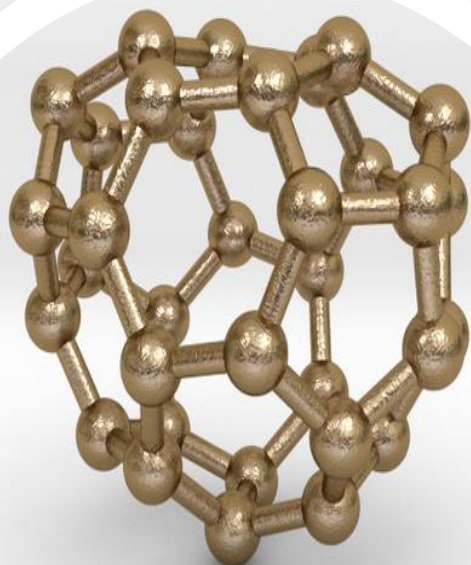


**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA
ULARNING MALAKASINI OSHIRISH
TARMOQ MARKAZI**



**MATERIALSHUNOSLIK VA
YANGI MATERIALLAR
TEXNOLOGIYASI**

ILG'OR FUNKSIONAL MATERIALLAR

Toshkent¹ – 2023

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil 25 dekabrda 538-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchilar: “Materialshunoslik” kafedrasida dotsenti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent A.X. Rasulov, f-m.f.doktori (PhD), Yo.S. Ergashov.

Taqrizchi: Janubiy Koreya, Kumoh National Institute of Technology

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

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

MUNDARIJA

I.	Ishchi dasturi.....	4
II.	Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaol ta'lim metodlari.....	9
III.	Nazariy materiallar.....	13
IV.	Amaliy mashg'ulotlarning materiallari.....	77
V.	Keys banki	95
VI.	Glossariy.....	99
VII.	Adabiyotlar ro'yxati.....	104

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.

«Ilg'or funksional materiallar» modulidan ishchi o'quv dasturi metall va nometall 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 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 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 kompetensiyalariga qo'yiladigan talablari

«Ilg'or funktsional materiallar» modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- fanning dolzarb muammolari;
- ilg'or materialshunoslik fanining rivojlanish tendensiyasi;

- materiallarning nazariy va amaliy mustahkamligi;
- metall kukunlarini olish usullari;
- material va buyumlarni tadqiqot qilish usullari;
- metall va qotishmalar haqida **bilimlarga ega bo'lishi lozim.**

Tinglovchi:

- materiallardan foydalana olish;
- materiallarni fizik, kimyoviy, mexanik, texnologik va ekspluatasion xossalarini tahlil qilish;
- materiallarni tadqiqot qilish usullaridan foydalanish;
- qotishmalarni holat diagrammalarini tahlil qilish **ko'nikma va malakalariga ega bo'lishi zarur.**

Tinglovchi:

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

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Ilg'or funkstional materiallar” moduli ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

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

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentasion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda blist-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.

«Ilg'or funkstional materiallar» moduli o'quv rejadagi quyidagi fanlar bilan bog'liq: “Materiallarni ilg'or tadqiqot usullari”, “Materiallarni puxtalashning ilg'or usullari” va

Modulning oliy ta'limdagi o'rnist

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, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

“Ilg’or funksional materiallar” moduli bo’yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o’quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg’ulot	Ko’chma mashg’ulot
1.	Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar	8	2	2	4
2.	Polimer materiallar. Keramik materiallar.	4	2	2	
3.	Kukun metallurgiyasi usulida olingan materiallar. Metall kukunlarni olish usullari, kukunlarning xossalari. Metall kukunlarining o’lchamlari, granulometrik tarkibi.	4	2	2	
4.	Kukun metallurgiyasi usulida buyumlar olish. Og’ir (yuqori harorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar uchun materiallar tanlash.	2	2		
	Jami:	18	8	6	4

II. NAZARIY MASHG’ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar.

Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar. Turli xildagi materiallar va zamonaviy maxsus materiallar. Xotiraga ega bo’lgan zamonaviy funksional qotishmalarning tuzilishi. Mexanik xossalari. Nikelid titan (nitinol)ning qo’llanilishi. Xotiraga ega bo’lgan zamonaviy qotishma.

2-mavzu: Zamonaviy materiallar. Polimer materiallar. Keramik materiallar. Kompozition materiallar.

Qattiq jismlarni metallar, keramika, polimerlar va kompozitlarga bo’linishning moddaning atomlar tarkibi va kimyoviy tuzilishiga asoslanganligi. Ko’pgina materiallarni u yoki bu guruxga birday kiritish mumkinligi.

Polimer xossalari. Dielektrik, yarim o’tkazgichli, elektr o’tkazuvchi polimerlar. Keramik materiallarning xossalari. Kislorodsiz va kislorodli keramik materiallar. Keramik materiallar olish texnologiyasi. Keramik materiallardan tayyorlangan oddiy maxsulotlar. Katta miqdordagi turli kompozitlar metallar..

3-mavzu: Zamonaviy usullarda olingan materiallar. Metall kukunlarni olish usullari va ularning xossalari.

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

Metall kukunlarni olish usullari, kukunlarning xossalari. Metall kukunlarining o'lchamlari, granulometrik tarkibi.

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

4-mavzu: Kukun metallurgiyasi usulida og'ir (yuqori xarorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar olish.

Kukun metallurgiyasi usulida og'ir sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar olish. Zangbardosh va korroziyabardosh po'latlar. Maxsus po'latlar. Olovbardosh po'latlar. Materiallarning qattiq holatdagi faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlari. Gomogen va geterogen fazalarning hosil bo'lishi. Legirlovchi elementlar. Legirlovchi elementlarning qotishma xossalariga ta'siri.

III. AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Xotiraga ega bo'lgan qotishmalar.

Yangi zamonaviy funktsional materiallar va qotishmalarining 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.

2- amaliy mashg'ulot: Polimerlar va keramika.

Polimer o'tkazuvchan materiallar. Plastmassalar va rezinalar polimerlarga kirishi.. Ularning ko'pchiligi uglerod, vodorod va boshqa nometall elementlar(O, N va Si) asosidagi organik aralashmalarligi. Ularning tabiatan asosiy zanjiri uglerod atomidan tashkil topgan zanjirli makromolekulyar tuzilishga egligi. Eng ko'p tarqalgan va mashhur polimerlar. Polietilen (PE), poliamid (PA) (nylon),

polivinilxlorid (ПВХ), polikarbonat (ПК), polistirol (ПС) va kremniy organikli kauchuk.

Keramik materiallar. Alyuminiy oksidi asosli keramik materiallarning mikrostrukturalarini tahlil qilish hamda u orqali keramik materiallarni sifatiga baho berish.

3- amaliy mashg'ulot: Kukun metallurgiyasi usulida uglerod asosli materiallar olish.

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

4- amaliy mashg'ulot: Fazasi o'zgaruvchan materiallar .

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

Ko'chma mashg'ulot mazmuni

Mavzu: Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar.

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

Ta'limni tashkil etish shakllari

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

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

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

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

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

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

Guruhlarda ishlash – bu o'quv topshirig'ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik 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.

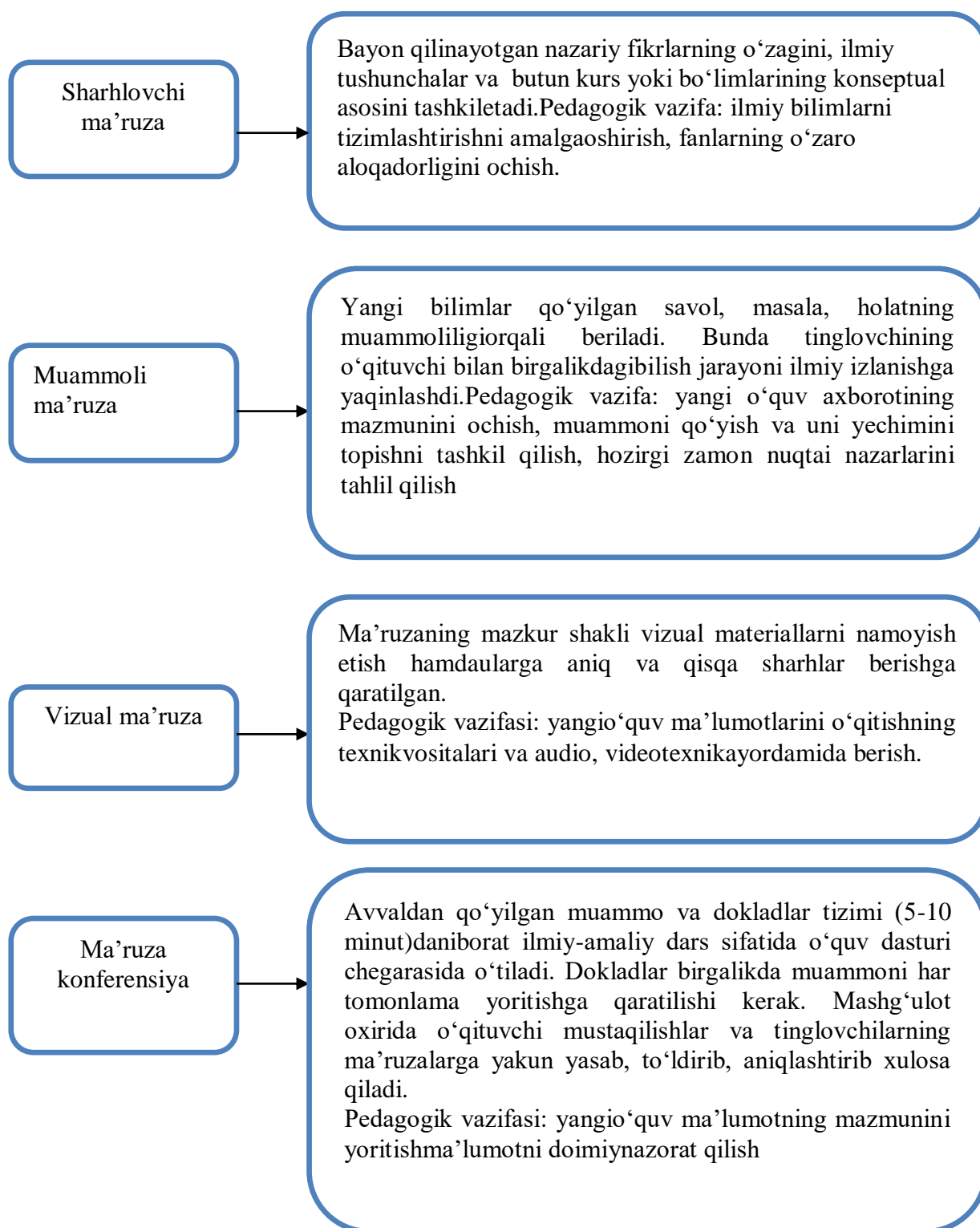
Bir turdagi guruhli isho'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

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

“AKLIY XUJUM” METODI - Foyalarni generastiya qilish usuli. Qatnashchilar birlashgan xolda qiyin muammoni echishga shuningdek, o'qituvchi tomonidan berilgan muammoli savollarga javob berishga xarakat qiladilar. O'z shaxsiy foya va fikrlarini ilgari suradilar.

Metodining o'quv jarayoniga tatbiq etilishi

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

F – fikringizni bayon eting.

S – fikringiz bayoniga biror sabab ko'rsating.

M – Ko'rsatilgan sababni isbotlovchi misol keltiring.

U – fikringizni umumlashtiring.

“Kichik guruhlarda ishlash” metodi

Ushbu metod ta’lim oluvchilarni faollashtirish maqsadida ularni kichik guruhlarga ajratgan holda o’quv materialini o’rganish yoki berilgan topshiriqni boshqarishga qaratilgan. Metod qo’llanilganda ta’lim oluvchi kichik guruhlarda ishlab, o’z fikrlarini ifoda etishi, bir-biridan o’rganishi, turli nuqtai-nazarlarni 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 guruhlarga ajratib, mavzu yuzasidan topshiriqlar beriladi. Guruhlar belgilangan vaqt oralig’ida topshiriqni 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.

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

Guruhlar faoliyatini baholash me’yorlari.

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

Baholash me’yorlari: Yuqori ball-20 ball

18-20 ballgacha -“A’LO” ;

15-17 ballgacha -“YaXShI” ;

12 - 14 ballgacha -“QONIQARLI”;

12 dan past ball - “QONIQARSIZ”

V. NAZARIY MATERIALLAR

1-mavzu: Yangi zamonaviy materiallar va texnologiyalar

Reja:

1. Yangi zamonaviy funkstional materiallar va texnologiyalar.
2. Materialar tasnifi.
3. Yangi materiallar va texnologiyalar.

Tayanch so'zlar: Yangi zamonaviy funkstional materiallar, qattiq jismlar, metallar, keramika, polimerlar, kompozitlar, bog'lanishlar, kimyoviy bog'lanishlar, qotishmalar.

1.1. Yangi zamonaviy funkstional 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. 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 matreiallar 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.

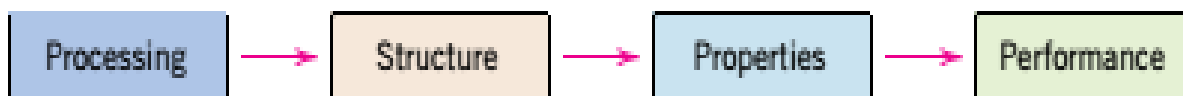
“Xossa” atamasi mufassal ko'rib chiqilishi kerak. Barcha materiallar ishlatilish jarayonida tashqi ta'sirga uchraydi, buning natijasida bir qator reaksiyalar yuzaga keladi. Agar na'munaga kuch ta'sir ettirilsa buning natijasida deformatsiya yuzaga keladi. Agar silliqlangan metall yuzaga nur yo'naltirilsa 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 xisoblanadi. Qattiq jismlarning *termik xossasi* issiqlik o'tkazuvchanlik va issiqlik sig'imi koeffitsienti orqali xarakterlanadi. *Magnit xossasi* materialning magnit maydonida yuzaga kelgan reakstiyalarni aniqlaydi. *Optik xossalari* 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.

1.2. Materiallar tasnifi.

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 "aqli" (**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.

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 erda 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 engil muxandislik materiallarini yaratish talab etiladi. Umume'tirof etilgan yangi iqtisodiy asoslarga ega energiya manbalari bundan tashqari foydalanishda yanada samarali man'balari 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 masalasiniolg'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'lmas manba'lardan olinadi. Masalan polimerlarga va ayrim metallarga birlamchi xomashyo sifatida neft ishlatiladi. Ushbu zaxiralar asta sekin tugamoqda. Bundan quyidagi extiyojlar yuzaga keladi:

1. Ushbu manba'larning yangi zaxiralarini topish;
2. Atrof muhitga kamroq zarar etkazuvchi mavjud tarkibli materiallarni o'rni 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.

1.3. 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 Er dengizi atrofida va Xitoy hududlarida ilk bor metallarni qayta ishlaydigan korxonalar vujudga kela boshladi.

O’rta er 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 metallurlari 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 etarli miqdorda atmosfera havosi yoki kislorod kiritilsa, u suyuq metall zarrachalarining kuchli yonishiga sabab bo’ladi, temperaturani 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 prostesslarini 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-stementit 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 ishlanishsiz 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 etakchi 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 qotishmalarning 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 konstrukstion materiallar tarkibi ishlab chiqilgan (Toshkent davlat texnika universiteti, O'zbekiston); kukun metallurgiyasi usulida tayyorlangan Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali yangi pishirilgan qotishmadan asboblarni 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 etarli 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 To'raxonov, V.A. Mirboboev, I. Nosir, E.O. Umarov, A.A. Muxamedov, R.U. Kalamazov, V.V. Chekurov, S.D. Nurmurodov, F.R. Norxo'jaev, U.A. Ziyamuxamedova, 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 funkstional materiallar va qotishmalarning tuzilishi to'g'risida ma'lumot bering.
2. Fanining rivojlanishiga hisa qo'shgan dunyoning etakchi olimlari haqida ma'lumot bering.
3. Respublikamizda olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlari haqida ma'lumot bering..
4. Tibbiyotda qo'llanilayotgan yangi kompozistion materiallar sanab o'ting ?

2-mavzu: Zamonaviy materiallar. Polimer materiallar. Keramik materiallar.

Kompozition materiallar

Reja:

1. Polimer materiallar. Ularning qo'llanilishi, xossalari va strukturasi.
2. Keramik materiallar, haqida umumiy ma'lumotlar.
3. Plastmassalar.
4. . Kislorodli va kislorodsiz keramika.
5. Kompozitlar.

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

2.1. Polimerlar.Ularning qo'llanilishi,

xossalari va strukturasi

Polimer materiallar. Plastmassalar va rezinalar polimerlarga kirishi.. Ularning ko'pchiligi uglerod, vodorod va boshqa nometall elementlar (O, N va Si) asosidagi organik aralashmalarligi. Ularning tabiatan asosiy zanjiri uglerod atomidan tashkil topgan zanjirli makromolekulyar tuzilishga egligi. Eng ko'p tarqalgan va mashxur polimerlar. Polietilen (PE), poliamid (PA) (nylon), polivinilxlorid (PVC), polikarbonat (PC), polistirol (PS) va kremniy organikli kauchuk.

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

Bundan 10 yil avval E.Dj. Xayger, E.G. Mak-Diarmid va K Sharikova ning Penselvaniya universitetida polimerlarda o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida ularning ichki o'tkazuvchanligini aniqladilar. Boyitilgan polimerlardan o'laroq, o'tkazuvchi polimerlar ularga o'tkazuvchi elementlarni fizik yo'l bilan emas, balki kimyoviy usul bilan qo'shish yoki ligerlash bilan amalga oshiriladi. Bu qo'shimchalar o'tkazuvchan emas. Bu materiallarni xossalari o'rganish ularni qo'llashni ulkan potentsiallarini ko'rsatib bermoqda. Ko'pgina imkoniyatlar real ko'rinish tusini olmoqda. Masalan: Germaniyaning «Barta» va VASF hamda Yaponiyaning «Shova denko» firmalari o'tkazuvchi polimerlardan batareyalar ishlab chiqarmoqda. Oxirgi paytda VASF

¹E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (250 p.p.)

firmasida X. Naarman boshchiligidagi gruppada tadqiqotchilari poliastetilen asosidagi polimerda temir va platinadan yuqori o'tkazuvchanlikka erishdilar.

Bu materiallarni keng qo'llashdan avval bu ajoyib xususiyat qayerdan paydo bo'ldi degan savolga javob izlash zarur bo'ladi. Avval aytib o'tganimizdek tashqi yuqori o'tkazuvchanlik polimer tarkibiga o'tkazuvchi elementlar, ya'ni metall changlarini qo'shish bilan erishiladi. Bu qo'shimchalar o'tkazuvchanligi 10^{-6} om^{-1} dan $10 \text{ om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ atrofida bo'ladi. Bu tashqi o'tkazuvchi polimerlarni qo'llashning elektronika bilan chambarchas bog'langan. Boyitilgan polimerlar mikroto'lqinlarni singdirishda qo'llanishi mumkin.

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

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

Birlamchi elektrik xossalari ko'ra elektr o'tkazuvchi deb hisoblanadi. Elektr o'tkazuvchi materiallar kichik materiallar hisoblanadi. $10^6 \text{ om} \cdot \text{sm}$ o'tkazuvchanlik katta $< 10^3 \text{ om} \cdot \text{sm}$ o'tkazuvchanligi $10^3 - 10^{10} \text{ om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ yarimo'tkazgichlar $u > 10^{-10} \text{ om}^{-1} \times \text{sm}^{-1}$ dielektriklar. EPM o'z o'tkazuvchanligi bilan (poliastetelin, polioliimen, poliparafin) elektro'tkazuvchan bo'lib oxir oqibat kimyoviy o'zaro ta'sirlanish elektron donalar bilan yoki elektr aksteptrlarga panteftamid, mishyak, A_5F_5 tetrostianetilen o'tkazuvchanligi EPMni o'tkazuvchanligi etib borishi mumkin.

Molekulyar elektronika 2 turga bo'linadi elektroaktiv polimer materiallari o'tkazuvchanligi bilan 10^9 dan $100 \text{ om}^{-1} \times \text{sm}^{-1}$ ga. Elektroaktiv polimerlarning ishlatilishi (plastik materiallar, sintetik materiallar materiallar) birikmalar tutashuvi, yarim o'tkazuvchanlik xususiyati oqibatida orbital yopilishi stimulyastiya uchun elektr o'tkazuvchanligi polimerlardan foydalanish Molekulalarning reyakstiyasidan keyin yukni polietilen plyonka qobiq shaklidan **shinaga** aylanadi misol uchun $\text{NaBH}_4 + \text{CO}(\text{NO}_3)_2$ 80°C keyin 30°C atmosferaga ²

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

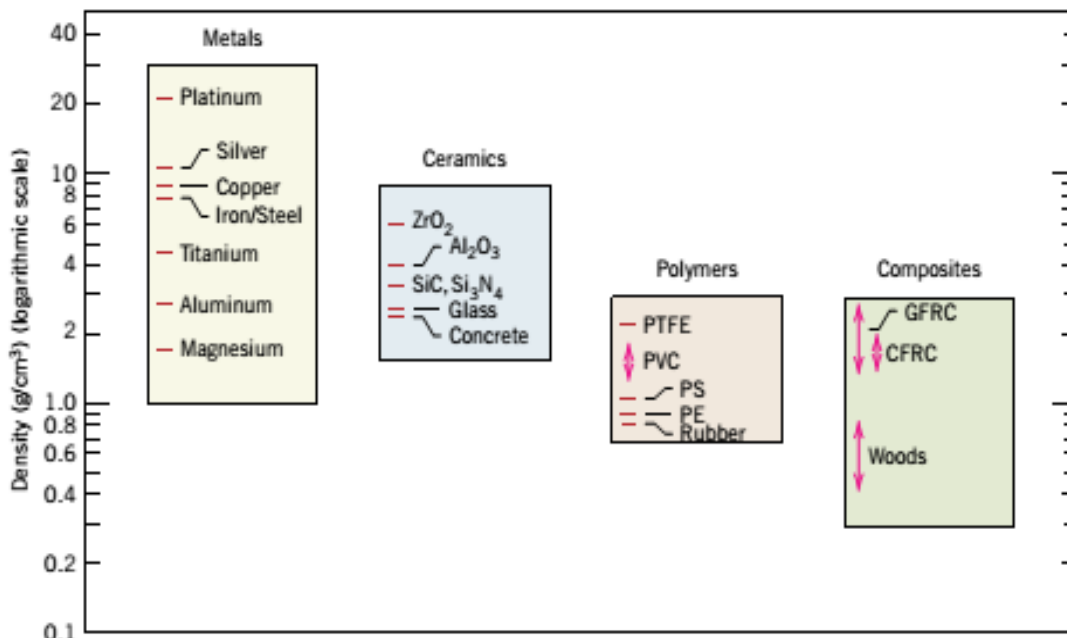
²E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (260-265 p.p.)

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

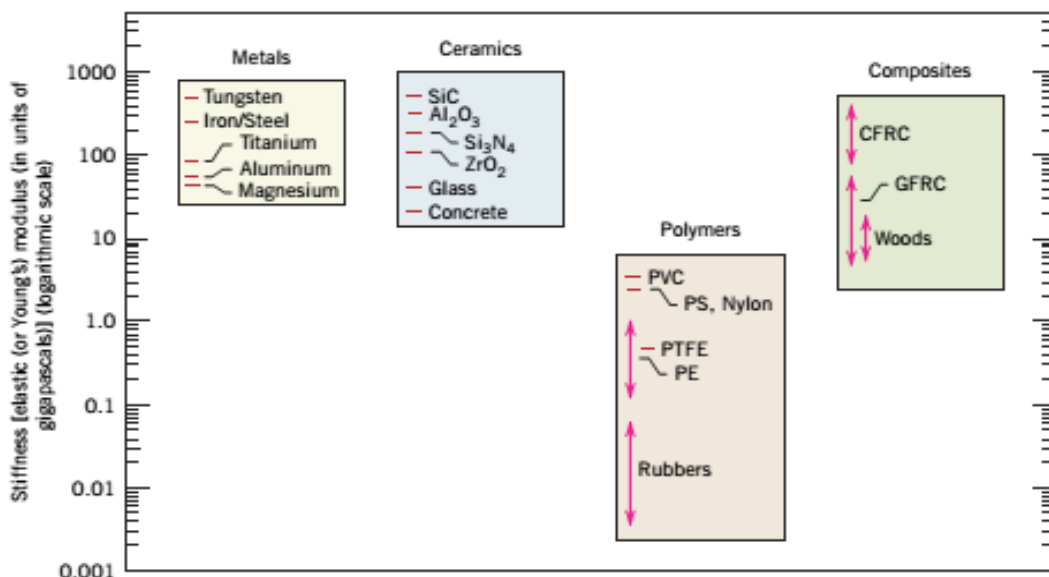
2.2. Keramika. Keramik materiallar, haqida umumiy ma'lumotlar.

Keramika – bu metall va nometall elementlar orasidagi oraliqni egallovchi materiallar guruxi. Keramika sinfiga oksidlar, nitridlar va karbidlar kiradi. Masalan, birmuncha mashxur keramika turlaridan ayrimlari oksid alyuminiy (Al_2O_3), kremniy dioksidi (SiO_2), kremniy nitridi (Si_3N_3)dan tashkil topgan. Bundan tashqari ko'pchilik an'anaviy keramik max'sulot deb atovchi moddalar sirasiga turli xildagi loylar (xususan chinni ishlab chiqarish uchun ishlatilinuvcchi) shuningdek beton va shisha kiradi. Keramikaning mexanik xossalari – bu metall xarakteristikasi bilan teng ravishdagi qattiq va mustaxkam materiallardir. (2.1. va 2.2. rasmga qaralsin). Bundan tashqari keramikaning juda qattiq oddiy turi. Ammo keramika juda xam mo'rt material (plastiklikning mavjud emasligi) va parchalanishga qarshiligi yomon (1.6. rasm). Keramikaning barcha turlari issiqlik va elektr tokini o'tkazmaydi (elektr o'tkazuvchanligi juda xam past

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



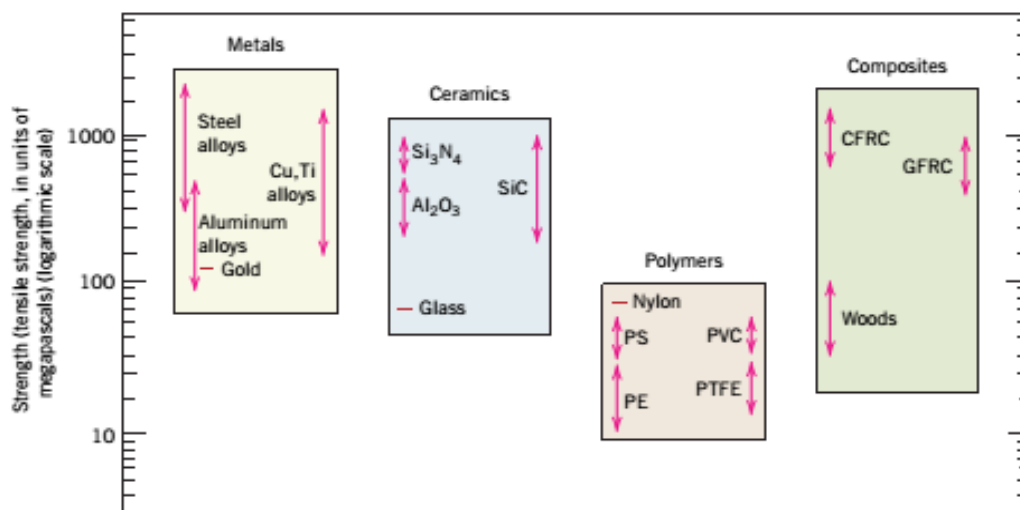
Rasm 2.1. Turli metallarning zichligini xona haroratida solishtirish. Keramika, polimer va kompozition materiallar



Rasm 2.2 Turli metallarning elastiklik modulini xona haroratida solishtirish. Keramika, polimer va kompozition materiallar

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

Keramik materiallardagi kristallik fazalarni, asosan ximyoviy birikma yoki qattiq qotishmalar hosil qiladi. Bu fazalar keramik materialning asosini tashkil etib uning fizik– mexanik va kimyoviy hamda maxsus xossalarini belgilab beradi.³



Rasm 2.3. Turli metallarning mustaxkamligi (parchalovchi kuchlanish)ni xona haroratida solishtirish. Keramika, polimer va kompoziston materiallar

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

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

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

³E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (260-270 p.p.)

1. Materials science and engineering (An Introduction) William D, Callister, Jr David G, Rethwisch 1 БОБ, 1.4 бўлим, 9 бет

Keramikaning yuqori xaroratga va tashqi muxitning zararli ta'sirlariga qarshiligi bir muncha yuqori. Optik xossalari ko'ra keramika shaffof bo'lmasligi mumkin. Ayrim oksidlar masalan temir oksidi (Fe_2O_3) magnit xossalarga ega. Keramikadan tayyorlangan ayrim maxsulotlar 2.4. rasmda keltirilgan. Keramikaning tasnifi, asosiy turlari va ishlatilish keltiriladi.



Rasm 2.4. Keramik materiallardan tayyorlangan oddiy maxsulotlar – qaychi ushlagichi, choy uchun chashka, qurilish g'ishti, taglik va shisha vaza.

Sof oksidli keramik materiallar Keramik materialrini ishlab chiqarish jarayonida asosan quyidagi sof metallar oksidlari qo'llaniladi: Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , CaO , BeO , TiO_2 bunday keramik materiallarning asosiy tarkibi bir fazali bo'lib u polukristalik strukturaga ega. Undagi juda kam miqdordagi qo'shimchalar gaz – havo va shisha fazalarda qisman namoyon bo'ladi. Sof oksidlarning erish temperaturasi 2000°S shuning uchun ular yuqori issiqbardosh materiallar safiga kiradi. Albatta barcha keramik materiallar siqilishga yuqori bardosh bo'lib ular egilish va cho'zilishga sust qarshilik ko'rsatishadi. Mayda donali kristall keramik materiallar yirik kristalli keramik materialga nisbatan ancha mustahkam bo'ladi. Chunki yirik kristallarning bir – biri bilan birikish joylarida ichki qoldik energiya ichki zo'riqish kuchlanishlarini hosil qiladi. Harorat o'zgarishi bilan aksariyat keramik materiallarinig mustahkamligi pasayib boradi.

2.3. Plastmassalar va rezinalar

Barchaga ma'lum plastmassalar va rezinalar polimerlarga kiradi. Ularning ko'pchiligi uglerod, vodorod va boshqa nometall elementlar (O, N va Si) asosidagi

organik aralashmadir. Bundan tashqari ularning tabiatan asosiy zanjiri uglerod atomidan tashkil topgan zanjirli makromolekulyar tuzilishga ega. Eng ko'p tarqalgan va mashxur polimer bu polietilen (PE), poliamid (PA) (nylon), polivinilxlorid (PVC), polikarbonat (PC), polistirol (PS) va kremniyorganikli kauchuk. Odatda bu materiallarda zichlik past mexanik xossalar esa keramik va metall materiallarga qaraganda butunlay boshqacha. Polimerlar ikki turdagi materiallar kabi qattqlik va mustaxkamlikka ega emas. Shunga qaramasdan zichlik darajasi kamligi tufayli ularning mustaxkamlik va qattqlik massasi ko'pgina metallar va keramika bilan tenglashtiriladi. Qo'shimchasiga ayrim polimerlar juda xam plastik va egiluvchidir bu shuni anglatadiki ularni turli shakllarga keltirish oson. Ular kimyoviy jihatdan inert va ko'pgina muxitlarda reaktivlikka ega emas. Polimerlarning kamchiligiga yumshash xossasi yoki nisbatan past xaroratda parchalanishi va buning natijasida ularni qo'llashning chegaralanishini keltirish mumkin. Bundan tashqari polimerlar past elektr o'tkazuvchanlikka ega. 2.5 rasmda polimerdan tayyorlangan bir qancha tanish maxsulotlar surati ko'rsatilgan. Polimerlar tuzilishi, xossalari, ishlatilishi va polimerlarni qayta ishlash kabi savollar keyingi mavzularda yoritilgan.



Rasm 2.5. Polimer materiallardan tayyorlangan oddiy maxsulotlar – plastik oshxona jixozlari (qoshiq, sanchqi va pichoq), bilyard shari, velosiped shlemi, ikkita o'yin kubiki, o't o'rish uskunasi g'ildiragi (plastmassali disk va rezinali shina) va plastik idish.

2.4. Kislrodli va kislrodsiz keramika. Kislrodli keramikaning egilishdagi mustahkamligi.

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

Alyuminiy oksidi Al_2O_3 asosli keramik materiallar. Alyuminiy oksidi yuqori mustahkamlikga, kimyoviy turg'unlikga va ajoyib elektr izolyastiya materiali hisoblanadi. Alyuminiy oksidi mexanik mustahkamligini yuqori temperaturalargacha saqlab qoladi. Korund materiali temperatura o'zgarishlarga bardoshi sustroq. Hozirgi paytda alyuminiy oksidi asosli konstrukstion materiallar ko'plab sohalarda ishlatilmoqda jumladan undan: metallarga ishlov beruvchi keskichlar, qoliplar, filerlar, yuqori temperaturalarda ishlovchi pechlar detallari, pech konveyrlarining podshipniklari, nasos detallari va avtomobil svechalari ishlab chiqarilmoqda. CM – 332 korunddan materiali xossalari bo'yicha boshqa asbobsozlik materiallaridan ustun turadi, uning zichligi 3960 kg/m^3 , siqilishdagi mustahkamligi 5000 MPa, qattiqligi 92–93 HRA, issiqlik bardoshligi esa 12000°C tashkil etadi.⁴

Stirkoniy oksidi (ZrO_2) korundga nisbatan inert tabiatga ega bo'lgan oksid bo'lib u asosan $2000\text{--}2200^\circ\text{C}$ temperaturalargacha ishlay oladi. Stirkoniy oksididan asosan metallarini eritish uchun tigellar, kimyoviy reyakstiyalarni o'tkazish uchun reaktorlar, issiqqa bardosh detalar va qoplamlar qoplashda qo'llaniladi.

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

Berilliy oksidi asosli keramik materiallar. Nisbatan issiqlik o'tkazuvchiligi yaxshi material bo'lgani uchun uning issiqqa bardoshligi yuqori, lekin mexanik mustahkamligi pastroq material hisoblanadi. Berilliy oksidi asosli keramik material yuqori energiyali ionlashgan nurlarni yoyib so'ndirish, issiq neytronlarni so'ndirish koefhistienti yuqori xususiyatiga ega. Undan asosan sof metallarni eritish tigillari, vakkum uskunalarning keramik detallari va termoyadroviy reakstiyao'tkazuvchi

⁴E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (285 p.p.)

reaktorlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Uran va tori oksidi asosli keramik materiallar. Bu oksidlar juda yuqori erish temperaturasiga ega materiallar bo'lib ular juda yuqori zichlikka va radiaktiv nurlarni chiqarish xususiyatiga ega. Bunday keramik materiallar asosan radiy, platina, iridiy va shunga o'xshash metallarni eritish uchun tigillar ishlab chiqariladi.

Sof oksidli keramik materiallarning asosiy xossalari jadvalda keltirilgan.

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

Karbidlar. Karbidlar ishlab chiqarishda keng tarqalgan material bo'lib, ulardan asbobsozlik material, eyilishga bardosh qoplamalar olishda keng qo'llaniladi. Ishlab chiqarishning deyarli barcha sohasida qo'llaniladigan karbidlarga Su misol bo'la oladi. Undan qattiq obraziv material sifatida jilvirlash toshi va qog'ozi ishlab chiqarishadi. U juda qattiq va kislotalarga bardosh material hisoblanadi undan pechlarning qizdirgichlari sterjenga o'xshatib ishlab chiqarishadi.⁵

Boridlar. Bu birikmalar qisman metallik xossalarni namoyon qilishadi. Ular yaxshi elektr o'tkazuvchan, eyilishga bardosh, qattiq va oksidlanishga bardosh material hisoblanadi. Texnikada qiyin eriydigan metallar baridlari keng qo'llaniladi (masalan ZrB_2 va boshqalar). Ularni kremniy yoki silisid bilan ligerlash orqali agressiv muhitlarda issiqqa bardoshligini $2000^\circ C$ etkazish mumkin Sterkoni baridi ligerlangandan keyin erigan alyuminiy, mis, po'lat va cho'yanlarga bardosh material bo'ladi. Undan asosan $2000^\circ C$ da ishlaydigan kimyoviy sanoat reaktorlar qozonini, harorat o'lchash termoparalarni titan eritish qozonlarini ishlab chiqarishda ishlatishadi.

Nitridlar. Nometall nitridlar asosan yuqori temperaturali material hisoblanadi ular past issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka ega, oddiy haroratda uning elektr qarshiligi juda yuqori bo'lsa yuqori haroratda yarim o'tkazgich xossalarni namoyon qiladilar. Harorat ortishi bilan ularning kengayish koeffistienti va issiqlik sig'im

⁵E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (290-295 p.p.)

koeffitsienti ortib boradi. Nitridlarning qattiqligi va mustahkamligi karbid va boridlarning qattiqligidan biroz pastroq. Ular vakkum sharoitida qizdirilganda sekin astalik bilan parchalana boshlaydilar. Nitridlar erigan metallarning ta'siriga bardosh hisoblanadi.

Bor nitridi. Oq kukun materiali bo'lib texnikada «oq grafit» nomi bilan tanish. U ?– BN kristall modifikatsiyasiga ega bo'lib, geksogonal grafit kristan panjarasiga o'xshab qat–qat joylashgan bo'lib grafit kabi juda yumshoq material. U barcha oksidlovchi, qaytaruvchi va neytral muhitlarga bardosh kukun material bo'lib issiqbardosh kukun sifatida qo'llaniladi. Uning kukunidan qizdirib pishirish orqali olingan materiallar dielektrik bo'lib 1800°C haroratda kislorodsiz joyda ishlaydi. Yuqori tozalikda olingan nitrid yerdan kosmosga uchiriladigan. Nitrid borning boshqa kristall modifikatsiyasi ? – BN bo'lib, u *olmosifat kub nitrid bori* deb ataladi. Uni texnikada «*elbor*» nomi bilan tanishadi. Elborni yuqori bosim va 1360°C temperaturagacha qizdirish yog'li bilan katalizator orqali olishadi. Bu materialning zichligi 3450 kg/m³ ga teng erish temperaturasi esa 3000°C. U olmos materiali bilan raqobatlasha oladigan material bo'lib havoda 2000°C oksidlanmaydi. Bu xossasi bilan olmosdan ustun turadi. (olmos 800°C temperaturada oksidlana boshlaydi).

Kremniy nitridi. Si₃N₄ – kimyoviy formulaga ega bo'lib boshqa nitrid birikmalariga qaraganda 1600°C qizdirilganda ham havoda va boshqa oksidlovchi muhitga ancha turg'un hisoblanadi. Issiqqa bardoshligi va arzonligi bilan u issiqqabardosh po'latlardan ustun turadi. Kremniy nitrid deyarli 10 barobar issiqqabardosh po'latlardan arzon. U mustahkam, eyilishga bardosh issiqqa bardosh material bo'lib undan asosan ichki yonuv dvigatellarining porshen qoplami, kovaklarini hamda eyilishga, issiqlikga bardosh qoplama sifatida qo'llaniladi.⁶

Silitsidlar. Silitsidlar karbidlardan va boridlardan farqli o'laroq yarim o'tkazgich xossalarini namoyon qilishadi, ular kislota va ishqorlarga turg'un. Ularni 1300 – 1700°C temperaturalarda qo'llash mumkin bo'lib, ular 1000°C gacha qizdirilganda erigan qo'rg'oshin, qalay va natriy bilan kirishishmaydi. Ulardan yuqori 1700°C gacha temperaturalarda ishlovchi elektr qarshilik qizdirgichlar ishlab chiqariladi. Masalan MoCu₂ molibden silsid kukunidan har–xil sharoitlarda ishlovchi gaz turbina parraklari, avtomobil vkladishlari, sirpanish podshipniklari va qattiq moylash materiallari sifatida qo'llanishi mumkin. Bundan tashqari uning kukunidan

⁶E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (265 p.p.)

issiqqa bardosh, eyilishga bardosh, har-xil kislota va ishqorlarga bardosh qoplamalar qoplashda keng foydalaniladi

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

2.5. Kompozitlar

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

3-mavzu: Zamonaviy usullarda olingan materiallar. Metall kukunlarni olish usullari va ularning xossalari.

Reja:

1. Kukun metallurgiyasi haqida umumiy ma'lumotlar.
2. Metall kukunlarini olish usullari va kukunlarning xossalari.
3. Molibden kukunlarini olish texnologiyasi.
4. Nanotexnologiya asosida ishlab chiqariladigan mahsulotlar.

Tayanch so'zlar: xotira, funkstional, qotishma, polimer, xossa, shakl, effekt, mustahkamlik, nikelid, titan, martensit, keramik, tarkib, panjara, termik, pech, deformastiya, biokeramika, harorat, termoelektrik.

3.1. 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).

Lampochkalarining 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 millimetr= $10^{-3}m$, 1 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 elementlar tizimi – sistemasidir. Bularda nanometrik o'lchamli elementlarni 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) Nanoobekt-nanomaterialni atomma-atom yoki molequlama-molequla yig'ish.

Nanoobektlarni ikki usulda olinadi.

1) Sun'iy usullar: olinayotgan nanoobekt xarakteriga qarab xar xil usullar qo'llaniladi; fizikaviy, kimyoviy, biologik va boshqalar. Ba'zi xollarda bir nechta 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.

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

-eritmalardan, ularni sovib-qotishidan.

-eritmalardan, 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 prinsipiial farq qilgani uchun sanoatni ko'p soxalarida ishlatiladi.

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

Nanostrukturali alyuminiy qotishmalaridan murakkab formadagi engil maxsulotlarni yuqori tezlikda o'ta plastik deformatstiyalab (bosim bilan ishlab) detallar yasash mumkin. Bu sharoitda shtampli barcha teshik, burchak va x.k. lari to'liq to'ladi, deformatstiya kuchi pasayadi, forma xosil qilish xarorati pasayadi (450°C dan 350°C gacha). Bu pulku! Xozirda bu usul bilan murakkab formadagi 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 funkstiyali 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 kompozitstion 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 kompozitstion 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 tirnalishga-qirilishga(“tsaropanie”) qarshiligi 3marta oshgan.

3.2. 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 yasaliib, 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.*

Mo'rt metall karbidlari va oksidlaridan mayin kukunlar olish uchun vibrastion 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. *Vibrastion 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 diametrlilik teshik orqali kukunning o'tish tezligi bilan xarakterlanadi. Kukun zarrachalarining 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 mustaxkamligini 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.

3.3. Molibden kukunlarini olish 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 (IYB-300) hisoblanadi. 3-1 jadvalda “OTMK” AJ ning sanoat maxsulotlarining kimyoviy tarkibi keltirilgan.

3-1-jadval

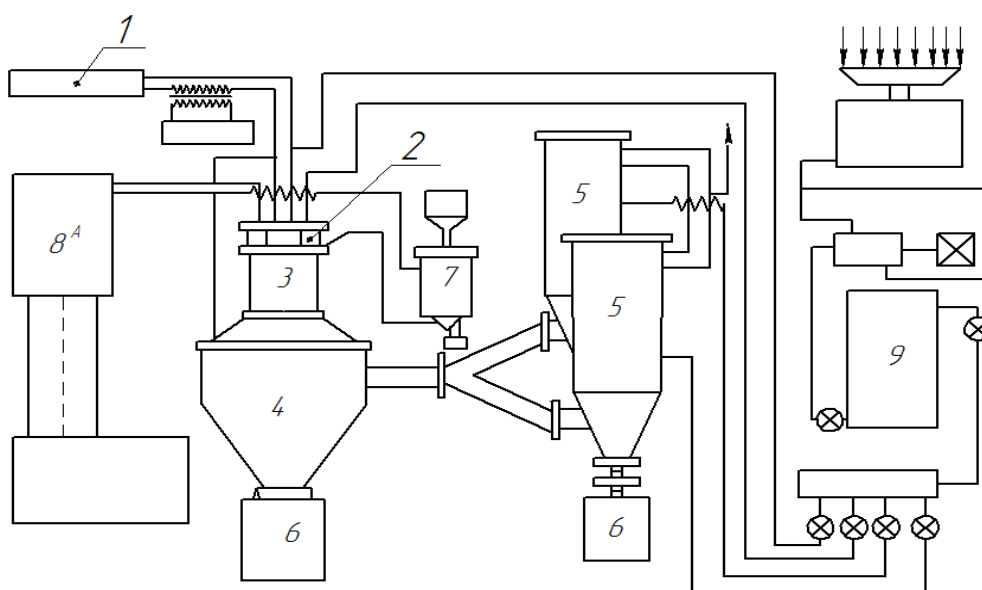
“OTMK” AJ ning sanoat maxsulotlarining kimyoviy tarkibi

Sanoat maxsuloti	Elementlar miqdori, % mass,										
	Mo	As	Si	R	WO ₃	Ai	Ag	Re		SiO ₂	namlik
IIIIM-1	>40,0	0,07	3,0	<0,05	<0,8	0,0025	0,0076	-		-	6,0
IIIIM-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

Molibden kukunlarining granulometrik 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.

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 rasmda namoyish kilingan.

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 hakida dalolat beradi.



Rasm 3.1. “IIYB-300” qurilmasining texnologik ko'rinishi: 1 – oziklanish 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.

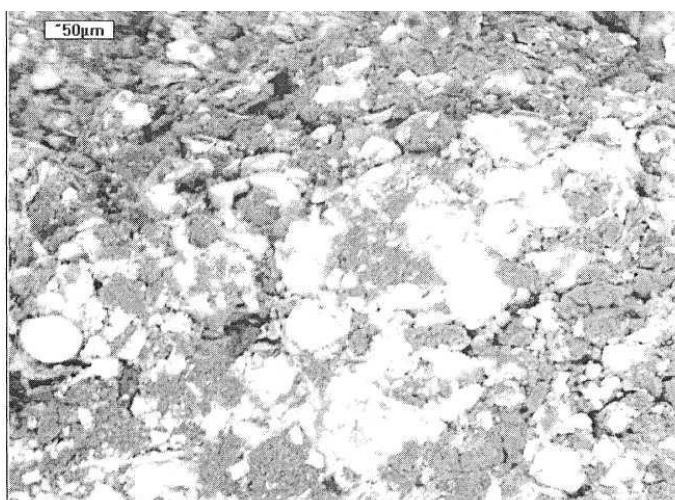
Mukammallashtirilgan plazmokimyoviy reaktorni texnologik tadqiqotlar natijalarini taxlil qilib shuni takidlash mumkin:

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

Konstrentatlarni 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 aralastirgichda olib borildi. Kuydirish (otjig) rejimlarini o'rganib olish 2-IIIQ uskunalarida (IIYB-300, IIEП-214, CTH-1,6) o'tkazildi.

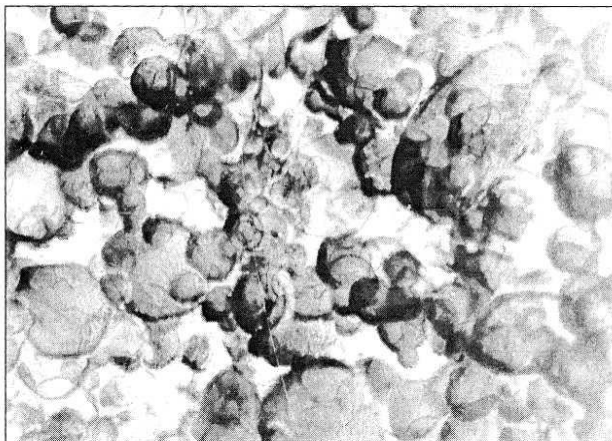


Rasm 3.2. Sanoat mahsuloti IIIM-1 mikrotuzilishi, x300

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 gazzimon reagentlarning ajratib turuvchi qismda yangi fazalarni paydo bo'lishi va o'sishi bilan yuz beradi. Harorat, gazli fazani tarkibi, qattiq faza komponentlari konstrentastiyasi 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 3.3. Mo nanokukunlarining elektron-mikroskopik suratlari, x100000

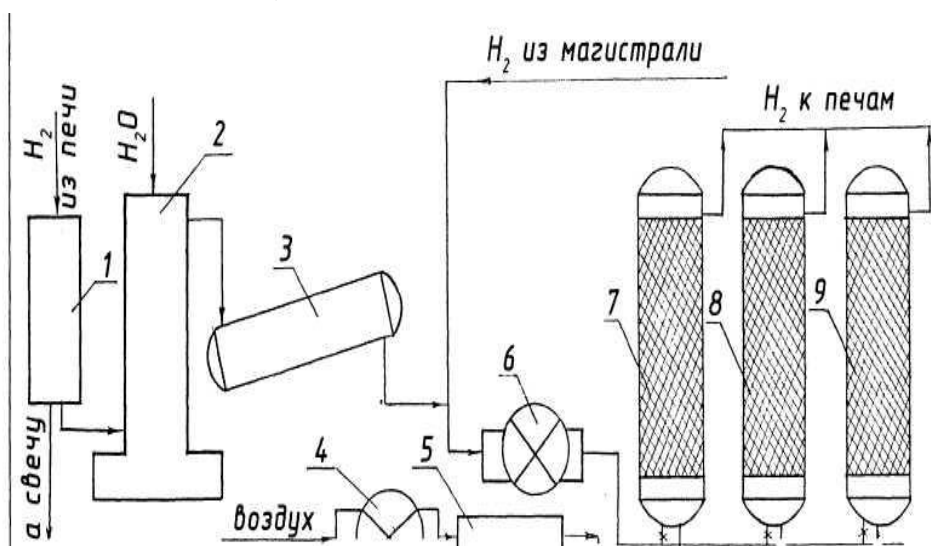
3.3-rasmda molibden nanokukunlarni elektron mikroskopda olingan suratlari ko'rsatildi, ularning sharsimon shaklga egaligi shakllanish mexanizmiga koalesstentiyani hissasi ko'pligi haqida guvoxlik beradi. Mo kukunlaridan sanoatda foydalanish uchun ularning tarkibida kislorod mikdori 0,2% dan oshmasligi 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 nuqtasigacha -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. (3.4-rasm).

Tadqiqot natijalari tahlili shuni ko'rsatadiki, volframi bo'lmagan qattiq qotishmalarning molibden nanokukunlaridan tayyorlanishi qattqlikka 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.



3.4-rasm. Regenerastiya qurilmasining prinstipial sxemasi :

1-rampa, 2-skrubber, 3-issiqlikalmashuvchi, 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 qattqligi (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 jinliliigi 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 °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 yo'ni kuchayotgan gazni benzin orqali barbotaj (aralashtirish) qilish yo'li bilan amalga oshirildi. Bu usul juda yaxshi natijalar berdi. Jadvalda «IIYB-300» plazmokimyoviy qurilmasida molibden oksidini qayta tiklash yo'li bilan molibden kukunini olish rejimi keltirilgan.

Jadval

«IIYB-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, MoO₃ = MoO₂ni kayta tiklash birinchi boskichidagi yukori xaroratli zonada MoO₂ni 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' konsentrastiyalari talab kilinadi.

3.4. Nanotexnologiya asosida ishlab chiqariladigan mahsulotlar



© Rap i/Eye/Stockphoto

(b)



© William D. Callister, Jr.

(a)

3.4.1. Nanomateriallar xaqida umumiy tushuncha

O'zbekiston Respublikasida mavjud bo'lgan mineral-xom ashyo resurslarini qayta ishlash orqali eksportga mo'ljallangan yangi turdagi konstruktion materiallar yaratish va ko'p turdagi tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish. Yuqori texnologiyalar yordamida qiyin eriydigan metallarning kukunlarini olish va ularning granulometrik 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 iyuldagi 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 avgustdagi 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.

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 sohasini 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.

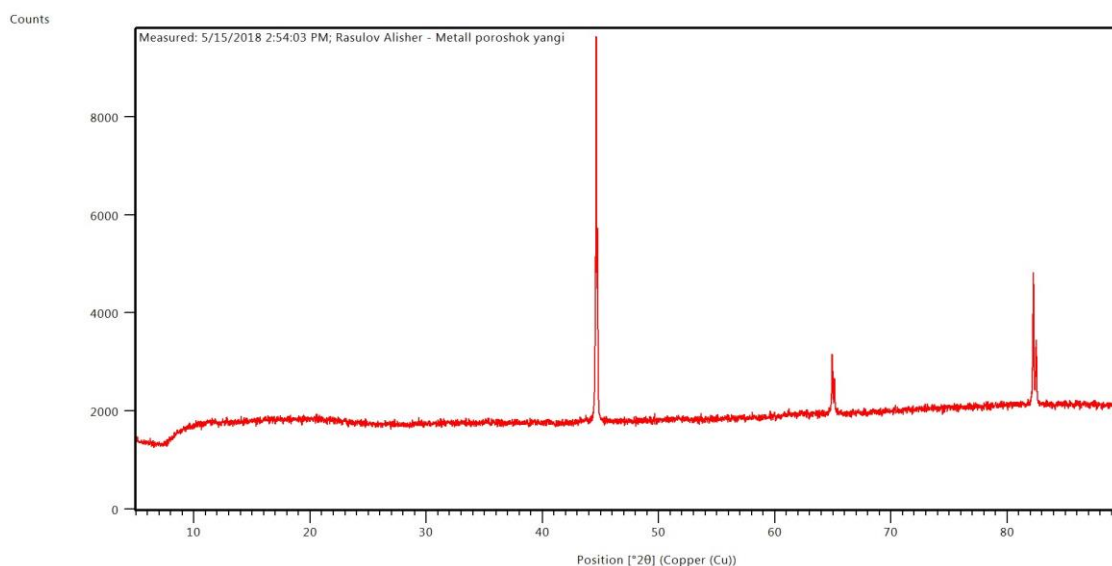
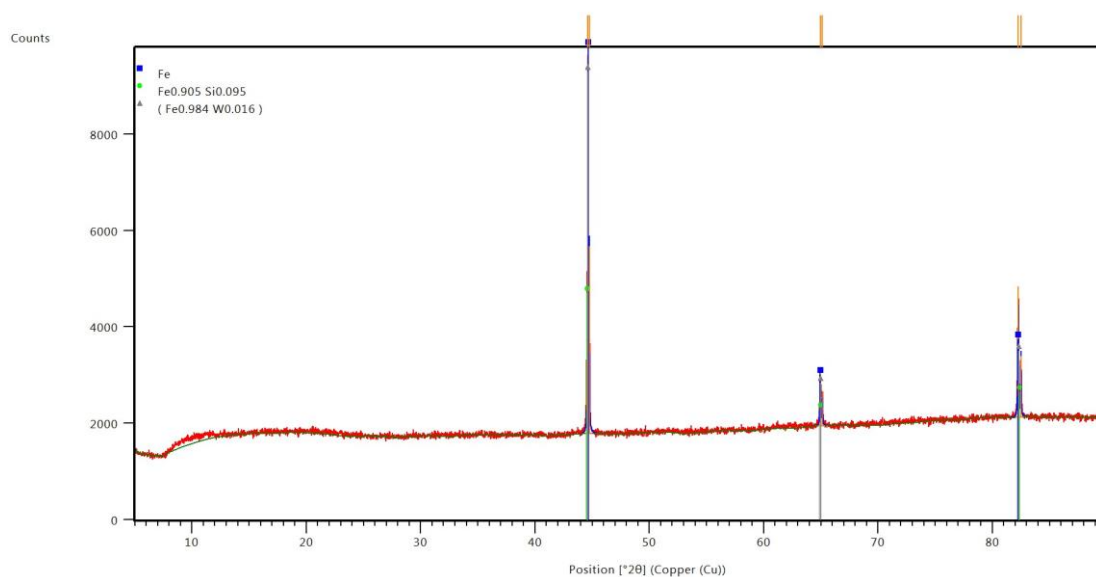
Bundan tashqari ultradispers kukunlarning fizik, kimyoviy va texnologik xossalari to'liq o'rganilmagan. Bular jumlasiga zichlanishning ta'siri oqibatida sodir bo'ladigan jarayonlar, fizik, kimyoviy va yuza fazoviy tarkibi hamda zarra hajmi bir tekis bo'lmasligi kiradi.

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 innovasion rivojlanish Vazirligi qoshidagi ilg'or texnologiyalar Markazida mavjud bo'lgan Cu trubkasi bilan jihozlangan ($K\alpha_1=1.5406\text{\AA}$) "PanalyticalEmpyrean» difraktometrda bajarildi. O'lchashlar xona xaroratida 0,01 gradus qadamda qadama qadam skanirlash rejimida 5^0 dan 90^0 gacha diapozonda, aylanuvchi taglikda 2θ burchak intervalida bajarildi.

O'zbekiston Respublikasi innovasion rivojlanish Vazirligi qoshidagi ilg'or texnologiyalar Markazida bajarilgan tadqiqot natijalari



“Panalytical Empyrean» diraktrometrdada olingan rentgengrammalar. Namunalar xona xaroratida 0,01 gradus qadamda qadama-qadam skanirlash rejimida 5⁰ dan 90⁰ gacha diapozonda, aylanuvchi taglikda 20 burchak intervalda o’lchangan

Olingan kukunlarning tashqi morfologiyasi va o'lchamlari O'zbekiston Respublikasi innovasion 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 mikroskop 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 mikroskopda tadqiqotlar quyidagicha olib borildi:

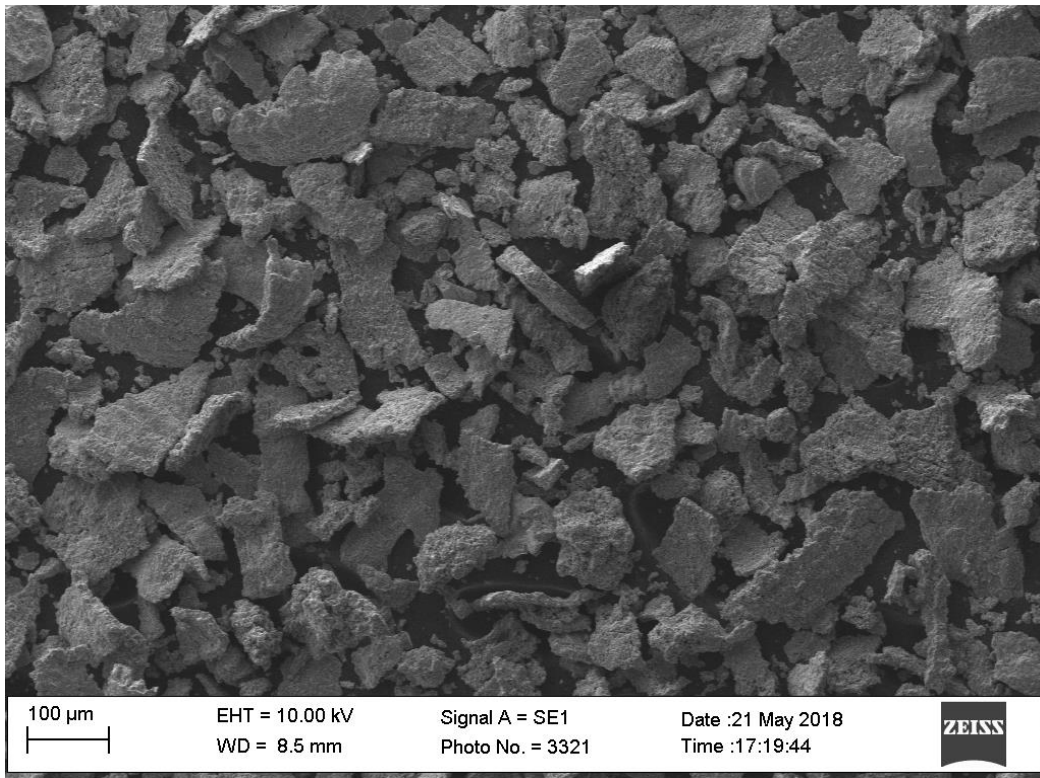
Namunani tayyorlash jarayonida mikroskopning predmet stoliga yuzasiga yuzalari ikki tomonlama yopishtiriladigan alyuminiyli folga yopishtirilgan metall qotishmali tutgich o'rnatildi. Bu folgaga kukun to'kidi keyin havo bilan puflandi. Keyin predmet stoli vakuum hosil qilish uchun havo to'xtatilgan mikroskopning 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:

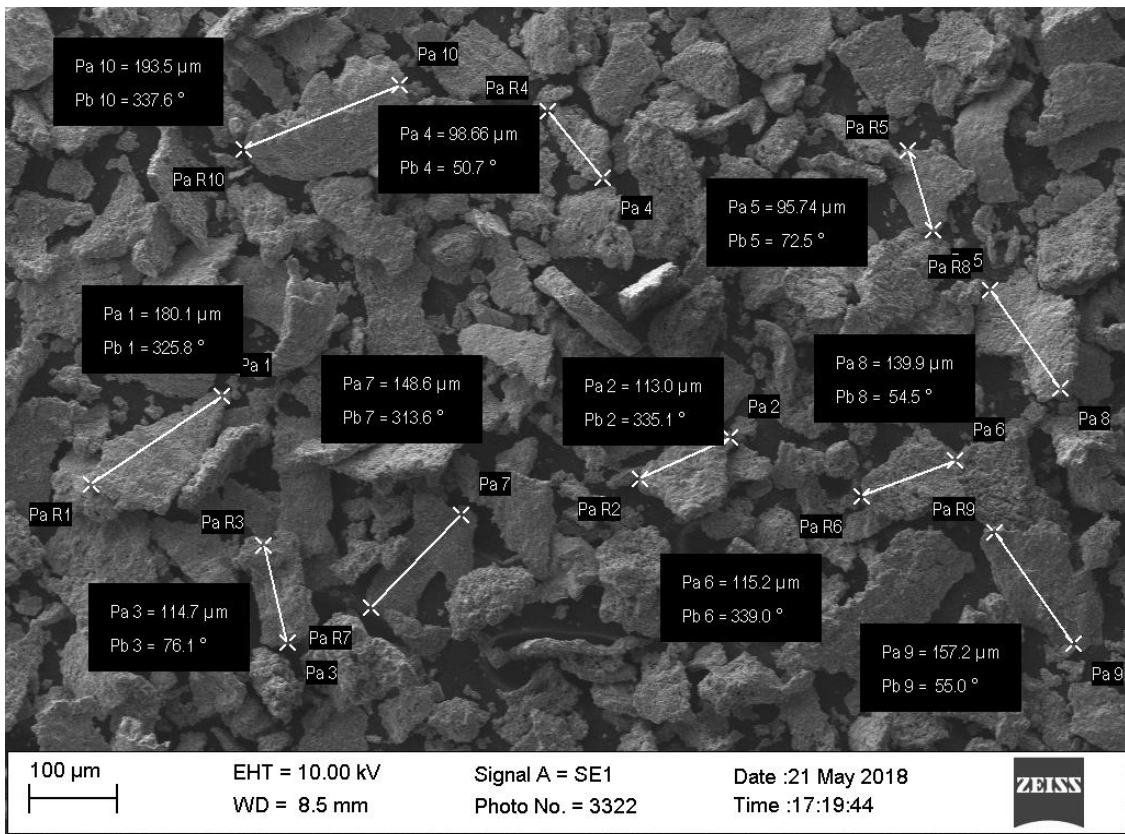
mikroskopning filamentiga elektron hosil bo'lish qurilmasi filamentiga 10 kV kuchlanish beriladi;

namuna bilan fokuslangan elektron dasta orasidagi ishchi masofa 8,5 mmga teng bo'lishi kerak.

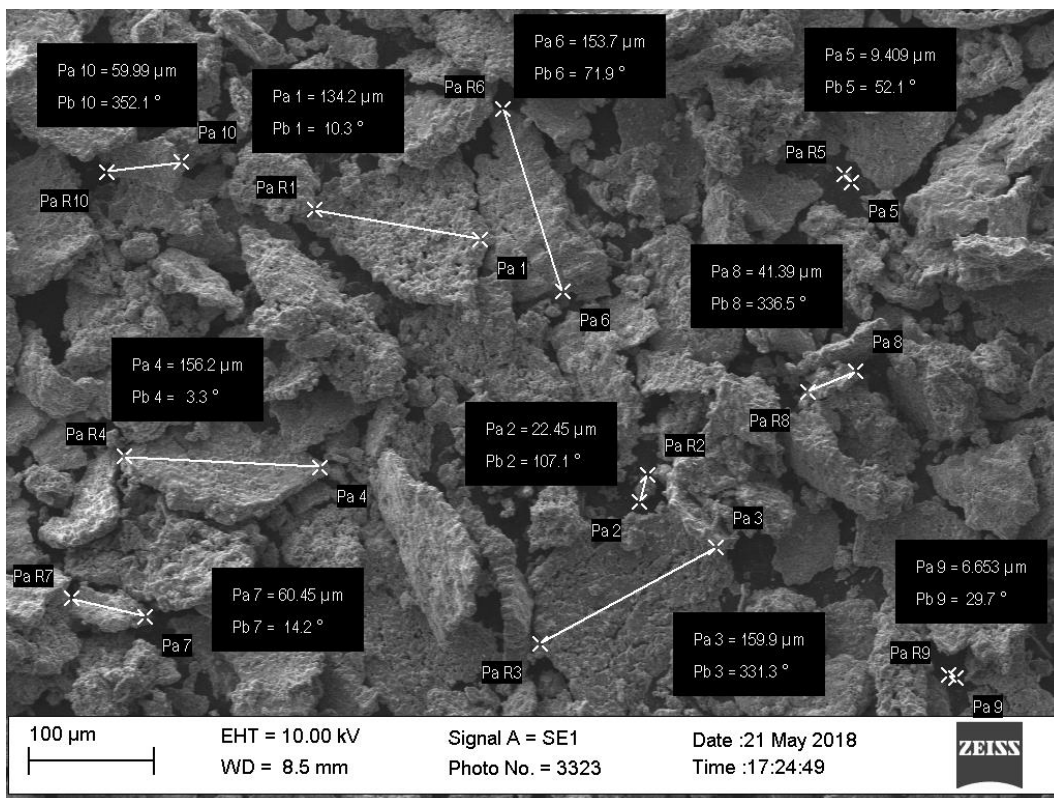
Elektronlar dastasini SE1 orqali qayd etilgan. Xar bir rasmga maxsus indifikastion raqam berilgilanadi. Berilgan rasm olingan mashtabi 100 mikronga teng.



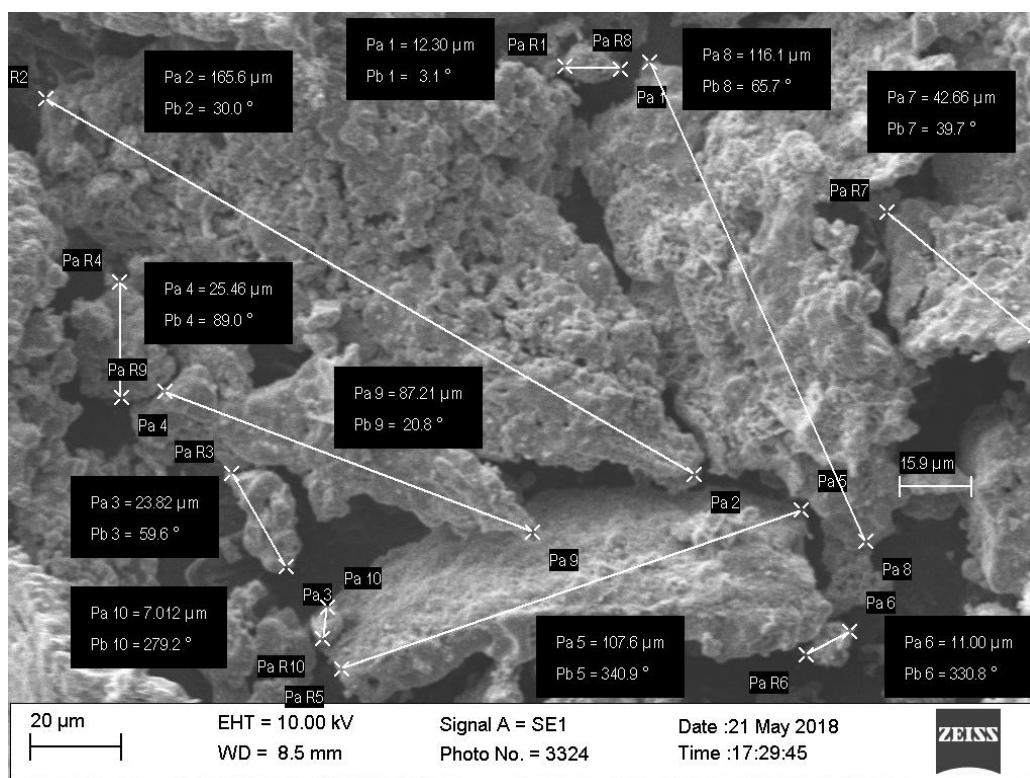
Mexanikaviy usulda olingan qiyin eriydigan metall kukunlarining tashqi shakli



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 mashtabda olingan fotosuratlari. Granulometrik tarkibi 6 mkm dan 153 mkm gacha oralig'ida taqsimlangan



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

Kukunlarini granulometrik tarkibini o'rganish bo'yicha

Nazorat savollari :

1. Nano o'lchami nimaga teng?
2. Nano o'lchamli materiallar qanday olinadi?
3. Dispersli tizim nima?
4. Gel kanday tizim?
5. Zarrachalarni kvalifikastiya kilish turlari?

4-mavzu: Kukun metallurgiyasi usulida og'ir (yuqori xarorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar olish

Reja:

1. Kukun metallurgiyasi usulida buyumlar olish.
2. Og'ir (yuqori xarorat va bosim) sharoitlarda ishlatiladigan buyum va detallar olish.
3. Legirlovchi elementlarning qotishma xossalariga ta'siri.

Tayanch so'z va iboralar: metall kukuni, metallurgiya, temperatura, issiqlik, pishirish, qotishma, legirlovchi elementlar.

4.1. Kukun metallurgiyasi usulida buyumlar olish

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 harakatlanadigan 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. Press-qolip to'lgach, shlang chetga suriladi va yuqori ish puansonini 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. Issiqlayin 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 issiqlayin deformastiyalash usuli bilan tasma, sim, polosa ko'rinishidagi buyumlar olishning uzluksiz prestessidir. 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 prokattashda valik diametrining tasma qalinligiga nisbati 100:1 dan 300:1 gacha bo'lishi kerak. Kukunlarni prokattash tezligi quyma metallarni prokattash 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. Prokattash 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. Prostessning uzluksizligi uni avtomatlashtirishni hamda yuqori unumdorligini ta'minlaydi.

Detal va buyumlarga kerakli mustahkamlik va qattqlik 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, shtamplarning 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 elektrodni ulashda teskari qutblilikdan foydalaniladi. Bu usullar tok o'tkazuvchi elektrodlar 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.

4.2. 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 kayta 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 texnologiyasi 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 muvofaq 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 axamiyati—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.

Qurtilgan buyum birinchi qizdirishga yuboriladi. Qurtilgan 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 korraks 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 1 maxsus idish/soat; vodorod sarfi 2,8-3,0 m³/ch.

Pechning III zonasidagi qizdirish harorati olingan buyum texnik xarakteristikalariga qarab stex texnologiyasi tomonidan aniqlanadi. Qizdirilgan buyum korraksdan ajratiladi va shliflash operatsiyasiga 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 xossalar 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 korraqs 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 termoelekt 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 texnologi 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 jadvalda keltirilgan.

Jadval

№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. 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. Qurtilgan 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 100–120⁰C haroratdagi bug'li shkafda quritiladi, keyin 1000–1100⁰C haroratdagi vodorod atmosferasida boshlangich qizdiriladi 1 soat mobaynida. Yakuniy qizdirish rejimi tayinlangan buyumga bogliq xolda tanlanadi. Yuqori harorat va bosimda ishlaydigan, shakl beriladigan asboblari uchun qizdirish rejim bo'yicha olib boriladi: vakuum-muxiti 10⁻³ mm. rt. St dan kam bo'lmasligi; 1450–1500⁰C 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.

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:

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

2) BK6 qattiq qotishma bo'yicha:

- qattqlik – 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 – 6,0x10⁻⁶;

zichlik, g/sm³ – 7,5 – 8,0;

qattqlik, 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.

4.3. 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.

Haqiqatda, 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 qattiqligini oshirish uchun kompozitsiyaga qo'shiladi.

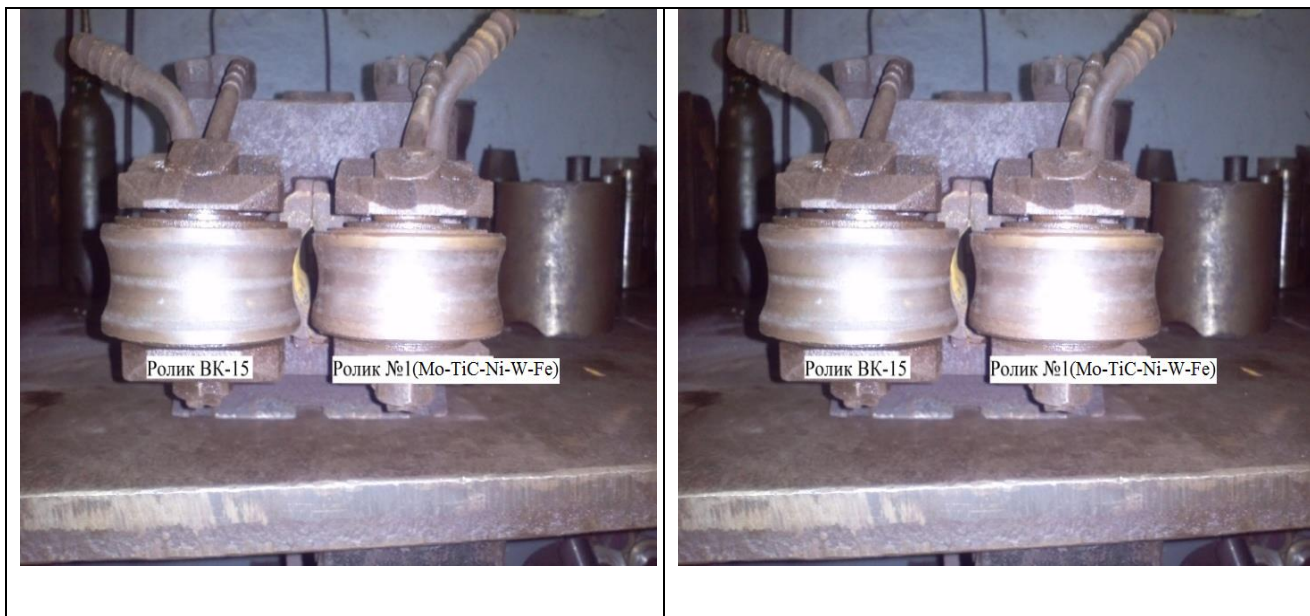
Oldindan o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki xuddi shunday tarkibli kukunli kompozitsiyani pishirish yo'li bilan evtektik qotishmani yaratib bo'lmaydi, chunki pishirilgan qotishma birorta ko'rsatkich bilan ham talablarga javob bermadi. Shu tufayli bir tomondan TiC miqdorini oshirish yo'nalishi bo'yicha,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

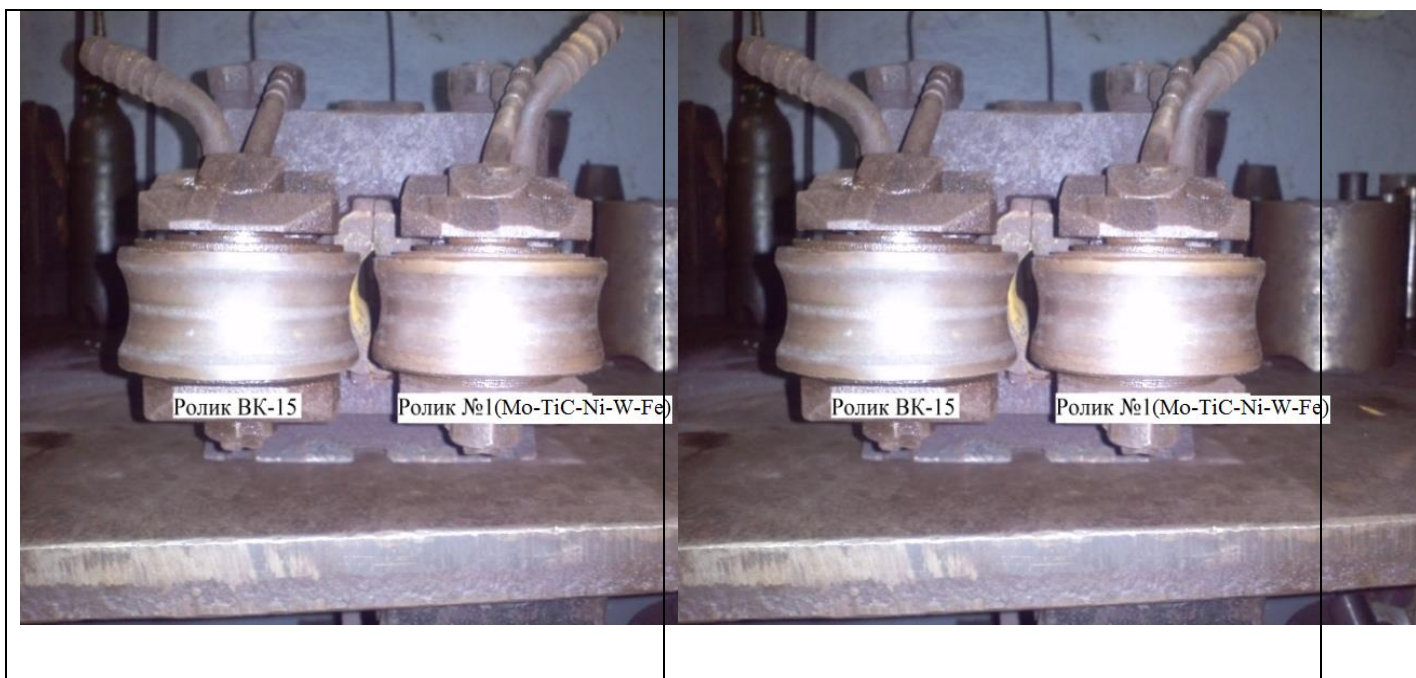
Qotishmalarni qiyosiy baholash ikki ko'rsatkich bo'yicha: egilishga mustaxkamlik (σ_{eg}), va qattqlik (HRC) bo'yicha o'tkazildi. Ma'lumki, bu ko'rsatkichlar issiq qattqlik va issiqlikka chidamlilik kabi asbobga issiq holatida bosim bilan ishlov berishda ishga yaroqlilikni va ko'pga (uzoqqa) chidamlilikni 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 qolgan Mo bo'lgan tarkibga ega qotishma olindi, bu qotishma nazorat qilinadigan ko'rsatkichlarning yetarlicha maqbul darajasi qiymatlarini o'zida jamlagan edi ($\sigma_{eg}=900$ MPa, HRC=80).

Oxirgi 10 yil davomida xar xil materiallar va qotishmalardan tayyorlangan roliklarni 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	ВК 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	ВК15	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
eksperimentlarni o'tkazish shartlari**

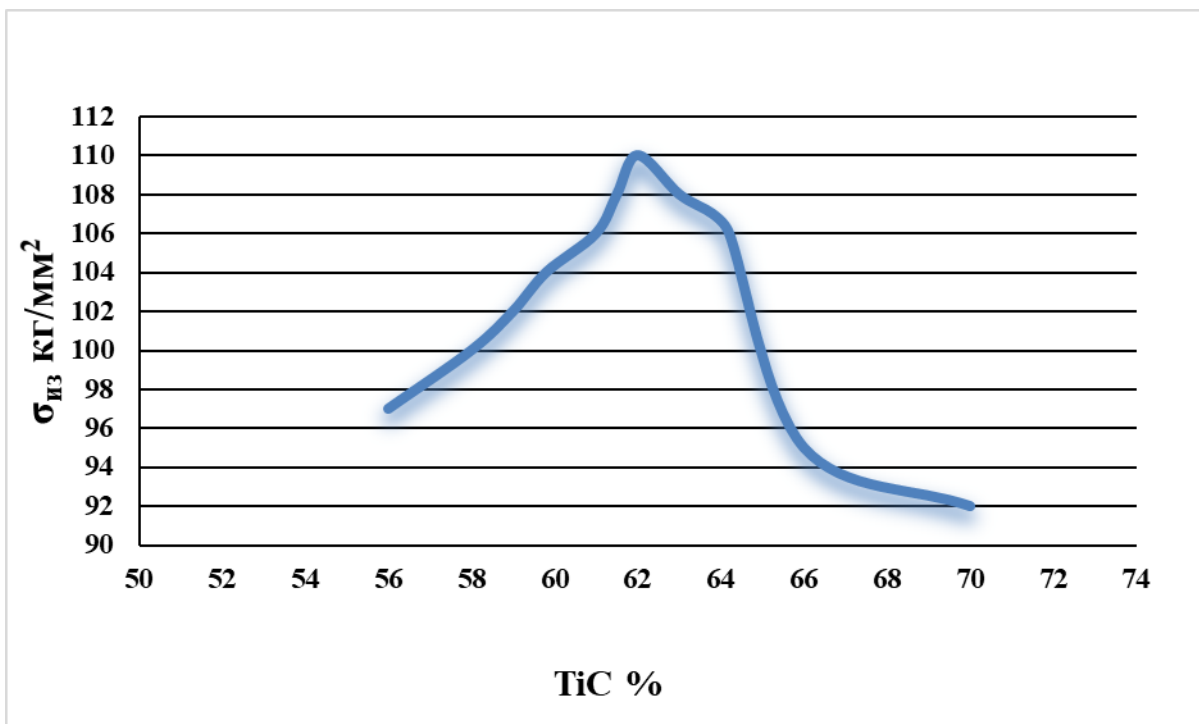
Omillari	TiC,%	Mo, %	Ni, %	W, %	Fe, %
Asosiy miqdor	65	10	22	1,5	1,5
Variyastialash oralig'i	5	2	2	0,5	0,5
Yuqori miqdor	70	12	24	2	2
Pastki miqdor	60	8	20	1	1

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

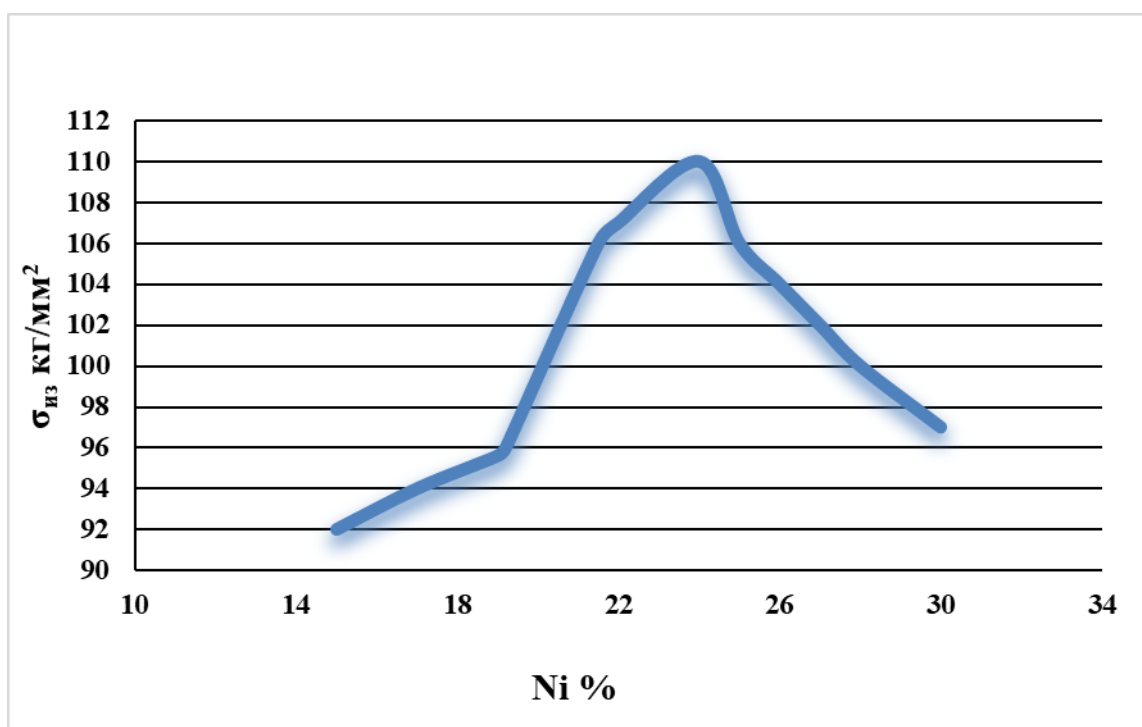
		TiC, %	Mo, %	Ni, %	W %	Fe, %	G _{iz}
tajriba raqami	X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	kgs/mm ²
1.	+	70	12	24	2	2	96
2.	+	70	8	24	2	1	95
3.	+	60	12	24	1	1	105
4.	+	60	8	24	1	2	103
5.	+	70	12	20	1	2	96
6.	+	70	8	20	1	1	95
7.	+	60	12	20	2	1	104
8.	+	60	8	20	2	2	102

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

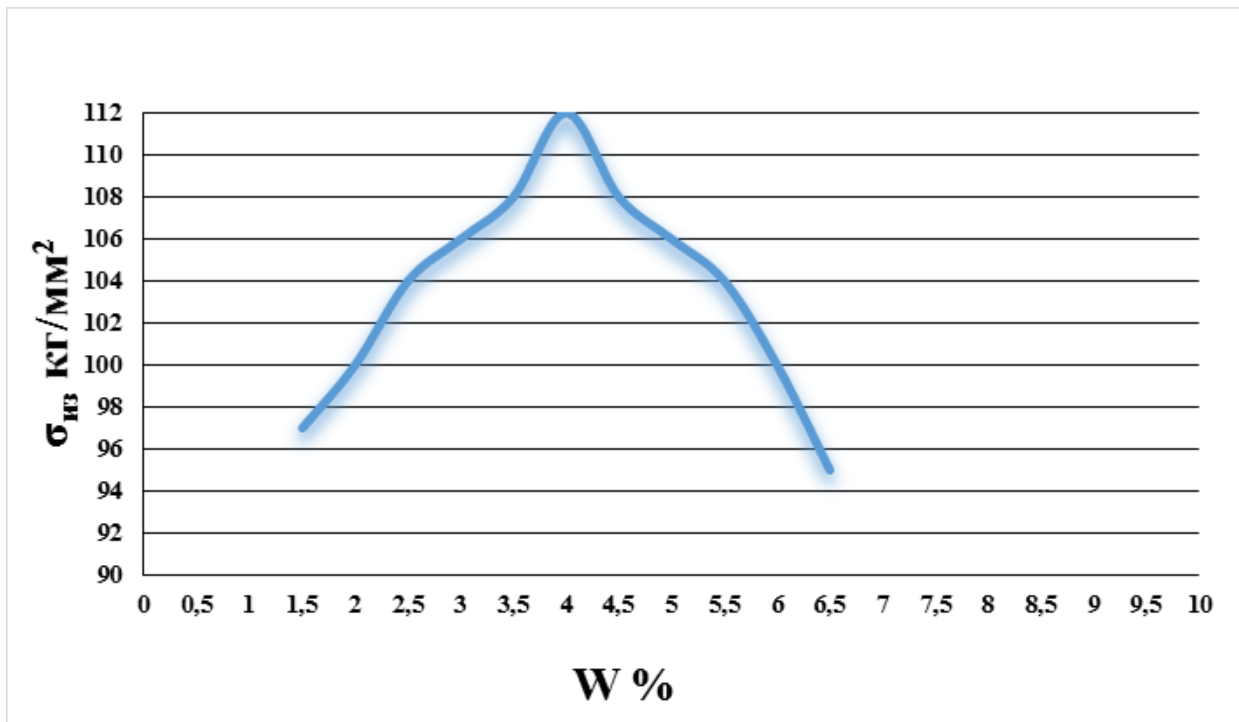
Kompozitsiya quyidagi tarkibga ega bo'ldi: 60–70 % TiC, 20–24%Ni, 1–2 % W, 1–2 % Fe va qolgani Mo.



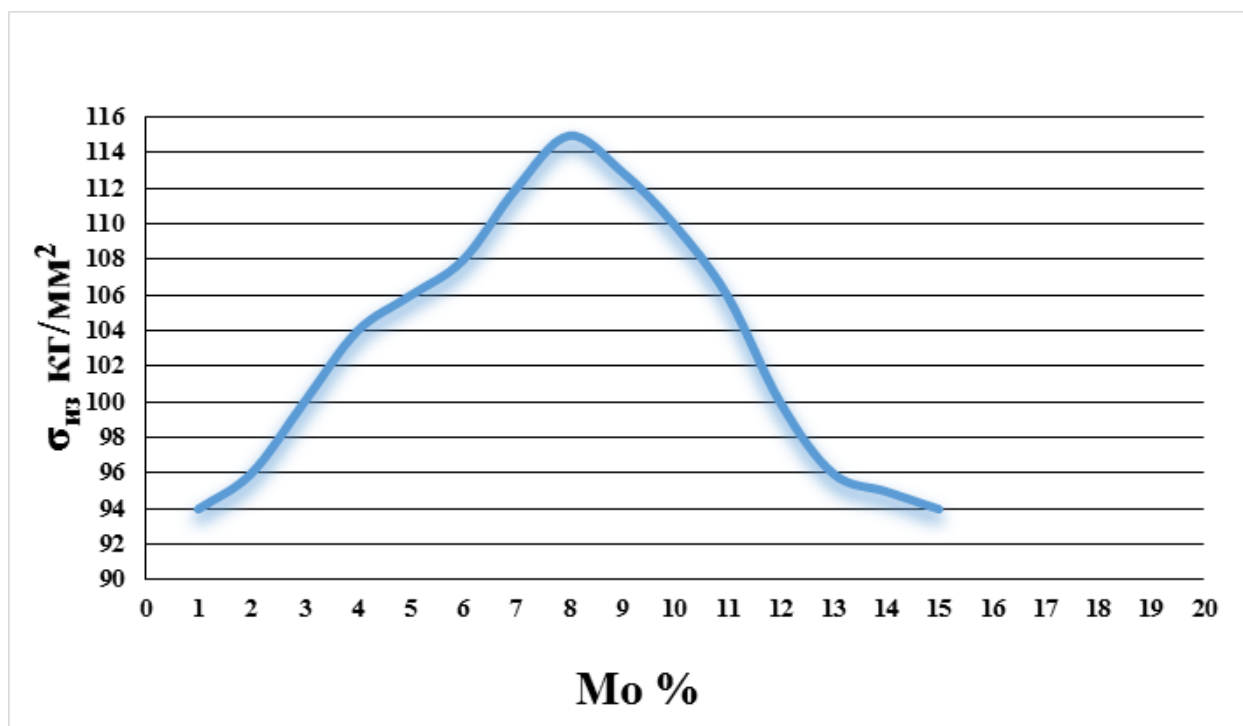
**Egishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining ($\sigma_{из}$)
TiC tarkibi o'zgarishiga bog'liqlik grafigi**



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



Egishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining (σ_{iz})
W tarkibi o'zgarishiga bog'liqlik grafigi



Egishdagi mustaxkamlik qiymati hisobining (σ_{iz})
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_{izg} =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.					
	<i>Qattiqligi</i> <i>ZIP model TK – 2M GOST 13407 – 67 № 1793</i>					
	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
<i>Namunalar og'irliklari, g</i>						
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	
<i>Nisbiy og'irlik – zichlik ρ, g/sm³</i> <i>TYPWA – 33 Nr 67761</i>						
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					
<i>Egishga mustaxkamlik σ_{eg}, kgs/mm²</i>						
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	$5,5 \times 10^{-6}$	14,8 – 15,0	88 – 89;	1550.
2	Mo-TiC	$6,61 \times 10^{-6}$	6,4 – 6,6	85 – 86;	800.
3	Taklif qilingan yangi qotishma: Mo-TiC-Ni-W-Fe	$6,0 \times 10^{-6}$	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:

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

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

qattqlik, HRC – 83 – 84;

egilishga mustaxkamlik, 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) 63C16ПСМ16K markali jilvirlash toshining xarakteristiklari;

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

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

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

«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.

VI. AMALIY MASHG'ULOTLAR MATERIALLARI

1- amaliy mashg'ulot: Xotiraga ega bo'lgan qotishmalar

Ishdan maqsad: 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 $\frac{d_{hkl}}{2}$ 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:

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

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:

$$\lambda_{K_\alpha} = 1.9312 * 10^{-1}$$

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

K_β nurning to'lqin 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:⁷

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

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.⁸

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'oz 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.

Fazalar atom tekislari oralig'ini hisoblash natijalari.

Dastlabki malumot. Tekshirilgan namuna temir qotishmasi.

Nur chiqishi temir (yoki kobalt) anodidan.

⁷E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (265-270 p.p.)

⁸E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (270-285 p.p.)

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?⁹

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 .

⁹E.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: Polimerlar va keramika.

Ishdan maqsad: Alyuminiy oksidi asosli keramik asbobsozlik materiallar mikrostrukturasi tahlili.

Masalaning qo'yilishi: *Alyuminiy oksidi asosli keramik materiallarning mikrostrukturalarini taxlil qilish qoidalari va usullarini o'rgatish hamda u orqali keramik materiallarni sifatiga baho berish ilmlarini egallash.*

Kerakli jihozlar: *Metallografik mikroskop MIM-7, shlif tayyorlash uskunasi, namunalar, reaktivlar.*

Ishni bajarish uchun namuna:

Asbobsozlik keramik materiallar asosan kiyin eridigan yuqori eyilishga, issiqqa bardosh yuqorikimyoviy turg'unlik darajasiga ega bo'lgan kimyoviy birikmalardan olinadi. Bunday talablarga javob beruvchi moddalarga eng avvalo alyuminiy oksidi (Al_2O_3), kremniy nitrid (Si_3N_4), hamda Si-Me-O-N dan iborat bo'lgan oksinitridli fazalar kirib, kremniy atomini o'rnini Al, Mg, Be, Ti, Zn tabiatda keng tarqalgan metall atomlari bilan almashtirilgan bo'ladi.

Bunday kimyoviy birikmalardan yasalgan keramik asbobsozlik materiallar oddiy keramik materiallardan tozaligi va ishlab chiqarish texnologiyasi bilan farqqiladi. Hozirgi paytda asbosozlik keramik materiallar asosan Yaponiya, AQSh, Germaniya mamlakatlarida keng ishlab chiqarilib, ulardan har xil materiallarga mexanik ishlov berishda, eyilishga chidamli, olovga, issiqqa, har xil kimyoviy agressiv muhitga bardosh qoplamalar qoplashda keng qo'lanilmokda.

Alyuminiy oksidi – Alyuminiy oksidi asosan tabiatda keng tarqalgan, tarkibida alyuminiy bo'lgan minerallardan (boksit) olinadi. Tabiatda alyuminiy oksidining turli kristall modifikatsiya turlari mavjud bo'lib ular: geksagonal α , kub β , va noturg'un δ geksagonal, monoklik θ kristall panjaralarga ega. Gidratlangan alyuminiy birikmalariga gidragalit ($\text{Al}_2(\text{OH})_2$), bayerit, kirib ular quritilganda har xil modifikatsiyaga ega bo'lgan alyuminiy oksidlarini hosil qiladi.

β - Al_2O_3 sof modifikatsiyasi bo'lmasdan tarkibida Al_2O_3 ko'p foizga ega bo'lgan murakkab kimyoviy tuzilishga ega bo'lgan birikma. Uning taxminiy kimyoviy tarkibi $\text{MeO}_8 \text{Al}_2\text{O}_3$ va $\text{Me}_2\text{O} \cdot 11 \text{Al}_2\text{O}_3$. bu erda Me-o'rnida CaO, BaO, ZrO va boshqa elementlar bo'lishi mumkin.

Alyuminiy oksidi boksit tarkibida turli modifikatsiyalardagi bimit, gidragalit va bayerit turdagi mayda dispersli gidraoksid shaklida bo'lib u unda boshqa metallar

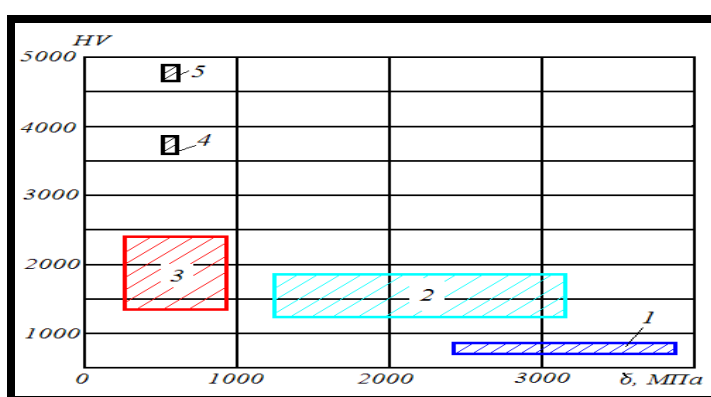
atomi bilan kimyoviy bog'langan holda bo'ladi. Boksiddagi alyuminiy oksid miqdori 50 dan 100% gacha bo'lishi mumkin. Xomashyoning sifatiga qarab uni tozalash texnologiyasi nam ishqoriy yoki quruq ishqoriy usullarda olib borilishi mumkin. Nam ishqoriy texnologiya buyicha boksid avtoulavlarda 200-250⁰ C temperat, 2,0-2,5 MPa bosim ostida natriy gidrooksidida ishlov berilib suvda eridigan natriy alyuminat olinadi.

Natriy alyuminatning suvdagi eritmasi filtrdan o'tkazilib barcha qattiq va natriy gidraoksidida erimaydigan elementlardan tozalanadi. Tozalangan natriy alyuminat parchalab alyuminiy gidraoksidi cho'kmasi hosilqilinadi. Cho'kma oq rangda bo'lib u yaxshilab yuviladi va 1200⁰ C temperaturada quritiladi[3]. Qurutish natijasida bir xil tarkib va kristall modifikastiyasiga ega bo'lgan alyuminiy oksidi hosilbo'ladi.

Bunday usulda olingan xomashyo tarkibida asosan Na₂O bo'lib u materialning mexanik va boshqa xossalariga yomon ta'sirko'rsatadi shuning uchun Na₂O miqdori 0,1% ortmasligi talab etildi[4]. Boksiddan olingan alyuminiy oksid kukun zarrachalarining o'lchamlari 0,01 mkm tashkil etadi.

Materiallarga mexanik yoki boshqa turdagi ishlov berish asbobsozlik materiallarda yuqori qattqlik, egilish va siqilishda yuqori mustahkamlikka, yuqori temperaturalarda yeyilishga bardoshli bo'lishligini talab etadi.

2.1 – rasmda barcha turdagi asbobsozlik materiallarining qattqligi va egilishdagi mustahkamligi keltirilgan diagramma tasvirlangan bo'lib materialning qattqligi ortishi bilan mustahkamlik pasayishini ko'rish mumkin.



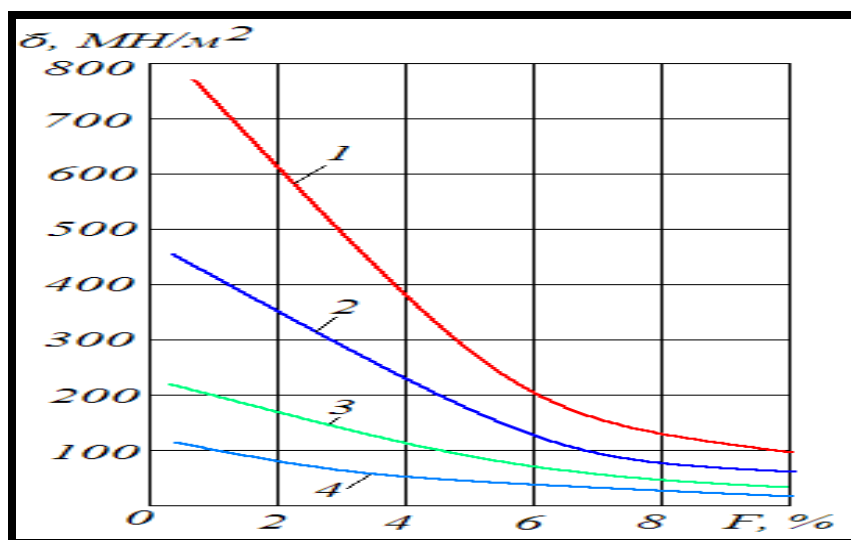
2.1-rasm. Qattqlik bilan mustahkamlikni ko'rsatuvchi diagramma:

1-tezkesar po'latlar; 2-qattiq qotishmalar; 3-keramik asbobsozlik materiallar; 4-nitrid bor; 5- olmos.

Asbobsozlik materiallarda qattqlik ham mustahkamlik ham katta ahamiyatga ega bo'lib u materialning ekspluatasiyaga layoqatligini belgilab beradi. Alyuminiy

oksidini tabiiy qattiqligini saqlab qolgan holda uni mustahkamligini oshirish hozirgi kunda asosiy maqsadlardan biri bo'lib uni amalga oshirishning turli usullari mavjud.

Alyuminiy oksidi kukun metallurgiyasi usullarida ishlab chiqarilgani uchun uning strukturasi g'ovakliklar mexanik xossalarga keskin ta'sir qiladi. 2.2-rasmda alyuminiy oksidi asosli keramik material g'ovaklikning egilishdagi mustahkamlikka ta'siri ko'rsatilgan.¹⁰



**2.2-rasm. Material g'ovakligining mustahkamlikka ta'siri;
1-kukun o'lchami 2,2 mkm; 2-3 mkm; 3-20 mkm; 4-30 mkm**

Diagrammadan ko'rinib turibdiki g'ovaklik miqdori va kukun zarracha o'lchami materialning mustahkamligiga katta ta'sir ko'rsatyapti. Material g'ovakligini kamaytirishning eng samarali usullaridan biri bu issiqlayin presslash, bo'lib u materialdagi g'ovaklik miqdorini 1% kichik bo'lgan qiymatlargacha kamaytiradi. Kukun zarrachasining o'lchami xomashyoning ishlab chiqarish turiga qarab o'zgarishi mumkin.

Alyuminiy oksid kukunlari qizdirib pishirish jarayonida bir birga birikib donani kattalashishiga olib keladigan jarayonga juda moyil bo'ladi. Bu esa qanday kukunni bo'lishligidan qat'iy nazar qizdirib pishirilgan material zarrachalari yana bir xil kattalikka olib keladi.

Kukunlarni yiriklashib ketishni oldini olish maqsadida Yapon mutaxassislari tomonidan stirkoniy oksidi bilan legirlash texnologiyasi ishlab chiqilgan [4]. Stirkoniy oksidi qizdirib pishirish davomida har bir alyuminiy oksidini qamrab olib

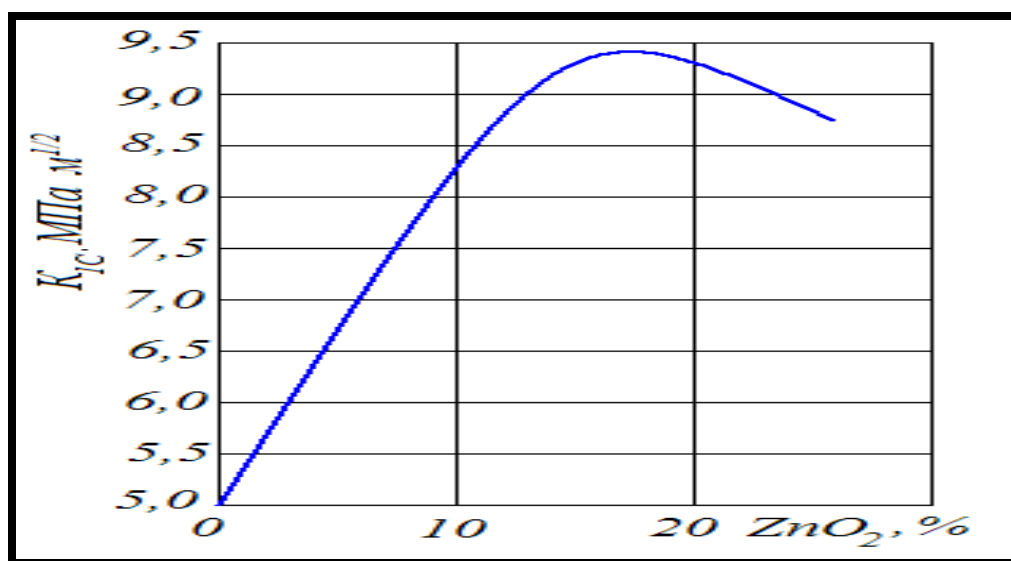
¹⁰E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (310-315 p.p.)

uni keskin yiriklashib ketishiga to'sqinlik qiladi va mayda donali material olishga imkon beradi.

Alyuminiy oksid asosli materiallarning asosiy kamchiligi bu ularning yuqori mo'rtligi bo'lib, ular mo'rt sinishga juda moyil bo'ladilar[5].

Materil mo'rt sinishiga asosiy sabab ulardagi ichki mikrodarzlar bo'lib ular kichik kuchlanishlar natijasida trans kristall darzlariga birlashadi va materil ekspluatatsiya jarayonida yoki oddiy kichik kuchlar ta'sirida sinadi.

2.3-rasmda stirkoniy oksidining miqdori alyuminiy oksidi asosli materialning darzga bardoshligini o'zgarishini ko'rsatuvchi diagramma keltirilgan bo'lib unda stirkoniy oksid miqdori ortishi materialning darzbardoshligini oshirishi ko'rsatilgan.



2.3-rasm Stirkoniy oksid miqdorining alyuminiy oksidi asosli material darzbardoshlikga ta'siri

Alyuminiy oksidi asosli materiallarning asosiy mexanik xossalaridan yeyilishga bardoshligi bo'lib u undan yasalgan asbob va detallarning ishlash muddatini belgilab beradi.

Materiallarning yeyilishga bardoshligi deganda juft bo'lib bir birida ishqalanib ishlayotgan materialning ma'lum tezlik, bosim va belgilangan vaqt ichida qancha hajmda yoki massa birligida material kamayganlik miqdori bilan belgilanadi. 2.2-jadvalda ba'zi keramik materiallarning yeyilishga bardoshligini keltirilgan.¹¹

2.2-jadval

¹¹E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (320-325p.p.)

Keramik materiallarning yeyilishga bardoshligi

Materiallar	Qattqlik HV, GPA	Yeyilish tezligi $10^{-15} \text{ sm}^3/\text{g}\cdot\text{sm}$
Olmosli kompozit	80	5,55
Si ₂ N ₄	31	3,74
SiC	26,7	152,0
Al ₂ O ₃	20,0	42,2
WC-Co	17,1	2,04

Olingan natijalarga ko'ra materiallning qattqligi uning yeyilishga bardoshligini belgilab bermasligini ko'rsatadi.

Materiallarga mexanik yoki boshqa turdagi ishlov berishda asbobsozlik materiallari qattqlikdan tashqari yeyilishbardoshligi katta ahamiyatga ega chunki, mexanik ishlov berishda ishqalanish sodir bo'ladi u esa ishlayotgan va ishlov berayotgan materialninig tezda yeyilishiga olib keladi.

Yeyilishning bir nechta turi bo'lib, ulardan asosiysi abraziv yeyilish va ishqalanib sidirish kiradi. Bu turdagi yeyilishlardan kesish jarayonida sidirish yeyilishi kuzatiladi.

Alyuminiy oksid asosli materiallarning yeyilishga bardoshligini uning mexanik xossalariga bog'lash aniq natijalarni bermadi. Shuning uchun barcha materialshunos olimlar bu muommalarni ustida ilmiy ishlar olib bormoqdalar.

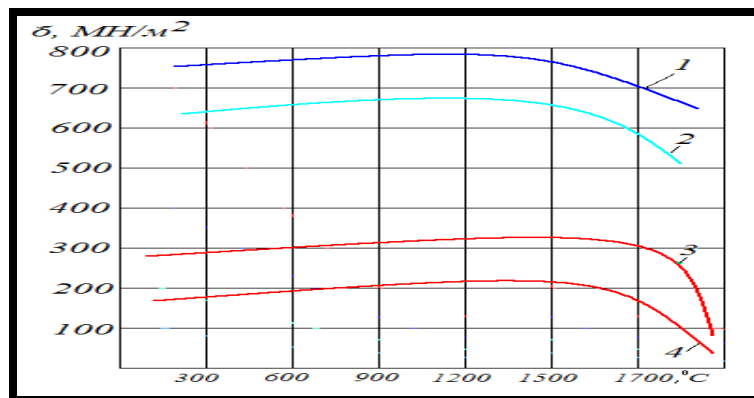
Alyuminiy oksid asosli asbobsozlik materiallarni yaratishda asosan amaliyot qonuniga rioya etgan holda ishlab chiqargan ma'qul.

Alyuminiy oksid asosli materiallarning kimyoviy xossalariga asosan materialning boshqa elementlar bilan reakstiyaga kirishuvchaligi kiradi. Aksariyat materiallarning kimyoviy xossalari harorat ko'tarilishi bilan susayadi.

Alyuminiy oksid asosli materiallar juda yuqori kimyoviy xossalarga ega bo'lib, ular xona, yuqori va juda yuqori temperaturalargacha shu xossalarini saqlab qolishadi.

Asbobsozlik materiallaning ishchi yuzalariga turli ekspluatastionn sharoitlarda katta bosim ta'sirida bo'ladi. Ishchi yuzalarda ishqalanish sodir bo'lishi natijasida juda katta temperatura ajralib chiqadi. Buni natijasida asbobsozlik materiallari ishlov berilayotgan material, atrof muhitdagi havo yokiboshqa gazlar bilan bevosita kimyoviy reakstiyaga kirishishi mumkin. Buning okibatida asbobsozlik materiallarining xossalari o'zgarishi mumkin.

2.4-rasmda alyuminiy oksidi asosli materialning qizdirish temperaturasi material mustahkamlikka ta'sir diagrammasi keltirilgan.¹²



2.4-rasm. Temperaturaning alyuminiy oksid materialining mustahkamlikka ta'siri: 1-kukun o'lchami 2,2 mkm; 2-3 mkm; 3-20 mkm; 4-30 mkm.

Ishni bajarish tartibi:

1. Keramik materialdan yuzasi 2 sm^2 dan katta bo'lmagan namuna kesib yoki sindirib olinadi;
2. Namunani keyingi dasgohlarda ishlov berish qulayligini oshirish uchun ular dastalanadi. Namunani ushlab uchun dastalash 2.4-rasmda ko'rsatilgandek amalga oshiriladi. Namunani dastaga mahkamlash uchun 2.2-jadvalda ko'rsatilgan materiallardan birini eritib dasta va namuna tirqishiga quyiladi. Bunda keramik material namuna yuzasi dastadan 1,5 – 2 mm chiqib turishini ta'minlash kerak;
3. Keramik material namuna yuzasi 33803 modeli vertikal (dovodochnoy) dastgohda tekislanib 3E881 jirvirlash-polirovkalash dastgohida yanada silliqiladi;
4. Silliqlash jarayonida namuna yuzasida sinishlar yoki maydalanishlar bo'lmasligi uchun ularni ustidan bosib turgan bosim $0,6 - 0,8 \text{ kgs/cm}^2$ dan oshmasligini ta'minlash kerak;
5. Namunalarni silliqilash oldin 3803 modeli jilvirlash dastgohida cho'yan disk ustiga oldin AM14/28 markali keyin AM/10 markali olmos kukuni etil spirti bilan hosil qilingan supsenziyasi shisha tayoqcha yordamida bir tekkis surkalib silliqilash amalga oshiriladi;
6. Namuna birinchi va ikkinchi silliqilashdan o'tgandan keyin disk ustiga fotobumaga yopishtirilib uni ustiga oldin AM7/5 keyin AM/2 olmos kukuni sepilib o'tkaziladi;
7. Qo'shimcha silliqilash yana shu diskda ammo AM1/0 markali olmos kukunini transformator moyi bilan aralashtirib disk ustiga surkalib amalga oshiriladi;

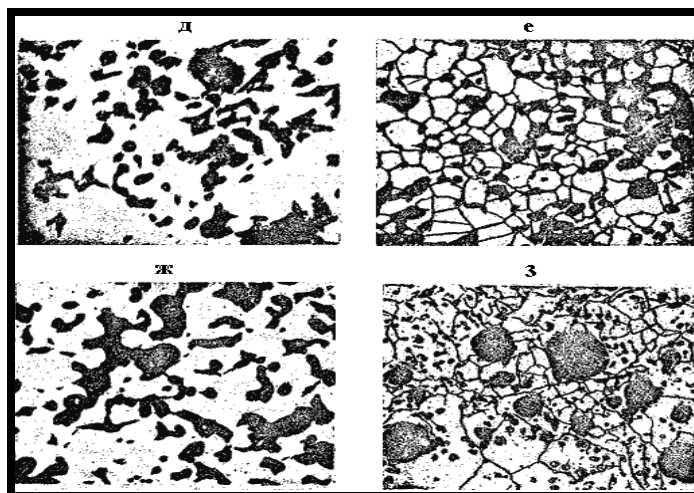
¹²E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (275 p.p.)

8. Silliqlashdan o'tgan namunalarning yuzalari ko'zgu kabi yaltroq bo'lishi kerak, unda chiziqlar bo'lmasligi talab etiladi. U МИМ -7 mikroskopida x100 kattalashtirib tekshiriladi.

9. Keramik namunani yuzasi silliqlangandan keyin uning yuzasi maxsus kislotada ishlov beriladi, ya'niy ortofosfor kislotaning bug'ida 40- 60 sek davomida ushlab turiladi. Bunda keramik materialning donalar chegarasi va materialdagi g'ovakliklar aniq ko'rina boshlaydi.

Travit qilishdan oldin mikrostruktura МИМ-7 mikroskopi yordamda 200 – 1500 marotaba kattalashtirib rasmga olinadi, keyin ularni kislotada travit qilingandan keyin yana mikroskop yordamda kattalashtirilib rasmga olinadi.

2.5-rasmda magniy oksidi asosida ishlab chiqarilgan keramik materialning mikrostrukturasi keltirilgan. a, v, d – rasmlardagi struktura travit qilinmagan va 10 sek davomida - b, 20 sek davomida – g va 60 sek davomida travitqilingan – e, hamda MgO·Al₂O₃asosli keramikaning mikrostrukturasi travit qilinmagan – j va travit qilingan - z. mikrostruktura tasvirlangan.



2.5-rasm. Oksid magniy asosli keramik materialning mikrostrukturasi¹³

Nazorat savollari:

1. Alyuminiy oksidli asbobsozlik materiallarining kimyoviy xossalari qanday?
2. Asbobsozlik materialning ishchi yuzalariga turli ekspluatatsionn sharoitlarda katta bosim ta'sir etsa qanday o'zgarish sodir bo'ladi?
3. Alyuminiy oksidi asosli materiallarni sanab o'ting.

¹³E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (278 p.p.)

3-amaliy mashg'ulot:Kukun metallurgiyasi usulida uglerod asosli materiallar ishlab chiqarish.

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 ushlab 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.¹⁴

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.

¹⁴E.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 xossalaridan biri u materialda mustahkam karkashosil qilib materialning skeletini hosil qiladi. Bunda uning donachalar o'lchami ishlab chiqarilayotgan materialning mexanik xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi, koks kukuning zarracha donachalar qancha kichik bo'lsa, uglerod-grafit materialining mexanik xossalari shuncha yuqori bo'ladi.

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

Neft koksini tayyorlash. Kukun metallurgiyasi korxonalarida uglerod-grafitli materiallarni ishlab chiqarish uchun standartga javob beruvchi neft koksi ishlatiladi. 3.1- jadvalda GOST 3278-48 bo'iicha koksga texnik talablar ko'rsatilgan.¹⁵

3.1-jadval

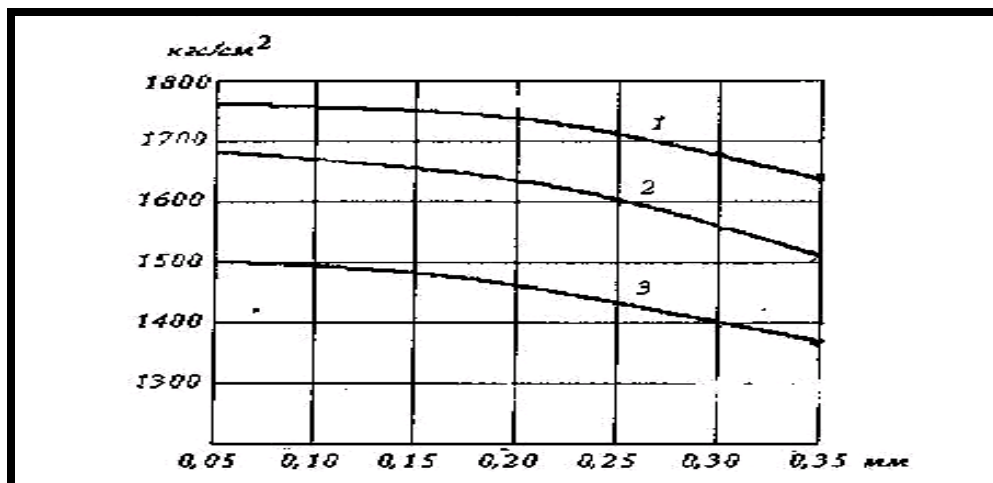
GOST 3278-48 bo'iicha koksga texnik talablar

T/r	Ko'rsatgichlar	Elektrod uchun	Elektrod sho'tka uchun	Antifrikstion materiallar uchun
1	Namligi, %	3,0	3,0	3,0
2	Kulliyli, %	0,3	0,8	0,5
3	Oltinugurt 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. Quritilgan neft koksini kukun zarracha o'lchamlari kerakli o'lchamga keltirish uchun maxsus tegirmonlarda maydalanadi va maydalangan koks kukunlari elakdan o'tkazib, frakstiyalarga ajratib quyiladi. 3.1-rasmda neft koks kukun zarracha o'lchamining uglerod-grafit materialning siqilishdagi mustahkamligiga ta'sir qilish diagrammasi keltirilgan, bunda presslash bosim

¹⁵E.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.



3.1-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.

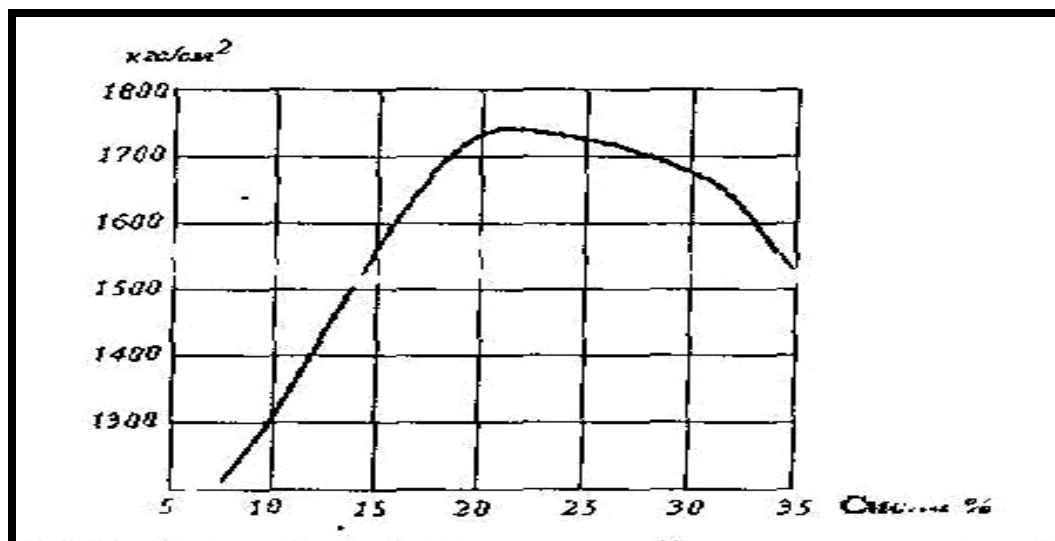
Neft koksini korxonada sharoitida kukun zarrachasini 0,05 mm o'lchamgacha maydalash mumkin, bundan tashqari unda oz bo'lsada 0,05 mm dan katta o'lchamga ega bo'lgan kukunlar bo'ladi.

2. Grafit kukunini tayyorlash. Grafit kukuni antifrikstion materiallarga asosan ishqalanish koeffitsientini 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 koeffitsientini pasaytiradi.

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

3. Toshko'mir smolasini tayyorlash. Toshko'mir smolasi, toshko'mirni havosiz muhitda qizdirib haydash natijasida olingan xomashyo bo'lib, uning suyuqlanish temperaturasi smolaning kelib chiqishiga qarab har-xil bo'lishi mumkin. Kukun metallurgiyasida asosan past va o'rta haroratlarda suyuqlanadigan toshko'mir smolalari ishlatiladi.

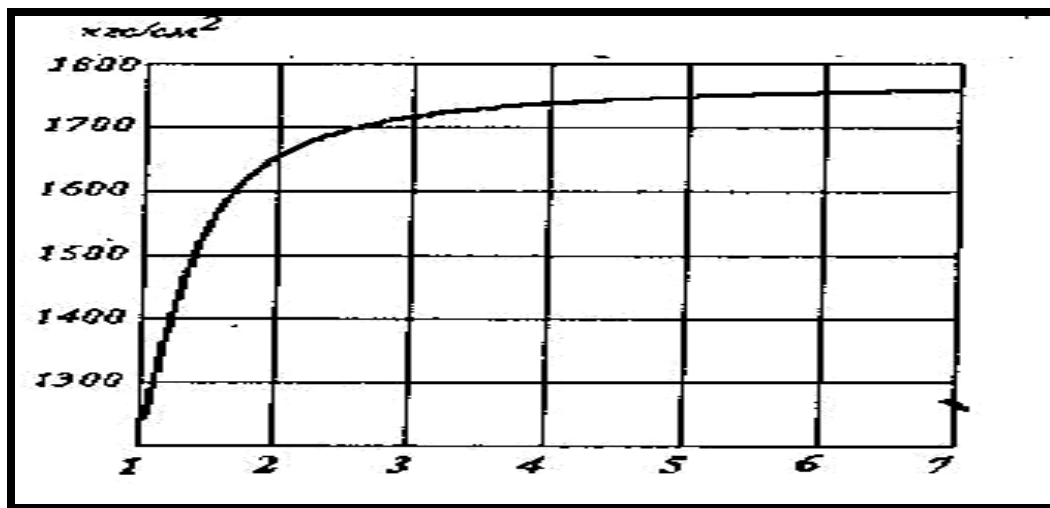


3.2-rasm. Toshko'mir smolasining uglerod-grafit materialning cho'zilishdagi mustahkamligiga ta'siri

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



3.3-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.¹⁶

8. Pressslash. Kukun metallurgiyasida ishlab chiqariladigan materiallarga pressslash yo'li bilan shakl beriladi, bunda pressslash bir nechta usullarda amalga oshirilishi mumkin, ulardan eng oddiyi 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.

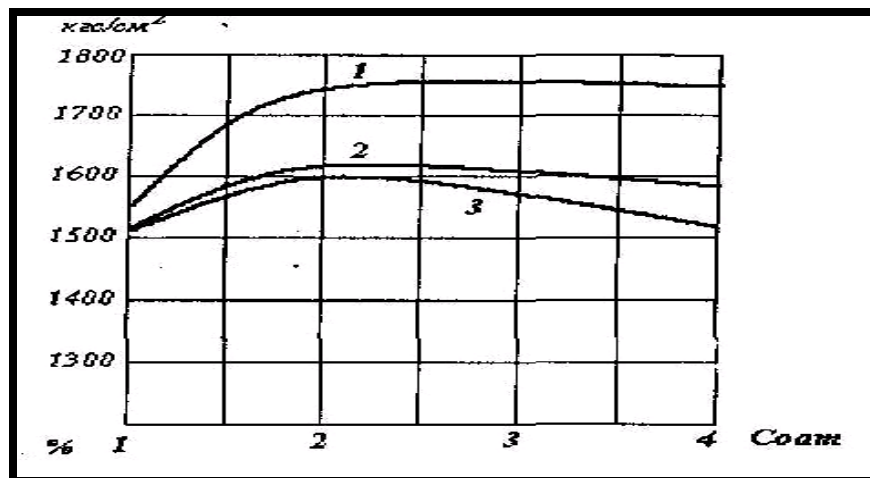
Antifrikstion materiallarni ishlab chiqarishda oddiy pressslash amalga oshiriladi, bunda uning bosimi 5-7 t/sm² qilib belgilanadi va presss-qoliplar shu bosimga uzoq, muddat bardosh beruvchi qilib yasaladi.

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

¹⁶E.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. 3.4-rasmda uglerod-grafitli antifrikstion materiallarni pishirish temperatura va pishirish vaqtining davomining uglerod-grafit materialining siqilishdagi mustahkamdigiga ta'siri ko'rsatilgan.



3.4-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 silliqlanadi;

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

5. Namunaning yaltirilgan yuzasi metallografik МИМ-7 yoki ММУ-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 tartibi¹⁷

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.¹⁸

Nazorat savollari:

1. Qanday yuklanish natijasida toliqish oqibatidagi sinish paydo boladi?
2. Fazalarni qayta kristallanishi 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?

¹⁷E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (370 p.p.)

¹⁸E.Machlin, An Introduction to Aspects of Thermodynamics and Kinetics Relevant to Materials Science, 3rd Edition, Elsevier Science 2007 (345-365 p.p.)

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).

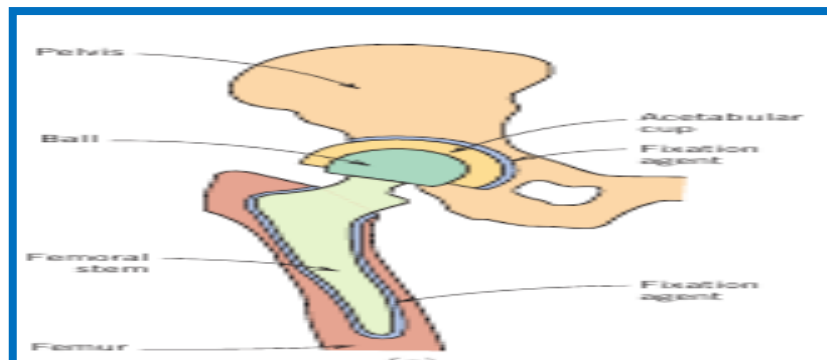
1-KEYS: Toz suyagining sunʼiy endoprotezi inson tanasiga joylashtirildi. Lekin, endoprotez joylashtirilgandan keyin toz suyagi atrofida kuchli ogʻriq kuzatildi, bemorning ahvoli ogʻirlasha boshladi. Qayta operatsiya qilish orqali toz suyagining sunʼiy endoprotezi olib tashlandi va uni ishlab chiqishda 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 aiqlang 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.



3-Rasm. Toz suyagining sun'iy endoprotezi

1-jadval

Insonlarning uzun suyaklarining parallel hamda perpendikulyar o'q bo'yicha mexanik xossalarining 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%	-



4-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'lqop 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

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 ₂ and Fe ₃), 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 bilansiljimagan soxasi orasidagi chegara	A linear crystalline defect around which there is atomic misalignment. Plastic deformation corresponds to the motion of dislocations in response to an applied shear stress. Edge, screw, and mixed dislocations are possible.
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 legirovchi 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	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.

X. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Maxsus adabiyotlar

1. Inagaki & Kang, Materials Science and Engineering of Carbon: Fundamentals, 2nd Edition, Elsevier 2014.
2. Callister William D. , Materials science and engineering, Wiley and Sons UK, 2015.
3. T Fischer, Materials Science for Engineering Students, 1st Edition, Elsevier 2008.
4. Mirboboyev V.A. Konstruktion materillar texnologiyasi, Darslik. -T.: O'qituvchi, 2004y.
5. S.D. Nurmurodov, A.X. Rasulov, Q.G'. Baxodirov. Materialshunoslik va konstruktion materiallar texnologiyasi. Darslik.-T.: Fan va texnologiya, nashriyoti 2015y. 238 b.
6. S.D. Nurmurodov, A.X. Rasulov, Q.G'. Baxodirov. Konstruktion materiallar texnologiyasi. Darslik.-T.: Fan va texnologiya, nashriyoti 2015y. 270 b.
7. Ziyamuxamedova U.A., Nurmurodov S.D., Rasulov A.X. Metallshunoslik. Darslik. – Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2018. 250 bet.
8. Fetisov G.P. i dr. Materialovedeniye i texnologiya metallov. GUP – M.: «Visshaya shkola», 2001. - 640 s
9. Kolesov S.N. i dr. Materialovedeniye i texnologiya konstruksionnix materialov. M.: Vissh shkola., 2004. – 519 s.
10. Umarov E. A. Materialshunoslik, Darslik. – T.: Cho'lpon nomidagi NMII, 2014y.
11. Norxudjayev F. R. Materialshunoslik, Darslik.-T.: Fan va texnologiya, 2014y.
12. I. Nosir Materialshunoslik, Darslik. – T.: O'zbekiston, 2002y.
13. Rasulov A.X. va boshqalar. "Materialshunoslik va konstruktion materiallar texnologiyasi" UMK. T: 2020y.

Internet saytlari

14. <http://www.Ziyonet.uz>
15. <http://www.Ref.uz>
16. <http://www.TDTU.uz>
17. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
18. www.lex.uz O'zbekiston Respublikasi Qonunhujjatlarima'lumotlarimilliyb azasi.
19. www.satbask.ru– nauchniye stati i uchebniye materialli.