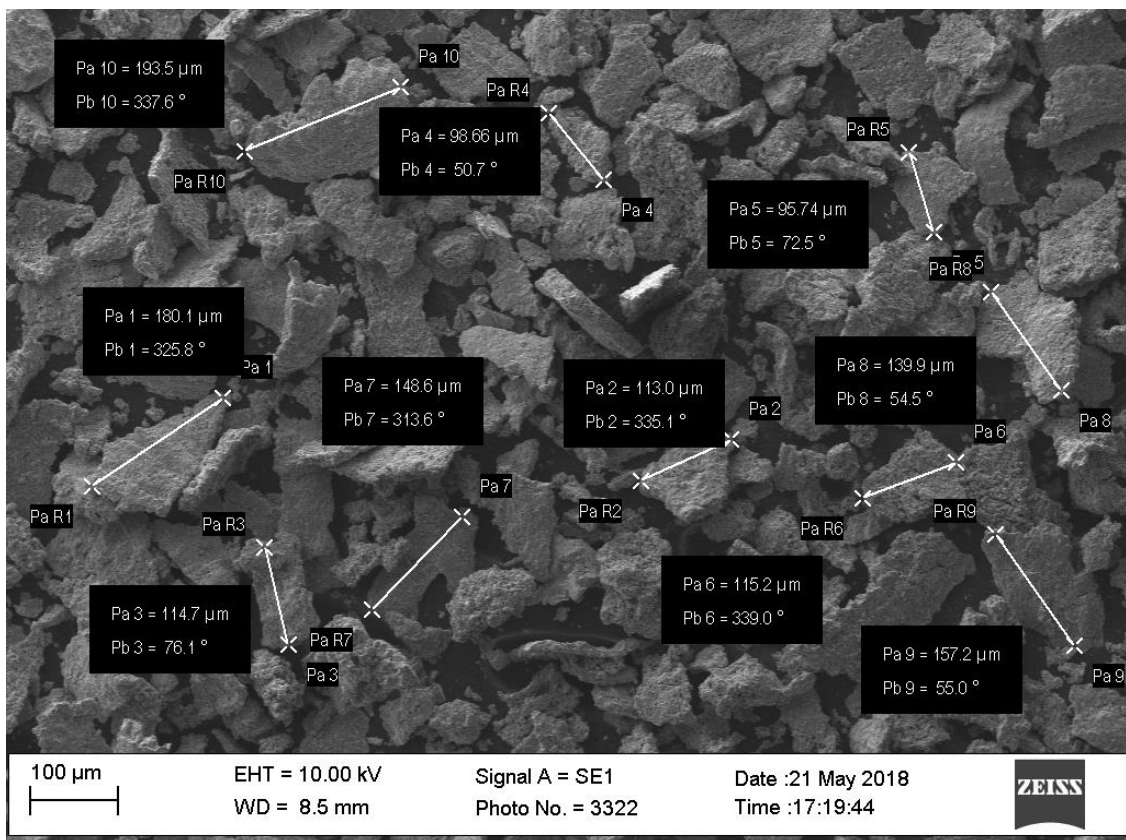
maydalash uchun *sharli*, *uyurma* va *vibrastion* tegirmonlardan foydalaniladi. Ishlov beriladigan material po'lat yoki cho'yan sharlarning zarbiy yoki ishqalozchi ta'siri bilan maydalanadi. Metall kukunlarni mexanik usullar bilan olishda ularning ifloslanishini hisobga olish zarur.

Sharli tegirmon po'lat barabandan iborat bo'lib, unga maydalovchi sharlar va maydalanadigan material solinadi. *Sharli tegirmonda olingan kukun zarralari 100–1000 mkm o'lchamli noto'g'ri ko'pyoqlik ko'rinishida bo'ladi.*

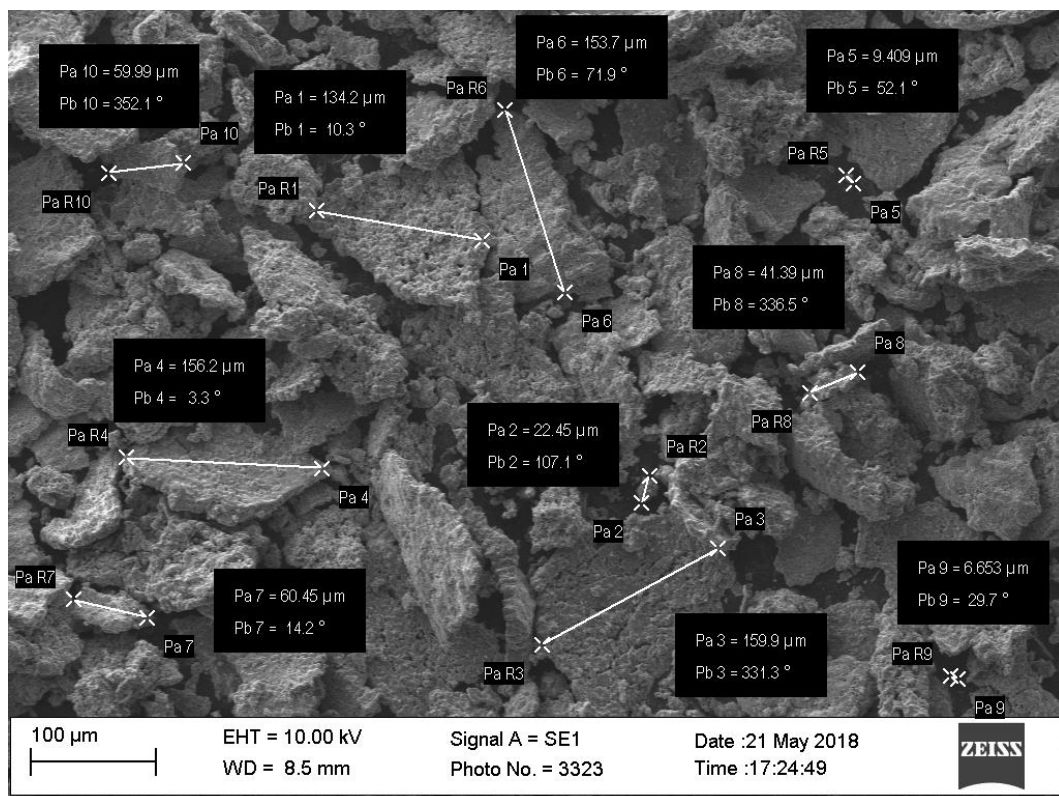
Uyurma tegirmonlarda maydalash sharli tegirmonlarga nisbatan tezroq kechadi. Uyurma tegirmonining kamerasida ikkita parrak bo'lib, qarama–qarshi tomonlarga aylanib, o'zaro kesishuvchi xavo oqimlari hosil qiladi. Kameraga solingan material (sim bo'lagi, qirindi, qiyqimlar va boshqa mayda bo'lakchalar) ni havo oqimi ilashtirib olib ketadi, ular o'zaro bir–biriga urilib 50 dan 200 mkm gacha o'lchamli zarralarga maydalanadi. *Uyurma tegirmonlarda hosil bo'lgan zarrachalar 50 dan 200 mkm gacha o'lchamli tarelka ko'rinishida, chetlari arrasimon bo'ladi.*



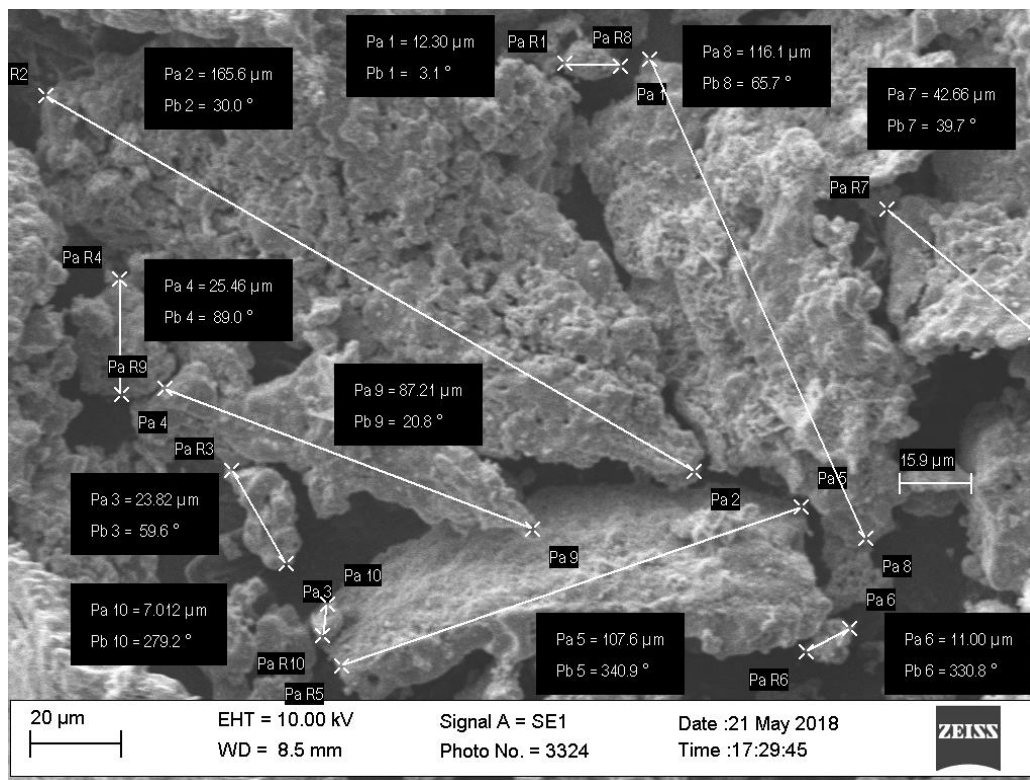
Mexanikaviy usulda olingan qiyin eriydigan metall kukunlarining tashqi shakli



Qiyin eriydigan metall kukunlarining granulometrik tarkibi. Kukunlar 95 mkm dan 193 mkm gacha oralig'ida taqsimlangan



Mexanikaviy usulda olingan qiyin eriydigan metall kukunlarining 100 mkm masshtabda olingan fotosuratlari. Granulometrik tarkibi 6 mkm dan 153 mkm gacha oralig'ida taqsimlangan



Qiyin eriydigan metall kukunlarining 20 mkm masshtabda olingan granulometrik tarkibi. Kukunlar 7 mkm dan 165 mkm gacha oralig'ida taqsimlangan

Mo'rt metall karbidlari va oksidlaridan mayin kukunlar olish uchun vibration tegirmonlardan foydalaniladi. Vibrotegirmonlar eng unumli bo'lib, ularning ishi po'lat shar va stilindrlarning tegirmon barabanining katta chastotali aylanma tebranma harakati tufayli maydalanadigan materialga govori chastota bilan ta'sir qilishiga asoslangan.

Qalay, kurg'oshin, alyuminiy, mis, shuningdek temir va po'lat kukunlarini olish uchun havo, suv, bug' yoki inert gazlar kinetik energiyasi bilan suyuq metallni to'zitish usulidan ham foydalaniladi. *Vibration tegirmonlarda olingan kukun zarralari 50–350 mkm o'lchamli bo'lib, sferik ko'rinishga yaqin.*

Kimyoviy va fizika-kimyoviy yo'l bilan metall kukun hosil qilishning asosiy usullari:

- 1). Metall oksidlarga vodorod, uglerod oksidi, generator va konvertor gazlarini, uglerodni va ba'zi metallarni ta'sir ettirib olish.

Bu usulda temir, mis, nikel, kobalt, volfram, molibden kukunlari olinadi.

- 2). Suvdagi gaz eritmalarini elektroliz etish; bunda metallarning mayin va mayda kukunlari olinadi.

3). Karbonil usuli. Bu usul ayrim metallarning ma'lum sharoitda uglerod oksidi bilan kimyoviy birikma hosil qilishiga asoslangan. Olingan birikma qizdirilib, parchalanib, undan metallar kukuni jolinadi.

Metall kukinlarining xossalari o'lchamlarga qarab metall kukunlari:

-  juda ham mayda - 0,5 mkm gacha;
-  juda mayda -0,5-10 mkm;
-  mayda - 10-40 mkm;
-  o'rta -40-150 mkm; va
-  yirik - 150-500 mkm bo'ladi.

Zarrachalarining shakliga qarab:

-  tolali;
-  yassi;
-  teng o'qli bo'ladi.

Kukunning asosiy texnologik xossalari:

-  oquvchanlik;
-  presslanuvchanlik;
-  qiziganda birikishlik.

Oquvchanlik - kukunning formani to'lg'azish qobiliyati. Zarracha o'lcham larining kichiklashishi va namligini ortishi oquvchanlikni yomonlashtiradi. Oquvchanlik diametri 1,5-4 mm bo'lgan teshikdan bir sekundda oqib tushgan kukun miqdori bilan o'lchanadi.

Presslanuvchanlik - kukunning tashqi kuch ta'sirida zichlanish va presslangandan keyin zarrachalarning bir-biriga bog'liqlik puxtaligi bilan ta'riflanadi.

Qiziganda birikishlik presslangan zagatovka zarrachalarining termik ishlash natijasida bir-biriga yopishish puxtaligi bilan ifodalanadi.

To'kilish massasi, oquvchanlik, presslanuvchanlik va pishuvchanlik kukunlarning asosiy texnologii xarakteristikalarini hisoblanadi.

To'kilish massasi erkin to'kilgan 1 sm³ kukunning grammlarda o'lchangan massasidir. Agar kukun o'zgarmas to'kilish massasiga ega bo'lsa, pishirilganda uning o'zgarmas kirishuvchanligi ta'minlanadi. Olinish usuliga qarab, bitta kukunning to'kilish massasi turlicha bo'lishi mumkin. Govakligi yuqori bo'lgan buyum tayyorlash uchun to'kilish massasi kichik bo'lgan kukundan, asbob va mashinalarning turli detallarini tayyorlashda esa to'kilish massasi katta kukunlardan foydalanish lozim.

Oquvchanlik–kukunning qolipni to’ldira olish qobiliyatidir. U ma’lum diametrli teshik orqali kukunning o’tish tezligi bilan xarakterlanadi. Kukun zarralarining o’lchami kamayishi bilan uning oquvchanlik yomonlashadi. Kukunning qolipni bir tekis to’ldirishi va presslashda zichlanish tezligi ko’p jihatdan oquvchanlikka bog’liq.

Presslanuvchanlik–tashqi nagruzka ta’siridan kukunning zichlanish xossasidir, u presslangan kukun zarralari o’zaro qanchalik mustahkamlashganligini xarakterlaydi. Presslanuvchanlik materialning plastikligi, kukun zarrasining o’lchami va shakliga bog’liq bo’ladi. Kukun tarkibiga sirtqi aktiv moddalar qo’shilishi bilan ularning presslanuvchanligi ortadi.

Pishuvchanlik deyilganda presslangan xomakini termik ishlash natijasida zarrachalarning ilashish mustahkamligini tushuniladi.

Kukun metallurgiyasi usullari bilan suyultirilganda bir–birida erimaydigan metallardan, shuningdek qiyin eriydigan va o’ta toza metallardan qotishmalar olish mumkin. Kukunli metallurgiyada xomakilar, shuningdek, aniq o’lchamli turli detallar tayyorlanadi. Kukunli metallurgiya g’ovak materiallar va ulardan detallar, shuningdek, ikkita (bimetallar) yoki turli metallar va qotishmalarining bir necha qatlami ko’rinishidagi detallar tayyorlash imkonini beradi. Kukunli metallurgiya usullari otashga chidamliligi, eyilishga chidamliligi yuqori, kattiqligi katta, belgilangan barqaror (magnit xossali, shuningdek aloxida fizik–kimyoviy, mexanik va texnologik xossali – detallar olish imkonini beradi. Bunday detallarni quyish va bosim ostida ishlash yuli bilan olish mumkin emas. Kukun materiallardan detal va buyumlar olish prostessi metall kukunini tayyorlash, ulardan shixta tuzish, presslash, zagotovkani pishirishdan iborat.

2.3. Molibden kukunlarini olishning zamonaviy texnologiyasi

Tadqiqot ob’ektlari sifatida - “OTMK” AJ ning tarkibida molibden bo’lgan sanoat mahsulotlari, tiklash usuli bilan olingan molibden kukunlari va «Nodir metallar va qattiq qotishmalar ishlab chiqarish» Ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi ishlab chiqarish jarayonida Olmaliq tog’-metallurgiya kombinati («OTMK» AJ) ga qarashli CTH-1,6 tiklash pechi va vodorod-plazmali qayta tiklash qurilmasi (IITYB-300) hisoblanadi. 2-1 jadvalda “OTMK” AJ ning sanoat maxsulotlarining kimyoviy tarkibi keltirilgan.

Molibden kukunlarining granulametrik tarkibini aniqlash uchun neytron-aktivlanish, mass-spektrometriya va spektral taxlil usullari ko’llanildi. Kukunlarni va yarim maxsulotlarni (shtabiklarni) texnologik va ishlatilish xarakteristikalarini

o'lchash mavjud bo'lgan standart usullardan va o'lchov uskunalar foydalangan xolda amalga oshirildi.

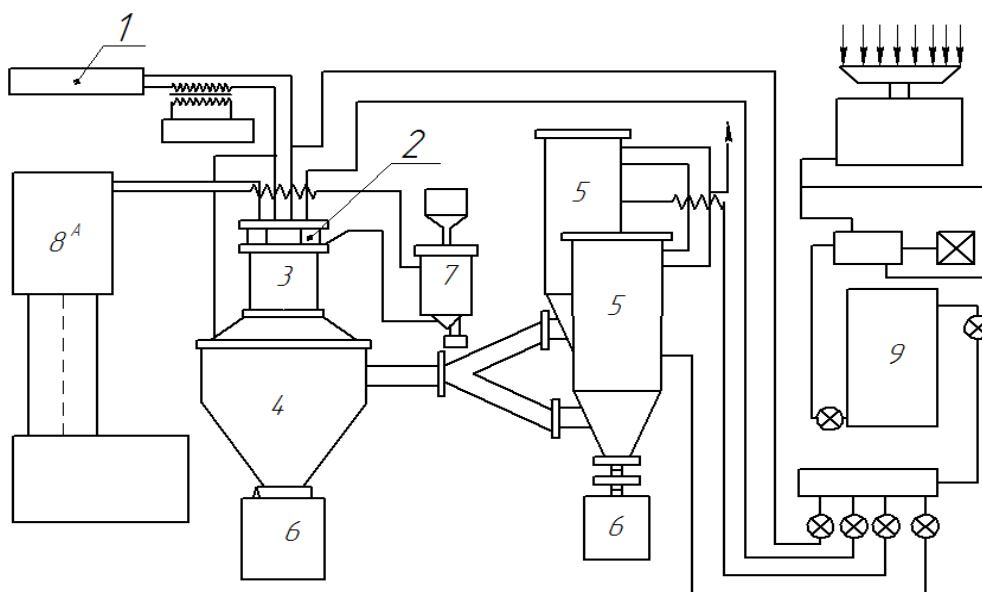
2-1-jadval

“OTMK” AJ ning sanoat maxsulotlarining kimyoviy tarkibi

Sanoat maxsuloti	Elementlar miqdori, % mass,										
	Mo	As	Si	R	WO ₃	Ai	Ag	Re		SiO ₂	namlik
IIIM-1	>40,0	0,07	3,0	<0,05	<0,8	0,0025	0,0076	-		-	6,0
IIIM-2	<25,0	0,07	5,0	<0,05	<1,2	0,0025	0,0076	-		-	6,0
OIIM	>32,0	0,07	2,0-3,0	<0,05	<0,8	0,0025	0,0076	<0,17	1,5	11,0	0,5

Olmalik tog'-metallurgiya kombinati («OTMK» AJ) ga qarashli «Nodir metallar va qattiq qotishmalar ishlab chiqarish» Ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasida mavjud bo'lgan IIYB-300 qurilmasining texnologik ko'rinishi 2.1-rasmda namoyish qilingan.

Reaktor cho'ktiruv kamerasida molibden kukunini olish jarayonida reaktor ostida kukun deyarli topilmadi, bu kelib tushgan molibden oksidi butunlay tiklanganligi va molibdenni tiklangan kukuni filtrga tushgani haqida dalolat beradi.



Rasm 2.1. “IIYB-300” qurilmasining texnologik ko'rinishi: 1 – oziqlanish manbai, 2 – plazmogenerator, 3 - reaktor, 4 - bosuvchi kamera, 5 - filtrlar, 6 – kabul kilish bunkeri, 7 – xom-ashyoni dozalagich, 8 – gaz bilan ta'minlash tizimi, 8 – xom ashyoni kiritish uzeli, 9 - suv bilan ta'minlash tizimi.

Olingan kukunlarning maydaligini (dispersililigini) o'rganish shuni ko'rsatdiki kislorod va namlik bug'lari 0,5 % ni tashkil qilganda donaning o'rtacha o'lchami Fisher buyicha 70-90 nm ga teng.

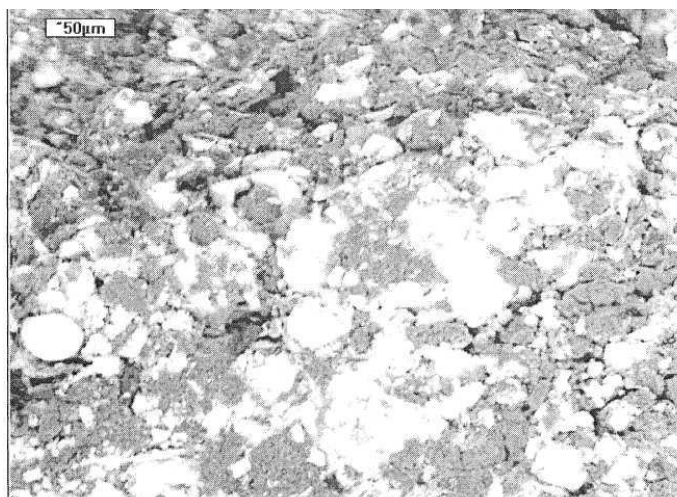
Mukammallashtirilgan plazmokimyoviy reaktorni texnologik tadqiqotlar natijalarini taxlil qilib shuni takidlash mumkin:

Xom-ashyoni ishlab chiqish va jarayonni boshkarish darajasi o'smokda, shu bilan birga kukunning maydaligi xam; granulometrik tarkibni bir jinsliligi ortmoqda; tiklanish jarayoni ishidan olingan koeffistient oshmoqda.

Molibden oksidlarining asosiy tiklanish prinstiplari ko'rib chiqildi. Shu maqsadda birinchi bosqichda molibdenli "OTMK" AJ sanoat mahsulotlarini morfologiyasi, tuzilishi, ximik va fazali tarkibi tahlil qilindi.

Konstentratlarni qayta ishlagandan keyin ko'p miqdorda temiri bulgan (15-20% mass) katta miqdorda chiqindilar (keklar) hosil bo'ladi. Temir kukunini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan va patentlangan. Kukunlardan bir qator konstrukstion materiallar tajriba partiyalari tayyorlandi, antifrakstion materiallar tayyorlash texnologiyasi esa patentlandi.

Kukunlarni donadorlash (granullash) o'z o'ki atrofida gorizontal va vertikal tekisliklarda aylanuvchi aralashtirgichda olib borildi. Kuydirish (otjig) rejimlarini o'rganib olish 2-IIIQ uskunalarida (IIYB-300, IIEI-214, CTH-1,6) o'tkazildi.

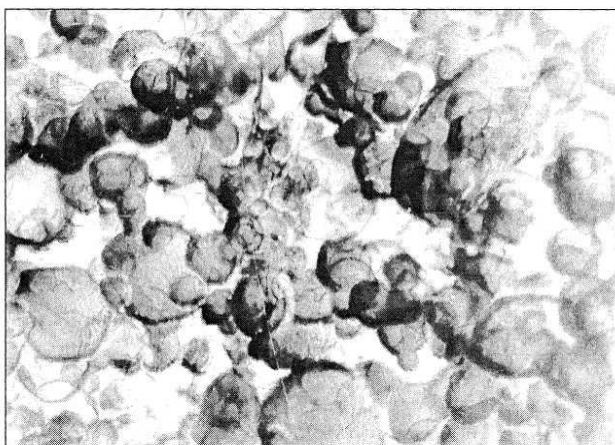


Rasm 2.2. Sanoat mahsuloti IIIM-1 mikrotuzilishi, x300

Molibden kukunlarining texnologik ko'rsatkichlarni xom-ashyo tabiatiga (Bishkek, Skopino, Stepnogorsk, «OTMK» AJ) bog'likligi va tiklovchi o'choklar (OKB-111A; CTH-1,6; CKB-5062) turlari ko'rib chiqildi. OKB-111A o'chogida katta miqdorda konglomeratlar hosil bo'lishligi ko'rsatildi, bu xolat sarf qilinayotgan vodorodning nisbiy og'irligini kichikligi bilan tushuntirishi mumkin.

Molibden trioksidini tiklash mobaynida reakstiyaga kirishidigan qattiq komponentlarning maydaligi (dispersligi) va tuzilishi o'zgaradi, bu oksidlar va gazsimon reagentlarning ajratib turuvchi qismda yangi fazalarni paydo bo'lishi va o'sishi bilan yuz beradi. Harorat, gazli fazani tarkibi, qattiq faza komponentlari konstentrastiyasi va termik ishlash ko'rsatkichlari kabi jarayonni o'tkazish shartlarini o'zgartirish bilan oksidlarning belgilangan maydalanish (dispergirovanie) darajasiga

erishildi va talab qilingan o'lchamlardagi zarralarga ega bo'lgan molibden kukunlarini olish ta'minlandi. Eng ko'p tarqalgan purkovchi-plazmali apparatli bezatish variantlari asosida generatorning chiqish soplosiga uqdosh tutashtirilgan tug'ri oqimli reaktor sxemasi yotadi. Oksidlarning sarflanishiga qarab o'rtacha 20-30 nm o'lchamdagi molibden kukunini olish mumkinligi ko'rsatildi. Lekin shuni aytish joizki agar maxsus extiyot choralari ko'rilmasa nanokukunlar turli kuchlar ta'siri ostida (elektr, dispersli, magnit va boshkalar) konglomeratlarni hosil qilishi mumkin va ayrim hollarda ularning mustaxkamligi shu darajada ortib ketadiki hatto zamonaviy dispergatorlardan foydalanib ham ularni boshlang'ich zarralarga ajratishni deyarli iloji bo'lmay qoladi. Kukunlar tarkibida konglomeratlarni bo'lishi presslangan va pishirilgan materiallarda turli hil tuzilishni xosil bo'lishiga olib keladi.



Rasm 2.3. Mo nanokukunlarining elektron-mikroskopik suratlari, x100000

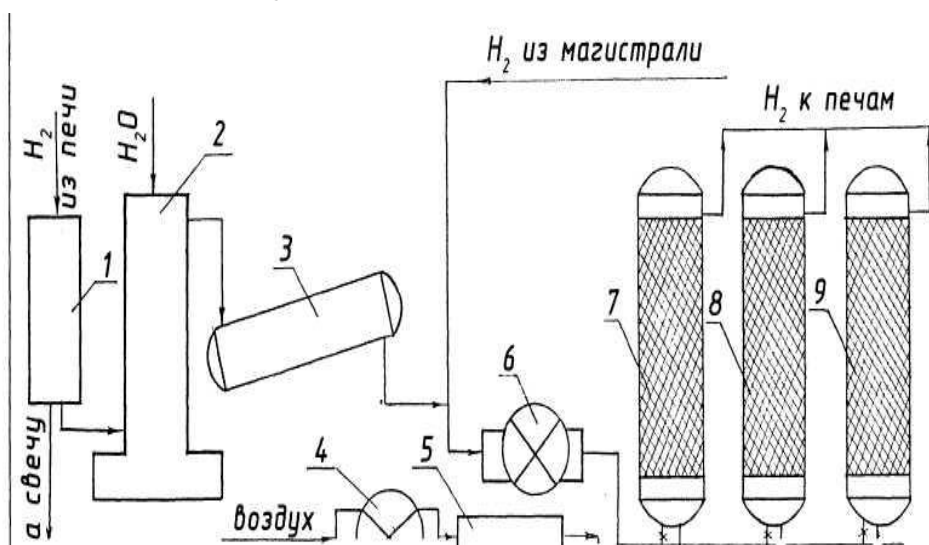
2.3-rasmda molibden nanokukunlarni elektron mikroskopda olingan suratlari ko'rsatildi, ularning sharsimon shaklga egaligi shakllanish mexanizmiga koalesstenstiyani hissasi ko'pligi haqida guvoxlik beradi. Mo kukunlaridan sanoatda foydalanish uchun ularning tarkibida kislorod mikdori 0,2% dan oshmasligi kerak. Shuning uchun kukunlarni vodorodda kuydirish (oxirgacha tiklash) jarayonini o'rganish amaliy qiziqishga ega.

Olingan natijalar qiymati shuni ko'rsatadiki, yuqori xaroratda kukunni nisbiy yuzasi bir qancha kamayishi kuzatiladi, uning oxirgi qiymati standart kukunlardan o'n barobarga ko'prok bo'lsa ham. Belgilangan ishlatilinish xossalarga ega bo'lgan molibden kukunlarini ishlab chiqishning texnik va texnologik qarorlari ko'rib chiqildi.

Molibden oksidi vodorod regenerastiyasi qurilmasi bilan jixozlangan o'choqlarda tiklanadi, o'choklar suv bug'larini freon bilan "muzlatish" prinstipi bo'yicha ishlaydi. Ammo qurilma zo'r hollarda vodorodni quritishni shudring nuktasigacha -30°C ishlab chiqaradi. Bu esa tiklanish reakstiyasini borishini optimal sharoitlarini yaratish

uchun kamlik qiladi. Shuning uchun vodorodni muzlatishdan va shudring nuqtasiga etkazishdan so'ng kamida -40°C gacha quritish zaruriyati tug'iladi. Shu maqsadda yukori samarali adsorbentlar bo'lgan sun'iy va tabiiy steolit va alyuminiy oksidi tajriba qilib kurildi. Laboratoriya tadqiqotlari asosini vodorod regenerastiyasini texnologik rejimlarini optimallashtirish tashkil qildi. (2.4-rasm).

Tadqiqot natijalari tahlili shuni ko'rsatadiki, volframi bo'lmagan qattiq qotishmalarning molibden nanokukunlaridan tayyorlanishi qattiqlikka katta ta'sir ko'rsatmaydi (boshlang'ich pishirish haroratidan tashqari), lekin egishdagi mustaxkamlikni bir qancha oshishini ta'minlaydi. Bundan tashkari nanokukunlar sifatga ziyon etkazmasdan turib maydalovchi jismlarni yuklanishini ya'ni maydalash vakti va pishish haroratini kamaytirish imkonini beradi.



2.4-rasm. Regenerastiya qurilmasining prinstipial sxemasi :

1-rampa, 2-skrubber, 3-issiqlik almashuvchi, 4-havo puflagich, 5-elektr o'choq, 6-tazpuflagich, 7-adsorber steolitom bilan, 8-adsorber alyuminiy oksidi bilan, 9-adsorber tabiiy steolitom bilan.

Molibden kukunlaridan yuqori mayda donadorli va yuqori mexanik xossalarga ega bo'lgan molibden-mis soxta qotishmalarini olishda boshlang'ich material sifatida foydalanish amaliy qiziqqishga egadir. Tarkibida 30% mis bo'lgan asosi molibden nanokukunlaridan tashkil topgan pishirilgan soxta qotishma qattiqligi (220-240 HV) standart kukunlardan tayyorlangan soxta qotishmanikidan (180-200 HV) kattaroq ekan. Mikrotuzilish tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki pishirilgan soxta qotishmalardagi molibden donalari qiymati 0,7-1 mkm ni tashkil qilib, tuzilishi esa bir jinsliligi ajralib turadi. Molibdenli kukunlarida kislorod miqdorini kamaytirish maqsadida mahsulotni reaktorni o'zida o'rnatilgan grafitli yoki metall to'qimali filtrlarda ushlab qolishni taklif qilindi. Bu sustlashtirish (passivastiya) usuli kukunni, nepiroforligini ta'minlaydi, ammo yuqori haroratlarda ($800-1600^{\circ}\text{C}$) suv bug'lari bilan ivishi

mumkin. Avval vaqti vaqti bilan xom-ashyoni berib turilishini 5-10 daqiqaga to'xtatib ko'rish jarayoni tajriba qilib ko'rildi, bu vaqtda mahsulot filtrda vodorod oqimida termosustlashadi. Kukun bo'shatilgandan keyin 10-20 sutkada kislorod miqdori 2-2,65 % darajagacha etishi va shundan keyin o'zgarmasligi aniqlandi. Susaytirishni ikkinchi usuli xom-ashyoni uglevodorodlar bilan birgalikda kirgizish ya'ni kuchayotgan gazni benzin orqali barbotaj (aralashtirish) qilish yo'li bilan amalga oshirildi. Bu usul juda yaxshi natijalar berdi. 2.2-jadvalda «ПІУВ-300» plazmokimyoviy qurilmasida molibden oksidini qayta tiklash yo'li bilan molibden kukunini olish rejimi keltirilgan.

2.2-jadval

«ПІУВ-300» plazmokimyoviy qurilmasida molibden angidridni qayta tiklash
rejimi

№pp	Parametrlarni nomlanishi	Norma
1	Yoylar toki, kA	0,45 dan 0,55gacha
2	Yoylar kuchlanishi, V	380 dan 410 gacha
3	Plazmatron orqali vodorod sarfi, m ³	60 dan 70 gacha
4	Molibden oksidi uchun ishlatilgan vodorod sarfi, m ³ /ch	2 dan 4 gacha
5	Plazmatrondagi suv sarfi, m ³ /ch	2,15 dan 3,6 gacha
6	Yuqori bosimli kollektordagi suv bosimi, Pa, kgs/sm ²	8,73x10 ⁵ 11,77x10 ⁵ 912
7	Plazmatrondan kirish va chiqishda bushatilgan suv xaroratidagi fark, °C, yuqori bo'lmagan	20
8	Qurilmadagi gaz bosimi, Pa, yuqori bo'lmagan kgs/sm ²	0,98x10 ⁴ 0,1
9	Suv taqsimlovchi grebenkaga kirishi bo'shatilgan suv bosimi, Pa kgs/sm ²	78,48x10 ⁴ 8
10	Past bosimli suv utkazgichda ishlab chikilgan suv bosimi, Pa kgs/sm ²	16,62x10 ⁴ 39,24x10 ⁴ 2-4
11	Gaz taksimlovchi grebenkaga kiruvchi gazutkazgichdagi vodorod bosimi, Pa, kam bulmagan kgs/sm ²	3,9x10 ⁴ 0,4
12	Plazmatrondan chikishda bo'shatilgan suv bosimi, Pa, kam b o'lmagan kgs/sm ²	(-1,76)x10 ⁴ (-1,18)

Molibden uch oksidi yukori buglanishga ega bo'ladi (hattoki 600°C va 1,01x10⁵ Pa da uchishni boshlaydi), MoO₂ donalari ulchami katta bulishi kerak, keyin volframga karaganda molibden kukuni yirik bulishi kerak, lekin amaliyotda volframga karaganda molibden maydarok olinadi.

Bu shunday tushuntiriladi, (MoO₃ = MoO₂) kayta tiklash xarorati birinchi boskichda WO₃ ga karaganda past buladi va MoO₃ buglanishi amaliy sodir bulmaydi, shuning uchun 600°C xarorat zonasida MoO₂ tushib ketadi.

Boshka tomondan, $\text{MoO}_3 = \text{MoO}_2$ ni kayta tiklash birinchi boskichidagi yukori xaroratli zonada MoO_2 ni kisman oksidlanishi xisobiga gazli faza orkali oksidlanish-kaytarilishli kuchish sezilarli darajada namoyon bulishi mumkin emas, shunday kilib MoO_3 da MoO_2 ni oksidlash uchun yuqori H_2O bug' konstantrasiyalari talab kilinadi.

2.4. Nanotexnologiyalar

O'zbekiston Respublikasida mavjud bo'lgan mineral-xom ashyo resurslarini qayta ishlash orqali eksportga mo'ljallangan yangi turdagi konstrukstion materiallar yaratish va ko'p turdagi tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish. Yuqori texnologiyalar yordamida qiyin eriydigan metallarning kukunlarini olish va ularning granulametric tarkibini o'rganish natijalari asosida yangi materiallarni ishlab chiqarishga joriy etish bu mavzuning dolzarbligini bildiradi.

O'zbekiston Respublikasi Birinchi Prezidentining 2006 yil 14 dekabrda PQ-530-son «Respublika volfram konlarining mineral xom ashyo bazasini yanada rivojlantirish to'g'risida»gi Qarori, 2011 yil 29 iyulda PF-1590-son «Tayyor maxsulotlarni, tashkil qiluvchi buyumlarni va materiallarni ishlab chiqarishning lokallashtirilishini 2011-2013 yillarda sanoat kooperastiyasi asosida chuqurlashtirish chora-tadbirlari» Farmoni va O'zbekiston Respublikasi Birinchi Prezidentining 2016 yil 10 avgustda PQ- 2573-son «Nodir metallar va qattiq qotishmalar ishlab chiqarish bo'yicha» Ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasini tashkil etish to'g'risidagi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu mavzu muayyan darajada xizmat qiladi.

AQSHning Yelekiy universtiteti olimlariga meditsinada nanomateriallarni (texnologiyani) qo'llashni o'rganishga 6,5 mln. dollar xajmida pul ajratilgan. Olimlar insonlarning tirik to'qimalariga impluatatsiya qilinadigan biomimetik nano o'tkazgichni yaratyaptilar.

Bundan buyoq quyosh energiyasidan foydalanish energetika soxasidagi dolzarb masala bo'lib qolaveradi. Nanotexnologiya asosida yaratilgan mis-indiy-dieselenid-galliy (CIGS-plyonka) plyonkasini fotoelektrik effekti (samaradorligi) xozirgi zamon quyosh elementlarinikidan 20% ga ko'proq.

Nanokukunlar asosida olingan yangi konstrukcion materiallar. Nano o'lchamli materiallarni olish usullari. Nanomateriallarni olish usullariga bo'lish negizida nanomaterialni sintez bo'lish jarayoni yotadi. Shu nuqtai nazardan olish usullari quyidagi turlarga bo'linadi: mexanikaviy, fizikaviy, ximiyaviy va biologik.

Mexanikaviy usul materiallarga katta deformatsiyalovchi kuch ta'siriga asoslangan: bosim, egish, vibratsiya, ishqalash, kavitatsion jarayonlar va x.k. Fizikaviy usullar asosida fizikaviy o'zgarishlar yotadi: bug'lanish, kondensatsiya, toblash, termotsikllash va boshqalar. Ximiyaviy usullar ximiyaviy reaksiyalarga asoslangan: elektroliz, qaytarilish, termik parchalanish. Biologik usul oqsil tanachalarida o'tadigan biologik jarayonlarga asoslangan.

1. Mayda zarrachalarga bo'lishni (disperslashni)mexanik usullari. O'z navbatida bu nanomateriallarni olish usullari quyidagi guruxlarga bo'linadi: mexanikaviy aydalash, shiddat jadal bilan deformatsiyalash, xar xil muxitlarni mexanikaviy ta'sirida.



2.5-rasm. Zarrachalardan detal olish texnologiyasi

2. Nanomateriallarni mexanikaviy maydalash bilan olish. Bu usul maydalanayotgan qattiq materiallarga katta urilish kuchi va katta ishqalanish ta'siriga asoslangan. Bunda mexanik ta'sir impulsli bo'lishi kerak. Mexanik ta'sir zarrachaning ma'lum bir joyiga-nuqtasiga ta'sir qiladi. Kuch impulsli va lokal bo'lganidan kichkina vaqtda nisbatan katta kuch ta'sir qiladi. Mexanikaviy maydalash xar-xil qurilma va moslamalarda olib boriladi: sharoviy, planetar, vibratsiyali, girdob, giroskopik, oqimli tegirmonlarda, attritorlarli qurilmalarida

bajariladi. Tegirmonlarni ichida eng soddasi va keng tarqalgani bu sharli tegirmonlardir.

Tegirmon silindr bo'lib, ichida maydalovchi jism bo'ladi: ko'pincha po'lat yoki qattiq qotishmali sharlar. Silindr aylanganda bu sharlar aylanish bo'yicha baraban bo'ylab ko'tarilib, eng tepasiga chiqqanda o'z og'irligi bilan pastga otilib tushib, maydalanuvchi materialni urib, maydalab deformatsiyalaydi. Maydalanish tezligi barabanning aylanish tezligiga bog'liq. Maydalangan zarracha formasi, g'adir-budir bo'ladi.

Attritorli qurilmalar, sharoviy tegirmonlarning bir turidir



2.6.-rasm. Tegirmon ko'rinishi

3. Nano o'lchamli paroshoklarni yig'ish usullari. Nanomateriallar olish usullarini ko'pchiligini natijaviy maxsuloti bu paroshok. Ba'zi materiallarni nanostukturalarini katta hajmda yaratish qiyin, ba'zan esa mumkin emas.

Nanoparoshoklardan hajmiy materiallar olish uchun, birinchi navbatda, xar-xil presslash jarayoni variantlari qo'llaniladi.

Jipslashgan buyum olish uchun, presslashni, pishirishni ("spekaniye"), prokatlashni xar-xil texnologik jarayonlarini qo'llaniladi. Amaliyot ko'rsatadiki, materialni dispersligi ortishi bilan jipslashishligi kamayadi.

Qattiq materiallarni olishda magnit-impusli presslash ishlatiladi. Impulsli magnit maydonidan "provodnik" ni otilib chiqishiga asoslangan.

Diamagnit magnit maydonidan itarilib chiqqan kabi. Induktorni impulsli magnit maydoni bilan konsentrator yuzasini o'zaro ta'siri natijasida mexanikaviy impuls

kuchi press-formada yig'iladi. Elektr zanjir ulanganda konsentrator magnit maydoni zonasidan itarib chiqariladi va kukun presslanadi. Impuls bir necha mikrosekund davom etadi: bosim $R=1-2\text{GPa}$.

Mundshtukli forma berish qiyin presslanadigan materiallar(qiyin eriydigan materiallar va qotishmalar, qattiq qotishmalar) ga qo'llaniladi. Kukun ma'lum forma va o'lchamdagi teshikdan qisib chiqariladi.

Fulleren—oldindan ma'lum bo'lgan olmos va grafit singari uglerodnig bu shakli 1985-yilda astrofiziklar tomonidan yulduzlararo chang spektrini tushuntirish vaqtida aniqlangan. Uglerod atomi yuqori simmetrik C_{60} molekulasini hosil qilishi mumkin. Bunday molekula 60 uglerod atomlaridan tuzilgan bo'lib ular o'zaro 1 nm diametrga teng sharda joylashgan va futbol koptogiga o'xshaydi. L. Eyler teoremasiga ko'ra uglerod atomlari 12 ta to'g'ri beshburchak va 20 ta noto'g'ri oltiburchaklar paydo qiladi. Uglerod molekulasini olti va besh burchakli uy qurgan arxitektor R. Filler sharafiga qo'yilgan. Dastlab fulleren kam miqdorda, 1990 yildan esa katta masshtabda ishlab chiqarish texnologiyasi yaratildi.

Fulleritlar. C_{60} molekulari o'z navbatida yoqlari markazlashgan kub panjaraga ega va yetarlicha kuchsiz molekulalararo bog'lanishga ega fullerit kristallarini hosil qilishi mumkin. Bu kristallda oktaedrik va tetraedrik bo'shliqlar mavjud va ularda boshqa atomlar bo'lishi mumkin. Agar oktaedrik bo'shliq ishqoriy metallar (($\blacklozenge=K$ (kaliy), Rb (rubidiy), Cs (seziy))) bilan to'ldirilsa xona haroratidan past haroratda bu moddalar strukturasi o'zgartiradi va yangi polimer material $\blacklozenge_1C_{60}$ paydo bo'ladi. Agar tetraedrik bo'shliq ham to'ldirilsa kritik 20–40 K haroratga ega yuqori o'tkazuvchan $\blacklozenge_3C_{60}$ material paydo bo'ladi. Yuqori o'tkazuvchan fulleritlarni joylashgan Maks Plank nomidagi institutda o'rganiladi. Materiallarga noyob xossalar beradigan boshqa qo'shimchali fulleritlar ham mavjud. Misol uchun $\blacklozenge_1C_{60}$ -etilen ferromagnit xossaga ega. Kimyo sohasida olib borilgan tinimsiz mexnat, 1997 yilga kelib 9000 ga yaqin fulleren birikmalarning aniqlanishiga olib keldi.

Uglerodli nanotrubka. Ugleroddan juda ko'p atomi bo'lgan molekula olish mumkin. Uzunligi bir necha o'n mikron, diametri 1 nm bir qatlamli trubkada $S \approx 1000\ 000$ atom bo'lishi mumkin. Trubka yuzasidagi to'g'ri oltiburchakning

uchlarida uglerod atomlari joylashgan. Trubka oxiri 6 ta to'g'ri beshburchak bilan yopilgan.

Uch o'lchamli fazoda to'g'ri beshburchak, oltiburchak va yettiburchaklarni kombinasiyalash orqali turli shakldagi uglerod sirtlarini olish mumkin. Bu nanoqurilmalar geometriyasi, ularning ajoyib fizikaviy hamda kimyoviy xossalarini belgilaydi. Natijada yangi material va ularni ishlab chiqarish texnologiyalari bo'lishi imkonini beradi.

Molekulyar dinamika hisoblari va kvant modellari yordamida uglerod materiallari fizikaviy hamda kimyoviy xossalarini oldindan aytish mumkin.

Bir qatlamli trubkalar yaratish bilan bir qatorda ko'p qatlamli trubkalar yaratish imkoni mavjud. Nanotrubkalarni ishlab chiqarishda maxsus katalizatorlardan foydalaniladi.

Yangi materiallarni avfzalligi nimada? Ucha xossaga to'xtalamiz.

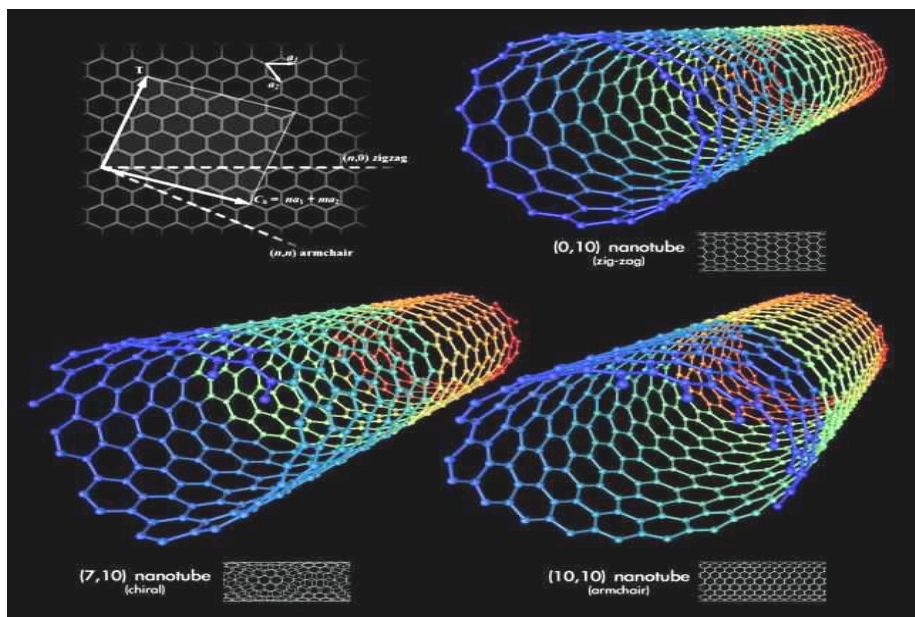
Mustahkamligi yuqori materiallar. Grafit listda uglerod atomlarining o'zaro bog'lanishi, ma'lumlariga nisbatan eng yuqori. Nuqsonsiz uglerodli trubkalar po'latdan ikki barobar mustahkam va to'rt marta yengil. Texnologiya oldida turgan vazifalar biri cheksiz uzunlikga ega bo'lgan uglerod nanotrubkalarini yaratishdir. Bunday trubkalardan yangi asr texnikasi uchun yuqori mustahkam va yengil kompozitlar tayyorlash mumkin. Ulardan qurilish va ko'priklar kuchlanish ta'siridagi elementlari, uchish qurilmalari tutib turuvchi konstruksiyalari, turbina elementlari, kam yoqilg'i sarflaydigan dvigatellar kuchli bloklari va boshqalar ishlab chiqariladi.

Hozirgi kunda diametri 10 nonometr bo'lgan 10 mikron uzunlikdagi nanotrubka yaratilgan (6.18–rasm).

Yuqori elektr toki o'tkazuvchi materiallar. Ma'lumki kristall grafitda bo'ylamasiga boshqa materiallarga nisbatan elektr o'tkazuvchanligi, aksincha yonlamasiga kichik. Shu sababli nanotrubkalardan yasalgan kabellar, xona haroratida tok o'tkazuvchanligi mis kabellarga nisbatan 2 marta yuqori bo'lishi kutilyapti. Zarur miqdorda va uzunlikda trubkalar ishlab chiqarish imkoniyatini beruvchi texnologiyani yaratish zarur.

Nanoklasterlar. Ko‘plab nanaob‘ektlar o‘nlab, yuzlab, minglab atomlardan tashkil topgan juda kichik zarralarga kiradi. Klaster xossalari o‘sha turdagi makroskopik hajmdagi material xossalaridan tubdan farq qiladi.

Nanoklasterlardan katta qurilish bloklari kabi aniq maqsadga yo‘naltirilgan va oldindan xossalari boshqariladigan yangi turdagi materiallar yaratish mumkin. Misol sifatida gaz aralashmalarin ajratish va saqlashda katalitik reaksiyalardan foydalanamiz: $Zn_4O(BDC)_3(DMF)_8(C_6H_5Cl)$.



2.7–rasm. Uglerod nanotrubbkasi

O‘tuvchi metallar lantanoid va aktinoid atomlaridan tashkil topgan magnit klasterlari katta qiziqish uyg‘otadi. Bu klasterlar o‘z magnit momentiga ega, bu esa tashqi magnit maydoni yordamida xossalarini boshqarish imkoniyatini beradi. Bunga yuqori yelkali metallografik molekula misol bo‘ladi: $Mn_{12}O_{12}(CH_3COO)_{16}(H_2O)_4$. Kvant kompyuterlari prosessorlarini loyihalashda nanomagnitlar katta ahamiyat kasb etadi.

Bundan tashqari kvant tizimi tadqiqoti bistabillik va gisterezis hodisasi aniqlandi. Agar molekulalar orasidagi masofa 10 nanometr ekanligini hisobga olsak, bu tizimda xotira zichlikni har kvadrat santimetrga 10 gegabaytni tashkil etadi.

Hozirgi zamon ilmiy-texnik rivojlanishning o‘ziga xos bo‘lgan eng muhim xususiyatini kukun materiallardan keng foydalanish tashkil etadi. Ularning ichida etakchi o‘rin volframning ultradispers kukunlariga tegishli. Konstruktion, asbobsozlik va boshqa materiallar yaratishda bosh elementlardan biri hisoblangan

volframning ultradispers kukunlarini plazmokimyoviy usulda olish borasida Toshkent davlat texnikasi universiteti Mexanika fakulteti “Materialshunoslik” kafedrasida ham ma’lum yutuqlarga erishilgan. Texnologik jarayonlarda yirik donali kukunlarni ultradispers kukunlarga almashtirish xomakilarni pishirish haroratini pasaytiradi va bir xil mayda donali strukturaga ega bo’lgan buyumlarni olish imkoniyati yaratiladi. Ammo volfram ultradispers kukunlarining qo’llanish sohalarini kengaytirish ishlab chiqarishda paydo bo’ladigan quyidagi qiyinchiliklar bilan bog’liq:

mahsulotni to’kish va qurilmaning uzluksiz ishlashining ta’minlanmaganligi;

ultradispers kukunlar yuqori kimyoviy faolligi, ularni qayta ishlash va saqlashning maxsus usullarini ishlab chiqishni talab qilishi;

ultradispers kukunlar to’kma zichligining kichikligi sababli, ularni qayta ishlashda an’anaviy ravishda qo’llaniladigan kukun metallurgiyasi usullaridan foydalanish mumkin emasligi;

ultradispers kukunlar tasniflarining muqim emasligi, jumladan ularning kimyoviy va granulometrik tarkibining o’zgaruvchanligidir.

Bundan tashqari ultradispers kukunlarning fizik, kimyoviy va texnologik xossalari to’liq o’rganilmagan. Bular jumlasiga zichlanishning ta’siri oqibatida sodir bo’ladigan jarayonlar, fizik, kimyoviy va yuza fazoviy tarkibi hamda zarra hajmi bir tekis bo’lmasligi kiradi.

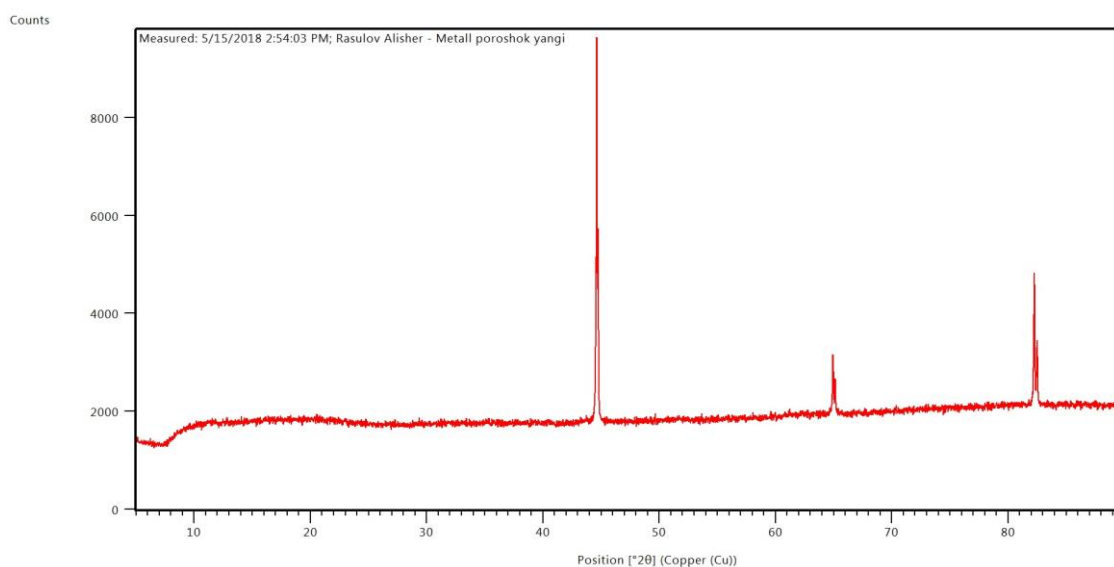
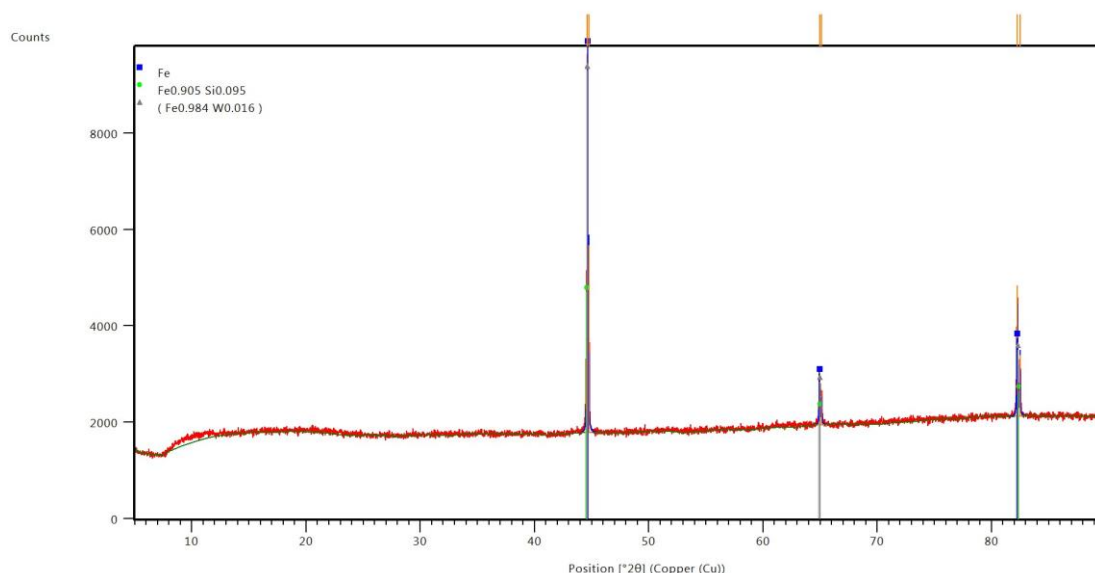
Istiqbolli plazma texnologiyasining sanoatda tatbiqini jadallashtirishda yuqorida ko’rsatilgan muammolar bilan birgalikda, jarayonni intensiv rivojlantirish uchun xizmat qiladigan bu kattaliklarni aniq o’lchashda to’siq bo’layotgan metrologik qiyinchiliklar ham yangi texnologiyalarning rivojlanishiga to’sqinlik qilmoqda.

Kukunlarini granulometrik tarkibini o’rganish Toshkent davlat texnikasi universiteti Mexanika fakulteti “Materialshunoslik” kafedrasida, Ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi ishlab chiqarish sharoitida va ilg’or texnologiyalar markazida mavjud bo’lgan zamonaviy asbob va jihozlardan foydalanilgan holda amalga oshirishga harakat qilindi.

Metall kukunlarini rentgen tadqiqotlari O’zbekiston Respublikasi innovastion rivojlanish Vazirligi qoshidagi ilg’or texnologiyalar Markazida mavjud bo’lgan Cu

trubkasi bilan jihozlangan ($K\alpha_1=1.5406\text{\AA}$) “PanalyticalEmpyrean» difraktometrida bajarildi. O’lchashlar xona xaroratida 0,01 gradus qadamda qadama qadam skanirlash rejimida 5° dan 90° gacha diapozonda, aylanuvchi taglikda 2θ burchak intervalida bajarildi.

O’zbekiston Respublikasi innovastion rivojlanish Vazirligi qoshidagi ilg’or texnologiyalar Markazida bajarilgan tadqiqot natijalari



“Panalytical Empyrean» diraktrometrda olingan rentgengrammalar. Namunalar xona xaroratida 0,01 gradus qadamda qadama-qadam skanirlash rejimida 5° dan 90° gacha diapozonda, aylanuvchi taglikda 2θ burchak intervalda o’lchangan

Olingan kukunlarning tashqi morfologiyasi va o’lchamlari O’zbekiston Respublikasi innovastion rivojlanish Vazirligi qoshidagi ilg’or texnologiyalar

Markazida mavjud jihozlarda o'lchangan bo'lib, kukunlarning yuza morfologiyasi va mikrostrukturasi tadqiqotlari Germaniyaning Karl Zeys shaxrida ishlab chiqarilgan SEM-EVO MA 10 skanirlovchi elektron mikraskop yordamida amalga oshirildi. Mazkur jihoz neorganik materiallar kukunlar, zarrachalar, tolalar, metallar yuzasidagi mikrostrukturalar, yarimo'tkazgichlar va yupqa plyonkalar, yuzasidagi nuqsonlar tuzilishini mikroskopik tahlil qilishga mo'ljallangan. Skanirlovchi elektron mikraskopda tadqiqotlar quyidagicha olib borildi:

Namunani tayyorlash jarayonida mikroskopning predmet stoliga yuzasiga yuzalari ikki tomonlama yopishtiriladigan alyuminiyli folga yopishtirilgan metall qotishmali tutgich o'rnatildi. Bu folgaga kukun to'kidi keyin havo bilan puflandi. Keyin predmet stoli vakuum hosil qilish uchun havo to'xtatilgan mikroskopning ishchi kamerasiga o'rnatildi. O'lchashni amalga oshirish uchun filamentga SE detektirlash rejimida 10 kV kuchlanish beriladi. Bunda ishchi masofa (working distance) 8,5 mm ni tashkil qildi. Smart SEM programmalash dasturi yordamida 20-100 mkm masshtablardagi ko'rinishlar olindi. Xulosa qilib aytganda yuqori sifatli rasm olish uchun: mikroskopning filamentiga elektron hosil bo'lish qurilmasi filamentiga 10 kV kuchlanish beriladi; namuna bilan fokuslangan elektron dasta orasidagi ishchi masofa 8,5 mmga teng bo'lishi kerak.

Elektronlar dastasini SE1 orqali qayd etilgan. Xar bir rasmga maxsus indifikastion raqam berilgilanadi. Berilgan rasm olingan mashtabi 100 mikronga teng.

Nazorat savollari :

1. Nanomaterial deb nimaga aytiladi?
2. Nanomateriallar olishning qanday usullarini bilasiz?
3. Nanomateriallar qanday maqsadlarda qo'llaniladi?
4. Elektrotexnikada qo'llaniladigan nanomateriallar xaqida nimalar bilasiz?
5. Nanomateriallarning mashinasozlikdagi o'rni.
6. Kukun metallurgiyasi nima?
7. Qiyin eriydigan metallar kukunlarini olishning qanday usullarini bilasiz?
8. Kukun metallurgiyasining avfzalliklari?

3-mavzu: Kukun metallurgiyasi usulida resurstejamkor materiallar olish texnologiyasi. Materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar

Reja:

1. Kukun metallurgiyasi usulida buyum va detallar olish texnologiyasi.
2. Og'ir (yuqori xarorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar olish.
3. Legirlovchi elementlarning qotishma xossalariga ta'siri.
4. Kukun metallurgiyasi usulida kichik zichlikka va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan buyum va detallar olish.
5. G'ovak singib o'tkazuvchan, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi va sovituvchi materiallar olish texnologiyasi. Metall va qotishma kukunlarini qattiq va suyuq fazali qizdirib pishirish texnologiyalari.
6. Alyuminiy kukuni asosli materiallarni qizdirib pishirish. Zangbardosh, olovbardosh va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan detallarni alyuminiy qirindilaridan tayyorlash texnologiyalari.
7. Materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar.

***Tayanch so'z va iboralar:** metall kukuni, metallurgiya, temperatura, issiqlik, pishirish, qotishma, legirlovchi elementlar. g'ovak, singib o'tkazuvchan, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi, sovituvchi zangbardosh, olovbardosh alyuminiy qirindilar.*

3.1. Kukun metallurgiyasi usulida buyum va detallar olish texnologiyasi.

Kukun metallurgiyasi usulida xomakilar, shuningdek, aniq o'lchamli turli detallar tayyorlanadi. Kukunli metallurgiya g'ovak materiallar va ulardan detallar, shuningdek, ikkita (bimetallar) yoki turli metallar va qotishmalarning bir necha qatlami ko'rinishidagi detallar tayyorlash imkonini beradi. Kukunli metallurgiya usullari otashga chidamliligi, eyilishga chidamliligi yuqori, kattiqligi katta, belgilangan barqaror (magnit xossali, shuningdek aloxida fizik–kimyoviy, mexanik va texnologik xossali – detallar olish imkonini beradi. Bunday detallarni quyish va bosim ostida ishlash yuli bilan olish mumkin emas.

Shixtani tayyorlash. Ma'lum kimyoviy va granulometrik tarkibdagi xamda texnologik xossalarga ega bo'lgan kukunlarning dozalangan porstiyalari

barabanlarda, tegirmonlarda va boshqa qurilmalarda aralashtiriladi. **Shixtani aralashtirish**-shixtani bir tekis aralashtirish zarurati tug'lsa spirt, benzin, glisterin va distillangan suv qo'shiladi. Ba'zan aralashtirish prostessida turli vazifani o'tovchi texnologik qo'shilmalar qo'shiladi: presslanishni engillashtirish maqsadida plastifikatorlar (parafin, stearin, glisterin va boshqalar), kerakli g'ovaklikka ega bo'lgan buyumlar olish uchun oson suyuqlanadigan qo'shilmalar, uchuvchi moddalar qo'shiladi.

Xomaki va buyumlarni shakllantirish. Kukunlar sovuqlayin yoki issiqalayin prokatlash hamda boshqa usullar bilan presslanadi.

Sovuqlayin presslashda press forma matristasiga shixta solinadi va ish puansoni bilan presslanadi. Bosim olingach, buyum surib chiqaruvchi puanson bilan matristadan chiqariladi. Presslash jarayonida kukun zarrachalari elastik va plastik deformastiyalanadi. Bunda kukun zarrachalari orasidagi jipslashish ortadi, g'ovaklik kamayadi. Bu esa kerakli shakl va mustaxkamlikdagi xomaki olish imkonini beradi. Xomaki gidravlik yoki mexanik (eksstentrikli, krivoshipli) presslarda presslanadi. Presslash bosimi kukun tarkibi va buyum vazifasiga ko'ra 200-1000 MPa bo'ladi.

Avtomatik harakatlanadngan presslar keng tarqalgan. Qabul qiluvchi bunker 1ga solinadigan shixta o'z og'irligi bilan to'ldiruvchi shlangga o'tadi. Shlang press-qolip 3 ustida tugaydi, u press stoli 4 buylab surilishi mumkin. Pastki surib chiqaruvchi puanson 5 vaziyati to'kiladigan kukun miqdorini belgilaydi, ya'ni ushbu holda press-qolipni dozalash va uni to'ldirish bir vaqtda bajariladi. Pres-qolip to'lgach, shlang chetga suriladi va yuqori ish puansoni bilan kukunni qisish imkoniyati tug'iladi. Xomaki pastki puanson bilan surib chiqariladi, qolipni yana to'ldirish uchun shlang suriladi, xomaki bir yula stoldan maxsus novga surib tushiradi. Bunday presslar ba'zan bir necha press-qolip o'rnatilgan aylanuvchi stollar bilan jixozlanadi. Avtomatik presslarning ish unumi bir soatda bir necha ming xomaki chiqaradigan darajada bo'lishi mumkin.

Issiqlayin presslashda press-qolipda buyum shakllantirilibgina qolmay, pishiriladi ham, bu esa fizik-kimyoviy xossalari yuqori bo'lgan g'ovaksiz material olish imkonini beradi. Issiqalayin peresslashni vakuumda, himoya qilish yoki qaytarish atmosferasida, keng temperatura oralig'ida (1200–1800°C), sovuqlayin presslashga

nisbatan ancha past bosimda bajarish mumkin. Odatda, kukunlar kerakli temperaturagacha qizdirilgach bosim ostida siqiladi. Bu usullardan kiyin deformastiyalanadigan metallar (boridlar, karbidlar va boshqalar) dan buyumlar tayyorlashda foydalaniladi.

Metall kukunlarini prokatlash sovuqlayin yoki issiqalayin deformastiyalash usuli bilan tasma, sim, polosa ko'rinishidagi buyumlar olishning uzluksiz protessidir. Prokatlash vertikal, qiya va gorizontal yunalishlarda bajariladi. Vertikal holatda prokatlash buyumni shakllantirish uchun eng yaxshi sharoit xisoblanadi. Avvaliga kukun bunkerdan aylanma siquvchi valiklar orasidagi zazorga tushadi, xomaki xoliga keltirish uchun qisiladi, so'ngra pishirish uchun pechga yunaltiriladi, keyinchalik toza valiklarda prokatlanadi. Prokatlashda kukun hajmi bir necha marta kichrayadi. Tasmani prokatlashda valik diametrining tasma qalinligiga nisbati 100:1 dan 300:1 gacha bo'lishi kerak. Kukunlarni prokatlash tezligi quyma metallarni prokatlash tezligiga nisbatan ancha kichik bo'lib, kukunning oquvchanligi bilan cheklanadi. Shuning uchun aylanuvchi valiklar sirtining chiziqli tezligi metall kukunning bunkerdan chiqib, valiklar orasidagi zazorga surilish tezligidan kichik bo'lishi kerak. Prokatlash usuli bilan bir va ko'p qatlamli buyumlar, qalinligi 0,025–3 mm, eni 300 mm gacha bo'lgan tasmalar, diametri 0,25 mm va undan katta bo'lgan simlar va xakazolar olish mumkin. Protessning uzluksizligi uni avtomatlashtirishni hamda yuqori unumdorligini ta'minlaydi.

Detal va buyumlarga kerakli mustahkamlik va qattiqlik berish uchun ular pishiriladi. Pishirish operastiyasi buyumni asosiy komponent suyuqlanadigan temperaturaning 0,6–0,8 qismiga qadar qizdirish va shu temperaturada ma'lum vaqt ushlab turishdan iborat. Pishirish qarshilikli elektr pechlarda indukstion qizdirish yoki bevosita pishiriladigan buyum orqali tok o'tkazish yuli bilan amalga oshiriladi. Metall kukunlar oksidlanmasligi uchun pishirish argonli, geliyli muhitlarda, vakuumda yoki vodorod muxitida bajariladi. Tob tashlamasligi uchun yupqa va yassi detallar bosim ostida pishiriladi. Buyumlarga uzil–kesil shakl va aniq o'lchamlar berish uchun ular pardozlash operastiyalaridan o'tkaziladi; kalibrlanadi, kesib ishlov beriladi, kimyoviy termik ishlanadi, elektrofizik usullar bilan kerakli o'lchamiga etkaziladi, qayta presslanadi.

Kalibrlash presslangan buyumni press-qolipdagi mos qirqimli teshikdan siqib o'tkazishdan iborat. Kalibrlash natijasida buyumning o'lchamlari aniqlashadi, sirti silliqlanadi, g'ovakligi kamayadi.

Presslangan zagotovkalardan murakkab shaklli detallar (cho'zish uchun volokalar, qattiq qotishmali qistirmalar, shtamlarning matristalari va xokazolar) olish; ichki va tashqi rezbalar qirqish; diametri kichik, lekin chuqur teshiklar olish uchun ularga kesib ishlanadi.

Kimyoviy-termik ishlash (azotlash, xromlash, stianlash va xokazo) metallardagi kabi bajariladi. G'ovaklikning mavjudligi, demak, yoyilgan sirtning mavjudligi kimyoviy termik ishlash prostessini aktiv amalga oshirish imkonini beradi.

Elektr uchqunli va elektr impulsli elektrofizik usullar murakkab shaklli detallar olish uchun qo'llaniladi. Elektr uchqunli usulda ishlash mohiyati ikkita elektrod orasida elektr impulsli uchqunli razryaddan foydalanishdan iborat. Bunda ishlov beriladigan xomaki anod, asbob, katod vazifasini o'taydi. Elektr impulsli usulda ishlashda elektrodslarni ulashda teskari qutblilikdan foydalaniladi. Bu usullar tok o'tkazuvchi elektrodslar orqali impulsli elektr toki o'tkazilganda ularning eroziyalanishiga (emirilishiga) bog'liq. Hosil bo'lgan razryad tufayli ishlov beriladigan xomaki-elektrod sirtida juda qisqa vaqt oralig'ida temperatura 10000–12000°S gacha ko'tariladi, shu onda metall suyuqlanadi va bug'lanadi. Zagotovkadan ajralib chiqqan metall dielektrik suyuqlik muxitida zarralar ko'rinishida qotadi.

Qayta presslash usulidan murakkab shaklli detallar olishda foydalaniladi. Qayta presslash natijasida xomakining kerakli o'lchamlari va shakli ta'minlanadi. Birinchi marta presslanganda xomakining shakli oddiy, o'lchamlari taxminiy bo'ladi.

3.2. Og'ir (yuqori harorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar olish

Yuqori harorat va bosim sharoitlarida ishlaydigan qattiq qotishma asosida olingan №25 kirish kutisi roligini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va sifatini yaxshilash uchun presslashdagi mikroyoriqlarni oldini olish, zarrachalar orasidagi sirpanish kuchini kamaytirish, mustaxkamlikni oshirish maqsadida, aralashma qayta aralashtiriladi.

Aralashmani qayta aralashtirish texnologik jarayoni quyidagidan iborat:

Shnekli aralashtirgichga 15 kg quritilib, saralangan aralashma va 25 kg nam aralashma, xamda voronka orqali 4,5-5 litr sintetik kauchukni benzindagi eritmasi quyiladi. Aralashtirish 20-30 daqiqa davom etadi.

Aralashtirishdan keyin aralashma bugli shkafda quritiladi. Periodik qorishtirish vaqti 20-45 daqiqa.

Utgan birlamchi tayyorgarlikdagi aralashma uchun quritish va saralash jarayoni bir xil. Saralangan aralashma qopqogi zich yopiladigan telejka-konteynerga solinadi. Xar bir konteynerga partiya nomeri, aralashma markasi, ishchining familiyasi va sanasi ko'rsatilgan etiketga yopishtiriladi.

Shunday ko'rinishda aralashma gidravlik pressda presslanadi. Aralashgan aralashma rangi bir turda bo'lishi kerak va kesaklari bo'lmasligi kerak. Aralashma changishi va nerjaveykali po'latdan yuzasi silliklanganda yopishqoq bo'lishi kerak emas.

Nuqson turlari va ularni bartaraf etish usullari.

Quritilguncha aralashma changlanadi: shnekli aralashtirgichda aralashtirilguncha benzin bilan namlanayotganda. Aralashtirish oldi rejimi stex texnologiy tomonidan aniqlanadi.

Nam aralashma: astoydil qorishtirishda aralashma qo'shimcha ravishda bug'li shkafda quritiladi.

«№25 kirish qutisi roligi» buyumini presslash jarayoni.

Tashqi kuch ta'sirida press-formada buyumning aniq shakli tayyorlanadi.

Presslash 3200 MPa kuchlanishda gidravlik pressda amalga oshiriladi. Presslash yuqori puanson press-formalar vertikal yunalishda 110-115 atm bosim ostida amalga oshiriladi. Presslangan buyum 2 dona qarama-qarshi tomondagi grafitga extiyotkorlik bilan yotqiziladi.

Texnik talablar.

Presslangan buyum mustaxkamlikka ega bo'lishi, keyingi texnologik operastiyalarni amalga oshirish imkoniyatlarini ta'minlashi kerak. Presslangan buyumlar shakl va o'lchamga, chizmadagi talablarga muvofiq bo'lishi kerak. Buyum

qatlamga, ifloslanishga, yoriqlarga, yopishqoqlikka, noto'gri o'lchamga ega bo'lmasligi kerak.

Nuqson turlari va ularni bartaraf etish usullari.

1. Aralashmani press-formaga notekis joylashishi, xatoliklar, buyumning bazi qismi bir xil zichlikda presslanmaganligi va yuqori bosim natijasida yoriqlar paydo bo'ladi:

-presslash bosimini kamaytirish orqali aralashmani press-formaga tekis joylashishiga muvofiq bo'ladi.

2. Zichlik juda yuqori bo'lgan joylarda, sungra katta tezlikda bosim oshganda, press-formada kukun notekis joylashganda, shuningdek nam yoki quritilgan kukun-aralashmaning oquvchanligi yomon bo'lganda qatlam xosil bo'ladi;

-press-formaga kukunni tekis joylanishiga erishiladi, aralashmaning oquvchanligi yaxshilanadi, yuqori puanson xodlari soni daqiqasiga kamaytiriladi.

3. Ifloslanish:

Texnologik jarayon talablariga amal qilinadi va qurilma va taralarda kirlar, yoglar bo'lishiga ruxsat berilmaydi.

Buyurilmagan taradan foydalanish taqiqlanadi.

Noto'gri o'lchamdagi buyumlar- diqqat bilan nazorat qilinadi.

«№25 kirish qutisi roligi» buyumini quritish jarayoni.

Bu jarayonning ahamiyati—buyumni mustaxkamlash va harorat ta'sirida plastifikastiyalovchi moddani qisman yo'qotish.

Presslangan «№25 kirish qutisi roligi» buyumini quritish 48 soat mobaynida 3-3,5 kgs/sm² bug bosimida bug'li shkafda amalga oshiriladi.

Quritilgan buyum birinchi qizdirishga yuboriladi. Quritilgan buyum mustaxkamlikka ega bo'lishi va keyingi bo'ladigan texnologik operastiyalarni ta'minlashi kerak.

Nuqson turlari va ularni bartaraf etish usullari.

Qurimay qolgan buyumlar: quritish jarayoniga qaytariladi.

Boshlang'ich kizdirish.

Qizdirish yordamchi jarayonlar bilan sodir bo'ladi: kauchukning yonishi, kislorodning yo'qotilishi va boshqalar.

Maxsus idishga korraaks 3-5 mm qalinlikda yuza bo'ylab tekislanadi. Maxsus idishga yotqizilgan buyum grafit plastinkasi bilan qoplanadi.

«№25 kirish qutisi roligi» buyumi maxsus idish devoriga tegib turmasligi kerak. Qizdirish bir bosqichda elektr pechlarda olib boriladi. Maxsus idish mexanik xarakatlanadi.

Qizdirish rejimi: I zona 290-300⁰C; II zona 690-700⁰C; III zona 1080-1100⁰C.

Siljish xarakati 1 maxsus idish/soat; vodorod sarfi 3-3,5 m³/soat.

Qizdirilgan buyum texnik nazorat va tokarlik ishlov berishga yuboriladi. Har bir buyumli maxsus idishga partiya nomeri, buyum nomeri, qizdirish sanasi, qizdiruvchining familiyasi ko'rsatilgan sertifikat beriladi. Qizdirilgan buyum mustaxkamlikka ega bo'lishi va keyingi texnologik operastiyalarni ta'minlashi kerak.

Jarayon nazorati va maxsulot sifati.

1. Qizdirilgan buyum sifat nazoratini OTK olib boradi. № 045 setka va 3 mm diametrli teshikli setka orqali saralash yo'li bilan sepilishlar sifati tekshiriladi. 8-10 sutkada bir marta usta tomonidan tekshiriladi.

2. Buyumni maxsus idishga to'g'ri joylashtirish sifati usta tomonidan smenasiga 1-2 marotaba amalga oshiriladi.

3. I va II zonalarda kizdirish harorati KСП-3 elektron avtomatik potenstiometr va termoelekt o'zgartiruvchi (termopara) yordamida smenasiga 1-2 marotaba ishchi usta tomonidan doimiy nazorat qilib turiladi. III zonada «Проминь» optik pirometr yordamida harorat o'lchovi qizdiruvchi tomonidan va sutkasiga 1 marta OTK tomonidan olib boriladi. Harorat maksimal qizdirish zonasida joylashgan yorqinroq uchastka bo'yicha ko'rish oynasi orqali o'lchanadi.

4. Maxsus idishning siljish xarakati tezligi yuklash vaqtida va pechdan maxsus idishni bo'shatish nazorat qilinadi. Usta smenasiga 1 marotaba, OTK nazoratchi tanlov asosida.

5. PC-5 rotametr bo'yicha vodorod sarfi smenasiga 1-2 marotaba usta va tanlov asosida OTK nazoratchisi tomonidan nazorat qilinadi.

Nuqson turlari va ularni bartaraf etish usullari:

Pishmay qolishlik – harorat bo'yicha qizdirish rejimi va maxsus idish xarakat tezligi kuchli talabga rioya qilinishi.

O'ta kuyish– yakuniy nuqson xisoblanadi.

Kirishganlik – Presslangan buyum zichligini notekis bog'langanligi va natijada turli xil cho'kishlar, ya'ni usadkalar, ba'zida buyum o'zining og'irligi ta'sirida bo'lishi xisoblanadi.

«№25 kirish qutisi roligi» ga tokarlik ishlov berish.

«№25 kirish qutisi roligi» №10 stexda ishlab chiqariladi.

«№25 kirish qutisi roligi» xomashyosini yakuniy qizdirish.

Yakuniy qizdirish natijasida, qotishma strukturasi shakllanishi va suyuq faza orqali qayta kristallanish xisobiga «№25 kirish qutisi roligi» xomashyosida to'liq zichlanish sodir bo'ladi.

Tokarlik ishlov berishdan o'tgan zagatovkalar, grafitli maxsus idishga gorizontaal yotqiziladi, to'ldirilgan boshlang'ich korraks balandligi taxminan 1/3. Buyum orasidagi masofa 10 mm dan kam bo'lmasligi kerak.

«№25 kirish qutisi roligi» xomashyosini qizdirish rejimi bo'yicha amalga oshiriladi: I zona 290-300°C; II zona 690-700°C; III zona 1530°C; Siljish xarakat tezligi 1maxsus idish/soat; vodorod sarfi 2,8-3,0 m³/ch.

Pechning III zonasidagi qizdirish harorati olingan buyum texnik xarakteristikalariga qarab stex texnologii tomonidan aniqlanadi. Qizdirilgan buyum korraksdan ajratiladi va shliflash operastiyasiga yuboriladi.

Eslatma: Yakuniy qizdirilgan buyum ikki qavatli qog'ozga yotqiziladi va buyum ikki qavat varoq bilan yopiladi.

Texnik talablar.

1. Kimyoviy tarkib va fizik-mexanik xossalari GOST 3882 talablariga javob berishi kerak.

2. Qizdirilgan buyum formasi va o'lchami chizma talablariga javob berishi kerak.

Jarayon nazorati va maxsulot sifati.

1. Qizdirilgan №25 kirish qutisi roligi sifatini OTK nazorat qiladi.

2. №045 setkasi va diametri 3 mm teshikli setka orqali saralash yo'li bilan korraks sifati tekshiriladi. 8-10 sutkasiga 1 marotaba usta tomonidan;

3. Vizual ko'rish yo'li bilan maxsus idishga №25 kirish qutisi roligini to'g'ri yotqizilgani smenasida 1-2 marotaba usta tomonidan va tanlov asosida OTK nazoratchi tomonidan nazorat qilinadi;

4. I va II zonalarda kizdirish xarorati KSP-3 elektron avtomatik potenstiometr va termoelektr o'zgartiruvchi (termopara) yordamida smenasiga 1-2 marotaba ishchi usta va sutkasiga 1 marotaba OTK nazoratchisi tomonidan doimiy nazorat kilib turiladi. Maksimal qizdirish zonasida joylashgan eng yorqin uchastka bo'yicha ko'rish oynasi orqali harorat o'lchanadi. Pirometrning o'zgaruvchan ravshanligi yo'qolishi, maksimal qizdirish zonalardagi yorqinlik bilan qo'shilib ketishi kerak. Buning uchun ko'rish oynasi va pirometrdagi xatoliklar xisobga olinadi;

5. Maxsus idishning siljish xarakati tezligi yuklash vaqtida va pechdan maxsus idishni bo'shatish nazorat kilinadi. Usta smenasiga 1 marotaba, OTK nazoratchi tanlov asosida nazorat qiladi.

Nuqson turlari va ularni bartaraf etish usullari.

Pishmay qolishlik – Pechkada maxsus idish xarakat tezligi va harorati bo'yicha qizdirish rejimiga rioya qilmaslik natijasida namoyon bo'ladi.

Pishmay qolishlik natijasida – fizik-mexanik xossalar va egilishdagi zichlik pasayadi. №25 kirish qutisi roligini stex texnologiy ko'rsatmasiga ko'ra rejim bo'yicha bosib chiqarish kerak;

- O'ta kuyish – o'rnatilgan rejimga qarshi haroratning kuchli oshishi natijasi xisoblanadi, Sabablari – pufakchalar, bo'rtiqlik, yuqori govaklik. Yakuniy nuqson xisoblanadi.

- №25 kirish qutisi roligini shliflash.

Tayyor maxsulot sifati

№25 kirish qutisi roligi - tayyor maxsulot xarakteristikasi 3.1-jadvalda keltirilgan.

№25 kirish qutisi roligi - tayyor maxsulot xarakteristikasi

Qotishma markasi va aralashma tarkibi, %	Fizik-mexanik xossasi		
	Egilishdagi mustaxkamlik chegarasi, kG/mm ²	Zichlik, g/sm ³	Qattiklik, HRS
Qotishma tizimi: Mo-TiC-Ni-W-Fe	115	7,5-8,0	84

Tayyor maxsulot qattiqligi GOSTU 20017 bo'yicha aniqlanadi.

Tayyor maxsulot o'lchami GOST 166 bo'yicha aniqlanadi.

Tayyor maxsulot yuzasini vizual ko'rish.

Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli qizdirilgan molibden qotishmasini olish uchun yangi texnologiya ishlab chiqildi.

Qattiq qotishma asosida olingan roliklarni ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish natijasida molibden kukunlaridan tayyorlangan namuna va uning tadqiq qilingan mexanik xarakteristikalarini taqqoslash natijalari:

1) metallokeramik material bo'yicha:

- qattiklik – 90 HRC;
- egilishdagi mustaxkamlik – 800 MPa;
- zarbiy qovushqoqlik – 0,58 kGm/sm²;

2) BK6 qattiq qotishma bo'yicha:

- qattiklik – 89 HRC;
- egilishdagi mustaxkamlik – 1200 MPa;
- zarbiy qovushqoqlik – 0,57 kGm/sm².

3) qizdirilgan molibden qotishmasi tizimi Mo-TiC-Ni-W-Fe bo'yicha:

Chiziqli kengayish koeffitsienti, grad⁻¹ – $6,0 \times 10^{-6}$;

zichlik, g/sm³ – 7,5 – 8,0;

qattiklik, HRC – 83 – 84;

egilishdagi mustaxkamlik, MPa – 1150.

№25 kirish qutisi roligi detalini olish uchun press-formadagi ishchi chizmasi ishlab chiqildi. Qattiq qotishma asosida olingan roliklarni ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish mavzusi bo'yicha bajarilgan bitiruv malakaviy ishi

natijasida «Узметкомбинат» AJ ga ekspluatatsiya qilinadigan «№23 kirish qutisi roligi», shuningdek, «№25 kirish qutisi roligi» detalini ishlab chiqarish, prokat vallari qattiq qotishma komplektini ishlab chiqarish va texnologiyasini ishlab chiqish qabul qilindi.

3.3. Legirlovchi elementlarning qotishma xossalariga ta'siri

Kukur materiallaridan tayyorlangan qattiq qotishmalarning xossalariga ularga qo'shilgan legirlovchi elementlarning ta'sirini o'rganish maqsadida qattiq qotishmaning asosiy komponentlar bo'lgan Mo i TiC dan tashqari kompozitsiya tarkibiga texnologik va ishlatilish xarakteristikalarini yaxshilash maqsadida Ni, Fe va W lar ham kiritildi:

Ni – qovushqoqlikni, yuqori haroratda mexanik mustaxkamlikni, yemirilishga qarshi chidamlilikni (yuqori haroratda ishlatiladigan detallarni) ta'minlaydi;

Ti - issiqqa chidamlilikni, yuqori haroratda mexanik mustaxkamlikni, yemirilishga qarshi chidamlilikni ta'minlaydi va mustaxkamlik hamda egiluvchanlik xarakteristikalarini optimal nisbatlarini ta'minlash imkonini beradi;

W –qattiqlikni, issiqqa chidamlilikni va yeyilishga chidamlilikni ta'minlaydi

Mo - egiluvchanlikni, issiqqa chidamlilikni va yemirilishga chidamlilikni ta'minlaydi.

Haqiatda, tajriba o'tkazilayotgan vaqtda:

nikel (Ni) – kukunli aralashmani zarur bo'lgan texnologik ishlovga moyilligi va egiluvchanligiga erishish uchun kiritildi. Nikelning qotishmaga kiritilishi yaxshi presslanishni ta'minlaydi, pishirilganda esa chala maxsulotning zarur bo'lgan zichligini ta'minlaydi, bu ishlatilinish xossalarini yaxshilanishiga olib keladi;

temir (Fe) - titan karbidi zarrachalari yuzalarida oksidlarni tiklash xisobiga texnologik ishlovga moyillikni oshirish uchun hamda titan-molibdenni o'zlashtirish xisobiga asbobni qattiq qorishmali mustaxkamlash maqsadida kompozitsiyaga kiritiladi;

volfram (W)– molibdenli asosni qattiq qorishmali mustaxkamlash va qotishmani qattiqqligini oshirish uchun kompozitsiyaga qo'shiladi.

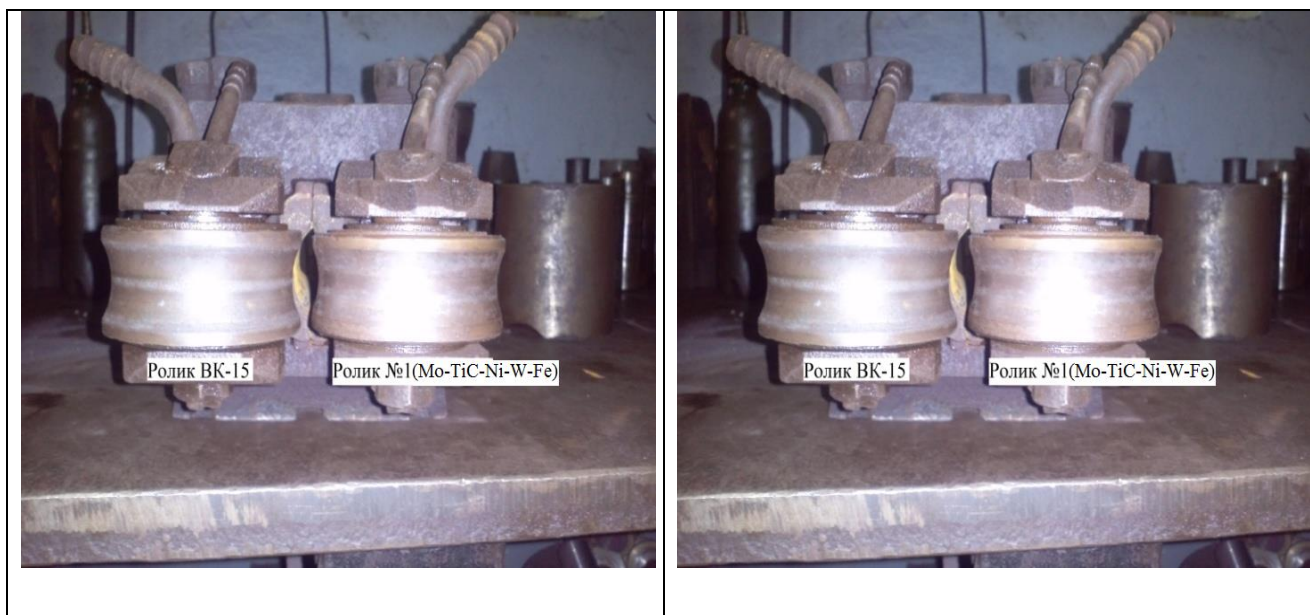
Oldindan o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki xuddi shunday tarkibli kukunli kompozitsiyani pishirish yo'li bilan evtektik qotishmani yaratib bo'lmaydi, chunki pishirilgan qotishma birorta ko'rsatkich bilan ham talablarga javob bermadi. Shu tufayli bir tomondan TiC miqdorini oshirish yo'nalishi bo'yicha, boshqa tomondan esa texnologik va egiluvchanlikni yaxshilovchi qo'shimcha qo'shilmalar kiritish

yo'nalishi bo'yicha qotishma o'rnini bosuvchini ishlab chiqilishi bo'yicha ishlar olib borildi.

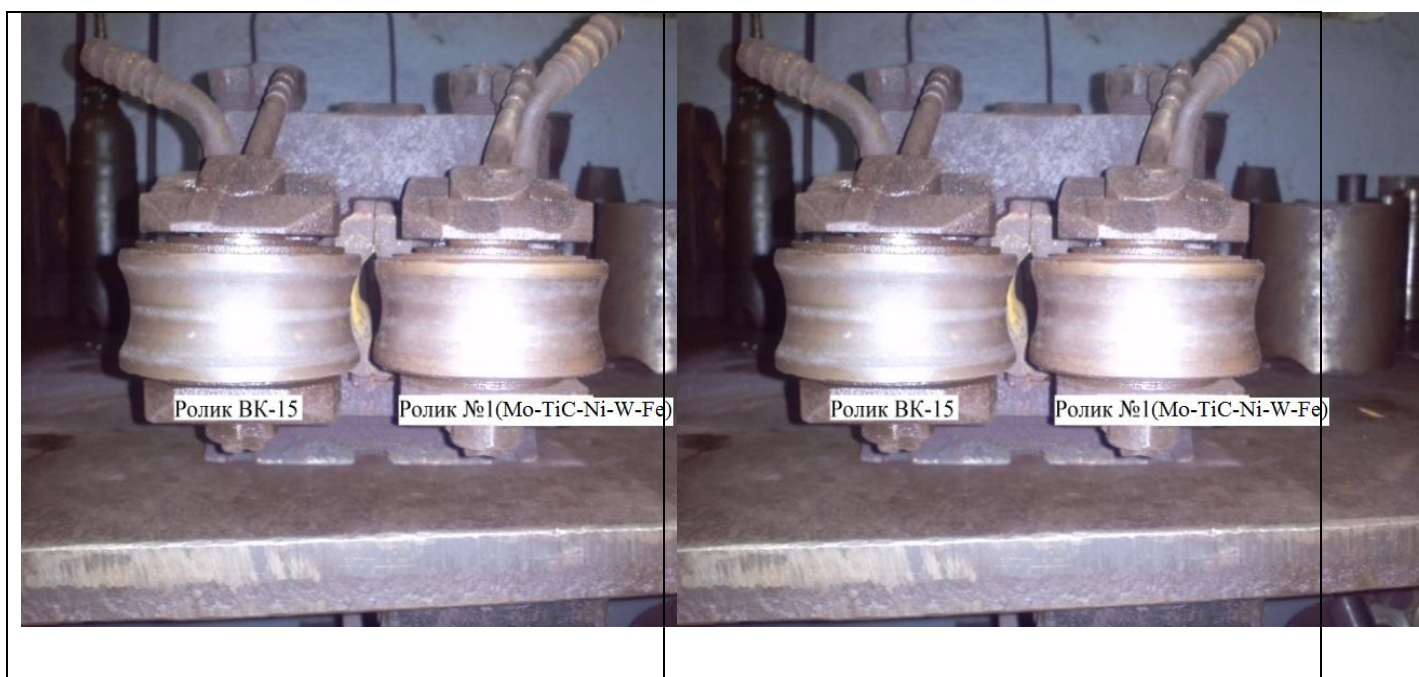
Qotishmalarni qiyosiy baholash ikki ko'rsatkich bo'yicha: egilishga mustaxkamlik (σ_{eg}), va qattqlik (HRC) bo'yicha o'tkazildi. Ma'lumki, bu ko'rsatkichlar issiq qattqlik va issiqlikka chidamlilik kabi asbobga issiq holatida bosim bilan ishlov berishda ishga yaroqlilikni va ko'pga (uzoqqa) chidamlilikni aniqlab beruvchi ko'rsatkichlar bilan uzviy bog'liqdir. Shuning uchun qotishmani ishlab chiqish vaqtida baholash mezonini qilib σ_{eg} va HRC olindi. Tarkibni optimallashtirish tajribani matematik rejalashtirish usulini qo'llash bilan olib borildi. Ishlab chiqishdagi boshlang'ich tayanch nuqta qilib 62 % TiC, 4 %Fe, 22% Ni, 4 % W va qolgani Mo bo'lgan tarkibga ega qotishma olindi, bu qotishma nazorat qilinadigan ko'rsatkichlarning yetarlicha maqbul darajasi qiymatlarini o'zida jamlagan edi (σ_{eg} =900 MPa, HRC=80).

Oxirgi 10 yil davomida xar xil materiallar va qotishmalardan tayyorlangan rolidlarni chidamliligini solishirish tahlillari

№ t/r	Mahsulotning nomi	Diametr,mm	Rolik shakli	Material	Ishlash resursi/ prokat miqdori, (t)	Sinov o'tkazilgan vaqt, yili
1	23-raqamli klet roligi	80	romb	Сталь 65Г	320	2008 y.
2	- // -	80	oval	Сталь 20XH	230	2010 y.
3	- // -	80	oval	Qat.qotish. (2-СПЦ)	3250	2009 y.
4	- // -	80	romb	Qat.qotish. (2-СПЦ)	3790	2009 y.
5	- // -	80	oval	Cho'yan	500	2010 y.
6	- // -	80	oval	БК 6	24000	2011 y.
7	- // -	80	romb	Сталь 65Г	200	2008 y.
8	- // -	80	romb	Qat.qotish. (2-СПЦ)	3950	2009 y.
9	- // -	80	oval	Qat.qotish. (2-СПЦ)	4800	2009 y.
10	- // -	80	oval	Qat.qotish. (2-СПЦ)	6270	2014 y.
11	- // -	80	romb	Сталь 65Г	150	2008 y.
12	- // -	80	romb	Qat.qotish. (2-СПЦ)	1030	2009 y.
13	- // -	80	oval	Qat.qotish. (2-СПЦ)	1300	2009 y.
14	- // -	65	oval	БК15	20000	2012 y.
15	25-raqamli klet roligi	65	oval	Сталь ШХ15	180	2016 y.
16	- // -	65	oval	Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali qotishma	8277 sinov davom ettirilmogda	2016 y.
17	- // -	65	oval	Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali qotishma	12867 sinov davom ettirilmogda	2019 y.



Rasm. Qattiq qotishmali roliklarning 8277 t. prokat kilingandan keyingi suratlari



Rasm. Roliklarning 12867 t. prokat qilingandan keyingi suratlari

Tajriba boshlangandan buyon 1-raqam ostidagi Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali yangi qotishmadan tayyorlangan rolikning umumiy chidamliligi – 8277 t. ni tashkil qildi sinov davom ettirilmoqda. Bugungi kunga kelib roliklarning 12867 t. prokat qilingandan keyingi suratlari rasmda keltirilgan.

Ko'p komponentli Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimidagi qotishma eksperimentni o'tkazish rejasi

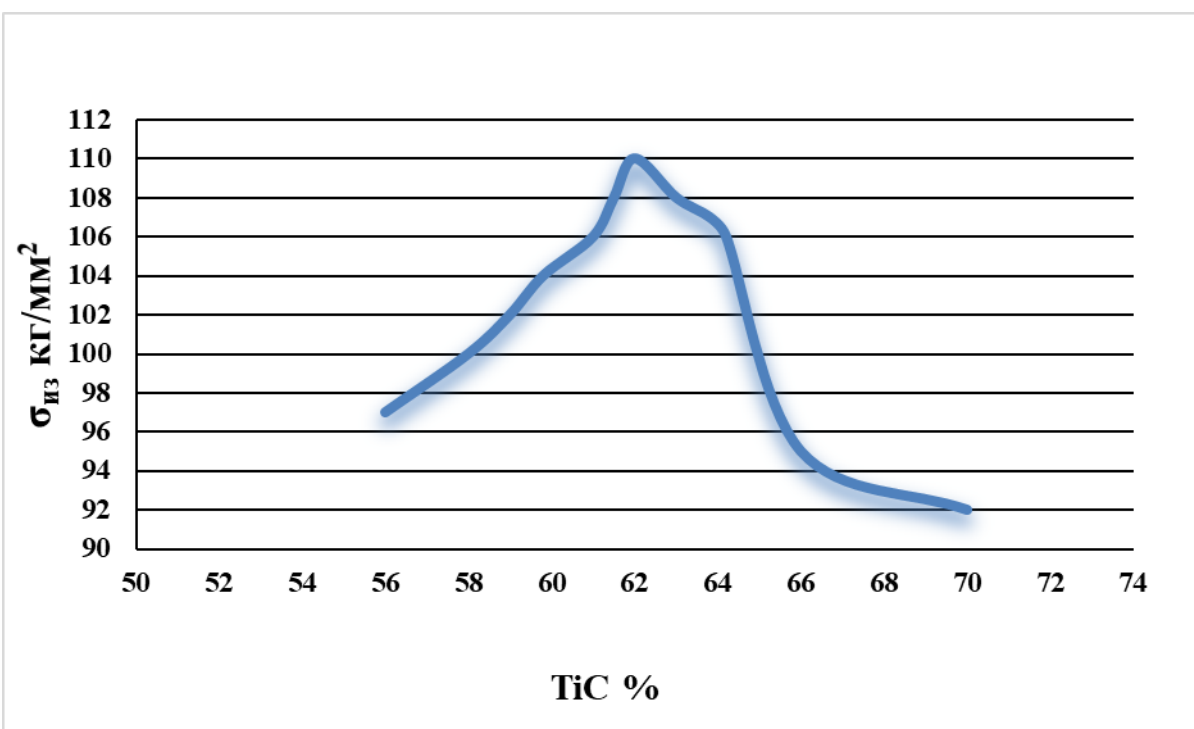
		TiC, %	Mo, %	Ni, %	W %	Fe, %	G _{iz}
tajriba	X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	kgs/mm ²
1.	+	70	12	24	2	2	96
2.	+	70	8	24	2	1	95
3.	+	60	12	24	1	1	105
4.	+	60	8	24	1	2	103
5.	+	70	12	20	1	2	96
6.	+	70	8	20	1	1	95
7.	+	60	12	20	2	1	104
8.	+	60	8	20	2	2	102

Eksperimentlarni rejalashda qo'llaniladigan «Tik ko'tarilish» usulini qo'llab kompozit tarkibi optimallandi. Kompozit xossalari $G_{eg}=900\text{MPa}$ va $\text{HRC}=82$ miqdorga teng bo'ldi.

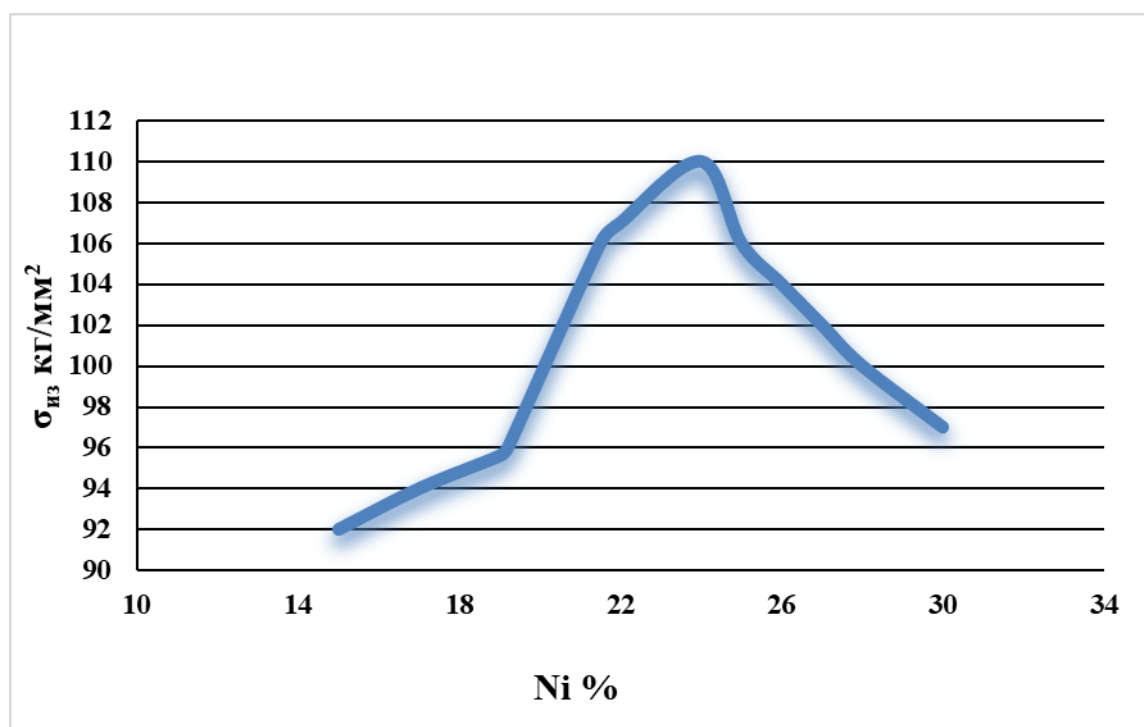
Kompozistiya quyidagi tarkibga ega bo'ldi: 60–70 % TiC, 20–24%Ni, 1–2 % W, 1–2 % Fe va qolgani Mo.

Ko'p komponentli Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimidagi qotishma eksperimentlarni o'tkazish shartlari

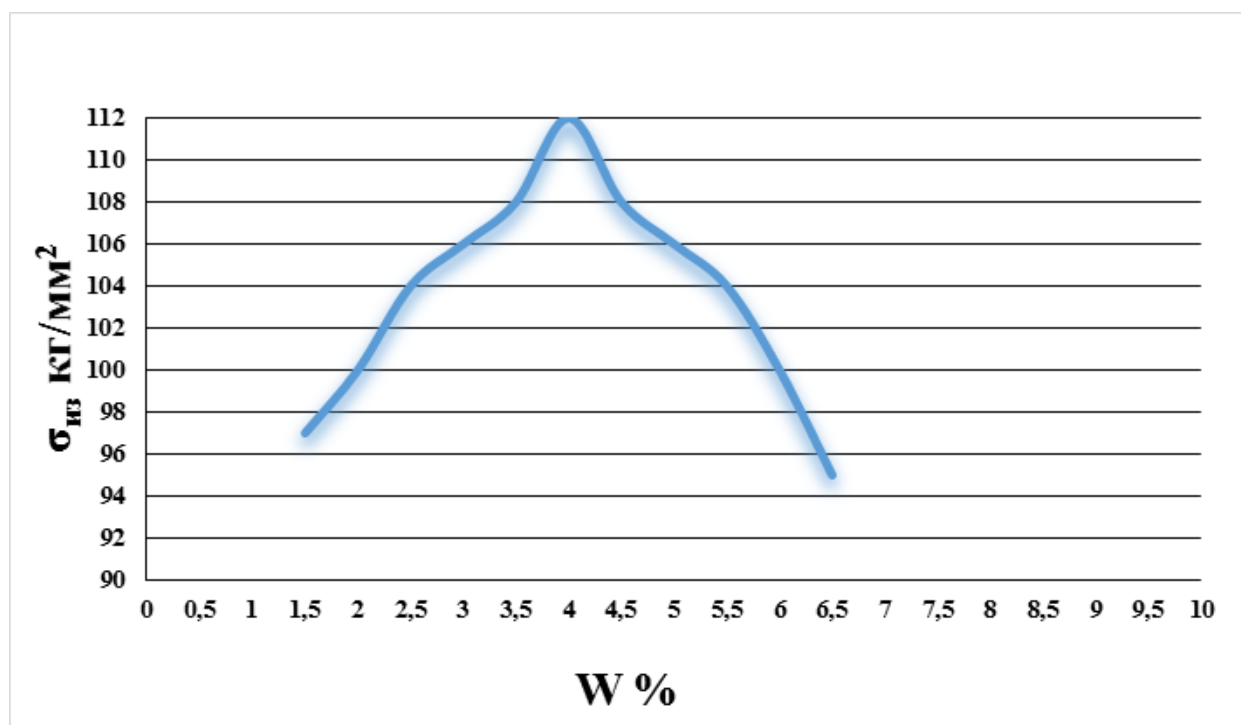
Omillari	TiC,%	Mo, %	Ni, %	W, %	Fe, %
Asosiy miqdor	65	10	22	1,5	1,5
Variyastialash oralig'i	5	2	2	0,5	0,5
Yuqori miqdor	70	12	24	2	2
Pastki miqdor	60	8	20	1	1



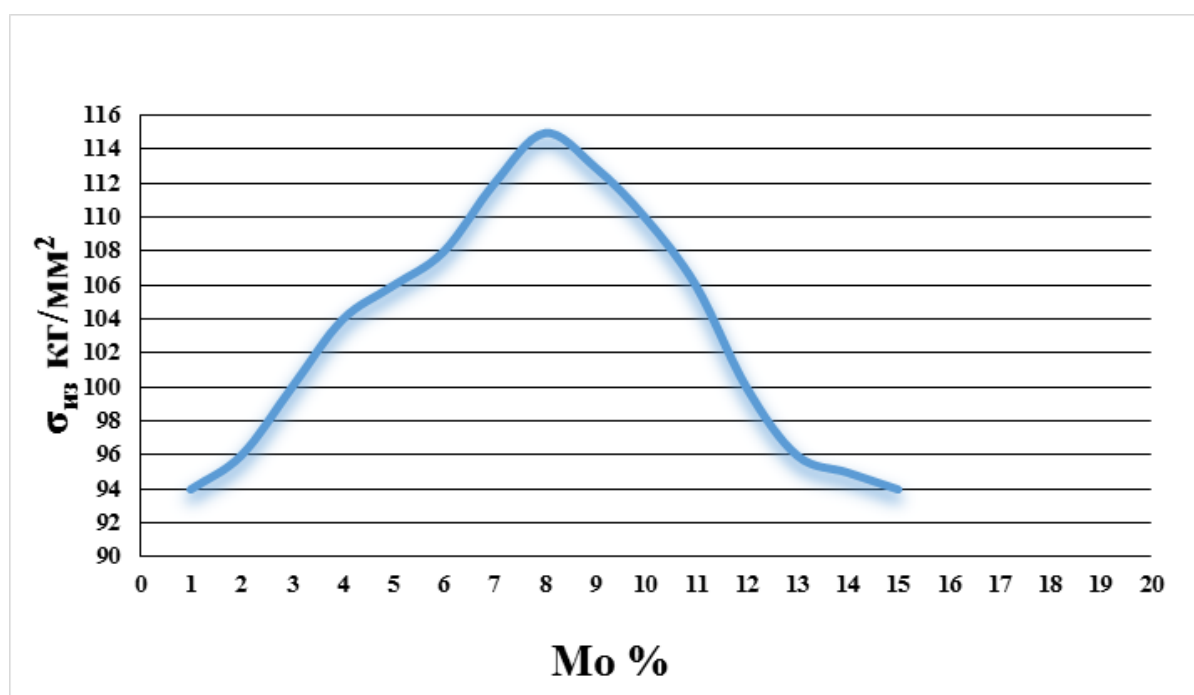
**Egilishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining ($\sigma_{из}$)
TiC tarkibi o'zgarishiga bog'liqlik grafigi**



**Egilishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining ($\sigma_{из}$)
Ni tarkibi o'zgarishiga bog'liqlik grafigi**



**Egilishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining ($\sigma_{из}$)
W tarkibi o'zgarishiga bog'liqlik grafigi**



**Egilishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining ($\sigma_{из}$)
Mo tarkibi o'zgarishiga bog'liqlik grafigi**

Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli yangi pishirilgan kotishmasi, metallokeramik materialidan tayyorlangan namunaning fizik-mexanik xossalarini uning tarkibi va 1400°C qizdirish haroratiga bog'liqligi jadvali

№ tr	Qotishma komponentlari, og'irligi, %						Xossasi		
	TiC	Mo	Ni	W	Fe	LaB ₆	Zichlik, g/sm ³	Qattqlik, HRC	Mustaxkamlik, σ_{izg} , MPa
Analog									
	46	47,0	1,5	1,0	4,5	0,2	6,5	80	800
Taklif etilgan metallokeramik material									
1	39	44	11	3	3	-	5, 6	82,0	970
2	41	41	10	4	4	-	5,5	82,5	980
3	40	42	11	3	4	-	5,5	83,5	1000
4	40	41	11	4	4	-	5,5	83,8	1030
5	42	41	11	3	3	-	5,5	84,0	1045
6	42	39	12	4	3	-	5,5	84,0	1050
7	45	38	11	3	3	-	5,6	82,0	980
8	45	35	12	4	4	-	5,6	82,0	970

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, egilishga mustaxkamlik, zichlik, qattqlik darajasi bo'yicha eng yaxshi ko'rsatkichlar Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli yangi qizdirilgan kukun qotishmasi, metallokeramik materiallari komponentlaridan foydalanib, olingan detal namunalarida.

Tadqiqot natijasi ko'rsatdiki, tajribali namunaning qattqlik chegarasi 82-84, HRC; zichlik (nisbiy og'irlik) - 5,5-6,5 g/sm³ va egilishdagi mustaxkamlik σ_{iz} =1000-1050 MPa.

Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali ko'p komponentli qattiq qotishmadan olingan
detall va namunalarda o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari

№ p/p	Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali molibdenli pishirilgan yangi qotishma:60–65 % TiC, 20-22% Ni, 3,5 % W, 3,5 % Fe, va qolgani molibden Mo.								
	Qattiqligi ZIP model TK – 2M GOST 13407 – 67 № 1793								
	Rolik, HRC		Og’ir yuklangan asbob, HRC		Yangi namuna, HRC		Shtabik, HRC		
1	83,9		83,9		83,8		83,8		
2	84,1		84,0		83,9		83,9		
3	83,9		83,8		84,1		84,0		
	Namunalar og’irliklari, g								
	Rolik			Og’ir yuklangan asbob, HRC		Filer			
	havoda		suvda	havoda	suvda	havoda		suvda	
4	203,000		199,320		180,150		177,190	16,235	15,965
Havoda va suvda o’lchangan og’irliklarning farqlari, g									
5	3,680			2,960		0,27			
Nisbiy og’irlik – zichlik ρ , g/sm ³ TYPWA – 33 Nr 67761									
	Rolik			Matrista		Filer			
6	5,5 g/sm ³			6,1 g/sm ³		6,0 g/sm ³			
7	Namunalarning o’rtacha zichligi ρ , 5,86 g/sm ³								
	Egishga mustaxkamlik σ_{eg} , kgs/mm ²								
	Shtabik, Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali molibdenli yangi qotishma			Shtabik, standart BK6, BK8					
8	1050 MPa			1550MPa					
9	1150MPa			1600 MPa					
10	1100 MPa			1550 MPa					
11	1150 MPa			1650 MPa					

BK6, Mo-TiC qotishmalari va Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli qotishmasidan tayyorlangan
shtabik tarkibi va xossasini taqqoslash jadvali

№ t/r	Qotishma	Chiziqli kengayish koeffitsienti, grad ⁻¹	zichlik, g/sm ³	qattiqlik, HRC	mustaxkamlik, MPa
1	BK 6	5,5x10 ⁻⁶	14,8 – 15,0	88 – 89;	1550.
2	Mo-TiC	6,61x10 ⁻⁶	6,4 – 6,6	85 – 86;	800.
3	Taklif qilingan yangi qotishma: Mo-TiC-Ni-W-Fe	6,0x10 ⁻⁶	7,5 – 8,0	83 – 84;	1150.

Tadqiqot natijalariga ko'ra Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali pishirilgan molibdenli qotishma quyidagi fizik–mexanik hossalarga ega ekanligi aniqlandi:

chiziqli kengayish koeffitsienti, $\text{grad}^{-1} - 6,0 \times 10^{-6}$;

zichlik, $\text{g/sm}^3 - 5,5 - 6,0$;

qattqlik, HRC – 83 – 84;

egilishga mustahkamlik, MPa – 1150.

Pishirilgan molibdenli qotishmaning xossalarini baholashning yana bir muhim jihati uni buyumlarni yakuniy o'lchamlarini olish uchun ishlanuvchanligidir.

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida pishirilgan yangi molibdenli qotishma uchun podshipniklarga ishlov berish, jilvirlash va yig'ish bilan shug'ullanadigan Andijon viloyatida joylashgan «SPZ-BEARINGS» qo'shma korxonasi ishlab chiqarish sharoitida, tozalab jilvirlashning quyidagi parametrlari taklif qilindi:

1 - bosqich. a) 63C16ПCM16K markali jilvirlash toshining xarakteristiklari;

b) jilvirlash tartibi: $v=25\text{m/min}$; $t=0,03\text{mm/dv.xod}$.

2 – bosqich. a) ACP 125/100 B2 100% markali olmos toshning xarakteristikasi;

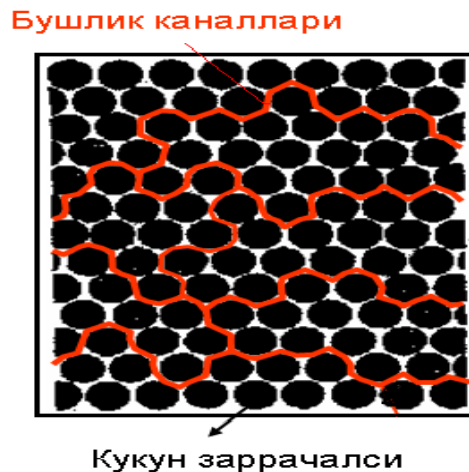
b) sayqallash tartibi: $v=20\text{m/min}$; $t=0,0015\text{mm/dv.xod}$.

«SPZ-BEARINGS» qo'shma korxonasi podshipniklar ishlab chiqarishga ixtisoslashtirilgan bo'lib mavjud standart o'lchash asboblari va jihozlari bilan taminlangan. Korxonada ishlab chiqarilgan mahsulotni sinash uchun texnik nazorat bo'limi (TNB), ixtisoslashtirilib sertifikatlashtirilgan laboratoriya mavjud.

3.4. 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, aralashtiruvchi, sekinlatuvchi va ravonlatuvchi material sifatida keng qo'llanilmoqda. Ma'lumki, kukun materiallarni presslash jarayonida kukun zarrachalar orasida (tirqishlarida) 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.

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



3.1-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 .

$$P = V_n / V$$

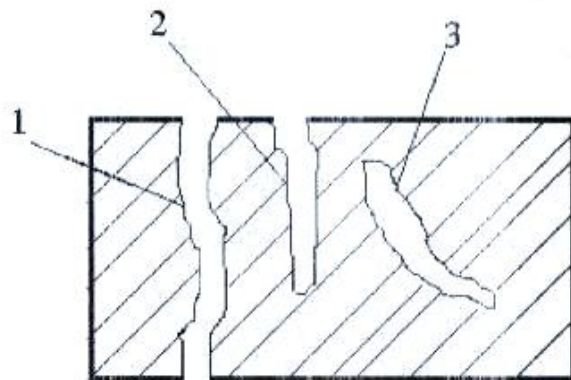
Materialdagi g'ovaklik uch toifaga bo'linadi: ochiq g'ovaklik P_o , to'silgan g'ovaklik P_t va yopiq g'ovaklik P_{yo} . Bunda umumiy g'ovaklik materialdagi barcha turdagi g'ovakliklar yig'indisiga teng bo'ladi:

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

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.



3.2-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.

3.5. G'ovak singib o'tkazuvchi, taqsimlovchi, ravonlashtiruvchi va sovutuvchi materiallar olish texnologiyasi

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



3.3-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.

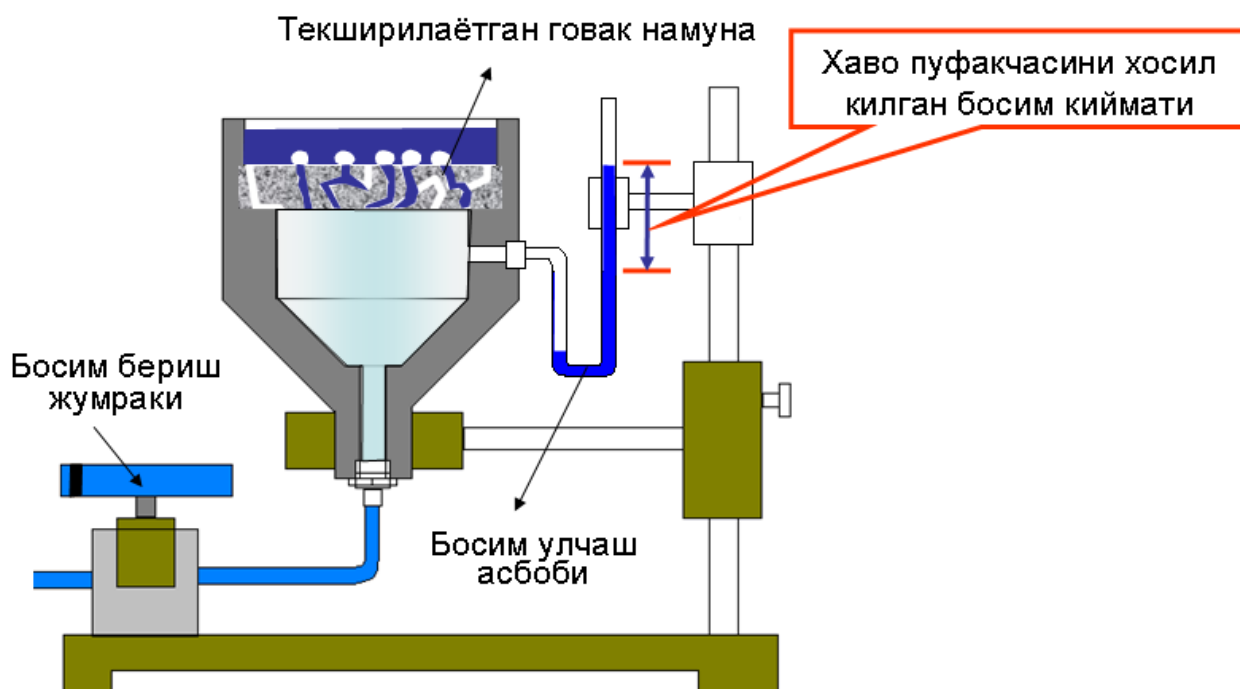
Filtrlovchi materialning singib o'tkazuvchanligi, tozalash darajasi va mustaxkamligi, uning g'ovaklik darajasiga, u yasalgan kukun shakli va o'lchamiga xamda filtr materialning devor qalinligiga bog'liq bo'ladi. Odatda filtrlovchi materialning eng kichik devor qalinligi 3 mm deb qabul qilingan bo'lib 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. 3.4-rasmda g'ovaklik kanalining o'rtacha diametri o'lcham sxemasi keltirilgan.



3.4-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 3.5-rasmda ko'rsatilgan.



3.5-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; σ_j – suyuqlikning sirt tarangligi; θ – xo'llanish burchagi; Δ_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 $\sigma_j = 72,8$ 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 moyini tozalovchi temir kukuni asosli filtrlarning asosiy xossalari 3.2.1-jadvalda keltirilgan.

3.2.1-jadval

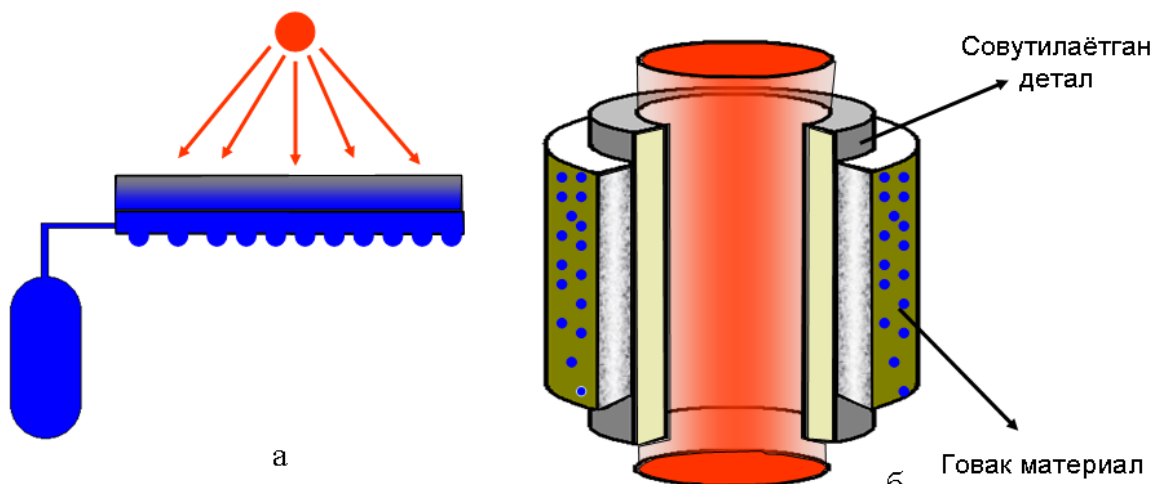
ТЕМИР КУКУНИДАН ТАЙЁРЛАНГАН ФИЛЬТРАЛARNING ХОССАЛАРИ

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

3.2.1-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 teshiglariga 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 3.6-rasmda ko'rsatilgan.



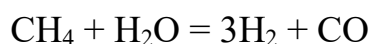
3.6-rasm. Sovitgichlar:
a – umumiy sistemada ulanishi; b – aloxida ishlashi.

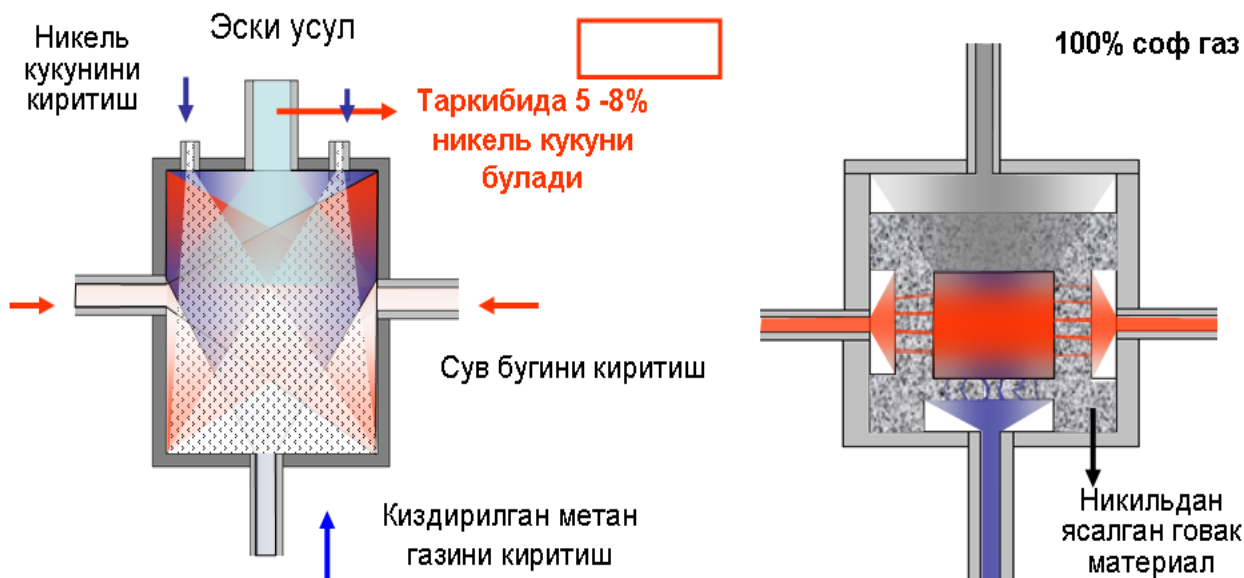
Usul asosi – shundaki qizib ishlayotgan detall yuzasiga g’ovak materialdan yupka 3-8 mm gacha qoplam yopishtirilgan bo’lib u sovitish suyuqligi bilan shimdirilgan. Qizigan detal o’z issiqligi orqali undagi sovitish suyuqligini bug’lantirishga sarflaydi, buning natijasida uning yuzasi soviydi. G’ovak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

Katalizatorlar - sifatida ham qo’llaniladi. Masalan, gazoturbinali ichki yonuv dvigatellarida yoqilg’i va havodagi kislorodni katalitik aralashuvi natijasida undan chiqadigan zararli gazlar CO yoki CO₂ 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 CO₂ va H₂ ga parchalanadi. Ammo buning uchun katalizator kerak, aks xolda mutlaqo parchalanmaydi.





3.7-rasm. Kattalizatorlarning ishlash prinsipi.

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 temperaturasi $0,7-0,85$ 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 3.2.2-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**

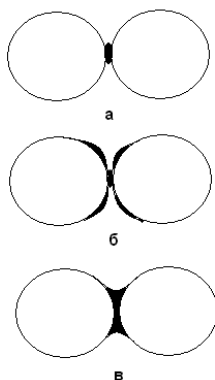
Material turi	G'ovakligi, %	Presslash bosimi, MPa	Qizdirib pishirish harorati, °C	Pishirish vaqti, soat	Ximoya muhi
G'ovak temir	20-30	500-700	1100-1200	1-2	Vodorod, dissotsiyalangan ammiak
Grafit-mis va sulfidlash	15-20	400-800	1050-1150	1-3	Vodorod, tozalangan tabiiy gaz
Temir-grafit (grafit 4 – 7%)	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 pasaytirsam ikkinchi tomondan 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 zarrachalarni qamrab oladi. Qizdirish davomida suyuq va qattiq fazalar o'rtasida singish eritmasi hosil bo'ladi. 3.8-rasmda kukun materiallarining aktivlashgan qizdirib pishirish jarayonining sxematik davomiyligi keltirilgan.



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

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.

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 muommalarni 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.

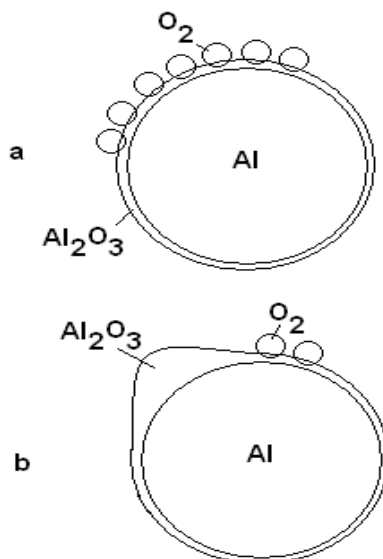
Bunday muommalarni yechishda asosan, qizdirish zonasida vakuum muhitini pasaytirish yoki inert gazlar bilan to'ldirish operatsiyalari bajariladi, bu esa ishlab chiqarilayotgan material xossalariga keskin ta'sir qiladi. Demak, aktiv metallarning kukunlarini qizdirib pishirish jarayonida ularni oksid pardalarini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

3.6. 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.

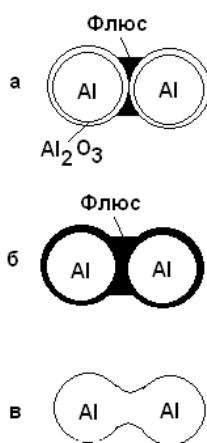
3.9-rasmda past vakuumda qizdirilayotgan alyuminiy kukun zarrachalari o'rtasidagi mikrostrukturali sxematik jarayon tasvirlangan. Unga ko'ra past vakuum qizdirish kamerasidagi kislorodni so'rib olgan bo'lsa, alyuminiy kukun zarrachasining yuzasidagi kislorod so'rib olinmagan. Uni surib olish uchun chuqur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

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



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

Flyuslar deb bir-biri bilan biriktirilayotgan 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. 3.10-rasmda flyusning ta'siri sxematik ravishda ko'rsatilgan.



**3.10-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:

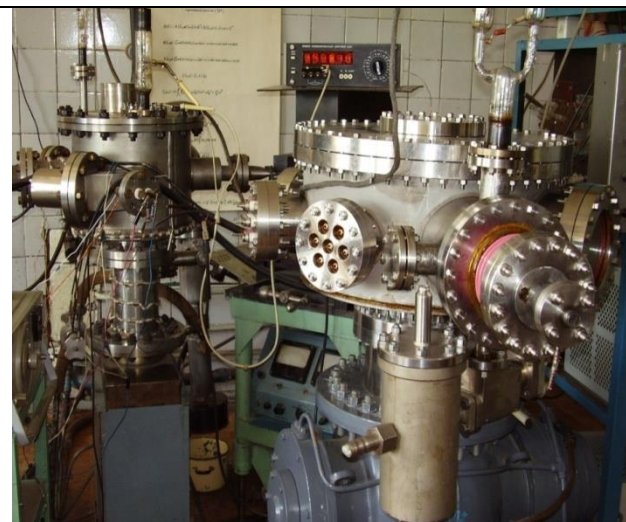
Alyuminiy kukuni asosli materiallarni qizdirib pishirish

texnologiyasi ketma-ketligi

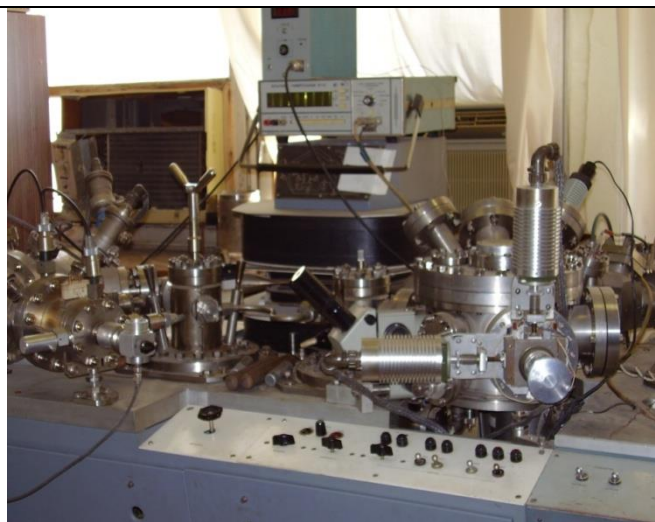
1. Alyuminiy kukuniga 3-8% miqdorida flyus qo'shiladi va kukun kerakli shaklda presslanadi.
2. Presslangan alyuminiy kukunlari maxsus konteynerga joylashtiriladi va past vakuum hosil qilinadi.
3. Konteyner pechga joylashtirilib u 400-500°C qizdiriladi, bunda konteynerda bosim paydo bo'lishi kuzatiladi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

3.7. Materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar

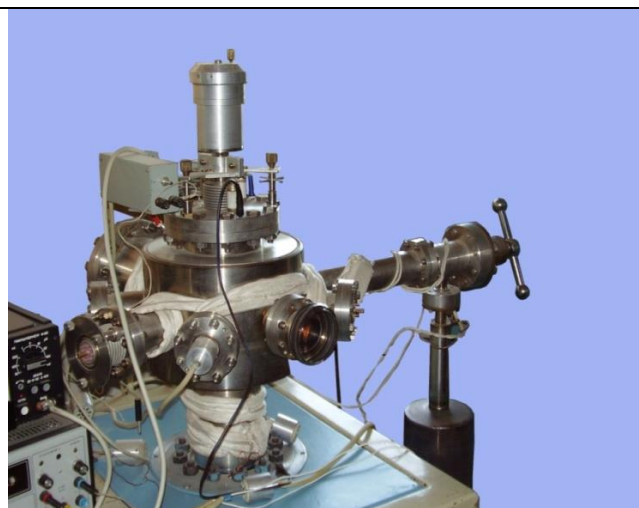
Materialshunoslikda materiallarni tadqia qilishda qo'llaniladigan zamonaviy jihoz va priborlar haqidagi ma'lumotlar quyidagi rasmlarda keltirilgan.



Ionli va elektronli osje-spektrometr.
Nanomateriallarni yuzasini tadqiq qilish uchun ishlatiladi.



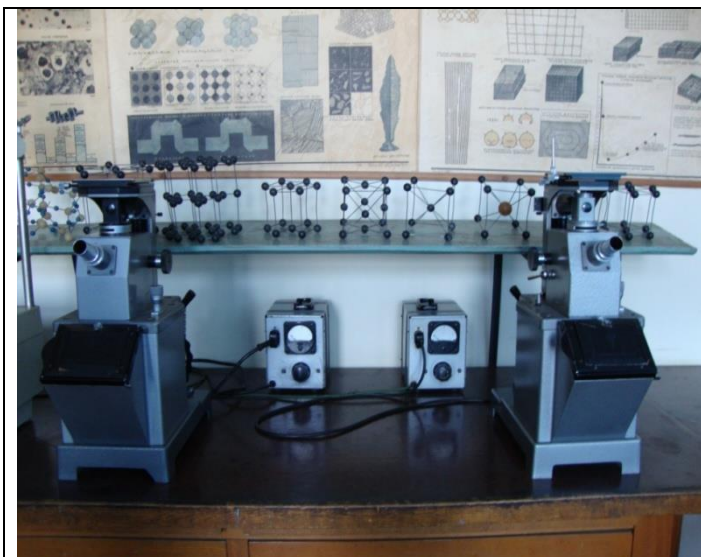
Mass – spektrometr MI – 1200
nanozarralar izotoplarini kimyoviy tarkibini o'rganish uchun ishlatiladi.



Universal CBB electron spektrometri



Elektron mikroskop (8-10 нм
o'lchamdagi aniqlikda o'lchay oladi.)



МИМ-7 Mikroskopi.



Rokvell va Brinell presslari.



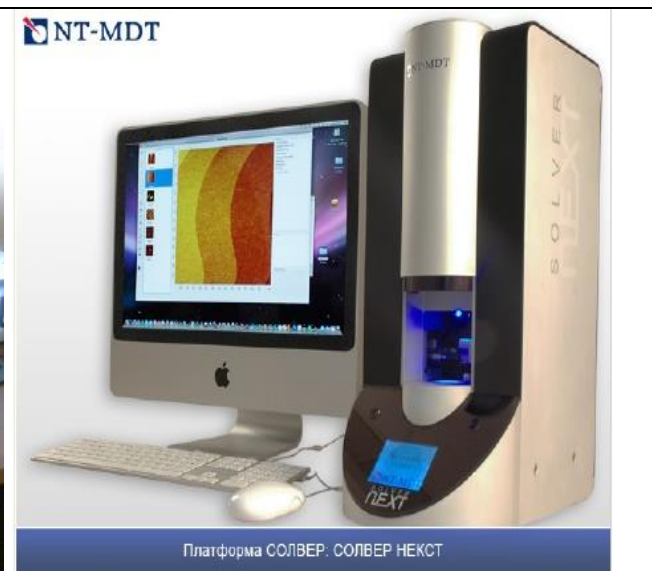
Дрон-3



Дрон-3М



Spectrum BX-II, Fure spektrometr.



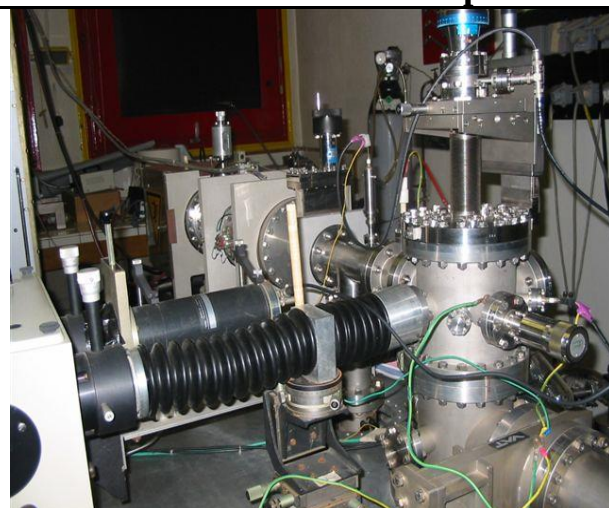
Atom-kuchlanishli mikroskop.



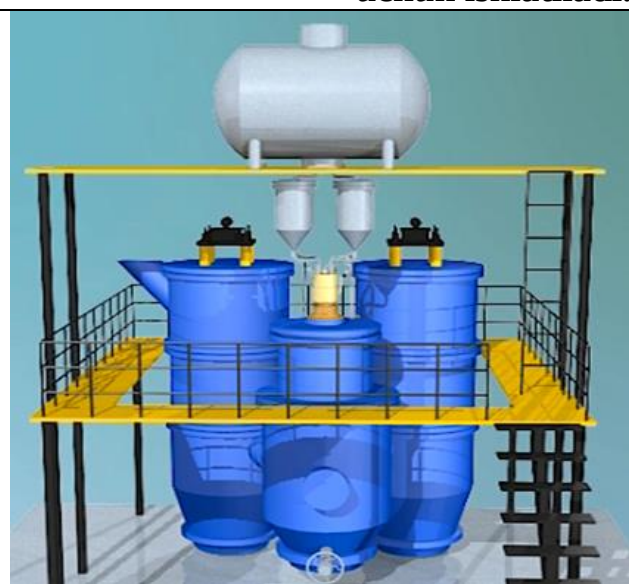
Vakuumli universal posti.



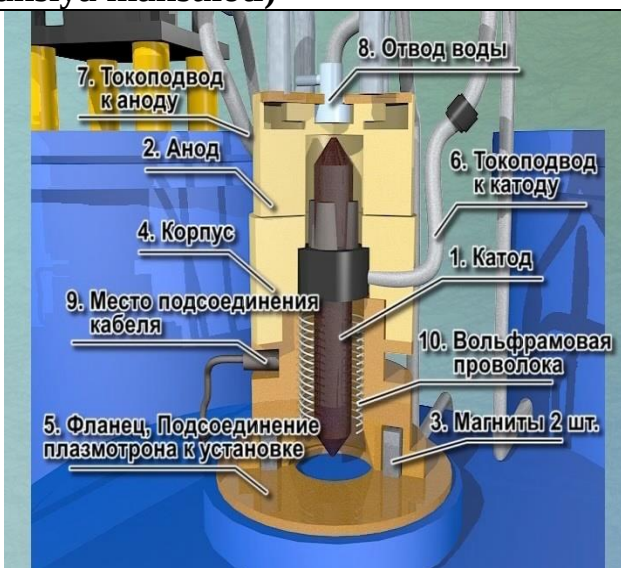
ЛТИ – 403 Impul'sli lazer.



Elektron-fotonli spektrometr. Nanomateriallarni olish va xossalarni o'rganish uchun ishlatiladi. (Fransiya mahsuloti)



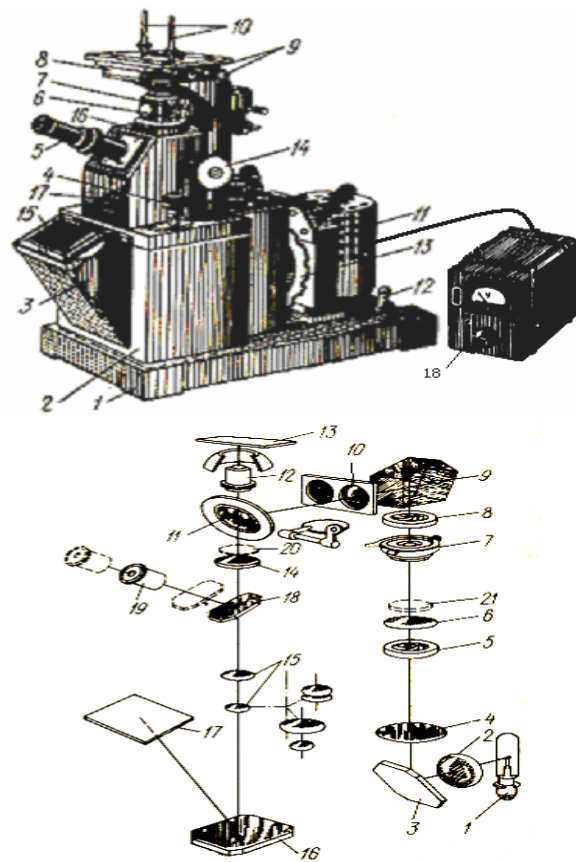
ПУВ – 300 plazmakimyoviy tiklash qurilmasi.



Xom ashyoni yuqori ko'rsatgichda qayta ishlaydigan plazmagenerator.



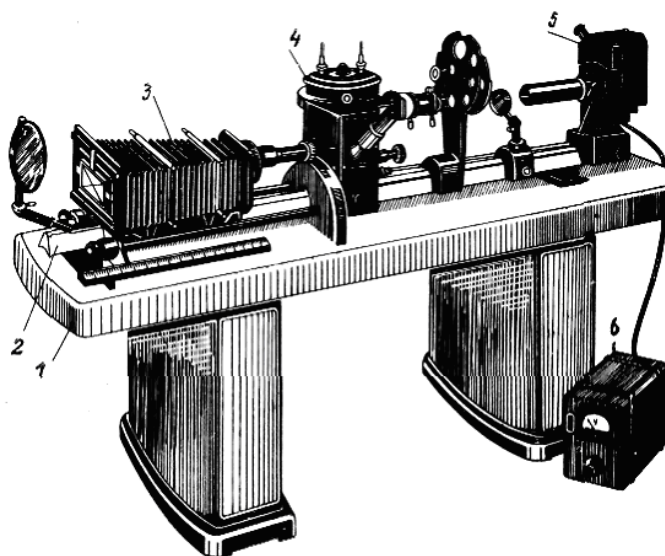
MIM-7 metallografik mikroskopi



МІМ-7 mikroskopi konstruksiyasi

МИМ-7 mikroskopi ob'ektiv va okulyarining kattalashtirish ko'rsatkichlari

№ t\r	Ob'ektivlar	Okulyarlar						
		Vizual ko'rinishda				Rasmga olinganda		
		7*	10*	15*	20*	7*	10*	15*
1.	F=23,17: A=0,17	60	90	130	170	70	120	160
2.	F=13,89: A=0,30	100	140	200	300	115	200	270
3.	F=8,16: A=0,37	170	240	360	500	200	340	450
4.	F=6,16: A=0,65	-	320	500	650	-	440	600
5.	F=2,27: A=1,25	500	720	1080	1440	575	1000	1350



МИМ-8 metallografik mikroskopining umumiy ko'rinishi

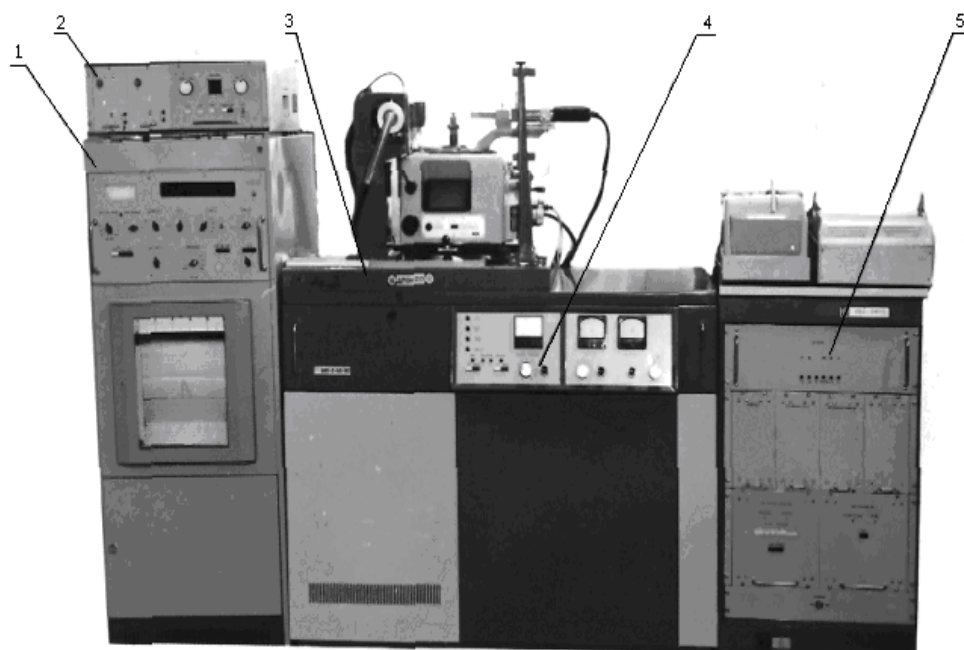
1-stol, 2-optik qismi, 3-fotokamera, 4-mikroskopning markaziy qismi, 5-yoritish sistemasi, 6-transformator.



NEOFOT-21 metallografik mikroskopi



BioBlue BB.4253 raqamli mikroskop.



ДРОН-2,0 rentgen apparatining umumiy ko'rinishi: 1-ЕБУ-1-4 elektron hisoblash qismi; 2- БАУ-автоматик boshqarish bloki; 3-rentgen trubkasi va gonimetr ГУР-5 difraktometr metodi; 4-yuqori kuchlanishli tok ВПП-2-50-60М; 5-perforator va hisoblangan qiymatlarni qayta ishlash moslamasi УВИ-3М-1.

Qattqlikni o'lashda keng foydalaniladigan THR-150-45DX modeli Rokvell bo'yicha stansionar qattqlik o'lchagich keltirilgan:



THR-150-45DX modeli Rokvell bo'yicha stan

Measurement Scale

HRA/60/D	HRB/100/1.588	HRC/150/D	HRD/100/D
HRE/100/3.175	HRF/60/1.588	HRG/150/1.588	HRH/60/3.175
HRK/150/3.175	HRL/60/6.35	HRM/100/6.35	HRP/150/6.35
HRR/60/12.7	HRS/100/12.7	HRV/150/12.7	

HR15N/D	HR30N/D	HR45N/D
HR15T/1.588	HR30T/1.588	HR45T/1.588
HR15W/3.175	HR30W/3.175	HR45W/3.175
HR15X/6.35	HR30X/6.35	HR45X/6.35
HR15Y/12.7	HR30Y/12.7	HR45Y/12.7

Please choose the right indenter for the scale you choosed.

Explanation

HRA/60/D	HR15N/D	Return
----------	---------	--------

Scale/Force/indenter Scale/Force/indenter

Tester

Product Name

Radio of Curvature

Range To

Hardness type

Conversion type Conversion Value

Dwell Time(S)

Hardness value

Barcha Rokvell tarozilari, jami 30 ta

Operatsion interfeysi:

Bu usulning mohiyati shundan iboratki diametri 2,5; 5 yoki 10 mm bo'lgan toblangan po'lat sharcha mos ravishda 1,87; 7,5 va 30 kN yuklanish bilan sinalyotgan sirtga botiriladi. Namuna sirtida qoladigan iz diametri bo'yicha qattqlik aniqlanadi. Iz diametri darajalarga bo'lingan maxsus lupa bilan o'lchanadi. Amalda iz diametri

bo'yicha HB bilan belgilangan qattqlik sonini aniqlash imkonini beradigan jadvallardan foydalaniladi.

Qattqlikni Brinell usuli bilan o'lchash. Bu usuldan asosan toblanmagan metall va qotishmalarning (prokat, pakovka, quyma va xokazolarning) qattqligini aniqlashda qo'llaniladi. Bu usul bilan o'lchangan qattqlik bo'yicha metallning cho'zilishidagi mustahkamligi haqida hukm chiqarish mumkin, chunki qattqlik bilan mustahkamlik o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud: pakovka va prokatlar uchun $\sigma_v = (0,34-0,36) \cdot HB$, po'lat quymalari uchun $\sigma_v = (0,3-0,4) \cdot HB$, kul rang cho'yan uchun $\sigma_v = 0,12 \cdot HB$. Shunday qilib, qattqlik qotishmalarning mustahkamlik asoslarini belgilovchi tavsifnoma bo'lib xizmat qiladi. Metallning Brinell bo'yicha qattqligi (HB) sharchani metallga bosuvchi kuch (P)ning shu kuch ta'siridan sinaluvchi metall sirtida hosil bo'lgan sharcha izining yuziga (F) nisbati bilan aniqlanadi.

$$HB = \frac{P}{F},$$

Agar sharchaning metall yuzasida qoldirgan izining yuzini sharcha diametri (D) va iz chuqurligi (h) orqali ifodalasak, unda izning yuzi quyidagicha bo'ladi.

$$F = \pi D h$$

Izning chuqurligini o'lchash qiyin bo'lganligi sababli, F quyidagi formuladan topiladi:

$$F = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

U holda (1) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

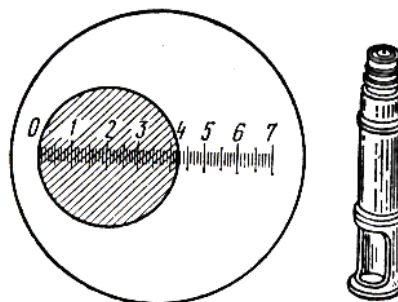
$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})};$$

bu yerda: D - toblangan shar diametri, mm; d - qolgan izning diametri, mm; P- kuch, N (kgk).

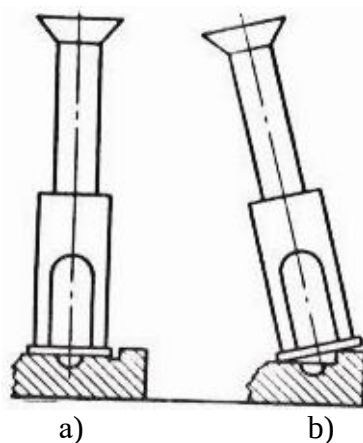
Amalda bunaqa hisoblab o'tirilmaydi. Qo'yilgan kuch va iz dimetriga to'g'ri keladigan qattqlik miqdori jadvalda oldindan tayyorlanadi va unga qarab qattqlik aniqlanadi. Albatta, iz qancha kichik bo'lsa, qattqlik shuncha ko'p.

Brinell usulida asosan kichik va o'rta qattqlikdagi materiallar qattqligi aniqlanadi: po'latlar uchun $\leq 450HB$; rangli metallar uchun $\leq 200HB$. Vaqtincha qarshililik bilan qattqlik HB o'rtasida bog'lanish munosabati o'rnatilgan.

Qattqlikni aniqlash metodi



Namunaga tushgan izning diametrini o'lchov lupasi orqali aniqlash



O'lchashda lupaning holati:

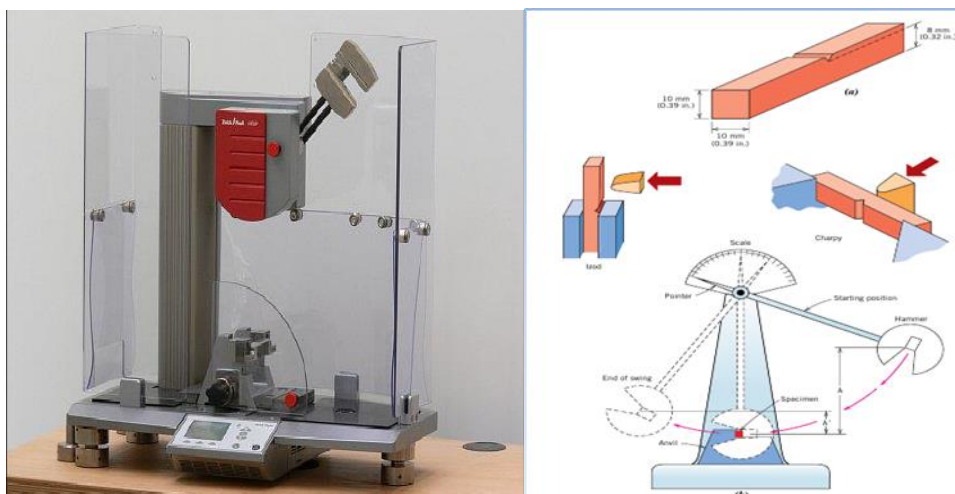
a) to'g'ri, b) noto'g'ri.

Mexanik xossalarni dinamik yuklama bilan zarbiy qovushqoqligini aniqlash.

Mashina detallari ishlash davrida dinamik kuchlanshga duch kelishi va mo'rt xolatda sinishi mumkin. Dinamik kuch ostida mo'rt sinishga moyilligini aniqlash uchun zarbiy qovushqoqligi aniqlanadi. Zarbiy qovushqoqlik namunani urib sindirish uchun sarflangan ishni kesish joyi bo'yicha singan ko'ndalang kesim yuzasi bilan o'lchanadi.

GOST 9454-78 bo'yicha namuna yasaladi.

Sinash tajribalari mayatnikli kopyorda («Sharli asbobi»da) olib boriladi.



Zarbiy qovushqoqlikni sinash sxemasi:

a – namunani kopyorga o'rnatilishi; b – mayatnikli kopyor sxemasi

Xar – xil ariqchali namunalar bo‘ladi. Eng ko‘p tarqalgani $\cup$ - shaklli va V-shaklli ariqchalardir.

Standart namuna kopyor tayanchlariga simmetrik qilib andaza yordamida o‘rnatiladi. Mayatnikni ko‘tarib (h_1), quyib yuborib, mayatnik tig‘i bilan namunani zarblab, uni sindiradi. Kopyor namunani sindirib h_2 balandlikka ko‘tariladi. Namunani sindirish uchun sarflangan ish (K,MDj) quyidagicha aniqlanadi: $K = G(h_1 - h_2)$ MDj. bu yerda G – mayatnik og‘irligi, h – tajriba oldidan mayatnikni ko‘tarish balandlikgi; h_2 - mayatnikni sinovdagi keyingi ko‘tarilgan balandligi.

Zarbiy qovushqoqlik $K_C (M \cdot D j / m^2)$ deb belgilanadi va bajarilgan ishni (κ ni)singan ariqcha ko‘ndalang yuzasiga (F) nisbati qilibaniqlanadi.

$$K_C = \frac{K}{F}; M \cdot D j / m^2; \quad M \cdot D j - \text{megadjoul.}$$

Agar namuna ariqchasi $\cup$ shaklda bo‘lsa zarbiy qovishqoqlik K_{CU} deb belgilanadi, agar $\vee$ shaklli bo‘lsa, K_{CV} deb belgilanadi.

VI. AMALIY MASHG'ULOTLAR MATERIALLARI

1- amaliy mashg'ulot:

Zamonaviy maxsus materiallar (advanced) (2 soat).

Ishdan maqsad: Yangi zamonaviy funkstional materiallar va qotishmalarning tuzilishini o'rganish. Qattiq jismlar ya'ni metallar, keramika va polimerlarni o'rganish. Moddaning atomlar tarkibi va kimyoviy tuzilishi. Ikki yoki uchta guruxga ta'luqli materiallar tarkibida kompozitlar mavjudligi. Turli xildagi materiallar, zamonaviy **maxsus materiallar** (advanced), ularning **yuqori texnologiyali** (high-tech) soxalarda qo'llash uchun yaratilishi, yarimo'tkazgichlar, biologik materiallar, nanotexnologiyalarda ishlatiluvchi **"aqli"** (smart) material va moddalarni o'rganish. Modda atom tekisliklari oralig'i bo'yicha uning turini aniqlash.

Masalaing qo'yilishi: Faza atom tekisliklari oralig'i bo'yicha, modda turini topish.

Ishni bajarish uchun namuna:

Har bir faza o'zining kristallik panjarasiga ega. Kristall panjara o'ziga ta'luqli atom tekisliklari oralig'iga ega bo'ladi. Atom tekisliklar oralig'i aniq bo'lsa, moddaning kristallik tuzilishi turini topish mumkin. Bu haqda adabiyotlarda kerakli malumot berilgan. Adabiyotlarda atom tekisliklari oralig'i haqidagi malumot $\frac{d_{hke}}{2}$ ko'rsatgichning kamayib borishi bo'yicha jadvallarda berilgan. Bu yerda "n" butun son (1,2,3...) lar bo'lib qaytish tartibi deyiladi. NKL indeksni soxta atom tekisligi sifatida qarasa bo'ladi. U qaytgan rentgen nurlari interferentsiya chiziqlari indekslarini ifodalaydi. Bu indekslar atom tekisligi indeksi (NKL) ni qaytish tartibi "n" ga ko'paytirilib topiladi.

Polikristall moddalarda fazalar tarkibini bilish uchun atomlar tekisligi oralig'ini bilish yetarli. Bu usul sodda bo'lib, keng ishlatiladi. Vulf-Bregg formulasiga asosan:

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

Бундан $\frac{d}{n} = d_{(HKL)} = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$ (1).

λ - harakterli nurning to'lqin uzunligi, ma'lum qiymat.

to'lqin uzunligi bir qiymatli emasligini hisobga olish kerak. Rentgen trubkadan chiqqan xarakterli nurlar, ikki xil to'lqin uzunligiga ega. Ular K_{α} , K_{β} deb belgilanadi.

Masalan, temir anodidan chiqqan rentgen nurlari to'lqin uzunligi:

$$\lambda K_{\alpha} = 1.9312 \cdot 10^{-1}$$

$\lambda K_{\beta} = 1.75653 * 10^{-1}$ ga teng.

K_{β} nurning to'liq uzunligi kichik, ammo intensivligiga nisbatan 4-5 marta kam. Shu sababli faza tahlili chiziqlar yordamida olib boriladi. Bunda chiziqlar taxlil qiluvchini chalkashtiradi. Shu sababli va chiziqlarni bir - biridan ajratib olish zarur. Agarda kristall qattiq jismda (NKL) tekislik, birlamchi rentgen nurga qaraganda qulay, qaytish burchakda joylashgan bo'lsa:¹

$$\sin\theta_{\alpha} = \frac{n\lambda_{\alpha}}{2d(hkl)}; \quad \sin\theta_{\beta} = \frac{n\lambda_{\beta}}{2d(hkl)}; \quad (2).$$

Demak $\frac{\sin Q_{\beta}}{\sin Q_{\alpha}} = \frac{\lambda_{\beta}}{\lambda_{\alpha}} = 0,9009$ yoki $\sin Q_{\beta} = 0,9009 \sin Q_{\alpha}$

Amalda rentgenogrammada kuchli chiziqlar tanlab olinadi (O.c., 0., Cp.). Bular α chiziqlari deb taxmin qilinadi shu chiziqlar joylashgan burchak bo'yicha (2) formuladan $\sin Q$ hisoblanadi. Agarda shu $\sin Q$ ga to'g'ri kelgan + burchakda, chiziq topilsa va uning intensivligi 4-5 barovarga nisbatan kichik bo'lsa. Demak bu ikki chiziq bitta NKL tekislikda paydo bo'lgan. Agarda shunday Q chiziq topilmasa, demak u shunchalik kuchsizki-rentgenogramмага chiqmay qolgan.²

Q-chiziqlar mavjudligini topish uchun ko'pincha intensivligi kuchsiz bo'lganlarining bir qismi tekshirilib olinadi.

Rentgenogrammada eng birinchi chiziq ko'pincha Q chiziq bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi.

1. ДРОН-2,0 yoki ДРОН-3 rentgen difraktometri goniometriga tekis na'muna o'rnatiladi.
2. Difraktometrda kerakli ishlash rejimlari o'rnatiladi: "predel izmereniy"-2, "postoyannaya vremeni"-10, tirqishlar (sheli)-2-2-1. Hisoblagich tezligi – 8mm/min, diagramma qog'ozi tezligi - 360 mm/soat.
3. Rentgenogramma diagramma qog'oziga olinadi.
4. Rentgenogramma potentstiometrda kerakli uzunlikda kesib olinadi. Hisoblashda ДРОН-2,0 da anodi temirdan, ДРОН-3.0 da esa kobaltdan yasalgan trubka borligini e'tiborga olish zarur. Hisoblash (1) va (2) formulalar yordamida bajariladi. Chiziq joylashgan burchak diagramma qog'ozidan topiladi (odatda yozish qaysi burchakdan boshlanganligi va diagramma bilan hisoblagich yurish tezligi ma'lum).
5. Hisoblash natijalari quyidagi 1.1.-jadvalga yoziladi.

¹E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (265-270 p.p.)

²E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (270-285 p.p.)

Fazalar atom tekislari oralig'ini hisoblash natijalari.

Dastlabki malumot. Tekshirilgan namuna temir qotishmasi.

Nur chiqishi temir (yoki kobalt) anodidan.

1-jadval

Chizilgan chiziqlar tartib raqami	Intensivligi J	Qaytish burchagi θ	Chiziq lar	Hisoblaganda	Jadvaldagi	Modda turi
1	2	3	4	5	6	7

Ilova: Hisoblangan va jadvallardan olingan qiymatlar farq qilishi mumkin. Chunki jadvallarda juda toza fazalar uchun ma'lumot berilgan. Faza tarkibida boshqa qo'shimcha paydo bo'lishi bilan bir oz o'zgaradi (0,01-10 mm gacha).

Hisobotni yozish tartibi:

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. Rentgenogramma olish rejimlari.
3. 1-jadvalni to'ldirish.

Mustaqil tayyorlanish uchun savollar:

1. Vulf-Bregg formulasiga qanday parametrlar kiradi?
2. Kristallografiya tekisligi va rentgen chiziqini indeksi deganda nima tushuniladi?
3. Atom tekisligi oralig'iga asosida, qanday qilib modda turini topish mumkin?³

Nazorat savollari:

1. Qattiq holatda faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlar izoxlab bering.
2. Faza o'zgarishlar termodinamikasini izoxlab bering .
3. Faza o'zgarishlarda fazalararo chegaralarni tuzilishining roli .
4. Gomogen va geterogen fazalarning hosil bo'lishi qanday amalga oshiriladi?
5. Faza o'zgarishlarining kinetikasi tushuntirib bering .

³E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (250-270 p.p.)

2-amaliy mashg'ulot

Kukun metallurgiyasi usulida uglerod asosli materiallar olish (2 soat).

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

Masalaning qo'yilishi: Uglerod grafitli materiallarning mikrostrukturasi tahlili

Kerakli jihozlar: Antifrikstion 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 ushlash uchun pinstet va metallografik mikroskop.

Ishni bajarish uchun namuna:

Antifrikstion 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.⁴

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.

⁴E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (302-305 p.p.)

Antifrikstion uglerod-grafitli materiallarini ishlab chiqarishda xomashyo sifatida qo'shiladigan neft koksning asosiy xossalardan 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.

Neft koksini tayyorlash. Kukun metallurgiyasi korxonalarida uglerod-grafitli materiallarni ishlab chiqarish uchun standartga javob beruvchi neft koksi ishlatiladi. 1- jadvalda GOST 3278-48 bo'iicha koksga texnik talablar ko'rsatilgan.⁵

1-jadval

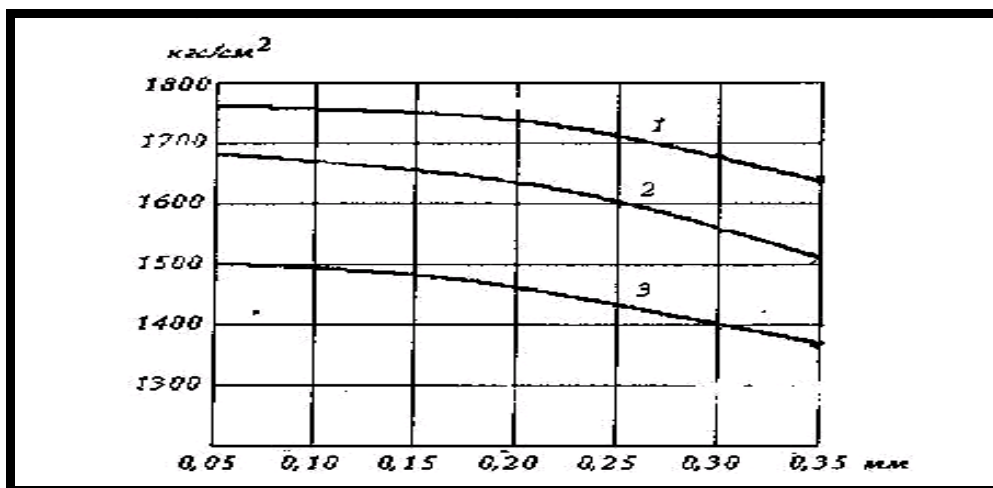
GOST 3278-48 bo'iicha koksga texnik talablar

T/r	Ko'rsatgichlar	Elektrod uchun	Elektrod sho'tka uchun	Antifrikstion materiallar uchun
1	Namligi, %	3,0	3,0	3,0
2	Kulliyildi, %	0,3	0,8	0,5
3	Oltingugurt miqdori, %	1,0	1,0	1,5
4	Uchib chiquvchi moddalar, %	7,0	7,0	6,0
6	Temir oksidi, %	0,08	-	-
7	Kremniy oksidi, %	0,07	-	-
8	1300°C da kuydirilgandan keying solishtirma og'irligi, g/sm ³	2,08	2,14	2,14

Yuqoridagi talablarga javob beruvchi neft koksi 1300°C da 5 soat davomida qizdirib quritiladi. Qurtilgan neft koksini kukun zarracha o'lchamlari kerakli o'lchamga keltirish uchun maxsus tegirmonlarda maydalanadi va maydalangan koks kukunlari elakdan o'tkazib, frakstiyalarga ajratib quyiladi. 2.1-rasmda neft koks kukun zarracha o'lchamining uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'sir qilish diagrammasi keltirilgan, bunda presslash bosim

⁵E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (345-346 p.p.)

miqdori oshishi va kukun o'lchamining o'zgarishi bilan mustahkamlik o'zgarib borishi kuzatilgan.



2.1-rasm. Neft koks kukun zarracha o'lchami va presslash bosim qiymatini uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahksamligig ta'siri: presslash bosimi 1 - 7 t/sm², 2 - 6 t/sm², 3 - 5 t/sm².

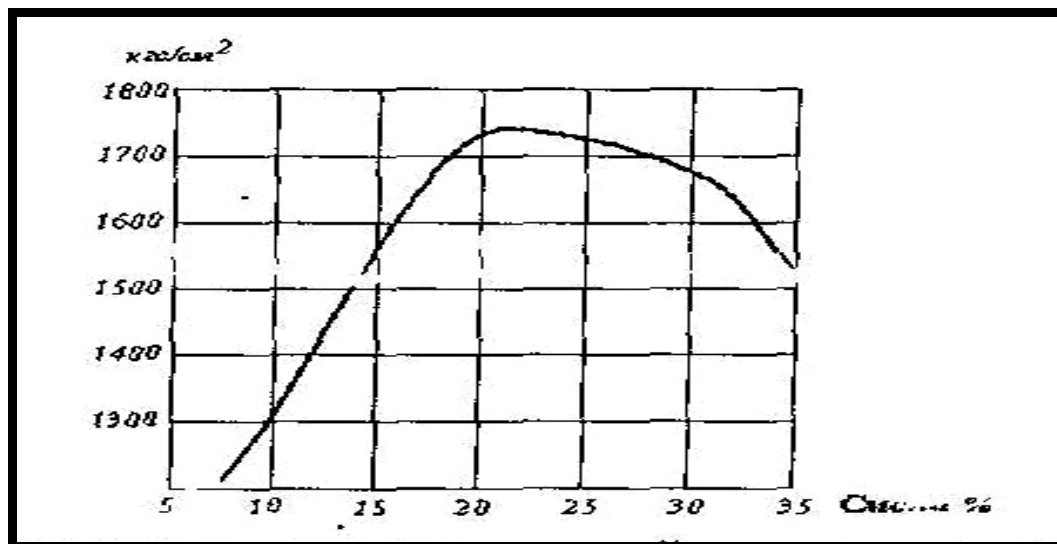
Neft koksini korxona sharoitida kukun zarrachasini 0,05 mm o'lchamgacha maydalash mumkin, bundan tashqari unda oz bo'lsada 0,05 mm dan katta o'lchamga ega bo'lgan kukunlar bo'ladi.

2. Grafit kukunini tayyorlash. Grafit kukuni antifrikstion materiallarga asosan ishqalanish koefitsientini kichraytirish yoki uni elektr o'tkazish xossalari oshirish maqsadida qo'shiladi. Grafitning miqdori materialning uglerod-grafit mustahkamligiga katta ta'sir qiladi.

Grafit antifrikstion materialning plastikligini oshiradi, u koks karkas qatlamlarida joylashib, uglerod-grafit antifrikstion materiali ishqalanib ishlash jarayonida u bilan birga ishqalanib ishlayotgan valning yuzasiga yopishib ishqalanish koefitsientini pasaytiradi.

Grafit 1300-1500°C temperaturda kuydirib quritiladi va elakdan o'tkazilib, fraktsiyalarga 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 metallurgayasida asosan past va o'rta haroratlarda suyuqlanadigan toshko'mir smolalari ishlatiladi.

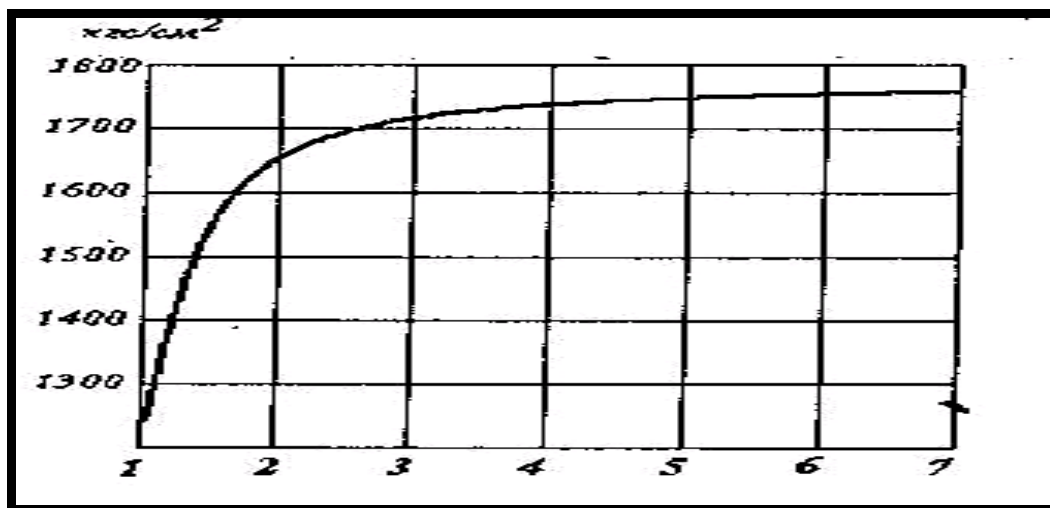


3.2-rasm. Toshko'mir smolasining uglerod-grafit materialning cho'zilishdagi mustahkamligiga ta'siri

Bundan ko'rinib turibdiki, maksimal mustahkamlik uglerod-grafit antifrikstion materiallar uchun toshko'mir miqdori 22-23% bo'lganda erishi mumkin, buning sababi, uning miqdori oshgan sari koks va grafit kukunlarinn 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.

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. 2.3-rasmda kukun materialining bog'lovchi moda-toshko'mir smolasi bilan aralashtirish vaqtini materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'siri ko'rsatilgan.



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

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 pressslangan kukun materiali mustahkamligi juda kichik bo'ladi. Pressslangan materialni qizdirib pishirish uchun, u pechlarga, ya'ni pishirish stexlariga 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.

Plastifikator sifatida: parafin, glisterin, texnik kraxmal va kauchuk eritmalari solinadi. Plastifikatorlarga quyiladigan asosiy talab: qizdirib pishirish davomida material bilan kimyoviy reakstiyaga 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, kamrok, 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.

Antifrikstion 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.⁶

8. Pressslash. Kukun metallurgiyasida ishlab chiqariladigan materiallarga pressslash yo'li bilan shakl beriladi, bunda pressslash bir nechta usullarda amalga oshirilishi mumkin, ulardan eng oddiysi va arzoni bu maxsus presss-qoliplarda 1 yoki 2 tomonlama pressslashdir.

Pressslashda materialning o'lchamlari katta ahamiyatga ega, mahsulot o'lchami qancha kichik bo'lsa, uni pressslash shuncha oson bo'ladi, negaki pressslashda mahsulotning o'lchami katta bo'lsa, pressslash bosimi uning barcha hajmiy nuqtalariga bir xil etib bormaydi, natijada bitta detalda har xil zichlik va mexanik xossalar mavjud bo'lib qoladi. Pressslash bosimi qancha katta bo'lsa, mexanik xossalar shuncha katta bo'ladi, buni sababi shundan iboratki, pressslash 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 presss-qolip, pressslash uskunasi va kukun pressslanish ko'rsatgichlariga qarab maksimal qiymati belgilanadi.

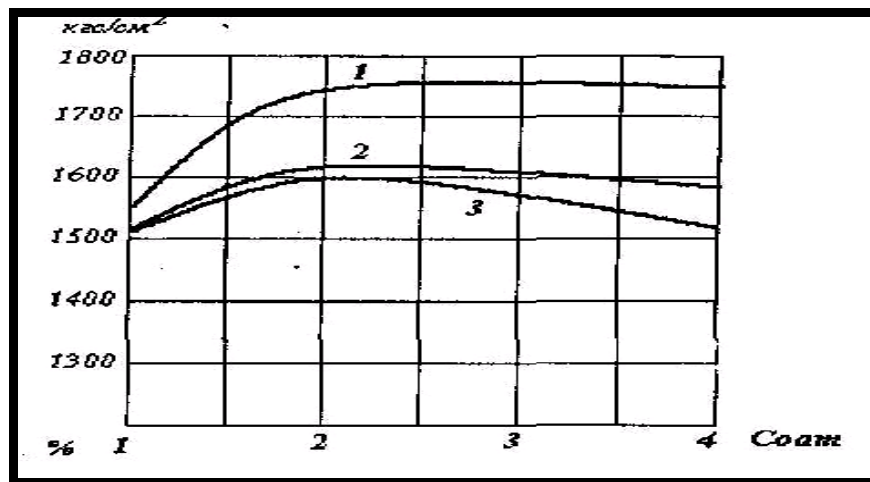
Antifrikstion materiallarni ishlab chiqarishda oddiy pressslash amalga oshiriladi, bunda uning bosimi 5-7 t/sm² qilib belgilanadi va presss-qoliplar shu bosimga uzoq, muddat bardosh beruvchi qilib yasaladi.

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

Uglerod-grafitli antifrikstion 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

⁶E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (350-365 p.p.)

ketishini oldini olishdan. iborat. 2.4-rasmda uglerod-grafitli antifrikstion materiallarni pishirish temperatura va pishirish vaqtining davomining uglerod-grafit materialining siqilishdagi mustahkamdigiga ta'siri ko'rsatilgan.



2.4-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 antifrikstion 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.

Antifrikstion uglerod-grafitli materiallarni mikrostruktura taxlili. Antifrikstion uglerod-grafitli materiallarni mikrostrukturalarini tekshirishdan maqsad undagi kamchiliklarni aniqlashdan iborat. Uglerod-grafitli materiallarni mikrostrukturasini tadqiqot qilish uchun namuna shliflari tayyorlanadi va metallografik mikrosqoplar yordamida 50 - 2000 martagacha kattalashtirib, uni ichki tuzilishi taxlil qilinadi.

Tadqiqot qilish uchun namunalar quyidagi tartibda tayyorlanadi:

1. Antifrikstion 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 МИМ-7 yoki ММҮ-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 tartibi⁷

Tinglovchi amaliy ishini bajarish uchun antifrikstion uglerod-grafitli materialdan 5x20x30 mm o'lchamda mayda tishli arra yordamida shlif uchun namuna kesib oladi. Keyin oldindan elektrqizdirgichda qizdirib eritilgan konifolga namunani pinstet 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 daftariga chizib olgandan so'ng materialni ishlab chiqarishdagi texnologiya bosqichda yo'l qo'yilgan kamchiliklarni topib, ularni hisobot daftariga yozadi.⁸

Nazorat savollari:

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

⁷E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (370 p.p.)

⁸E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (345-365 p.p.)

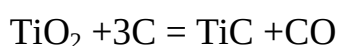
3- amaliy mashg'ulot: Kukun metallurgiyasi usulida og'ir (yuqori harorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallarlar uchun materiallar olish (2 soat).

***Ishdan maqsad:** Fazasi o'zgaruvchan materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasi bilan tanishtirish hamda ularni tahlil qilishni o'rgatish. Titan karbidini olishning takomillashtirilgan texnologiyasi bilan tanishish. Kukun metallurgiyasi usulida og'ir (yuqori harorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallarlar olish.*

***Masalaning qo'yilishi:** Fazasi o'zgaruvchan materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasi yani titan karbidini olishning takomillashtirilgan texnologiyasi tahlili.*

Titan karbidini olishning takomillashtirilgan texnologiyasi

Qiyin eriydigan metallar karbidlari metallokeramik qattik qotishma asosida namoyon bo'ladi. Titan karbidi, uglerod bo'yicha keng gomogen zona bilan o'zgaruvchan tarkibli faza xisoblanadi, TiC aralashishiga javob beradigan uglerodning maksimal miqdori (20% C). Stexiometrik tarkibli titan karbid olish ko'plab qiyinchiliklar bilan bog'liq, texnikada ishlatiladigan maxsulot, qoidadagidek, 20 ga karaganda kam miqdorli bo'lib bog'langan uglerod 18 –19,5 % ni tashkil qiladi. Olingan yakuniy natijada karbiddagi uglerodning yetishmasligini quyidagicha talqin qilish mumkin, ya'ni TiC – TiO qattiq qotishma sifatida yoki titan karbidi, qaysiki panjaradagi uglerod atomlarining kislorod atomlari bilan birikkan qismi xisoblanadi. TiO₂ dan TiC titan karbid olish va uglerod vodorod tokida CO vakuumda amalga oshiriladi. Reaksiya yig'indisi quyidagicha bo'ladi:



Muallif tomonidan ishlab chiqilgan titan karbidini olish texnologiyasi quyida keltirilgan. Titan karbid ishlab chikarishning texnologik jarayoni quyidagi operatsiyalardan tashkil topgan:

- karbidlash uchun shixta tayyorlash;
- karbidlash;
- karbid razmolasi;
- karbid prosevi.

Titan karbidini olish uchun titan kukuni va qurumlardan shixta tayyorlanadi. Qurum va titanning xammasi tarozida o'lchanib, quruq razmolali maydalagichga solinadi. Sharli maydalagichda titani karbidlash uchun shixtaning tayyorlanish rejimidan foydalaniladi. Aralashtirilgandan keyin shixtalar konteynerga yuklanadi va

karbidlashga uzatiladi. Xar bir konteynerga partiya raqami, miqdori, sanasi, ishchining familiyasi ko'rsatilgan etiketka yopishtiriladi. Shixta rangi buyicha bir turda bo'lishi kerak.

Titanni karbidlash

Titanni karbidlash elektr qarshilik pechida grafit truba orqali vodorod tokida amalga oshiriladi. Shixta maxsus idish (lodochka) ga erkin to'ldiriladi, keyin qo'lda qotiriladi. Maxsus idishlar ketma-ketlikda pechkaning vodorod toki qarshisiga yuklanadi. Idishning siljish xarakati mexanik tarzda amalga oshiriladi.

Karbidlash rejimi:

idish siljishi - 25 min;

harorat-1450..1530⁰C;

vodorod sarfi - $(0,5 \div 1,5) \text{ m}^3/\text{soat}$.

Titan karbid yuzasi ko'rib chiqiladi. Avval yuza shiyotka yordamida tozalanadi. Yirik karbid konteynerga yuklanadi va razmolaga yo'naltiriladi. Xar bir konteynerga partiya raqamining nomlanishi, vaqti, ishchining familiyasi ko'rsatilgan etiketka yopishtiriladi. Titan karbid bir turdagi rangda bo'lishi kerak.

Titan karbidli Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli qattiq qotishma tayyorlashning takomillashtirilgan texnologiyasi

Titan karbidli Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli aralashma shixtasi titan karbidi va molibden, nikel, volfram va temir metall kukunlaridan tashkil topgan. Aralashtirilgan komponentlar miqdori maydalagichga qo'l xarakati yordamida yuklanadi. Repulpatorga spirt quyiladi, 50-60 litr miqdorida to'ldiriladi, keyin 124 kg TiC titan karbidi, 40 kg nikel kukuni, 8 kg volfram kukuni va 20 kg molibden, temir kukuni qo'shiladi. 10-15 daqiqa aralashtirilganidan keyin maydalagichga (2,53-3,04) MPa siqilgan havo bosimi beriladi. 700 kg og'irlikdagi 8-10 mm diametrli yuklangan shar bilan 48 soat vaqt odavomida razmollanadi.

Eslatma: ruxsat etilgan sharli yuklanish yeyilishi 10 kg; razmollash jarayonida sharlarning ruxsat etilgan diametri 5 mm, diametri 5 mmdan kamroq bo'lgan sharlar miqdori, sharlar og'irligidan 1,5 % dan oshmasligi kerak. Yuklash vaqti 2 soatdan oshmasligi kerak; yangi razmolli sharlar ishlatilishdan oldin yuzasini tozalash maqsadida obkatka qilinadi. Obkatka maydalagichda 24 soat davomida amalga

oshiriladi; obkatka uchun shar oqirligi (600-800)kg. Sharlar obkatka qilingandan keyin tekshiriladi, ularda qatlamlar va yoriqlar bo'lishi kerak emas. Bularning barchasi maydalagichga sharlar solinishidan avval amalga oshirilishi zarur. Razmollash yakunlangandan keyin pulpa vertikal distilyatordagi quritishga yo'naltiriladi. Pulpa bir turda bo'lishi kerak.

Ishni bajarish uchun namuna:

Yuqori darajadagi xossaga erishish uchun kompozitlarni tayyorlash texnologiyasi va ularni qizdirish rejimlari ahamiyatli rol o'ynaydi. Kukunli aralashma laboratoriya va kichik gabaritli sharli maydalagichda aralashtiriladi. Kompozit tarkibiga kiruvchi komponentlar ikki guruxga bo'linadi: birinchisiga Ni, W va Mo, ikkinchisi TiC. Ikkala gurux komponentlari turli xil maydalagichlarga yuklanadi va 10-12 soat vaqt davomida etil spirti muxitida aralashtiriladi. Keyin tarkiblar qo'shiladi va yana 6-8 soat yakuniy aralashtirish davom etadi. Undan so'ng aralashma 8-12 soat vaqt davomida 100–120 °C haroratdagi distilyatorda quritiladi. Quritilgan aralashma 8% kauchukni benzindagi eritmasida aralashtiriladi, undan so'ng 20-30 daqiqa mobaynida 100–120°C haroratdagi quritgichda quritiladi. Tayyor aralashma П4626 press-agregatda 100 kgs/mm² bosim ostida presslanadi. Presslashdan keyin buyum 18-24 soat mobaynida 100–120°C haroratdagi bug'li shkafda quritiladi, keyin 1000–1100°C haroratdagi vodorod atmosferasida boshlangich qizdiriladi 1 soat mobaynida. Yakuniy qizdirish rejimi tayinlangan buyumga bogliq xolda tanlanadi. Yuqori harorat va bosimda ishlaydigan, shakl beriladigan asboblardan uchun qizdirish rejim bo'yicha olib boriladi: vakuum-muxiti 10⁻³ mm. rt. St dan kam bo'lmasligi; 1450–1500°C haroratdagi qizdirish harorati; ushlab turish 1-0,5 soat; qizdirish vaqti 2–3 soatlar. Tadqiqotni 1-bosqichi yakunlangandan keyin birinchi navbatda topshiriq tarkib qimmatini, olingan qotishmani fizik-mexanik darajasi va texnologik xarakteristikasini amalga oshirish bo'ldi.

Nazorat savollari:

1. Fazasi o'zgaruvchan material deganda qanday materialni tushunasiz?
2. Texnologiyalarni tahlil qilishda qanday parametrdan foydalaniladi?
3. Temperatura o'zgarishi qizdirishdagi teskari faza o'zgarishlari temperturasidan pastroqda joylashishda ro'y beradigan hodisaga nima deyiladi?

4- amaliy mashg'ulot: Metall oksidlarini qayta tiklash kimyoviy texnologik jarayonlarda moddalar miqdorini aniqlash (2 soat).

Ishdan maqsad: Metal oksidlarini qayta tiklab kukun ishlab chiqarish 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. 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.

Masalaning qo'yilishi: Metall oksidlarini qayta tiklash texnologiyasi tahlili.

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.

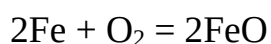
Yangi materiallar ishlab chiqarish texnologik usullari yordamida metall asosli chiqindilarni qayta ishlash rudalardan metallar olishga qaraganda ancha samarali hisoblanib rivojlangan davlatlarda izchil yo'lga qo'yilgan. Masalan, Germaniyaning bir qator metallurgiya korxonalarida maxsus sexlar bo'lib, 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:



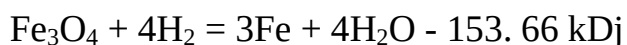
Lekin metall yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiya juda murakkab hisoblanadi, chunki reaksiya bir nechta qatlamlarda turli tezlik bilan amalga oshadi, buning natijasida metallning yuza qismida yuqori oksidlar (Fe_2O_3), quyi qismida esa quyi oksidlar (FeO) hosil bo'lishi mumkin.

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 Fe_2O_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 diffuziyalanishi natijasida, ularning fizikaviy adsorbsiyasi sodir bo'lishi;

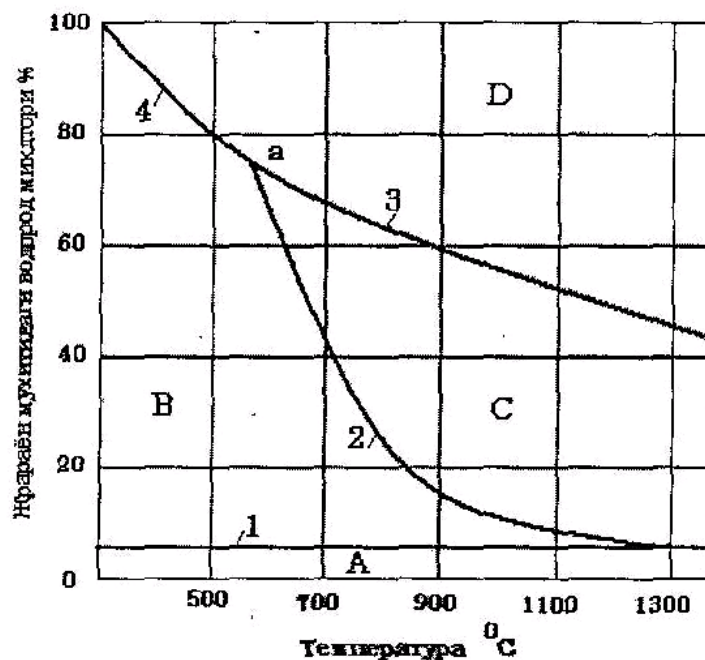
2) Adsorbsiyalangan vodorodning oksid kristall panjaralar kuch maydoni bilan ta'sirlashib, vodorodning H atomlari hosil bo'lishi;

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 (H_2O) 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 $Fe_2O_3 - Fe_3O_4$ 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.



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

4.1- rasmda A xarfi bilan belgilangan xudud Fe_2O_3 fazasiga tegishli, B bilan belgilangan xudud Fe_3O_4 fazasiga tegishli, C – xarfi bilan belgilangan xudud α yoki γ temir fazalariga tegishli.

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

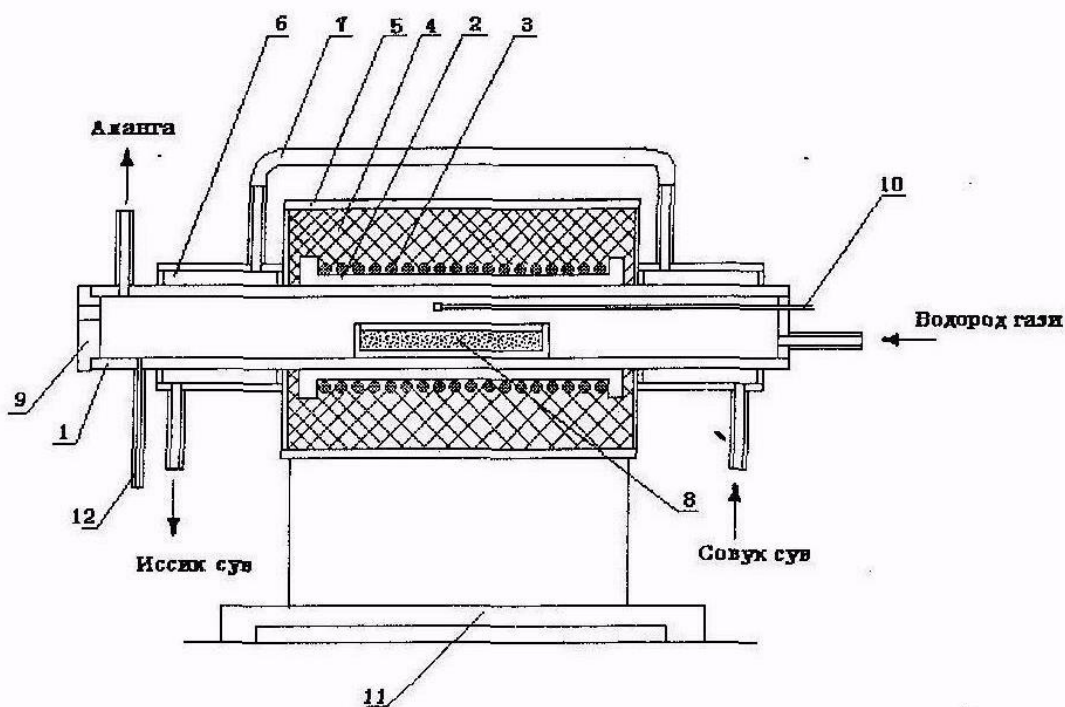
a) Muhitdagi vodorod miqdorini 40% da ushlab turib, temperaturani 1300°C ga ko'targanimiz bilan temirning oksidi tiklanmasdan C xududda to'xtaydi, bu xudud temirning quyi oksidga tegishli;

b) agar muhitdagi vodorod miqdorini 60% da ushlab turib temperaturani 500°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 $800\text{-}900^\circ\text{C}$ 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.

4.2-rasmda temir kuyindisini laboratoriya sharoitda 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.



4.2-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 (4.2-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 voltmeter, 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.

Nazorat uchun savollar:

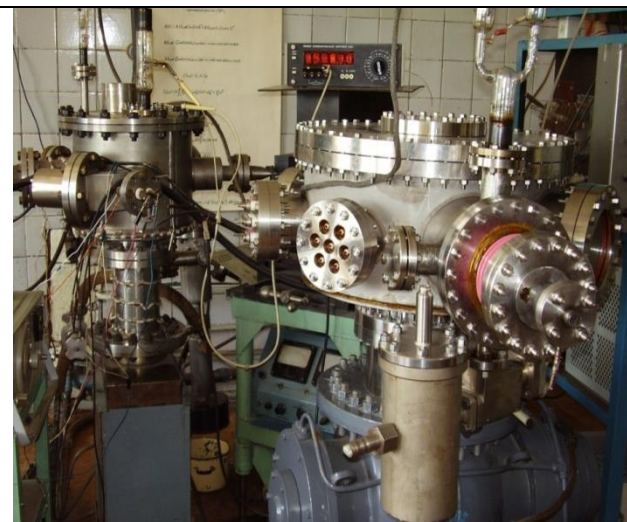
1. Mendeleev davriy sistemasidagi qaysi metallar oksidlarini vodorod bilan qayta tiklash mumkin?
2. Ochiq havoda temir qizdirilganda qanday kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi?
3. Metall oksidlarini tiklashdan maqsad?

5- amaliy mashg'ulot: Zamonaviy jixozlarni o'rganish.

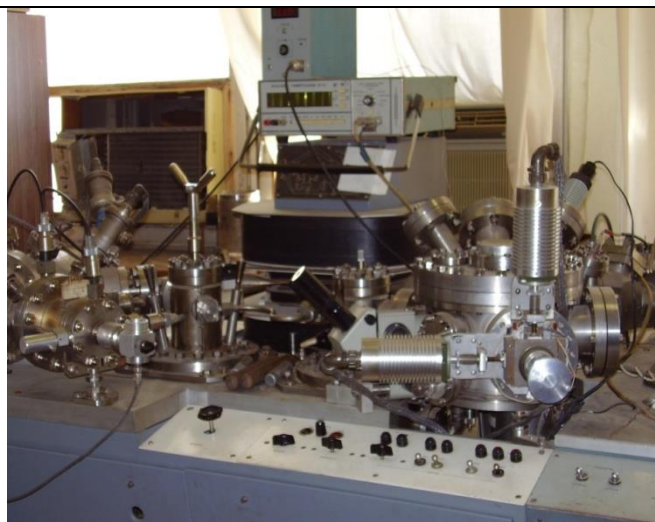
Ishdan maqsad: Materialshunoslikda ishlatilayotgan zamonaviy pribor va jixozlar bilan tanishish.

Masalaning qo'yilishi: Zamonaviy pribor va jixozlarning tuzilishi va ishlash prinsiplarini o'rganish va tahlil qilish.

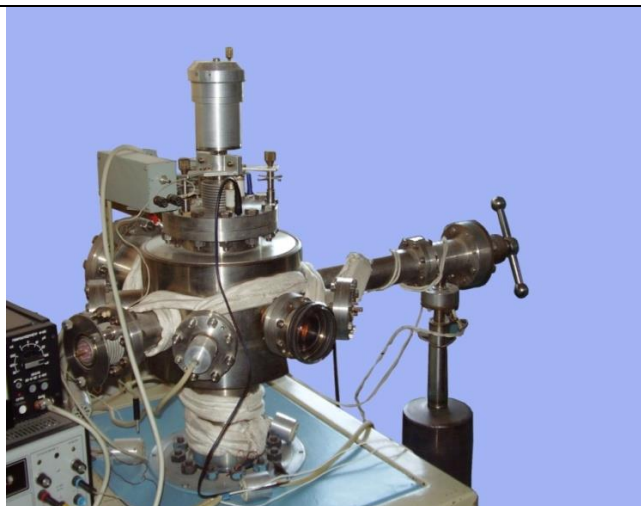
Materialshunoslikda materiallarni tadqia qilishda qo'llaniladigan zamonaviy jihoz va priborlar haqidagi ma'lumotlar quyidagi rasmlarda keltirilgan.



Ionli va elektronli osje-spektrometr.
Nanomateriallarni yuzasini tadqiq qilish uchun ishlatiladi.



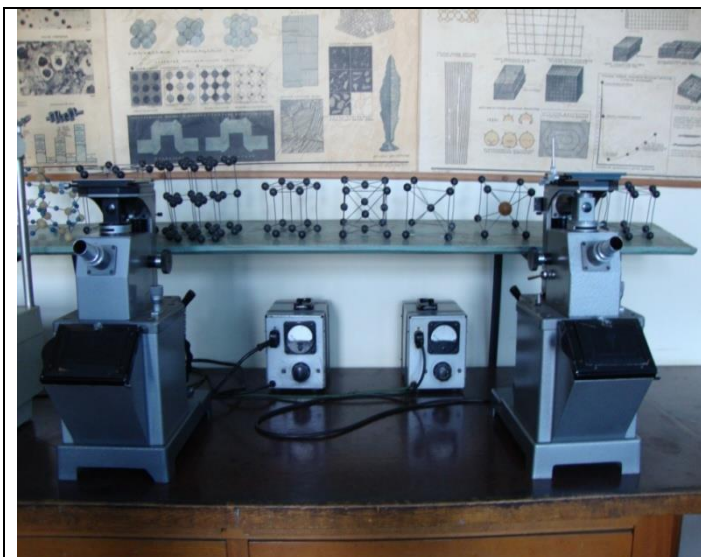
Mass – spektrometr MH – 1200
nanozarralar izotoplarini kimyoviy tarkibini o'rganish uchun ishlatiladi.



Universal CBB electron spektrometri



Elektron mikroskop (8-10 nm o'lchamdagi aniqlikda o'lchay oladi.)



МИМ-7 Mikroskopi.



Rokvell va Brinell presslari.



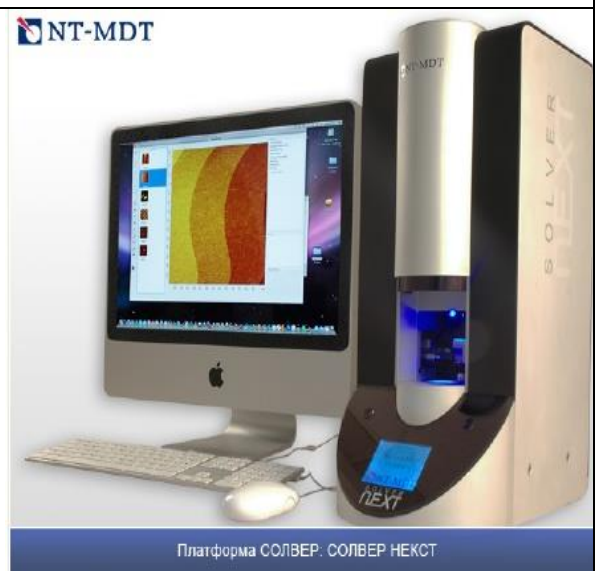
Дрон-3



Дрон-3М



Spectrum BX-II, Fure spektrometr.



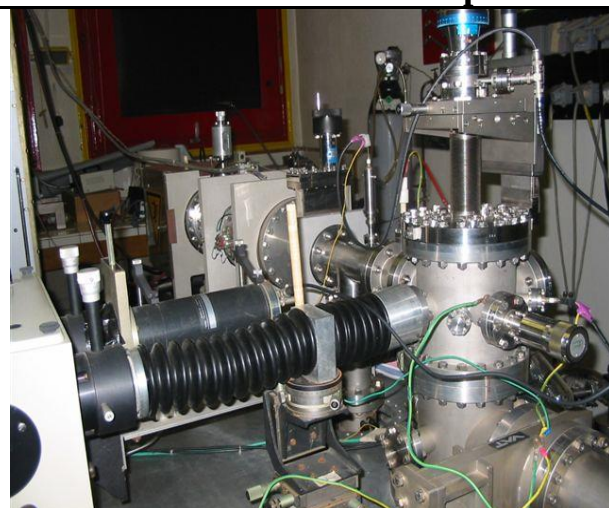
Atom-kuchlanishli mikroskop.



Vakuumli universal posti.



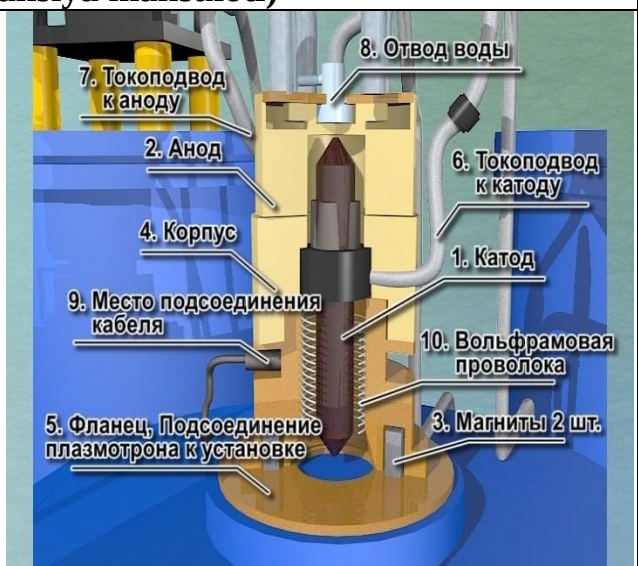
ЛТИ – 403 Impul'sli lazer.



Elektron-fotonli spektrometr. Nanomateriallarni olish va xossalarni o'rganish uchun ishlatiladi. (Fransiya mahsuloti)



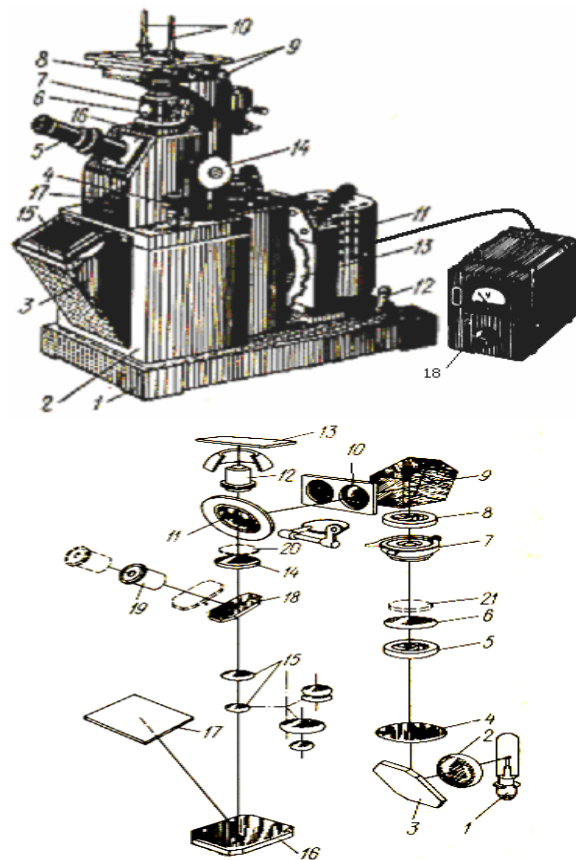
ПУВ – 300 plazmakimyoviy tiklash qurilmasi.



Xom ashyoni yuqori ko'rsatgichda qayta ishlaydigan plazmagenerator.



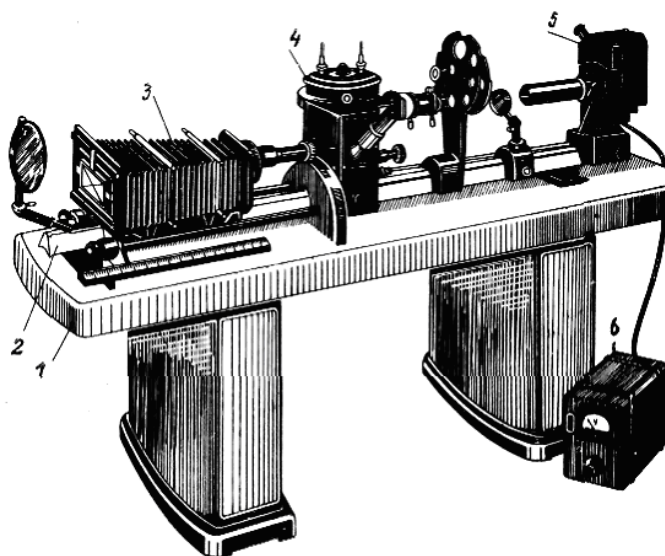
MIM-7 metallografik mikroskopi



МІМ-7 mikroskopi konstruksiyasi

МИМ-7 mikroskopi ob'ektiv va okulyarining kattalashtirish ko'rsatkichlari

№ t\r	Ob'ektivlar	Okulyarlar						
		Vizual ko'rinishda				Rasmga olinganda		
		7*	10*	15*	20*	7*	10*	15*
1.	F=23,17: A=0,17	60	90	130	170	70	120	160
2.	F=13,89: A=0,30	100	140	200	300	115	200	270
3.	F=8,16: A=0,37	170	240	360	500	200	340	450
4.	F=6,16: A=0,65	-	320	500	650	-	440	600
5.	F=2,27: A=1,25	500	720	1080	1440	575	1000	1350



МИМ-8 metallografik mikroskopining umumiy ko'rinishi

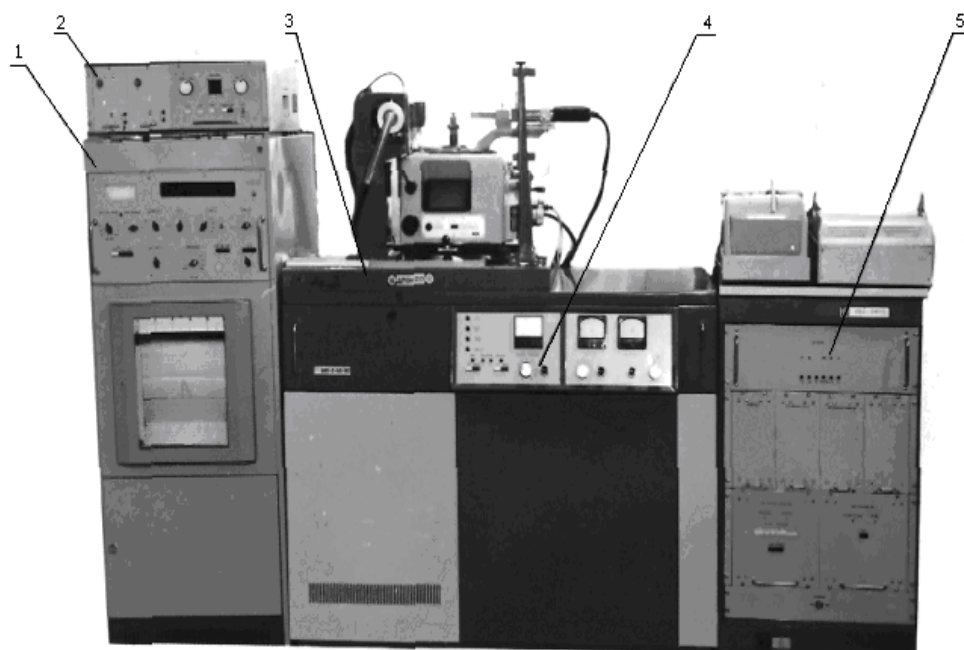
1-stol, 2-optik qismi, 3-fotokamera, 4-mikroskopning markaziy qismi, 5-yoritish sistemasi, 6-transformator.



NEOFOT-21 metallografik mikroskopi



BioBlue BB.4253 raqamli mikroskop.



ДРОН-2,0 rentgen apparatining umumiy ko'rinishi: 1-ЕБУ-1-4 elektron hisoblash qismi; 2- БАУ-автоматик boshqarish bloki; 3-rentgen trubkasi va gonimetr ГУР-5 difraktometr metodi; 4-yuqori kuchlanishli tok ВИП-2-50-60М; 5-perforator va hisoblangan qiymatlarni qayta ishlash moslamasi УВИ-3М-1.

Qattiqlikni o'lchashda keng foydalaniladigan THR-150-45DX modeli Rokvell bo'yicha stansionar qattiqlik o'lchagich keltirilgan:



THR-150-45DX modeli Rokvell bo'yicha stan

Measurement Scale

HRA/60/D	HRB/100/1.588	HRC/150/D	HRD/100/D
HRE/100/3.175	HRF/60/1.588	HRG/150/1.588	HRH/60/3.175
HRK/150/3.175	HRL/60/6.35	HRM/100/6.35	HRP/150/6.35
HRR/60/12.7	HRS/100/12.7	HRV/150/12.7	

HR15N/D	HR30N/D	HR45N/D
HR15T/1.588	HR30T/1.588	HR45T/1.588
HR15W/3.175	HR30W/3.175	HR45W/3.175
HR15X/6.35	HR30X/6.35	HR45X/6.35
HR15Y/12.7	HR30Y/12.7	HR45Y/12.7

Please choose the right indenter for the scale you choosed.
Explanation

HRA/60/D	HR15N/D	Return
----------	---------	--------

Scale/Force/indenter Scale/Force/indenter

Tester

Product Name

Radio of Curvature

Range To

Hardness type

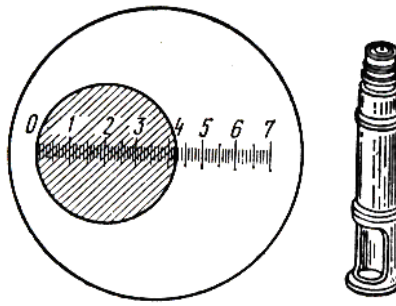
Conversion type Conversion Value

Dwell Time(S)

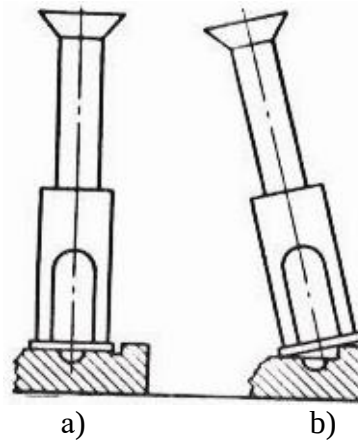
Hardness value

Barcha Rokvell tarozilari, jami 30 ta

Operatsion interfeysi:



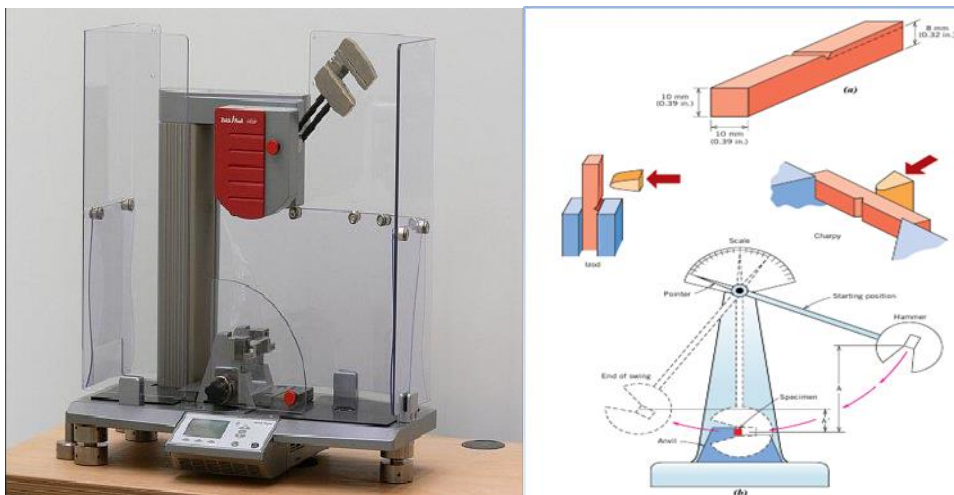
Namunaga tushgan izning diametrini o'lchov lupasi orqali aniqlash



O'lchashda lupaning holati:

a) to'g'ri, b) noto'g'ri.

Mexanik xossalarni dinamik yuklama bilan zarbiy qovushqoqligini aniqlash.



Zarbiy qovushqoqlikni sinash sxemasi:

a – namunani kopyorga o'rnatilishi; b – mayatnikli kopyor sxemasi

Xar – xil ariqchali namunalar bo'ladi. Eng ko'p tarqalgani U - shaklli va V-shaklli ariqchalardir.

“Материалшунослик” кафедрасининг моддий-техника ва лаборатория базасини ривожлантириш бўйича бир қанча ишлар бажарилди. Шу жумладан Республикамиз бўйича “Материалшунослик” соҳасида мутахассис кадрлар тайёрлайдиган кафедраларига “Ислом тараққиёти” банки томонидан хомийлик ишлари бажарилмоқда. Бу иш 2021 йилда бошланган. Ишчи гуруҳ тузилган. Бизнинг кафедрамизда ишчи гуруҳда профессор Ш.А. Каримов ишлаган. Кафедра ва унинг хоналари экспертлар томонидан экспертизадан ўтказилди. Вазирлик томонидан тузилган ишчи гуруҳ тавсиясига бинонан қуйидаги прибор ва лаборатория жиҳозлари ҳамда компьютер жиҳозлари бизнинг “Материалшунослик” кафедрасига ҳам ажратилди.

2022 йилда “Материалшунослик” кафедрасига 0077-сонли «Ўзбекистон Республикаси олий таълим муассасалари материал-техник базасини мустаҳкамлаш» лойиҳа асосида Ислом тараққиёт банки томонидан тақдим этилган лаборатория жиҳизлари, приборлари, асбоб-ускуналари ҳақидаги маълумотлар қуйида жадвалда келтирилган.

Т/р	Лаборатория жиҳози, прибори ва асбоб-ускунасининг номи	Олиб келинган сони	Олиб келинган 1 та Лаборатория жиҳози, прибори ва асбоб-ускунасининг таннари (АҚШ долларида)	Жами таннари (АҚШ долларида)
1	ТНВРВ модели Бринелл, Роквелл ва Виккерс шкаласи бўйича универсал қаттиқлик ўлчагич (Хитойда ишлаб чиқарилган)	2	4867,0	9734,0
2	МЕТ-УДА модели Универсал портатив қаттиқлик ўлчагич (Россия ишлаб чиқарилган)	1	1304,0	1304,0
3	ТНВ-150-45DX модели Роквелл бўйича стационар қаттиқлик ўлчагич (Хитойда ишлаб чиқарилган)	1	5840,0	5840,0
4	UTC-5727.FRR модели қурилиш материаллар учун мўлжалланган гидравлик пресс (Туркияда ишлаб чиқарилган)	1	6615,0	6615,0
5	Elcometer 510 (Model T) модели автоматик адгезиметр (Англияда ишлаб чиқарилган)	1	9636,0	9636,0
6	TIME 3000 модели шлифовкаш-полировкаш машинаси	2	5734,00	11468,0

	(Хитойда ишлаб чиқарилган)			
7	TUD 500 модели ультратовушли дефектоскоп (Хитойда ишлаб чиқарилган)	1	1667,0	1667,0
8	TIME 3200 модели юзадаги ғадир-будирликни ўлчайдиган прибор (Хитойда ишлаб чиқарилган)	1	1667,0	1667,0
9	TIME 2190 модели ультратовушли қалинлик ўлчагич (Хитойда ишлаб чиқарилган)	1	1667,0	1667,0
10	5 та автодозаторлар комплекти (Хитойда ишлаб чиқарилган)	1	449,00	449,00
11	Модели OxionInversoOX 2653- PLM бўлган Инвертировалли металлографик микроскоп (Нидерландияда ишлаб чиқарилган)	1	5876, 86	5876, 86
12	Модели iScore IS.1053-PLMi бўлган Видеокамера, дастурлаш таъминоти ва компьютерга эга бўлган металлографик рақамли микроскоп (Нидерландияда ишлаб чиқарилган)	2	3864,92	7729,84
13	Вискозиметр (Хитойда ишлаб чиқарилган)	1	938,55	938,55
14	Модели ZEC21 бўлган Электрон аналитик тарози (Германияда ишлаб чиқарилган)	1	659,54	659,54
15	NEVO QTZ модели Муфел печи (Туркияда ишлаб чиқарилган)	1	1470,6	1470,6
16	IWB8618-5 модели интерактив доска	1	25516551,0 сўм	25516551,0 сўм
17	Latitude 3520-5 модели интерактив доска учун ноутбук	1	7170911,0 сўм	7170911,0 сўм
18	Тип-1 модели ИБН эга бўлган ўқув компютери	1	7192100,0 сўм	7192100,0 сўм
19	Модели BioBlue BV. 4253 бўлган Рақамли микроскоп (Нидерландияда ишлаб чиқарилган)	1	160,28	480,84
20	L 156 Модели ноутбук (Туркияда ишлаб чиқарилган)	3	1500,00	1500,00
	ЖАМИ	22		

6- amaliy mashg'ulot: «Olmaliq kon-metallurgiya kombinati («OKMK» AJ) qoshidagi “Nodir metallar va qattiq qotishmalar” ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi sharoitida molibden rudalari chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasi bilan tanishish(2-soat).

Ishdan maqsad: *«Olmaliq KMK» AJ «Qalmoqir» konining mis-molibden rudalaridan olinadigan past navli molibden sanoati mahsulotini boyitish usuli va boshqa ishlab chiqarish texnologiyasi bilan tanishtirish.*

Masalaning qo'yilishi: *«Olmaliq kon-metallurgiya kombinati («OKMK» AJ) qoshidagi “Nodir metallar va qattiq qotishmalar” ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi sharoitida molibden rudalari chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasini o'rganish va tahlil qilish.*

Bugunhi kunda tabiiy zahiralar tugashi va texnogen ifloslanish darajasi barcha ruxsat etilgan me'yorlardan oshib ketmoqda. Ayniqsa ishlab chiqarish korxonalari joylashgan hududlarda ekologiya yomonlashuvi aholi salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shu sababli, sanoat chiqindilari tarkibidagi murakkab qimmatbaho komponentlarni aniqlash, texnogen chiqindilarni qayta ishlash uchun energiya tejankor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish zarurati mavjud.

Respublikamizda texnogen chiqindilarning atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish, ularni qayta ishlash orqali yuqori sifatli mahsulotga aylantirish va qimmatli tarkibiy qismlarni ajratib olish texnologiyalari ishlab chiqilgan jumladan, molibdenning asosiy xomashyosi sifatida «Olmaliq KMK» AJ «Qalmoqir» konining mis-molibden rudalaridan olinadigan past navli molibden sanoati mahsulotini boyitish usuli. Respublikamizning ishlab chiqarish korxonalari joylashgan hududlarida ekologik vaziyatni yaxshilash usullarini takomillashtirish va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning samarali usulini ishlab chiqish, hamda molibden va reniy olish texnologiyasini takomillashtirish muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning ob'yekti sifatida «Olmaliq kon-metallurgiya kombinati» AJ «Nodir metallar va qattiq qotishmalar» ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy ishlab chiqarish birlashmasining molibden ishlab chiqarishdagi texnogen chiqindilar tanlab olingan.

Tadqiqotning predmeti: molibden rudalari chiqindilarini y'aniy kekini sodali ishqorlash usuli bilan qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish hisoblanadi.

Tadqiqotning predmeti: molibden rudalari chiqindilarini y'aniy kekini sodali ishqorlash usuli bilan qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish hisoblanadi.

Tadqiqotning vazifalari:

- zamonaviy fizik-kimyoviy usullar bilan molibden sanoati chiqindilari va ularni qayta ishlash mahsulotlarida metallarning joylashuv shakllarini, mineralogik va kimyoviy tarkibini aniqlash;
- molibden ishlab chiqarishning chiqindilarini qayta ishlash uchun maqbul sharoitlarni aniqlash;
- molibden va reniyni sorbsiyasi hamda desorbsiyasi sharoitlarni o'rganish;
- molibden ishlab chiqarish chiqindilaridan ammoniy perrenat, nordon ammoniy molibdat va mis konsentratini qo'shimcha tovar mahsuloti sifatida olish texnologiyasini takomillashtirish.

Tadqiqotning usullari.

Ishini bajarishda zamonaviy kompleks usullarni jamlagan, magnit separatsiya bo'yicha ilmiy-texnik ma'lumotlarni tahlil qilish, analitik va statik usullardan iborat nazariy tadqiqotlar, laboratoriya sinovlari, tajriba-sanoat sinovlari, granulometrik tahlil, elektron va rentgen strukturali mikroskopiya, probirkali, kimyoviy va fazali tahlil usullari, tajriba natijalarini matematik qayta ishlash uslublaridan foydalanilgan.

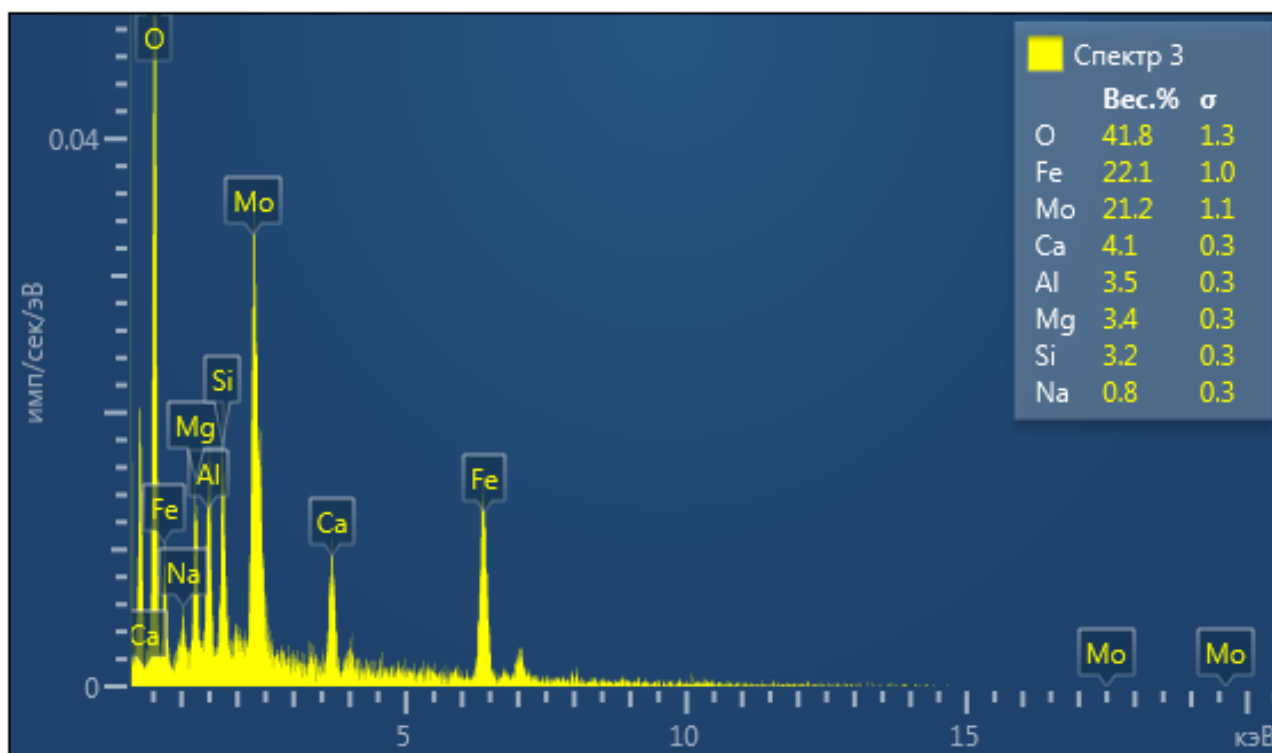
Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- molibden keklarini to'g'ridan-to'g'ri sodali ishqorlash jarayoni va molibdenni ajratib olish samaradorligiga turli xil omillarning ta'siri (soda konsentratsiyasi, Q:S nisbati, granulometrik tarkibi va ishqorlab-eritish vaqti) va kuyindini 120 g/l sodali konsentratsiyada ishqorlab eritish hisoblanadi;
- natijada molibdenning qoldiq keklardagi ulushi 2,1% gacha kamaydi;
- molibden va reniyni turli xil ion almashinuvchi sorbentlarda sorbsiyasi va desorbsiyasining kinetikasi asosida, molibden, temir, mis konsentratlari, ammoniy molibdat va ammoniy perrenat olish texnologiyasi takomillashtirildi.

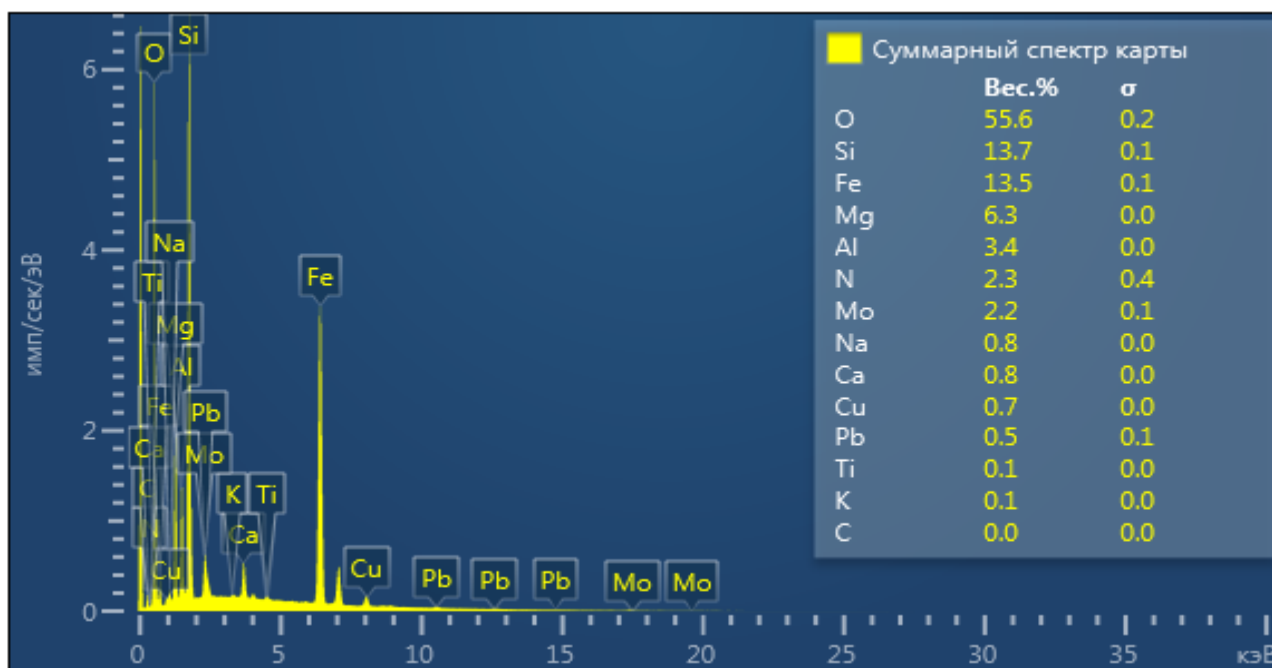


Chiqindi eritmalar hajmi	--	429460,66 m ³
Qattik faza (keklar) hajmi	--	249 ming tn.
Molibden	--	10241,17 kg
Mis	--	44346,17 kg
Reniy	--	1040,2 kg
Kek tarkibida:		
Molibden	--	24000 kg
Mis	--	80000 kg
Reniy	--	2400,2 kg

Kekning elektron mikroskopik-spektr (SEM) tahlil natijalari



Qoldiq kek namunasining ED-spektr dagi tahlili (lokal nuqta-1 EVO MA10 SEM Carl Zeiss)



Molibden ammoniysi ishlab chiqarish texnologiyasining texnik va iqtisodiy samaradorligi

Molibden kuyindisini samarali qayta ishlash texnologiyasi, molibdenni ajratib olishni 5% ga oshirish imkonini beradi. Olmaliq KMK AJning «Nodir metallar va qattiq qotishmalar» IICHB sida molibden kuyindisini yiliga qayta ishlash 800 tonnani tashkil qiladi, uning tarkibida oʻrtacha 32% molibden mavjud, yaʼni undagi molibden miqdori 256 tonnani tashkil qiladi. Mavjud texnologiyaga koʻra, molibdenning yoʻqotilishi keklarda 8% gacha, ishlab chiqilgan texnologiyaga koʻra, yoʻqotish 2,6-3% ni tashkil qiladi.

$$Q_{Mo}=256(8-3)/100=12800 \text{ kg}$$

Presslangan kompakt molibden zagatovkasini prokalka olish paytida oʻrtacha 0,5% gacha yoʻqotishlar boʻladi:

$$Q_{Mo}=12800 \cdot 0,5 : 100 = 64 \text{ kg, keyin}$$

$$Q_{Mo}=12800-64=12736 \text{ kg kompakt zagatovka.}$$

Jahon bozorida kompakt molibden zagatovkasiniyu 1 kg=24\$ tashkil etadi.

Ishlab chiqilgan texnologiyada, molibden ajratib olishni koʻpaytirish natijasida olinadigan iqtisodiy samaradorlik quyidagicha boʻlishi kutilyapti:

$$Q_{Mo} = 12736 \cdot 24 = 304664 \$ \text{ yoki } 304664 \cdot 8100 = 2\,467\,778\,400 \text{ soʻm.}$$

Yiliga 10000 tonna hajmdagi molibden keklarini qayta ishlashning iqtisodiy samaradorligini tavsiya etilgan texnologiya boʻyicha hisoblash shuni koʻrsatadiki, xom ashyoni kompleks qayta ishlash natijasida nordon-molibden ammoniysi, ammoniy perrenat kabi tayyor mahsulotlarni sotishdan bilan yillik foyda 367,360 ming AQSH dollarini tashkil etadi.

Texnik va iqtisodiy samaradorligini hisobladi unga koʻra umumiy 672 024 ming AQSH dollarini tashkil etadi.

XULOSALAR

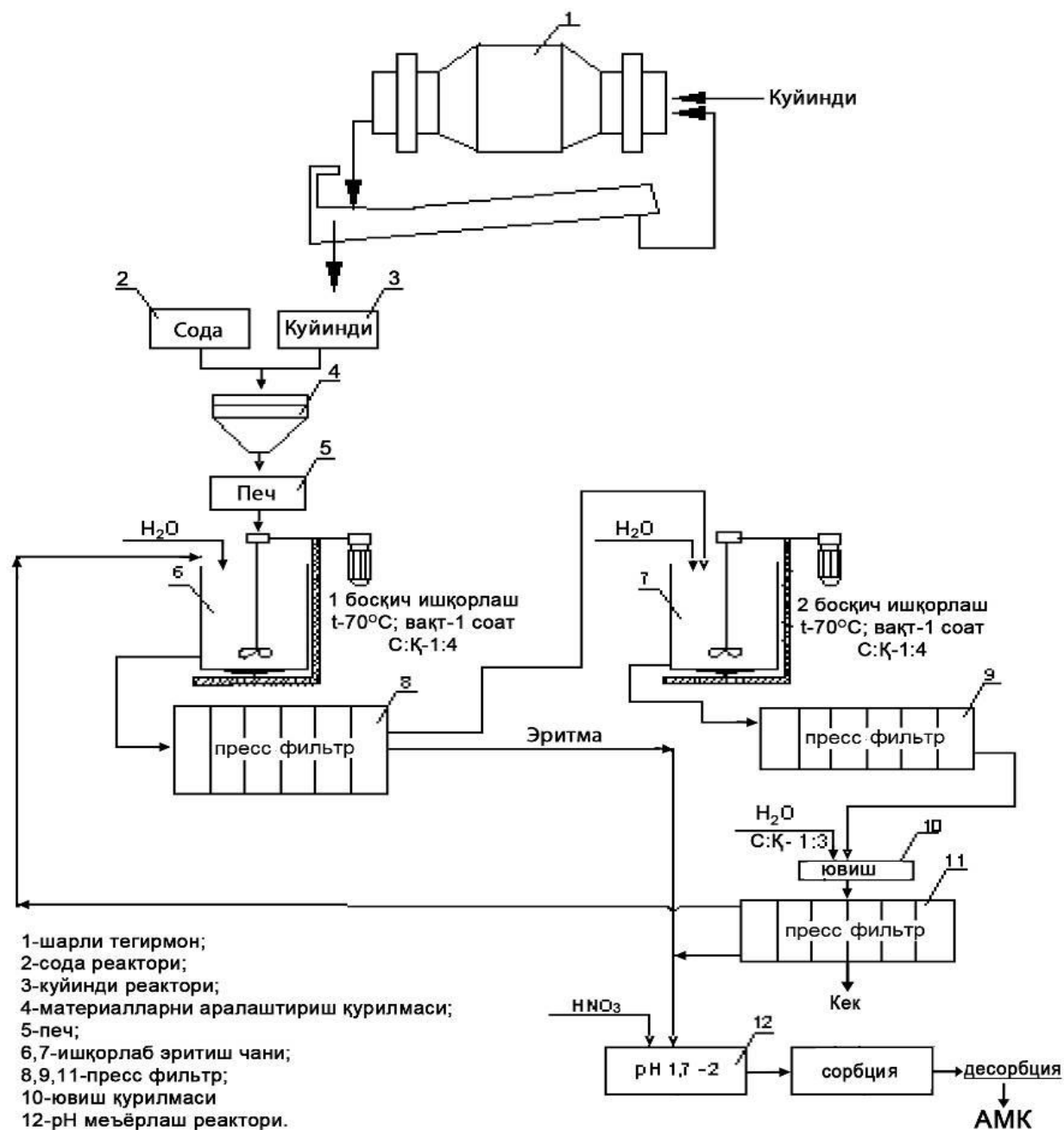
1. «Olmaliq KMK» AJ ning molibdenli xomashyolarni qayta ishlash hamda molibdenni olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borildi. Chiqindilarni boyitish usullarini takomillashtirish, ammiak yordamida gidrometallurgiya usuli bilan qayta ishlash orqali ammoniy tetramolibdatni olish usullari ishlab chiqisldi, ammoniy tetramolibdat asosida molibdenni 99,6% tozalikda ajratib olish hamda molibden va reniy ammoniy tuzlarini olish texnologiyalarini takomillashtirishga erishildi.

2. Keklarni soda bilan qizdirib va to'g'ridan-to'g'ri sodali eritmalar bilan ishqorlab eritish natijada, kekni soda bilan ishqoriy eritishda molibden ajratib olinishining samaradorligiga turli xil omillarning (soda konsentratsiyasi, Q:S nisbati, granulometrik tarkibi va ishqorlab eritish vaqti) ta'siri aniqlandi va kuyindini sodali ishqorlashda qoldiq keklar tarkibidagi molibdenning miqdori 2,1% gacha kamaydi.

3. Molibden ishlab chiqarish texnogen chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasining texnologik xaritasi tavsiya etildi.

4. Molibden kuyindisini qayta ishlash, hosil bo'lgan chiqindilarni utilizatsiya qilish bo'yicha kompleks texnologik sxema yaratildi va «NMvaQQ» IICHB da tijorat mahsulotlarini olish uchun tajriba texnologik liniya o'rnatildi hamda yuqori darajadagi toza ammoniy tetromolibdat va ammoniy molibdat kabi mahsulotlari olish taklif etildi.

5. «Olmaliq KMK» Aj da sodali ishqorlash usuli bilan molibden keklarini qayta ishlashning apparatlar zanjiri texnologik sxemasi animatsiom modeli yaratildi.



Sodali ishqorlash usuli bilan molibden keklarini qayta ishlashning apparatlar zanjiri texnologik sxemasi

VII. KEYSLAR BANKI

“Keys-stadi” metodi

«**Keys-stadi**» - inglizcha soʻz boʻlib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – oʻrganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni oʻrganish, tahlil qilish asosida oʻqitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini oʻrganishda foydalanish tartibida qoʻllanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qaerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

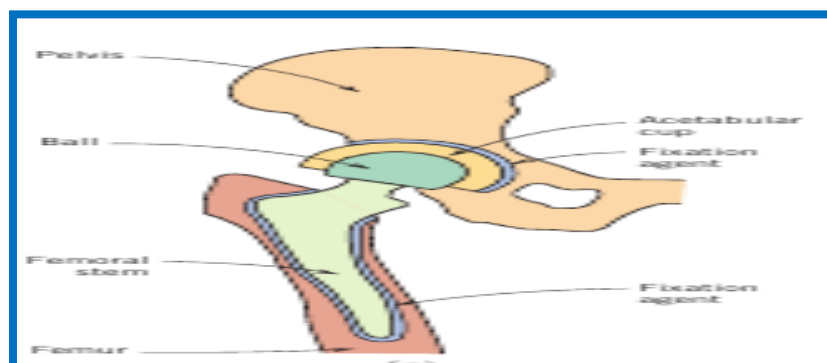
1-KEYS: Toz suyagining sunʼiy endoprotezi inson tanasiga joylashtirildi. Lekin, endoprotez joylashtirilgandan keyin toz suyagi atrofida kuchli ogʻriq kuzatildi, bemorning ahvoli ogʻirlasha boshladi. Qayta operatsiya qilish orqali toz suyagining sunʼiy endoprotezi olib tashlandi va uni ishlab chiqishda sunʼiy toz suyagi komponentlari uchun qoʻllaniladigan uchta asosiy metall qotishmalarining mexanik xossalari va korroziyalanish darajasi toʻgʻri aniqlanmaganligi maʼlum boʻldi.

Savol: Nima uchun yuqorida keltirilgan xatolikka yoʻl qoʻyildi? Toz suyagining sunʼiy endoprotezini ishlab chiqishda qanday muhim xususiyatlar inobatga olinmagan.! Topshiriqlarni ketma-ketlikda bajaring va keys echimini toping

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar

Bosqichlar	Bajarilishi koʻzda tutilgan topshiriqlar
1-bosqich	Keys bilan tanishning muammoni keltirib chiqargan sabablarni aniqlang.
2-bosqich	Tozdagi boldr suyagi oʻrniga qoʻyiladigan sunʼiy moslama uchun nisbiy materiallarning biologik jixatdan toʻgʻri keladigan oltita bogʻliqlik komponentlarini aniqlang.
3-bosqich	Tozdagi boldr suyagi uchun ixtiro qilingan sunʼiy endoprotezlashning toʻrtta komponenti uchun muhim talablarga javob beradigan maxsus materiallarni keltiring va tahlil qiling
4-bosqich	Sunʼiy toz suyagining komponentlarini yigʻilishining ketma-ketligini belgilang va qoʻllaniladigan uchta asosiy metall qotishmalarining mexanik xossalari va korroziyalanish darajasini tasniflang.
5-bosqich	Sodir etilgan xatolikka nima sabab boʻlganligini aniqlang va muammo yechimini toping.
6-bosqich	Keys echimiga oid fikr-mulohazalarni biliring.

Quyidagi rasmda sun'iy toz suyagining komponentlarini yig'ilishining ketma-ketligi ko'rsatilgan (qismlarga bo'lingan holda). Bu komponentlar (chapdan o'nga qarab) quyidagi tartibda yig'iladi: boldr qismi, koptok qismi, aylanish uchun qo'yiladigan chashka qismi va oxirida aylanuvchi chashka qismi.



1-Rasm. Toz suyagining sun'iy endoprotezi

1-jadval

Insonlarning uzun suyaklarining parallel hamda perpendikulyar o'q bo'yicha mexanik xossalarning tasnifi

Xossasi	Parallel suyak uchun	Perpendikulyar suyak uchun
Taranglik moduli, GPa	17.4	11.7
Cho'zilishga mustaxkamlik chegarasi, MPa	135	61.8
Siqilishga mustaxkamlik chegarasi, MPa	196	135
Sinishda nisbiy uzayishi, %	3-4%	-



2-Rasm. Toz suyagining sxematik ko'rinishi

Sun'iy toz suyagi komponentlari uchun qo'llaniladigan uchta asosiy metall qotishmalarining mexanik xossalari va korroziyalanish darajasi tasnifi					
Qotishma	Taranglik moduli, GPa	Cho'zilishga mustaxkamlik chegarasi, MPa	Sinishda nisbiy uzayishi, %	Toliqishga ko'rsatadigan mustaxkamlik chegarasi, MPa	Korroziyalanish darajasi, 1mkm/yiliga
Zanglamaydigan po'lat 316L	200	862	12	383	0.001-0.002
So-28Sg-Mo	210	772	8	300	0.003-0.009
Ti-6Al-4V	120	896	10	580	0.007-0.04

2-KEYS: Metilen xlorid kimyoviy moddasi bilan olib borilayotgan laboratoriya jaryonidakimyoviy muhofaza uchun ishlab chiqilgan qo'lqop erib ketishi oqibatida laborantning qo'llari kuyish jarohatini oldi. Laboratoriya xodimlarining holat yuzasidan o'tkazgan tekshiruvlari qo'lqopni ishlab chiqishda kimyoviy muhofaza qilish kiyimi materialini ta'sir etish vaqti, diffuziya koeffitsienti va material qalinligini hisobga olinmagan degan xulosa berildi.

Savol: Xulosa to'g'ri berildimi, bu holata yana qanday faktorlar sabab bo'lishi mumkin?

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar

Bosqichlar	Bajarilishi ko'zda tutilgan topshiriqlar
1-bosqich	Keys bilan tanishning muammoni keltirib chiqargan sabablarni aniqlang.
2-bosqich	Kimyoviy muhofaza qilish kiyimi uchun nisbatan to'g'ri keladigan va 2ta muhim faktorlarga javob beruvchi qanday materiallar tanlanishini aniqlang. Metilen xlorid kimyoviy moddasiga bardoshli materiallarni aniqlang.
3-bosqich	Metilen xlorid kimyoviy moddasidan saqlanadigan maxsus qo'lqoplarga materialini ta'sir etish vaqti, diffuziya koeffitsienti va material qalinligi qay darajada bo'lishi kerakligini ilova jadvalida keltirilgan 7 ta maxsus qo'lqoplarning tasniflari bilan qiyoslagan holda aniqlang hamda metilen xlorid kimyoviy moddasiga bardoshli qo'lpoq ishlab chiqing
4-bosqich	Muammo keltirib chiqargan sabablarni aniqlang va keys echimini toping.
5-bosqich	Keys echimi yuzasidan taqdimotni amalga oshiring.

Material	Diffuziya koeffitsienti, $D(10^{-8}\text{sm/s})$	Qo'lqop qalinligi, $L(\text{sm})$	Ta'sir etish vaqti, $t(\text{soat})$	Yuza konstantastiyasi $S_A(\text{g/sm}^3)$	Ta'sir etish darajasi (g/soat)	Narxi (USD\$)
Ko'p qatlamli	0.0095	0.007	24	11.1	0.43	4.19
Poli(vinil alkogol)	4.46	0.075	5.8	0.68	1.15	24
Viton rezina	3.0	0.025	0.97	0.10	0.35	72
Butil rezina	110	0.090	0.34	0.44	15.5	58
Neopren rezina	92	0.075	0.28	3.53	125	3.35
Poli (vinil- xlorid)	176	0.070	0.13	1.59	115	3.21
Nitril rezina	157	0.040	0.05	2.68	303	1.56

VIII. TA'LIM JARAYONIDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH VA ILG'OR XORIJIY TAJRIBALAR

Bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri Oliy ta'lim muassasalarida o'qitilib kelinayotgan «Materialshunoslikning fundamental asoslari» fanini talabalar tomonidan o'zlashtirish jarayonida innovatsiyalar va ilg'or xorijiy tajribalardan foydalanish hisoblanadi.

«Materialshunoslikning fundamental asoslari» fanini o'qitishda rivojlangan xorijiy mamlakatlarda quyidagi innovatsiyalar va ta'lim texnologiyalari qo'llanilmoqda. Bular: modulli o'qitish tizimi, yo'naltiruvchi matn usuli, loyiha usuli, Blended learning (aralash o'qitish), Case study (keys stadi), masofali o'qitish.

Modulli o'qitish ta'limning quyidagi zamonaviy masalalarini har tomonlama yaxshi imkoniyatini yaratadi:

- modul – faoliyatlik asosida o'qitish mazmuni optimallashtirish va tizimlash, dasturlarni o'zgaruvchanligi, moslashuvchanligini ta'minlaydi;
- o'qitishni individuallashtirish;
- amaliy faoliyatga o'rgatish va kuzatiladigan xarakterlarni baholash darajasida o'qitish samaradorligini nazorat qilish;
- kasbga qiziqtirish asosida faollashtirish mustaqillik va o'qitish imkoniyatlarini to'la ro'yobga chiqarish.

Modulli o'qitish samaradorligi quyidagi omillarga bog'liq:

- ta'lim muassasasining moddiy-texnik bazasi;
- malakali professor- o'qituvchilar tarkibi darajasi;
- talabalar tayyorgarligi darajasiga;
- kutiladigan natijalar bahosiga;
- didaktik materiallarning ishlab chiqilishiga;
- modullar natijasi va tahliliga.

Modulli o'qitishda o'quv dasturlarini to'la, qisqartirilgan va chuqurlashtirilgan tabaqalash orqali bosqichma-bosqich o'qitish imkoniyati yaratiladi. Ya'ni o'qitishni individuallashtirish mumkin bo'ladi. Modulli o'qitishga o'tishda quyidagi maqsadlar ko'zlanadi:

- o‘qitishning uzluksizligini ta’minlash;
- o‘qitishni individuallashtirish;
- o‘quv materialini mustaqil o‘zlashtirish uchun yetarli sharoit yaratish;
- o‘qitishni jadallashtirish;
- fanni samarali o‘zlashtirishga erishish.

Modulli o‘qitish fanning asosiy masalalari umumlashtirilgan ma’lumotlar beruvchi muammoli va yo‘riqli ma’ruzalar o‘qilishini taqozo etadi. Ma’ruzalar talabalarning ijodiy qobiliyatini rivojlantirishga qaratilmo‘ri lozim.

Modul amaliy mashg‘ulotlar va ma’ruzalar bilan birga tuzilishi, ular ma’ruzalar mazmunini o‘rganiladigan yangi material bilan to‘ldirilishi kerak.⁹

Modulni o‘qitishning samaradorligini oshirishga erishish uchun o‘qitishning quyidagi usullarini qo‘llash mumkin:

- muammoli muloqotlar; - evristik suhbatlar; - o‘quv o‘yinlar;
- loyihalash va yo‘naltiruvchi matnlar va hokazo.

O‘qitishning modul tizimi mazmunidan uning quyidagi afzalliklari aniqlandi:

- fanlar va fanlardagi modullar orasidagi o‘qitish uzluksizligini ta’minlanishi;
- har bir modul ichida va ular orasida o‘quv jarayonini barcha turlarining metodik jihatdan asoslangan muvofiqligini o‘rnatilishi;
- fanning modulli tuzilish tarkibining moslanuvchanligi;
- talabalar o‘zlashtirishi muntazam va samarali nazorat (har qaysi moduldan so‘ng) qilinishi;
- talabalarning zudlik bilan qobiliyatiga ko‘ra tabaqalanishi (dastlabki modullardan so‘ng o‘qituvchi ayrim talabalarga fanni individuallashtirishni tavsiya etishi mumkin);

- axborotni «siqib» berish natijasida o‘qitishni jadallashtirish auditoriya soatlaridan samarali foydalanish va o‘quv vaqti tarkibini ma’ruzaviy amaliy (tajribaviy) mashg‘ulotlar individual va mustaqil ishlar uchun ajratilgan soatlarni – optimallashtirish. Buning natijasida talaba yetarli bilim va ko‘nikmaga ega bo‘ladi.

⁹ Авлиёкулов Х.Н, Мусаева М. Педагогик технологиялар. Дарслик -Т.: 2012.

Modulli uslub asosida o'qitishda faoliyatlilik, qiziqtirish, modullilik, muammolilik, kognitiv vizuallilik, xatoliklarga tayanish tamoyillariga muvofiq ishlab chiqilishi lozim.

Ta'lim metodlari muayyan pedagogik jarayondan ko'zda tutilgan maqsadlarga erishish uchun bajarish lozim bo'lgan vazifalarni amalga oshirishda qo'llaniladigan turli-tuman ish usullari va shakllarini o'z ichiga oladi.

Muayyan ta'lim-tarbiyaviy maqsadga qaratilgan biror harakatni amalga oshirish yo'li, usuli yoki ko'rinishdan iborat bo'lib shakllangan faoliyat shu maqsadga erishishga xizmat qiluvchi o'ziga xos ta'lim metodini hosil qiladi.

Inson faoliyatining barcha sohalarida tegishli metodlardan foydalaniladi. Bu metodlarning eng umumiy belgisini hisobga olgan holda ularni borliqni amaliy yoki nazariy o'zlashtirish operastiyalarining yoki yo'llarining yig'indisi deyish mumkin.

Ta'lim metodlaridan tegishli maqsadlarda samarali foydalanish uchun har metodning tarkibiy tuzilishi to'g'risida zarur tushunchalarga ega bo'lish talab qilinadi. Ta'lim metodlari ta'lim-tarbiya jarayonini amalga oshirishning tegishli pedagogik-psixologik va ilmiy-metodik asoslarga ega. Ular ko'zlangan maqsadlarga erishish yo'lidagi murakkab, ko'p qirrali, ko'p sifatlarga, xususiyatlarga ega bo'lgan faoliyat turidir. Shu munosabat bilan ta'lim metodlarining tarkibiy tuzilishiga doir umumiy ma'lumotlarni qisqacha keltirib o'tamiz.

Metodlar boshqa didaktik kategoriyalarga uzviy bog'liq va biri boshqalarini taqozo qiladi, ya'ni o'qitishning maqsadi, mazmuni, shakli, hosilasi sifatida metodlar didaktik kategoriyalarga tegishlicha ta'sir ko'rsatadi.

Oliy ta'lim muassalaridagi o'qitish metodlari o'ziga xos xususiyatiga ega bo'lib, nafaqat dars berish usullari va uslublarini birlashtiradi, balki u bilimlarni o'zlashtirishning o'quv va ilmiy faoliyatga yo'naltirilgan tizimini ham anglatadi.

O'qitish metodkasini zamonaviyligi keng ravishda kompyuter texnikasidan foydalanish bilan belgilanadi. Talabalar bilim olish jarayonida kompyuter informastion tarmoqlaridan samarali foydalanadi. Bu bilim olishdan tashqari mehnat bozorini o'rganishga imkon beradi, shu orqali ular bosqichma-bosqich kelajakdagi faoliyatlarini shakllantirib boradilar.

O‘qitish metodikasiga quyidagi hossalari mansub:

1. Ma’ruza vaqtida erkinlik xukum suradi, talaba mavzu bo‘yicha muxokamaga o‘tishi va o‘zini fikrini bildirishga ega. Bunday vaziyatni kelib chiqishi darsliklarda o‘qilayotgan mavzular batafsil yoritilgan, shuning uchun o‘qituvchini talaba bilan muxokama yuritishga imkoni bor.
2. Keng ko‘lamda turli metodlar asosida mashrulotlar o‘tilishi mumkin.
3. O‘qituvchi darsdan oldin ma’ruzani asosiy qisqa matnini tarqatadi, uning asosida talabalar ma’ruzani eshitib kuzatib boradilar, yuzaga kelgan savollarga javob oladilar. Ma’ruza proektor orqali namoyish etiladi. Kerakli vaqtda bo‘r-taxta prinsipi xam ishlatilishi mumkin.
4. Keng ko‘lamda turli (mavzuga oid) o‘quv filmlari ishlatiladi. O‘quv filmlari deyarli barcha mavzular bo‘yicha mavjud.
5. O‘qituvchi mavzuga mos keladigan ommaviy ahborot vositalarida ma’lum qilingan yangi habarlarni taqdim etadi.
6. Ayrim xollarda mashg‘ulotga sohada tanilgan olim yoki mutaxassisni taklif qiladi va uning ishtirokida dolzarb muammolarni hal etadi.
7. O‘qitish metodikasida sillabus va keys uslublaridan keng foydalaniladi.

Quyida dars mashg‘ulotlarini samarali olib borishni interfaol metodlari keltiriladi:



1-rasm. “Blits so‘rov texnologiyasi

Blits-so‘rov texnologiyasi – Blits- pedagogikada tezkor, bir zumlik ma’nosida ishlatiladi. Bu texnologiyada talabalarga o‘rganilgan butun mavzu yoki uning ma’lum qismining asosiy tushunchalari va tayanch iboralari bo‘yicha tuzilgan savollarga javob

(og‘zaki, yozma, biror jadval yoki diagramma ko‘rinishida) berishlari taklif etiladi, Masalan, materialshunoslikning fundamental asoslari fanidan o‘tilgan “Metall kukunlarini olish usullari” mavzusining boshida talabalarning boshlang‘ich bilimlarini aniqlab olish maqsadida quyidagi savollar bo‘yicha Blits-so‘rov o‘tkazish mumkin:

1. Metallar necha guruhga bo‘linadi?
2. Metall va qotishmalarning kukunlarini olish jarayonlari qanday kechadi?
3. Metall kukunlarining o‘lchamlarini aytib bering?

“Blits”-o‘yin metodini o‘tkazish bosqichlari

Talabalarga harakatlar kema-ketligini to‘g‘ri tashkil etishga, mantiqiy fikrlashga, o‘rganilayotgan predmeti asosida ko‘p, xilma-xil fikrlardan, ma’lumotlardan kerakligini tanlab olishni o‘rgatishga qaratilgan metoddir.

“Muammoli vaziyat” uslubi

Ushbu uslubdan tinglovchilar bilan o‘tkazilgan mashg‘ulot davomida berilgan nazariy va amaliy bilimlarni mustahkamlashda foydalanish mumkin. Uslubni mashg‘ulot jarayonida yoki uyga vazifa qilib berish orqali qo‘llash mumkin.¹⁰

Uslubning maqsadi - tinglovchilarga o‘quv kursi mavzusidan kelib chiqqan turli muammoli masala yoki vaziyatlarning echimini to‘g‘ri topishga o‘rgatish, ularda muammoning mohiyatini aniqlash bo‘yicha malakalarini shakllantirish, muammoni yechishning ba’zi uslublari bilan tanishtirish va muammoning yechishda mos uslublarni to‘g‘ri tanlashga o‘rgatish, muammoni kelib chiqish sabablarini va muammoni yechishdagi xatti – harakatlarni to‘g‘ri aniqlashga o‘rgatish.

Uslubning qo‘llanilishi - o‘quv mashg‘ulotlarining barcha turlarida muayyan bir xarakterliklar yoki boshqa omillar natijasida yuzaga keladigan muammoli vaziyatdan chiqib ketishning nazariy va amaliy echimini topish orqali bilimlarini mustahkamlashga mo‘ljallangan. Ushbu uslubni mashg‘ulot jarayonida yoki mashg‘ulotning bir qismida yakka tartibda tashkil etish mumkin.

Ma’ruza mashg‘ulotini o‘tkazish tartibi - ma’ruzachi tinglovchi talabalarni o‘z o‘rinlariga o‘tirganliklaridan so‘ng, ma’ruza mashg‘ulotini o‘tkazish tartib – qoidalari va talablarini tushuntiradi, ya’ni u mashg‘ulotning bosqichli bo‘lishini va har bir

¹⁰ Ў.Х.Мухамедов ва Б.Таълимни ташкил этишда замонавий интерфаол методлар. Т.2016

bosqich o‘quvchilardan aloxida diqqat – e’tibor talab qilishini, mashg‘ulot davomida ular jamoa bo‘lib ishlashlarini aytadi. Bunday kayfiyat tinglovchilarga berilgan topshiriqlarni bajarishga tayyor bo‘lishlariga yordam beradi va bajarishga qiziqish uyg‘otadi. Mashg‘ulotni o‘tkazish tartib – qoidalari va talablari tushuntirilgach, mashg‘ulot boshlanadi:

- tinglovchilar tomonidan ma’ruza mashg‘uloti uchun tayyorlangan ma’ruzaga oid kinolavha diqqat bilan tomosha qilinadi, unda yoritilgan muammoni aniqlashga harakat qilish, xotirada saqlab qolish yoki daftarlariga belgilab chiqish ishlari amalga oshiriladi (agar kinofilm ko‘rsatishning imkoniyati bo‘lmasa, u holda mashg‘ulot rahbari o‘quv predmetining mavzusi bo‘yicha plakat, rasm, afisha yoki biror muammo bayon qilingan matn, kitobdagi o‘quv materialidan foydalanish mumkin);

- har bir guruh a’zolari tomonidan ushbu lavhada (rasmdan, matndan, hayotiy voqeadan) birgalikda aniqlangan muammolarni daftariga yozib chiqadi;

- berilgan aniq vaqt tugagach, tayyorlangan javoblar o‘qib eshittiriladi;

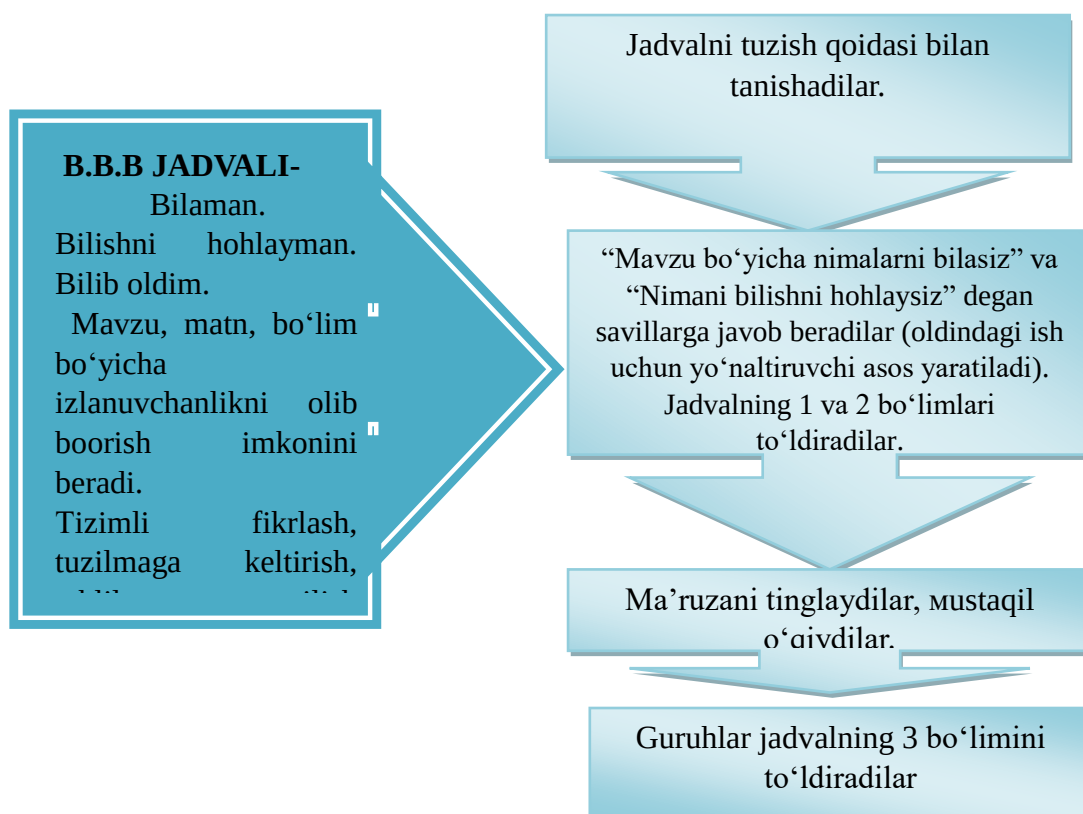
- talabalarga tarqatilgan qog‘ozlarda yozilgan muammolardan har bir talaba (yoki har bir guruh) o‘zini qiziqtirgan muammodan birini tanlab oladi;

- mashg‘ulot rahbari tomonidan tarqatilgan quyidagi chizmaga har bir guruh a’zosi (yoki guruh) tanlab olgan muammosini yozib, mustaqil ravishda tahlil etadi.

1-jadval

Muammoli vaziyat	Muammoning kelib chiqish sabablari	Muammodan chiqib ketishda sizning harakatlaringiz	Muammodan chiqib ketishda uchraydigan qiyinchiliklar

“BILAMAN, BILISHNI XOHLAYMAN, BILIB OLDIM” metodi (B-B-B)



2-rasm. B.B.B metodi.

“Bilaman, Bilishni xohlayman, Bilib oldim” metodi - yangi o‘tiladigan mavzu bo‘yicha talabalarning birlamchi bilimlarini aniqlash yoki o‘tilgan mavzuni qay darajada o‘zlashtirganligini aniqlash uchun ishlatiladi. Metodni amalga oshirish uchun sinf doskasiga yangi o‘tiladigan mavzu bo‘yicha asosiy tushuncha va iboralar yoziladi, talaba berilgan vazifani o‘zlariga belgilaydi. Yuqorida berilgan tushuncha iboralarni bilish maqsadida quyidagi chizma chiziladi:

2-jadval

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim
Metall	Kukun olish	Tiklash
Kukun	Pishirish	Qotishma

Ushbu metodda talabalar o‘qituvchi tomonidan berilgan vazifani yakka tartibda yoki guruh bo‘lib jadvalni to‘ldiradilar. Biz nimani bildik ustuniga asosiy fikrlarni yozish.

«T sxemasi» metodi

To'ldirilmagan sxemasi

Tiklash jarayoniga ta'sir etuvchi salbiy va ijobiy ko'rsatkichlar		
Salbiy ko'rsatkichlar		Ijobiy ko'rsatkichlar

Talabalar T sxemasini tezda daftariga chizib olib qisqa vaqtda vazifani bajarishga tayyor bo'lishadi. Keyin vazifani bajarishga 5...6 daqiqa vaqt ajratiladi.

To'ldirilgan sxemasi

Tiklash jarayoniga ta'sir etuvchi salbiy va ijobiy ko'rsatkichlarni yozing		
Salbiy ko'rsatkichlar		Ijobiy ko'rsatkichlar
Jarayonning murakkabligi		Qiyin eriydigan metallarning oksidlaridan toza kukunlar olish imkoniyatining yuqoriligi
Ko'p energiya talab qilishi va vodorod gazi ishlatilishi		Kukunlar bir hil sferasimon shakilga ega bo'lish
Kukunlardagi boshqa qo'shmchalar va kislorodning kam miqdorda bo'lsa ham mavjudligi		Yuqori disperss kukunlarni olish imkonini berishi

O'qituvchi talabalar faoliyatini baholaydi va qo'shimcha ma'lumotlar orqali mavzuni mustahkamlaydilar. Topshiriqni o'z vaqtida va to'g'ri bajargan talabalar o'qituvchi tomonidan baholanadi.

TESTLAR

№1 Fan bobini – 1; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 1

Metallar asosan, necha turga bo‘linadi?
2
1
3
4

№2 Fan bobini – 1; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 1

Temirni erish temperaturasi necha °C?
1539
1200
1000
1300

№3 Fan bobini – 1; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi – 1

Eng yengil metall nima?
litiy
mis
alyuminiy
magniy

№4 Fan bobini – 1; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi 1

Eng og‘ir metall nima?
simob
mis
temir
qo‘rg‘oshin

№5 Fan bobini – 1; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi 1

Metallar nimalardan olinadi?
rudalardan
shixtadan
oksiddan
nitridan

№6 Fan bobini – 1; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi 1

Quyida ko‘rsatilgan qaysi metallardan qaysi biri eng qiyin eriydi?
volfram
mis
temir
qo‘rg‘oshin

№7 Fan bobini – 3; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 1

Metall va qotishmalarni suyuq holatdan qattiq holatga o‘tish jarayoni nima deb ataladi?
kristallanish
suyuqlanish
modifitsirlash
legirlash

№8 Fan bobini – 3; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 1

Kamida ikkita va undan ortiq metallar yoki metall+nometallardan tashkil topgan aralashmalarga nima deyiladi?
modda
qotishma
komponent
birikma

№10 Fan bobini – 3; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi 1

Korroziya metallning qaysi xossasiga kiradi?
kimyoviy
fizik
texnologik
mexanik

№11 Fan bobini – 3; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi 1

Qattqlik metallning qaysi xossasiga kiradi?
mexanik
fizik
texnologik
kimyoviy

№12 Fan bobini – 6; Fan bo‘limi – 3; Qiyinlik darajasi 1

Titan qotishmasi markasini toping?
BT6
B420
T15K6
TH20

№13 Fan bobini – 9; Fan bo‘limi – 4; Qiyinlik darajasi 1

Volframning erish temperaturasi necha °C?
3410
2500
2000
1870

№14 Fan bobi – ; Fan bo‘limi -; Qiyinlik darajasi -1

Qotishmani tashkil etuvchi elementini nima deb ataladi?
komponent
faza
sistema
metall

№15 Fan bobi – 3; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 2

Alyuminiyni erish temperaturasi necha °C?
660
800
1000
1200

№16 Fan bobi – 1; Fan bo‘limi -2; Qiyinlik darajasi 2

Quyida ko‘rsatilgan metallardan qaysi biri eng qiyin eriydi, ya’ni suyuqlanadi?
molibden
qalay
alyuminiy
temir

№17 Fan bobi – 2; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 2

Volfram qanday kristall panjara turiga ega?
hajmi markazlashgan kub kristall panjara
yoqlari markazlashgan kub kristal panjara
geksogonal kristall panjara
Romb shakldagi kristall panjara

№18 Fan bobi – 3; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 2

Metallning suyuqlanish temperaturasi qaysi xossaga kiradi?
fizik
kimyoviy
texnologik
mexanik

№20 Fan bobi – 7; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 2

Qattiq qotishma markasini toping?
T15K6
P9
Y8
XBF

№21 Fan bobi – 4; Fan bo‘limi – 4; Qiyinlik darajasi 2

Tezkesar po‘latlarda ikkinchi legirlovchi element qaysi biri hisoblanadi?
molibden
mis
rux
xrom

№22 Fan bobi – ; Fan bo‘limi – ; Qiyinlik darajasi 3

Bir karbidli volframli qattiq qotishma markasini toping?
BK8
T30K4
TT7K12
T5K6

№23 Fan bobi – 7; Fan bo‘limi – 1; Qiyinlik darajasi 3

Kukun materiallarining asosiy kamchiligiga nima kiradi?
g‘ovakligi
qattiqligi
plastikligi
korroziyaga ishlashi

№24 Fan bobi – 9; Fan bo‘limi – 2; Qiyinlik darajasi 3

Uglerodning metallar va ba’zi metallmas elementlar bilan hosil qilgan birikmasi?
karbidlar
oksidlar
nitridlar
gidridlar

IX. GLOSSARIY

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

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Likvidus	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.
Ferrit	Uglerodning α - 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.
Austenit	Uglerodning γ - temirga singdirilgan qattiq eritmasi	Face-centered cubic iron; also iron and steel alloys that have the FCC crystal structure.
Perlit	Tarkibida 0,8 % uglerod mavjud bo'lgan ferriit va stementitning 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 α -ferrite and cementite.
Martensit	Uglerodning α - 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.
Ammorf struktura	Aniq elementga to'g'ri keladigan atomlarning fazoda noto'g'ri tartibsiz joylashuvi	Having a noncrystalline structure.
Antifrikstion grafit	Juda kichikishqalanish koeffitsientiga ega bo'lgan	A phenomenon observed in some materials (e.g., MnO): complete

	grafit	magnetic moment cancellation occurs as a result of antiparallel coupling of adjacent atoms or ions. The macroscopic solid possesses no net magnetic moment.
Allotropiya, poliformizm	Metallarda temperatura ta'sirida kristall panjarasining o'zgarishi	Exhibiting different values of a property in different crystallographic directions.
Izotropiya	Xossalarning har xil yunalishda bir xilligi	Having identical values of a property in all crystallographic directions.
Anizotropiya	Xossalarning turli yo'nalishlarda bir xil emasligi	Exhibiting different values of a property in different crystallographic directions.
Adgeziya	Yuzalari tegib turgan turli jismlarning o'zaro birikib qolishi	substance that bonds together the surfaces of two other materials (termed adherends).
Dislokatsiya	Metallning atomlar siljigan (sirpangan) soxasi bilan siljimagan 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.
Diffuziya	To'yintiruvchi elementlarni detal sirtidan ichkariga kirishi	Mass transport by atomic motion.
"Nanomaterial"	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.
Energetik sig'im	Ma'lum miqdordagi yonilg'ining energiyasi	Amount of energy for a given <i>weight</i> of fuel.

ENERGY CONTENT	miqdori.	
Energiya zichligi ENERGY DENSITY	Yonilg'ining ma'lum hajmi uchun energiya miqdori.	Amount of energy for a given <i>volume</i> of fuel.
Effektivlik EFFICIENCY	Haqiqiy natija bilan nazariy kutilayotgan natijalar nisbati.	The ratio between an actual result and the theoretically possible result.
Atom raqami (Z)	Kimyoviy elementning atom yadrosidagi protonlar soni.	For a chemical element, the number of protons within the atomic nucleus
Bipolyar tranzistor	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.
Bronza	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.
Vakansiya	Odatda kristall panjaradan atom yoki ion chiqib ketgan joy.	A normally occupied lattice site from which an atom or ion is missing.
Valentli elektronlar	Atomlar aro bog'lanishlarni xosil qilishda ishtirok etadigan yuqori energiyali elektronlar	The electrons in the outermost occupied electron shell, which participate in interatomic bonding
Vandervaals bog'lanishlar	Qo'shni dipollar orasida molekulalar aro doimiy yoki xosil qilinadigan ikkilamchi bog'lanishlar.	A secondary interatomic bond between adjacent molecular dipoles that may be permanent or induced.
Vintsimon dislokastiya	Parallel tekisliklar bir biriga nisbatan spiral xosil 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.
Vitrifikastiya	Uzliksiz matrستاني xosil qilib keramik maxsulotni yumshatish jarayonida sovutilishda suyuq fazaning xosil bo'lishi.	During firing of a ceramic body, the formation of a liquid phase that, upon cooling, becomes a glass-bonding matrix.
Vodorodli mo'rtlanish	Vodorod atomlarini materiallga diffuziya qilishi natijasida metall qotishmalarni to'liq plastikligini yo'qotishi yoki uni pasaishi.	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.
Degradastiya (destrukstiya)	Polimer materiallarni emirilish jarayonini ifodalaydigan termin.	Used to denote the deteriorative processes that occur with polymeric materials, including swelling, dissolution, and chain scission.
Deformastion puxtalanish	Rekristallanish haroratidan past haroratda plastik deformastiyalash natijasida yumshoq materiallarni mustaxkamligi va bikrligini oshirish	The quantity of mass diffusing through and perpendicular to a unit cross-sectional area of material per unit time.
Dipol (elektrik)	Bir biridan katta bo'lmagan oraliqda joylashgan, qarama qarshi znakli teng elektr zaryadlar juftligi.	A pair of equal and opposite electrical charges separated by a small distance.
Dislokastiya	Atomlarni tartibli joylashishi bo'lmagan kristalldagi chiziqli nuqson. Plastik deformastiya bu dislokastiyalarni ta'sir etuvchi kuchlanishlar natijasida siljishi. Dislokastiyalar chekkali, vintsimon va aralashma bo'lishi mumkin.	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.
Difrakstiya (rentgen nurlari)	Kristall atomlarini rentgen nurlarioqimini interferenstiyasi	Constructive interference of x-ray beams scattered by atoms of a crystal.

Dielektrik	Elektrizolyastiyalovchi materiallar guruhiga tegishli har qanday modda.	Any material that is electrically insulating.
Dopishlash	Bu yarim o'tqazgichlarga chegaralangan miqdorda maqsadli ravishda donor va akseptorli legirlovchi qo'shimchalarni kiritish.	The quantity of mass diffusing through and perpendicular to a unit cross-sectional area of material per unit time.
Atom raqami (Z)	Kimyoviy elementning atom yadrosidagi protonlar soni.	For a chemical element, the number of protons within the atomic nucleus
Bipolyar tranzistor	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.
Bronza	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.
Vakansiya	Odatda kristall panjaradan atom yoki ion chiqib ketgan joy.	A normally occupied lattice site from which an atom or ion is missing.
Valentli elektronlar	Atomlararo bog'lanishlarni xosil qilishda ishtirok etadigan yuqori energiyali elektronlar	The electrons in the outermost occupied electron shell, which participate in interatomic bonding
Vandervaals bog'lanishlar	Qo'shni dipollar orasida molekulalararo doimiy yoki xosil qilinadigan ikkilamchi bog'lanishlar.	A secondary interatomic bond between adjacent molecular dipoles that may be permanent or induced.

X. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Maxsus adabiyotlar

1. WILLIAM D. CALLISTER, JR. DAVID G. RETHWISCH. Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 5th Edition. 2018. - 964 p. [ARMda elektron nusxasi mavjud]
2. Inagaki & Kang, Materials Science and Engineering of Carbon: Fundamentals, 2nd Edition, Elsevier 2014.
3. Каллистер У., Ретвич Д. Материаловедение от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / Пер. с англ. подред. Малкина А.Я. -СП.: Научные основы технологии, 2011. - 896 с. [ARMda elektron nusxasi mavjud].
4. Rasulov A.X. Materialshunoslikning fundamental asoslari. Darslik. – Toshkent, «ZUXRO BARAKA BIZNES» МЧЖ nashriyoti, 2024 yil. [ARMda 1 dona va elektron nusxasi mavjud].
5. С.Д. Нурмуродов, А.Х. Расулов, Қ.Ғ. Баходиров. Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси. Дарслик.-Т.: Фан ва технология, нашриёти 2015 й. 238 б.
6. С.Д. Нурмуродов, А.Х. Расулов, Қ.Ғ. Баходиров. Конструкцион материаллар технологияси. Дарслик.-Т.: Фан ва технология, нашриёти 2015 й. 270 б.
7. Зиямухамедова У.А., Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Металлшунослик. Дарслик. – Тошкент, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2018. 250 бет.
8. Ю.М.Лахтин, В.П. Леонтьева. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990.- 415 с.
9. Умаров Э. А. Материалшунослик, Дарслик. – Т.: Чўлпон номидаги НМИИ, 2014й.
10. Норхуджаев Ф. Р. Материалшунослик, Дарслик.-Т.: Фан ва технология, 2014й.
11. Расулов А.Х. “Материалшуносликнинг фундаментал асослари” УМК. Т: 2024й.
12. Dehqonov A, Saidxanova N, Maqsudxanova O. “Interaktiv metodlar”. Т., 2015 у.
13. Avliyokulov X.N, Musaeva M. Pedagogik texnologiyalar. Darslik -Т.: 2012.
14. Muxamedov O'.X.va b.Ta'limni tashkil etishda zamonaviy interfaol metodlar. Darslik -Т.: 2016.
15. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. 2-to'ldirilgan 2 nashr. – Т.: O'zbekiston, 2022. – 44 b. [ARMda 31 dona va elektron nusxasi mavjud]

16. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti talabalari mustaqil ta'limni tashkil etish bo'yicha Tartibi. – T.: ToshDTU, 10.06. 2024. – 6 b. [ARMda elektron nusxasi mavjud]

Интернет сайтлари

1. <http://www.Ziyonet.uz>
2. <http://www.Ref.uz>
3. <http://www.TDTU.uz>
4. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
5. www.lex.uz Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
6. www.satbask.ru– научные статьи и учебные материалы.