

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI**

**OLIY TA’LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI**

**“KIMYOVIY TEXNOLOGIYA”**

**kafedrası**

**MATERIALSHUNOSLIK**

**FANIDAN**

# **O‘QUV-USLUBIY MAJMUA**

|                               |                 |                                             |
|-------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|
| <b>Bilim sohasi:</b>          | <b>700 000</b>  | <b>– Ishlab chiqarish texnik soha</b>       |
| <b>Ta’lim sohasi:</b>         | <b>720 000</b>  | <b>–Ishlab chiqarishlar texnologiyasi</b>   |
| <b>Ta’lim<br/>yo‘nalishi:</b> | <b>60710100</b> | <b>-Kimyoviy texnologiya (elektrokimyo)</b> |

**JIZZAX – 2025**

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Jizzax politexnika instituti Kengashining 2025-yil "25" iyundagi 1-sonli bayoni bilan tasdiqlangan fan dasturi asosida tayyorlandi.

Ushbu ma'ruzalar kursi "Materialshunoslik" faniga bag'ishlangan bo'lib, unda talabalarga kimyo va boshqa barcha turdosh sanoatlardagi barcha texnologik jarayon va qurilmalarni turlarini va asoslarini o'rgatishdir. "Materialshunoslik" fanini o'rganishning nazariy asoslarini chuqurlashtirib, jarayon va qurilmalarni o'rganishga ijodiy yondoshish imkoniyatini beradi. Undan tashqari, bu fanda kimyo texnologiyasining qurilmalarini hisobida gidromexanik, issiqlik, modda almashinish va mexanik jarayonlari hamda kimyoviy reaksiyalarning qonuniyatlarini kimyoviy qurilmalarini hisobida to'g'ri qo'llashni o'rgatish uchun maruza mashg'ulotlarini tashkil etish uchun mo'ljallangan.

### **Tuzuvchi:**

A.Mamatkulov – JizPI, "Kimyoviy texnologiya" kafedrası dotsenti v.b

### **Taqrizchilar:**

N.Tangyarikov – JizPI, "Kimyoviy texnologiya" kafedrası professori

Xudanov U – JDPU "Kimyo" kafedrası dotsenti, k.f.n.

## MUNDARIJA

|            |                                       |  |
|------------|---------------------------------------|--|
| <b>I</b>   | <b>O'QUV MATERIALLAR</b>              |  |
| <b>1</b>   | MA'RUZA MAVZULARI                     |  |
| <b>2</b>   | LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI           |  |
| <b>3</b>   | AMALIY MASHG'ULOT                     |  |
| <b>4</b>   | <b>MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI</b> |  |
| <b>II</b>  | <b>GLOSSARIY</b>                      |  |
| <b>III</b> | <b>ILOVALAR</b>                       |  |
| <b>1</b>   | FAN DASTURI                           |  |
| <b>2</b>   | TARQATMA MATERIALLAR                  |  |
| <b>3</b>   | TESTLAR                               |  |
| <b>4</b>   | ADABIYOTLAR                           |  |

## 1 - MA'RUZA

### Mavzu: Materialshunoslik asoslari.

#### Raja:

1. Material haqida tushuncha.
2. materialshunoslik fanining mazmuni, maqsad va vazifalari.

Materialshunoslik fan sifatida juda kup yirik dunyo olimlarining ilmiy izlanishlari mahsuli sifatida shakllandi. Fanning taraqqiyoti mavjud materiallarning xossalarni takomillashtirishdangina iborat bo'lmay, balki talablardan kelib chiqadigan butunlay yangi konstruksion materiallarni yaratish bilan bog'liqdir. Shuning uchun fanning asosiy maqsadi — faqat tarkib, tuzilish va xossalarni o'rganib qolmay, balki har bir sinfdagi materiallarning mavjud buyum (konstruktsiya) lardagi holatini kuzatish orqali tuzilish (struktura) va xossalarni birgalikda bog'likligini o'rganishdan iborat.

Materialshunoslik taraqqiyoti muxim muxandislik fani sifatida fizika, kimyo, mexanika ilmlarining rivojiga asoslanadi. Shuning uchun unda qurilayotgan masalalarni tushuntirishda termodinamika asoslari, kristallografiya, qattiq jismlarning atom-kristall tuzilishi, tuzilishdagi nuklonlar nazariyasi, materiallarning deformatsiyasi va emirilishning fizik asoslari kabi fundamental ilmlardan keng foydalaniladi.

### Materialshunoslik fani

Materialning texnikaga yaroqliligi uning tuzilishiga bog'liqdir. Materialning tuzilishi deganda, uning bir butunligini ta'minlovi, ya'ni tashqi va ichki ta'sirlarga faol qarshilik kursatuvchi ichki bog'lanishlar tushuniladi. Ana shu ichki boglanishlarga muvofiq materialning xossalari xam uzgarishi mumkin. Demak materiallarning xossalari ularni bir-biri bilan solishtirgandagina ajratish mumkin bo'lgan falsafiy tushunchadir. Bu tushuncha miqdor va sifat uzgarishlarni uz ichiga oladi.

Materialning tarkibi, tuzilishi xamda xossalari o'rtasidagi amaliy bog'lanishlarni urganadigan fan **materialshunoslik deb ataladi**. Materialning tarkibi deganda shu materialning qanday kimyoviy elementlardan tuzilganligi tushuniladi. Kundalik turmushimizda qo'llaniladigan materiallarning aksariyati birgina kimyoviy elementdan iborat bo'lmay, ko'p elementlarning majmui yoki birikmasidan iborat. Materialning tuzilishi tushunchasi ancha keng ma'nodagi tushuncha bulib, ko'z yoki oddiy lupa bilan kurib buladigan makrotuzilish, maxsus (500 — 2000 marta katta qilib kursatadigan) optik asboblar — metallomikroskoplar yordamida



urganiladigan mikrostruktura hamda 100 000 marta katta qilib kursatadigan elektron mikroskoplarda yoki rentgen nurlari ta'sir ettirish bilan kuzatiladigan supmikroskopik strukturalarni o'z ichiga oladi. Materialning xossalari deganda, uning kimyoviy, fizik va mexanik xossalari tushuniladi.

Ilgari material qanday ko'rinishda bo'lsa, odamlar uni shundayligicha ishlatganlar. U vaqtda ular hali materialning tuzilishi haqidagi tushunchaga ega emas edilar. Keyinchalik material xossasi bilan uning ichki tuzilishi urtasidagi bog'lanishni o'rganishga o'tildi. Shundan keyingina buyumlarning ishlatilish sharoitiga qarab materiallar xossalarini boshqarish imkoniyatiga ega bulindi. Materialning xossalari xamda undan tayyorlangan buyumlarning ishlatilish sharoitini bilgan holda uning chidamliligi va uzoq muddat ishlay olishini oldindan hisoblab aniqlash mumkin bo'ladi.

Kimyo, fizika, mexanika kabi fanlarning muvaffaqiyati natijasida materiallarning ichki tuzilishlari Urganila boshlandi. Materialshunoslik fanining keyingi taraqqiyoti ham shu fanlarning erishgan yutuqlariga bog'liqdir. Keyingi yillarda fan-texnika taraqqiyoti natijasida yangidan-yangi materiallar yaratilmoqda, ishlab chiqarishning yanada samarali usullari kashf etilmoqda. Ikkinchi tomondan, materialshunoslik fanining muvaffaqiyati strukturani yaxshilash, buyumlarning konstruksiyalarini yasashda materiallarni qayta ishlashning samarali usullarini kashf etish hamda uni ta'komillashtirishdadir. Xomashyoni qayta ishlab, uning holati, turi yoki shaklini uzgartirish hamda material, yarim fabrikat yoki buyum yasash jarayonlari texnologik jarayon deb ataladi. Buyumlarning mo'ljallangan muddatda muvaffaqiyatli ishlay olishi ana shu texnologik jarayonning qanchalik to'g'ri va samarali bajarilishiga, materialning turri tanlanishiga bog'liqdir. Materialshunoslik fani mashina va mexanizmlarni inson manfaati uchun ishlatishda material xossalarini boshqarishning ilmiy-nazariy asosini tashkil qiladi.

Ishlab chiqarishning hajmi ortib borgan sari atrof-muhitning ifloslanib zaharlanishi materiallarning ishlash sharoitlarini og'irlashtirib bormoqda, unga quyiladigan talablar ham ortib bormoqda. Tabiat mahsulotlarini kuproq inson manfaatiga buysundirish, atrof-muhitni muhofaza qilishda ilmiy asoslarga tayanish, hosil bo'layotgan ikkilamchi xomashyoni zararsizlantiribgina qolmay, balki ulardan yangi material va buyumlar ishlab chiqarish lozim. Chiqindisiz to'liq texnologik jarayonni topish va uni amalga oshirish endilikda ham iqtisodiy, ham ijtimoiy ahamiyatga ega.

## **Materialshunoslik fanining rivojlanish tarixidan qisqacha ma'lumot**

Taraqqiyotning dastlabki tosh, bronza va nihoyat, temir davrlarida har bir davrning uziga xos materiallari paydo bo'lib, davr mezonini belgilagan. Insonlar dastavval tosh va suyak materiallarni makon va kurol uchun ishlatganlar, toshni kayta ishlab kurol yasaganlar. Bu kurollarni avval ov uchun ishlatgan bulsalar, keyinchalik toshdan erni kayta ishlaydigan kurollar, ya'ni ishlab chikarish vositalarini yasaganlar. Natijada asta-sekin yogochni, terini va kum-tuproqni (loyni) qayta ishlash — sopol sanoati yaratila bordi. Sopol sanoatining taraqqiyoti borgan sari kasb buyumlarini ishlab chiqarishga imkon yaratdi. Bronza davriga kelib, tosh kurollarning ahamiyati yuqola boshladi va metallurgiya sanoati vujudga kela boshladi. Metall kotishmalarning tarkibini o'zgartirish orqali uning xossalarini boshqarish mumkinligi ma'lum buldi va bu jarayon amaliyotda ko'llanila bordi. Temir davrida materiallarni ishlab chikarishdagi yutuqiar uzoq yillar davomida jamiyatning ishlab chikarish kuchlari darajasini belgiladi. Osiyoda, Urta er dengizi atrofida, Xitoy xududida ilk bor metallarni qayta ishlaydigan korxonalar vujudga keldi.

Suv va xavodan foydalanish materialshunoslik sanoatida yangi taraqqiyotni ochdi. Temir eritib tozalashda puflash uchun havodan foydalanish esa suyuqiantirilgan metallar haroratini oshirish imkonini berdi. Natijada metall kushimchalardan tula tozalanib, uning sifati yaxshilandi. Metall ishlab chiqrishda pista kumir urniga kokslanadigan kumirdan foydalanish esa davr talabi — ishlab chiqarishni rivojlantirish natijasida vujudga keldi. Kokslash texnologiyasining kashf etilishi metallurgiya sanoatini jadal rivojlantirdi.

Pulat olishning yangi-yangi usullari kashf etildi. Angliyada avval G. Bessemer (1856), sungra S. Tomas (1878), Frantsiyada esa P. Marten (1864) kabi ixtirochilar pulat olishning yangi usullarini kashf etishdi.

XVIII asr oxiri XIX asr boshlariga kelib mashinasozlik sanoati yuksak rivojlandi, bu esa metallarni kuplab ishlab chikarishni talab qidardi. Materiallarni ishlab chiqarish darajasini oshirish bu sohadagi oldingi amaliy yutuqiarni umumiyashtirish hamda bu soha uchun yangi ilmiy asoslar yaratishni takrzo qildi. Natijada XIX asrga kelib, materialshunoslik mashinasozliqiagi maxsus fanga aylandi. Materialshunoslikning fan sifatida takomillashishiga iste'dodli rus olimi va ixtirochisi D. Q CHernovning (1839-1921) fazalar uzgarishi haqidagi nazariyasi juda katta turtki buldi. Bu fanning rivojlanishiga yana A. Ledeburning (nemis olimi) metallar strukturasi tushunchasi, ingliz fiziklari F. Laves hamda V. YUm-Rozerining yangi tipdagi fazalarni kashf etishi xam katta adamiyat kasb etdi. Metallshunoslik fanining shu davrdagi taraqqiyotiga tadqiqotning yangi (instrumental) usullarining kashf etilishi ham ta'sir qildi, masalan, rentgen nurlarining

kristall tuzilishini urganishga kullanilishi hamda metall tuzilishining metallomikroskop (metallografiya) usullari kashf etildi. Ko'p izlanishlar natijasida kristallanish hamda jismlardagi ko'p jinsli (geterogen) muvozanat nazariyalari yaratildi.

Ichki yonuv dvigatellarining kashf etilishi, shuningdek avtomobil sanoati, temir yul transporta hamda havo flotining tarakkiyoti materiallar xossalarini yaxshilash, uni kbayta ishlash sanoatini takomillashtirishni taqozo etdi. Natijada takomillashgan domna pechlar, pulat eritiladigan marten pechlari barpo etildi, sanoat miqyosida prokatlangan yarim fabrikat hamda materiallar ko'plab ishlab chiqara boshlandi. Po'latlarni payvandlash mumkin ekanligini N. N. Benardos va N. G. Slavyanov ilmiy asosda isbotlab berdi. Ikki elektrod urtasida yoy hosil qilish kashfiyoti endiliqia odamlar manfaati uchun ishlatila boshlandi.

Rus olimi A. M. Butlerov 1881 yili olamshumul kash- fiyot — jismlarning kimyoviy tuzilish nazariyasini kashf etdi. Keyinchalik Butlerovning bu nazariyasi asosida kuyi molekulali organik kimyoviy moddalardan polimerlar olish mumkinligi isbotlandi. 1909 yilda S. V. Lebedev xossalari jihatidan tabiiy kauchukka uxshash sun'iy kauchukni sintez qilib oldi. Xozirgi vaqtda texnikani sun'iy kauchuksiz tasavvur qilishimiz qiyin. SHunday qilib, mashinasozliqia ishlatiladigan metall materiallar hukmdorligi tugadi, ular bilan birga sun'iy materiallar ham ishlatila boshlandi.

XX asrning 40-yillariga kelib, ilmiy texnika jadal rivojlandi, natijada materialshunoslik fani katta yutuqarga erishdi, bu davrda bir tsator materiallar kashf etildi. YUkrri utkazuvchanlikka ega bulgan yangi materiallar, yarim utkazgichlar, sun'iy olmos xamda uglerod asosidagi boshqa materiallar kashf kilindi.

Domna pechlarida sodir bulayotgan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari natijalarini tuliq xisobga olishning kashf etilishi bilan materiallarning tuzilishi va texnologik jarayon haqidagi bilim yanada boyidi. Bu esa materialshunoslik sanoatining yanada rivojlanishiga sabab bo'ldi. Ilg'or mamlakatlarning metallurgiya sanoatlarida suyuq metallni tuxtovsiz kuyish texnologiyasi, po'lat ishlab chiqarishning kislorodli konverter usuli amalda ko'llanila boshlandi. Turli ferroqotishmalarni olish, po'lat eritishning elektrometallurgiya usullaridan foydalanish po'lat sifatinigina oshirib qolmay, balki juda ko'p turdagi legirlangan pulatlarni olish imkonini tug'dirdi. Materiallar mustahkamligini oshirishning yangi usullari kashf qilindi. Termik ishlov ta'sirida plastik deformatsiyalanish, ya'ni termomexanik ishlov usuli, korroziyabardosh, olovbardosh xamda maxsus magnit xossalariga ega bulgan, hattoki avvalgi ma'lum geometrik formalarini "esida" saqlab qola ola- digan qotishmalar kashf etildi. P. A. Rebinder (1898— 1972) tomonidan kashf qilingan, yuza faol (aktiv)ligini oshiruvchi moddalarning qatgig

yuzaga molekulyar ta'sir etish mexanizmi esa yangi jadallashgan (intensiv) texnologiyalarni yaratishga asos soldi.

Yangi turdagi polimerlarni sintez qilish bilan bir qatorda, ularni qiyta ishlash texnologiyasi ham takomillashib bordi. Ayniqsa, polimer materiallarning issiqlikka chidamliligini oshirish, xossalari barqarorlashtirish ustida katta ishlar olib borildi. Natijada issiqlikdash polimerlarni sintez qilish texnologiyasi, polimerlarni ham metall materiallarga uxshash modifikatsiyalash usuli yaratildi.

Xozirgi ilmiy-texnika taraqqiyoti puxta va engil materiallarni ishlab chiqarishni takraro etadi. SHuning uchun materialshunoslik fani oldiga kuyilgan yangi va- zifa turli tashkil etuvchi (komponent)lardan iborat bulgan kompozitsion materiallarni ishlab chiqirishning ilmiy asoslarini yaratishdan iborat. CHunki mashina mexanizmlarining yangi konstruktsiyalari oldiga ularda kullangan materialning solishtirma ogirligini kamaytirish, tezlikni oshirish, ishlab chikarish jarayoni- ning ekologik tozaligini ta'minlash, konstruktsiyaning ishlash muddatini oshirish kabi talablar kuyilmoqia.

Ishqilanish juftlari mashina va mexanizmlarning juda muhim qismi bulib, ularning ishlash sifati va muddatini belgilaydi. Shu sababli materialning ishqilalanib emirilishini kamaytirish muxim vazifadir. Keyingi paytda shu muammo ustida ikki yunalishda ish olib borilmoqia. Birinchi yunalish ishqalanish koefitsienti kichik va eyilishga chidamli yangi kompozitsion materiallar va konstruktsiyalarni yaratish bulsa, ikkinchi yunalish ishqalanish juftlarining ishlash jarayonida yuzalarda sodir buladigan murakkab fizik-kimyoviy jarayonlarni ilmiy asosda chukur urganishdir.

1956 yilda ishqalanish juftlarining yuzalarida modda molekulalarining tanlab saralanishi natijasida ishqalanish juftlaridagi emirilishning yuqolish imkoniyatini tugdiradigan kashfiyot qilindi. Biroz keyinroq esa materiallarni vakuumda radiatsiya ta'sirida bombardimon qiyalish natijasida uning ishqalanish koefitsientini eng past darajada bulishiga olib keladigan kashfiyotlar xam kilindi. Bunday kashfiyotlar, umuman olganda, mashina va mexanizmlarning emirilishi natijasida kuriladigan juda katta zararining oldini olish imkoniyatini beradi.

Kosmos materialshunosligidagi muxim masalalardan biri kosmos sharoitida materiallar xossalari barqarorligini ta'minlashdan iboratdir. Materialshunosliqia paydo bulgan yangi yunalishlardan biri kosmos materialshunosligidir. Bu yunalishga birinchi bulib, rus olimlari S. P. Korolyov (1906—1966) xamda A. T. Tumanov (1909— 1976) lar asos solishdi.

SHunday qilib, materialshunoslik fani uz tarixiga ega buldi, nisbatan qisqa vaqt ichida juda kup turdagi materiallar bunyod etildi, eng muximi, mashinasozlikning ajralmas qismi bulgan materialshunoslik dasturi vujudga keldi.

## **Materialshunosliqdagi muammolar**

Ma'lumki, xar vaqt yangi texnika namunasini yaratish uchun ishlatiladigan materiallar ilm-fanning eng oxirgi yutuqlariga asoslanib tanlanadi, ya'ni eng yangi materiallar ishlatiladi. Yangi yaratilgan mashinalar, albatta yuqori ishchi bosimda ishlatilishi, katta tezliklarga ega bulishi xamda yuqori xaroratlarga chiday olishi keraq Bu kursatkichlar eski namuna kursatkichlari bilan solish- tirilib, mashinaning solishtirma kuvvati belgilanadi. Demaq bu kursatkichlarning yuqori darajada bulishi materialshunoslik fanining yutug'idir.

Xozirgi zamon mashinalari materiallarni birinchi navbatda yuhori mustahkamlikka ega bulishini takozo qiladi. XX asrning oxiriga kelib materiallarning mustahkamligi kariyb 8...10 barobar ortdi. Xozirgi kundagi eng mustahkam materiallarning emirilishi uchun  $10^3$  MPa zurihish (kuchlanish) kerak buladi. Ba'zi laboratoriya ishlarida tsullaniladigan monokristallar- ning emirilishi uchun, hattoki  $10^1$  MPa kuchlanish ta- lab etiladi. Xozirgi zamon fani oldidagi muammolar- dan bmri amalda ishlatilayotgan yukori mustahkamlikka ega bulgan materiallarning puxtaligini yanada oshirish, iqtisodiy jihatdan ularningtannarxini kamaytirish- dan iborat.

Xaddan tashkari qattiq materiallar — borid, karbid, sun'iy olmoslarni ishlab chiqarish va ularni kullash sanoatning imkoniyatiga va texnik jihatdan takomillashganiga borliq buladi. Bunday materiallar juda kat- tiq bulishi bilan bir katorda, murt bulganliklari sa- babli. ularni kayta ishlash birmuncha qiyinchilik to'g'diradi. SHuning uchun bunday materiallarni sanoat miqyosida qayta ishlash hamda qayta ishlashning texnologik jihatdan takomillashgan va samarali usullarini topish muammosi ham bor.

Materialning samaradorligi mashinasozliqia massa ulchov birligiga turri keladigan mashinaning kuvvati yoki uning unumdorligi bilan belgilanadi. Demaq mashinasozlikka kuyilayotgan yangi talab mashina va mexanizmlarning kuvvatini, unumdorligini oshirish hamda ular uchun ishlatiladigan materiallarning puxta va engil bulishiga erishishdir. Masalan, keyingi paytda olingan magniy hamda litiy kotishmalari ana shunday talablarga javob beradi. Bunday materiallardan yaratilgan bir xil massali konstruktsiyalarning deformatsiyaga qarshiligi pulat yoki titandan yasalgan konstruktsiyalarning karshiligidan ustun turadi. Gaz bilan tuyintirilgan ba'zi materiallar hozirgi zamon texnikasi bulmish aviatsiya va kosmik kemalarda juda kul kelmoqda. SHuning uchun aviatsiya va kosmik texnika uchun bunday materiallarni etkazib berish muhim muommolardan biridir.

---

Texnikada ba'zi materiallar oldingi geometrik shaklini "eslab qolish" samaradorligiga ega. Masalan, plastik deformatsiya natijasida o'z shaklini o'zgartirgan konstruktsiya vaqt o'tishi bilan qizdirilsa, yana oldingi shakliga qaytadi. Metallarning bunday xossalari tibbiyotning jarrohlik sohasida, ayniqsa kosmik kemalarda juda muhim ahamiyatga ega. Masalan, titan asosidagi qotishmalardan quyosh nuri ta'sirida ishlaydigan kosmik antennalar tayyorlanadi. Metall qotishmalarning ilgari ma'lum bo'lmagan xossalarini kashf etish texnika muammolaridan biridir.

Reaktiv dvigatellarning borgan sari ko'p qo'llanilishi materialshunoslik fani oldiga katta kuchlanish va yuqori haroratga chiday oladigan materiallarni yaratish muammosini qo'ymoqda. Lekin shunday materiallar yaratishning qo'llanib kelinayotgan usuli, ya'ni temir, nikel, alyuminiy va boshqa metallar asrsidagi qotishmalarni hosil qilish imkoniyatlari chegaralanib qoldi, chunki dvigatel detallarining ishlash sharoitlari ana shu elementlarning suyuqlanish haroratiga yaqinlashib qoldi. Masalan, ko'pincha po'latning ishlash harorati  $750\text{--}800^{\circ}\text{S}$ , nikel qotishmalarniki esa  $1100^{\circ}\text{S}$  dan oshmaydi. YAqin vaqglargacha metallarning yuqori haroratga nisbatan kam mustahkamligi yangi dvigatel konstruktsiyalarini yaratishga to'sqinlik qilib kelardi, chunki konstruktsiya materialining ishlay olishi turbinadagi gaz haroratiga bog'liq. Bu muammoning hal etilishi material strukturasidagi donachalarning mayda bo'lishiga bog'liq. Chunki strukturadagi donachalar (kristalitlar) juda mayda va shakli ixcham bo'lgan materialning mustahkamligi 1,5 barobar katta bo'lishi mumkin. Masalan, metallarning kristallanish jarayonini katta tezlikda olib borish orqali o'lchami bug'doy yoki shar shakliga yaqin mikrotuzilishli donacha (granula) olinadi. Bu materiallar yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi.

Ichki yonuv dvigatellarining quvvatini oshirish ishchi haroratining oshishiga olib keladi. Ishchi xaroratini oshirish esa konstruktsiya materialining yuqori xaroratga chidamlshshgiga botiq. Shuning uchun ichki yonuv dvigatellarida sopoldan foydalanish muammosi paydo bulmoqda. Ammo muammo materialning yuqori xaroratda ishlan olishida ham emas. Texnikada shunday jabxalar xam borki, texnologik jarayon juda past xaroratda boradi. Materiallar esa pasg xaroratda juda murt buladi. Masalan, kriogen texnikada jarayon —  $150^{\circ}\text{S}$  dan past xaroratda boradi. Shuning uchun gazlar, masalan, kislorod va azotni ajratib olish xamda ularni suyuq fazaga keltirish kabi jarayonlarda benuqson va uzoq muddatlarda ishlay oladigan materiallarni yaratish xam muammodir. Energetikada o'ta utkazuvchan solenoidlar, elektr mashinalarning uramlari elektr utkazuvchan materiallardan tayyorlanadi. Bunday materiallarni yaratish energetika sanoati va yarim o'tkazgich materiallar tarakkiyotiga bog'liq. Bu soxaning kelajaqia yaratiladigan

materiallaridan uta utkazuvchan transformatorlar, elektr tarmoqlari va termoyadro reaksiyalaridagi yorug'lik dastasini (plazmani) ushlab qola oladigan kuchli magnitlar tayyorlanadi.

Texnikada toza metallardan kura uning murakkab qotish malari muxim ahamiyatga ega. Shuning uchun "texnik toza" yoki "kimyoviy toza" metallar kuproq maxsus izlanishlar- ni olib borish maqsadida laboratoriyalarda ishlatiladi. Lekin keyingi paytda texnikaning ba'zi soxalarida metallarning tozaliligi juda katta ahamiyatga ega bulib qoldi. Masalan, kimyoviy tozalikka ega bulgan temir yoki rux elementlarning korroziyaga chidamliligi yuqori ekan- ligi muxim texnik ahamiyatga ega. Keyingi vaqtda atom yoqilg'ining tozaligi talab qilinadigan bo'ldi. Masalan, uran tarkibidagi ko'shilma elementlarning miqdori  $10^{-5}\%$  dan oshmasligi kerak. YArim o'tkazgichlar texnikasida xam materiallarning tozaligiga katta ahamiyat berilmoqia. Elektronika sanoatining ba'zi soxalari va kosmos texnikasida xam materialning tozaligi juda yuqori da- rajada bo'lishi kerak. Ilmiy-texnikaning keyingi taraqqiyotiga qo'yiladigan texnik talablar yana ham ortib boradi. Texnik hamda iqtisodiy talablarning ortib borishi hamda er yuzi va er osti xomashyolarining chegaralanganligi tufayli mustaxkamligi yuqori bo'lgan yangi- yangi materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasini topish va uni uzgartirish vazifasi paydo bo'ladi. Buning uchun birinchi navbatda mavjud materiallarga uzga qo'shimchalarni qo'shish hamda asosiy material elementini u bilan hech qanday bog'lanishda bo'lmagan zo'riqtiruvchi elementlar bilan boyitish, ya'ni kompozitsion materiallarni sintez qilish kabi muxim ahamiyatga ega bo'lgan ishlarni bajarish lozim. Kompozitsion materiallar mashina va mexanizmlarning uzoq ishlashi hamda texnik-ikgisodiy kursatkichlarini oshiribgina qolmay, balki ishlab chiqarish jarayonini xam ta- komillashtirishi mumkin. Ammo kompozitsion materiallarning ko'plab ishlab chiqarilishi muxim muammolarni ham to'g'dirishi mumkin. Masalan, ba'zi kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish inson salomatligiga katta zarar keltiradi, atrof-muxitni zaxarlaydi, ya'ni yangi ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Lekin kompozitsion materiallardan oqilona foydalanib, ulardan eng katta foyda olish materialshunoslik fanining muhim va- zifalaridan biridir.

Materiallarni emirilishdan, ayniqsa korroziya ta'sirida emirilishdan ximoya qilish asosiy muammo bo'lib qolmoqda. Ishlab chiqarishning kengayib borishi nati- jasida atrof-muxitning kimyoviy ta'siri juda ortib ketdi. Emirilgan mashina kismlarini tiklash uchun katta mablag sarf etilmoqia. Materiallarning ishlash jarayonidagi tuzilma (struktura) uzgarishi qonuniyatlari xamda uning oqibatini urganish xossalarning turgunligiga erishish imkoniyatini beradi. Demaq ishlash muddatini anikroq belgilash imkoniyati yaratiladi.

Yuqorida keltirilgan qisqa ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, materialshunoslik fanining yutuqdari bilan bir katorda uning oldida turgan muammolar fan-texnika taraqqiyoti uchun muhim ahamiyatga egadir. Mashinasozlik sanoati tez rivojlanib borayotgan mustaqil O'zbekistan uchun bu juda muhim. Chunki yangi materiallarni izlab topish va ta'mirlashning yangi samarali usullarini yaratish hozirning uzidayoq zarurdir.

### **Xomashyo va material haqida tushuncha**

Inson o'z faoliyatida moddalarni ishlab chiqarish mahsuloti deb qaraydi. Moddalar aslida materiyaning ma'lum bir barqaror massaga ega bo'lgan bo'lagidir. Ana shunday moddiy dunyoni texnikada "ashyo" yoki "material" deb atash qabul qilingan. Demak materiallar mehnat jarayonining mahsuli bo'lib, undan insoniyat uz talablarini qondiradigan buyumlar yasashda foydalanadi. Materiallar ishlab chiqarishda birlamchi vosita hisoblanadi. Material bo'lmasa, sanoat jarayonlari xam bulmaydi. Masalan, mis (material) ishlab chiqarish uchun rudalar (mis rudalari) qazib olinishi keraq Xomashyo materiallarini olish uchun xam mehnat sarflanadi, ya'ni rudalar qazib olinib, qayta ishlash uchun ruda boyitiladigan kombinatlarga yuboriladi sungra boyitilgan rudalardan mis olinadi. Misdan esa turli xil buyumlar ishlab chiqariladi. Mis olishda ruda xomashyo material bo'lsa, buyum ishlab chiqarishda misning uzi xomashyo material xisoblanadi. Mehnat jarayoni shuni kursatadiki, sifat jixatidan barcha xomashyolarni ikki turga bo'lish mumkin. Birlamchi xomashyo yoki birinchi bor materialni hosil qilish uchun ishlatiladigan modda. Lekin ana shu birlamchi materialni hosil qilish uchun xamma vaqt xam tanlangan xomashyo 100 foiz sarflanmaydi, ya'ni uning ma'lum qismi chiqindiga aylanishi mumkin. Ana shu chiqindilar xam boshqa buyumlarni ishlab chiqarish uchun xomashyo, ya'ni ikkilamchi xomashyo bulishi mumkin. Masalan, yog'ochning qayta ishlanishidan chiqqan qirindi (ikkilamchi xomashyo) mebel sanoatida ishlatiladi.

Buyumlar ishlab chiqarish uchun materiallar bilan bir qatorda yarim fabrikatlar ham ishlatilishi mumkin. Yarim fabrikat deganda qayta ishlangan, lekin xali tayyor buyum xoliga keltirilmagan material tushuniladi. Buyum olish uchun materialni, ya'ni yarim fabrikatni qayta ishlash yana davom ettirilishi keraq Demaq bir ishlab chiqarishda tayyorlangan material (mahsulot) boshqa ishlab chiqarish uchun yarim fabrikat hisoblanadi.



## **2- MA'RUZA**

### **Metallarning tuzilishi va ularning xossalari.**

#### **Reja:**

1. Metallarning kristall tuzilishi va kristall panjara xossalari.
2. Kristallardagi nuqsonlar va ularni aniqlash usullari haqida tushunchalar berish.

Moddalarning tarkibi va tuzilishi keng ma'nodagi tushuncha bo'lib, materiallarning xossalari belgilaydi. Materiallarning tarkibi va tuzilishi haqidagi bilim ularni ishlatishda va qayta ishlashda ro'y berayotgan jarayonlarni tushunishga va oqibat natijada materiallarni texnikada qo'llashning ilmiy asoslarini yaratishga olib keladi. Material tarkibining tuzilishi materialda sodir bo'layotgan hodisa va jarayonlarning barqarorligi, ya'ni atom va molekula tuzilishi yoki atomlar orasidagi bog'lanishlarning turi kabi tushunchalarni ham o'z ichiga oladi.

D. I. Mendeleevning elementlar davriy jadvalidagi ko'pchilik elementlar metallardir. Shuning uchun ham materialshunoslik fanida metallarga katga o'rin ajratilgan.

Umuman olganda, metall va metall bo'lmagan elementlar orasidagi printsiptial farqni aniqlash ancha qiyin. Bir elementning bir modifikatsiyasi metall bo'lsa, ikkinchi modifikatsiyasi metall bo'lmasligi mumkin (masalan, oq hamda kulrang qalay). Lekin shuni aytish kerakki, metall birikmalari va qotishmalari ko'pincha kristall tuzilishga ega. Ba'zan metall birikmalari metallmas xossalarga ega bo'lishi mumkin (masalan, MgSn). Metallarning metallmas xossalarga ega bo'lgan elementlar bilan hosil qilgan birikmasi metallmas birikma yoki qotishmani hosil qiladi deyish ham noto'g'ridir. Masalan, metallarning vodorod, uglerod, azot bilan hosil qilgan birikmalari metallik xossalarga egadir.

#### **Metall bog'lanish**

Elementlarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'ladigan metall yoki metall bo'lmagan birikmalarning hosil bo'lishi ularning atomlari orasidagi bog'lanishga bog'liq bo'ladi. Jismlarni bir butun qilib turuvchi kuch ham ana shu atomlar orasidagi bog'lanishning turiga bog'liqdir. Metallarda uchraydigan bog'lanishlar umumlashgan erkin elektronlar hisobiga vujudga keladi.

Metall bog'lanishlarda atomlar bir-biriga yaqinlashganda ularning tashqi qavatidagi elektronlari birgina atomga tegishli bo'lmasdan, balki qo'shni atomlarga ham tegishli bo'lib, qo'shni atomlarning elektronlari bilan birga butun hajm bo'yicha elektron bulutlarini hosil qiladi. Bu holatdagi bog'lanish energiyasi musbat zaryadlangan ion bilan manfiy zaryadlangan elektron buluti orasidagi elektrostatik tortishish kuchi bilan belgilanadi. Bog'lanishning maxsus turi bo'lgan metall

bog'lanish materialning ko'pchilik xossalari vujudga keltiradi (masalan, yuqori elektr o'tkazuvchanlik va issiqlik o'tkazuvchanlik).

Ma'lumki, har qanday jism fazoda eng kam potentsial energiyaga ega bo'lishga harakat qiladi, ya'ni ma'lum sharoit uchun muvozanatga intiladi. SHuningdeq mavjud ma'lum bog'lanishlarning hamma turlari (ion bog'lanish, molekulyar bog'lanish, kovalent va metall bog'lanish)da ham atomlar bir-biriga nisbatan potentsial energiya eng kam bo'lgan masofani egallashga harakat qiladilar.

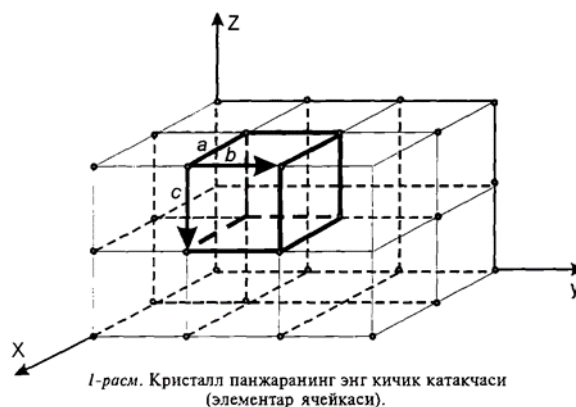
Materialdagi bir xil atomlarning kimyoviy jihatdan farqi bo'lmaganligi uchun ko'p sondagi atomlar potentsial energiya eng kam holatni egallaydi, ya'ni tugunlarida atomlar yotgan kristall panjarani hosil qiladi. Demaq real materiallarning xossalari kristall panjaraning turlariga bog'liq bo'ladi.

### **Metallarning kristall tuzilishi va kristall panjara xossalari**

Materialning kristall tuzilishini oddiy ko'z bilan aniqlasa bo'ladi. Metallardan biror namuna olib, uning yuzasini yaxshilab jilvirlasaq irikdonachalarni ko'rishimiz mumkin. Bu donachalar yorug'lik nurini qaytarish xossasiga ega bo'lsa, qattiqjism kristall tuzilishga ega ekan degan xulosaga kelish mumkin. Lekin har qanday qattiq jism kristall jism bo'lavermaydi.

Qattiq jismdagi zarrachalarning o'zaro ta'sir energiyasi darajasini issiqlik ta'siridagi atomlarning harakat energiyasiga solishtirish mumkin. Ammo bu energiya zarrachalarni parchalash uchun sarf qilinadigan energiyadan ancha kam. SHuning uchun qattiq jismdagi zarrachalarni bir-biriga kuchli ta'sir etuvchi zarrachalar deb qaraladi. Qattiq jismning fizik va mexanik xossalari ana shu zarrachalarning jismda o'zaro fazoviy joylashishiga bog'liq bo'ladi.

Kristall jism deb zarrachalarning jismda fazoviy joylashishining ma'lum bir geometrik tartibiga aytiladi. Odatda bunday joylashish aniq simmetriyaga ega bo'lish bilan bir qatorda ko'p qirrali jismni eslatadi. Aslida ana shu qirralarning kesilgan joyi (jismning uchi) atomlarning joylashish o'rnini ko'rsatadi. Demaq kristallar uchta o'lchamda joylashgan atomlar tartibi bo'lib, muvozanat sharoitida to'g'ri simmetriyaga ega bo'lgan ko'p qirrali jismdir. Kristall jismda zarrachalarning (atom, ion yoki molekula) uch o'lcham bo'yicha doimiy takrorlanishi (qaytarilishi) natijasida kristall panjara (yoki kristall to'r) hosil bo'ladi. Kristall panjarada zarrachalarning o'zaro tortishish va itarilish muvozanati saqlanadi, bunda ichki potentsial energiya ana shu muvozanatni sakdash uchun kerak bo'lgan eng kam qiymatga ega bo'ladi. Zarrachalarning kristall jismdagi bunday joylashish tartibi yuzlab, minglab kristall panjara davri sifatida qaytarilishi mumkin.

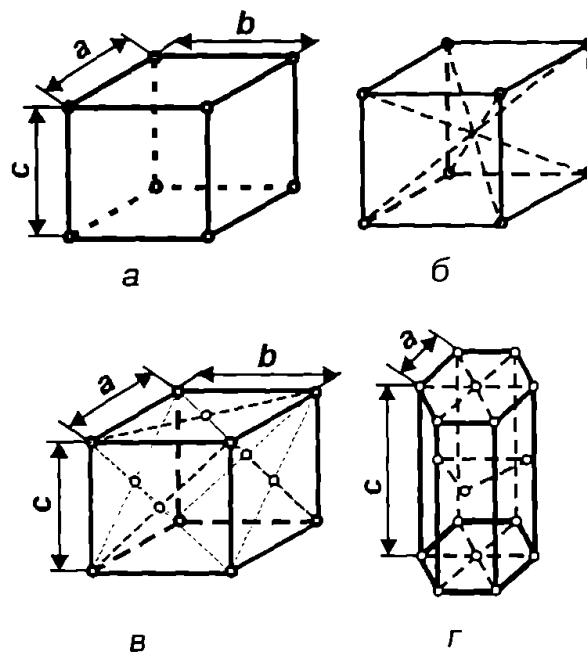


Materiallarning kristall tuzilishi haqidagi tushunchani elementar kristall katak (yacheyka) orqali ifodalash oson. Elementar katak deganda atom kristall tuzilishining eng kichik qismi tushunilib, ana shu katakni uch o'lcham bo'yicha ko'p marta qaytarilishi natijasida jismning fazoviy kristall panjarasi hosil bo'ladi (1-rasm). Elementar kristall panjara qirralari, odatda  $a$ ,  $b$ ,  $c$  bilan belgilanadi va bu ko'rsatkichlar kristall davrini belgilaydi yoki qaytarilish (uzatish) vektori deb ham ataladi. Ana shu elementar katakchani tavsiflash (xarakterlash) uchun yana koordinatsion son, atomlar joylashishining zichlik koef  $f$  itsienti degan gushunchalar ham kiritilgan. Kristall jismlarda kristall panjara turlari atomlarning o'zaro joylashishiga qarab har xil bo'ladi. Kristall katakchani koordinatsion son tushunchasi bilan ifodalanadi. Kristall panjarada eng yaqin bir xil masofada turgan atomlar soniga shu kristall panjara koordinatsion soni deb ataladi. Ba'zi harflar bilan belgilanadi. Masalan, oddiy kub katakning koordinatsion soni 6 ga teng bo'lib,  $K_6$ . markazlashgan kub katakchani  $K_8$ , yoqlari markazlashgan kub katakchani esa  $K_{12}$ , atomlari zich joylashgan geksagonal katakchani  $G_{12}$  va shuningdek oddiy tetragonal katakchani  $T_4$  deb belgilanadi. Kub katakchani o'lchamlari qiymati atom o'lchamlari qiymati bilan belgilanadi, bunday o'lchov birligi nonometr (nm) deb ataladi (1-jadval)

1-жадвал

#### Баъзи металлларнинг элементар катакча ўлчамлари

| Атом катакчанинг тури | Металлар | Элементар панжара қирралари ўлчами, нм<br>(1 нм = $10^{-9}$ см) |
|-----------------------|----------|-----------------------------------------------------------------|
| $K_6$                 | $Fe$     | $a=b=c$ ; $a=0,28606$                                           |
| $K_8$                 | $Cr$     | $a=b=c$ ; $a=0,28788$                                           |
| $K_{12}$              | $Ni$     | $a=b=c$ ; $a=0,35165$                                           |
| $G_{12}$              | $Ti_a$   | $a=b=0,2951$ ; $c=0,4679$<br>$c/a=1,5873$                       |



2-рasm. Металларда учрайдиган элементар катокча турлари:  
*a* — оддий куб катокча; *б* — марказлашган куб катокча,  
*в* — ёқлари марказлашган куб катокча; *г* — гексагонал куб катокча.

Kristall panjara turlari 14 ta bo'lsa ham, ko'pchilik metallar uchun 4 ta turdagi elementar katakcha, ya'ni oddiy, markazlashgan hamda yoqlari markazlashgan kub katakchalar va geksagonal katakcha (2-rasm) turlari ko'p uchraydi.

Metallarning kristall panjara turi aniq bo'lsa, atomlarining o'lchamlarini hisoblash bilan aniqlash mumkin. Masalan, K8 kristall panjara uchun atomlar orasidagi eng kichik masofa  $d = a \cdot 3/2$  bo'lsa, K12 kristall panjara

uchun esa  $d = a\sqrt{2/3}$  bo'ladi. Kristall panjara xususiyatini belgilaydigan yana bir muhim o'lcham bor. Har bir elementar katakchaga to'g'ri keladigan atomlar soni. Masalan, K8 kristall panjara tugunchalarida 8 ta atom bo'lib, bu atomlarning har biri 8 ta yana shunaqa elementar katakchaga tegishlidir (fazoda). Demak har bir elementar katakchaga bir atomgina to'g'ri keladi. Lekin K8 yacheykaning o'rtasi (markazi)da turgan

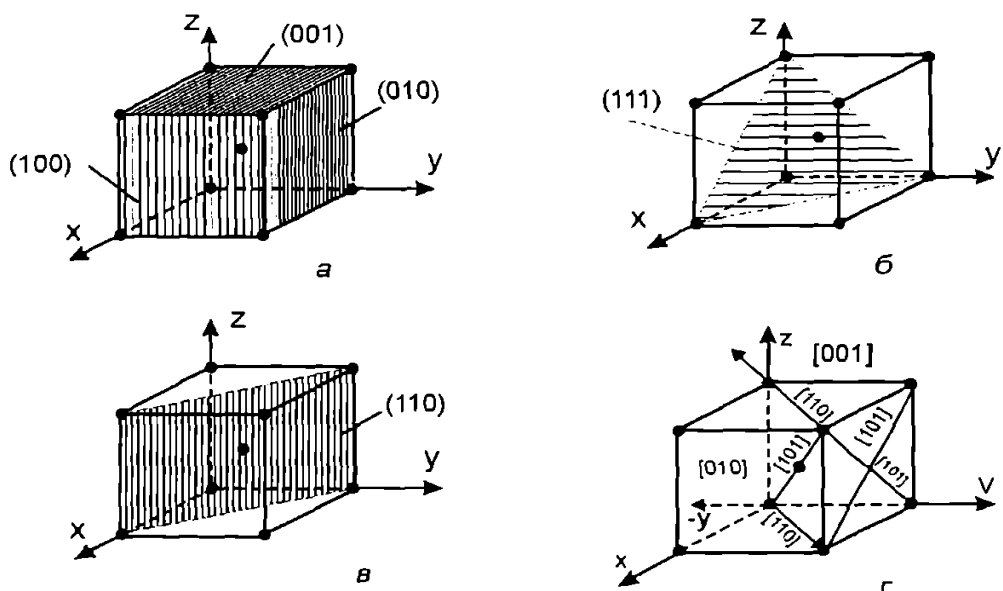
atom shu elementar katakchani o'zigagina tegishli ekanligini hisobga olsaq har bir elementar kristall katakchaga to'g'ri keladigan atomlar soni 2 ga teng.

Yuqorida aytganimizdek kristall panjara har xil turlarining mavjudligi jismning eng kam ichki potentsial energiyaga ega bo'lishi, shu sharoitda jismning ma'lum bir turg'unlikka ega ekanligini ifodalaydi. Ma'lum sharoitda ko'p elementlar K8 elementar katakcha shaklida bo'ladi, qolgan elementlar esa Gb yoki K12 ko'rinishda bo'ladi. Lekin kristall panjara turg'un bo'lgan sharoitda harorat oralig'i yoki mavjud sharoit o'zgarsa, yangi turg'un sharoitga mos bo'lgan kristall panjara turi ham o'zgaradi. Masalan, birgina temir elementa sharoitga qarab K8 va K12 yoki kobalt elementa K12 va Gb kristall panjaralarga ega bo'lishi mumkin. Shunga o'xshash marganets, qalay, titan kabi ko'plab metallarni keltirish mumkinki, ular bir necha tipdagi elementar katakcha turiga ega. Birgina kimyoviy elementning sharoitga qarab bir necha elementar kristall panjara turlariga ega

bo'lishi metallardagi polimorfizm yoki allotropik shakl o'zgarish deb ataladi. Kristall panjaraning bir turdan ikkinchi bir turga o'tishi jarayoni metallardagi polimorf o'zgarish debataladi. Metallardagi polimorf o'zgarish izotermik (harorat o'zgarmasdan sodir bo'ladigan) jarayon bo'lib, u issiqlik chiqarish yoki yutish xususiyatiga ega. Boshqacha qilib aytganda polimorf o'zgarishda qayta kristallanish sodir bo'ladi.

Metallarning u yoki bu kristall panjara turiga ega ekanligini aniqlashda rentgen nuridan foydalanish katta ahamiyatga ega bo'ladi. Metallarning turli haroratdagi rentgen nuri tasviri orqali kristall panjara turlari aniqlanadi. Kristall jism birgina yaxlit kristallardan iborat (monokristall) yoki bir-biriga nisbatan tartibsiz (xaotik) joylashgan ko'p kristallar (polikristallar)dan iborat bo'lishi mumkin. Monokristallarning amaliyot uchun hozircha ahamiyati kam. Lekin metallarning ko'pgina fizik xususiyatlarini monokristalllarda o'rganish mumkin. SHu nuqtai nazardan kristallarning fizik xususiyatlarini ikki guruhga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga monokristalllarda atomlarning joylashish tartibiga bog'liq bo'lmagan xususiyatlar (masalan, jism zichligi)ni kiritish mumkin. Haqiqatan, jismning zichligi kristall panjaraning hamma yo'nalishida bir xil bo'ladi. Ikkinchi guruhga tashqi kuch ta'siridagi xossalar (mexanik xossalar), ya'ni kristall panjaraga ta'sir qaysi yo'nalishda ekanligiga bog'liq bo'lgan fizik xususiyatlar kiradi. Turli yo'nalishdagi xossalar, masalan, elastiklik moduli yoki magnit xususiyati va boshqa xossalar bir-birlaridan farq qiladi. Kristall panjara xossalarining yo'nalishiga bog'liqligiga anizotropik xususiyat deb ataladi. Bu erda anizotropiya faqat monokristallarga taalluqyadir. Parallel yo'nalishlarda xossalar bir xil bo'ladi. Shuning uchun koordinata boshidan o'tadigan parallel yuzalar oilasi uchun bitta yo'nalishni ko'rsatish kifoya qiladi. Bu esa to'g'ri chiziq yoki yuzada yotgan bir nuqtani aniqlashga imkon beradi, ikkinchi nuqta esa hamma vaqt koordinata boshida bo'ladi. Bu nuqta kristall katakcha yotgan kristall panjaraning tugunini ta'skil qiladi va uning koordinatalari butun sonlarni ifodalovchi  $U$ ,  $V$ ,  $W$  harflar bilan belgilanadi. Bu harflar kvadrat qavsda  $[U, V, W]$  bo'lsa yo'nalishlar indeksini, oddiy qavsda  $(U, V, W)$  bo'lsa yuzalar indeksini ifodalaydi. Bu indekslar orqali siljish yuzalarini aniqlash qulay bo'ladi (5-rasm).

Polikristallardagi kristall yo'nalishlari donachalarda mujassamlashgan bo'lib, doiachalar (kristallitlar) jismda turli tartibda (xaotik) joylashganligi uchun anizotropik xususiyatlarga ega emas. Polikristallar izotropik



5-расм. Монокристаллларнинг анизотропик хоссаларига оид чизма (кристаллографик йўналишлар ҳамда юзалар индекслари кўрсатилган).

xususiyatlarga ega, hamma yo'nalishda ham bir xil xossalarga ega. Polikristallarda anizotropik xossani hosil qilish mumkin. Agar tashqi ta'sir natijasida donachalar yo'nalishini ma'lum tartibga solinsa (masalan, plastik

deformatsiya orqali), bunday polikristallitlar ham anizotropik xususiyatlarga ega bo'ladi. Texnikada bu usullardan metall va qotishma xossalarini boshqarishda keng foydalaniladi.

### **Kristallardagi nuqsonlar va ularni aniqlash usullari**

Ideal hamda real jismlar degan tushunchalar mavjuddir. Biz shu paytgacha kristallardagi atomlarning aniq va yuqori tartibda joylashishini ko'rib o'tdiq ya'ni ideal kristall panjara haqida fikr yuritdik. Haqiqatda esa kristall panjara tugunlarining ba'zilarida atom bo'lmasdan, tugun bo'sh qolishi ham mumkin yoki kristall panjara atomlari orasiga ortiqcha atom joylashishi ham mumkin. Bunday hol kristall panjaraning nuqsoni (defekta) deyiladi. Nuqsonlarning hajmda bunday joylashishi esa panjaraning nuqsonli tuzilishi deb ataladi. Haqiqiy (real) kristall panjaralar ana shunday nuqsonli tuzilishga ega (6-rasm).

Kristall panjaraning nuqsonli tuzilishi jismning xossalarini belgilaydi. Nuqson o'lchamlarga ega bo'lib, nuqtali, chizikdi hamda sirtqi nuqsonlarga bo'linadi. Nuqtali nuqsonlar uchta yo'nalishdagi o'lchamlarga ega emas. Bunday nuqsonlar kristall panjarada eng ko'p uchraydi. Masalan, kristall panjara tugunlarida atom o'rni bo'sh qolishi (vakansiya) yoki atomlar orasiga o'zga atomning siqilib kirib qolishi (singdirilgan yoki dislokatsion atom). Vakansiya istalgan kristall panjarada uchrasa, singdirilgan atom esa zichligi kamroq bo'lgan kristall panjarada uchraydi. Vakansiya mavjud bo'lgan kristall panjara termodinamik turg'un bo'ladi, ya'ni atomlarning issiqlik ta'siridagi harakati mobaynida yo'q bo'lib va yana paydo bo'lib turadi. Masalan, suyuqlanish haroratiga yaqin haroratdagi vakansiya atomlarining miqdori hamma atomlarning 1—2% ini tashkil qiladi. Vakansiya atomlarining harakati esa kristallardagi atom diffuziyasiga sabab bo'ladi. Singdirmgan

(dislokatsion) atom esa shu kristall jismning o'z atomi yoki o'zga qo'shimcha elementlar atomi bo'lishi mumkin. Kristall panjara atomlaridagi vakansiya, dislokatsiya hodisalari, qo'shimcha element atomlari yoki ionlari jism xossalari o'zgartiradi, hattoki jismning rangini ham o'zgartiradi. Nuqtali nuqsonlar o'zining atrofidagi atomlarning muvozanatiga ta'sir ko'rsatadi. Ma'lum darajadagi potentsial ichki kuchlanishlarni (kristall panjaraning buzilishi natijasida) vujudga keltiradi. Lekin umumiy hajmda bunday ichki kuchlanishlar o'z muvozanatiga ega. SHuning uchun bunday nuqsonlarga ega bo'lgan kristall panjara barqaror hisoblanadi.

Ikki o'lchamga ega bo'lgan nuqsonlarga chiziqli nuqsonlar deb ataladi. Bunday nuqsonlar kristallanish jarayonida yoki plastik deformatsiya natijasida vujudga keladi.

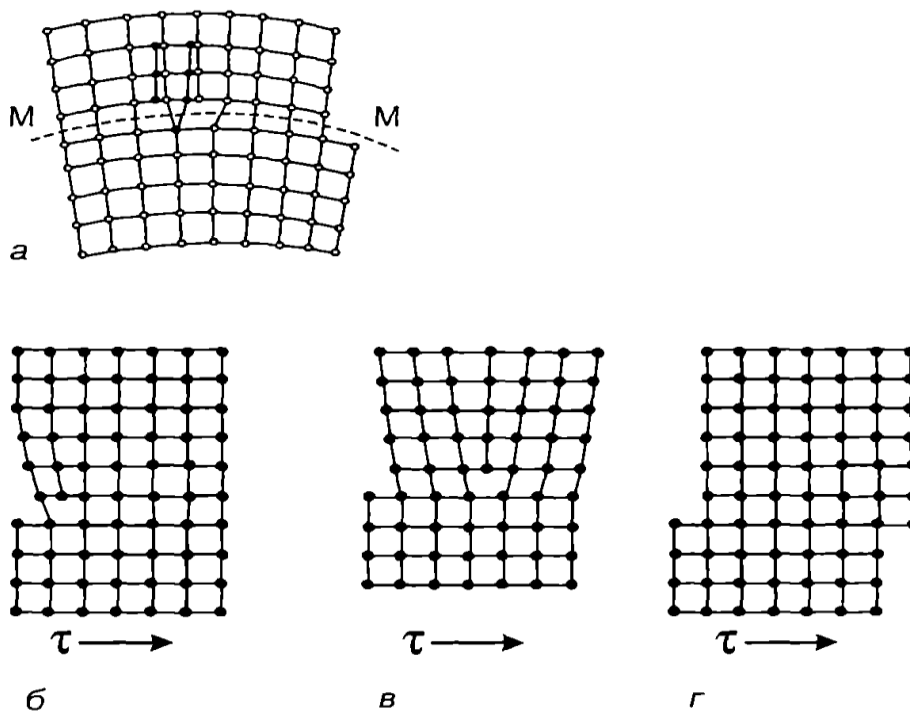
Haqiqiy kristallardagi chiziqli nuqson-dislokatsiyaning ikki ko'rinishi, ya'ni chetki (chiziqli) va vintsimon (burama) dislokatsiyalar mavjud. Kristall yuzasidagi hamma vakansiyalar to'planib, nuqsonlar yig'indisi halqasini hosil qiladi. Mana shu halqa yuziga tik (perpendikulyar) tekisliklardagi atomlarning tartibli joylashishi geometriyasi biroz buziladi, ya'ni chetki dislokatsiya hosil bo'ladi (7-rasm). CHetki dislokatsiyaga ega bo'lgan real kristallarning siljish deformatsiyasiga qarshiligi ideal kristallarga qaraganda kamroq bo'ladi. Bunday nuqsonga ega bo'lgan kristallarda siljish ro'y berganda, "ortiqcha" vakansiya halqasi orqali har bir atom qatorida ketma-ket atomlar o'zaro o'rin almashishi natijasida butun bir kristall orqali siljish ro'y beradi.

Vakansiya to'plangan joydagi normal yo'nalish bo'yicha siljish natijasida hosil bo'lgan dislokatsiya vintsimon dislokatsiya deb ataladi. Bu tushunchani Daniya olimi D. Byurgere kiritgan. Agar vintsimon dislokatsiya kristallning yuzasiga chiqsa, zinapoya hosil bo'ladi. Kristallar kristallanish jarayonida shu zinapoya shaklida o'sadi.

Dislokatsiyaning vujudga kelishidagi siljish vektori Byurgere vektori deb ataladi, u dislokatsiya qiymatini belgilaydi. Bu vektor modulining eng kichik qiymati kristall panjara atomlari orasidagi masofaga teng. Umuman olganda, dislokatsiya fazoviy chiziq bo'lishi ham mumkin. Lekin bunda modul qiymati o'zgarmasa ham, dislokatsiya yo'nalishi o'zgarishi mumkin. Dislokatsiyaning yana bir muhim xususiyatlaridan biri uning zichligidir. Kristallning 1 sm- yuzasini kesib o'tgan dislokatsiya soniga dislokatsiya zichligi deyiladi. Juda sekin kristallanayotgan jismlarning dislokatsiya zichligi  $10^2$ — $10^4$  sm<sup>-2</sup> ga teng. Muvozanatdagi polikristallarning dislokatsiya zichligi  $10^6$ - $10^7$  sm<sup>-2</sup> ga etadi. Juda katta plastik deformatsiya natijasida dislokatsiya zichligi  $10^8$ -  $10^{12}$  sm<sup>-2</sup> ga etishi mumkin.

Kristall jismdagi dislokatsiya kristall panjaraning qiyshayishiga sabab bo'ladi, ya'ni katta dislokatsiyali kristall jismning ichki potentsial energiyasi kichik dislokatsiyali kristall jismning ichki potentsial energiyasidan katta bo'ladi. Tashqi kuch ta'sirida kristall panjaradagi dislokatsiya harakatga keladi. Bir xil yo'nalishga ega bo'lgan dislokatsiyalar bir-biriga qo'shib, katta energiyani hosil qiladi. Turli yo'nalishdagi dislokatsiyalar bir-biri bilan eyishib ketadi. Demaq shunday vaziyat bo'lishi mumkinki, plastik deformatsiya oshishi bilan dislokatsiya harakati

to'xtaydi, ya'ni dislokatsiya zichligi ma'lum kritik qiymatga ega bo'ladi. Tashqi kuch ta'sirini yanada oshirish metallda darz hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, ya'ni jism yemiriladi.



7-расм. Чизикли нуқсонларнинг ҳосил бўлишини тушунтирувчи  
чизма: *a* — дислокациянинг жойлашиши (ММ — силжиш  
юзаси); *б*, *в*, *г* — дислокациянинг юзга чиқиш давлари.

Agar kristall jismdagi nuqsonlar uch o'lchamga ega bo'lsa, bunday nuqsonlar sirtqi nuqsonlar deb ataladi. Bunday nuqsonlarga kristallarning yo'nalishi o'zgargan chegaralar, xususan o'xshash, ya'ni qo'sh kristallar kiradi. O'xshash kristallar butun bir kristallning bir qismi bo'lib, kristall tuzilishi ikkinchi bir qismning aksi bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, yaxlit bir kristallning simmetriya o'qi bo'ylab sinishidir. Bunda bir-birining aksini ifoda etadigan va sinish yuzasiga ega bo'lgan 2 ta kristall hosil bo'ladi (8-rasm). Bu kristallardagi sinish simmetriyasini qo'sh kristallar yuzasi deb ataladi. Ko'sh kristallar kristallanish, deformatsiya yoki deformatsiyalangan metallarni yumshatish natijasida hosil bo'lishi mumkin. Qo'sh kristallardagi o'xshash atomlar vektor birligiga teng bo'lgan masofaga emas, balki undan ancha kam masofaga siljiganda dislokatsiya ro'y beradi.

Haqiqiy polikristallar juda ko'p donachalar (kristallitlardan) iborat. Donachalarning chetlarida ham nuqsonlar ko'p uchraydi, o'zga qo'shimchalarda dislokatsiya hamda vakansiya to'plamlari yig'iladi, ya'ni donachalarning chetlarida hajmiy hamda sirtqi nuqsonlar ko'p bo'ladi.

Hajmiy nuqsonlar ham sirtqi nuqsonlarga o'xshash uch o'lchamga ega. Masalan, metallarning kristallanishi jarayonida vujudga keladigan g'ovaq darz va cho'kmalar bunga misol bo'ladi.

Jism donachalari o'lchamlari yoki ularning bir-biriga nisbatan joylashish tartibini lupa yordamida aniqlash mumkin. Metall tuzilishidagi nuqsonlarni oddiy ko'z lupa hamda oddiy mikroskop orqali tekshirish usuli makroskopik usul deb



ataladi. Makronuqsonlarga g'ovaklar, darzlar, donachalarning chegaralari, metall yuzasidagi biror-bir elementlarning yig'ilib qolishi (likvatsiya) kabi nuqsonlar kiradi. Sinish yuzalarini tekshirish ham makroskopik usul deyilsa, u uch xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Agar sinish yuzasi g'adir-budur bo'lsa, materialdan tayyorlangan buyum deformatsiyaga uchramaydi, ya'ni metall mo'rt bo'lib, tashqi kuch ta'sirida sinadi. Agar kristall jismdagi donachalar deformatsiyalanmasa, ya'ni donacha chegaralari etarli darajada nuqsonlarga ega bo'lsa, kristall ana shu donacha chegaralari bo'ylab emiriladi. Sinish yuzasi oyna kabi yaltiroq bo'lsa, yuzada sinish markazi bo'ladi, ana shu markazdan sinish tolalarining yo'nalishi ko'rinib turadi, bunday sinish qovushoq sinish deb ataladi. Bunday sinish juda katta deformatsiya natijasida vujudga keladi. Harchash natijasida sinish ham xuddi shunday sodir bo'ladi. Sinish yuzasining bir parcha joyi bo'rtib chiqib, qolgan joylari tekis, tolasimon, yaltiroq bo'lsa, aralash sinish deb ataladi.

Kristall jismlarning undan ham nozikroq nuqson tuzilishlarini aniqlash mikroskopik usul deb ataladi. Mikroskopik tadqiqot natijasida donachalarning tarkibi, donachalardagi nuqsonlardan tortib, dislokatsion tuzilishlarni ham aniqlash mumkin. Buning uchun optik mikroskoplar (1500—2000 marta katta qilib ko'rsatadigan) yoki elektron mikroskoplardan foydalaniladi. Hozirgi zamon elektron mikroskoplari tuzilishni 100 000 martadan 500 000 martagacha katga qilib ko'rsata oladi. Elementar kristall panjaraning turlari rentgen nuri ta'sirida o'rganiladi. Kristall panjaradagi atomlarning joylashishi, ulardagi nuqsonlar, dislokatsiya, parchalarning joylashishini rentgenografiya, neytronografiya kabi usullar yordamida o'rganish mumkin.

### **Materiallarni qo'llanilishi va ekspluatatsiyasi, ularda ro'y beradigan jarayonlar**

Yuqorida kristall jismning tuzilishida vakansiya, dislokatsion atomlar haroratning ko'tarilishi bilan o'z o'rinlarini almashtirishlarini ko'rsatib o'tgan edik. Kristall jismdagi bu harakat diffuziyaning asosini tashkil qiladi. Texnikada qo'llanilayotgan muhim jarayonlar, ko'pgina tabiiy, sun'iy kimyoviy reaksiyalarning asosini diffuziya tashkil qiladi.

Jismning gaz, suyuq hamda qat'iy hollarida qo'llaniladigan diffuziya qonunlari Fik qonunlari deb ataladi. Birinchi qonun gazlardagi zarrachalarning tartibsiz harakatiga asoslanadi, ya'ni bu qonun asosida diffuziya yo'nalishini aniqlash qiyin. Agar aralashmaning tarkibi, ya'ni kontsentratsiyasi bir xil bo'lmasa diffuziya ma'lum bir yo'nalishga ega bo'ladi. Masalan, zarrachalar katta kontsentratsiyali aralashmadan kichik kontsentratsiyali massaga diffuziyalanadi. Fikning birinchi qonuniga binoan bunday oqim quyidagicha ifodalanadi:

$$dM = -D \frac{d\rho}{dX} \cdot dS \cdot dt$$

Agar massa bir komponentli bo'lib, ikki qismdan iborat bo'lsa, birinchi qismning zichligi ikkinchi qismga karaganda kattaroq deb qarash kerak. Bu holda modda

zichlik katta qismdan zichlik kichik qismga diffuziyalanadi. Agar shartli ravishda jismni ikki komponentli sistema deb qaralsa, minus ishora dt vaqt davomida  $dS$  fazoviy yuzadan  $dX$  yo'nalishga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda birinchi komponentning yuqori kontsentratsiyali qismdan kichik kontsentratsiyali qismga diffuziyalanishini ifodalaydi. Bu tenglamada  $dp/dx$  zichlik gradienti;  $D$  — diffuziya koeffitsienti.

Kub katakchali polikristallarda diffuziya koeffitsienti diffuziya yo'nalishiga bog'liq emas, ya'ni u izotropik xossaga ega. Boshqa hollarda diffuziya koeffitsienti tajriba o'tkazish usuli bilan aniqlanadi.

Kristall jismdagi diffuziya jarayoni mexanizmi har xil bo'lishi mumkin. O'z-o'zidan diffuziyalanishda ham, qo'shimcha zarrachalar diffuziyasida ham vakansiya mexanizmi muhimdir. Bu holda diffuziyaning eng oddiy ko'rinishi atomning qo'shni vakansiyaga ko'chishidir, natijada yangi vakansiya hosil bo'ladi. Diffuzion almashish mexanizmi kristall katakcha yoqlari o'rtasida kichik o'lchamli atomlar joylashgan hollarda ro'y beradi. Masalan, kristall nanjarasida uglerod, azot, bor atomlari joylashgan temirda diffuziyaning shu mexanizmi kuzatiladi.

Ma'lumki, diffuziya tezligi kristall panjaradagi vakansiya yoki dislokatsion atomlarning zichligiga boglik. Haroratning oshishi bilan bu nuqsonlarning zichligi xam ortib boradi. Shuning uchun ham diffuziya tezligi haroratga bog'liqdir.

Real kristall jismlar nuqsonlarning notekis joylashishi bilan xarakterlanadi. Real kristallarning tuzilishi diffuziya mexanizmiga katta ta'sir qiladi. Eng muhimi diffuzion jarayonlar kristall jismlarda ro'y beradigan faza o'zgarishining sababchilaridir.

Amaliy maksadlarda kerak buladigan materiallarni tanlash uchun ularning xususiyatlarini yaxshi bilish kerak. Materialning xususiyatlari uning tashkil etuvchilari tabiatiga, kotishma yoki kompozitsiyalarning tuzilishi va xossalariga boglikdir.

Ma'lumki, detal' ishlash davrida ishtalanib yoki korrozion emiriladi. Bundan tashkari detallar statik va dinamik kuchlar ta'sirida uzoq vakt bulganligi uchun charchash natijasida emirilishi mumkin. YOki bulmasa, tajo- vuzkor (agressiv) muhit ta'sirida \*am emirilishi mumkin (katta bosim, yukori xaroratli gaz, kislota va ishqor muxitlari). Masalan, mexanik kognokdar (klapanlar), tsilindrli kuvurlar (gil'zalar), turbinalar, suv isitgichlar va h.k. tafsilotlar chang (abraziv) muhiti yoki gaz bilan kum-tuproq zarralari aralashmasidan iborat chang, suv bilan kum-tuproq zarrachalaridan iborat aralashma muhitlari ta'sirida barvakt ishdan chikadi. Xuddi shu ningdeq tishli gildirak ishchi yuzalari, zoldirli pod- shipniklar va h.k. shunga uxshash tafsilotlar kuproq uzga- ruvchan yuklama (nagruzka) ta'sirida bulganligi uchun char- chash natijasida emiriladi. TSilindr gil'zalari, klapan, resor tasmlari kabi detallar freting-korroziyali ey- ilishi yoki aralash eyilishi mumkin.

Shuning uchun avtomobil' va kurilish mashinalari de- tallariga kuyiladigan talablar umumiy va maxsus bulishi mumkin.

Umumiy talablarga kura tafsilotning statik va dinamik mustaxkamligi belgilangan davr oraligida mashinaning tuxtasidan ishlashini ta'minlashi kerak. Yaxshi texnologik va ishlay olish xossalariga ega bulishi kerak.

Maxsus talablarga kura material chang-gaz muhitida, tez zanglash mumkin bulgan muxitda, yukori kuchlanish va issiklik ta'sirida ishlashi va etarli darajada uzok mud- datda ishlay olishini ta'minlashi kerak. Ba'zida kotish malarga juda maxsus xususiyatlarga ega bulishi xam talab etiladi (masalan, yukori mustaxkamliq uta zangbardosh- liq magnit xususiyatlari va x-k.) Buni kotishmalarning tarkibini legirlash xisobiga murakkablashtirilib, maxsus struktura tuzilishlariga erishuqi orkali ta'minlash mumkin. Lekin legirlash pulat xususiyatlarini oshirish- ning kimmatbaxo usulidir. Shuning uchun legirlangan pulatlardan samarali foydalanish uchun kuprok kam le-girlangan va sifatli uglerodli pulatlarni kullashga erishish kerak.

Masalan, og'ir yuk kutaradigan mashinalarning yarim uki (полуось), burilish panjaning uzagi (shkvoren' po-vorotnoy tsapfy), porshenning barmoklariga uxshash detallar kupincha legirlangan pulatlardan kilinadi. Lekin engil mashinalarning ana shunday detallarini si-fatli uglerodli pulatlardan (40, 45) tayyorlanib, ularga yuza toblash berilsa xam muljallangan maksadga erishish mumkin.

Pulatlarni tanlash uchun umumiy kursatmalar kuyida- gicha: konstruktsiya (buyum)ni ishlash sharoitini taxlil Kilish, uning geometrik ulchamlari aniktigi, ishlash dav- ri, ishlab chikarish turi kabi shartlarini yaxshi bilish kerak. SHu nuktai nazardan va maxsus talablardan kelib chikib, pulat guruxi tanlanadi. SHu guruxdan bir necha ta- mgani olib taxlil kilinadi. Sungra bitta tamga tanlab olinib, uni kullash boshkalarga nisbatan samarador ekan ligi kursatiladi.

Odatda urta uglerodli va legirlangan pulatlar (masalan, 40; 45 yoki 40 X pulatlar) dan tayyorlanadigan bu- yumlarning ustki kismini mustaxkamlash uchun ular yukori uzgaruvchan tok yordamida kizdirib toblanadi. Lekin bu usul etarli darajadagi yukori mustaxkamlik va ishkalanishga bardoshlilikni xar doim xam ta'minlmaydi. Keyingi vakvda maxsus toblash chukurligini oshirish mumkin bulgan 58 (55 PP), 47GT, SHX4RP pulatlar keng kullanilmokda. Ular uchun ma'lum xajmiy toblash reja- si belgilanadi. Bu usul ancha yukori konstruktsion mus- taxkamlikni ta'minlaydi. Bu pulatlar murakkab shaklga ega bulgan mashina vositalari tayyorlashda ishlatiladi. Ular egilib, buralib ishlaydigan va kontaktdagi yukori kuchlanishlar mavjud buladigan sharoitda kuprok kullaniladi.

Umuman olganda induksion tok bilan toblash uchun pulat tanlanganda kuyidagilarga e'tibor berish kerak: mashina vositasining shaklini murakkabligi, kundalang kesim kattaligi, toblash chukurligi xamda erishish kerak bulgan mexanik

xossalar qiymatini bilish kerak. Masalan 58 (55 PP) pulatdan toblash chukurligi 1,5...2,5 mm bulgan mashina vositalari (tishli gildiraklar, krista- vinalar, uzun vtulkalar va xokazo)lar tayyorlanadi. 47GT pulatdan toblash chukurligi 5...7 mm li katta kundalang kesimga (40...60 mm) ga ega bulgan avtomobil vallari tayyorlanadi. SHX4RP pulatdan yukori kuchlanishda ishlaydigan zoldirli podshipniklarning xalkalari xamda zoldirlari tayyorlanadi. Xalkalarning kalinligi 12...20 mm bulganda toblash chukurligi 2,5...3,5 mm ni tashkil keladi.

Ma'lumki, 40, 45 pulatlardan tayyorlangan buyumlarning toblangan yuza katlami nisbatan kichiq lekin urta kismning kovusho'ushgi katta. Bunday pulatlardan avtomobil va traktorlarning tirsakli va taksimlovchi vallari tayyorlanadi. Lekin bunday pulatlar PP yoki RP pulatlar bilan almashtirilsa, yukori chidamlilik va mustaxkamlik xisobiga metall tejalishi, ikkinchi tomon- dan bunda legirlovchi elementlar xam kamrok ishlatilishi mumkin (32-jadval). Bu kimyoviy-termik ishlash urnini xam bosishi mumkin, bunda ishchilarning ishlash sharoiti xam yaxshilanadi.

Kuyish uchun muljallangan kotishmalar ichida chuyan va pulatlarning kuyishdagi texnologik xususiyatlari yomon- dir, bunda chuyandan kura pulatda katta chukma hosil buladi. Uglerodli va legirlangan pulatlarda xajmning kamayish mikdori urtacha 2,2...2,3% ni tashkil kilsa, ba'zi legirlangan pulatlar (masalan, 12X18N0TL)ning chukish darajasi 2,7...2,8% ni tashkil kilishi mumkin.

Pulatlarning okuvchanligi va kolipni tuldirish xususiyati xam nisbatan yomon. Kuyish uchun muljallangan uglerodli va legirlangan pulatlarning kimyoviy tarkibi 977—75 GOST bilan, yukori legirlangan maxsus xususiyatlarga ega bulgan pulatlarning tarkibi esa 2176—77 GOST bilan belgilanadi.

Kuyish usuli bilan buyumlarni yasashda kupincha tarkibida 0,08...0,6% uglerod bulgan pulatlar tanlanadi. Bunday pulatlarning kristallanish xarorat oraligi uncha katta bulmay, 30...60°S ni tashkil kiladi. Lekin uglerod mikdori 0,6... 1 % bulganda kristallanish xarorat oraligi xam ortib boradi, ya'ni 60...120°S ni tashkil kiladi. (110G13P pulat). SHuning uchun xam uglerodi kup bulgan Xamda yukori legirlangan pulatlarda chukish mikdori katta bulishi bilan bir katorda, govakchalar, darzlar, shakl geometriyasining kiyshayishi kabi nuksonlar xam Xosil buladi. Kuyish usuli bilan buyumlarni yasash uchun pulatlarni tanlashda adabiyotlarda keltirilgan mexanik xususiyatlardan tashkari texnologik xususiyatlarni xam albatta xisobga olish kerak.

Kam uglerodli legirlangan pulatlarda legirlovchi elementlarning umumiy mikdori 2...3% atrofida buladi. Bunday pulatlarning mexanik xossalari barkarordir; sovuq xaroratda ham yaxshi ishlaydi; kovushoq va darz xosil bulishiga moyilligi kam, zangbardoshligi va ishkalanish ga karshiligi ham yaxshi, yaxshi payvandlanadi

va etarli darajada zarbiy kovushoklikka ega bulib (30 Dj/sm<sup>2</sup>), 14-15% metall tejaladi.

### **Materiallarga ishlov berishning qonuniyatlari. Deformatsiya va ularning turlari.**

Qattiq jismga tashki mexanik kuch ta'sir etganda qotishmada deformatsiya bilan bir qatorda ichki kuchlanish paydo buladi. Masalan, jism notekis qizdirilganda ham shu hodisa ruy berishi mumkin. Bunday kuchlanishlar metallda turlicha tarqaladi. Butun hajm buyicha tarqalgan kuchlanish muvozanatlashtirilgan I tur kuchlanishlar deyiladi. Aloqida donachalar (kristallar) buyicha tarqalgani esa, muvozanatlashtirilgan II tur kuchlanishlar va nihoyat, elementar kristall katak hajmi buyicha tarqalgan muvozanatlashtirilgan III tur kuchlanishlar deyiladi.

Ichki kuch (masalan, faza uzgarishi) ta'sirida ham kuchlanishlar vujudga keladi. Bunda material deformatsiyalanishi, atomlarning joylashish tartibi uzgarishi mumkin. Kupincha, karbid va nitridlarning hosil bulishida yoki hajmi kichikroq bulgan faza urnining hajmi katta bulgan faza egallashida ichki kuchlanishlar paydo buladi.

Demaq tashqi hamda ichki kuchlanishlar ta'sirida jism uzulchamlarini uzgartiradi, ya'ni deformatsiyalanadi. Jismdan tashqi kuch ta'siri (kuchlanish) olinsa, jism uzining avvalgi ulchamlariga qaytishi (elastik deformatsiya) yoki qaytmasligi (plastik deformatsiya) mumkin. Elastik deformatsiyada kuchlanish ta'sirida atomlar orasidagi masofa biroz o'zgaradi, lekin siljish yoki atomlarning ko'chishi ro'y bermaydi. Shuning uchun kuchlanish yo'qolishi bilan jism o'z holiga tez qaytadi.

Monokristallardagi deformatsiya kristall panjaraning kristallografik yo'nalishiga bog'liq, ya'ni monokristall elastik anizotropiya xususiyatiga ega.

Polikristallar uchun deformatsiya Guk qonuniga bo'ysunadi, ya'ni amalda deformatsiya kuchlanishga proporsional bo'ladi:

$$\sigma = E \cdot \delta$$

Bu erda E — elastiklik moduli (koeffitsient),  $\delta$  — nisbiy deformatsiya, ya'ni kuchlanish ta'sirida namunaning nisbiy o'zgarishi.

Jismning muxim xususiyatlari uning elastiklik moduliga boglikdir (4-jadval).

*4-жадвал*

**Баъзи поликристалл ҳолатдаги металлларнинг  
Юнг коэффициенти**

| Металл                   | Al   | Au   | Cu   | Ni   | Fe   | Cr   | W    |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| E · 10 <sup>-1</sup> МПа | 7,19 | 8,02 | 12,3 | 20,5 | 21,7 | 24,0 | 39,6 |

Metallardagi elastiklik chegarasi ko'p hollarda 0.01 — 0,1% deformatsiya atrofida bo'ladi, ba'zan u 10% ni tashkil qiladi. Masalan, maxsus xossalarga ega bo'lgan qotishmalarda faza o'zgarishi ro'y berganda metali; elastikligi katta bo'ladi.

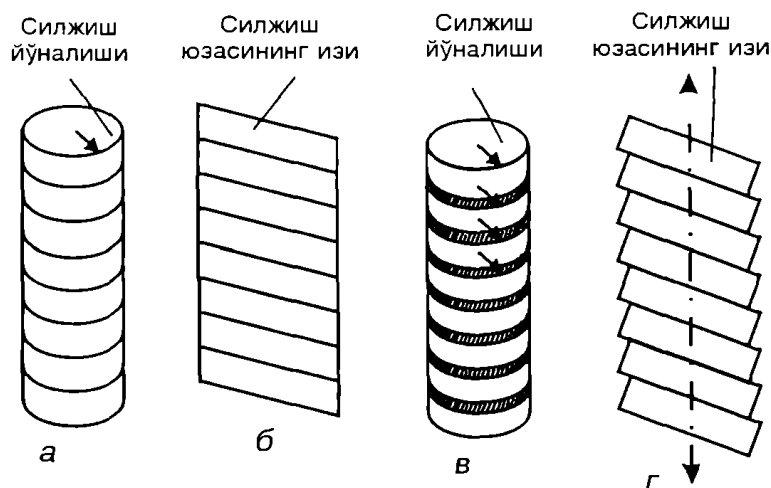
Ko'pchilik hollarda deformatsiya plastik deformatsiya bo'lib, jism o'zining avvalgi holatiga qaytib kelmandi. Monokrystalalarda plastik deformatsiya natijasida kristall panjaradagi atomlar ma'lum bir sirpanish tekisligi bo'ylab siljiydi. Bunda kristall panjaraning siljigan qismi siljimagan qismiga nisbatan aniqlanadi. Bu siljish natijasida juftlanish hosil bo'ladi. Bu siljish birdaniga ro'y bermaydi, balki kuchlanish ma'lum kritik qiymatga etganda bu hodisa sodir bo'ladi. Qaysi bir yuzaga to'g'ri keladigan atomlar soni ko'p bo'lsa, o'sha yuza bo'ylab siljish ehtimoli ko'p bo'ladi.

Siljish yuzasi bilan kristall yuzasini kesishish chizigiga siljish chizig'i deb ataladi. Siljish yuzasi va unga tegishli bo'lgan siljish yo'nalishi birgalikda siljish tizimini tashkil qiladi. Kristall jismda siljish tizimlari soni qancha ko'p bo'lsa, metall shuncha katta plastiklikka ega bo'ladi. Masalan, yoklari markazlashgan kub yacheyka (katakcha) uchun bu son 12 ga teng, markazlashgan kub katakcha 48 ga teng, shuning uchun uning plastikligi kapa. Misol tariqasida 45-rasmda har xil sirpanish yuzalarida sodir bo'ladigan siljishlar tushuntirilgan.

Agar siljish tizimlari soni kam bo'lsa (masalan, geksagonal zich joylashgan kristall yacheykada 3 ga teng), u holda deformatsiyalanish akslanish (juftlanish) mexanizmi bo'yicha sodir buladi. Demaq metallarning deformatsiyasi ikki yul bilan sodir bo'lar ekan.

### Plastik deformatsiya

Nuqsonsiz (ideal) kristallarda bir atom masofaga siljish ruy berishi uchun juda katta urinma kuch ta'sir etishi keraq chunki siljish yuzasida yotgan atomlar bir paytning uzida birdaniga bir atom masofaga siljishi kerak buladi.



45-расм. Ҳар хил сирпаниш юзалари бўйича силжиш схемаси:  
а, б — деформациядан олдинги ва в, г — деформациядан кейинги ҳолатлар.

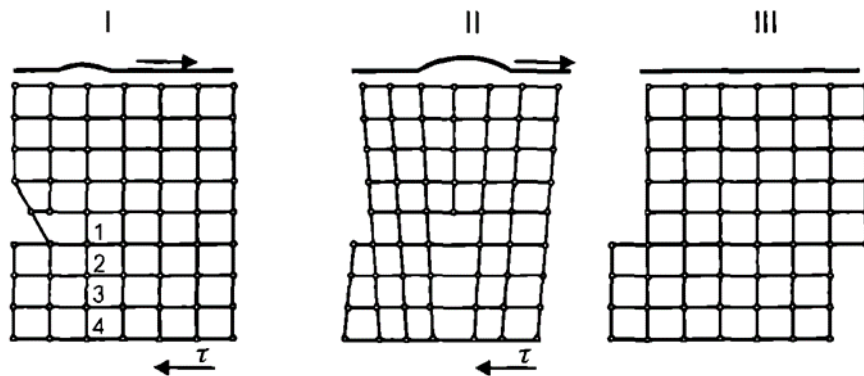
Ana shu siljish uchun kerak buladigan kuchlanishni nazariy jihatdan anikdash mumkin:

$$\tau = G / 2\pi = 0,16G$$

Bu erda  $G$  — siljishdagi elastiklik moduli.

Lekin amaliyotda polikristall materiallardagi bir atom masofaga siljish uchun hatto 1000 marta kam kuchlanish etarli buladi, chunki real metallar nuqsonli tuzilishga ega. Nuksonlar ichidagi eng muhimi dislokatsiyadir.

Modomiki, real metallarda juda kup dislokatsiyalar mavjud ekan, siljish yuzasidagi atomlar guruhini bir atom masofaga siljishidan kura, uni yaqinroq masofada turgan dislokatsiya orkhali siljishi energetik jihatdan kulaydir, bunda kristall panjaradagi dislokatsiya yaqinidagi atomlar qayta joylashadi (46-rasm).



46-рasm. Сирпанишдаги четки дислокация схемаси (I, II III — сирпаниш даврлари; юқоридаги эгри чизик дислокациянинг кўчишини кўрсатади).

Rasmdagi tugallanmagan 1-atom uzidan pastrokda joylashgan atomlar bilan tortishib turish, sirti past qismdagi atom sirtiga mos kelishi uchun bir atom masofaga kuchishi, ya'ni atomlar bilan joylashish tartibini saqlash uchun 2, 3-, 4-atamlar bir atom masofadan kamroq masofaga siljiydi. Dislokatsiya keyingi qatorda pogona hosil qilmaguncha bu jarayon (2 holat) davom etadi. Nihoyat, shunday vaziyat vujudga keladiki, (III holat) tugallanmagan yarim tekislik (dislokatsiya) ajralish yuzasiga chiqib ketadi, natijada atomlar bir atom masofaga tula siljiydi. Real kristallarda dislokatsiya zichligi katta bulganligi sababli ( $10^7 \dots 10^8 \text{ sm}^{-2}$ ) har bir siljish yuzala rida bir emas, balki bir necha unlab dislokatsiyalar bulgani va ular kuchlanish ta'sirida xarakagda bulganligi uchun metall plastik deformatsiyalanadi (chuziladi). CHuzilish (oqish) natijasida dislokatsiyalar donachalar (blokklar) orasidagi yuzaga chiqishi sababli pogona hosil buladi. Bunday pogona, ya'ni siljish chizigining balandligi dislokatsiya zichligiga botiq buladi. Dislokatsiyaning siljishi diffuzion jarayonlarga botiq emas, shuning uchun amalda u haroratga botiq bulmaydi.

Plastik deformatsiyada dislokatsiya kuchishi bilan uning zichligi ortib,  $10^{11} \dots 10^{12} \text{ sm}^{-2}$  ga egishi mumkin. Bunga asosiy sabab dislokatsiya manbasining mavjudli- gidir.

### 3-MA'RUZA

## 3-MAVZU. MATERIALLARNING MEXANIK, FIZIK VA KIMYOVIY XOSSALARI

### 1.3. Metallarning xossalari

Metall va qotishmalardan tayyorlangan detallarning ishlatilishiga qarab ularga turlicha talablar qo'yiladi.

Metallar quyidagi xossalarga ega:

- 1) fizik xossalar;
- 2) kimyoviy xossalar;
- 3) mexanik xossalar;
- 4) texnologik xossalar.

*Metallarning fizik xossalariga* ularning rangi, solishtirma og'irligi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xususiyati, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqdan kengayishi, issiqlik sig'imi kiradi.

*Metallarning kimyoviy xossalariga* ularning oksidlanishi, eruvchanligi, korroziyaga chidamliligi kiradi.

*Metallarning mexanik xossalari* bu ularning mustahkamligi, qattiqligi, egiluvchanligi kabi xossalaridir.

*Metallarning texnologik xossalari* — quyiluvchanlik, kesiluvchanlik, payvandlanish, bolg'alanuvchanligi, toblanuvchanligi, oquvchanligi va boshqalar.

### Metallarning fizik xossalari

Metallarning rangi shaffof bo'lmaydi. Har bir metall o'ziga xos yaltiroqlik va rangga ega. Mis — qizil, rux — kulrang, temir — kumushsimon rangda va hokazo bo'ladi.

**Solishtirma og'irligi** — moddaning hajm birligiga to'g'ri keladigan massasining miqdori bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\gamma = P/V \text{ (gr/sm}^3\text{)}.$$



Metallarning solishtirma og'irligi D. I. Mendeleyev davriy sistemasida berilgan.

**Erish harorati.** Metallarning batamom suyuq holga o'tadigan harorati *erish harorati* deb ataladi. Har qaysi metallning erish harorati tegishli jadvallarda berilgan.

**Issiqlik o'tkazuvchanlik.** Metallni qizdirganda yoki sovitganda o'zidan issiqlikni qanchalik tez o'tkazishi uning *issiqlik o'tkazuvchanligi* deb ataladi. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanligini taqqoslash uchun shartli belgilardan foydalaniladi, bu metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi koeffitsiyenti bilan ifodalanadi. Misol uchun (koeffitsiyent miqdori) mis uchun 0,9; aluminiy uchun 0,5; temir uchun 0,15; simob uchun 0,02. Issiqlikni o'zidan yomon o'tkazadigan metallning to'la qizishi uchun ularni uzoq vaqt qizdirish talab etiladi. Bunday metallar tez sovitilganda yorilib ketishi mumkin. Metallarni termik ishlaganda ularning ana shu xususiyatini hisobga olish zarur.

Amaliyotda radiatorlar va elektr asboblarning detallari issiqlikni yaxshi o'tkazadigan metallardan tayyorlanadi.

**Issiqlikdan kengayish.** Ma'lumki, issiqlikdan metallarning hajmi va o'lchamlari o'zgaradi. Shuning uchun mashina va mexanizmlar tayyorlanayotganda detallarning issiqdan kengayishini hisobga olish zarur. Misol uchun mashina va traktorlar dvigatellarining klapanlari, ko'priklar, relslar va hokazolarni qurishda buni hisobga olish kerak.

**Elektr o'tkazuvchanlik.** Metallarda elektr o'tkazuvchanlik har xil bo'ladi. Ayrim metallar elektrni yaxshi o'tkazadi. Metallarning harorati oshishi bilan elektr o'tkazuvchanligi kamayadi va aksincha. Metall absolut nol ( $-237^{\circ}\text{C}$ ) gacha sovitilganda uning elektr qarshiligi nolga teng bo'lib qoladi.

**Magnit xossalari.** Po'lat va cho'yaning magnit xossalari ularning kimyoviy tarkibigagina emas, balki ichki tuzilishiga ham bog'liq. Bundan shu narsa kelib chiqadiki, ularning magnit xossalari doimiy emas, ularga termik va mexanik ishlov berilganda magnit xossalari o'zgaradi.

Temirning sovuq holatdagi magnit xossalari ancha sezilarli bo'lib, uni qizdirganda bu xossalari ancha kamayib boradi va butunlay yo'qolishi ham mumkin.

Magnit xossalarga ega bo'lgan po'latlar texnikada juda ko'p tarmoqlarda ishlatiladi. Misol uchun ular rudalarni saralashda,

temir-tersaklarni ko'tarishda, elektr dvigatellarida, radiotelefon, telegraf detallarini tayyorlashda ishlatiladi.

Ba'zan magnit xossalarga ega bo'lmagan po'latlarni ishlatishga to'g'ri keladi. Bunday po'latlarning tarkibida ma'lum miqdorda nikel va marganes bo'ladi.

### **Metallarning kimyoviy xossalari**

Metallar va qotishmalar muhit ta'sirida kimyoviy jihatdan o'zgaradi va bu o'zgarishlar **korroziya** deb ataladi.

Korroziya turli metallarda turlicha ro'y beradi: temir zanglaydi, misning ustki qismi ko'karadi, qo'rg'oshin xiralashadi, aluminiiy qorayadi va hokazo.

Ko'p metallar va qotishmalarining kimyoviy xossalari yuqori haroratda o'zgaradi. Metallar oksidlanganligi sababli ham korroziyaga uchraydi.

Yuqori darajada qizdirilganda oksidlanmaydigan metallar **issiqlikka chidamli metallar** deb ataladi.

Ba'zi metallar yuqori darajagacha qizdirilganda ham o'z tuzilishini saqlaydi, yumshamaydi va og'ir vaznlarda ham deformatsiyalanmaslik xususiyatiga ega bo'ladi, bunday metallar **o'tga chidamli (olovbardosh) metallar** deb ataladi.

Ko'p metallar ishqorlar, kislotalar, tuzlar ta'sirida bo'ladi. Bunday ta'sirlarga chidamli metallar **kislotaga, tuzga, ishqorga chidamli metallar** deb ataladi.

### **Metallarning mexanik xossalari**

Metallar mexanik — mustahkamlik, qattqlik, egiluvchanlik, plastiklik va hokazo xossalarga ega. Bunda har xil metall namunalari tegishli mashinalarda sinab ko'riladi.

Metallarning qattqligiga alohida to'xtalishga to'g'ri keladi, chunki mashinasozlik sanoatida metallarning qattqligini o'zgartirish usullari mavjud bo'lib, uning ahamiyati katta. Sharchaning namunada qoldirgan izi qancha katta bo'lsa, metall shuncha yumshoq va aksincha bo'ladi.

**Metallarning qattqligi** deb, metallning unga bir qattqroq jismni botishga qarshilik ko'rsatish xususiyatiga aytiladi. Qattqlik metallning eng asosiy xususiyatlaridan bo'lib, bu xususiyat detallar tayyorlashda uning yaroqli yoki yaroqsizligini ifodalaydi. Metall qancha qattiq bo'lsa, uni ishlash uchun shuncha ko'p kuch talab etiladi. Metallarning qattqligi turli usullarda aniq-



lanadi. Usullardan amalda namunaga toblangan sharcha, konus-simon olmos yoki piramidasimon olmosni botirish yo‘li bilan aniqlanadigan usullar ko‘p qo‘llaniladi.

#### 1.4. Qotishmalarning xossalari

Ikki va undan ortiq elementlarni birga suyultirish yo‘li bilan olingan murakkab jism *qotishma* deb aytiladi. Bunga misol sifatida cho‘yan, po‘lat, bronza, latun, duraluminiy va boshqalarni keltirish mumkin.

Ba‘zan, qotishmani uning tarkibiga kiruvchi elementlarning kukunlarini aralashtirib, unga shakl berib, hosil qilingan buyumni maxsus pechlarda 1100—1400°C da pishirish yo‘li bilan ham olish mumkin. Misol uchun qattiq qotishmalar, metall-keramik detallar shu yo‘sinda olinadi.

Qotishmalar tarkibiga kiruvchi elementlar atomlarining diametrlariga, kristall panjara turiga va ularning suyuqlanish haroratiga ko‘ra: *mexanik aralashma*, *kimyoviy birikma* va *qattiq eritmaga* bo‘linadi.

Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay, bir-biridan qochsa, qotishma tarkibiga kiruvchi har bir element atomlari qattiq holatda mustaqil kristallar hosil qiladi. Bunda hosil bo‘lgan kristall donlari mexanik aralashmadan iborat bo‘ladi.

Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida o‘zaro kimyoviy ta’sir etsa, bunday elementlar qotishi natijasida kimyoviy birikma hosil qiladi. Kimyoviy birikmaning kristall panjarasi murakkab bo‘lib, ular ko‘pincha metall va metallmas elementlarning birikishidan hosil bo‘ladi.

Qotishma tarkibidagi elementlardan biri ikkinchisida erisa, sof metall kabi kristall panjarali tuzilish hosil qiladi. Misol uchun, temir Cu, Ni, Zn, Al va boshqa elementlar bilan qattiq eritma hosil qiladi.

Qattiq eritmalar hosil qilishda qotishma tarkibidagi qaysi elementning kristall panjarasi saqlanib qolsa, shu element *erituvchi element* deb, kristall panjarasi saqlanmagan element esa *eruvchi element* deb aytiladi va A (B), A — erituvchi, B — eruvchi deb nomlanadi.

Qotishmalar tarkibiga kirgan elementlarning o‘zaro munosabatlariga ko‘ra, elementlarning eruvchanligi turlicha bo‘ladi. Misda nikel, nikelda mis xohlagancha eriydi.

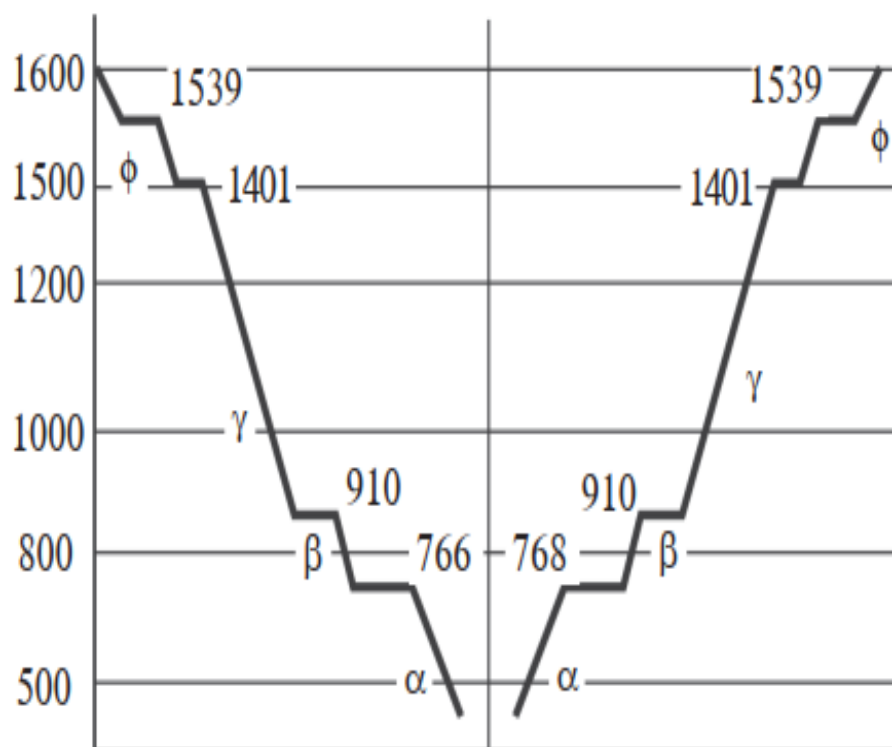
#### 4-MA'RUZA

#### 4-mavzu. Temir-uglerod qotishmalarining diagrammasi

### 2.1. Temir-uglerod qotishmalarining diagrammasi

Fanda temir — uglerod (Fe-C) holat diagrammasi po'lat va cho'yan haqida fundamental bilimlar beradi. Uglerod temir bilan kimyoviy birikma (sementit) yoki erkin holda grafit shaklida birikkan bo'lishi mumkin. Temir va uglerod aralashmasini o'rganishdan oldin temirni qizdirganda va sovitganda sodir bo'ladigan o'zgarishlar grafigini ko'ramiz (9-rasm).

Grafikda temirning sovish va erish egri chizig'i berilgan. Ma'lumki, temir  $1539^{\circ}\text{C}$  da eriydi. Temirni qizdirganda bir



9-rasm. Temirning sovish va erish grafigi.

necha allotropik shakl o'zgarishi bo'lib o'tadi. Temirni qizdirganda va sovitganda egri chiziqlar birmuncha vaqt o'zgarmay turadi. Ular pog'onalar bilan ifodalanadi. Bu pog'onalar temir soviganda ham, qiziganda ham unda o'zgarishlar sodir bo'lishini ko'rsatadi. Temirni qizdirganda sodir bo'ladigan bu o'zgarishlar vaqtida metall berilgan issiqlikni o'ziga oladi, soviganda ro'y beradigan o'zgarishlar vaqtida metallardan issiqlik ajraladi.

Temir  $768^{\circ}\text{C}$  dan past bo'lgan haroratda magnit xossasiga ega bo'lib, kristall panjarasi markazlashgan kub panjaradan iborat bo'ladi. Temirning bu shakli  **$\alpha$ -temir** deb ataladi.

Harorat  $768^{\circ}\text{C}$  dan oshganda temir magnitsizlanadi. O'zgargan temirning bu shakli  **$\beta$ -temir** deb yuritiladi.  $900\text{--}910^{\circ}\text{C}$  da temirda kristall panjara o'zgarib, tomonlari markazlashgan kub shaklini oladi.

Temir va uglerod qotishmalarida  $910^{\circ}\text{C}$  da sodir bo'ladigan o'zgarishlar, ayniqsa, katta ahamiyatga ega. Temirni rentgen nurlari bilan tekshirganda, kristall panjaralarining o'zgarganligini ko'rish mumkin, bunda temirga berilgan issiqlik ana shu o'zgarishga sarf bo'lib, egri chiziq to'xtab, pog'ona hosil qiladi va  $\gamma$ -temirga aylanadi. Tomonlari markazlashgan panjara temirni  $1400^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirgungacha o'zgarmaydi va harorat  $1401^{\circ}\text{C}$  da temirda kristall panjara yana o'zgaradi va markazlashgan kub holiga o'tadi ( $\gamma$ -temir). Metall suyuq holga kelganda kristall panjara buziladi va atomlar tartibsiz harakatda bo'ladi.

Suyuq temir sovitilgan vaqtda hamma o'zgarishlar teskari tartibda takrorlanadi.

Temirning qattqlik holati ikki xil fazoviy kristall panjaraga ega bo'lgan uch xil ko'rinishda bo'ladi.

Uglerod atomlari temir panjarasida joylashganda uglerod temir bilan qattiq eritma hosil qiladi. Bu eritma ***ferrit*** deb, Fe qattiq eritmasi ***austenit*** deb aytiladi.

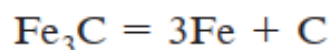
Uglerod temirda yaxshi erimaydi. Uglerodning temirda eruvchanligi haroratga bog'liq:  $720^{\circ}\text{C}$  da uglerod maksimal 0,05 % gacha erishi mumkin, magnit xossasiga ega, elektr tokini yaxshi o'tkazadi, xona haroratida uglerod 0,006 % gacha erigan holda bo'ladi. Austenitda ( $\gamma$ -Fe) uglerod 2,14 % eriy oladi.  $1130^{\circ}\text{C}$   $\gamma$ -temirning anchagina uglerodni eritish xususiyati bo'lib, termik va kimyoviy termik jarayonlarni bajarish imkoniyatini tug'diradi.

1868-yilda rus olimi D.K.Chernov tomonidan po'latdagi uglerodning miqdoriga qarab kritik nuqtalarning mavjudligi

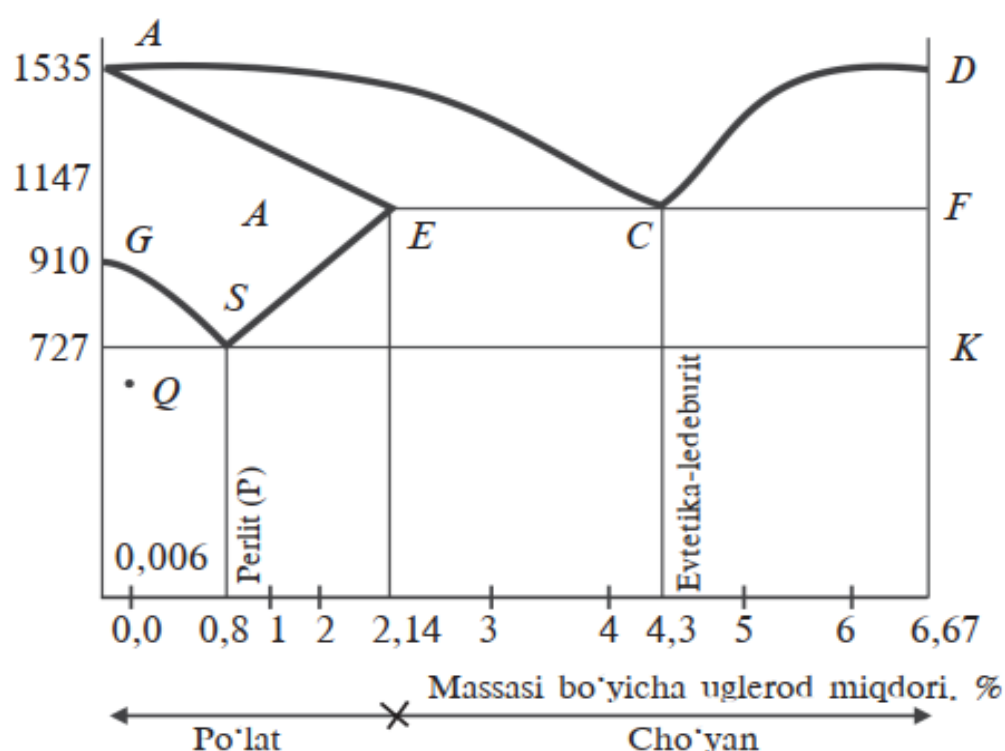


aniqlangan. Temirda uglerodning eng ko‘p miqdori 6,67% bo‘lib, bunda kimyoviy birikma hosil bo‘ladi.

Bu birikma **sementit** (temir karbidi  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) deb yuritiladi. Sementit turg‘unmas kimyoviy birikma bo‘lib, u katta haroratda bo‘linib ketadi:



Shuning uchun o‘rganilayotgan diagramma „Temir — se-  
mentit“ yoki bo‘lmasa „Temir — uglerod“ holat diagrammasi  
deb yuritiladi (10-rasm). Temir — uglerod holat diagrammasi  
yuqorida qurilgan uslubda olingan kritik nuqtalar va haroratlar  
asosida masshtablarda chiziladi. Fe — C holat diagrammasini  
tahlil qilamiz.



**10-rasm.** Temir — uglerod qotishmalarining holat diagrammasi.

$ACD$  chizig‘i **likvidus** chizig‘i bo‘lib, uning yuqorisida joylashgan hamma qotishmalar suyuq holatda,  $AECF$  chizig‘i esa **solidus** chizig‘i bo‘lib, undan pastda joylashgan hamma qotishmalar qattiq holatda bo‘ladi.

Chiziqlarning tavsifi diagramma murakkab ekanini, ya‘ni 1 va 2 tipdagi diagrammalar yig‘indisidan tashkil topganligini ko‘rsatadi. Bu yerda  $A$  nuqtadan  $E$  nuqtagacha 2 tipdagi va  $E$  dan  $F$  gacha 1 tipdagi diagrammalardir. Sovish jarayonida aralashmadagi uglerod miqdoridan qat‘i nazar,  $AS$  chizig‘i bo‘ylab

suyuq aralashmalardan qattiq eritmaning birinchi kristallari paydo bo'la boshlaydi, bu *austenit* deb yuritiladi.

Demak, *ACE* hududida aralashma ikki fazadan iborat bo'lib, suyuq aralashma va austenitdan tashkil topgan.

*CD* chizig'i bo'yicha suyuq aralashmadan qattiq sementitning kristallari paydo bo'la boshlaydi. 6,67 % C li sementitning bir qancha kristallari paydo bo'lib, *S* nuqtada suyuq aralashmadagi qolgan sementit kristallanadi va evtektik aralashma hosil qilib (4,3 % *S*), 1147 °C da qotadi. Demak, *ECF* chizig'ida sementit to'la qotib bo'ladi. *CFD* hududi ikki fazali aralashmadan iborat bo'lib, suyuq qotishma va sementitdan iborat. *C* nuqtada (4,3 % C) bir vaqtning o'zida austenit va sementit kristallanib, evtektika, ledeburit hosil qiladi. Ledeburit tarkibida 2,14—6,67 % C bo'lgan hamma qotishmalarda mavjud bo'ladi va bu qotishmalar *cho'yan* deb yuritiladi.

*E* nuqta temirning uglerod (2,14 %) bilan to'yingan nuqtasi hisoblanadi. *E* nuqtadan chap tomonda yotgan hamma qotishmalar to'la qotgan vaqtda austenitning bir o'zidan iborat bo'lib, bunday qotishmalar *po'lat guruhini* hosil qiladi.

Qotgan qotishmadagi o'zgarishlarni ko'ramiz. *GSE*, *PSK* va *GPQ* chiziqlari ko'rsatib turibdiki, qotgan aralashmalarda ham tuzilish o'zgarishlari yuz beradi. Qattiq holatdagi o'zgarishlar temirning bir modifikatsiyasidan ikkinchi modifikatsiyasiga o'tishida uglerodning temirda eruvchanligining o'zgarishi hisobiga bo'ladi.

Diagrammada *AGSE* hududida austenit (*A*) bo'lib, qotishma sovishi davomida austenitdan *GS* chizig'i bo'ylab ferrit ajraladi. Ferrit uglerodning Fe dagi qattiq eritmasi, boshqacha qilib aytsak,  $\gamma$ -Fe  $\alpha$ -Fe ga o'tadi. Bundan tashqari, haroratning 1147 °C dan 727 °C gacha pasayishida uglerodning  $\gamma$ -Fe da eruvchanligi 2,14 % dan 0,8 % gacha pasayadi.

Diagrammada *SE* chizig'i bo'yicha austenitdan ikkinchi sementit ajraladi. Bu sementit qattiq qotishmadan ajralib chiqadi.

*GSP* hududi ikki fazadan iborat, ya'ni ferrit va bo'linuvchi, o'zgaruvchi austenitdan iborat.

*S* nuqtada (0,8 % C) 727 °C da hamma austenit bo'linib, o'zgarib, ferrit va ikkilamchi sementitdan iborat mayin mexanik aralashma hosil qiladi.

Ushbu evtektoid aralashma *serlit* deb ataladi. Tarkibida 0,8 % dan kam uglerod bo'lgan po'latlar *evtektoidgacha*



**bo'lgan po'latlar** va tarkibida 0,8 %—2,14 % C bo'lgan po'latlar **evtektoiddan keyingi po'latlar** deb ataladi.

*PSK* chizig'i bo'yicha barcha qotishmalarda hamma qoldiq austenitdan perlit hosil bo'ladi. Shuning uchun *PSK* chizig'i **perlit hosil qiluvchi chiziq** deb yuritiladi.

Diagrammadan *S* va *C* nuqtalarini bir-biriga solishtirsak, quyidagilarni ko'ramiz:

1) *C* nuqtadan yuqorida suyuq aralashma, *S* nuqtadan pastda esa qotgan austenit bo'ladi;

2) *C* nuqtada *AC* va *CD* chiziqlari uchrashgan bo'lib, suyuq aralashmadan kristall paydo bo'lishini ko'rsatadi. *S* nuqtadan *GS* va *SE* chiziqlari uchrashgan bo'lib, qotgan aralashmaning ikkilamchi kristallanishini ko'rsatadi;

3) *C* nuqtada 4,3 % C li suyuq aralashma bo'lib, kristallanib ledeburit evtektika hosil qilsa, *S* nuqtada 0,8 % C li aralashma qayta kristallanib, perlit hosil bo'ladi;

4) *C* nuqta sathida *FE* evtektik-ledeburit chizig'i yotgan bo'lsa, *S* nuqta sathida *RK* chizig'i, evtektoid-perlit chizig'i yotibdi;

5) *C* nuqta birlamchi kristallanish markazi bo'lsa, *S* nuqta qotishmaning ikkilamchi kristallanish markazi hisoblanadi.

Temir — uglerod qotishmasi suyuq holatdan asta-sekin (soatiga 10 °C dan) uy haroratigacha sovitilib borilganda, quyidagi tuzilishlarni ko'ramiz. Ferrit, sementit, austenit, perlit va ledeburit:

a) ferrit (F) uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, bu eritmada uglerod juda oz miqdorda (0 dan 0,006 % gacha) bo'ladi. Ferrit texnik toza temirdir;

b) sementit (S) temir bilan uglerodning kimyoviy birikmasi (temir karbidi), bu birikma juda qattiq bo'lib, uning qattiqligi  $NB=80 \text{ N/mm}^2$ ;

d) austenit (A) uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, unda uglerod 2,14 % bo'ladi;

e) perlit (P) ferrit bilan sementit mayda donlaridan hosil bo'lgan mexanik aralashma (evtektoid aralashma);

f) ledeburit (L) austenit bilan sementitning mexanik aralashmasi bo'lib, bunday aralashma cho'yanning 1147 °C da qotishidan hosil bo'ladi.

Po'latlar va oq cho'yanlar temir-sementit diagrammasiga muvofiq tasniflanadi. Vazifasiga ko'ra, uglerodli po'latlar konstruktion, asbobsozlik po'latlari va maxsus maqsadlarda ishlatiladigan po'latlarga tasniflanadi.



## 5-MA'RUZA

### 5-mavzu. Qotishma va ularning xossalari.

Ikki va undan ortiq elementlarni birga suyuqlantirish yo'li bilan olingan murakkab jism qotishma deb ataladi.

Texnikada qotishmalar asosan bir necha metallarni yoxud metallarni qo'shib suyuqlantirish yo'li bilan olinadi.

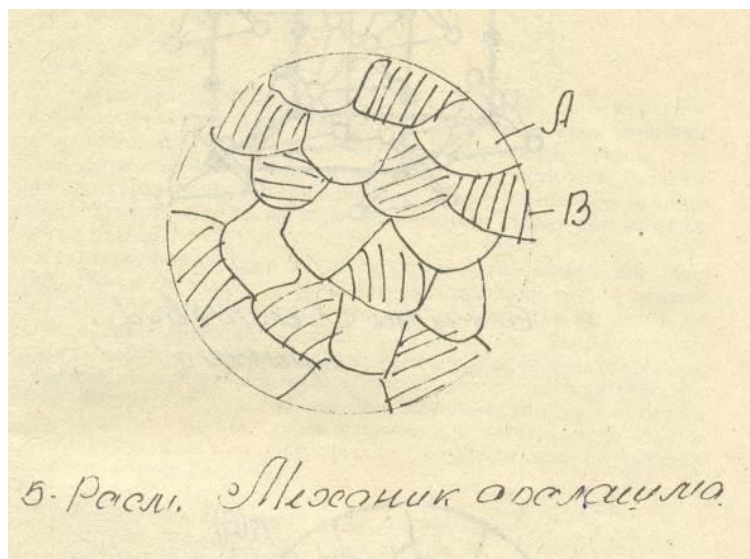
Bu usul bilan olinadigan qotishmalarga cho'yan, po'lat, bronza, latun misol bo'la oladi. Ba'zi xollarda qotishmalar shu qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning kukuni aralashmalarini maxsus qoliplarda presslab, so'ngra xosil qilingan buyumning tarkibiga qarab 1100-14000 S temperatura oralig'ida qizdirish yo'li bilan olinadi.

Bunday qotishmalardan turli keskichlar uchun ishlatiladigan qattiq qotishma plastinkalari va qo'pgina metalokeramik detallar bunga misol bo'la oladi.

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atom diametrlari kristall panjara xiliga va ularning suyuqlanish temperaturasiga va umuman aytganda elementlar atomlarining o'zaro munosabatiga ko'ra qotishmalar: mexanik aralashmaga, kimyoviy birikmaga, qattiq eritmaga bo'linadi.

Mexanik aralashma. Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay balki, qochsa, bunday qotishma tarkibiga kiruvchi har bir element atomlari qattiq xolda mustaqil kristallar xosil qiladi. Har bir element donalari o'zaro faqat donalar chegarasi bilan bog'langan bo'ladi xolos.

Bunday qotishmalar tarkibiga kiruvchi elementlar ayrim donalarning mexanik aralashmasidan tuzilganligi uchun mexanik aralashma deb ataladi.



A va V elementlardan iborat qotishmalarning tuzilishini mikroskopda ko'rsak qotishmaning A va V elementlari donalari mexanik aralashmadan iboratligi yaqqol ko'rinadi.

Bunday strukturali qotishmaga qo'rg'oshin, surma qotishmalari misol bo'la oladi. Qotishmalarning kristallanish jarayonida o'zgarmas temperaturada xosil bo'ladigan mexanik aralashma evtektik qotishma deb yoki to'g'ridan to'g'ri evtektika deyiladi.

Evtektik qotishmalarning suyuqlanish temperaturasi qotishma tarkibiga kirgan elementlarning suyuqlanish temperaturasi qotishma tarkibiga kirgan elementlarning suyuqlanish temperaturasidan past va qoliplarga quyilishi oson bo'ladi.

Kimyoviy birikma. Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlar atomlari kristallanish jarayonida o'zaro kimyoviy ta'sir etsa, bunday elementlar qattiq xolatda kimyoviy birikma xosil qiladi. Kimyoviy birikmalarning kristall panjarasi murakkab bo'lganligidan ularning qattiqligi va elektr qarshiligi yuqori va suyuqlanish temperaturasi aniq bo'ladi.

Qattiq eritma. Ko'pgina metall qotishmalari suyuq xolatda bir jinsli, ya'ni, komponentlari bir-biriga erigan xolatda bo'ladi va kristallanish jarayonida bir jinsliliigi saqlanib qoladi qotishma komponentlarining tarkibiga kiradi, ya'ni, komponentlar bir-birida eriydi. Bunday qotishmaning kristallanish natijalarida xosil bo'lgan qattiq jism qattiq eritma deb ataladi. Binobarin, qattiq eritma bir fazali va bir turdagi kristallardan iborat va bir kristall panjaraga ega bo'lgan qotishmadir.

Atomlarning diametrlari bir-biridan 15% dan kam farq qiladigan D.I.Mendeleyev elementlar davriy sistemasida bir-biriga yaqin turgan elementlar ko'pincha qattiq eritmalar xosil qiladi.

Qotishmada eruvchi elementning atomlari erituvchi komponentning kristall panjarasiga singishdan xosil bo'lgan qattiq eritma singishi qattiq eritma deyiladi. Qattiq eritma eruvchi komponent atomlarining erituvchi komponent kristall panjarasidagi atomlar o'rin olish natijasida xam xosil bo'lsa, o'rin olish qattiq etitmalar deyiladi. Singish qattiq etitmaları metall bilan metallmas qotishtirilganda xosil bo'ladi. O'rin olish qattiq etitmalariga metall bilan metall qotirilganda xosil buladi.

### **Qotishmaning xolat diagrammasi**

Qotishmalar ikki komponentli bo'lsa ,bunday qotishmalarning xolat diagrammasini tuzish uchun koordinatalar sistemasi olinib, uning ordinatalar o'qiga qotishmaning temperaturasi, abssissalar o'qiga esa konsentratsiyasi qo'yib chiqiladi. Buning uchun aniq tarkibli qotishma tigel pechiga solinadida so'ngra qizdiriladi, qotishma temperaturasining vaqt birligida o'zgarishi termoelektrik pirometr, strukturasini esa maxsus metallografik mikroskop yordamida kuzatib boriladi.

Shu usulda biz oddiy xolat diagrammasi xosil kiluvchi P (qo'rg'oshin) va Sb (surma) qotishmasini xolat diagrammasini tuzib ko'ramiz. Buning uchun Pb va Sb qotishmasining turli xil konsentratsiyalari olinib, olingan qotishmalarnig kritik temperaturalarini aniqlaymiz. Bu kritik temperaturalari jadvalda keltirilgan.

| <b>Qotishmaning konsentratsiyasi</b> | <b>Kristallana boshlash temperaturasi<sup>0</sup> C-da</b> | <b>Kristallanib bo‘lish temperaturasi</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 100% Pb                              | 327                                                        | 327                                       |
| 95% Pb Ba 5% Sb                      | 300                                                        | 246                                       |
| 90% Pb Ba 10% Sb                     | 260                                                        | 246                                       |
| 87% Pb Ba 13% Sb                     | 246                                                        | 246                                       |
| 75% Pb Ba 25% Sb                     | 340                                                        | 246                                       |
| 100% Sb                              | 631                                                        | 631                                       |

Agar aniqlangan natijalar asosida xar bir xol uchun sovitish egri chiziqlari chizilib, koordinatalar sistemasining koordinatalar o‘qiga temperatura, absissalar o‘qiga esa konsentratsiyasi qo‘yilsa qotishmalarning kristallana boshlash temperaturalarini va kristallanib bo‘lish temperaturalarini o‘zora tutashtirsak Rv va Sb qotishmasining xolat diagrammasi xosil bo‘ladi.

Ma’lumki ts temperaturasi suyuq qotishmaning eng past temperaturasi bo‘lib, bu temperaturada qotishma qattiq xolatga o‘tishi kerak. Tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki, 87% Pb va 13% Sb dan iborat qotishma qattiq xolatda Pb va Sb elementlar kristallarninng mexanik aralashmasidan iborat bo‘ladi. Bunday mexanik aralashma (evtetika) xosil bo‘ladigan temperatura evtetik temperatura deb bunday tarkibli qotishma evtetika kotishma deb ataladi.

## 6-MA'RUZA

### 6-mavzu. Rangli metallar va ularning qotishmalari.

nihoyatda toza aluminii kiradi va ular A-999 bilan markalanadi. 2-guruhga juda toza alumiiniylar, jumladan, A-995, A-99, A-97, L-95 markalilar kiradi. 3-guruhga esa texnikaviy jihatdan toza alumiiniylar: A-85, A-8, A-7, A-6, A-5, A-0, AE va Ac kiradi. Faqat A harfli markalarda qo'shimcha element 1% ga yetadi. Sof aluminii elektrotexnikada, asosan, kimyoviy apparatlar, alumin qog'oz, elektr simlari ishlab chiqarishda, aluminii qotishmalari esa mashinasozlikda keng ishlatiladi.

#### Aluminii qotishmalarining turlari

Aluminii qotishmalari 2 guruhga: deformatsiyalanadigan va quymabop qotishmalarga bo'linadi.

Aluminiyning bosim bilan ishlash uchun mo'ljallangan deformatsiyalanadigan qotishmalari **deformatsiyabop qotishmalar** deyiladi. Bular, o'z navbatida, termik yo'l bilan puxtalanadigan va puxtalanmaydigan qotishmalarga bo'linadi:

a) termik yo'l bilan puxtalanmaydigan aluminii qotishmasi jumlasiga Al-Mp va Al-Mg qotishmalari kiradi. Al-Mp tizimidagi qotishmalar AMg harfi bilan markalanadi. Masalan: AMs, AMg, AMgZ, AMg5 AMg7 va h.k. Markadagi raqam magniining % miqdorini ko'rsatadi;

b) termik yo'l bilan puxtalanadigan aluminii qotishmalari ichida eng ko'p ishlatiladigani duraluminiydir. Duraluminiy tarkibiga mis Cu va marganes Mg kiradi. Duraluminiy A-Cu-Mg harflari bilan belgilanadi, uning belgilanishida raqamlar ham bo'ladi. Masalan: D1, D6, D16.

D—duraluminiy ekanligini, raqam tartib raqamini bildiradi. Agar, qotishma tarkibiga rux qo'shilsa, uning puxtaligi yanada oshadi. Ulardan V95 markalisi ko'p ishlatiladi. Aluminiyning deformatsiyabop qotishmalariga uning bolg'alash, prokatlash, shtamplash yo'li bilan ishlanadigan qotishmalari kiradi.

Masalan: AK4, AK5, AK6 markalardagi raqamlar tartib raqamini bildiradi. Aluminiyning quymabop qotishmasi — bu qotishmalar ichida eng ko'p tarqalgan Al-Si tizimidagi qotishmalar bo'lib, ular **siluminlar** deb ataladi.

Siluminlarning ba'zi markalarida ma'lum miqdorda Si, Mg, Zp, P elementlari bo'ladi. Aluminiyning quymabop qotishmalari AL harfi va raqamlar bilan markalanadi. Masalan: AL1, AL2, ALZ, ..., AL18, AL19V AL2 — normal silumin bo'lib, A-8 magnoliydir.

## Mis elementlari va qotishmalarining turlari

DST 859-66 ga ko'ra, misning quyidagi markalari mavjud: MOO, MO, M1, M2, MZ, M4.

MOO da 99,99 %, MO da 99,95 %, M1 da 99,90 %, M2 da 99,70 %, MZ da 99,5 %, M4 da 99 % mis bo'ladi.

Juda toza mis navlarining elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lganligi uchun ular radiotexnika va elektrotexnikada keng qo'llaniladi. Qolgani, asosan, mis qotishmalari tayyorlash uchun ishlatiladi. Mis qotishmalari ikki guruhga: latunlar va bronzalar guruhiga bo'linadi.

**Latunlar.** Asosan, mis bilan ruxdan iborat qotishmalar latunlar deb ataladi. Texnikaviy latunlar tarkibida rux miqdori 45 % ga yetadi. Latunlar L harfi va raqamlar bilan markalanadi. L62, L68, L — latun ekanligini, 62 — misning % miqdorini ko'rsatadi. Latun tarkibida ruxdan boshqa legirlovchi elementlar bo'lishi mumkin. Masalan: LS74-3, LO70-1, LAN59-3-2, LMs-58-2. Markadagi birinchi son misning % miqdorini, qolgan sonlar tegishli elementlarning % miqdorini ko'rsatadi. Bu maxsus latun tarkibida elementlar quyidagicha belgilanadi. A — aluminiy, S — qo'rg'oshin, O — qalay, J — temir, N — nikel, Mn — marganes, K — kremniy. Masalan: LMs58-2 - Si—58 %, Ms—2%, 2Z—40%. Latun markasi oxirida L harfi bo'lsa, *quymabop*, L harfi bo'lmasa, *deformatsiyabop latunlar* deyiladi. Masalan: Ak 80-31.

Tarkibida mis miqdori ko'p (A96, L90, L85 markali) latunlar tayyorlanadi. Bunday latunlar *tompak* deb ataladi.

**Bronzalar.** Misning qalay, aluminiy, qo'rg'oshin, berilliy va boshqa elementlar bilan hosil qilgan qotishmalari *bronz*a deb ataladi. Mis bilan qalaydan iborat qotishma qadimdan ma'lum va bu *qalayli bronz*a deyiladi. Tarkibida qalay bo'lmagan qotishmalar ham bor, bular *maxsus bronzalar* deb ataladi. Bronzalar BR harfi tarkibidagi elementlarni bildiruvchi harflar va shu elementlarning o'rtacha % miqdorini ko'rsatuvchi raqamlar bilan markalanadi. Masalan: BrONST11-4-3 da 11 % qalay, 4 % nikel, 3 % qo'rg'oshin, qolgani misdan iborat.

Deformatsiyabop bronzalar: Br, Of 6,5-0, 25-BrOF-4-0,25, BrOTs-4-3, quymabop bronzalar: BrOg-10, BrOTsSN-3-7-5-1, BrOTsS12-5, BrOF10-1, aluminiyli bronzalar BrA bilan belgilanadi. Masalan: BrA7, BrAMs9-2, BrAJS7-1,5-1,5 va h.k.



## 7-MA'RUZA

### 7-mavzu. Po'latlarga termik ishlov berish nazariyasi asoslari

Termik ishlov berish strukturani boshgkakrish usuli bulib, bunda kotishma ma'lum temperaturaga kizdirilib, xar xil tezlikda sovitiladi. Bu usul mashina ishlab chikarishda juda keng tarkalgan bulib, material xossalarini uzgartirishning eng samarali imkoniyatlaridandir.

Texnologik xossalarini yaxshilash uchun etrmik ishlov oralik jarayoni bulishi xam mumkin. Lekin kupincha mashina vositalari xossalari tuplamani vujudga keltirishda oxirgi jarayon xisoblanadi.

Termik ishlov uchta turda buladi: sof termik ishlov, termomexanik ishlov (yoki deformasion – termik ishlov) xamda kimyoviy - termik ishlov.

Sof termik ishlov yumshatish, me'yorlash (normallash), toblash xamda bushatish (yoki eskirtirish) usullari kiradi. Termik ishlashdagi struktura uzgarishlari jarayonning asosini tashkil kiladi. Shuning uchun kimyoviy – termik ishlov xam, deformasion – termik ishlovlar xam sof termik ishlov jarayonlarini uz ichiga oladi.

Yumshatish natijasida  $Fe - Fe_3S$  xolat diagrammasida kursatilganidek muvozanatga yaqin bulgan struktura xosil buladi. Yumshatish uzidan oldingi bajarilgan texnologik jarayon (kuyma olish, bolgalash, juvalash, payvandlash va h k.) da vujudga kelgan nomuvozanat xolatga kaytaradi. Ikki turdagi yumshatish mavjud bulib, birinchi faza uzgarishsiz sodir buladi, ikkinchisi esa faza uzgarishi bilan boglik. Me'yorlash (normallash) ning maksadi yumshatishdan kuzatiladigan maksadga uxshash, lekin bu jarayonlarning sovitish tezligi bir – biridan fark kiladi.

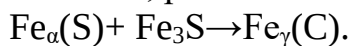
Toblashda metall faza uzgarish chizigidan Yuqori temperaturada kizdiriladi, sovitishda esa tez sovitiladi. Bunda muvozanatdagi struktura nomuvozanatdagi (tuyintirilgan) strukturaga utadi.

Termik jarayonlarda vueudga kelgan nomuvozanat xolat strukturasi muvozanat xolatdagi strukturaga kaytariladi. Agar termik ishlash polimorf uzgarish bilan boglik bulsa, bushatish jarayoni utkaziladi. Agar termik ishlash polimorf uzgarishsiz tuyintirilgan fazani xosil kilsa, eskirtirish jarayoni utkaziladi.

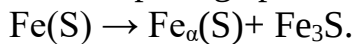
Deformasion – termik ishlovda metallni deformasiyalash va termik ishlash birgalikda olib boriladi. Agar plastik deformasiya faza uzgarish chizigidan yukorida olib borilsa, bu jarayon kotishmaga Yuqori temperaturada termomexanik ishlov berish deyiladi. Agar kotishma deformasiyasi faza uzgarish chizigidan pastda olib borilsa, bunday jarayon kotishmaga kichik temperaturada termomexanik ishlov berish deb ataladi.

Kimyoviy – termik ishlov berish natijasida mikdor uzgarishlari sifat uzgarishiga olib keladi. Bunda kerakli temperaturada metall yuzasi xar xil elementlar bilan diffuzion boyitiladi. Sof termk ishlov esa kimyoviy – termik ishlovdan keyin yoki oldin xam berilishi mumkin.

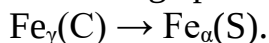
Po‘latlarni termik ishlashda Fe – Fe<sub>3</sub>S diagrammaga binoan turtta asosiy faza uzgarishlari kuzatiladi: 1) kotishmani A<sub>1</sub> faza uzgarish chizigidan yuqorirok kizdirsak, perlit austenitga parchalanadi:



2) austenitni A<sub>1</sub> faza uzgarish chizigidan kichikroq temperaturada sovitilganda austenit perlitga parchalanadi:



3) metastabil muvozanat temperaturasidan kichikroq temperaturada austenit martensitga parchalanadi:



4) istalgan temperaturada martensit perlitga parchalanadi:



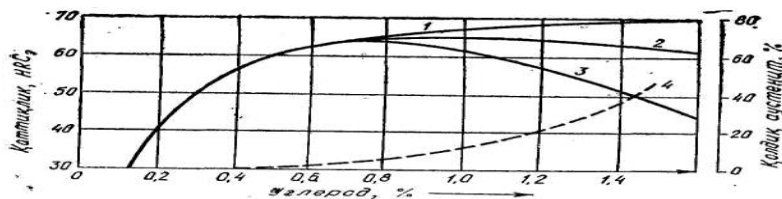
Jismning erkinlik darajasining uzgarishini 11-rasmda keltirilgan grafikdan kurish mumkin. Grafikdan kurinib turibdiki, A<sub>1</sub> nuktadan Yuqori temperaturada austenitning erkin energiyasi kam, shuning uchun xam perlit kizdirilganda austenitga parchalanadi (I uzgarish). A<sub>1</sub> dan kichik temperaturada teskari jarayon sodir buladi, ya`ni austenit perlitga parchalanadi (II uzgarish). T<sub>0</sub> dan kichik temperada perlitning erkin energiyasi eng kam kiymatga ega buladi, lekin bunda austenitning martensitga parchalanishi uchun sarf buladigan ish (III uzgarish) matrensitning perlitga parchalanishi uchun sarf buladigan ishdan (IV uzgarish) kamrok. Shuning uchun 11-rasmdagi III uzgarish IV uzgarishdan avval sodir buladi.

Ana shu jarayonlarning borishi konuniyatlari yigindisi materiallarga termik ishlov berish nazariyasini tashkil kiladi.

### Termik ishlov berishning po‘lat xossalariga ta`siri

Termik ishlashdan asosiy maksad materialning fizik va mexanik xossalarini uzgartirishdan iborat. Yumshatish jarayni barkaror strukturali materialni olish uchun kulaniladi. Yumshatilgan po‘lat yumshok va plastik xususiyatlarga ega, uning strukturasi esa plastinkasimon ferrit va sementitdan iborat buladi. Po‘latda uglerod kancha kup balsa, sementit shuncha kup, demak, mexanik xossalar xam kup buladi. Toblash natijasida po‘latning kattikligi ortadi. Bushatishda xosil bulayotgan barkaror ferrit va sementitdan iborat tarkib martensitning parchalanish maxsulotidir.

Uglerodning mikdori ortib borishi bilan martensitning kattikligi xam ortib boradi, tetragonal kristall panjarada kiyshayish (buzilish) vujudga kelib, ichki kuchlanish ortadi.



Toblangan po‘lat qattiqligining uglerod miqdoriga hamda toblash temperaturasi bog‘liqligi grafigi.



1-Martensit; 2-A1+(20-30°C); 3-Ac+(20-30°C); 4-qoldiq austenit  
Uglerodning mikdori 0,7% ga etganda martensit eng katta kattiklikka ega buladi, uglerod mikdorining keyingioshirilishi kattiklikning oshishiga jada kam ta'sir kiladi (11.11-rasmdagi 1-egri chizik). Toblangan po'lat tarkibidagi uglerodning mikdori katta bulsa, koldik austenit mikdori xam kup buladi (4-egri chizik). Austenit yumshok faza bulganligi uchun kattiklik egri chizigi kuprok egiladi (2-egri chizik).

Shuning uchun evtektoiddan keyingi po'latlarni toblashda temperatura  $A_{sm}$  dan Yuqori bulsa, kattiklik kamayadi (3-egri chizik).

Po'latning plastikligi va kovushkokligi martensit donachalarining ulchamlariga, ya'ni maydaligiga boglik. Austenitning donachalari kancha mayda bulsa, toblangan po'lat xossalari shuncha yaxshi buladi. Bushatish termik ishlashning oxirgi jarayoni bulib, uning ta'sirida mexanik xossalar shakllanadi.

Bushatish jarayonida mexanik xossalarning xammasi xam uzgaradi. Mustaxkamlik kursatkichlari ( $\sigma_v$ ,  $\sigma_{0,2}$ , NV) bushatish temperaturasiga boglik bulib, toblangan xoldagi mustaxkamlikka nisbatan umuman kamayadi, plastiklik ( $\delta$ ,  $\psi$ ) kupayadi. Toblash va bushatish temperaturalarini tugri tanlash orkali kattiklik darajasi bilan plastiklikning eng yaxshi nisbatiga erishish mumkin.

Sof termik ishlash texnologiyasi termik ishlash nazariyasiga asoslangan. Mashinasozlikda ishlatiladigan po'latlarning kupchilik kismi termik ishlanadi. Mashina vositalarini tayyorlanayotgan jarayonida materialga bir necha marta termik ishlov berish mumkin, lekin xar bir ishlov berish ma'lum maksadga muvofiq tanlanadi. Materiallarning turlari kup bulib, amalda mashina konstruksiyalariga kuilayotgan talablar xam turlichadir. Demak, termik ishlov berish texnologiyasining turlari xam kupdir. Ishlab chikarishning unumdorligini oshirish uchun xam termik ishlov berish turlarini tobora kengaytirishga kerak buladi.

### **Yumshatish va normallashtirish**

Yumshatish va normallashtirishdan maksad muvozanatdagi strukturani muvozanat xolatiga kaytarishdir. Amalda yumshatish deganda ***materialni ma'lum temperaturagacha kizdirib, pech bilan birgalikda sovitishga aytiladi.***

Materialning kimyoviy tarkibini muvozanatlashtirish, plastikdeformasiyalangan materialni kayta kristallashtirish, vujudga kelgan ichki kuchlanishlarni yukotish kabi jarayonlar **birinchi tur yumshatishga** kiradi. Birinchi tur yumshatish jarayonlarini amalga oshirish uchun material faza uzgarishi chizigidan Yuqori (gomogenlash) yoki pastda (rekristallashtirish) kizdiriladi.

Gomogenlash jarayoni katta xajmli kuyma mashina vositalarida dendrit yoki kristallar orasidagi kimyoviy notekislar likvasiyani yukotish uchun kullaniladi. Buning uchun zagotovkalar pechlarga joylashtirilib, temperatura 1100-1200°C gacha kutariladi va shu temperaturada 8-20 soat davomida ushlab turiladi. Sungra zagotovkalar pech birgalikda sovitiladi. Gomogenlash jarayonida donachalar usishi mumkin. Shuning uchun bunday termik ishlovdan keyin kushimcha donachalarni maydalaydigan termik ishlov (ikkinchi tur yumshatish) berish lozim buladi.

**Ikkinchi tur yumshatishda** asosan fazoviy tarkib, donachalar shakli va ulchamlari xilma-xilligi yukotiladi xamda yumshatish asosan faza uzgarish temperaturasidan yukorida olib boriladi. Natijada struktura xolat diagrammasidagi muvozanatga yaqinlashadi. Bunday termik ishlovga tula yumshatish, chala yumshatish va normallash kiradi.

Kizdirish tezligi materialning tarkibiga a mashina vositalarining shakliga xamda pech` turiga boglik buladi. Sovish tezligi asosan material tarkibiga boglik bulib, po`latlar uchun 200-250°S/soatni tashkil kiladi. Bunday termik ishlov berish texnologiyasi t u l a y u m s h a t i s h deb ataladi.

Austenit perlitga parchalanib bulgandan sung asta-sekin sovitiladi. Ana shunday ishlov berish i z o t e r m i k yumshatish deb ataladi.

Normallash tula yumshatishdan sovish tezligi bilan fark kiladi, ya`ni normallashda xavoda sovitiladi.

### **Po`latlarni toblash**

Toblash mashinisoqlikda materiallarning mustaxkamligini oshirishning asosiy usullaridan bulib, mashina vositalariga va asboblarga beriladigan termik ishlovdir. Toblash jarayonidan keyin ichki termik kuchlanishlar vujudga keladi. Toblashning boshka termik ishlashlardan farki uni katta tezlik bilan sovitishdadir.

Toblash temperaturasi Fe-Fe<sub>3</sub>C xolat diagrammasiga muofik belgilanadi (34-rasm).

Toblash uchun temperaturani bir xillashtirishga vakt kup ketsa, yuza kismida austenit donachalari usib ketishi mumkin. Amalda kizdirish vakti va kerakli temperaturani ushlab turish vakti materialning shakli, uning pechda taxlanish usuli, pechning turi va shunga uxshash sharoitlarga boglik buladi. Toblash muxitini tanlash xam katta ahamiyatga ega. Mashinisoqlik amaliyotida uz-uzidan bushatish imkonini beradigan toblash usullari xam bor. Masalan, kizdirilgan maxsulotning bir kismigina sovitiladi, maxsulot toblash muxitidan olinganda sovitilmagan issik kismi xisobiga sovitilgan kismi bushatish temperaturasigacha kayta isiydi, natijada uz-uzidan bushatish jaraeni sodir buladi. Bunday toblash usuli bilan turli kislmlari turlicha kattikliklarga ega bulgan po`latlar olinadi. Mashina vositalarining bir kislmini suv sepib sovitish yuli bilan xam notekis toblanishga erishish mumkin.

Po`latlarni toblash bilan boglik bulgan toblanuvchanlik va toblash chukurligi kabi muxim tushunchalari xam bor. Toblash vaktida po`latlarning anna shu xususiyatlarini, albatta, xisobga olish kerak. Toblash natijasida erishiladigan eng katta katiklik po`latning toblanuvchanligi deyiladi, u asosan uglerod mikdoriga boglik. Xar xil sovitish muxitida toblangan po`latning eng katta kattikligi yuzaning kattikligidir.

YUzadan boshlab, 50% martensit va 50% trostitdan iborat katlamgacha bulgan oralik toblash chukurligi deyiladi. Sovish tezligi xar xil katlamlarda xar xil buladi. masalan 35-ramda kursatilganidek, ma`lum katlamdagina martensit strukturasi xosil buladi. ichkarirok katlamlarda esa beynit, troosit va sorbit strukturalar xosil bulib, urta kismi umuman toblanmasligi xam mumkin. Toblash chukurligini aniklash uchun maxsus 5657-69 GOST mavjud bulib, bu GOST ga asosan uzaksimon namunaning diametri 25mm, uzunligi esa 100mmga teng. Namuna kizdirilgandan

sung ma'lum uskunaga kuyib, toblanadi. Sungra toblangan tomonidan boshlab tanlangan takrorlanadigan ma'lum oralikda kattiklikning uzgarish diagrammasi chiziladi (36-rasm). Odatda, sprovochniklarda xar xil materiallarning yarim martensitli katlam kattikligini (1-gorizontal) tajribadaoling diagramma kursatkichlari bilan soishtirib, tekshirilaetgan namunaning toblash chukurligini aniklash mumkin ( $L_1$  va  $L_2$ ).

Toblash chukurligi austenitning barkarorligiga boglik. SHuning uchun legirlangan po'latlarining toblash chukurligi ancha katta buladi.

### **Po'latlar yuzasini toblash**

Kupchilik xollarda mshina vositalarining ishchi yuzalari katta kattiklikka ega buladi. Urta kismning esa kovushkok bulishi talab etiladi. Bunga yuzani toblash orkali erishish mumkin. YUza shunday tez kizdiriladiki, maxsulotning ustki katlami toblash temperaturasi ancha past buladi. tez sovitish natijasida yuzada katta kattiklikka erishiladi, lekin urta kismi kovushkokligicha koladi. YUza Yuqori mustaxkamlik va kattiklikka ega bulgani uchun ishkalanishdagi eyilishga uning chidamliligi oshadi, urta kism kovushkok bulganligi uchun dinamik ta'sirga chidami buladi.

Ishlab chikarishda yuza Yuqori tebranishli tok ta'sirida toblanadi. Bu usul utkazgichdan induksion tok utganda katta issiklik energiyasining ajralib chikishiga asoslangan. Bunda uzgaruvchan elektr maydoni xosil kilinadi, shu elektr maydonni utkazgich kesib utsa, unda induksion tok oka boshlaydi. Utkazgichning kizishi tokning tebranish darajasiga boglik bulib, u kancha katta bulsa, kizigan katlam kalinligi shuncha ichik buladi. shuning uchun toblash kerak bulgan katlam kalinligiga karab, tokning tebranish darajasini generatorlar orkali boshkarish mumkin.

### **Po'latlarni bushatish va ularga sovuklayin ishlov berish**

Bushatish toblashdan keyin bajarlishi shart bulgan jarayondir. Bushatish uchun kizdirish evtektoidgacha bulgan po'latlar uchun  $A_{s1}$  chizigidan pastga olib boriladi va toblangan namunaning xossalari bushatish temperaturasiga boglik buladi. Bushatish kichik, urta va Yuqori temperaturali buladi.

Kichik temperaturali bushatish uchun toyulangan po'lat 180-250°S gacha kizdirilib, shu temperaturada biroz ushlab turiladi, sungra sovitiladi. Xosil bulgan struktura bushatilgan martensit buladi, shuning uchun toblashda erishilgan kattiklik deyarli uzgarmaydi, lekin mustaxkamlik va kovushkoklik sezilarli darajada ortadi. Aksariyat xollarda kam legirlangan xamda uglerodli po'latlar shunday bushatiladi. YUzani toblash yoki kimyoviy-termik ishlashda xam ana shunday bushatish kullaniladi.

Urta temperaturali bushatish uchun toblangan po'lat 350-500°S gacha kizdiriladi, ochik xavoda sovitiladi. Urta temperaturali bushatish aksariyat xolda prujinalar, resoralar, shtamplarga beriladi.

Yuqori temperaturali bushatish 550-680°S da olib boriladi, bu temperaturada 1-3 soat ushlab turiladi, sungra xavoda sovitiladi. Bunday bushatish urta uglerodli

(legirlangan) po'latlarga kulaniladi. Tula toblash va Yuqori temperaturada bushatish yaxshilash deb ataladi. Buning natijasi sorbit buladi.

Toblangan po'latlarga sovuk temperaturada ishlov berish mashinasozlik amaliyotida tez-tez uchrab turadi. Yuqori uglerodli ( $S \leq 0,6\%$ ) va legirlangan po'latlar  $0^\circ\text{S}$  dan pastda martensitga parchalanish davom etadi. Agar sovitish temperaturalari orasida uzilish bulsa, austenit stabillashishi mumkin va uning martensitga parchalanishi kiyinlashadi. Mashina vositalari ulchamining keyinchalik uzgarishini oldini olish maksadida, sovuklayin ishlov berilgandan sung, kayta  $100-150^\circ\text{S}$ da kizdirib, shu temperaturada 1,0-1,5 soat ushlab turish lozim buladi. Ba`zan tezkesar po'latlarga sovuklayin ishlov berilgandan keyin bir marta Yuqori temperaturali bushatish xam beriladi.

### **Mashinasozlik cho'yanlariga termik ishlov berish**

Cho'yanlarni kuyish usuli bilan katta xajmdagi murakkab mashina vositalarini olishda ichki kuchlanishlarni kamaytirish, cho'yanlarni kesib ishlashni engillashtirish maksadida ularning kattikligini kamaytirish xamda mexanik xossalarni yaxshilash, ishkalanishdagi emirilishga karshilikni oshirish maksadida termik ishlov berish usulidan foydalaniladi.

Cho'yanni termik ishlash po'latlarni termik ishlashdan fark kilmaydi. Fakat cho'yanlarda kushimda ravishda grafit parchalanishi davom etishi mumkin, bu esa xossalarga uzgartirish kiritadi. Kupincha cho'yanlardagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish maksadida  $500-600^\circ\text{S}$  gacha kizdirib, shu temperaturada 6-8 soat ushlab turiladi, sungra boshka termik kuchlanishlar xosil bulmasligi uchun sekin sovitiladi.

Yuqori temperaturali yumshatish xam beriladi. Bundan maksad cho'yanni kattikligini kamaytirish va kesib ishlashni osonlashtirishdan iborat. Buning uchun cho'yan  $850-950^\circ\text{S}$  gacha kizdiriladi vash u temperaturada bir necha soat ushlab turiladi.

Mexanik xossalarni yaxshilash uchun xamda ishkalanib emirilishga chidamlilikni oshirish uchun me`yorlash utkaziladi. Bunda xam material  $850-950^\circ\text{S}$  gacha kizdirilib, shu temperaturada 1-2 soat ushlab turiladi, sungra xavoda sovitiladi.

Toblash natijasida xam cho'yanninng mustaxkamligini biroz oshirish mumkin. Toblash uchun  $840-900^\circ\text{S}$  gacha kizdirilib, moyda sovitiladi.

Toblangan cho'yanga past temperaturali ( $200-250^\circ\text{S}$ ) bushatish berilsa, ishkalanib emirilishga bordoshliligi xamda kattikligi saklanib koladi. Bushatish yukorirok temperaturada ( $300-500^\circ\text{S}$ ) olib borilsa, kattiklik biroz kamayadi, plastiklik esa ortadi, struktura troostit yoki sorbitdan iborat buladi.

Temperatura ta`sirida po'lat yuzasini xar xil kimyoviy elementlar bilan diffuzion boyitish kimyoviy termik ishlash deyiladi. Bu jarayonda yuzadagi mikdor uzgarishlari sifat uzgarishiga olib keladi. Yuza katlamining kimyoviy tarkibi uzgarishi kattiklikning oshishi, ishkalanib yoki korrozion emirilishga, charchashga chidamlilikni oshirish kabi xususiyatlarni vjudga keltirshga olib keladi. YUzaga lazer nuri, ion va elektron dastasini ta`sir ettirish yuli bilan KTI ning samarasini oshiriladi.

KTI da tarkib ma'lum darajada uzgarishi mumkin, ya'ni mexanik xossa fakat strukturani uzgartirishga boglik bulib kolmaydi. KTI diffuzion xususiyatga ega bulib jarayondir. Temperatura, yuza atrofida diffuziyalanadigan elementlarning zichligi xamda ularning ta'sir etish vakti shu jarayonni belgilaydi. Xozirgi amaliyotda eng kup kullanilayotgan KTI turlari po'lat yuzasini uglerod yoki azot bilan boyitishdir. YUza kremniy, bor, nikel, alyuminiy, xrom kabi elementlar bilan xam boyitiladi.

### **Po'lat yuzasini uglerod bilan boyitish.**

Ma'lumki, po'latning toblanish kobiliyati asosan uglerod mikdoriga boglik. Kam uglerodli po'latlar lpastik deformasiyalanish, kesib ishlanish, payvandlanish kabi bir kator yaxshi xususiyatlarga ega. Po'lat tarkibida uglerod kancha kam bulsa, kattiklik xam shuncha kam buladi. SHuning uchun bunday po'latlarni yaxshi toblanishi uchun uning yuza kismini uglerodga tuyintiriladi. Bunday jarayon sementasiya, uning muxiti esa karbyurizator deb ataladi. Kattik, suyuk, gaz muxitlaridagi sementasiya xozirgi amaliyotda keng kullaniladi.

Odatda, tarkibida 0,08 – 0,3% uglerod bulgan gulerodli yoki legirlangan po'latlar semintasiyalanadi. Semintasiyalangan yuzadagi uglerod mikdori 0,8 – 1,0% atrofida buladi, yuzadan ichkari katlamga karab uglerod mikdori kamayib boradi. Mashina vositalariga kator mexanik ishlov berilgandan keyingina ular semintasiyalanadi, sungra toblanadi va past temperaturada bushatish utkazilib, keyin yana mexanik ishlov beriladi.

Agar mashina vositalarining yuzasida semintasiyalash kerak bulmagan joylari bulsa, usha joylar olovbardosh loy yoki asbest bilan bilan urab kuyiladi.

Po'latlarni uglerodga boyitish ta'mirlash texnikasida xam kup kullaniladi. Bunda pista kumir yoki toshkumirning sundirilgan maxsus novlari xamda aktivlashtiruvchi birikmalar kushiladi va koks bilan birgalikda shixta materialini tashkil kiladi.

SHixtadagi  $BaCO_3$  uglerodni atom xolida ajralib chikishini faollashtiradi.  $CaCO_3$  shixta materialini bir-biriga yopishib kolishdan saklaydi. Po'latni kattik muxitda uglerodga boyitish odatda 920-950°S da olib boriladi. Po'latni shu temperaturada ushlab turish vakti esa katlam qalinligiga bog'lik buladi.

Ikkinchi toblashda po'lat 760-780°S gacha kizdiriladi. Bunda sementasiyalangan va uning kattikligi ortadi. Lekin bu texnologik jarayonning bajarilish vakti ortadi, natijada maxsulotning tannarxi oshadi.

### **Po'lat yuzani azot bilan boyitish**

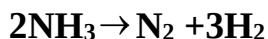
***Po'lat yuzasini azot bilan diffuzion tuyintirishga a z o t l a sh deb ataladi.*** Azot po'lat tarkibidagi metallar bilan birikib, nitridlarni xosil kiladi. Metall nitritlari bila modifikasiyalangan po'lat yuzasi bir kator maxsus xususiyatlarga ega buladi, ya'ni nisbatan Yuqori temperaturada yuza kattikligi barkaror buladi, chidamliligi, ishkalanishdagi eyilishga xamda korroziyaga karshiligi ortadi. Azot bilan boyitilgan yuza kattikligi sementasiyalanib, sungra toblangan yuza kattikligidan ancha Yuqori bulib, Yuqori ishchi temperaturada (600-650°S) xam shu kattiklik saklanib koladi.

Azotlash jarayonida yuzada xosil bulayotgan fazalarni taxlil kilish uchun Fe-N diagrammadan foydalanish kerak (38-rasm). YUzani azot bilan tuyintirishda kuyidagi fazalar xosil buladi: azotning  $\alpha$ -temirdagi kattik eritmasi; temirning  $\gamma$ -

modifikatsiyasi asosida kattik eritma; temir nitritlari ( $\text{FeN}$ ,  $\text{Fe}_3\text{N}$ ) asosidagi kattik eritmalar;  $450^\circ\text{S}$  temperaturada azot miqdori 11,35% bulganda  $\text{Fe}_2\text{N}$  xam xosil bulishi mumkin.

$591^\circ\text{S}$  da  $\gamma$ - faza evtektoid reaksiyasiga binoan ikkita kattik faza parchalanadi:  $\gamma \rightarrow \alpha + \gamma^I$ , natijada azotli perlit xosil buladi.

boyitilgan yuza atrofida aktiv azot atomlarini xosil kilish uchun amiyak Yuqori temperaturada parchalanadi:



Azotlash jarayonining tezligi aktiv azot atomlarining xosil bulish tezligiga boglik. Azotlash temperaturasi evtektoiddan pastda va yukorida bulishi mumkin. Evtektoiddan past temperaturada  $\varepsilon \rightarrow \gamma + \alpha$  uzgarish sodir buladi, evtektoiddan Yuqori temperaturada  $\alpha \rightarrow \gamma + \gamma^I + \varepsilon$  Katlam xosil buladi. tez sovish natijasida  $\gamma$  – faza parchalanib,  $\alpha + \gamma^I$  strukturani xosil kiladi.

Xar kanday uglerodli po‘latlar va xatto cho‘yanlarning yuzalarini azot bilan tuyintirish mumkin. Po‘latlarga azotlashdan oldin termik va mexanik ishlovlar berilgan bulishi kerak. Azotlash shart bulmagan kismalar kalay yoki suyuk oyna bilan koplanadi. Azotlash jarayoni odatda  $520 - 530^\circ\text{S}$  da olib boriladi. Azotlangandan keyin po‘latlar amiyak muxitida pech` bilan birgalikda sovitiladi.

#### **Po‘lat yuzasini azot va uglerodga boyitish.**

Po‘lat yuzasini bir vaktida azot va uglerotga boyitish natijasida uning kattikligi va emirilishga chidamliligi ortadi.

YUzani uglerot va azot bilan boyitishning ikki usuli mavjud. Birinchi usul nitrosegmentasiyalash, ikkinchisi esa sianlashdir. Nitrosegmentasiyalashda yuza uglerod bilan birgalikda azotga xam boyitiladi.

Eng muximi Nitrosegmentasiya temperaturasi segmentasiyalash temperaturasidan  $100^\circ\text{S}$  cha kam bulib uglerodning deffuziyanish tezligi azot muxitida katta buladi. Nitrosegmentasiyaning muxim xususiyati shundaki, jarayon davomida mashina vositalari nisbatan kamroq deformasiyalanadi.

Sianlash suyuk muxitda utkaziladi. Suyuk muxit – sian tuzlaridan iborat bulib, jarayon  $820 - 860^\circ\text{S}$  da olib boriladi. Bunda diffuzion Katlam kalinligi  $0,15 - 0,35\text{mm}$  ni tashkil etadi. Yuqori temperaturali ( $930 - 950^\circ\text{S}$ ) sianlashda diffuzion katlamni  $2\text{mm}$  ga etkazish mumkin. Po‘latlar sianlash muxiti temperaturasidan tugridan tugri toblanib, ularga past temperaturali bushatish ( $180 - 200^\circ\text{S}$ ) beriladi. Yirik mashina vositalarining Katlam kalinligini oshirish maksadida Yuqori temperaturali ( $920 - 930^\circ\text{S}$ ) sianlash utkaziladi.

#### **Yuzani diffuzion tuyintirish**

Mashina vositalarining ishchi yuza kismalarining ish unumini oshirish uchun u bir kator elementlar ( $\text{Al}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Zn}$  va xokozo) bilan diffuzion boyitiladi. YUzani bor bilan tuyintirishda Yuqori temperaturali suyuk, gaz va kukun xoldagi bor birikmalaridan foydalaniladi. Mashinasozlikda bor elementi bilan yuzani boyitish jarayoni suyuk eritmalarini elektroliz kilish usuli bilan olib boriladi. Bunda suyuk eritmaning temperaturasi  $920 - 950^\circ\text{S}$  ga teng bulib, jarayon  $2 - 6$  soat davom etadi.

Boyitilgan yuzaga kukun yoki pasta surtib, etarli darajada kizdirilsa, kiska vakt ichida Katlam bor elementiga boyiydi.

Xar kanday po'latdan yasalgan mashina vositalarining yuzalari xrom elementi bilan boyitilsa, Yuqori temperaturada oksidlanib, zangbardoshligi ortadi.

Mashina vositalarining ichki yuzalarini bir yula bir necha elementlar bilan xam boyitish mumkin. Masalan, kattik kotishmadan yasalgan kesuvchi asbobning ishchi yuzasi xrom bilan titanga, ishkalanadigan yuzalari esa xrom va kremniyga boyitiladi va xokozo. Lekin, bunday boyitish ancha murakkab jarayon bulgani uchun mashinasozlikda kam kullaniladi.

### **Termik ishlov berish jixozlari**

Maxsulotning sifati termik ishlash uchun ixoz va uskunalarining tugri tanlanishiga boglik buladi. Termik ishlash sexlarining jixozlari asosan xar xil pechlardan iborat, kuplab ishlab chikarishlarda bu pechlar maxsus ishlab chikarish agregatlari tarkibiga kiradi. Jarayonlar esa mexanizasiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan buladi.

Xozirgi vaktida sof termik ishlov berish uchun kizdirishda kamerali pechlar ishlatiladi. Kamerali pechlar oddiy xavo yoki maxsus gaz aralashmalari muxitida xam ishlay oladi. Termik ishlash uchun kullaniladigan maxsus agregatlar tarkibiga kirgan pechlar gilof bilan koplangan bulib, ichki tomonga olovbardosh gisht terib chikilgan buladi. Pechning ichki kismi elektr isituvchilar yoki gaz puflagichlar yordamida yondirib beruvchi uskuna-forkamerala bilan jixozlangan buladi. Agregatlar isitish va sovitishni boshkarish xamda zagotovkalarini xolatini uzgartirib turish, ularni pechga joylash va pechdan chikarish uchun muljallangan maxsus uskunalar bilan jixozlangan buladi. Agregatlar tarkibiga gazlarni taksimlaydigan, uning tarkibini tekshiradigan va kerakli gazlar bilan tuldiradigan maxsus uskunalar xam bor.

Termik ishlov berish uskunalaridan biri shaxtali pech` bulib, uning devorlari olovbardosh materiallar bilan koplangan, devorining tashkari tomoni issiklikni saklab turadigan material va metall gilof bilan koplangan buladi. odatda bunday pechlar katta ulchamga ega bulgan zagatovkalar uchun ko`llaniladi (vallar, tishli gildiraklar va xokozo). Anna shunday pechlarning tuzilish sxemasi keltirilgan.

Xozirgi mashinasozlik korxonalarida toblash-bushatish jaraenlarini tuxtovsiz utkazadigan maxsus agregatlar urnatilgan.



## 8-MA'RUZA

### 8-mavzu. Po'latga kimyoviy ishlov berish.

#### 3.1. Po'latni yumshatish turlari

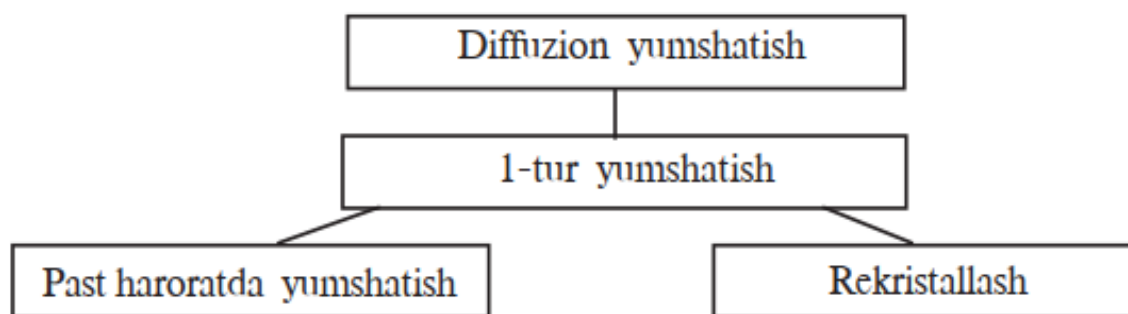
Po'latni faza o'zgarishlaridan yuqori haroratgacha qizdirib, so'ngra sekin sovitish (odatda, pech bilan birga) **yumshatish** deyiladi. 11-rasmda yumshatish turlari keltirilgan.

Sekin sovitilganda po'latlar faza va tuzilishi jihatdan muvozanatga yaqin keladi. Yumshatishdan keyin yuzaga kelgan tuzilmalar temir-sementit diagrammasida ko'rsatilgan. Yumshatilgandan keyin po'latning qattiqligi va puxtaligi pasayadi.

Yumshatishdan ko'zlangan asosiy maqsad: po'latni qayta kristallash (donlarini maydalash), ichki zo'riqishlarini yo'qotish, qattiqligini pasaytirish va ishlanuvchanligini yaxshilash.

Ko'p hollarda yumshatish termik ishlov berish bilan birga olib boriladi. Quymalar, pokovkalar, prokatlarni yumshatish (masalan, yirik quymalarni yumshatish) oxirgi termik ishlov berish jarayoni sanaladi.

1- tur va 2- tur yumshatish farqlanadi. 1- tur yumshatishda oldingi ishlov berishda paydo bo'lgan muvozanat holatidan chetlanish qisman yoki batamom yo'qoladi. Bu yumshatish faza o'zgarishlari bilan bog'liq emas.



**11-rasm.** Yumshatish turlari.

**Diffuzion yumshatish.** Legirlangan po‘lat quymalar dendrit likvatsiyani kamaytirish uchun yumshatishning shu turiga duchor qilinadi. Metall 1100—1200 °C haroratgacha qizdiriladi. Chunki bunda po‘lat alohida hajmlarining kimyoviy tarkibini bir xillashtirish uchun zarur bo‘lgan diffuziya jarayonlari ancha to‘liq kechadi.

Qizdirish 100—150 grad/soat tezlik bilan amalga oshiriladi, qizdirish haroratini tutib turish vaqti po‘latning tarkibiga va quymaning massasiga bog‘liq bo‘ladi. Diffuzion yumshatishdan keyin po‘lat sekin sovitiladi.

Bir jinsli qilishda haddan tashqari uzoq tutib turish maqsadga muvofiq emas, aks holda jarayonning unumdorligi kamayadi va elektr energiyasi (yonilg‘i) ortiqcha sarflanadi. Yumshatish haroratini oshirish tutib turish vaqtini oshirishga qaraganda ko‘proq samara beradi. Diffuzion yumshatishda shu haroratda tutib turish vaqti bir necha soatdan bir necha o‘n soatgacha davom etishi mumkin (isitish vaqtini hisoblama-ganda). Jarayonning davom etish vaqtini haroratni oshirish yo‘li bilan qisqartirish mumkin.

Tarkibi bir jinsli bo‘lgandan keyin po‘lat yirik donli bo‘ladi, u keyinchalik bosim bilan ishlov berish yo‘li bilan yoki odatdagi to‘liq yumshatish bilan maydalanadi.

**Past haroratda yumshatish.** Agar qaynoq holda mexanik ishlov berilgandan keyin po‘latning tuzilishi yaxshi bo‘lsa va qayta kristallashga hojat qolmasa, faqat ichki zo‘riqishni yo‘qo-tish talab qilinsa, u holda po‘lat  $A_{s1}$  dan past haroratda qizdi-riladi. Qizdirish 100—150 grad/soat tezlik bilan amalga oshiriladi. Shu haroratda ma’lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi.

Yumshatish haroratida tutib turish vaqti bir tonna quymaga 0,5—1,0 soatni tashkil etadi. Uglerodli va legirlangan po‘latlarni kesish, quyish va boshqa yo‘llar bilan uzatishdan oldin ular past haroratda yumshatiladi. Past haroratda yumshatishda qizdirish tezligi va ayniqsa, sovitish tezligi kichikroq bo‘lishi kerak, shunda yangi ichki termik zo‘riqishlar yuzaga kelmaydi.

Rekristallash yo‘li bilan yumshatish deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berishdan iborat bo‘lib, bunda rekristallanish asosiy jarayon hisoblanadi. Termik ishlov berishning bu turi ko‘pincha sovuqlayin deformatsiyalashdan keyin qo‘llaniladi.

**Parchinlash** — plastik deformatsiyalash tufayli metall materiali tuzilishi va xossalarning o'zgarishi.

Plastik deformatsiyalanish natijasida kristall panjara buziladi, metall donlari deformatsiyalanadi va muayyan yo'nalish oladi, deformatsiyalanishga qadar don teng o'qli shaklda bo'ladi, deformatsiyalangandan keyin sirpanish tekisliklari bo'yicha siljishi natijasida donlar ta'sir etayotgan kuchlar yo'nalishida cho'ziladi va tolali tuzilish hosil qiladi.

Deformatsiya qancha kuchli bo'lsa, donlar shuncha ko'p cho'ziladi va nihoyat 80—90 % deformatsiyalanganda donlarning chegaralari yaxshi ko'rinmaydi. Bunga sabab shuki, deformatsiyalanish natijasida ichki zo'riqishlar paydo bo'ladi, kristall panjara buziladi, don o'rta qismining ishlanuvchanligi chekka qismlarining ishlanuvchanligiga yaqinlashadi.

Muayyan metallda plastik deformatsiyalanishdagi siljish kristall bo'yicha ko'chishlar natijasida sodir bo'ladi. Lekin plastik deformatsiyalanish metallda yangi ko'chishlarning paydo bo'lishi va to'planishiga olib keladi. Deformatsiyalanmagan metallda ko'chishlar zichligi  $1 \text{ sm}^2$  da  $10^6$ — $10^8$  ni tashkil etadi, deformatsiyalangandan keyin xuddi shu metallda u  $1 \text{ sm}^2$  da  $10^{10}$ — $10^{12}$  ga yetadi. Deformatsiyalangan metallda ko'chishlarning to'planishi ularning kristall holida harakatlanishini qiyinlashtiradi va sekinlashtiradi, bu esa, o'z navbatida, metallning deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatishiga, ya'ni uning puxtalanishiga sabab bo'ladi.

Deformatsiyalanmagan metallga nisbatan deformatsiyalangan metallning energiya zaxirasi ko'p va muvozanatlashmagan, termodinamik beqaror holatda bo'ladi. Bunday metallda, hatto xona haroratida ham uni yanada beqaror holatga olib keladigan jarayonlar o'z-o'zidan sodir bo'lishi mumkin. Lekin, agar deformatsiyalangan metall qizdirilsa, bu jarayonlar tezligi ortadi. Ozroq qizdirish (temir uchun 300—400 °C) kristall panjaradagi buzilishlarni yo'qotadi, lekin mikrotuzilish o'zgarishsiz qoladi, donlar avvalgidek cho'zilgan bo'ladi. Bunda puxtalik qisman pasayadi, plastiklik esa ortadi. Bunday ishlov berish **qaytarish** yoki **bo'shatish** deyiladi.

Harorat yanada ko'tarilganda atomlarning harakatchanligi ortadi va cho'zilgan donlar orasida yangi zarralar ko'plab hosil bo'ladi va o'sadi, ular teng o'qli zo'riqishlardan xoli bo'ladi. Yangi donlar zarralarining kristall panjaralari ko'proq buziladi,



erkin energiyaning darajasi esa yuqori, termodinamik jihatdan eng beqaror qismlarda paydo bo'ladi. Yangi donlar eski, cho'zilgan donlar to'liq yo'qolgunga qadar o'sadi. Bu hodisa (*birlamchi*) **rekristallanish** deyiladi.

Rekristallanish singish (diffuzion) jarayoni bo'lib, notekis kechadi, ayrim donlar oldinroq, boshqalari keyinroq paydo bo'ladi va o'sadi. Rekristallanishdan keyin metall yangi teng o'qli donlardan iborat bo'lib qoladi. Yanada yuqori haroratda qizdirish yig'ma rekristallanishning avj olishiga, ya'ni ayrim rekristallangan donlarning boshqa maydaroq donlar hisobiga o'sishiga olib keladi. Qizdirish harorati qancha yuqori bo'lsa, yig'ma rekristallanish shuncha shiddatli ketadi, chunki harorat ko'tarilishi bilan singish jarayonlari tezroq boradi va yirik donli metall hosil bo'lishi uchun sharoit yaratiladi.

Yig'ma rekristallanish ham notekis ketadi va amalda ishlov berishdagi rekristallanish tugashidan ancha oldin boshlanadi. Rekristallangan donning o'lchami metallning xossalriga kuchli ta'sir etadi. Mayda donli po'latlarda puxtalik bilan plastiklik eng yaxshi bo'lishi kuzatiladi. Rekristallangan donning katta-kichikligiga rekristallizatsion yumshatish harorati, jarayonning muddati, oldindan deformatsiyalash darajasi va metallning kimyoviy tarkibi ta'sir ko'rsatadi.

Yumshatish harorati qancha yuqori va jarayon uzoqroq davom etadigan bo'lsa, rekristallangan donning o'lchami shuncha katta bo'ladi.

Deformatsiyaning kritik darajasida (3—15 %) yumshatishdan keyin donning o'lchami keskin kattalashadi va boshlang'ich donning o'lchamidan bir necha marta katta bo'lishi mumkin. Shu sababli deformatsiya darajalari kichik bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Kritik deformatsiya qiymati metallga bog'liq bo'ladi. Umuman, deformatsiyalanish darajasi qancha katta bo'lsa, rekristallangan donning o'lchamlari shuncha kichik bo'ladi. Bunga sabab shuki, deformatsiya darajasi ortishi bilan keyingi rekristallanishda zarralar hosil bo'lish tezligi ularning o'sish tezligidan katta bo'ladi.

### 3.2. Po'latni to'la yumshatish

To'la yumshatishda evtektoiddan oldingi po'lat  $A_{s3}$  dan 30—50 °C yuqori haroratda qizdiriladi, shu haroratda to'la qiziguncha tutib turiladi va sekin sovutiladi. Bu holda ferrit perlitli

tuzilishi qizdirilganda austenitli tuzilishga aylanadi, so'ngra sekin sovutilganda qaytadan ferrit va perlitga aylanadi. To'la qayta kristallanish sodir bo'ladi.

Amalda qizdirish tezligi odatda 100 grad/soatga yaqin bo'ladi, shu haroratda tutib turish vaqti esa 1 t qizdiriladigan metallga 0,5 dan 1 soatgacha bo'ladi.  $A_{s3}$  nuqta tepasida qizdirish haroratini haddan tashqari oshirib yuborish austenit donlarning o'sishiga olib keladi, bu esa po'latning xossalarini yomonlashtiradi. Sekin sovitish austenitning parchalanishini ta'minlashi kerak. Legirlangan po'latlar uglerodli po'latlarga (150—200 grad/soat) qaraganda ancha sekin (10—100 grad/soat) sovutiladi.

To'la yumshatishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad: metallga oldindan ishlov berishda (quyish, qizdirib deformatsiyalash, payvandlash va termik ishlov berish) paydo bo'lgan nuqsonlarni yo'qotish, metallarga kesib ishlov berishdan oldin po'latni yumshatish va ichki zo'riqlashlarni yo'qotishdan iborat.

### 3.3. Po'latni chala yumshatish

Chala yumshatish evtektoidda  $A_{s1}$  dan yuqori haroratda qizdirish va sekin sovitishdan iborat. Bunda perlitni tashkil etuvchi donlar qisman qayta kristallanadi.

Agar dastlabki qizdirib ishlov berishda yirik donlar yuzaga kelmagan bo'lsa, evtektoiddan oldingi po'latlar ichki zo'riqlashlarni yo'qotish va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash maqsadida chala yumshatiladi. Evtektoiddan keyingi po'latlarni chala yumshatish **sferoidlash uchun yumshatish** deyiladi. Sferoidlash uchun yumshatish natijasida donador perlit tuzilishi hosil qilinadi. Sferoidlash paytida sekin sovitish kerak, shunda austenit ferrit-karbid aralashmasiga parchalanadi va hosil bo'lgan karbidlar bir-biriga yopishib yiriklashadi (koagulyatsiya).

#### Izotermik yumshatish

Amalda vaqtni tejash maqsadida ko'pincha izotermik yumshatishdan foydalaniladi. Bu holda po'lat qizdiriladi, so'ngra evtektoidda  $A_{s1}$  dan 50—100 °C past haroratga qadar tez sovutiladi (ko'pincha boshqa pechga o'tkaziladi). Po'lat shu



haroratda austenit to'la parchalangunga qadar tutib turiladi, shundan keyin havoda sovitiladi.

Hozirgi vaqtda legirlangan po'latlarni izotermik yumshatish ko'p qo'llaniladi, chunki bunda jarayon davomiyligi qisqaradi.

Sof holda yumshatish himoya atmosferasini tatbiq etgan holda yoki qisman vakuum pechlarda to'la yoki chala yumshatish tartibida amalga oshiriladi. Sof holda yumshatish jarayonini ishlatilgan karburizator, cho'yan qirindisi va shu kabilar solingan qutilarda o'tkazish mumkin.

Sof holda yumshatish sovuqlayin yoyiladigan tasma, sim va hokazolar olish uchun, shuningdek, metall sirtini oksidlanish va uglerodsizlanishdan saqlash maqsadida galvanik usulda qoplanadigan detallar olish uchun qo'llaniladi.

### 3.4. Me'yorlash

Evtektoiddan oldingi po'latni  $A_{s3}$  dan yuqori haroratgacha, evtektoiddan keyingi po'latni esa  $A_{st}$  dan 50—60 °C ga yuqori haroratgacha qizdirib, so'ngra havoda sovitish **me'yorlash** deb ataladi. Me'yorlashda po'lat qayta kristallanib, quyish yoki bolg'alashda hosil bo'lgan yirik donli tuzilish yo'qoladi.

Havoda sovitish natijasida austenit past haroratlarda ferrit-sementit aralashmasiga parchalanadi, demak, aralashmaning mayda zarralarga bo'linishi (dispersligi) ortadi.

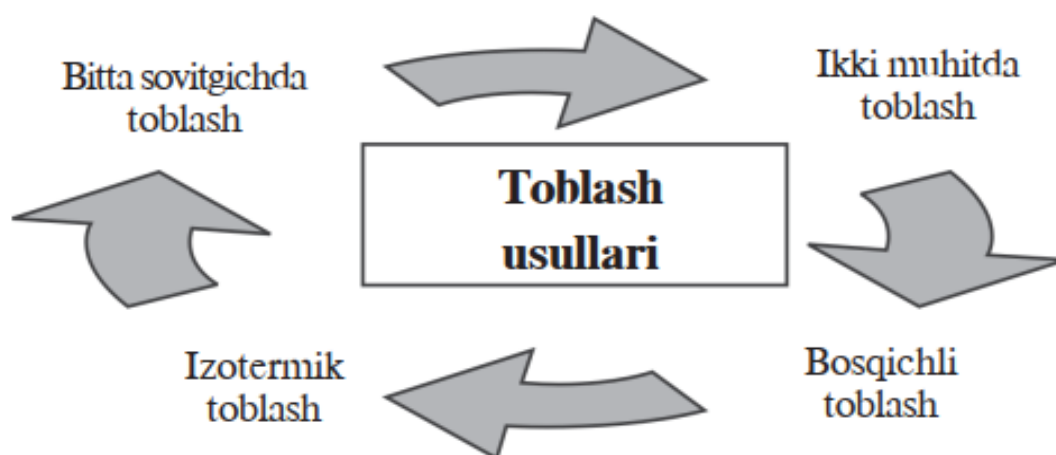
Me'yorlashdan maqsad po'latning tarkibiga ko'ra turlicha bo'ladi. Kam uglerodli po'latlar yumshatish o'rnida me'yorlanadi. Natijada ularning qattiqligi qisman ortadi, lekin kesishda sirtining sifati yaxshilanadi.

O'rtacha uglerodli po'latlar uchun me'yorlash toblash va yuqori haroratda bo'shatish (yaxshilash) o'rnida qo'llaniladi. Bunda ularning mexanik xossalari pasayadi, lekin buyumlarining deformatsiyalanishi toblashdagiga nisbatan kamayadi.

Ko'p uglerodli (evtektoiddan keyingi) po'latlar qattiqligini yo'qotish maqsadida me'yorlanadi.

Me'yorlash va keyin yuqori haroratda (600—650 °C) bo'shatish ko'pincha legirlangan po'latlarning tuzilishini to'g'rilash uchun yumshatish o'rnida qo'llaniladi.

### 3.5. Po‘latni toblash usullari



*12-rasm.* Toblash usullari.

Toblashning eng maqbul usuli po‘latning tarkibi, detalning shakli va o‘lchamlariga bog‘liq holda tanlanadi (12- rasm). Po‘latda uglerod qancha ko‘p bo‘lsa, hajmiy o‘zgarishlar shu qadar katta, austenitning martensitga aylanishi shuncha past haroratda sodir bo‘ladi, darzlar hosil bo‘lish ehtimoli ancha katta bo‘lib, sovitish usulini diqqat-e’tibor bilan tanlashga to‘g‘ri keladi.

Detal qancha murakkab bo‘lsa, detalning kesimidagi farqlar shuncha katta, sovitishda paydo bo‘ladigan ichki zo‘riqishlar qiymati shu qadar katta bo‘ladi.

**Bitta sovitgichda toblash** eng ko‘p qo‘llaniladi. Muayyan haroratgacha qizdirilgan detal toblash muhitiga botiriladi, bu yerda u to‘la soviguncha qoladi. Bu usul uglerodli va legirlangan po‘latlardan yasalgan oddiy shaklli detallar uchun qo‘llaniladi. Uglerodli po‘latdan yasalgan, diametri 5 mm dan katta detallar suvda, kichiklari moyda sovutiladi. Legirlangan po‘latlar moyda sovutiladi. Ichki zo‘riqishlarni kamaytirish maqsadida detallar ba‘zan toblash suyuqligiga botirishdan oldin ma’lum vaqt havoda sovutiladi. Toblashning bu usuli **sovitib toblash** deyiladi. Sovitishda detalning harorati konstruksion po‘latlar uchun  $A_{t3}$  nuqtadan va asbobsozlik po‘latlari uchun  $A_{t1}$  nuqtadan pastga tushmasligi zarur. Bunday toblashdan maqsad detallarning, ayniqsa, mustahkamlangan detallarning ichki zo‘riqishlarini va tob tashlashini kamaytirishdan iborat.

**Ikki muhitda toblashda** qizdirilgan detal dastlab suvda evtektoidda  $M_6$  dan biroz yuqori haroratgacha sovutiladi, so‘ngra



tezda boshqa muhitga (moy, selitra yoki havo muhitiga) o'tkaziladi, bu yerda u  $20^{\circ}\text{C}$  gacha soviydi. Ikkinchi toblash muhitida, austenitning martensitga aylanishi bilan bog'liq bo'lgan ichki zo'riqishlar kamayadi. Bu usul tarkibida uglerodi ko'p po'latlarni toblashda qo'llaniladi va toblovchi ishchining yuqori malakali bo'lishini talab etadi, chunki detalni suvda tutib turish muddatini aniqlash va rostlash ancha qiyin. Bu muddat, odatda, juda qisqa bo'ladi va 3—4 sekundni tashkil qiladi.

**Bosqichli toblashda** qizdirilgan detal harorati  $M_v$  nuqtadan balandroq (odatda  $230\text{--}250^{\circ}\text{C}$ ) bo'lgan toblash muhitida sovitiladi va harorat shu muhitda tutib turiladi. Tutib turish muddati juda uzoq bo'lmasligi kerak, aks holda austenit beynitga aylanishi mumkin. Shundan keyin havoda uzil-kesil sovitish lozim, bu vaqtda austenit martensitga aylanadi. Bosqichli toblashda hajmiy o'zgarishlar, tob tashlashlar va darz paydo bo'lish xavfi kamayadi. Tob tashlashga moyil detallar havoda sovitish vaqtida to'g'rilanadi. Uglerodli po'latlar uchun bosqichli toblash buyumning diametri ko'pi bilan 10—12 mm, legirlangan po'latlar uchun esa 20—30 mm gacha bo'lgandagina tatbiq etiladi.

**Izotermik toblash** bosqichli toblash kabi o'tkaziladi, lekin toblash muhitida tutib turish vaqti uzoqroq bo'ladi. Bunday tutib turishda austenit izotermik parchalanib beynit hosil qiladi. Toblash muhitida tutib turish muddati  $M_b$  dan yuqori haroratda o'ta sovitilgan austenitning barqarorligiga bog'liq bo'ladi va har qaysi po'lat markasi uchun austenitning izotermik o'zgarish diagrammasidan aniqlanadi. Asosan, legirlangan po'latlar izotermik toblanadi. Bosqichli va izotermik toblashda sovituvi muhit sifatida suyuqlantirilgan tuzlar (masalan, 55 %  $\text{KNO}_3$  va 45 %  $\text{NaNO}_2$ ) yoki suyuqlantirilgan ishqorlar (20 %  $\text{NaOH}$  va 80 %  $\text{KOH}$ ) ishlatiladi. Ishqorlar va tuzlarning suyuqlanmalariga 5—10 % suv qo'shilsa, sovitish tezligi ortadi.

O'z-o'zidan bo'shaydigan qilib toblashda qizdirilgan detalning ish qismi suvga botiriladi va qisqa vaqt tutib turilgandan keyin chiqarib olinadi. Detalning suvga botirilmagan qismidagi issiqlik hisobiga buyumning ish qismi qiziydi. Qizish harorati issiqlikning o'tish ranglariga qarab aniqlanadi. Detalni suvda tez sovitish yo'li bilan keyingi qizishi to'xtatiladi. Bo'shatish vaqtida ( $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$  da) o'tish ranglarining paydo bo'lishiga toza (sayqallangan, silliqlangan) sirtida oksidlarning yupqa qatlamlari yuzaga kelishi sabab bo'ladi. Oksidlar qatlamining rangi uning qalinligiga bog'liq.

## 1- AMALIY MASHG'ULOT

### 1-MAVZU: LEGIRLOVCHI ELEMENTLARNING PO'LATDAGI O'ZGARISHLARGA TA'SIRI

Tuzilishi va xossalarini o'zgartirish maqsadida po'latga ma'lum konsentratsiyalarda maxsus qo'shiladigan elementlar legirlovchi elementlar deyiladi. Legirlovchi elementlar qo'shilgan po'latlar legirlangan po'latlar deyiladi.

Legirlangan po'latlarda legirlovchi elementlar quyidagi holatlarda bo'lishi mumkin:

- erkin holatda (mis bilan qo'rg'oshin po'latda erimaydi va metall qo'shilmalar tarzida erkin holatda bo'ladi);
- karbidlar holida (uglerodga yaqin bo'lgan ko'pgina elementlar sementda eriydi yoki mustaqil karbidlar hosil qiladi);
- temir bilan yoki bir-biri bilan hosil qilgan intermetall birikmalar holida (ko'pgina legirlovchi elementlar muayyan konsentratsiyalarida intermaterial birikmalar hosil qiladi, shu sababli ular ko'pincha yuqori legirlangan po'latlarda uchraydi);
- oksidlar va sulfidlar holida (po'latni oksidsizlantirish uchun qo'shiladigan barcha elementlar oksidlarni yuzaga keltiradi, temirga qaraganda oltingugurtga ko'proq yaqin bo'lgan elementlar esa sulfidlar hosil qiladi);
- temirdagi eritma holida (davriy tizimda temirdan chapda joylashgan elementlar temirda erishi ham, karbidlar hosil qilishi ham mumkin, temirdan o'ngda joylashgan elementlar esa ular bilan faqat qattiq eritmalar hosil qiladi).

#### **Legirlangan po'latlarning tasnifi va markalanishi**

Legirlangan po'latlar turli alomatlariga ko'ra tasniflanadi.

Legirlangan po'latlar yumshatilgan (muvozanat) holatidagi tuzilishiga ko'ra, tuzilishida ortiqcha ferrit bo'ladigan evtektoiddan oldingi po'latlar, perlit tuzilishiga ega bo'lgan evtektoid po'latlar, tuzilishida ortiqcha (ikkilamchi) karbidlar bo'ladigan evtektoiddan keyingi po'latlar, tuzilishida suyuq eritmadan

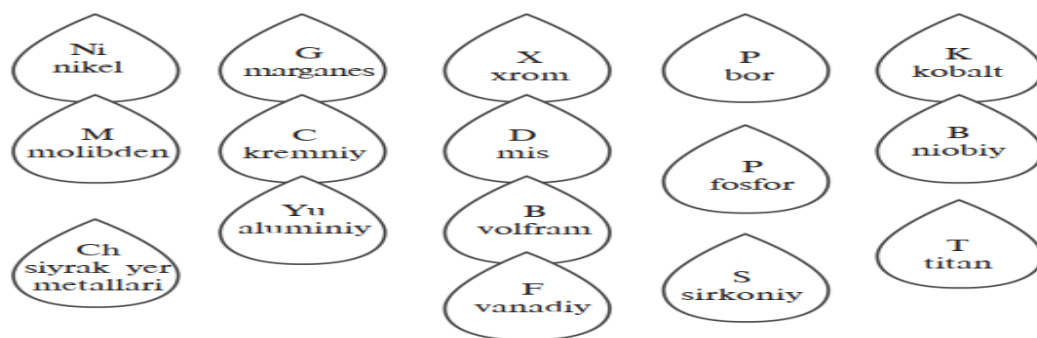
ajralib chiqqan birlamchi karbidlar bo'ladigan ledeburitli po'latlarga bo'linadi.

Amaliy jihatdan po'latni me'yorlashgan holatdagi tuzilishiga ko'ra tasniflash muhim hisoblanadi. Uglerod va legirlovchi elementlarning miqdoriga qarab, legirlangan po'latlarni quyidagi sinflarga ajratish mumkin: legirlangan ferrit tuzilishiga ega bo'lgan ferritli po'latlar; perlit tuzilishiga ega bo'lgan perlitli po'latlar; martensit tuzilishiga ega bo'lgan martensitli po'latlar; austenit tuzilishiga ega bo'lgan austenitli po'latlar. Bundan tashqari, ferrit-perlitli, yarimaustenitli va hokazo po'latlar ham bo'lishi mumkin. Vazifasiga ko'ra, po'latlar quyidagi guruhlarga birlashtiriladi:

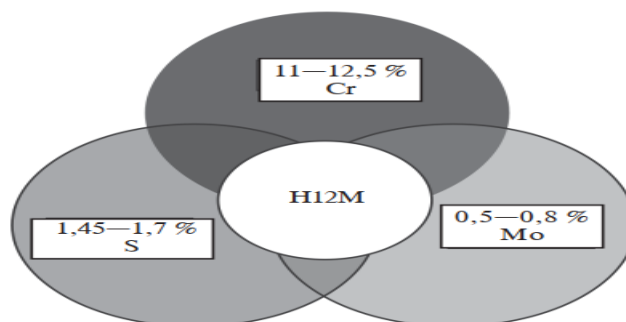
- mashinalar detallarini tayyorlashga mo'ljallangan konstruksion po'latlar;

- kesuvchi, o'lchash asboblari, shtamplovchi va boshqa asboblarni tayyorlash uchun ishlatiladigan asbobsozlik po'latlari;
- alohida xossalik po'lat va qotishmalar.

Po'latlar davlat standartlarini hisobga olib markalanadi. Har qaysi legirlovchi element harf bilan belgilanadi. Konstruktsion po'latlar markalaridagi dastlabki raqamlar uglerod foizining yuzdan bir ulushlari hisobidagi o'rtacha



1-rasm. Po'lat tarkibiga kiruvchi elementlarning belgilanishi.



2-rasm. H12M po'latining tarkibiy tuzilishi.

miqdorini ko'rsatadi. Harflardan keyingi raqamlar legirlovchi elementning o'rtacha miqdorini ko'rsatadi. 1- rasmda po'lat tarkibiga kiruvchi elementlarning belgilanishi keltirilgan. Agar elementning miqdori 1 % dan kam yoki unga teng

bo'lsa, u holda raqam bo'lmaydi. Yuqori sifatli po'latlarda belgining oxirida A harfi turadi. Masalan, tarkibida 0,28–0,35 % S, 0,8–1,1 % Cr, 0,9–1,2 % Mn, 0,8–1,2 % Si bo'lgan po'lat 30HGSA tarzida belgilanadi. Murakkab legirlangan asbobsozlik po'latlarini markalash konstruktsion po'latlarni markalashdan birmuncha farq qiladi. Masalan, H12M po'lati tarkibida 1,45–1,70 % S, 11–12,5 %

Cr, 0,5–0,8 % Mo bo'ladi (14- rasm). Sharchali podshidniklar yasaladigan po'latlar Sh harfi bilan, tezkesar po'latlar P harfi bilan belgilanadi.

## 2-AMALIY MASHG'ULOT

### 2-MAVZU: LEGIRLANGAN VA ASBOBSOZLIK PO'LATLARGA TERMIK ISHLOV BERISH

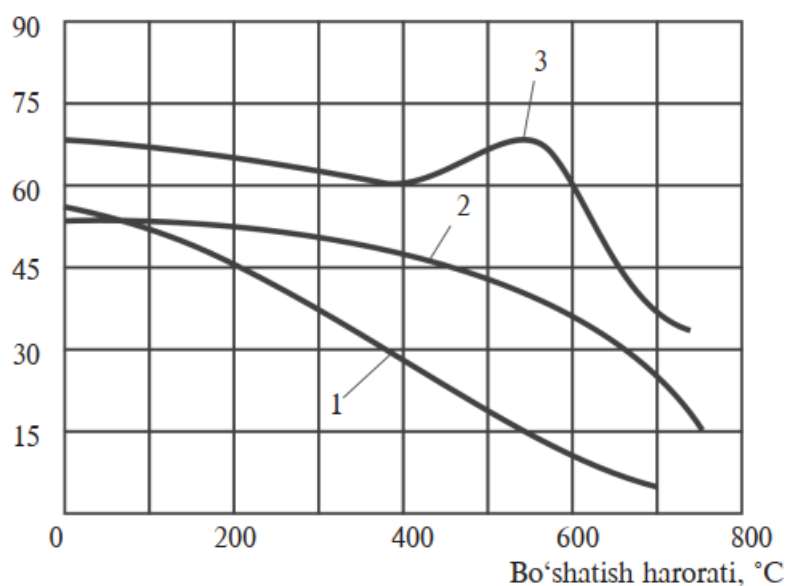
Davlat standartiga kiritilmagan po'latlarning tajriba markalari EI, EP, DI harflari va tartib raqam bilan belgilanadi.

Masalan, EI 956, EI 958, EP 478, DI 22, DI 42 va hokazo.

Legirlovchi temirning allotropik o'zgarishlari faqat haroratgagina emas, balki qizdirish va sovitishda po'latda sodir bo'ladigan singish (diffuziya) jarayonlarining borish tezligiga ham ta'sir etadi. Shu sababli legirlangan po'latga termik ishlov berish rejimlari oddiy uglerodli po'latga ishlov berish rejimlaridan farq qiladi.

Legirlangan po'latlarga termik ishlov berishda legirlovchi elementlar miqdori qancha ko'p bo'lsa, qizdirish tezligi shuncha past bo'lishi kerak. Legirlovchi elementlarning hammasi (kobaltdan tashqari) po'latning issiqlik o'tkazuvchanligini yomonlashtiradi, shu sababli sirtidagi va ichkarisidagi haroratlar farqi kattaligi tufayli detallar tob tashlamlasligi, ichki darzlar va boshqa nuqsonlari bo'lmasligi uchun legirlangan po'latlardan tayyorlangan detallar uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallarga qaraganda ancha sekin va bir tekis qizdiriladi.

Legirlangan po'latlarning sovish tezligi talab etiladigan mexanik xossalariga bog'liq bo'ladi, lekin uglerodli po'latlarning sovish tezligiga qaraganda doimo ancha past bo'ladi. 3- rasmda



3-rasm. Toblangan po'latni bo'shatishda uning qattiqligining o'zgarishi:

1—uglerodli po'lat; 2—kam legirlangan po'lat; 3—ko'p legirlangan (tezkesar) po'lat.

toblangan po'latni bo'shatish harorati qattiqligining o'zgarishi keltirilgan.

Uglerodli po'latni bo'shatishda sovish tezligining ahamiyati yo'q, lekin legirlangan po'latni bo'shatishda mexanik xossalariga, ayniqsa, zarbiy qovushoqligiga katta ta'sir etadi. Bundan tashqari, legirlangan po'latlarni bo'shatish

uglerodli po‘latni bo‘shatishga qaraganda ancha yuqori haroratda olib boriladi, chunki ko‘pincha legirlovchi elementlar qoplangan po‘latlarni qizdirishda puxtaligini pasaytirish jarayonlarini yuqori haroratlar sohasiga siljitadi, ya‘ni po‘latning bo‘shatishga qarshi turg‘unligini oshiradi.

Kimyoviy termik ishlov berishda po‘lat buyumlar sirtining to‘yinish xususiyatiga legirlovchi elementlar katta ta‘sir ko‘rsatadi, masalan, sementlashda legirlovchi elementlar uglerodning sirtidagi konsentratsiyasiga, uning qatlamlar ichida taqsimlanishiga, karbid fazaning miqdoriga va taqsimlanishiga ta‘sir etadi.

Legirlovchi elementlarni qizdirish po‘latning uglerodsizlanish jarayoniga juda kuchli ta‘sir etadi. Ba‘zi elementlar (kremniy, aluminiy va h. k.) po‘latning uglerodsizlanishga moyilligini oshiradi, ba‘zilari (xrom, marganes va b.) esa, aksincha, kamaytiradi.

Termik ishlov berishda legirlangan po‘latlarning ko‘p markalarida, uglerodli po‘latlarda deyarli kuzatilmaydigan nuqsonlar uchraydi. Eng ko‘p uchraydigan nuqsonlar flokenlar, bo‘shatish, mo‘rtlik, shifersimon sinish, karbidli likvatsiya va

hokazolardir. Bolg‘alangan yoki prokatlangan po‘latlarda paydo bo‘ladigan mayda ichki darzlar flokenlar deyiladi.

Flokenlar tarkibida xrom bo‘lgan (xromli, xrom-nikelli, xrom-marganesli va h. k.) po‘latlarda eng ko‘p uchraydi. Har qanday darz kabi flokenlar ham po‘latning mexanik xossalarini juda ko‘paytirib yuboradi. Po‘lat qancha puxta bo‘lsa, flokenlar shuncha xavfli bo‘ladi. Flokenlar yuzaga kelishining sababi po‘lat tarkibida ko‘p miqdorda (0,0008 % dan ko‘p) vodorod borligidir.

Flokenlar bolg‘alangan yoki prokatlangan po‘lat 200°— 250 °C haroratlar oralig‘ida tez sovitilganda paydo bo‘ladi. Po‘lat 250 °C dan yuqori haroratda tez sovitilganda vodorod qattiq eritmadan ajralib chiqishga ulgurmaydi va ichki zo‘riqish paydo qiladi, natijada darzlar (flokenlar) hosil bo‘ladi. Agar po‘lat sekin sovitilsa, vodorod po‘latdan ajralib chiqishga ulguradi va flokenlar hosil bo‘lmaydi.

Flokenlar quyma po‘latda kamdan kam hollarda yuzaga keladi, chunki quyma metall g‘ovaksimon bo‘lib, vodorodning po‘latdan ajralib chiqishini osonlashtiradi. Flokenlar bolg‘alash yoki prokatka qilish yo‘li bilan po‘latning o‘lchamini kichraytirish orqali yo‘qotiladi. Bunda darzlar payvandlanib ketadi. Flokenlar 25 mm dan kichik kesimlarda deyarli uchramaydi. Bo‘shatish mo‘rtligi deganda, bo‘shatish vaqtida po‘lat zarbiy qovushoqligining keskin pasayishi tushuniladi. Bo‘shatish mo‘rtligining ikki xil turi bor: qaytmas bo‘shatish mo‘rtligi, ya‘ni barcha po‘latlarda 250–350 °C haroratlar oralig‘ida kuzatiladigan I tur mo‘rtlik va qaytar bo‘shatish mo‘rtligi, ya‘ni faqat legirlangan po‘latlarda 450—600 °C haroratlar oralig‘ida kuzatiladigan II tur mo‘rtlik. I turdagi bo‘shatish mo‘rtligi sovitish tezligiga bog‘liq emas va quyidagi sabablar: qoldiq austenitning martensitga aylanishi hamda bo‘shatish vaqtida martensitning bir tekis emas, balki notekis parchalanishi tufayli yuz beradi. II turdagi bo‘shatish mo‘rtligi, ko‘pincha, xrom qo‘shib legirlangan, bo‘shatish vaqtida sekin sovitiladigan po‘latlarda paydo bo‘ladi. Qaytar bo‘shatish mo‘rtligiga donlar chekkalarida karbidlarning ajralib chiqishi va donlar chekkalarida fosforning ko‘payishi sabab bo‘ladi. Po‘latda lagirlovchi elementlar qancha ko‘p bo‘lsa, uning qizdiriluvchanligi shuncha yuqori

bo'ladi, demak ,katta kesimli datallar uchun ko'proq lagirlangan po'lat tanlash lozim.

II turdagi bo'shatish mo'rtligini bo'shatish vaqtida po'latni tez sovitish (masalan, moyda) yoki po'latni 0,5 % miqdordagi molibden yoki volfram bilan qo'shimcha legirlash orqali yo'qotish mumkin. Molibden bilan volfram donlar chekkalaridan karbidlar ajralib chiqishi va u yerda fosforning ko'payishini to'xtatadi. Lekin, agar molibden bilan volframning miqdori 0,5 % dan ko'p bo'lsa, ularning foydali ta'siri yo'qoladi, chunki ular yuqori konsentratsiyalarda o'z karbidlarini hosil qiladi.

Notug'ri termik ishlov berilganda legirlangan po'latlarda nuqsonlar (uglerodsizlanish, o'ta qizish, kuyish, toblashdan paydo bo'lgan darzlar va h. k.) uchraydi, bunday nuqsonlar uglerodli po'latlarda ham kuzatiladi.

Sifatli konstruksion po'latlar tarkibida 0,3–0,5 % uglerod va turli miqdorda legirlovchi elementlar bo'ladi. Yumshatilgandan keyin ularning tuzilishi ferrit bilan perlitdan tarkib topadi (legirlovchi elementlarda uglerod qancha ko'p bo'lsa,

perlit ham shuncha ko'p bo'ladi). Bunday po'latlarga termik ishlov berish toblash va yuqori haroratda bo'shatishdan iborat.

Detallar uchun po'latlar qizdiriluvchanligiga qarab tanlanadi, chunki qizish ichkaridan bo'lganda turli markadagi po'latlarning mexanik xossalari yaxshilangandan keyin bir-biriga teng bo'lib qoladi.

Xossalari yaxshilanadigan 35, 40, 45 markadagi uglerodli po'latlarning kritik diametri kichikroq (15—25 mm) bo'ladi, shu sababli ular o'rtacha yuklamada ishlaydigan kichikroq kesimli detallar uchun ishlatiladi. 38HA, 40H va boshqa xromli po'latlar keng ko'lamda ishlatilmoqda. Ular moyda toblanganda kesimi 20 mm gacha toblanadi. Xromli po'latlar kichikroq kesimli mashinasozlik

detallari uchun ishlatiladi. Bunday po'latlar II turdagi bo'shatish mo'rtligiga moyil bo'ladi, shu sababli yuqori haroratda bo'shatilgandan keyin ularni moyda tez sovitish lozim. Xromli po'latlarga bor qo'shilsa (0,0002—0,005 %), ularning qizdiriluvchanligi ortadi. Xrom va marganes bilan legirlash po'latning qizdiriluvchanligini oshiradi, lekin bunda zarbiy qovushoqligi pasayadi va qizdirilganda austenit donlarining o'sishga moyilligi kuchayadi.

Xrom-kremniy-marganesli po'latlar (xromansil)ning mexanik xossalari yuqori bo'ladi. 30HGS xromansil po'latlari izotermik toblanganda (880 °C da toblanadi, 280—310 °C li suyuqlangan tuzda sovutiladi) mexanik xossalari odatdagi toblashdagiga qaraganda ancha yuqori bo'ladi. Xromansillarning qizdiriluvchanligi o'rtacha bo'lib, qizdirilganda uglerodsizlanishga moyildir.

Nikel bilan legirlangan po'latlarning qizdiriluvchanligi eng yuqori bo'ladi. Nikel miqdori 3 % atrofida bo'lganda (38HN3VA po'lati) kritik diametr 100 mm dan ortiq bo'ladi. Nikelli po'latlar katta kesimli detallar uchun ishlatiladi. Bundan

tashqari, nikel po'latning qovushoqligini oshiradi. Nikel xrom bilan birga ishlatilganda po'latning qizdiriluvchanligi yuqori, yaxshi toblanadigan bo'ladi va h. k. Lekin xrom-nikelli po'latlar II turdagi bo'shatish mo'rtligiga moyil bo'ladi. Bu nuqsonni yo'qotish uchun xrom-nikelli po'latlar molibden yoki volfram bilan qo'shimcha (0,3— 0,5 %) legirlanadi.



Mexanik xossalarning bo'shatish haroratiga bog'liq ravishda o'zgarishi uchala po'latda bir xil bo'ladi va puxtalik darajasi bir xil bo'lganda barcha po'latlarning xossalari bir-biriga yaqin bo'ladi. Lekin qizdiriluvchanligi har xilligi sababli kesim bo'yicha xossalarning o'zgarishi ham turlicha bo'ladi.

Termik ishlov berilgandan keyin 40H po'lati kesimining 20—25 mm gacha qismi, 40HNM po'lati kesimining esa 50—60 mm gacha qismi (moyda toblangandan so'ng) yuqori mexanik xossalarga ega bo'ladi.

### **Asbobsozlik po'latlariga termik ishlov berish**

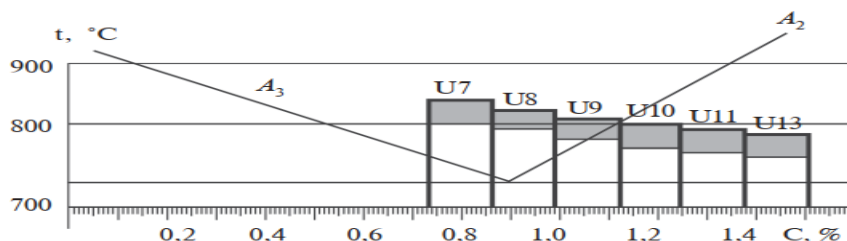
Asbobsozlik po'latlari yuqori qattqlikka ega, egilishga chidamli, uglerodli va legirlangan bo'ladi.

Asbobsozlik po'latlari issiqlikka chidamlilik, ya'ni asbobning ish qirrasi qiziganida, masalan, katta tezlik bilan kesishda, qizigan metall deformatsiyalanganda ham yuqorida ko'rsatilgan xossalarni saqlab qolish xususiyatiga ega. Asbob sozlik po'latlarida uglerodning miqdori, odatda, 0,7—1,5 % bo'ladi.

Kesuvchi asboblarga termik ishlov berish. Barcha uglerodli po'latlarning (U8, U10A, U11A va b.) qizdiriluvchanligi past bo'ladi. Shu sababli uglerodli asbobsozlik po'latlari kichik o'lchamli asboblar tayyorlashda ishlatiladi.

Asbobsozlik po'lati donador perlit tuzilishli, yumshatilgan holda yetkazib beriladi, chunki plastinasimon perlit va ikkilamchi sementit tuzilishiga ega bo'lgan po'latga kesib ishlov berish qiyin.

Yuqorida qayd etilgan uglerodli asbobsozlik po'latlarini toblashning eng maqbul harorati 16- rasmda ko'rsatilgan. U7, U8, U9A po'latlarining toblangan holatdagi tuzilishi martensit bilan ortiqcha miqdordagi karbidlardan tarkib topadi.



4-rasm. Uglerodli asbobsozlik po'latlarini toblash haroratlari.

Uglerodli asbobsozlik po'latlarini suvda yoki ishqorlarning suvdagi eritmalarida sovitish zarur, chunki ularda o'ta sovigan austenitning turg'unligi kichik bo'ladi, tez sovitish natijasida deformatsiyalanish, tob tashlash kuchayadi va darzlar paydo bo'ladi.

Tob tashlash va darz ketish ehtimolini kamaytirish uchun uglerodli po'latlar aralash yoki bosqichma-bosqich toblanadi.

Toblangandan keyin po'lat anchagina mo'rt bo'lib qoladi, shuning uchun toblashdan so'ng bo'shatish kerak. Bo'shatish harorati asbobning ish bajarishdagi qattqligi qiymati bilan aniqlanadi.

U7 po‘lati zarblar tushadigan asboblari (zubilo, temirchilik shtamplari, tamg‘a va h. k.) tayyorlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, yetarli darajada qovushoq va qattiq bo‘lishi kerak. Shu sababli U7 po‘lati, qattiqligi HRC 48—55 bo‘lishi uchun 250—325 °C haroratda bo‘shatiladi. U8 po‘latidan matritsalar, puansonlar, pichoqlar, ya‘ni juda qattiq va qovushoqligi yuqori bo‘lgan asboblari tayyorlanadi. Qattiqligi HRC60—62 bo‘lishi uchun U8 po‘lati 200—220 °C haroratda bo‘shatiladi. U9A va U10A po‘latlaridan metchiklar, parmalar, razvyortkalar, frezalar va boshqa asboblari tayyorlanadi. Ular 150—200 °C haroratda bo‘shatiladi, shunda qattiqligi HRC 60—63 bo‘ladi.

Legirlangan asbobsozlik po‘latlarining qizdirishga chidamliligi ancha yuqori bo‘ladi. Bu po‘latlardan yasalgan asboblarmoyda yoki suyuqlantirilgan tuzlarda sovitiladi, natijada darzlar paydo bo‘lishi, deformatsiyalanishi va tob tashlash xavfi kamayadi. Shu sababli legirlangan po‘latlar murakkab shaklli asboblari yasash uchun ishlatiladi.

9HS va H po‘latlari toblash uchun 820—860 °C haroratgacha qizdiriladi va moyda sovitiladi, natijada ularning qattiqligi HRC 62—63 bo‘ladi. Agar bo‘shatilgandan keyin qattiqligini (HRC 62—63) saqlab qolish kerak bo‘lsa, bo‘shatish harorati 150—160 °C, qovushoqligini oshirish zarur bo‘lsa — 260—

300 °C (qattiqligi HRC 55—60) qilib tanlanadi. 9HS po‘latlarining kamchiligi toblash uchun qizdirishda uglerodsizlanishga moyilligi va yumshatilgan holatda juda qattiq (HRC 217—255) bo‘lishidir, bunda kesib ishlov berish qiyinlashadi.

HVG po‘lati 820—840 °C gacha qizdiriladi va qattiqligini (HRC 62—63) saqlab qolish uchun 150—160 °C da bo‘shatiladi.

Tezkesar po‘latlari yuqori darajada legirlangan po‘latlari bo‘lib, boshqa asbobsozlik po‘latlaridan issiqlikka chidamliligi yuqoriligi bilan farq qiladi (600—620 °C da ham martensit o‘z tuzilishini va juda qattiqligini saqlab qoladi).

Quyma tezkesar po‘latning tuzilishida evtektoid (ledeburit) qatlam bo‘ladi, u donlarning chekkalarida joylashadi. Evtektik qatlamning qalinligi sovitish tezligiga bog‘liq: sovitish tezligi qancha katta bo‘lsa, evtektik qatlam shuncha yupqa bo‘ladi. Evtektika quyma po‘latni mo‘rtlashtiradi. Bolg‘alaganda evtektika turi alohida-alohida karbidlarga maydalanadi. Ichki zo‘riqishlarni yo‘qotish va ishlov berishni yaxshilash uchun, bolg‘alashdan keyin po‘latni yumshatish lozim.

Bolg‘alangan po‘lat buyum 860—880 °C haroratli pechga joylashtiriladi va shu haroratda tutib turilgandan keyin 720—750 °C gacha sovitiladi. Bolg‘alangan buyum austenitning o‘zgarishi tugaguncha shu haroratda tutib turiladi (4—6 soat),

so‘ngra po‘lat pechda 40—50 grad/soat tezlik bilan 600 °C gacha, keyin esa havoda sovitiladi. Tezkesar po‘latlardan yasalgan asboblari issiqlikka chidamliligi yuqori bo‘lishi uchun toblanadi. R12 po‘lati 1240—1260 °C gacha, R6M3 – 1220—1240 °C gacha, R9F5 – 1240—1250 °C gacha va R9K5 – 1230—1240 °C gacha qizdiriladi. O‘lchov asboblari termik ishlov berish. O‘lchov asbobitayyorlanadigan po‘latlari quyidagi xossalarga ega bo‘lishi lozim:

- asbob sirtining aniq o‘lchamlari va me‘yoriga yetkazilgan holati saqlanib turishi uchun po‘lat egilishga nihoyatda chidamli bo‘lishi;

- harorat oʻzgarib turganda issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti kam oʻzgarishi;

- ishlatish vaqtida asbob tasodifiy zarbalardan uqalanmasligi uchun yumshoqligi qoniqarli boʻlishi kerak.

Oʻlchov asboblari tayyorlanadigan poʻlat juda qattiq boʻlishi uchun termik ishlov berish yoʻli bilan martensit tuzilishini puxtalash kerak.

Oʻlchov asboblari uchun H (SHH15), HG, 20, 20H, 50, 55, 40H13 markali poʻlatlar ishlatiladi. Yassiparallel oʻlchov vositalari va kalibrlar uchun H (SHH15) va HG poʻlatlari ishlatiladi. HG poʻlati tarkibida uglerod miqdori koʻp (1,3—1,5 %) boʻladi. Bir jinsli tuzilish hosil qilish uchun, bunday poʻlatlardan yasalgan asboblari 850—860 °C da meʼyorlanadi va 600 °C da bir soat davomida boʻshatiladi. H va HG poʻlatlari 840—850 °C da moyda toblanadi. Toblash uchun bundan yuqori haroratda qizdirilganda qoldiq austenit miqdori koʻpayadi. Toblangan poʻlatda vaqt oʻtishi bilan asbobning hajmi va oʻlchamlarini oʻzgartiradigan oʻzgarishlar sodir boʻladi (eskiradi). Ushbu oʻzgarishlarga qoldiq austenitning martensitga aylanishi va martensit panjarasining tetragonallik darajasi kamayishi (martensitning parchalanishi) sabab boʻladi. Eskirishining oldini olish uchun oʻlchov asboblari 203 K da sovuqlayin ishlov beriladi, soʻngra 120—130 °C da uzoq vaqt (24—60 soat) boʻshatiladi.

Silliqlangandan keyin darz ketishining oldini olish uchun asbobni 2—3 soat davomida qayta boʻshatish lozim. Bunday ishlov berilgandan soʻng qattiqligi HRC 62—64 boʻladi.

Skobalar, andazalar, lekalolar kam uglerodli 20, 20H poʻlatlaridan yoki oʻrtacha uglerodli 50, 55 poʻlatlaridan tayyorlanadi. 20 va 20H poʻlatlaridan tayyorlangan asboblari sementitlanadi, 790—810 °C da moyda (20H poʻlati) yoki

suvda (20 poʻlati) toblanadi. Shundan keyin 150—180 °C da 2—3 soat davomida boʻshatiladi. Sementatsiyalangan qatlamning qalinligi yupqa (list poʻlatdan tayyorlangan detallar) boʻlgani va unda yuz beradigan oʻzgarishlar poʻlatning umumiy hajmi oʻzgarishiga kam taʼsir etgani tufayli uzoq vaqt davomida boʻshatish talab etilmaydi.

50 va 55 poʻlatlaridan tayyorlanadigan asboblari induksion qizdirish bilan toblanadi. Bu deformatsiya kamayishiga yordam beradi va toʻgʻrilashni osonlashtiradi. 150—180 °C da 2—3 soat davomida boʻshatiladi. 50 va 55 poʻlatlaridagi toblangan qatlamning egilishga chidamliligi sementatsiyalangan poʻlatlarnikidan past boʻladi.

40H13 poʻlati korroziyabardosh asboblari uchun ishlatiladi. Toblangandan (950—1000 °C gacha qizdirilib, moyda sovutilgandan) keyin 120—130 °C da 12 dan 50 soatgacha boʻshatiladi. Poʻlatning qattiqligi HRC 54—57 dan oshmaydi,

bu hol meʼyoriga yetkazishda sirti juda toza detallar olishni qiyinlashtiradi.

### 3-AMALIY MASHG'ULOT

#### 3-MAVZU: METALLAR KORROZIYASI VA UNGA QARSHI KURASHISH

##### 3.12. Metallar korroziyasi va unga qarshi kurashish

###### Korroziya to'g'risida umumiy ma'lumot

Metallar muhim konstruksion material bo'lib, ular turli sharoitda (havoda, suvda, yer ostida) ishlatiladi. Metallar ishlatiladigan sharoitlarda ularni yemiruvchi ko'p moddalar bo'ladi. Bunday sharoitda metallar qisman yoki butunlay yemirilishi yoki korroziyalanishi mumkin. Metallarning korroziyalanishidagi isrofi yiliga bir necha million tonnani tashkil etadi. Bu esa xalq xo'jaligiga katta zarardir. Shuning uchun korroziyaga qarshi kurash davlat ahamiyatiga ega bo'lgan masala hisoblanadi.

Metallarning tashqi muhit bilan fizik-kimyoviy o'zaro ta'siri oqibatida yemirilishi *metallar korroziyasi* deb ataladi.

Metallar korroziyalanganda ularning fizikaviy va mexanikaviy xossalari susayib ketadi.

###### Korroziya turlari

Metallarning korroziyalanish tezligigina emas, balki ularning sirtida korroziyalangan joylarning qanday taqsimlanishi ham muhimdir. Agar metall sirti bir tekis korroziyalangan bo'lsa, *tekis korroziya*, ayrim joylari korroziyalangan bo'lsa, *mahalliy korroziya* deyiladi. Korroziya qanchalik notekis bo'lsa, u shuncha xavflidir. Metall donlari chegarasi yemirilsa, bunday korroziya *kristallitlararo korroziya* deyiladi. Bunday korroziya o'ta xavflidir, chunki metallning tashqi ko'rinishi deyarli o'zgarmaydi, lekin uning mexanik xossalari kuchli darajada pasayadi.

Metallarning korroziyalanish jarayoni tavsifiga ko'ra, barcha korroziya hodisalarini ikkita guruhga: kimyoviy korroziya va elektrokimyoviy korroziyaga bo'lish mumkin.

###### Kimyoviy korroziya

Metallarning elektr o'tkazmaydigan agressiv muhitda, masalan, yuqori haroratgacha qizdirilgan gazlarda, neft,

benzin, surkov moylari va boshqalarda yemirilishi *kimyoviy korroziya* deb ataladi. Metallarning kimyoviy korroziyalanish jarayoni, asl mohiyatini inobatga olganda, muhitdagi agressiv tarkibiy qismlarning metall bilan birikishidan iborat. Masalan, po'lat havo va gazlar ishtirokida yuqori haroratgacha qizdirilganda uning tarkibidagi temir oksidlanib, kuyindiga aylanadi.

Korroziyalanish tezligi haroratga ham bog'liq; harorat qancha yuqori bo'lsa, korroziyalanish shuncha tezlashadi, chunki muhit aktiv atomlarining va metall atomlarining parda orqali diffuziyalanish tezligi ortadi.

### **Elektrokimyoviy korroziya**

Metallarning elektr tokini o'tkazadigan suyuq muhitda elektrolit eritmalarida yemirilishi *elektrokimyoviy korroziya* deb ataladi. Bunday korroziya elektrolit eritmasi metall zarrachalarining eritmasiga o'tishdan iborat. Bir jinsli bo'lmagan metall elektrolit eritmasi — dengiz suvidagi eritmasi, ya'ni ishqorda ko'pdan ko'p mikrogalvanik elementlar hosil bo'ladi. Bunda potentsiali pastroq zarralar anod rolini, potentsiali yuqoriroqlari esa katod rolini o'ynaydi. Mikrogalvanik elementlarda ham odatdagi galvanik elementlardagi kabi anod eriy boradi.

Shuni ta'kidlash kerakki, elektrolit eritmasiga tushirilgan ikki metallardan qaysi birining potentsiali kichik bo'lsa, o'sha metall yemiriladi.

Metallarning potentsiallari qiymati esa ularning kuchlanishlari qatoridagi o'rniga bog'liq. Kuchlanishlar qatori esa quyidagicha: Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Ni, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, Cu, 2Hg, Ag, Pt, Au. Bu qatorga vodorod ham kiritilgan. Uning potentsiali 0 ga teng. Demak, vodoroddan chapdagi metallarning vodorod potentsialiga nisbatan potentsiallari (+), o'ngdagilariniki (-).

Metallarning kuchlanishlari qatori amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega. Masalan, dengiz kemalarining suv ostida bo'ladigan metall qismlarini korroziyadan saqlashda metallarning kuchlanishlari qatoridan foydalaniladi. Buning uchun kemandagi suv ostidagi qismiga kuchlanishlar qatorida ancha chapda turgan metall, masalan, magniy quymasi ulanadi, natijada magniy korroziyalanib, suv ostidagi boshqa metallarni korroziyadan saqlaydi.



## **Korroziyaning oldini olish usullari**

Metallarni korroziyadan saqlash metallarni korroziyabardosh metallar va metallmaslar bilan qoplash, agressiv muhitda ishlov berish, elektrokimyoviy himoyalash va metallarni legirlashdan iborat.

Metallarni korroziyabardosh metallar bilan qoplashda xrom, nikel, rux, qalay, kadmiy, kumushlar ishlatiladi. Qoplashdan oldin metall mexanikaviy yoki kimyoviy usulda yog' bo'lgan joylari tozalanadi. Metallarni metallmaslar bilan qoplash usullari jumlasiga bo'yash, emallash, oksidlash, fosfatlashlar kiradi.

Oksidlashning mohiyati metall buyumlar sirtida korroziyadan himoyalovchi parda hosil qilishdan iborat. Agressiv muhitga ishlov berishning mohiyati tashqi muhit tarkibidagi agressiv elementlarni yo'qotish yoki tashqi muhitga korroziyaning oldini oluvchi, yoxud susaytiruvchi maxsus modda qo'shishdan iboratdir. Qattiq suvdagi kislorodni yo'qotish uchun suvga natriy sulfat yoki natriy bisulfat qo'shiladi.

Elektrokimyoviy himoyalash usulining mohiyati shundaki, elektr o'tkazuvchi suyuqlikda ishlaydigan metall qismlariga aktivligi shu metall aktivligidan yuqori bo'lgan metall prektor ulanadi. Masalan, dengiz kemasining po'latdan yasalgan suvosti qismiga rux quymasi ulansa, po'lat-rux galvanik juftlik hosil bo'ladi, bunda rux korroziyalanib, kemaning po'lat qismi saqlanib qoladi.



### ***Takrorlash uchun savollar***

1. Qanday yumshatish turlari mavjud?
2. Qanday toblash usullari bor?
3. Po'latdagi o'zgarishlarga legirlovchi elementlar qanday ta'sir ko'rsatadi?
4. Legirlangan po'latlar qanday tasniflanadi va markalanadi?
5. Asbobsozlik po'latlariga qanday termik ishlov beriladi?
6. Korroziyaning ma'nosi nima?
7. Korroziyani oldini olishning qanday usullari bor?



## 4-AMALIY MASHG'ULOT

### 4-MAVZU: METALLMAS KONSTRUKSION MATERIALLAR.

#### IV BOB

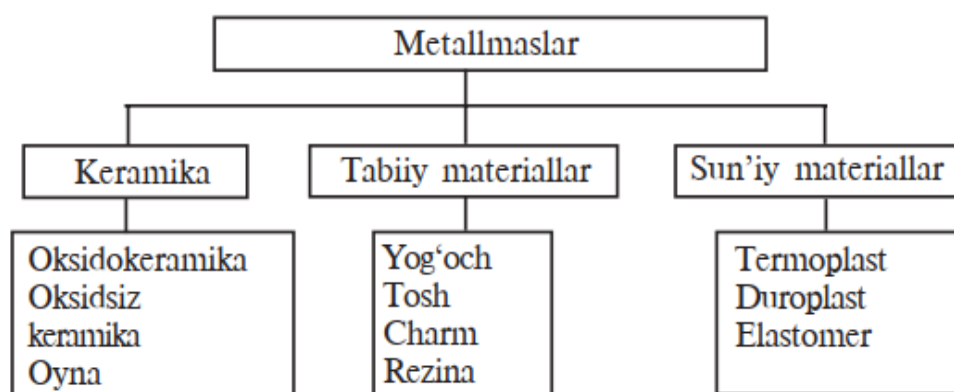
#### METALLMAS KONSTRUKSION MATERIALLAR

Bu bobda keltirilgan mavzularni o'rganish natijasida quyidagi bilim va ko'nikmalarga ega bo'lasiz:

- metallmas materiallar;
- polimerlar, ularning turlari va xossalari;
- konstruksion polimerlar;
- plastmassalar, ularning xossalari, tarkibi va turlari;
- rezinalar va shishalar;
- sopol (keramik) materiallar;
- kompozitsion materiallar va ularni ishlab chiqarish usullari;
- metall asosidagi kompozitsion materiallar;
- polimer asosidagi kompozitsion materiallar.

#### 4.1. Metallmas konstruksion materiallarning tasnifi

Hozirgi zamon mashinasozligining rivojlanishi keng ko'lamlarda har xil metallmas konstruksion materiallarni qo'llash bilan chambarchas bog'langan bo'lib, ular sanoatda keng o'rin olmoqda (17-rasm). Ularga yog'och, rezina, rezinali to'qima va plastmassalar kiradi.



17-rasm.

#### 4.2. Polimerlar va plastmassalar

Metallmas materiallarning asosiy tarkibiy qismlari yuqori molekular bog'alanish (polimer)lardan iborat bo'lib, katta molekular massaga ega bo'lgan murakkab moddalardir.

Sun'iy ravishda tayyorlangan muayyan harorat va bosim ostida plastik xossalarga ega bo'lgan materiallar **plastmassalar** deyiladi.

Polimerlar, odatda, bir necha mingdan tortib bir necha milliongacha bo'lgan birikmalardir.

Polimer tabiiy (natural kauchuklar, jun, ipak, selluloza, oksidlar, tabiiy smolalar va boshqalar), sun'iy (tabiiy polimerlarni qayta ishlash natijasida olinadi), sintetik (fenolformaldegidli va karbomidli smolalar, polietilen, polistirol, poliamidlar, epoksidli smolalar) va boshqalar.

Plastmassalarni tarkibiga ko'ra ikki guruhga ajratish mumkin: 1) oddiy plastmassalar, bular bir necha komponentlardan iborat bo'ladi: pleksiglas, polistirol, polietilen; 2) murakkab plastmassalar, bular bir necha komponentlardan iborat bo'lib, ularning har biri ma'lum funksiyani bajaradi (fenoplastlar, ftoroplastlar, tekstolitlar, stekloplastlar).

Murakkab plastmassaning tarkibida juda ko'p komponentlar bo'lishi mumkin. Bu komponentlar ma'lum bir funksiyaga mo'ljallangandir. Masalan, bog'lovchi moddalar plastmassa tarkibidagi ayrim zarrachalarni o'zaro bog'lashga xizmat qiladi. Bog'lovchi moddalar sifatida smolalar, bitumlardan foydalaniladi.

To'ldirgichlar plastmassalarning kimyoviy xossalarini yaxshilaydigan va narxini arzonlashtiradigan moddalardir. Ularning vakillari sifatida yog'och qipig'i, qog'oz va h.k.lar ishlatiladi.

Plastifikatorlar, asosan, plastmassalarning tarkibiy qismi bo'lib, ularning plastikligini oshirishga xizmat qiladi.

Katalizatorlar esa polimer moddalarning qotish jarayonini tezlashtiruvchilar bo'lib, ularga magneziya, urotropin, ohak va boshqalar kiradi.

Bo'yoqlar plastmassalarga manzarali tus berish bilan birga, ularning issiqlik yutish va chiqarish xossalarini o'zgartirishga xizmat qiladi. Vakillari: xrom, rux oksidlari, aluminiy kukuni, oq bo'yoq, suyuq qurumlardir. Plastmassalar o'zlarining fizik-mexanik xossalariga ko'ra termoplast va termoreaktiv plastmassalarga bo'linadi.

Termoplastik plastmassalar oddiy guruhli plastmassalar bo'lib, ular ma'lum bir haroratda qizdirilsa yoki sovitsa, o'zining agregat holatini bir necha marta o'zgartira oladi.

Termoplastlar jumlasiga ftoroplast, organik shisha, selluloza, kapron, polietilen, etiol, polistirol va boshqalar kiradi.

Termoreaktiv plastmassalar bir marta qizdirilib, bosim bilan ishlangandan keyin qayta suyuqlanmaydi. Fenolformaldegid smolalar termoreaktiv plastmassalarning asosini tashkil etadi (tekstolit, getinaks, epoksoplast, aminoplastlar). Plastmassalar to'ldirgichlarining turiga qarab bir nechta turlarga, ya'ni qavatma-qavat kukunli to'ldirgichli plastmassa va gaz to'ldirgichli plastmassalarga bo'linadi.

1. Qavatma-qavat plastmassalar uchun to'ldirgich sifatida paxtasifat buyumlar va qog'ozlari qavatma-qavat qilib to'ldiriladi. Bog'lovchi element sifatida termoreaktiv polimer — fenolformaldegidli epoksid, kremniy, organik va boshqa smolalar ishlatiladi. Bularga getinaks, tekstolit, steklotekstolit, asbotekstolit-yog'och qavatli (DSP) plastmassalar kiradi.

Tekstolit shovqinsiz ishlaydigan tishli g'ildiraklar yasashda, podshipnik vkladishlari tayyorlashda ishlatiladi. Elektrotexnik tekstolitdan ponashtoklar tayyorlanadi.

Asboplastik 250—350 °C ga ozroq vaqt, 3000 °C ga qisqa vaqtda chidaydigan plastmassa bo'lganligi uchun turbogeneratorda izolatsiya materiali sifatida ishlatiladi.

Yog'och qavatli (DSP) plastmassa list ko'rinishida ishlab chiqarilib, mashina va mexanizmlarning shkiqlari, elektroizolatsiyalovchi material sifatida ishlatiladi.

Steklotekstolitdan avtomobil oynalari, quvurlar, sig'imli shishalar tayyorlanadi.

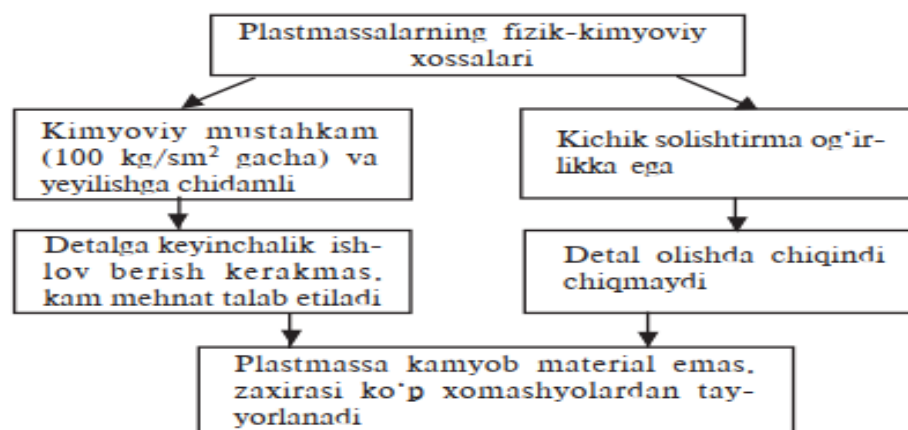
2. Kukunsimon to'ldirgichli plastmassalar tayyorlashda ularga yog'och uni, kvars kukuni solinadi. Material to'ldirgichli plastmassaga paxta gardi, asbest tolalari solinadi. Bu xildagi termoreaktiv plastmassalar turiga umumtexnikada ishlatiladigan K-17-2, K-119-2 markali, elektroizolatsiya va kimyoviy turg'unlikka ega bo'lgan FKP-1, FKP-2, K21-22, K11-25 markali issiqbardosh plastmassalar, mikroasbit aminoplastmassalarga (selluloza) aminoplast va boshqalar misol bo'ladi.

Gaz to'ldirgichli plastmassalar ko'pik hosil qilib qotganda ham bu holda qoladi. Bunday plastmassalarning amortizatsiya va deformatsiya xususiyatlari yuqori bo'ladi. Bu xildagi plastmassalardan toshdan saqlagichlar, amortizatsiya qistirmalari tayyorlanadi.

Plastmassalarning ishlanish usullariga qarab, ularni *termoreaktiv* va *termoplastik* plastmassalarga bo'lish mumkin.

Plastmassa o'zining ko'p xususiyatlari bilan sanoatda juda ahamiyatlidir. Avvallari faqat izolatsion material sifatida ishla-





**18-rasm.** Plastmassalarning fizik-kimyoviy xossalari.

tilgan bo'lsa, hozir dastgohsozlikda, apparatsozlikda konstruk-  
sion material sifatida keng qo'llanilmoqda. 18- rasmda plast-  
massalarning fizik-kimyoviy xossalari keltirilgan.

Mashinasozlikda ishlatiladigan termoplastik plastmassalarga:  
polietilen, polipropilen, polistirol, polivinilxlorid va poliamidlar  
kiradi.

Termoplastik materiallar issiqlik va bosim ostida plastik  
holatga o'tib, kimyoviy o'zgarishlarga aytarli bardosh bermaydi.  
Jarayonning o'zgarishi qaytardir. Tayyor buyumni yana yum-  
shatish va qayta shakl berish mumkin.

**Termoreaktiv plastmassalar** issiqlik va bosim ta'sirida shakl  
olib, jarayon o'zgarmas, qaytarilmas bo'ladi. Ya'ni termoreak-  
tiv massalardan olingan buyumlar yumshamaydi va qayta ishla-  
nmaydi.

Termoreaktiv plastmassalar fenolformaldegid, karbamid  
smolasi, metallar asosida olinadi.

Plastmassa tarkibiga polimerlardan tashqari quyidagi kom-  
ponentlar ham kirishi mumkin:

- 1) organik va mineral to'ldirgichlar — kukun holida yoki  
tolasimon materiallar;
- 2) plastifikatorlar — massaga yuqori plastiklik beradi va  
ishlanishni osonlashtiradi;
- 3) stabilizatorlar — uzoq vaqtgacha polimerning fizik-  
kimyoviy xossalarini saqlovchi materiallar;

- 4) rang beruvchilar — kerak bo'lgan rangni beradi.

Yuqoridagi komponentlarning hammasini plastmassalar  
tarkibiga qo'shish shart emas. Ular texnik maqsadga qarab  
qo'shiladi.

Plastmassaning asosiy xossalari: solishtirma og'irligi 2—2,3  
g/sm<sup>3</sup>, ba'zan 1g/sm<sup>3</sup>; mexanik mustahkamligi 1000 kg/sm<sup>3</sup>  
gacha; issiqlikka chidamliligi 70—300 °C.

Plastmassalarni ishlash usullari: prokatlash, shtamplash,  
presslash, bosim ostida quyish, payvandlash, kesib ishlov  
berish va boshqalar.

**Kompozitsion termoreaktiv plastmassalar**, bular polimer  
materiallar bo'lib, ularning tarkibiga fenolaldegid, fenol-  
formaldegid, karbamid, kremniyorganik asosdagi materiallar,  
har xil to'ldiruvchilar kiradi.

Kompozitsion materiallardan texnik maqsadlar uchun,  
ya'ni elektroizolatsion, issiqlikka chidamli, nanga, kimyoviy  
muhitga chidamli, friksion, antifriksion, rentgen nuriga chi-  
damli buyumlar tayyorlanadi. Ular kukun, tabletka, granula  
shakllarida bo'lishi mumkin.

## 5-AMALIY MASHG'ULOT

### POLIMERLARGA ISHLOV BERISH.

Sun'iy ravishda tayyorlangan plastmassani ishlash, asosan, kukun, tabletka, granula holidagi materiallarni yumshoq oquvchan holatga o'tkazib ishlashdan iborat. Buning uchun boshlang'ich materialga issiqlik va bosim bilan bir vaqtning o'zida ta'sir ko'rsatiladi. Bunday ishlash usullariga: presslash, bosim ostida quyish, ekstruziya, kalandrlash va boshqalar kiradi.

Qizdirish – yuqori chastotali tok bilan bajariladi. Plastmassa yaxshilab tozalanib, moylanadi va unga zarur miqdorda material solib qizdiriladi. Harorat +5 °C aniqlikda bo'lib, presslash harorati avtomatlar yordamida rostlab turiladi.

Jarayon aniq haroratda materialning yumshoq oquvchan holatga o'tishi bilan bajariladi. Bosim asta-sekin maksimumga ko'tariladi. Presslash vaqtida gaz va bug' ajralib chiqadi, shuning uchun pressni bir necha marta ko'tarib bosish bilan gazlar chiqarib yuboriladi, aks holda yoriqlar, bo'shliqlar hosil bo'lishi mumkin.

Ekstruziya usuli bilan sterjenlar, quvurlar va boshqalar olinadi.

#### **Bosim bilan presslab quyish**

Sun'iy ravishda tayyorlash jarayonida bosim bilan presslab quyishda dastlabki material yumshoq-oquvchan holatga alohida qizdirish kamerasida o'tkaziladi. Bunda puansonning bajargan ishi materialni siqish uchun xizmat qiladi.

Bosim bu yerda katta bo'lib, 1500—2000 kg/sm<sup>2</sup> gacha yetadi. Bu usul bilan chuqur yupqa devorli buyumlarni olish mumkin. Press-qoliðning konstruksiyasi murakkab hamda material ko'p isrof bo'ladi. Shunga qaramasdan, murakkab konstruksiyadagi, shakldagi buyumlarni olishda ishlatiladi. Buyum olish uchun gidravlik presslardan foydalaniladi. Tayyor buyumni qolipdan chiqarish ham kichik gidravlik presslar yordamida bajariladi.

Ekstruziya — polimer materialni mushtuk orqali siqib o'tkazish jarayoni bo'lib, mushtukning kesimi olinadigan material kesimini tashkil etadi. Ekstruziya usuli bilan olinadigan mahsulot profillari har xil bo'ladi.

Tayyor mahsulot transportyor yordamida qabul qilib olinadi.

Termoplastdan plyonka olish Plyonka olish uchun ekstruzion mashinaning kallagiga tushgan termoplast halqasimon qirqim orqali siqiladi va mushtuk hamda dornlardan o'tib, truba (quvur) hosil qiladi. Trubaga bosim ostida havo bilan puflanadi va hosil bo'lgan ikki qavatli plyonka sovitgich hududidan o'tib, qabul qiluvchi roliklar orqali barabanga o'raladi. Shunday usul bilan olingan plyonkaning kengligi 1400 mm, qalinligi esa 0,050—1 mm bo'ladi. Bunda tezlik 150 m/min gacha, plyonkaning diametri va qalinligi havoning bosimi hisobiga avtomatik tarzda moslanadi.

#### **Plastmassalarni payvandlash**

Sun'iy ravishda tayyorlangan plastmassa detallarni bir-biriga payvandlash uchun detal qirralari yumshatiladi va bosim ostida biriktiriladi. Faqat termoplastik plastmassalargina payvandlanadi. Qizdirish yumshoq holatgacha, qisqa vaqt ichida o'tkaziladi. Ko'p termoplastlarning aniq erish harorati bo'lmaydi. Qizdirish

yumshatish haroratidan yuqori va ajralish haroratidan past darajada bajariladi. Yuqoriroq haroratga qizdirilsa, payvandlash joylarida plastmassa ajralishi, bo‘linishi va chok erib ketishi mumkin. Payvandlash qizdirilgan asbob yordamida, yuqori chastotali tokda, ultratovush, gaz yordamida va boshqa usullar bilan bajariladi.

Eng ko‘p tarqalgan usul qizdirilgan gaz oqimida payvandlashdir. Yumshagan chok materialini qo‘l bilan yopishtiriladi. Plastmassalarni yelimlab biriktirish ham mumkin.



## 6-AMALIY MASHG'ULOT

### PLASTMASSALARGA ISHLOV BERISH VA ULARDAN DETTALLAR TAYYORLASH

#### 4.6. Plastmassalarga mexanik ishlov berish

Sun'iy ravishda tayyorlangan kesish asboblari bilan plastmassani ishlashda uning kichik issiqlik o'tkazuvchanligini, issiqlikka chidamsizligini hisobga olish kerak. Kesish vaqtida plastmassa tarkibidagi to'ldiruvchilar tez yeyiladi. Shunga binoan, plastmassani ishlash talabga javob bera oladigan qattiq qotishmalar va tezkesar po'latlardan tayyorlangan asboblarda yordamida bajariladi.

Ishlash vaqtida plastmassa yumshashi mumkin, bunday hollarda shakl buziladi. Shuning uchun uni sovuq havo bosimi bilan sovitib turiladi. Frezalash, randalash, pardozlash, teshik va rezba ochish jarayonlari bajariladi. Bunday jarayonlarni bajarish metall kesish dastgohlari yordamida amalga oshiriladi.

Soda (10—12 %), ohak (5—8 %) va qum (82—85 %) larni pechga yuklab, 1350°C atrofida eritiladi. Shishalarni quyib, bosim ostida ishlab, zarur shaklli, maqsadli detallar tayyorlanadi. Ular xalq xo'jaligida keng ishlatiladigan material bo'lib, yaxshi xossalarga ega. Ayniqsa, har xil haroratdagi ish sharoitida yuqori plastiklikka ega.

Rezinaning asosi kauchuk bo'lib, unga har xil to'ldiruvchilar (plastifikatorlar, vulkanizatorlar, rang beruvchilar, oltingugurt va h. k) komponentlar kiritiladi. Kauchukning sintetik va tabiiy xillari bo'ladi. Mustahkamlikni oshirish uchun buyumga har xil to'qima materiallari qo'shiladi. Qo'shimchalar to'qima mashinalar yordamida aralashtiriladi. Rezina buyumlar bosim ostida shakl berish bilan birga olinadi.

Rezinani *vulkanizatsiya qilish jarayoni* deb, buyumni 120—150°C gacha qizdirib, bosim bilan biriktirishga aytiladi. Xom rezinani vulkanizatsiya qilish qizdirilgan bug' yoki qizdirilgan havo bilan bajariladi. Kauchukni vulkanizatsiya qilishni sovuq holda ham bajarish mumkin, lekin sifati past bo'ladi. Rezinadan tasmalar, shinalar, har xil buyumlar tayyorlanadi. Rezinada 25—30 % C bo'lib, gaz holdagi qotishma sovitiladi va unga shakl berib, ebonit hosil qilinadi.

#### 4.7. Rezina materiallar

Ma'lumki, hozirgi zamon texnikasini rezinasiz tassavur etib bo'lmaydi, ya'ni avtomobil, samolyot, velosiped shinalari, o'tkazgichlarning izolatsiyalari va shunga o'xshagan xalq xo'jaligi mashina mexanizmlarida rezina juda keng ishlatiladi. Rezina materiallar, asosan, kauchukni turli to'ldiruvchilar, plastifikatorlar, vulkanizatsiya reagentlari, tezlashtiruvchilar va boshqalarni qo'shib, qayta ishlash orqali hosil qilinadi. Rezina juda ko'p xususiyatlarga ega materialdir. Bulardan eng muhimi uning elastiklanuvchanligidir, ya'ni 100 % qotish xususiyati mavjud. Rezinadagi aralashmaning 10—98 % ini kauchuk tashkil qiladi.

Kauchuklar, asosan, tabiiy va sintetik polimerlar bo'lib, daraxt „yig'isi“ degan iborani anglatadi, ya'ni daraxtni kesganda undan suyuqlik ajralib chiqadi, demakdir.

Shunday qilib, tabiiy kauchuk (TK) kauchuk tashuvchi (hosil qiluvchi) o'simliklardan (daraxtlardan) olinadi. U etilda, benzinda, mineral moylarda yaxshi eriydi, suvda esa erimaydi. Kauchuk 90°gacha qizdirilganda yumshab, 0 °C dan past haroratda qattiqlashib, mo'rtlashib boradi.

Texnikaning intensiv taraqqiyoti tufayli faqat tabiiy kauchukdangina emas, balki sintetik kauchuklar (SK)dan ham foydalanishga to'g'ri kelmoqda. Etil spirti, asetilen, butan, etilen, benzol, ba'zi uglevodorodlar sintetik kauchuk hosil qilishning asosiy materiali hisoblanadi.

Rezinalar vazifasiga yoki ishlatilishiga qarab umumiy va maxsus turlarga bo'linadi.

Umumiy turdagi rezinalar suvda, kislota va ishqorlarning kuchsiz eritmalarida, havo (50—18 °C) muhitida ishlatilishi mumkin. Bunday rezinalardan mashina shinalari, transport tasmalari, kabellarning izolatsiyalari va turli buyumlar tayyorlanadi. Masalan: TK, natriy butadionli sintetik kauchuk (SKB), butadion stirolli (SKS-30, SKS-Za), butadion-metilstirolli (SK MS-30) kauchuklar. Maxsus vazifalarga mo'ljallangan rezinalar, o'z navbatida, moyga, benzina, issiq va sovuqqa, elektroizolatsiya gazlariga va suyuqliklarga chidamli bo'lgan turlarga bo'linadi. Bundan tashqari, maxsus rezina turi bo'lib, unga armaturali rezinalar kiradi.

Maxsus vazifalarga mo'ljallangan rezinalar quyidagi turlarga bo'linadi: Y7 — benzina chidamli; natriyli (polixloroprenli kauchuk), butadion-nitrilli (SKN-18, SKN-26, SKN-40),



butadionli (SKBM), butadion stirolli (SKS-10 SKSM-10)—sovuqqa chidamli shinalar, transportyorlar, issiqbardosh rezinalar.

Baland va past haroratda, agressiv muhitda va amaliy ishlarda kauchukning o'zi toza holda ishlatilmaydi. Yuqori fizik-mexanik xossalarga ega bo'lishi uchun rezinaga ingrediyentlar deb ataluvchi qo'shimchalar qo'shiladi. Bular quyidagilardir:

1. Vulkanizatsiyalangan (qattiqlashtirilgan) rezinani shishiradigan eng asosiy modda bu oltingugurt. Bunda ma'lum haroratda oltingugurt atomlari kauchukning molekullari bilan reaksiyaga kirishib, kimyoviy bog'lanish hosil qiladi.

Hozir 93 % rezina oltingugurt bilan qattiqlashtiriladi. Agarda oltingugurt miqdori 1 —35 % bo'lsa — yumshoq, 25—20 % bo'lsa — yarimqattiq, 30—50 % bo'lsa — qattiq rezina hosil bo'ladi.

2. Qattiqlashtirish-tezlashtirgich (vulkanizatsiya). Bular organik va noorganik bo'ladi. Organik moddalar metall oksidlaridir; noorganigi — oletaks, koptaks, sogtaks.

3. To'ldirgichlar. Bular aktiv va aktivmas bo'ladi. Aktivlari — kaolin, kukun qo'shimchalar, aktivmasi — bor, talk.

4. Plastifikatorlar — plastiklikni oshiradi.

5. Charchashga qarshi moddalar. Bunday materiallar rezining tez ishdan chiqishiga qarshilik ko'rsatadi. Bunday materiallar turiga neoden D (fenilbetanaftilimin) va aldol (aldalal fanaftimin) kabi murakkab moddalar kiradi.

6. Bo'yoqlar. Bo'yoqlar rezinaning fizik va mexanik xossalarini yaxshilash bilan birga, ularga rang ham beradi. Ulardan biri qurumdur, shuning uchun rezinaning ko'pi qora rangda bo'ladi. Oq va boshqa rangli rezina olish uchun alohida bo'yoqlar qo'shiladi.



### ***Takrorlash uchun savollar***

1. Metallmas konstrukcion materiallar qanday tasniflanadi?
2. Plastmassalarga qanday ishlov beriladi?
3. Presslash orqali quyish jarayonini tushuntiring.
4. Plastmassalarni qanday payvandlash usullari bor?
5. Plastmassalarga qanday mexanik ishlov beriladi?
6. Rezina qanday hosil qilinadi?
7. Rezina materiallarning qanday turlarini bilasiz?

# **LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI**

## **1-LABORATORIYA ISHI**

### **MAVZU: LABORATORIYADA XAVFSIZLIK TEXNIKASI.**

**Ishning maqsadi:** Talabalarga laboratoriya ishini bajarishda xavfsizlik texnikasini tushintirish.

**Ishning bajarish tartibi:** Talaba laboratoriya ishini bajarishga nazariy asoslarni topshirgandan keyin qo'yiladi, bunda uning ishni bajarish uchun tayyorgarlik darajasi aniqlanadi.

Ishni bajarishdan oldin talaba quyidagilarni bajarishi kerak:

- ishni bajarish rejasini tuzadi. Elektrolizning asosiy parametrlarini hisoblab chiqadi va uni o'qituvchiga taqdim etadi;

- tajriba uchun kerakli qurilmani yig'adi va uni ishga tayyorlaydi, qurilmani o'qituvchiga ko'rsatadi;

- rejalashtirilgan tajribalarni bajaradi, olingan ma'lumotlarni laboratoriya jurnaliga yozib qo'yadi;

- tajriba ishlari tugaganligini o'qituvchiga aytadi; qurilma o'chiriladi va u laborantga topshiriladi;

- natijalarga oldindan ishlov beriladi;

- yakuniy natijalar hisobot ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

Laboratoriya amaliyoti bo'yicha ishchi jurnal alohida daftarga rasmiylashtiriladi, har qaysi laboratoriya ishi bo'yicha jurnalga quyidagilar yozib boriladi:

- ishning nomi;

- ishni bajarish uchun topshiriq;

- ish rejasini;

- qurilma chizmasi;

- dastlabki tajriba ma'lumotlari;

- ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash natijalari;

Hisobot sxemasi quyidagi ko'rinishda bo'lishi kerak:

- ishning nomi;

- ishning maqsadi;

- ishni bajarish uchun topshiriq;

- jarayonni qisqacha nazariyasi, qurilma sxemasi va uning qisqacha bayoni;

- tajribaning dastlabki natijalari jadval va grafiklar ko'rinishida rasmiylashtiriladi;

- tajriba natijalariga ishlov berish, kerakli hisoblar va natijalar muxokomasi;

- ish bo'yicha xulosalar;

- foydalanilgan adabiyotlar ruyxati.

Hisobot o'qituvchiga shu ish bajarib bo'lingandan keyin taqdim etiladi. Har qaysi laboratoriya ishi uch xil toifa bo'yicha baholanadi:

- dastlabki tayyorgarlik;
- ishning tajriba qismini bajarish;
- natijalarni chuqur muxokoma qilish va hisobot sifati.

SHular asosida baho qo'yilib u reyting ballariga kiritiladi.

**Laboratoriya ishlarini bajarish tartibida talabalar amal qilishi lozim  
bo'lgan texnika xavfsizligi qoidalari quyidagilardan iborat:**

1. Talabalar laboratoriya ishlarini bajarishga kirishishdan oldin albatta maxsus texnika xavfsizligi qoidalari bilan o'qituvchi tomonidan tanishtiriladi va laboratoriya jurnaliga tanishganligi xaqida imzo chekishi shart.
2. Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin bajariladigan ishning mohiyatini qo'llanmadan yaxshilab o'qib tushunib olish, zarur asbob va reaktivlarni tayyorlashi va o'qituvchi ruxsati bilan ish boshlashi lozim.
3. Ish stoliga keraksiz buyumlar va reaktivlarni qo'yish man etiladi.
4. Talaba laboratoriya ishlarini puxta bajarishi, ya'ni shoshma-shosharlikka yo'l qo'ymasligi lozim.
5. Talabalar laboratoriya ishlarini maxsus kiyimda, ya'ni xalatda bajarishlari kerak.
6. Laboratoriya mashg'ulotlari va o'qituvchi yoki laborantning ishtirokida bajarilishi maqsadga muvofiqdir.
7. Laboratoriya mashg'ulotlari elektr tokining bevosita ishtirokida bajarilishi tufayli, ishni bajarish paytida talabalar ko'pi bilan uch kishidan iborat bo'lmog'i kerak.
8. Ishning bajarilishi aniq reja maxsus ketma-ketlikda amalga oshirilishi shart aks xolda ishning bajarilishi ketma-ketligini buzulishi ko'ngilsiz oqibatlarga olib kelishi mumkin.
9. Moddalarni qo'lga olmay, shpatel yoki chinni qoshiqchalarda olish kerak;
10. Kuchli kislotalar, ayniqsa konsentrlangan sulfat kislotani suyultirishda suvni kislotaga emas, balki kislota suvga tomchilab aralashtiriladi.
11. Ajralib chiqayotgan gazlarni yaqin turib xidlash ta'qiqlanadi. Gazni xidlash lozim bo'lganda, probirkani chap qo'lga olib, burundan pastroqda ushlanadi va o'ng qo'l bilan gaz burun tomon elpiladi;

12. Tarkibida simob, mishyak (margimush), bariy, qo'rg'oshin bo'lgan tuzlar zaharli ekanini esda tutish lozim, ular bilan ishlagandan keyin qo'lingizni yaxshilab yuving;
13. Bir reaktivni ikkinchisiga quyish chog'ida yuzingizga yoki kiyimingizga sachramasligi uchun shu idishning tepasiga engashib qaramang;
14. Laboratoriya mashg'uloti bajarib bo'lingandan so'ng ish joylari yig'ishtilib, elektr toki bilan ishlaydigan elektr asboblari tok manbalaridan uzilishi lozim.

### **BIRINCHI YORDAM KO'RSATISH**

1. Agar teriga konsentrlangan biror bir kislota sachrasa, darxol u erni ko'p miqdordagi suv bilan yuvib, jaroxatlangan joyga kaliy permanganatning 3 % li eritmasi shimdirilgan paxta qo'yishi zarur;

2. Agar teriga ishqor sachragan bo'lsa, o'sha joy, avval suv bilan yaxshilab yuviladi, so'ngra kaliy permanganatning 3 % li eritmasi shimdirilgan paxta qo'yib bog'lash lozim;

3. Agar ko'zga kislota yoki ishqor sachragan bo'lsa, ko'zni yaxshilab suv bilan yuvish, so'ngra darxol shifokorga murojat qilish kerak;

4. Agar teriga issiq buyum, masalan, issiq shisha, issiq metall tegib kuydirsa, kuygan joyni kaliy permanganatning 3 % li eritmasi bilan yuvib, so'ngra maz surkash zarur;

5. Xlor, brom, vodorod sulfid va is gazi bilan zaharlangan bemorni darxol ochiq havoga chiqarib, shifokorga murojat qilish kerak;

6. Reaktivlar bilan kishi organizmi og'iz orqali zaharlansa, ko'p suv ichish lozim metallarning tuzlari bilan zaharlanganda sutli maxsulotlar ichish yoki tuxum yutish kerak. Yod ta'sirida zaharlanganda choy, kofe yoki soda eritmasi, ishqor bilan zaharlanganda sirka yoki limon kislotaning 2% li eritmasidan bir stakan, kislotalardan zaharlanganda 2 % li soda eritmasidan bir stakan ichish kerak;

7. Kuyganda va zaharlanganda hamma vaqt zarar ko'rgan kishiga birinchi yordam berilgach, darxol tibbiyot muassasalariga murojat qilish lozim.



## 2-LABORATORIYA ISHI

### MAVZU: METALLARNI SINASH USULLARI.

**I. Laboratoriya ishining maqsadi:** Materiallarning qattqlik darajasini turli usullar bilan o'lchash.

**II. Laboratoriya ishini bajarish uchun zarur bo'lgan materiallar va asbob – uskunalari:** Brinell, Vickers va Rokvell qattqlik o'lchagichlar.

**III. Ishni bajarish tartibi.** Namunani asbobga o'rnatib. Tegishli kuch bilan bosim qiling. Chuqurlik yoki iz o'lchanadi va qattqlik qiymati hisoblanadi. Metallarni sinash odatda, metallarning mexanik xossalari deganda, uning quyidagi ko'rsatkichlari tushuniladi:

- mustahkamligi — metallning deformatsiyaga va yemirilishga qarshilik ko'rsatishi;
- plastikligi — metallning qoldiq deformatsiyada yemirilmasdan turish xususiyati.

Metallarda plastiklikning kamligi yoki yo'qligi mo'rtlik deyiladi.

Mexanik xossalar konstruktor va texnologlarga yuklamalarning chegarasini belgilash va mashinalarni ishlatish sharoitini aniqlash imkonini beradi.

Mexanik xossalar tavsiflarining son qiymatlari, ya'ni zo'riqlash yoki deformatsiyalar qiymatlari mexanik sinovlar natijasida olinadi. Mexanik sinovlardan metallarning tayyorlanish va ishlov berish sifatini nazorat qilishda keng ko'lamda foydalaniladi.

Qo'yilgan kuchlar ta'sirida detal o'lchamlari va shaklining o'zgarishi deformatsiya deyiladi. Deformatsiya jismga qo'yilgan tashqi kuchlar ta'sirida yoki jismning o'zida sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlarda vujudga keladigan ichki kuchlar ta'sirida yuzaga kelishi mumkin. Bunda vujudga keladigan zo'riqlashlar o'q yo'nalishida cho'zilishning oddiy holida quyidagiga teng bo'ladi:

$$\sigma = P / F.$$

bunda:  $P$  – kuch (N);  $F$  – jismning ko'ndalang kesim yuzi ( $m^2$ ).

Jismda normal va urunma zo'riqlashlar vujudga keladi. Muvaqqat (tashqi) zo'riqlash bilan ichki zo'riqlashlarni bir-biridan farqlash lozim. Muvaqqat zo'riqlashlar tashqi yuklama ta'sirida vujudga keladi va muvozanatlashadi.

Ichki zo'riqlashlar tashqi kuchlar ta'sirisiz, berilgan jism doirasida vujudga keladi va muvozanatlashadi. Ichki zo'riqlashlarning hosil bo'lishi deformatsiyalarning jism hajmi bo'yicha notekis taqsimlanishi bilan bog'liq. Ichki zo'riqlashlar haroratning metall hajmi bo'yicha notekis taqsimlanishi natijasida vujudga keladi. Masalan, metall

tez isitilganda va sovutilganda metallning tashqi va ichki qatlamlari notekis kengayadi (siqiladi). Bunday zo‘riqish issiqlikdan zo‘riqish deyiladi.

Bundan tashqari, ichki zo‘riqishlar termik ishlov berishdagi faza o‘zgarishlari natijasida ham vujudga kelishi mumkin. Bunday zo‘riqish faza (tuzilish) zo‘riqish deyiladi.

Ichki zo‘riqishlar quyidagicha tasniflanadi:

Jismning butun hajmida muvozanatlashadigan I tur zo‘riqish, u makrozo‘riqish deyiladi.

Bitta donining (kristallitning) yoki bir necha blokning hajmida muvozanatlashadigan II tur zo‘riqish, u mikro zo‘riqish deyiladi.

Kristall katakcha o‘lchamlariga yaqin hajmlarda muvozanatlashadigan III tur zo‘riqish, u submikroskopik zo‘riqish deyiladi.

Ichki zo‘riqishlar metallarning xossalariga va ularda sodir bo‘ladigan o‘zgarishlarga katta ta’sir etadi. Deformatsiya elastik va plastik bo‘lishi mumkin. Tashqi kuchlar ta’siri to‘xtagandan keyin to‘liq yo‘qoladigan deformatsiya elastik deformatsiya deyiladi. Elastik deformatsiya metallning tuzilishi va xossalarida katta o‘zgarishlar keltirib chiqarmaydi.

Elastik cho‘zilish qiymati juda kichik bo‘ladi va Guk qonuniga binoan yuklamaga chiziqli bog‘lanishda bo‘ladi:

$$\sigma = E(\Delta l/l).$$

bunda:  $\Delta l/l$  — kristallning nisbiy elastik deformatsiyalanishi;  $E$  — elastiklik moduli, u metallning bikirligini, ya’ni elastik deformatsiyalarga qarshilik ko‘rsatishini tavsiflaydi,  $\text{N/m}^2$ .

Elastiklik moduli atomlararo bog‘lanish kuchlariga bog‘liq bo‘ladi, metallning tuzilishiga esa bog‘liq bo‘lmaydi.

Agar tashqi yuklama olingandan keyin jism dastlabki shaklini tiklamasa, qoldiq yoki plastik deformatsiya vujudga keladi.

Plastik deformatsiya ko‘chishlar (dislokatsiya) vujudga kelishi va siljishi bilan bog‘liq, u sirpanish va moslashish bilan amalga oshishi mumkin. Agar deformatsiya vaqtida zo‘riqish chekli qiymatiga yetsa, metall yemiriladi. Yemirilish ikki xil bo‘ladi: Mo‘rt va Qovushoq yemirilish.

**Mo‘rt yemirilishda** atomlararo bog‘lanishlar buziladi va plastik deformatsiya bo‘lmaydi. Odatda, mo‘rt yemirilish donlarning chekkalarida sodir bo‘ladi va sinish kristall xususiyatli bo‘ladi. Lekin sof mo‘rt yemirilish amalda uchramaydi.

### **Qattiqlikni aniqlash**

Qattiqlik deganda, metallarning plastik deformatsiyaga qarshilik ko‘rsatish xususiyati tushuniladi.

Qattqlikni o'lash uslublarining keng tarqalganligi quyidagi sabablar bilan tushuntiriladi: buyumlar sifatiga tez baho berish mumkin, buyumlar yemirilmaydi va sirti buzilmaydi. Qattqlikni aniqlashning bosib kiritish, urgich bilan urib ko'rish, tirnash usullari qo'llaniladi.

### Qattqlikni Brinell usuli bilan o'lash

Qattqlikni Brinell usuli bo'yicha aniqlashda metallning yassi yuzasiga o'zgarmas yuklama bilan diametri 2,5; 5 va 10 mm bo'lgan qattiq po'lat zoldir botiriladi. Sharcha orqali namunaga beriladigan yuklamaning sirtida sharcha qoldirgan sferik iz yuzasiga nisbati Brinell usuli bo'yicha qattqlik soni deyiladi. Brinell usuli bilan qattqlik (HB)ni ushbu formuladan aniqlash mumkin:

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

bunda:  $P$  — yuklama (N).  $D$  — sharcha diametri (mm);  $d$  — iz diametri (mm).

Qattqlikni amalda aniqlash uchun chuqurchaning diametri o'lanadi va shu asosda maxsus jadvallardan qattqlik soni topiladi. Brinell usulini qattqligi 4500 HB dan katta bo'lgan metallar uchun qo'llash tavsiya etilmaydi, chunki po'lat sharcha deformatsiyalanishi mumkin va natija noto'g'ri bo'ladi. Brinell bo'yicha qattqlik

soni HB va cho'zilishdagi puxtalik chegarasi  $\sigma_v$  orasida empirik yo'l bilan topilgan quyidagi nisbatlar mavjud:

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Po'lat (HB 1250—1750). MPa | $\sigma_v = HB \cdot 0.343$ |
| Po'lat (HB > 1750). MPa    | $\sigma_v = HB \cdot 0.362$ |
| Aluminiy quymasi           | $\sigma_v = HB \cdot 0.26$  |
| Yumshatilgan bronzavajez   | $\sigma_v = HB \cdot 0.55$  |
| Kulrang cho'yan            | $\sigma_v = (HB - 40)/6$    |
| Rux qotishmalari           | $\sigma_v = HB \cdot 0.09$  |



#### 1.Qattqlikni Brinell usuli bilan aniqlash sxemasi

Qattqlik Brinell usuli bilan gidravlik va mexanik yuritmalı presslarda aniqlanadi.

### Metallarni cho'zilishga sinash

Sinashning bu turi keng tarqalgan. Sinash uchun standart namunalar olinadi. Sinov mashinalari cho'zilish diagrammalarini, ya'ni namuna uzunligining qo'yilgan nagruzkaga bog'liq ravishda o'zgarishini yozib boradigan asboblar bilan jihozlangan.

Sinashning boshlanishida nisbatan kichikroq yuklamalar qo'yilganda namunaning cho'zilishi biror Rpts kuchgacha namunaga mutanosib bo'ladi. Bu yuklamada vujudga keladigan zo'riqish mutanosiblik chegarasi deyiladi:

**3-LABORATORIYA ISHI**  
**MAVZU: TEMIR-UDLEROD QOTISHMASI HOLAT**  
**DIAGRAMMASINING TAHLILI.**  
**Temir-uglerod xolat diagrammasi.**

**I. Ishning maqsadi:** Metallarni mikroskopiya analiz qilish metodikasi bilan amalda tanishish, uglerodli po‘lat va cho‘yanlarning mikrostrukturasini (ichki tuzilishni) o‘rganish, evtektoidgacha bo‘lgan po‘latlardagi uglerod miqdorini uning mikrostrukturasiga qarab aniqlash.

**II. Ishni bajarish uchun zaruriy asbob-uskuna va materiallar.**

1. Metallografik mikroskop.
2. Turli xil tarkibli pulat va cho‘yan namunalari.
3. sirkul va lineyka.
4. Metallar va qotishmalar mikrostrukturalari atlas.

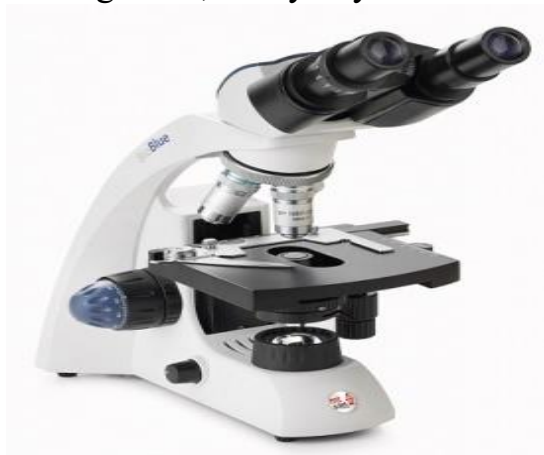
**III. Ishni bajarish tartibi.** 1. Mikroskopning diafragma va svetofiltrlaridan foydalanib yoritilishni moslangach, zarur bo‘lgan kattalashtirish tanlanadi.

2. Tekshiriladigan namunalar birin-ketin mikroskopning predmet stoliga joylashtiriladi va mikroskopda kuzatiladi.

3. Mikrostrukturalar atlasidan foydalanib, tekshirilayotgan po‘lat va cho‘yanlarning struktura elementlari fotosuratlardan diqqat-e‘tibor bilan qaraladi. So‘ngra po‘lat va cho‘yan namunalarining muvozanat holat mikrostrukturalari 200 dan 500 martagacha kattalashtirilib qaraladi va o‘rganiladi.

4. Mikroskopda qaralgan har bir mikrostrukturalarni diametri 50 mm li QOG‘OZGA yoki 60X60 mm li kvadrat shaklidagi qog‘ozga rasmi chiziladi.

5. Har bir chizilgan mikrostruktura tagida uning qanchaga kattalashtirilganligi, qotishmaning nomi, ximiyaviy tarkibi va strukturasi ko‘rsatiladi.



**Umumiy ma‘lumot.** Odatda, temir-uglerod qotishmalarining tarkibida 0,025 protsentgacha uglerod bo‘lsa, u texnik temir, 0,025—2,14 protsentgacha uglerod bo‘lsa — po‘lat va 2,14— 6,67 protsentgacha uglerod bo‘lsa — cho‘yan deb yuritiladi.

Bu qotishmalarning tarkibida temir va ugleroddan tashqari kremniy, marganets, oltingugurt va fosfor kabi ximiyaviy elementlar borligi sababli ular murakkab tarkibli ko'p komponentli qotishmalar hisoblanadi. Ammo ularning tarkibida ikkita asosiy komponent — temir (Fe) bilan uglerod (S) dan boshqa ximiyaviy elementlarning miqdori kam bo'lganligi sababli bu qotishmalar temir-uglerod qotishmalari deb qaraladi.

Temir-uglerod qotishmalari asta-sekin sovutilganda turli temperaturalarda sodir bo'ladigan o'zgarishlar holat diagrammasida ko'rsatiladi.

Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasini o'rganish amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega bo'lib, cho'yan va pulatlarni termik ishlash jarayonlari ana shu diagrammaga asoslanadi. Bunday diagrammalarni o'rganishda sof temir (Fe) dan sof uglerod (S) gacha bo'lgan turli xil tarkibli qotishmalarning holatini ko'rib chiqish lozim, ammo amalda ishlatiladigan temir-uglerod qotishmalari tarkibida 5 protsentgacha uglerod bo'ladi, xolos. SHu sababli temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammalarini o'rganishda temir bilan uglerodningssementit deb ataluvchi va  $Fe_3S$  tarkibli ximiyaviy birikma hosil qilgan qotishmalari ko'rib chiqiladi. Bunda sistemaning tashkil etuvchilari, ya'ni komponentlari temir (Fe) bilan uglerod (S) emas, balki temir (Fe) bilanssementit ( $Fe_3S$ ) bo'ladi. Diagramma *temir-sementit sistemasining holat diagrammasi* deyiladi.

Amalda temir-sementit diagrammasini tuzishda termik analiz natijalariga asoslaniladi. Buning, uchun koordinatalar sistemasida abssissa o'qi bo'ylab qotishmadagi uglerod miqdori, ordinatalar o'qi bo'ylab qotishmaning temperaturasi qo'yiladi. So'ngra temirdan sementitgacha bo'lgan turli xil tarkibli qotishmalarning kritik temperaturalari va strukturalari belgilanib olingach, turli konsentratsiyali qotishmalarning kristallanish va qayta kristallanishning boshlanish hamda tugash temperaturalari aniqlanib, shu nuqtalar o'zaro tutashtirilsa, temir-sementit qotishmalarining diagrammasi paydo bo'ladi.

Temir-sementitning holat diagrammasi temir-uglerod qotishmalari suyuq holatdan asta-sekin xona temperaturasigacha sovutilganda sodir bo'ladigan struktura o'zgarishlarini ifodalaydi. SHu sababli hosil bo'layotgan temir-uglerod qotishmalarining strukturalari muvozanat yoki stabil strukturalar deb ataladi.

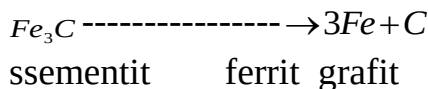
9-rasmda temir-uglerod qotishmalarining xolat diagrammasi tasvirlangan.

Temir-uglerod qotishmalari suyuq holatdan asta-sekin (soatiga  $10^{\circ}S$  dan ham kichik tezlikda) uy temperaturasigacha sovutilgandagi strukturalar mikroskopik analiz qilinganda ferrit, ssementit, austenit, perlit, ledeburit va grafit kabi muvozanat (stabil) strukturalar hosil bo'lishini ko'rish mumkin.

*Ferrit (F)* uglerodning al'fa  $\alpha$  temirdagi kattiq eritmasidir. Uglerodning al'fa temirda erishi mumkin bo'lgan eng ko'p miqdori  $727^{\circ}S$  da 0,025 protsentni tashkil etadi. Temperatura  $727^{\circ}S$  dan ko'tarilganda al'fa temirda eriydigan uglerod miqdori kamayib boradi va  $911^{\circ}S$  da nolga teng bo'ladi.

Ferrit temir-uglerod qotishmalari orasidagi eng YUMSHOG'1 bo'lib, uning Brinell bo'yicha qattiqligi  $HB = 80 - 100 \text{ kg/cm}^2$ , plastikligi  $\delta = 40 - 50\%$ ni tashkil qiladi. Uning kristall panjarasi hajmi markazlashgan kublardan iboratdir.

*Sementit (S)* temirning uglerod bilan xosil qilgan ximiyaviy birikmasi ( $Fe_3S$ ), ya'ni temir karbidi bo'lib, uning tarkibida 6,67% uglerod bo'ladi. ssementit temir-uglerod qotishmalari orasida eng QATTIG'I bo'lib, uning Brinell buyicha qattiqligi  $HB = 800-1000 \text{ kg/mm}^2$ , plastikligi  $\delta = 0\%$ , suyuqlanish temperaturasi  $1600^\circ\text{S}$  chamasidadir. ssementit barqaror birikma emas — qizdirilganda parchalanib ferrit va grafitni hosil qiladi:



Sementitning kristall panjarasi murakkab bo'lib, bir necha oktaedrlardan iboratdir.

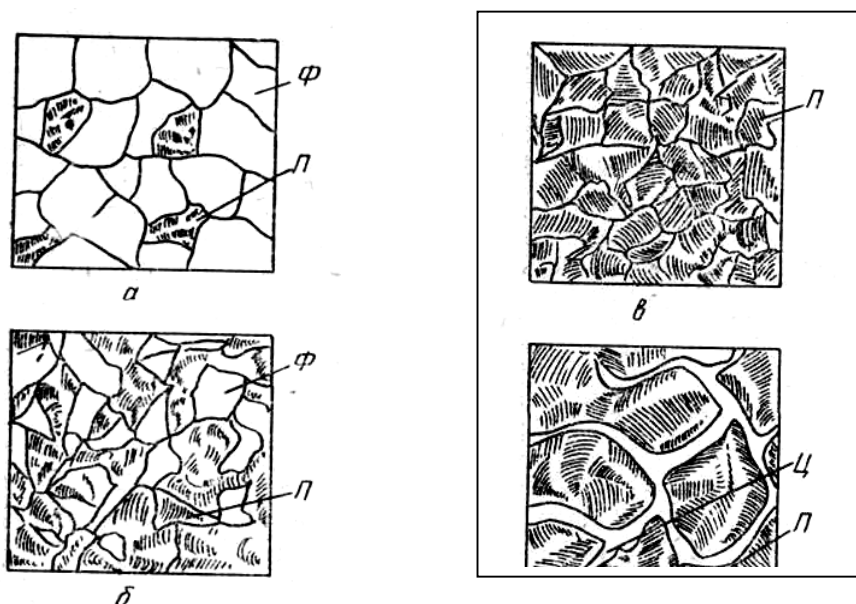
*Austenit (A)* uglerodning gamma  $\gamma$  temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, uning nomi ingliz tadqiqotchisi R. Austen sharafiga qo'yilgan. Austenit kristall panjarasi yoqlari markazlashgan kub shaklida bo'lib, uning plastikligi  $\delta = 40-50\%$ , Brinell buyicha qattiqligi  $HB = 160-200 \text{ kg/mm}^2$  ni tashkil qiladi.

Perlit (P) austenitning asta-sekin sovishida ferrit bilan ssementitning mayda donalariga parchalanishidan hosil bo'lgan mexanik aralashmadir, ya'ni  $\Pi = \Phi + \Pi$ . Bu aralashma evtektoid deb ham ataladi. Evtektoid pulatdan tayyorlangan va natriy pikrat eritmasi bilan ishlangan mikroshlif metallomikroskopda qaralsa sadafga o'xshab ko'rinadi, perlit nomi shundan olingan (sadafning ruscha tarjimai perlamutr). Perlit plastinkasimon va donador shaklda bo'lishi mumkin. Plastinkasimon perlitdasementit plastinkalar shaklida, donador perlitda esa donalar shaklidadir. Sof perlitning tarkibida uglerodning miqdori 0,8% ga teng bo'ladi. Donador perlitning mexanik xossalari plastinkasimon perlitnikidan yuqori bo'lib, uning Brinell buyicha aniqlangan qattiqligi  $HB = 200-250 \text{ kg/mm}^2$  oralig'ida bo'ladi.

*Ledeburit (L)* evtektik aralashma bo'lib, u tarkibidagi uglerodning miqdori 4,3% bo'lgan suyuq fazadan hosil bo'ladi. Ledeburit  $1147^\circ\text{S}$  dan  $727^\circ\text{S}$  gachassementit bilan austenitning,  $727^\circ\text{S}$  dan xona temperaturasigacha esassementit bilan perlitning mexanikaviy aralashmasidir. Bu aralashmalarni o'zaro farq qilishi uchun  $1147^\circ$  dan  $727^\circ\text{S}$  gacha bo'lgan ledeburit  $\Pi_A$  bilan,  $727^\circ\text{S}$  dan pastdagi ledeburit esa  $\Pi_{\Pi}$  bilan belgilanadi, ya'ni  $\Pi_A$  — austenitli,  $\Pi_{\Pi}$  — perlitli ledeburit. Diagrammadagi (9-raem) AVSD chizig'i likvidus, ANESF chizig'i esa solidus chizig'idir. Dolat diagrammasidan ko'rinishicha, qotishmalarning birlamchi kristallanishi likvidus va solidus chiziklarining oralig'ida sodir bo'ladi. Kotishmalarning ikkilamchi kristallanishi solidus egri chizig'idan pastda sodir bo'lib, uglerodning austenit va ferrit strukturalarida turlicha eruvchanligi bilan bog'liqdir.

Tarkibida 0,8% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar evtektoiddan oldingi, tarkibida 0,8% uglerod bo'lgan qotishma evtektoid po'lat, tarkibida 0,8 dan 2,14% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar esa evtektoiddan keyingi po'latlar deb ataladi. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar ferrit bilan perlit strukturalaridan iborat bo'lib, ularning tarkibida uglerodning miqdori ortgan sari, perlitning miqdori ham orta boradi (10- rasm, a va b).





Po‘latlarning mikroskopik ko‘rinishi.

Evtektoidgacha bo‘lgan po‘latlar konstruksion po‘latlar, evtektoiddan keyingi po‘latlar (10- rasm, v, g) esa asbobsozlik po‘latlari deb yuritiladi.

Evtektoiddan keyingi po‘latlarning mikrostrukturasi uglerodning miqdoriga bog‘liq bo‘lib, unda uglerodning ortishi bilan sementit to‘rchasining qalinligi orta boradi va, aksincha, uglerodning miqdori kamayib, evtektoid po‘latlarga yaqinlashgan sari ferrit yokisementit ekanligini farq qilish qiyinlashadi. Bu holda mikroshlif natriy nitrat tuzi ( $NaNO_3$ ) eritmasida ishlanadi, natijada mikroshlifdagi oq ranglisementit to‘rchasi qora rangli bo‘ladi, ferrit esa oq rangligicha qoladi.

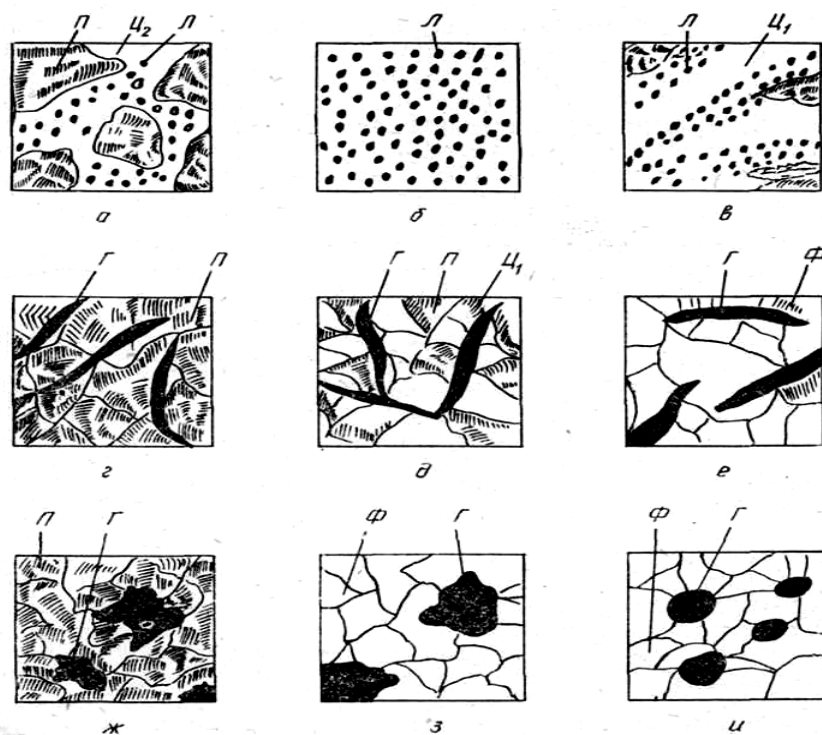
Cho‘yanlar tarkibidagi uglerodning qanday holatda ekanligiga qarab oq, kul rang, juda puxta, bolg‘alanuvchan cho‘yanlarga bo‘linadi. Oq cho‘yaning tarkibida uglerod ximiyaviy birikma — sementit holida bo‘ladi. Kul rang, juda puxta, bolg‘alanuvchan cho‘yanlarning tarkibida uglerodning juda ko‘p qismi erkin holatda, ya’ni grafit tarzida bo‘ladi.

Oq cho‘yanlar tuzilishiga va tarkibidagi uglerodning miqdoriga nisbatan quyidagicha turlarga bo‘linadi:

a) Evtetikagacha bo‘lgan cho‘yanlar (2,14—4,3% S), ularning strukturalari perlit, ikkilamchisementit va ledeburitdan tashkil topgan (11-rasm, a).

b) Evtetik cho‘yan (4,3% S), uning strukturasi faqat ledeburitdan tashkil topgan (11- rasm, b).

v) Evtetikadan keyingi cho‘yanlar (4,3—6,67% S), ularning strukturalari birlamchisementit va ledeburitdan tashkil topgan (11-rasm, v).



Cho‘yanlarning mikroskopik ko‘rinishi.

Kulrang cho‘yanlarning qolipga quyilish xossasi yuqori bo‘lganligi uchun ular quyish cho‘yani deb ham ataladi. Kulrang cho‘yanlar metall asosning tuzilishiga ko‘ra quyidagicha turlarga bo‘linadi:

a) Perlitli kulrang cho‘yan (11-rasm, g) perlit bilan plas-tinkasimon grafitlardan tuzilgan.

b) Perlit-ferritli kulrang cho‘yan (11- rasm, d) perlit, ferrit va plastinkasimon grafitlardan tuzilgan.

a) Ferritli kulrang cho‘yan (11- rasm, e) ferrit bilan plastinkasimon grafitdan tuzilgan.

Bolg‘alanuvchan cho‘yanlar oq cho‘yanni maxsus usulda yumshatish yuli bilan olinadi. Ularning plastikligi kulrang cho‘yannikiga nisbatan yuqori bulganligi sababli bolg‘alanuvchan deyiladi. Bolg‘alanuvchan cho‘yanda uglerod erkin bodroqsimon grafit shaklida bo‘ladi. Bolgalanuvchan cho‘yanlar o‘z navbatida perlitli (11-rasm, j) va ferritli (11-raem, z) bo‘ladi.

Juda puxta cho‘yanlar suyuq cho‘yanni qolipga quyish oldidan unga ozgina magniy qo‘shish natijasida olinadi. Bunday protsess natijasida ajralib chiqqan grafit shar shakliga kiradi. SHu sababli juda puxta cho‘yanlarning strukturalari ferrit bilan sharsimon mayda grafit donalaridan (11-rasm, i) iborat bo‘ladi.

**Ish bo‘yicha hisobot.** Hisobotda bajarilgan ishdan maqsad, qo‘llanilgan metallomikroskopning markasi, asosiy parametrlari va kattalashtirish darajalari yoziladi. So‘ngra tekshirilayotgan qotishma namunalarining struktura sxemalari chizilib, temir-sementit holat diagrammasida tekshirilayotgan namunalar sovitilganda sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar ko‘rsatiladi.

#### 4-LABORATORIYA ISHI

### MAVZU: KUKUN METALLURGIYASI USULLARI BILAN OLINADIGAN QOTISHMALARNI O'RGANISH

**I. Ishning maqsadi:** Turli xil metall va polimer materiallarning tashqi ko'rinishi, rangi, strukturasi, yuza holati va mikrotuzilishini o'rganish.

**II. Ishni bajarish uchun zaruriy asbob-uskuna va materiallar.** Laboratoriya tegirmoni, Lupa, metall namuna, plastmassa namuna, yuza tekshirish qurilmasi. Metallar va qotishmalar mikrostrukturalari atlas.

**II. Ishni bajarish tartibi.** Namunalarni nomerlab oling. Har bir namuna yuzasini kuzating. Mexanik usulda kukun olishda laboratoriya tegirmonidan foydalaniladi. Bunda qurilmaning asosiy qismi barabancha qattiq qotishmadan tayyorlangan sharchalar bilan kukunga aylantirilgan shaklda yoki mayda material bo'laklari solinib berkitiladi. Baraban ma'lum tezlikda aylantiriladi, natijada material kukunga aylanadi.



Metall va metallmas materiallar kukunlaridan turli xil detallar tayyorlash usuli kukun metallurgiyasi deyiladi. Bu usulda tayyorlangan detallar geometrik shaklining aniqligi, yuza g'adir budurligining kichikligi, yeyilishga chidamliligi, metallning tejalishi, metallni kesib unga ishlov berishda dastgoh va kesgichlarga zarurat yo'qligi, malakali ishchilar talab etmasligi, ish unumdorligining yuqoriligi, maxsus xossalari detallar tayyorlanishi va boshqa ko'rsatkichlarga ko'ra mashinasozlikda tobora keng qo'llanilmoqda. Masalan, kukun materiallardan avtomobil va traktorlarning moy nasosi materiallari, paxta terish mashinalarining shpindellari, sirpanish podshiniklari, turli xildagi kesuvchi asboblari, avsharlanadigan qattiq qotishmali plastinkalar va boshqalar tayyorlanadi.

## **Kukun materiallardan detallar tayyorlash texnologiyasi**

Ma'lumki, detallarni kukun metallurgiyasi usulida tayyorlashda metall va metallmas materiallar kukunlari asosiy xomashyo hisoblanadi. Ularning strukturasi tayyorlash usuliga boq'liq. Kukunlarni tayyorlashda mexanik, kimyoviy va fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Mexanik usulda kukun olishda shar tegirmonlardan foydalaniladi. Bunda qurilmaning asosiy qismi barabancha cho'yan, po'lat va qattiq qotishmadan tayyorlangan sharchalar bilan kukunga aylantirilgan shaklda yoki mayda material bo'laklari solinib berkitiladi. Baraban ma'lum tezlikda aylantiriladi, natijada material kukunga aylanadi.

Kimyoviy va fizik-kimyoviy usullarda metall oksidlaridan metallni qaytaruvchi gazlar ( $N_2$ , CO) ta'sirida ishlab olingan tuz eritmalari elektrolizlanib, Fe, Cu, Ni, W va boshqa metallar kukunlari olinadi. Metall kukunlari, o'lchamlariga ko'ra, o'ta mayda ( $0,5\ \mu m$ ), juda mayda ( $0,5\text{—}10\ \mu m$ ), mayda ( $10\text{—}40\ \mu m$ ), o'rtacha ( $40\text{—}150\ \mu m$ ), yirik ( $130\text{—}500\ \mu m$ ) xillarga, shakliga qarab — yassi, teng yoqli, tolali turlarga ajratiladi. Temir kukunlari PJ,2K, PJ,4C va boshqa markalarda ishlab chiqariladi.

ilikati eritmasi ( $C_2H_5O_4$ ) bilan kvars kukuni qorishmasiga 2—3 marta botirib olinadi (har gal botirib olinganda blok sirtiga kvars kukuni sepiladi). Bunda modellar sirtida 2—3 mm qalinlikdagi o'tga chidamli silliq qoplam hosil bo'ladi, modellar bloki havoda 2—3 soat davomida quritiladi va opoka ichiga solib, atrofi qalin aralashma bilan zich qilib to'ldiriladi. Opoka mufelli pechda qizdiriladi. Bunda modellar va quyish tizimi suyuqlanadi va tashqariga oqib chiqadi, natijada modellar quyish tizimi bo'shab qoladi, ya'ni hosil bo'ladi. Bu usulda hosil qilingan qoliblar qiyin suyuqlanuvchan va kesib ishlanishi qiyin bo'lgan qotishmalar, quymalar olishda keng qo'llaniladi.

PJ — temir kukun ekanini, raqam kimyoviy tarkibiga ko'ra guruhini, harflar, masalan, „K“ — yirik (крупный), „С“ — o'rtacha (средний), „М“ — mayda (мелкий) ekanini bildiradi.

Kukun materiallardan detallar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha:

- kukun materiallar tayyorlash;
- kukunlardan shixta olish;
- presslash;
- termik ishlash;
- qo'shimcha ishlov berish.

Kukun materiallardan olingan detallar shartli ravishda quyidagicha markalanadi. Masalan: JGr 1-20 Pf, bu yerda J — temir kukunni, 1 % grafit, g'ovakligi 20 % bo'lib, strukturası perlit va ferritdan iborat yoki J GR N7 D2 - 0,8, bu yerda asosi temir, 1 % grafit, 7 % nikel, 2 % Si bo'lib, zichligi 6,8 bo'ladi. Qattiq qotishmalar bir karbidli: BK4, BK6, VKV va hokazo, uch karbidli: TT7K14, ikki parhezli: T15K6, T5K10, TZO K4 kabi markalanadi.

### **Suyuqlanuvchi model yordamida quyma olish**

Bu usulda quyma olish uchun oson suyuqlanuvchi material — parafin, stearin, mum va boshqalardan quymaning modeli tayyorlanadi. Buning uchun po'lat, bronza yoki latundan model etaloni yasaliб, bu etalonni oson suyuqlanuvchan qotishmaga botirish yo'li bilan pressqolip tayyorlanadi. Ana shu pressqolip suyuqlantirilgan parafin, stearin bilan 3—6 atm bosim ostida to'ldirilib, juda aniq model hosil qilinadi. Tayyorlangan bir necha model blok holida yig'iladi va quyish tizimiga tushiriladi. Yig'ilgan modellar bloki suyuq shisha yoki gidrolizlangan etil

## 5-LABORATORIYA ISHI

### MAVZU: PO`LATLARNI MARKALANISHI VA TAJRIBA UCHQUN YO`LI BILAN ULARNI MARKASINI TAQRIBAN ANIQLASH.

#### Po'latlarni toblash

**I. Ishning maqsadi:** Metallarni mikroskopiya analiz qilish metodikasi bilan amalda tanishish, uglerodli po'lat va cho'yanlarning mikrostrukturasini (ichki tuzilishni) o'rganish, evtektoidgacha bo'lgan po'latlardagi uglerod miqdorini uning mikrostrukturasiga qarab aniqlash.

#### II. Ishni bajarish uchun zaruriy asbob-uskuna va materiallar.

1. Metallografik mikroskop.
2. Turli xil tarkibli pulat va cho'yan namunalari.
3. Metallar va qotishmalar mikrostrukturalari atlas.

**III. Ishni bajarish tartibi.** 1. Mikroskopning diafragma va svetofiltrlaridan foydalanib yoritilishni moslangach, zarur bo'lgan kattalashtirish tanlanadi.

2. Tekshiriladigan namunalar birin-ketin mikroskopning predmet stoliga joylashtiriladi va mikroskopda kuzatiladi.

3. Mikrostrukturalar atlasidan foydalanib, tekshirilayotgan po'lat va cho'yanlarning struktura elementlari fotosuratlardan diqqat-e'tibor bilan qaraladi. So'ngra po'lat va cho'yan namunalarining muvozanat holat mikrostrukturalari 200 dan 500 martagacha kattalashtirilib qaraladi va o'rganiladi.

4. Mikroskopda qaralgan har bir mikrostrukturalarni diametri 50 mm li QOG'OZGA yoki 60X60 mm li kvadrat shaklidagi qog'ozga rasmi chiziladi.

5. Har bir chizilgan mikrostruktura tagida uning qanchaga kattalashtirilganligi, qotishmaning nomi, ximiyaviy tarkibi va strukturasi ko'rsatiladi.



Toblash mashinisoqlikda materiallarning mustaxkamligini oshirishning asosiy usullaridan bulib, mashina vositalariga va asboblarga beriladigan termik ishlovdir. Toblash jarayonidan keyin ichki termik kuchlanishlar vujudga keladi. Toblashning boshka termik ishlashlardan farki uni katta tezlik bilan sovitishdadir.

Toblash temperaturasi Fe-Fe<sub>3</sub>C xolat diagrammasiga muofik belgilanadi.

Toblash uchun temperaturani bir xillashtirishga vakt kup ketsa, yuza kismida austenit donachalari usib ketishi mumkin. Amalda kizdirish vakti va kerakli temperaturani ushlab turish vakti materialning shakli, uning pechda taxlanish usuli, pechning turi va shunga uxshash sharoitlarga boglik buladi. Toblash muxitini tanlash xam katta axamiyatga ega. Mashinasozlik amaliyotida uz-uzidan bushatish imkonini beradigan toblash usullari xam bor. Masalan, kizdirilgan maxsulotning bir kismigina



sovitiladi, maxsulot toblash muxitidan olinganda sovitilmagan issik kismi xisobiga sovitilgan kismi bushatish temperaturasiigacha kayta isiydi, natijada uz-uzidan bushatish jaraeni sodir buladi. Bunday toblash usuli bilan turli kislmlari turlicha kattikliklarga ega bulgan po'latlar olinadi. Mashina vositalarining bir kismini suv sepib sovitish yuli bilan xam notekis toblanishga erishish mumkin.

Po'latlarni toblash bilan boglik bulgan toblanuvchanlik va toblash chukurligi kabi muxim tushunchalari xam bor. Toblash vaktida po'latlarning anna shu xususiyatlarini, albatta, xisobga olish kerak. Toblash natijasida erishiladigan eng katta katiklik po'latning toblanuvchanligi deyiladi, u asosan uglerod mikdoriga boglik. Xar xil sovitish muxitida toblangan po'latning eng katta kattikligi yuzaning kattikligidir.

Yuzadan boshlab, 50% martensit va 50% trostitdan iborat katlamgacha bulgan oralik toblash chukurligi deyiladi. Sovish tezligi xar xil katlamlarda xar xil buladi. masalan 35-ramda kursatilganidek, ma'lum katlamdagina martensit strukturasi xosil buladi. ichkarirok katlamlarda esa beynit, trostit va sorbit strukturalar xosil bulib, urta kismi umuman toblanmasligi xam mumkin. Toblash chukurligini aniklash uchun maxsus 5657-69 GOST mavjud bulib, bu GOST ga asosan uzaksimon namunaning diametri 25mm, uzunligi esa 100mmga teng. Namuna kizdirilgandan sung ma'lum uskunaga kuyib, toblanadi. Sungra toblangan tomonidan boshlab tanlangan takrorlanadigan ma'lum oralikda kattiklikning uzgarish dagrammasi chiziladi (36-rasm). Odatda, sprovochniklarda xar xil materiallarning yarim martensitli katlam kattikligini (1-gorizontal) tajribadaolingan diagramma kursatkichlari bilan soishtirib, tekshirilaetgan namunaning toblash chukurligini aniklash mumkin ( $L_1$  va  $L_2$ ).

Toblash chukurligi austenitning barkarorligiga boglik. SHuning uchun legirlangan po'latlarining toblash chukurligi ancha katta buladi.

### **Po'latlar yuzasini toblash**

Kupchilik xollarda mshina vositalarining ishchi yuzalari katta kattiklikka ega buladi. O'rta kismning esa kovushkok bulishi talab etiladi. Bunga yuzani toblash orkali erishish mumkin. Yuza shunday tez kizdiriladiki, maxsulotning ustki katlami toblash temperaturasi ancha past buladi. tez sovitish natijasida yuzada katta kattiklikka erishiladi, lekin urta kismi kovushokligicha koladi. YUza Yuqori mustaxkamlik va kattiklikka ega bulgani uchun ishkalanishdagi eyilishga uning chidamliligi oshadi, urta kism kovushok bulganligi uchun dinamik ta'sirga chidami buladi.

Ishlab chikarishda yuza Yuqori tebranishli tok ta'sirida toblanadi. Bu usul utkazgichdan induksion tok utganda katta issiklik energiyasining ajralib chikishiga asoslangan. Bunda uzgaruvchan elektr maydoni xosil kilinadi, shu elektr maydonni utkazgich kesib utsa, unda induksion tok oka boshlaydi. Utkazgichning kizishi tokning tebranish darajasiga boglik bulib, u kancha katta bulsa, kizigan katlam kalinligi shuncha ichik buladi. shuning uchun toblash kerak bulgan katlam kalinligiga karab, tokning tebranish darajasini generatorlar orkali boshkarish mumkin.

### **Po‘latlarni bushatish va ularga sovuklayin ishlov berish**

Bushatish toblashdan keyin bajarilishi shart bulgan jarayondir. Bushatish uchun kizdirish evtektoidgacha bulgan po‘latlar uchun  $A_{s1}$  chizigidan pastga olib boriladi va toblangan namunaning xossalari bushatish temperaturasi ga boglik buladi. Bushatish kichik, urta va Yuqori temperaturali buladi.

Kichik temperaturali bushatish uchun toyulangan po‘lat 180-250°S gacha kizdirilib, shu temperaturada biroz ushlab turiladi, sungra sovitiladi. Xosil bulgan struktura bushatilgan martensit buladi, shuning uchun toblashda erishilgan kattiklik deyarli uzgarmaydi, lekin mustaxkamlik va kovushkoklik sezilarli darajada ortadi. Aksariyat xollarda kam legirlangan xamda uglerodli po‘latlar shunday bushatiladi. Yuzani toblash yoki kimyoviy-termik ishlashda xam ana shunday bushatish kullaniladi.

Urta temperaturali bushatish uchun toblangan po‘lat 350-500°S gacha kizdiriladi, ochik xavoda sovitiladi. Urta temperaturali bushatish aksariyat xolda prujinalar, resoralar, shtamlarga beriladi.

Yuqori temperaturali bushatish 550-680°S da olib boriladi, bu temperaturada 1-3 soat ushlab turiladi, sungra xavoda sovitiladi. Bunday bushatish urta uglerodli (legirlangan) po‘latlarga kullaniladi. Tula toblash va Yuqori temperaturada bushatish yaxshilash deb ataladi. Buning natijasi sorbit buladi.

Toblangan po‘latlarga sovuk temperaturada ishlov berish mashinasozlik amaliyotida tez-tez uchrab turadi. Yuqori uglerodli ( $S \leq 0,6\%$ ) va legirlangan po‘latlar 0°S dan pastda martensitga parchalanish davom etadi. Agar sovitish temperaturali orasida uzilish bulsa, austenit stabillashishi mumkin va uning martensitga parchalanishi kiyinlashadi. Mashina vositalari ulchamining keyinchalik uzgarishini oldini olish maksadida, sovuklayin ishlov berilgandan sung, kayta 100-150°Sda kizdirib, shu temperaturada 1,0-1,5 soat ushlab turish lozim buladi. Ba`zan tezkesar po‘latlarga sovuklayin ishlov berilgandan keyin bir marta Yuqori temperaturali bushatish xam beriladi.

### **Mashinasozlik cho‘yanlariga termik ishlov berish**

Cho‘yanlarni kuyish usuli bilan katta xajmdagi murakkab mashina vositalarini olishda ichki kuchlanishlarni kamaytirish, cho‘yanlarni kesib ishlashni engillashtirish maksadida ularning kattikligini kamaytirish xamda mexanik xossalarni yaxshilash, ishkalanishdagi emirilishga karshilikni oshirish maksadida termik ishlov berish usulidan foydalaniladi.

Cho‘yanni termik ishlash po‘latlarni termik ishlashdan fark kilmaydi. Fakat cho‘yanlarda kushimda ravishda grafit parchalanishi davom etishi mumkin, bu esa xossalarga uzgartirish kiritadi. Kupincha cho‘yanlardagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish maksadida 500-600°s gacha kizdirib, shu temperaturada 6-8 soat ushlab turiladi, sungra boshka termik kuchlanishlar xosil bulmasligi uchun sekin sovitiladi.

Yuqori temperaturali yumshatish xam beriladi. Bundan maksad cho‘yanni kattikligini kamaytirish va kesib ishlashni osonlashtirishdan iborat. Buning uchun cho‘yan 850-950°S gacha kizdiriladi vash u temperaturada bir necha soat ushlab turiladi.

Mexanik xossalarni yaxshilash uchun xamda ishkalanib emirilishga chidamlilikni oshirish uchun me'yorlash utkaziladi. Bunda xam material 850-950°S gacha kizdirilib, shu temperaturada 1-2 soat ushlab turiladi, sungra xavoda sovitiladi.

Toblash natijasida xam cho'yanning mustaxkamligini biroz oshirish mumkin. Toblash uchun 840-900°S gacha kizdirilib, moyda sovitiladi.

Toblangan cho'yanga past temperaturali (200-250°S) bushatish berilsa, ishkalanib emirilishga bordoshlilik xamda kattikligi saklanib koladi. Bushatish yukorirok temperaturada (300-500°S) olib borilsa, kattiklik biroz kamayadi, plastiklik esa ortadi, struktura troostit yoki sorbitdan iborat buladi.

Temperatura ta'sirida po'lat yuzasini xar xil kimyoviy elementlar bilan diffuzion boyitish kimyoviy termik ishlash deyiladi. Bu jarayonda yuzadagi mikdor uzgarishlari sifat uzgarishiga olib keladi. Yuza katlamining kimyoviy tarkibi uzgarishi kattiklikning oshishi, ishkalanib yoki korrozion emirilishga, charchashga chidamlilikni oshirish kabi xususiyatlarni vjudga keltirshga olib keladi. YUzaga lazer nuri, ion va elektron dastasini ta'sir ettirish yuli bilan KTI ning samarasini oshiriladi.

KTI da tarkib ma'lum darajada uzgarishi mumkin, ya'ni mexanik xossa fakat strukturani uzgartirishga boglik bulib kolmaydi. KTI diffuzion xususiyatga ega bulib jarayondir. Temperatura, yuza atrofida diffuziyalanadigan elementlarning zichligi xamda ularning ta'sir etish vakti shu jarayonni belgilaydi. Xozirgi amaliyotda eng kup kulanilayotgan KTI turlari po'lat yuzasini uglerod yoki azot bilan boyitishdir. YUza kremniy, bor, nikel', alyuminiy, xrom kabi elementlar bilan xam boyitiladi.

#### **Po'lat yuzasini uglerod bilan boyitish.**

Ma'lumki, po'latning toblanish kobiliyati asosan uglerod mikdoriga boglik. Kam uglerodli po'latlar lpastik deformasiyalanish, kesib ishlanish, payvandlanish kabi bir kator yaxshi xususiyatlarga ega. Po'lat tarkibida uglerod kancha kam bulsa, kattiklik xam shuncha kam buladi. SHuning uchun bunday po'latlarni yaxshi toblanishi uchun uning yuza kismini uglerodga tuyintiriladi. Bunday jarayon sementasiya, uning muxiti esa karbyurizator deb ataladi. Kattik, suyuk, gaz muxitlaridagi sementasiya xozirgi amaliyotda keng kulaniladi.

Odatda, tarkibida 0,08 – 0,3% uglerod bulgan gulerodli yoki legirlangan po'latlar semintasiyalanadi. Semintasiyalangan yuzadagi uglerod mikdori 0,8 – 1,0% atrofida buladi, yuzadan ichkari katlamga karab uglerod mikdori kamayib boradi. Mashina vositalariga kator mexanik ishlov berilgandan keyingina ular semintasiyalanadi, sungra toblanadi va past temperaturada bushatish utkazilib, keyin yana mexanik ishlov beriladi.

Agar mashina vositalarining yuzasida semintasiyalash kerak bulmagan joylari bulsa, usha joylar olovbardosh loy yoki asbest bilan bilan urab kuyiladi.

Po'latlarni uglerodga boyitish ta'mirlash texnikasida xam kup kulaniladi. Bunda pista kumir yoki toshkumirning sundirilgan maxsus novlari xamda aktivlashtiruvchi birikmalar kushiladi va koks bilan birgalikda shixta materialini tashkil kiladi.

Shixtadagi BaCO<sub>3</sub> uglerodni atom xolida ajralib chikishini faollashtiradi. CaCO<sub>3</sub> shixta materialini bir-biriga yopishib kolishdan saklaydi. Po'latni kattik muxitda

uglerodga boyitish odatda 920-950°S da olib boriladi. Po‘latni shu temperaturada ushlab turish vakti esa katlam qalinligiga bog‘lik buladi.

Ikkinchi toblashda po‘lat 760-780°S gacha kizdiriladi. Bunda sementasiyalangan va uning kattikligi ortadi. Lekin bu texnologik jarayonning bajarilish vakti ortadi, natijada maxsulotning tannarxi oshadi.

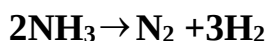
### **Po‘lat yuzani azot bilan boyitish**

**Po‘lat yuzasini azot bilan diffuzion tuyintirishga a z o t l a sh deb ataladi.** Azot po‘lat tarkibidagi metallar bilan birikib, nitridlarni xosil kiladi. Metall nitritlari bila modifikasiyalangan po‘lat yuzasi bir kator maxsus xususiyatlarga ega buladi, ya‘ni nisbatan Yuqori temperaturada yuza kattikligi barkaror buladi, chidamliligi, ishkalanishdagi eyilishga xamda korroziyaga karshiligi ortadi. Azot bilan boyitilgan yuza kattikligi sementasiyalanib, sungra toblangan yuza kattikligidan ancha Yuqori bulib, Yuqori ishchi temperaturada (600-650°S) xam shu kattiklik saklanib koladi.

Azotlash jarayonida yuzada xosil bulayotgan fazalarni taxlil kilish uchun Fe-N diagrammadan foydalanish kerak (38-rasm). YUzani azot bilan tuyintirishda kuyidagi fazalar xosil buladi: azotning  $\alpha$ -temirdagi kattik eritmasi; temirning  $\gamma$ -modifikasiyasi asosida kattik eritma; temir nitritlari ( $\text{FeN}$ ,  $\text{Fe}_3\text{N}$ ) asosidagi kattik eritmalar; 450°S temperaturada azot mikdori 11,35% bulganda  $\text{Fe}_2\text{N}$  xam xosil bulishi mumkin.

591°S da  $\gamma$ -faza evtektoid reaksiyasiga binoan ikkita kattik faza parchalanadi:  $\gamma \rightarrow \alpha + \gamma^I$ , natijada azotli perlit xosil buladi.

boyitilgan yuza atrofida aktiv azot atomlarini xosil kilish uchun amiyak Yuqori temperaturada parchalanadi:



Azotlash jarayonining tezligi aktiv azot atomlarining xosil bulish tezligiga boglik. Azotlash temperaturasi evtektoiddan pastda va yukorida bulishi mumkin. Evtektoiddan past tem peraturada  $\varepsilon \rightarrow \gamma + \alpha$  uzgarish sodir buladi, evtektoiddan Yuqori temperaturada  $\alpha \rightarrow \gamma + \gamma^I + \varepsilon$  Katlam xosil buladi. tez sovish natijasida  $\gamma$  – faza parchalanib,  $\alpha + \gamma^I$  strukturani xosil kiladi.

Xar kanday uglerodli po‘latlar va xatto cho‘yanlarning yuzalarini azot bilan tuyintirish mumkin. Po‘latlarga azotlashdan oldin termik va mexanik ishlovlar berilgan bulishi kerak. Azotlash shart bulmagan kismalar kalay yoki suyuk oyna bilan koplanadi. Azotlash jarayoni odatda 520 – 530 °S da olib boriladi. Azotlangandan keyin po‘latlar amiyak muxitida pech` bilan birgalikda sovitiladi.

### **Po‘lat yuzasini azot va uglerodga boyitish.**

Po‘lat yuzasini bir vaktida azot va uglerotga boyitish natijasida uning kattikligi va emirilishga chidamliligi ortadi.

YUzani uglerot va azot bilan boyitishning ikki usuli mavjud. Birinchi usul nitrosegmentasiyalash, ikkinchisi esa sianlashdir. Nitrosegmentasiyalashda yuza uglerod bilan birgalikda azotga xam boyitiladi.

Eng muximi Nitrosegmentasiya temperaturasi semintasiyalash temperaturasidan 100°S cha kam bulib uglerodning deffuziyanish tezligi azot muxitida katta buladi.

Nitrosemintasiyaning muxim xususiyati shundaki, jarayon davomida mashina vositalari nisbatan kamroq deformasiyalanadi.

Sianlash suyuk muxitda utkaziladi. Suyuk muxit – sian tuzlaridan iborat bulib, jarayon  $820 - 860^{\circ}\text{S}$  da olib boriladi. Bunda diffuzion Katlam kalnligi  $0,15 - 0,35\text{mm}$  ni tashkil etadi. Yuqori temperaturali( $930 - 950^{\circ}\text{S}$ ) sianlashda diffuzion katlamni  $2\text{mm}$  ga etkazish mumkin. Po‘latlar sianlash muxiti temperaturasidan tugridan tugri toblanib, ularga past temperaturali bushatish ( $180 - 200^{\circ}\text{S}$ ) beriladi. Yirik mashina vositalarining Katlam kalnligini oshirish maksadida Yuqori temperaturali ( $920 - 930^{\circ}\text{S}$ ) sianlash utkaziladi.

### **Termik ishlov berish jixozlari**

Maxsulotning sifati termik ishlash uchun jixoz va uskunalarining tugri tanlanishiga boglik buladi. Termik ishlash sexlarining jixozlari asosan xar xil pechlardan iborat, kuplab ishlab chikarishlarda bu pechlar maxsus ishlab chikarish agregatlari tarkibiga kiradi. Jarayonlar esa mexanizasiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan buladi.

Xozirgi vaqtda sof termik ishlov berish uchun qizdirishda kamerali pechlar ishlatiladi. Kamerali pechlar oddiy xavo yoki maxsus gaz aralashmalari muxitida xam ishlay oladi. Termik ishlash uchun kulllaniladigan maxsus agregatlar tarkibiga kirgan pechlar gilof bilan koplangan bulib, ichki tomonga olovbardosh gisht terib chikilgan buladi. Pechning ichki kismi elektr isituvchilar yoki gaz puflagichlar yordamida yondirib beruvchi uskuna-forkamerala bilan jixozlangan buladi. Agregatlar isitish va sovitishni boshkarish xamda zagotovkalarni xolatini uzgartirib turish, ularni pechga joylash va pechdan chikarish uchun muljallangan maxsus uskunalar bilan jixozlangan buladi. Agregatlar tarkibiga gazlarni taksimlaydigan, uning tarkibini tekshiradigan va kerakli gazlar bilan tuldiradigan maxsus uskunalar xam bor. Termik ishlov berish uskunalaridan biri shaxtali pech` bulib, uning devorlari olovbardosh materiallar bilan koplangan, devorining tashkari tomoni issiklikni saklab turadigan material va metall gilof bilan koplangan buladi. odatda bunday pechlar katta ulchamga ega bulgan zagatovkalar uchun ko`llaniladi (vallar, tishli gildiraklar va xokozo). Anna shunday pechlarning tuzilish sxemasi keltirilgan.

Xozirgi mashinasozlik korxonalarida toblash-bushatish jaraenlarini tuxtovsiz utkazadigan maxsus agregatlar urnatilgan. Bunday agregatlar tarkibiga toblash pechi, sovitish muxiti saklanadigan idish, yuvadigan maxsus uskuna xamda bushatish uchun muljallangan pech` va sovitish kiradi. Agregat tarkibidagi pechlar aylanma shaklida xamma tomondan gaz bilan kizdiriladi. Uning tarkibiga zagatovkalarni pechga yuklab turadigan uskuna xam kiradi.

## 6-LABORATORIYA ISHI

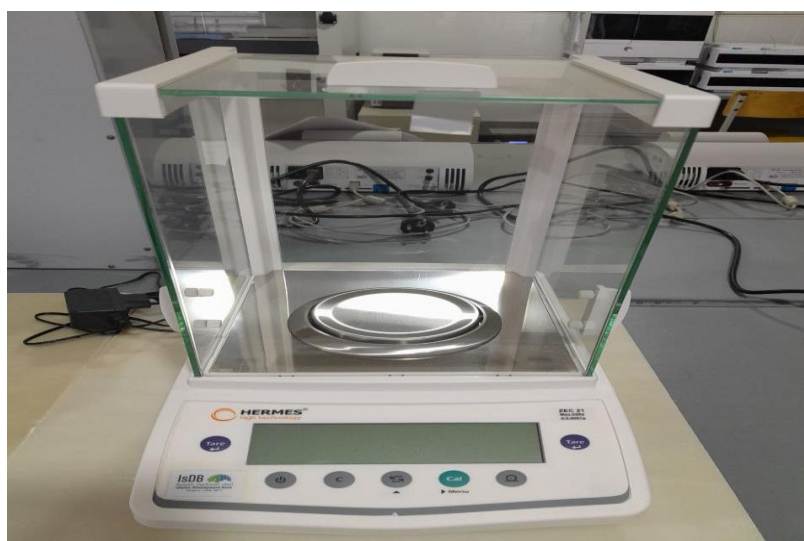
### MAVZU: KONSTRUKSION ASBOBSOZLIK PO`LATLARINI TERMIK ISHLASH

**I. Ishning maqsadi:** Po‘latni faza o‘zgarishlaridan yuqori haroratgacha qizdirib, so‘ngra sekin sovitish (odatda, pech bilan birga) yumshatish orqali ichki tuzilishni o‘rganish.

#### **II. Ishni bajarish uchun zaruriy asbob-uskuna va materiallar.**

1. Yuqori haroratga qizdirish uchun mo'ljallangan pechi.
2. Turli xil tarkibli pulat va cho‘yan namunalari.
3. Analitik tarozi na'muna yuqori haroratgacha qizdirilganda miqdorini aniqlash uchun.

**III. Ishni bajarish tartibi.** metallarga termik ishlov berish, po‘latlarga termik ishlov berish nazariyasi asoslari, po‘latlarni me'yorlash, toblash, yumshatish va bo'shatish; po‘latlarga kimyoviy-termik, termomexanik va mexano-termik ishlov berish; termik ishlov berish jihozlari.





### 3.1. Po‘latni yumshatish turlari

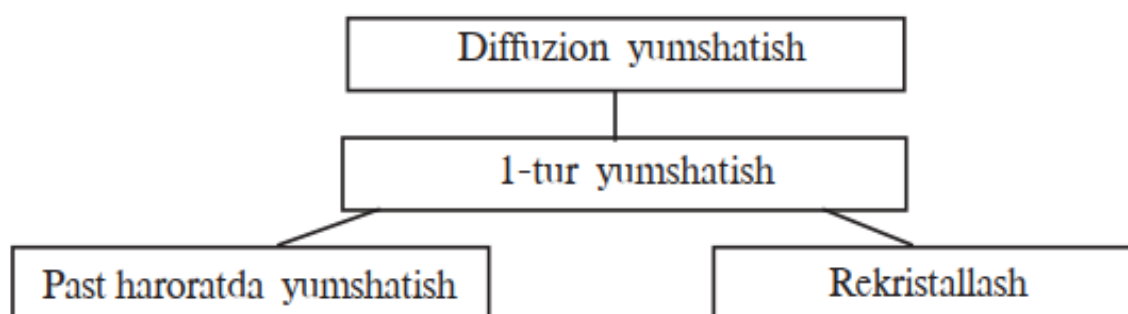
Po‘latni faza o‘zgarishlaridan yuqori haroratgacha qizdirib, so‘ngra sekin sovitish (odatda, pech bilan birga) **yumshatish** deyiladi. 11-rasmda yumshatish turlari keltirilgan.

Sekin sovitilganda po‘latlar faza va tuzilishi jihatdan muvozanatga yaqin keladi. Yumshatishdan keyin yuzaga kelgan tuzilmalar temir-sementit diagrammasida ko‘rsatilgan. Yumshatilgandan keyin po‘latning qattiqligi va puxtaligi pasayadi.

Yumshatishdan ko‘zlangan asosiy maqsad: po‘latni qayta kristallash (donlarini maydalash), ichki zo‘riqishlarini yo‘qotish, qattiqligini pasaytirish va ishlanuvchanligini yaxshilash.

Ko‘p hollarda yumshatish termik ishlov berish bilan birga olib boriladi. Quymalar, pokovkalar, prokatlarni yumshatish (masalan, yirik quymalarni yumshatish) oxirgi termik ishlov berish jarayoni sanaladi.

1- tur va 2- tur yumshatish farqlanadi. 1- tur yumshatishda oldingi ishlov berishda paydo bo‘lgan muvozanat holatidan chetlanish qisman yoki batamom yo‘qoladi. Bu yumshatish faza o‘zgarishlari bilan bog‘liq emas.



**11-rasm.** Yumshatish turlari.

**Diffuzion yumshatish.** Legirlangan po‘lat quymalar dendrit likvatsiyani kamaytirish uchun yumshatishning shu turiga duchor qilinadi. Metall 1100—1200 °C haroratgacha qizdiriladi. Chunki bunda po‘lat alohida hajmlarining kimyoviy tarkibini bir xillashtirish uchun zarur bo‘lgan diffuziya jarayonlari ancha to‘liq kechadi.

Qizdirish 100—150 grad/soat tezlik bilan amalga oshiriladi, qizdirish haroratini tutib turish vaqti po‘latning tarkibiga va quymaning massasiga bog‘liq bo‘ladi. Diffuzion yumshatishdan keyin po‘lat sekin sovitiladi.

Bir jinsli qilishda haddan tashqari uzoq tutib turish maqsadga muvofiq emas, aks holda jarayonning unumdorligi kamayadi va elektr energiyasi (yonilg‘i) ortiqcha sarflanadi. Yumshatish haroratini oshirish tutib turish vaqtini oshirishga qaraganda ko‘proq samara beradi. Diffuzion yumshatishda shu haroratda tutib turish vaqti bir necha soatdan bir necha o‘n soatgacha davom etishi mumkin (isitish vaqtini hisoblama-ganda). Jarayonning davom etish vaqtini haroratni oshirish yo‘li bilan qisqartirish mumkin.

Tarkibi bir jinsli bo‘lgandan keyin po‘lat yirik donli bo‘ladi, u keyinchalik bosim bilan ishlov berish yo‘li bilan yoki odatdagi to‘liq yumshatish bilan maydalanadi.

**Past haroratda yumshatish.** Agar qaynoq holda mexanik ishlov berilgandan keyin po‘latning tuzilishi yaxshi bo‘lsa va qayta kristallashga hojat qolmasa, faqat ichki zo‘riqishni yo‘qo-tish talab qilinsa, u holda po‘lat  $A_{s1}$  dan past haroratda qizdi-riladi. Qizdirish 100—150 grad/soat tezlik bilan amalga oshiriladi. Shu haroratda ma’lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi.

Yumshatish haroratida tutib turish vaqti bir tonna quymaga 0,5—1,0 soatni tashkil etadi. Uglerodli va legirlangan po‘latlarni kesish, quyish va boshqa yo‘llar bilan uzatishdan oldin ular past haroratda yumshatiladi. Past haroratda yumshatishda qizdirish tezligi va ayniqsa, sovitish tezligi kichikroq bo‘lishi kerak, shunda yangi ichki termik zo‘riqishlar yuzaga kelmaydi.

Rekristallash yo‘li bilan yumshatish deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berishdan iborat bo‘lib, bunda rekristallanish asosiy jarayon hisoblanadi. Termik ishlov berishning bu turi ko‘pincha sovuqlayin deformatsiyalashdan keyin qo‘llaniladi.

**Parchinlash** — plastik deformatsiyalash tufayli metall materiali tuzilishi va xossalari o'zgarishi.

Plastik deformatsiyalanish natijasida kristall panjara buziladi, metall donlari deformatsiyalanadi va muayyan yo'nalish oladi, deformatsiyalanishga qadar don teng o'qli shaklda bo'ladi, deformatsiyalangandan keyin sirpanish tekisliklari bo'yicha siljishi natijasida donlar ta'sir etayotgan kuchlar yo'nalishida cho'ziladi va tolali tuzilish hosil qiladi.

Deformatsiya qancha kuchli bo'lsa, donlar shuncha ko'p cho'ziladi va nihoyat 80—90 % deformatsiyalanganda donlarning chegaralari yaxshi ko'rinmaydi. Bunga sabab shuki, deformatsiyalanish natijasida ichki zo'riqishlar paydo bo'ladi, kristall panjara buziladi, don o'rta qismining ishlanuvchanligi chekka qismlarining ishlanuvchanligiga yaqinlashadi.

Muayyan metallda plastik deformatsiyalanishdagi siljish kristall bo'yicha ko'chishlar natijasida sodir bo'ladi. Lekin plastik deformatsiyalanish metallda yangi ko'chishlarning paydo bo'lishi va to'planishiga olib keladi. Deformatsiyalanmagan metallda ko'chishlar zichligi  $1 \text{ sm}^2$  da  $10^6$ — $10^8$  ni tashkil etadi, deformatsiyalangandan keyin xuddi shu metallda u  $1 \text{ sm}^2$  da  $10^{10}$ — $10^{12}$  ga yetadi. Deformatsiyalangan metallda ko'chishlarning to'planishi ularning kristall holida harakatlanishini qiyinlashtiradi va sekinlashtiradi, bu esa, o'z navbatida, metallning deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatishiga, ya'ni uning puxtalanishiga sabab bo'ladi.

Deformatsiyalanmagan metallga nisbatan deformatsiyalangan metallning energiya zaxirasi ko'p va muvozanatlanmagan, termodinamik beqaror holatda bo'ladi. Bunday metallda, hatto xona haroratida ham uni yanada beqaror holatga olib keladigan jarayonlar o'z-o'zidan sodir bo'lishi mumkin. Lekin, agar deformatsiyalangan metall qizdirilsa, bu jarayonlar tezligi ortadi. Ozroq qizdirish (temir uchun 300—400 °C) kristall panjaradagi buzilishlarni yo'qotadi, lekin mikrotuzilish o'zgarishsiz qoladi, donlar avvalgidek cho'zilgan bo'ladi. Bunda puxtalik qisman pasayadi, plastiklik esa ortadi. Bunday ishlov berish **qaytarish** yoki **bo'shatish** deyiladi.

Harorat yanada ko'tarilganda atomlarning harakatchanligi ortadi va cho'zilgan donlar orasida yangi zarralar ko'plab hosil bo'ladi va o'sadi, ular teng o'qli zo'riqishlardan xoli bo'ladi. Yangi donlar zarralarining kristall panjaralari ko'proq buziladi,



erkin energiyaning darajasi esa yuqori, termodinamik jihatdan eng beqaror qismlarda paydo bo'ladi. Yangi donlar eski, cho'zilgan donlar to'liq yo'qolgunga qadar o'sadi. Bu hodisa (*birlamchi*) **rekristallanish** deyiladi.

Rekristallanish singish (diffuzion) jarayoni bo'lib, notekis kechadi, ayrim donlar oldinroq, boshqalari keyinroq paydo bo'ladi va o'sadi. Rekristallanishdan keyin metall yangi teng o'qli donlardan iborat bo'lib qoladi. Yanada yuqori haroratda qizdirish yig'ma rekristallanishning avj olishiga, ya'ni ayrim rekristallangan donlarning boshqa maydaroq donlar hisobiga o'sishiga olib keladi. Qizdirish harorati qancha yuqori bo'lsa, yig'ma rekristallanish shuncha shiddatli ketadi, chunki harorat ko'tarilishi bilan singish jarayonlari tezroq boradi va yirik donli metall hosil bo'lishi uchun sharoit yaratiladi.

Yig'ma rekristallanish ham notekis ketadi va amalda ishlov berishdagi rekristallanish tugashidan ancha oldin boshlanadi. Rekristallangan donning o'lchami metallning xossalriga kuchli ta'sir etadi. Mayda donli po'latlarda puxtalik bilan plastiklik eng yaxshi bo'lishi kuzatiladi. Rekristallangan donning katta-kichikligiga rekristallizatsion yumshatish harorati, jarayonning muddati, oldindan deformatsiyalash darajasi va metallning kimyoviy tarkibi ta'sir ko'rsatadi.

Yumshatish harorati qancha yuqori va jarayon uzoqroq davom etadigan bo'lsa, rekristallangan donning o'lchami shuncha katta bo'ladi.

Deformatsiyaning kritik darajasida (3—15 %) yumshatishdan keyin donning o'lchami keskin kattalashadi va boshlang'ich donning o'lchamidan bir necha marta katta bo'lishi mumkin. Shu sababli deformatsiya darajalari kichik bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Kritik deformatsiya qiymati metallga bog'liq bo'ladi. Umuman, deformatsiyalanish darajasi qancha katta bo'lsa, rekristallangan donning o'lchamlari shuncha kichik bo'ladi. Bunga sabab shuki, deformatsiya darajasi ortishi bilan keyingi rekristallanishda zarralar hosil bo'lish tezligi ularning o'sish tezligidan katta bo'ladi.

### 3.2. Po'latni to'la yumshatish

To'la yumshatishda evtektoiddan oldingi po'lat  $A_{s3}$  dan 30—50 °C yuqori haroratda qizdiriladi, shu haroratda to'la qiziguncha tutib turiladi va sekin sovutiladi. Bu holda ferrit perlitli

tuzilishi qizdirilganda austenitli tuzilishga aylanadi, so'ngra sekin sovutilganda qaytadan ferrit va perlitga aylanadi. To'la qayta kristallanish sodir bo'ladi.

Amalda qizdirish tezligi odatda 100 grad/soatga yaqin bo'ladi, shu haroratda tutib turish vaqti esa 1 t qizdiriladigan metallga 0,5 dan 1 soatgacha bo'ladi.  $A_{s3}$  nuqta tepasida qizdirish haroratini haddan tashqari oshirib yuborish austenit donlarning o'sishiga olib keladi, bu esa po'latning xossalarini yomonlashtiradi. Sekin sovitish austenitning parchalanishini ta'minlashi kerak. Legirlangan po'latlar uglerodli po'latlarga (150—200 grad/soat) qaraganda ancha sekin (10—100 grad/soat) sovutiladi.

To'la yumshatishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad: metallga oldindan ishlov berishda (quyish, qizdirib deformatsiyalash, payvandlash va termik ishlov berish) paydo bo'lgan nuqsonlarni yo'qotish, metallarga kesib ishlov berishdan oldin po'latni yumshatish va ichki zo'riqlashlarni yo'qotishdan iborat.

### 3.3. Po'latni chala yumshatish

Chala yumshatish evtektoidda  $A_{s1}$  dan yuqori haroratda qizdirish va sekin sovitishdan iborat. Bunda perlitni tashkil etuvchi donlar qisman qayta kristallanadi.

Agar dastlabki qizdirib ishlov berishda yirik donlar yuzaga kelmagan bo'lsa, evtektoiddan oldingi po'latlar ichki zo'riqlashlarni yo'qotish va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash maqsadida chala yumshatiladi. Evtektoiddan keyingi po'latlarni chala yumshatish **sferoidlash uchun yumshatish** deyiladi. Sferoidlash uchun yumshatish natijasida donador perlit tuzilishi hosil qilinadi. Sferoidlash paytida sekin sovitish kerak, shunda austenit ferrit-karbid aralashmasiga parchalanadi va hosil bo'lgan karbidlar bir-biriga yopishib yiriklashadi (koagulyatsiya).

#### Izotermik yumshatish

Amalda vaqtni tejash maqsadida ko'pincha izotermik yumshatishdan foydalaniladi. Bu holda po'lat qizdiriladi, so'ngra evtektoidda  $A_{s1}$  dan 50—100 °C past haroratga qadar tez sovutiladi (ko'pincha boshqa pechga o'tkaziladi). Po'lat shu



haroratda austenit to'la parchalangunga qadar tutib turiladi, shundan keyin havoda sovitiladi.

Hozirgi vaqtda legirlangan po'latlarni izotermik yumshatish ko'p qo'llaniladi, chunki bunda jarayon davomiyligi qisqaradi.

Sof holda yumshatish himoya atmosferasini tatbiq etgan holda yoki qisman vakuum pechlarda to'la yoki chala yumshatish tartibida amalga oshiriladi. Sof holda yumshatish jarayonini ishlatilgan karburizator, cho'yan qirindisi va shu kabilar solingan qutilarda o'tkazish mumkin.

Sof holda yumshatish sovuqlayin yoyiladigan tasma, sim va hokazolar olish uchun, shuningdek, metall sirtini oksidlanish va uglerodsizlanishdan saqlash maqsadida galvanik usulda qoplanadigan detallar olish uchun qo'llaniladi.

### 3.4. Me'yorlash

Evtektoiddan oldingi po'latni  $A_{s3}$  dan yuqori haroratgacha, evtektoiddan keyingi po'latni esa  $A_{st}$  dan 50—60 °C ga yuqori haroratgacha qizdirib, so'ngra havoda sovitish **me'yorlash** deb ataladi. Me'yorlashda po'lat qayta kristallanib, quyish yoki bolg'alashda hosil bo'lgan yirik donli tuzilish yo'qoladi.

Havoda sovitish natijasida austenit past haroratlarda ferrit-sementit aralashmasiga parchalanadi, demak, aralashmaning mayda zarralarga bo'linishi (dispersligi) ortadi.

Me'yorlashdan maqsad po'latning tarkibiga ko'ra turlicha bo'ladi. Kam uglerodli po'latlar yumshatish o'rnida me'yorlanadi. Natijada ularning qattiqligi qisman ortadi, lekin kesishda sirtining sifati yaxshilanadi.

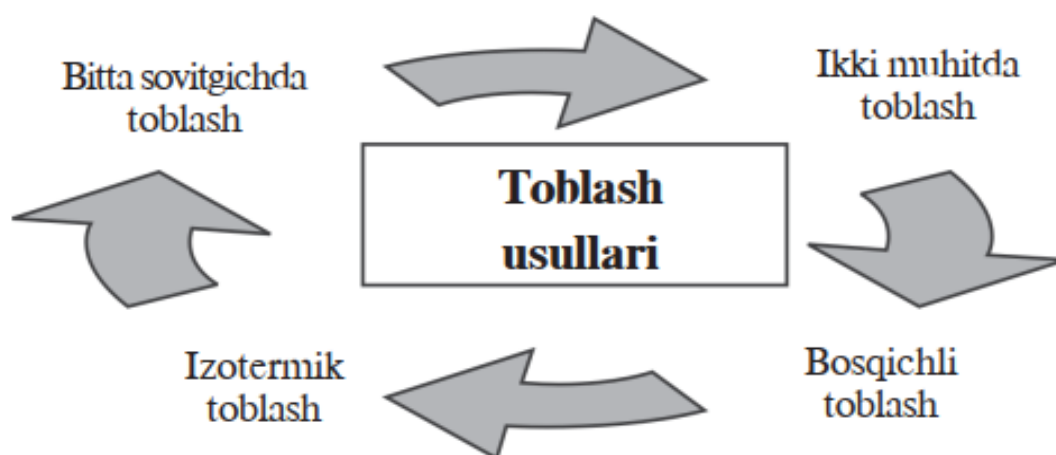
O'rtacha uglerodli po'latlar uchun me'yorlash toblash va yuqori haroratda bo'shatish (yaxshilash) o'rnida qo'llaniladi. Bunda ularning mexanik xossalari pasayadi, lekin buyumlarining deformatsiyalanishi toblashdagiga nisbatan kamayadi.

Ko'p uglerodli (evtektoiddan keyingi) po'latlar qattiqligini yo'qotish maqsadida me'yorlanadi.

Me'yorlash va keyin yuqori haroratda (600—650 °C) bo'shatish ko'pincha legirlangan po'latlarning tuzilishini to'g'rilash uchun yumshatish o'rnida qo'llaniladi.



### 3.5. Po'latni toblash usullari



*12-rasm.* Toblash usullari.

Toblashning eng maqbul usuli po'latning tarkibi, detalning shakli va o'lchamlariga bog'liq holda tanlanadi (12- rasm). Po'latda uglerod qancha ko'p bo'lsa, hajmiy o'zgarishlar shu qadar katta, austenitning martensitga aylanishi shuncha past haroratda sodir bo'ladi, darzlar hosil bo'lish ehtimoli ancha katta bo'lib, sovitish usulini diqqat-e'tibor bilan tanlashga to'g'ri keladi.

Detal qancha murakkab bo'lsa, detalning kesimidagi farqlar shuncha katta, sovitishda paydo bo'ladigan ichki zo'riqishlar qiymati shu qadar katta bo'ladi.

**Bitta sovitgichda toblash** eng ko'p qo'llaniladi. Muayyan haroratgacha qizdirilgan detal toblash muhitiga botiriladi, bu yerda u to'la soviguncha qoladi. Bu usul uglerodli va legirlangan po'latlardan yasalgan oddiy shaklli detallar uchun qo'llaniladi. Uglerodli po'latdan yasalgan, diametri 5 mm dan katta detallar suvda, kichiklari moyda sovutiladi. Legirlangan po'latlar moyda sovutiladi. Ichki zo'riqishlarni kamaytirish maqsadida detallar ba'zan toblash suyuqligiga botirishdan oldin ma'lum vaqt havoda sovutiladi. Toblashning bu usuli **sovitib toblash** deyiladi. Sovitishda detalning harorati konstruksion po'latlar uchun  $A_{t3}$  nuqtadan va asbobsozlik po'latlari uchun  $A_{t1}$  nuqtadan pastga tushmasligi zarur. Bunday toblashdan maqsad detallarning, ayniqsa, mustahkamlangan detallarning ichki zo'riqishlarini va tob tashlashini kamaytirishdan iborat.

**Ikki muhitda toblashda** qizdirilgan detal dastlab suvda evtektoidda  $M_6$  dan biroz yuqori haroratgacha sovutiladi, so'ngra

tezda boshqa muhitga (moy, selitra yoki havo muhitiga) o'tkaziladi, bu yerda u  $20^{\circ}\text{C}$  gacha soviydi. Ikkinchi toblash muhitida, austenitning martensitga aylanishi bilan bog'liq bo'lgan ichki zo'riqishlar kamayadi. Bu usul tarkibida uglerodi ko'p po'latlarni toblashda qo'llaniladi va toblovchi ishchining yuqori malakali bo'lishini talab etadi, chunki detalni suvda tutib turish muddatini aniqlash va rostlash ancha qiyin. Bu muddat, odatda, juda qisqa bo'ladi va 3—4 sekundni tashkil qiladi.

**Bosqichli toblashda** qizdirilgan detal harorati  $M_v$  nuqtadan balandroq (odatda  $230\text{--}250^{\circ}\text{C}$ ) bo'lgan toblash muhitida sovitiladi va harorat shu muhitda tutib turiladi. Tutib turish muddati juda uzoq bo'lmasligi kerak, aks holda austenit beynitga aylanishi mumkin. Shundan keyin havoda uzil-kesil sovitish lozim, bu vaqtda austenit martensitga aylanadi. Bosqichli toblashda hajmiy o'zgarishlar, tob tashlashlar va darz paydo bo'lish xavfi kamayadi. Tob tashlashga moyil detallar havoda sovitish vaqtida to'g'rilanadi. Uglerodli po'latlar uchun bosqichli toblash buyumning diametri ko'pi bilan 10—12 mm, legirlangan po'latlar uchun esa 20—30 mm gacha bo'lgandagina tatbiq etiladi.

**Izotermik toblash** bosqichli toblash kabi o'tkaziladi, lekin toblash muhitida tutib turish vaqti uzoqroq bo'ladi. Bunday tutib turishda austenit izotermik parchalanib beynit hosil qiladi. Toblash muhitida tutib turish muddati  $M_b$  dan yuqori haroratda o'ta sovitilgan austenitning barqarorligiga bog'liq bo'ladi va har qaysi po'lat markasi uchun austenitning izotermik o'zgarish diagrammasidan aniqlanadi. Asosan, legirlangan po'latlar izotermik toblanadi. Bosqichli va izotermik toblashda sovituvi muhit sifatida suyuqlantirilgan tuzlar (masalan, 55 %  $\text{KNO}_3$  va 45 %  $\text{NaNO}_2$ ) yoki suyuqlantirilgan ishqorlar (20 %  $\text{NaOH}$  va 80 %  $\text{KOH}$ ) ishlatiladi. Ishqorlar va tuzlarning suyuqlanmalariga 5—10 % suv qo'shilsa, sovitish tezligi ortadi.

O'z-o'zidan bo'shaydigan qilib toblashda qizdirilgan detalning ish qismi suvga botiriladi va qisqa vaqt tutib turilgandan keyin chiqarib olinadi. Detalning suvga botirilmagan qismidagi issiqlik hisobiga buyumning ish qismi qiziydi. Qizish harorati issiqlikning o'tish ranglariga qarab aniqlanadi. Detalni suvda tez sovitish yo'li bilan keyingi qizishi to'xtatiladi. Bo'shatish vaqtida ( $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$  da) o'tish ranglarining paydo bo'lishiga toza (sayqallangan, silliqlangan) sirtida oksidlarning yupqa qatlamlari yuzaga kelishi sabab bo'ladi. Oksidlar qatlamining rangi uning qalinligiga bog'liq.

## 7-LABORATORIYA ISHI

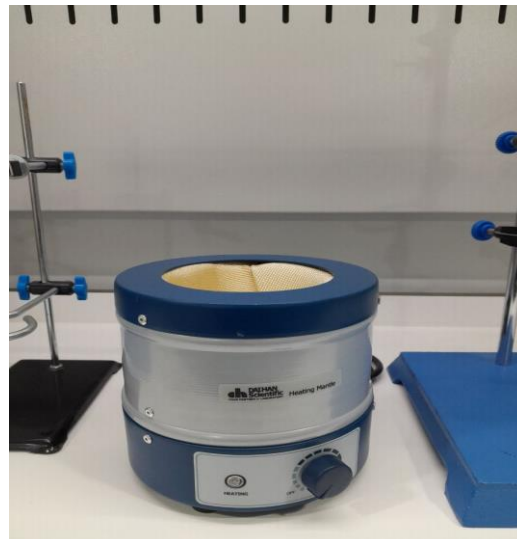
### MAVZU: RANGLI METALLAR VA ULARNING QOTISHMASINI TAHLILI.

**I. Ishning maqsadi:** Alyuminiy boshqa rangli metallar mis, marganes, magniy, nikel, titan va boshqalar metall qotishmalari konstruksion materiallar sifatida keng qo'llanilishi miqdorini uning mikrostrukturasiga qarab aniqlash.

**II. Ishni bajarish uchun zaruriy asbob-uskuna va materiallar.**

1. Metallografik mikroskop.
2. Turli xil tarkibli Alyuminiy va boshqa rangli metall namunalari.
4. Metallar va qotishmalar.
5. Kolba qizdirgich

**III. Ishni bajarish tartibi.** Namunalarni nomerlab oling. Har bir namuna yuzasini kuzating. Mikroskop orqali tuzilishini aniqlang. Xulosa chiqaring.



Alyuminiyning olinishi. Sanoat miqyosida alyuminiy olish uchun asosan boksit va nefelin rudalaridan foydalaniladi. Boksitning ximiyaviy tarkibi  $\text{Na}_2(\text{K}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  formula bilan ifodalanadi. Boksit tarkibida 30—70% glinozem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2—20% kremnezem  $\text{SiO}_2$ , 2—50% temir ikki oksidi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va 0,1 —10% titan oksidi  $\text{TiO}_2$  bo'ladi. Alyuminiy ishlab chiqarish ikkita asosiy prosessdan tashkil topadi: boksitdan glinozem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  olinadi va suyultirilgan kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) da glinozem eritmasidan elektroliz usuli bilan metall alyuminiy tiklanadi. 8-10% glinozem, shuningdek,  $\text{AlF}_3$  va  $\text{NaF}$  qushilgan kriolit elektrolit xizmatini utaydi. Elektroliz natijasida hosil buladigan suyuq alyuminiy vanna tubida elektrolit qatlami ostida tuplanadi. U alyuminiy xom ashyosi deb ataladi. Alyuminiy xom ashyosi tarkibida metall (Fe, Si, Su, Zn va hokazo) va nometall (S,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va hokazo) aralashmalar, shuningdek gazlar-kislorod, vodorod, karbo-nat angidrid va is gazlari bo'ladi. Bu aralash-malar, kovshdagi suyuq alyuminiy xom ashyosini xlorlab (xlor

bilan puflab) ketkaziladi. Bunda hosil bo'ladigan bugsimon alyuminiy xloridi  $AlCl_3$  suyultirilgan alyuminiy orqali o'tib, aralashma zarralarining pufakchalarini ilashtirib, alyuminiyda erigan gazlar bilan birgalikda ularni olib chiqadi. Xlor bilan rafinirlangandan (tozalangandan) sung alyuminiy quymalari hosil qilinib, iste'molchilarga junatiladi.

Birlamchi alyuminiy (GOST 11060—74) uchta gruppaga bo'linadi: aloxida toza (A999 markasi), yuqori darajada toza (turtta markasi bor) va texnik toza alyuminiylar bo'ladi. Yuqoridagi GOSTda 0,15—1% aralashmalar bulishiga ruxsat etilgan sakkizta alyuminiy markasi kursatilgan. Markaning nomi alyuminiyning tozaligini bildiradi. Masalan, A8 markasi metallda 99,8%, A99 markasi esa 99,99% alyuminiy borligini bildiradi. Texnik toza alyuminiy elektroliz vannalarida olinadi. Alyuminiy xom ashyosini elektrolitik rafinirlash yuli bilan kjori tozalikdagi alyuminiy markasi olinadi.

Alyuminiy — kumushsimon oq rangdagi, elektr va issiqlik utkazuvchanligi katta bo'lgan yengil metalldir; uning zichligi  $2700 \text{ kg/m}^3$ , tozaligiga qarab suyuqlanish temperaturasi  $660—667^\circ\text{S}$  chegarada o'zgaradi. Yumshatilgan alyuminiyning mustahkamligi kichik ( $\sigma_v = 80—100 \text{ MPa}$ ), qatqligi past (NV 20—40), lekin plastikligi yuqori ( $\sigma = 35-40\%$ ). Alyuminiy bosim ostida yaxshi ishlanadi, payvandlanadi, lekin kesib ishlanishi yomon. Atmosfera va chuchuk suvda korroziyaga chidamliligi yuqori. Havoda alyuminiy tez oksidlanib, yupka pishiq oksid pardasi bilan qoplanadi. Bu parda esa metall qatlamiga kislorod utkazmaydi va uni korroziyalalishdan saqlaydi.

Alyuminiyning boshqa metall va nometallar (mis, marganes, magniy, kremniy, temir, nikel, titanberilliy va boshqalar) bilan qotishmalari konstruksion materiallar sifatida keng qullaniladi. Alyuminiy qotishmalarida toza alyuminiyning yaxshi xossalari bilan birga legirlovchi qo'shilmalarning yuqori mustahkamlik xossalari mujassamlangan. Masalan, temir, nikel, titan alyuminiy qotishmalarining otashga chidamliligini oshiradi. Mis, marganes, magniy, alyuminiy qotishmalariga mustahkamlovchi termik ishlov berishni ta'minlaydi. Legirlash va termik ishlov berish natijasida alyuminiyning mustahkamligi  $\sigma_v$  100 dan 500 MPa gacha, qatqligi NV 20 dan 150 gacha oshadi. Barcha alyuminiy qotishmalari deformatsiyalanadigan va quymabop xillarga bo'linadi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari shtamplash, presslash, bolgalash orqali listlar, tasmalar, shakldor profillar, simlar va turli detallar olishda ishlatiladi. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari ximiyaviy tarkibiga ko'ra 7 ta gruppaga bo'linadi; ularning tarkibida 2—3 ta va undan ham kuproq legirlovchi element bo'lib, har biridan 0,2—4% gacha bo'ladi. Masalan, alyuminiyning, magniy va marganes bilan qotishmasi yoki alyuminiyning mis, magniy, marganes bilan qotishmasi shular jumlasidandir.

Deformatsiyalanadigan qotishmalar termik ishlash yuli bilan puxtalanadigan va puxtalab bulmaydigan xillarga buushnadi. Mexanik va termik ishlov beril adigan deformatsiyalanadigan qotishmalar ishlov berish xarakterini kursatuvchi harflar bilan belgilanadi.



Termik ishlash yo'li bilan puxtalab bo'lmaydigan qotishmalarga alyuminiyning marganes bilan hamda magniy va marganes bilan qotishmalari kiradi. Ularning mustaxjamligi juda past, korroziyaga chidamliligi yuqori, payvandlanuvchanligi, plastikligi yaxshi.

Termik ishlash yuli bilan puxtalanadigan qotishmalar. termik ishlov berish natijasida yuqori mexanik xossalarga erishadi, korroziyaga darshiligi yaxshilanadi. Alyuminiyning mis, magniy, marganes bilan qotishmalari (duralyumiylar) va alyuminiyning mis, magniy, marganes hamda rux bilan qotishmalari (yuqori mustahkamlikdagi qotishmalar) keng tarqalgan.

Duralyumiylar D harfi bilan markalanadi, undan keyin turuvchi raqam qotishmaning shartli nomerini bildiradi. Duralyumiya termik ishlov berish toblashdan, tabiiy yoki sun'iy eskirtirishdan iborat. Toblash uchuy qotishmalar 500°S gacha qizdiriladi va suvda sovutiladi. Duralyumiya xona temperaturasida 5-7 sutka davomida tabiiy eskirtiriladi. Duralyumiyni tabiiy eskirtirishda mustahkamligining o'zgarishi 48-rasmda ko'rsatilgan. Sun'iy eskirtirish 150—180°S temperat; 2—4 soat davomida bajariladi. Mustahkamligi bir xil bo'lgani holda tabiiy eskirtilgan duralyumiylarning plastikligi va korroziya

### **Mis va uning qotishmalari**

Mis va uning qotishmalarini olish. Xozirgi vaqtda mis tarkibida mis kolchedani ( $\text{CuFeS}_2$ ) bo'lgan sulfid rudalardan olinadi. Mis rudalarining boyitilgan konsentrati (tarkibida 11—35% Cu bo'lgan) kuydirilib, tarkibidagi oltingugurt kamaytiriladi, sungra mis shteyni olish uchun suyuqlantiriladi.

Shteynga suyuqlantirish maqsad mis va temirning oltingugurtli birikmalarini ruda aralashmalaridan ajratib olishdir. Shteynlar tarkibida 16—60% Si bo'ladi.

Mis shteynlari konvertorda suyuqlantiriladi, havo bilan puflanib, tarkibida 1—2% temir, rux, nikel, mishyak va boshqa aralashmalar bo'lgan xomaki mis olinadi. Xomaki mis qo'shilmalardan tozalanadi (rafinirlanadi). Rafinirlangandan sung mis miqdori 99,5—99,99% ga yetadi (texnik toza birlamchi mis hosil bo'ladi). Toza misning 11 ta markasi mavjud (M006, M06, M1b, M1U, M1, M1r, M1f, M2r, MZr, M2 va MZ). Eng yaxshi M006 mis markasidagi aralashmalarning umumiy yig'indisi 0,01% ga, MZ. markasida esa 0,5% ga teng.

Toza pishirilgan misning mexanik xossalari quyidagicha:  $\sigma_v = 220 — 240$  MPa, NV 40 — 50,  $\sigma - 45 — 50\%$ . Toza mis elektrotexnika maqsadlarida ishlatiladi va sim, chiviq, tasma, listlar, polosalar hamda trubalar ko'rinishida ishlab chiqariladi. Mexanik mustahkamligi kam bo'lganligidan toza mis konstruksion material sifatida ishlatilmaydi, balki uning rux, qalay, alyuminiy, kremniy, marganes, kurgoshin bilan qotishmasi ishlatiladi

Misni legirlab, mexanik, texnologik, ekspluatasion xossalari yaxshilanadi. Mis qotishmalarining uchta gruppasi bo'ladi: latunlar, bronzalar va misning nikel bilan qotishmalari.

Latunlar. Mis asosli ikkita yoki ko'p komponentli qotishmalarga latunlar deyiladi, ularda rux asosiy legirlovchi element xisoblanadi. Ruxdan boshqa elementlar kiritilganda, kiritilgan element nomi bilan ataluvchi maxsus latunlar hosil bo'ladi, masalan, temir-fosfor-marganesli latunlar va hokazolar.

## MUSTAQIL TA'LIM

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktyabrdagi PQ-4477-sonli "2019 — 2030-yillar davrida O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash" to'g'risidagi [Qaroriga](#) asosan mamlakatda tarkibiy o'zgartirishlarni chuqurlashtirish, iqtisodiyotning bazaviy tarmoqlarini modernizatsiyalash va diversifikatsiyalash hamda hududlarni bir maromda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, **Kimyo sanoati sohasida:** ammiak, azot kislotasi va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish quvvatlarini modernizatsiyalash va energiya samaradorligi yuqori yangi quvvatlarni yaratish; elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun energiya sarfi hajmi katta bo'lgan kimyoviy jarayonlarning issiqligini utilizatsiya qilish texnologiyalaridan foydalanish; yirik tonnali texnogen chiqindilardan sanoatda foydalanishni joriy etish kabi masalalar ustuvor yo'nalish etib belgilandi.

O'zbekiston mustaqil milliy demokratik davlat sifatida rivojlanish yo'lida muhim qadamlaridan biri "Ta'lim to'g'risida" gi yangi Qonun, hamda "Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi" ning qabul qilinishi katta ahamiyatga ega.

Vatanimiz xalq xo'jaligi uchun malakali mutaxassislar tayyorlashda "Asosiy texnologik jarayon va qurilmalari" fanining alohida o'rni bor.

Bu fan talabalarga ixtisoslik fanlarini chuqur o'zlashtirishga, qay yo'l bilan ishlab chiqarish intensivligini oshirish va texnologik qurilmalardan unumli foydalanish mumkinligini o'rgatadi.

Keltirilgan jarayonlar nazariy asoslari, ularni hisoblash usullari va samarador qurilmalar bilan jihozlash prinsiplari ushbu fan asosini tashkil etadi. Oxirgi o'n yil ichida kimyoviy texnologiya, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda keskin o'zgarishlar ro'y berib, yangi texnologiyalar amalda qo'llanib, rivojlanish boshlandi. Bunday o'zgarishlar Materialshunoslik fanini yanada yuqori darajaga ko'tarilishiga sababchi bo'ldi. Ushbu fanning bunday yuqori saviyaga ko'tarilishiga hisoblash texnikasining gurkirab rivojlanishi ham o'z xissasini qo'shdi, sistemaning muvozanat nisbatlari va jarayon mexanizmiga alohida e'tibor berish zarur.

**Fanni o'qitishdan maqsad**-talabalarga mantiqiy fikrlash, texnologik tafakkurni shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda fan mazmuniga kiritilgan konstruksion materiallarning ahamiyati; metallar tuzilishi va tarkibi; konstruksion materiallarning turlari markalari; korroziyadan ximoyalash usullari, stuktura o'zgarishiga temperatura ta'siri; temir va temir-uglerodli qotishmalar va qo'shimcha elementlarning materiallar xossalariga ta'siri; termik ishlov berish asoslari, konstruksion po'lat va qotishmalar, korroziya va issiqlika bardosh po'latlar; kompozitsion materiallar-nodir metal, plastmassa, rezina, keramika, metallokeramika, yelimlovchi va lak bo'yoq materiallari materialshunoslikning rivojlantirish tuzilish va xossalarini o'rganib qolmay, balki materiallarning mavjud buyum. konstruksiyalardagi holatlarini kuzatish orqali struktura va xossalarini birgalikda bog'liqligini o'rganishdan iborat.



**Fanning vazifasi** - nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, yuqori samarali hamda ilmiy dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi. Kimyoviy o'zgarishlardagi qonuniyatlar mazmun-mohiyatini bilishi, ularga nisbatan shaxsiy munosabatlarini shakllantirish orqali inson hayotdagi o'rni va ahamiyatini ochib berish.

**Mavzuni mustaqil o'zlashtirish.** Fanning xususiyati, talabalarning bilim darajasi va qobiliyatiga qarab ishchi o'quv dasturiga kiritilgan alohida mavzular talabalarga mustaqil ravishda o'zlashtirish uchun topshiriladi. Bunda mavzuning asosiy mazmunini ifodalash va ochib berishga xizmat qiladigan tayanch iboralar, mavzuni tizimli bayon qilishga xizmat qiladigan savollarga e'tibor qaratish, asosiy adabiyotlar va axborot manbalarini ko'rsatish lozim.

Topshiriqni bajarish jarayonida talabalar mustaqil ravishda o'quv adabiyotlaridan foydalanib, ushbu mavzuni konspektlashtiradilar, tayanch iboralarning mohiyatini anglagan holda mavzuga taalluqli savollarga javob tayyorlaydilar. Zarur hollarda (o'zlashtirish qiyin bo'lsa, savollar paydo bo'lsa, adabiyotlar etishmasa, mavzuni tizimli bayon eta olmasa va h.k) o'qituvchidan maslahatlar oladilar. Mustaqil o'zlashtirilgan mavzu bo'yicha tayyorlangan matn o'qituvchiga himoya qilish orqali topshiriladi.

O'quv jarayonining ajralmas tarkibiy qismi bo'lgan mikroiktisodiyot fani bo'yicha mustaqil ishlar ko'proq referatlar qo'rinishida bo'lib kelmoqda. Referat talabalar ilmiy ishlarining birinchi shaklidir. Talaba tadqiqot faoliyatiga jalb qilinib, ilmiy adabiyotlar bilan ishlash, statistik va boshqa materiallarni yig'ish, qayta ishlash va tahlil qilish ko'nikmalariga ega bo'ladi, o'rganilayotgan hodisani tanqidiy baholashga o'rganadi, nazariyani amaliyot bilan bog'laydi va h. k.

Referat tayyorlash darslik bo'yicha tayyorlangan seminar mashg'ulotidagi chiqishga qaraganda mazmun va sifat jihatdan yuqori bo'lib, shubhasiz katta foyda keltiradi. Talaba auditoriya oldida referatda bayon qilingan qoidalarni himoya qilishga, yoqlashga tayyorlanishi kerak, mikroiktisodiyotni o'rganishda bu muhim ahamiyatga ega.

**O'quv adabiyotlari elektron variantlaridan nusxa olish** – Internet va ARMda mavjud fan bo'yicha yangi o'quv adabiyotlari elektron variantlaridan nusxa olish

**Referat** - bu talabalar mustaqil ishlarining samarali shakllaridan biridir. Mazkur shakl talaba tomonidan referat mavzusini tanlash, unda yoritiladigan masalalar mazmunini oldindan rejalashtirish, referatni tayyorlash va muhokama qilishning barcha bosqichlarida kafedra professor-o'qituvchilarining tashkiliy-uslubiy yordami va maslahati asosidagina samarali amalga oshishi mumkin. Bu erda o'qituvchi tomonidan talabalarning referat ishlariga rahbarlik qilish qanchalik batafsil va malakali amalga oshirilganligi va referatlarga talablar mezoni qanchalik to'g'ri qo'yilganligi albatta, hal qiluvchi ahamiyatga ega. Topshiriq talabalarning referat yozish ko'nikmalarini, ilmiy qiziqishlari va bilim darajasini hisobga olgan holda berilishi juda muhim.

**Ko'rgazmali vositalar tayyorlash.** Talabaga muayyan mavzuni bayon qilish va yaxshiroq o'zlashtirish uchun yordam beradigan ko'rgazmali materiallar tayyorlash vazifasi topshiriladi. Mavzu o'qituvchi tomonidan aniqlanib, talabaga

ma'lum ko'rsatmalar, yo'l-yo'riqlar beriladi. Ko'rgazmali vositalarning miqdori, shakli va mazmuni talaba tomonidan mustaqil tanlanadi. Bunday vazifani bir mavzu bo'yicha bir necha talabaga yoki talabalar guruhiga topshirish ham mumkin.

### **Mavzu bo'yicha testlar, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash.**

Talabaga mustaqil ish sifatida muayyan mavzu bo'yicha testlar, qiyinchilik darajasi har xil bo'lgan masalalar va topshiriqlar, munozaraga asos bo'ladigan savollar tuzish vazifasi topshiriladi.

Bunda o'qituvchi tomonidan talabaga testga qo'yiladigan talablar va uni tuzish qonun-qoidalari, qanday maqsad ko'zda tutilayotganligi, muammoli savollar tuzishda mavzuning munozarali jihatlarini qanday ajratish lozimligi, topshiriqlarni tuzish usullari bo'yicha yo'l-yo'riq beriladi.

**Ilmiy maqola, tezislar va ma'ruzalar tayyorlash.** Talabaga biron-bir mavzu bo'yicha (mavzuni talabaning o'zi ham tanlashi mumkin) ilmiy maqola, tezis yoki ma'ruza tayyorlash topshirilishi mumkin. Bunda talaba o'quv adabiyotlari, ilmiy-tadqiqot ishlari, dissertasiyalar, maqola va monografiyalar hamda boshqa axborot manbalaridan mavzuga tegishli materiallar to'playdi va bular asosida ilmiy maqola va ma'ruza tezislari tayyorlaydi.

### **3. Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishning asosiy tamoyillari**

Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishda «Talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish» bo'yicha yo'riqnomada belgilangan quyidagi asosiy tamoyillarga rioya qilish maqsadga muvofiqdir:

1. Talabalar mustaqil ishlarini ikki ko'rinishda – auditoriyada va auditoriyadan tashqarida tashkil etish.

2. Talabalar mustaqil ishlarini tizimli ravishda, ya'ni bosqichma-bosqich, oddiydan murakkabga qarab tashkil etilishini ta'minlash.

3. Talabalar mustaqil ishlarining shakli va hajmini belgilashda quyidagi muhim jihatlarga e'tibor qaratish:

- talabaning o'qish bosqichi;
- muayyan fanning o'ziga xos xususiyati, o'zlashtirishdagi qiyinchilik darajasiga;
- talabaning qobiliyati, nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasiga;
- fanning axborot manbalari bilan ta'minlanganlik darajasiga;
- talabaning axborot manbalaribilan ishlay olish darajasiga;
- mustaqil ish uchun topshiriqlar kursdan-kursga o'tish bilan shakl va hajm jihatidan o'zgarib borishiga;

### **4. Mustaqil ishni amalga oshirishda talaba bajarishi lozim bo'lgan vazifalar**

Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etishda quyidagi vazifalarni bajarishlari lozim:

- yangi bilimlarni mustaqil tarzda puxta o'zlashtirish ko'nikmalariga ega bo'lish;
- zarur ma'lumotlarni izlab topish uchun qulay usullarni va vositalarni aniqlash;
- axborot manbalaridan samarali foydalanish;
- an'anaviy o'quv va ilmiy adabiyotlar hamda me'yoriy xujjatlar bilan ishlash;

## 5. Mustaqil ta'lim

| Mashg'ulotlar shakli: mustaqil ta'lim (MT) |                                                                          | soat      |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| IV semestr                                 |                                                                          |           |
| <b>MT1</b>                                 | Materiallarning tuzilishi, strukturasini va xossalari.                   | 4         |
| <b>MT2</b>                                 | Metall qotishmalar.                                                      | 4         |
| <b>MT3</b>                                 | Polimer moddalar.                                                        | 4         |
| <b>MT4</b>                                 | Kompozitsion materiallar.                                                | 4         |
| <b>MT5</b>                                 | Asosiy fizik-kimyoviy jarayonlardagi modda va materiallarning xossalari. | 4         |
| <b>MT6</b>                                 | Modda va materiallarning xossalari ta'sir usullari.                      | 4         |
| <b>MT7</b>                                 | Modda va materiallarning qo'llanilishida umumiy xavfsizlik talablari.    | 4         |
| <b>MT8</b>                                 | Metall va qotishmalar.                                                   | 4         |
| <b>MT9</b>                                 | Kukunsimon metall materiallar.                                           | 4         |
| <b>MT10</b>                                | Metall matritsali kompozitsion materiallar.                              | 4         |
| <b>MT11</b>                                | Metallarni korroziyadan saqlash.                                         | 4         |
| <b>MT12</b>                                | Organik moddalardan materiallar                                          | 4         |
| <b>MT13</b>                                | Noorganik mineral moddalardan materiallar.                               | 4         |
| <b>MT14</b>                                | Polimer plastik materiallar.                                             | 2         |
| <b>MT15</b>                                | Yarim o'tkazgich materiallar.                                            | 2         |
| <b>MT16</b>                                | Yupqa qatlam hosil qiluvchi materiallar.                                 | 4         |
| <b>Jami</b>                                |                                                                          | <b>60</b> |

Fan bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan topshiriqlarni bajaradi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni uqib referat (taqdimot)lar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi.

Mustaqil ishlarni bajarish, yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, Internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Mustaqil ishlarni tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini **tekshirish** va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

### **Asosiy adabiyotlar**

1. D.U.Ergashev, G.M.Abdukadirov, N.I.Tursunboyev. “Materialshunoslik va konstruksion materiallar”-Toshkent. “Fan”.2004
2. K.B.Usmanov ”Metall kesish asoslari”.Toshkent. “Akademiya”.2004. 303b
3. Ilhom Nosir “Materialshunoslik” -Toshkent. “O’zbekiston”, 2002 y-350b
4. M.Z.Murtazoyev. “Metallarga ishlov berish texnologiyasi” darslik. “Fan va texnologiya” nashriyoti. Toshkent 2012 yil. 287bet.
5. M.X.Aripova. “Silikat materiallar, nodir va kamyob metallar texnologiyasi” Toshkent 2014 yil. 25-bet
6. B.S.G’affarov. “Materiallarni kesib ishlash, asboblari va dastgohlar” maruzalar matni. Buxoro 2011 yil. 27-92 bet.
7. D.S.Yuldashev. “Payvandlash ishi”. Samarqand 2014 yil. 102 b
8. N.F.O’rinov, M.H.Saidova, S.Yu.Adizova. “Metallarni kesish va kesish asboblari”. O’quv uslubiy majmua. Buxoro 2017 yil. 57 bet
9. X.Nuriddinov, J.J.Qo’chqorov. “Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi” O’quv qo’llanma. Buxoro 2016 yil. 37 bet
10. I.U.Zoirov. “Parmalash va frezalash ishlari texnologiyasi” O’quv qo’llanma. Toshkent 2007 yil. 125 bet
11. R.Qalandarov “Konstruksion materiallar texnologiyasi” O’quv qo’llanma. Toshkent 1989 yil. 79 bet
12. R.X.Saydahmedov, T.O.Almatayev, U.A.Ziyamuxamedova. “Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi”. O’quv qo’llanma. Toshkent 2017 yil. 129 bet
13. A.R.Jo’raev, Z.D.Rasulova, S.I.Baxtiyorova, K.E.Bolliiev, A.M.Shoimov. “Materialshunoslik (Materialshunoslik va konstruksion materiallar)”Buxoro. Durdona nashriyoti. 2021 yil. 187 bet
14. R.K. Мозберг. “Материаловедение”. Moskva 1991 yil. 43 bet.
15. А.Э. Шейкин. “Строительные материалы”. Moskva 1978 yil. 33-79 bet.

### **Электрон таълим ресурслари**

<http://www.prikladmeh.ru/lect17.htm>  
<http://www.study.uz>  
[www.pedagog.uz](http://www.pedagog.uz)  
[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)  
[www.edu.uz](http://www.edu.uz)  
[www.buxdu.uz](http://www.buxdu.uz)  
[www.rtm.uz](http://www.rtm.uz)

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR  
VAZIRLIGI  
JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI



“TASDIQLAYMAN”  
Jizzax politeknika instituti rektori  
\_\_\_\_\_  
A.Usmankulov  
« 26 » « 06 » 2025 yil

Ro‘yxatga olindi: №BD 60710100 -1.21

“ MATERIALSHUNOSLIK”  
FANINING O‘QUV DASTURI

|                           |                                                                                                                                    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bilim sohasi:</b>      | 700 000- Muxandislik, ishlov berish vaqurilish                                                                                     |
| <b>Ta’lim sohasi:</b>     | 710 000– Muhandislik ishi                                                                                                          |
| <b>Ta’lim yo‘nalishi:</b> | 60710100 - Kimyoviy texnologiya (elektrokimyoviy ishlab<br>chiqarishlar<br>60710100 - Kimyoviy texnologiya (qurilish materiallari) |



|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |              |                              |                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|------------------------------|---------------------|
| Fan/modul kodi<br>MATE1404 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | O'quv yili<br>2025-2026          | Semestr<br>4 | ECTS – Kreditlar<br>4        |                     |
| Fan/modul turi<br>Majburiy |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Ta'lim tili<br>O'zbek/rus        |              | Haftadagi dars soatlari<br>4 |                     |
| 1                          | Fanning nomi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Auditoriya mashg'ulotlari (soat) |              | Mustaqil ta'lim (soat)       | Jami yuklama (soat) |
|                            | Materialshunoslik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 60                               |              | 60                           | 120                 |
| 2                          | <p><b>Materialshunoslik fanining maqsadi:</b> talabalarda ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolarning tarkibi. Materialshunosligining dolzarb masalalariga yuqori sifatli, tannarxi arzon, mustaxkam, umrboqiy, maxalliy xom ashyo zaminida ishlab chiqilgan ekologik buyumlar, qismlar , konstruksiyalarni tayyorlash va ishlab chiqarish soxalarini belgilash kiradi. Materiallar sifatini nazorat qilish ishlatish muddatini uzaytirish chora tadbirlari ishlab chiqish. Amaliy bilimlarini, nodir, kamyob va tarqoq metallar mutaxassisligiga kvallifikatsion talablarga javob beradigan darajada mukammal o'zlashtirish fanning asosiy maqsadi – faqat tarkib, tuzilish va xossalarni o'rganib qolmay, balki har bir sinfdagi materiallarning mavjud buyum (konstruksiya) lardagi holatini kuzatish orqali tuzilish (struktura ) va xossalarni birgalikda bog'liqligini o'rganishdan iborat.</p> <p><b>Fanning vazifasi</b> – Kimyoviy materiallar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyo materiallar turlari, ularning struktura tuzilishi, kimyoviy va mineralogik tarkibi, fizik-kimyoviy xossalarini o'rganishdan iborat</p> <p style="text-align: center;"><b>I. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>II.I Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:</b></p> <p><b>1-mavzu. Materialshunoslik asoslari.</b><br/>Material haqida tushuncha, materialshunoslik fanining mazmuni, maqsad va vazifalari.</p> <p><b>2-mavzu. Metallarning tuzilishi va ularning xossalari.</b><br/>Materiallarning texnologik xossalari. Metallar va qotishmalar.</p> <p><b>3-mavzu. Materiallarning mexanik, fizik va kimyoviy xossalari</b><br/>Metall va ularning xossalari. Materiallarning mexanik, fizik va kimyoviy xossalari. Metallarning mexanik xossalari.</p> <p><b>4-mavzu. Temir-uglerod qotishmalarining diagrammasi</b><br/>Temir va uning xossalari, temir — uglerod qotishmalari,</p> <p><b>5-mavzu. Qotishma va ularning xossalari.</b><br/>Qotishmalarning holat diagrammasi, birlamchi kristallanish, ikkilamchi kristallanish</p> <p><b>6-mavzu. Rangli metallar va ularning qotishmalari.</b></p> |                                  |              |                              |                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Rangli metall qotishmalarining xalq xo'jaligida ishlatilishi, Aluminiyning ishlanishi va markalanishi. Aluminiy qotishmalarining turlari.</p> <p><b>7-mavzu. Po'latlarga termik ishlov berish nazariyasi asoslari.</b></p> <p>Po'latga termik ishlov berish. Metallarga termik ishlov berish. Po'latlarga termik ishlov berish nazariyasi asoslari.</p> <p><b>8-mavzu. Po'latga kimyoviy ishlov berish.</b></p> <p>Po'latlarni me'yorlash, toblash, yumshatish va bo'shatish.</p> <p><b>III. Amaliy mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar</b></p> <p>Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Legirlovchi elementlarning po'latdagi o'zgarishlarga ta'siri</li> <li>2. Legirlangan va asbobsozlik po'latlarga termik ishlov berish</li> <li>3. Metallar korroziyasi va unga qarshi kurashish.</li> <li>4. Metallmas konstruksion materiallar.</li> <li>5. Polimerlarga ishlov berish</li> <li>6. Plastmassalarga ishlov berish va ulardan detallar tayyorlash</li> </ol> <p><b>IV. Laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar</b></p> <p>laboratoriya mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laboratoriyada xavfsizlik texnikasi.</li> <li>2. Metallarni sinash usullari.</li> <li>3. Temir-udlerod qotishmasi holat diagrammasining tahlili.</li> <li>4. Kukun metallurgiyasi usullari bilan olinadigan qotishmalarni o'rganish</li> <li>5. Po'latlarni markalanishi va tajriba uchqun yo'li bilan ularni markasini taqriban aniqlash.</li> <li>6. Konstruksion asbobsozlik po'latlarini termik ishlash.</li> <li>7. Rangli metallar va ularning qotishmasini tahlili.</li> </ol> <p><b>V. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar</b></p> <p>Talabanning mustaqil ta'limi shakli o'qituvchi rahbarligida va talabanning o'zining qiziqishi bo'yicha, mashg'ulot turlari bo'yicha, o'quv va ilmiy faoliyat turlari bo'yicha bo'lishi mumkin. Talabanning fan bo'yicha mustaqil ishi quyidagi shakllarda tashkil etilishi mumkin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ma'ruza materiallarini chuqur o'rganish (konspektni to'liq yuritish va uni mutoala qilish, ilmiy - texnik xujjatlarni o'rganish, internetdan axborot izlash, dayjestlar tuzish, rus va ingliz tilidagi axborotlarni o'rganish, darslarga tayyorlanish, taqdimotlar tayyorlash, ommaviy onlayn ochiq kurslarda masofadan o'qish va h.k.);</li> <li>-amaliy mashg'ulot topshiriqlarini bajarish, tarqatma materiallar bilan ishlash, keys - stadilarni ishlab chiqish va ularda ishtirok etish;</li> <li>- reyting nazoratlariga (ON, YaN) tayyorlanish;</li> </ul> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>- ilmiy - tadqiqot ishlarini olib borish ilmiy tajribalar o'tkazish, maqola chop etish, ilmiy anjumanda ma'ruza qilish;</p> <p>- o'quv izlanishlarini olib borish (fan to'garaklarida, o'quv - uslubiy materiallarni, namunalarni tayyorlashda ishtirok etish).</p> <p>Mustaqil ishni tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatma va tavsiyalar, keys stadi, vaziyatli masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Unda talabalarga asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy topshiriq, keys - stadilarni echish uslubi va mustaqil ishlash uchun vazifalar belgilanadi.</p> <p><b>Mustaqil ish mavzulari:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiallarning tuzilishi, strukturasi va xossalari.</li> <li>2. Metall qotishmalar.</li> <li>3. Polimer moddalar.</li> <li>4. Kompozitsion materiallar.</li> <li>5. Asosiy fizik-kimyoviy jarayonlardagi modda va materiallarning xossalari.</li> <li>6. Modda va materiallarning xossalariga ta'sir usullari.</li> <li>7. Modda va materiallarning qo'llanilishida umumiy xavfsizlik talablari.</li> <li>8. Metall va qotishmalar.</li> <li>9. Kukunsimon metall materiallar.</li> <li>10. Metall matritsali kompozitsion materiallar.</li> <li>11. Metallarni korroziyadan saqlash.</li> <li>12. Organik moddalardan materiallar</li> <li>13. Noorganik mineral moddalardan materiallar.</li> <li>14. Polimer plastik materiallar.</li> <li>15. Yarim o'tkazgich materiallar.</li> <li>16. Yupqa qatlam hosil qiluvchi materiallar.</li> </ol> |
| 3 | <p><b>VI. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar)</b></p> <p>- Oliy ta'lim tizimi me'yoriy hujjatlari, kredit - modul tizimida o'quv jarayonining tashkil etilishi, oliy ta'lim texnologiyalari va interfaol ta'lim usullarini <i><b>bilishi;</b></i></p> <p>elektrokimyoviy ishlab chiqarish sanoati bo'yicha fanlar tizimi va kadrlar buyurtmachilarining talablarini o'rganadi va Oliy ta'limda kredit - modul tizimida o'qishga nisbatan moslashish bo'yicha amaliy <i><b>ko'nikmalariga ega bo'lishi;</b></i></p> <p>- sohalar yo'nalishlari bo'yicha va kadrlar buyurtmachilari bilan amalda muloqotda bo'lish, 3 - kursgacha o'z tanlagan ixtisoslik bo'yicha kasbiy faoliyatini tanlash <i><b>tushuncha va malakalariga ega bo'lishi kerak.</b></i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p align="center"><b>VII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma'ruzalar</li> <li>• Interfaol keys-stadilar</li> <li>• Amaliyot va laboratoriya</li> <li>• Guruhlarda ishlash</li> <li>• Taqdimotlarni qilish</li> <li>• Individual loyihalar</li> <li>• Jamoa loyihalar</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5 | <p align="center"><b>VIII. Kreditlarni olish uchun talabalar:</b></p> <p>Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zklashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishni topshirish.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6 | <p align="center"><b>Asosiy adabiyotlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. D.U.Ergashev, G.M.Abdukadirov, N.I.Tursunboyev. "Materialshunoslik va konstruksion materiallar"-Toshkent. "Fan".2004</li> <li>2. K.B.Usmanov "Metall kesish asoslari".Toshkent. "Akademiya".2004. 303b</li> <li>3. Ilhom Nosir "Materialshunoslik" -Toshkent. "O'zbekiston", 2002 y-350b</li> <li>4. M.Z.Murtazoyev. "Metallarga ishlov berish texnologiyasi" darslik. "Fan va texnologiya" nashriyoti. Toshkent 2012 yil. 287bet.</li> <li>5. M.X.Aripova. "Silikat materiallar, nodir va kamyob metallar texnologiyasi". Toshkent 2014 yil. 25-bet</li> <li>6. B.S.G'affarov. "Materiallarni kesib ishlash, asboblari va dastgohlar" maruzalar matni. Buxoro 2011 yil. 27-92 bet.</li> <li>7. D.S.Yuldashev. "Payvandlash ishi". Samarqand 2014 yil. 102 b</li> <li>8. N.F.O'rinov, M.H.Saidova, S.Yu.Adizova. "Metallarni kesish va kesish asboblari". O'quv uslubiy majmua. Buxoro 2017 yil. 57 bet</li> <li>9. X.Nuriddinov, J.J.Qo'chqorov. "Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi" O'quv qo'llanma. Buxoro 2016 yil. 37 bet</li> <li>10. I.U.Zoirov. "Parmalash va frezalash ishlari texnologiyasi" O'quv qo'llanma. Toshkent 2007 yil. 125 bet</li> <li>11. R.Qalandarov "Konstruksion materiallar texnologiyasi" O'quv qo'llanma. Toshkent 1989 yil. 79 bet</li> <li>12.R.X.Saydahmedov,T.O.Almatayev,U.A.Ziyamuxamedova. "Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi". O'quv qo'llanma. Toshkent 2017 yil. 129 bet</li> <li>13. A.R.Jo'raev, Z.D.Rasulova, S.I.Baxtiyorova, K.E.Bolliiev, A.M.Shoimov. "Materialshunoslik (Materialshunoslik va konstruksion materiallar)"Buxoro. Durdona nashriyoti. 2021 yil. 187 bet</li> <li>14. R.K. Мозберг. "Материаловедение". Moskva 1991 yil. 43 bet.</li> <li>15. А.Э. Шейкин. "Строительные материалы". Moskva 1978 yil. 33-79 bet.</li> </ol> <p align="center"><b>Электрон таълим ресурслари</b></p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <a href="http://www.prikladmeh.ru/lect17.htm">http://www.prikladmeh.ru/lect17.htm</a><br><a href="http://www.study.uz">http://www.study.uz</a><br><a href="http://www.pedagog.uz">www.pedagog.uz</a><br><a href="http://www.ziyonet.uz">www.ziyonet.uz</a><br><a href="http://www.edu.uz">www.edu.uz</a><br><a href="http://www.buxdu.uz">www.buxdu.uz</a><br><a href="http://www.rtm.uz">www.rtm.uz</a> |
| 7 | “Materialshunoslik” fanining o’quv dasturi Jizzax politexnika institut Kengashining 2025-yil 26-iyundagi 11-sonli bayonnomasi bilan ma’qullangan.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8 | <b>Fan/modul uchun mas’ullar:</b><br>A.Mamatqulov – JizPI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrasida katta o’qituvchisi                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9 | <b>Taqrizchilar:</b><br>N.Tangyarikov – JizPI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrasida professori, texnika fanlari doktori<br>U.Xudanov – JDPU, “Kimyo va uni o’qitish metodikasi” kafedrasida dotsenti, texnika fanlari nomzodi                                                                                                                                                                              |

**MATERIALSHUNOSLIK»**  
**o'quv fanidan**  
**Testlar**  
**MATERIALSHUNOSLIK FANIDAN TEST**

| Fan bobi | Fan bo'limi | Qiyinchilik darajasi | Test topshirig'i                                                         | To'g'ri Javob                                                                           | Muqobil javob                                         | Muqobil javob                                      | Muqobil javob                                      |
|----------|-------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|          |             |                      |                                                                          | * 1083 <sup>0</sup> C                                                                   | 1084 <sup>0</sup> C                                   | 2000 <sup>0</sup> C                                | 2005 <sup>0</sup> C                                |
| 1        | 1           | 1                    | Materialshunoslik fani qaysi fanlar asoslanadi ?                         | * Fizika, ximiya .                                                                      | Algebra, mexanika .                                   | Amaliy mexanika nazariy mexanika .                 | Mexanika , kon ishlari .                           |
| 1        | 1           | 1                    | Materialshunoslik fani nimani o'rganadi ?                                | * Metall va qotishmalar ichki to'zilishi bilan tarkibi va xossalari o'zaro boglanishi . | Metall va elementlarning aralashish xossalari .       | Metallarning kimyoviy va fizik xossalari .         | Mashina va mexanizmlar nazariyasini .              |
| 1        | 1           | 1                    | Materialshunoslik fani qachon vujudga kelgan ?                           | * XIX-asrdan .                                                                          | XX-asrdan .                                           | XVIII-asrdan .                                     | XVII-asrdan .                                      |
| 1        | 1           | 1                    | Metall deb nimaga aytiladi?                                              | * Elektr tokini va issiqlikni yaxshi o'tkazadigan yaltirok moddalarga                   | Elektr tokini yaxshi o'tkazadigan yaltirok moddalarga | Issiqlikni yaxshi o'tkazadigan yaltirok moddalarga | Kristall to'zilishga ega moddalarga                |
| 1        | 1           | 1                    | Materialshunoslik fani qaysi fanlarga asos bo'ladi ?                     | * Texnologik fanlarga .                                                                 | Geologiya , fizika .                                  | Ximiya , biologiya .                               | Fizika , ximiya                                    |
| 1        | 1           | 1                    | Metallarning xususiyatlarini 1-bo'lib kim tasvirlab berdi ?              | * M.V.Lomonosov .                                                                       | D.I.Mendelev .                                        | V.I.Skakun .                                       | A.Visput .                                         |
| 1        | 1           | 1                    | Metallar o'zidan issiqlikni va tokini o'tkazadimi ?                      | * Ha .                                                                                  | Yuk .                                                 | Ayrim xossalari .                                  | Issiqlikni o'tkazadi , elektr tokini o'tkazmaydi . |
| 1        | 1           | 1                    | Tabiatdan ma'lum bo'lgan 108 elementdan taxminan qancha kismi metallar ? | * 3/4                                                                                   | 2/3                                                   | ledeburit                                          | ferrit                                             |



|   |   |   |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                         |                                                                                   |                                                                                      |                                                         |
|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 | 1 | 1 | Temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan , boglanuvchan , issiqlik o'tkazuvchan va yaltirok moddalar nima deb ataladi ? | * Metallar .                                                                                                            | Mexanizmlar .                                                                     | Yarim o'tkazgichlar .                                                                | Elementlar .                                            |
| 1 | 1 | 1 | Barcha metallar necha turga bulinadi ?                                                                                                                                          | * 2.                                                                                                                    | 6.                                                                                | 5.                                                                                   | 4.                                                      |
| 1 | 1 | 1 | Qora metallar gruppasiga nimalar kiradi ?                                                                                                                                       | * Temir va uning qotishmalari .                                                                                         | Alyuminiy , mis .                                                                 | Oltin , marmar .                                                                     | Nixrom , mis                                            |
| 1 | 1 | 1 | Asosiy metalmas materiallarni ko'rsating?                                                                                                                                       | *yog'och, plastmassa, keramika,                                                                                         | temir , plastmassa.                                                               | yog'och, alyuminiy,                                                                  | temir, alyuminiy                                        |
| 1 | 1 | 2 | Metallar kristall panjarasidagi atomlar orasidagi masofa nimada (qaysi birlikda) o'lchanadi?                                                                                    | * Angstrom                                                                                                              | Santimetr                                                                         | Millimetr                                                                            | Mikron                                                  |
| 1 | 1 | 2 | Metallarda qanday kristall panjaralar uchraydi?                                                                                                                                 | * Xajmi va yoklari markazlashgan kub va geksoqanal                                                                      | Markazlashgan kub, sharsimon va piramida                                          | Xajmi markazlashgan kub, geksoqanal, piramida                                        | Sharsimon, Xajmi markazlashgan kub, geksoqanal          |
| 1 | 1 | 2 | Temir er qatlamini necha foyizini tashkil etadi ?                                                                                                                               | * 4.7%                                                                                                                  | 1.5%                                                                              | 3%                                                                                   | 2%                                                      |
| 1 | 2 | 1 | Qotishma deb nimaga aytiladi?                                                                                                                                                   | * Ikki yoki undan ortik metallarning metallar bilan yoki metallarning metalmaslar bilan aralashmasiga qotishma deyiladi | Ikki yoki undan ortik metallarning metallar bilan aralashmasiga qotishma deyiladi | Ikki yoki undan ortik metallarning metalmaslar bilan aralashmasiga qotishma deyiladi | Ikki metalning ximiyaviy birikmasiga qotishma deyiladi. |
| 1 | 2 | 1 | Grafit nima?                                                                                                                                                                    | * qotishma tarkibidagi erkin uglerod                                                                                    | qotishma tarkibidagi erkin metall                                                 | qotishmadagi ikkilamchi komponentlardan biri                                         | sementitning ikkinchi nomi                              |
| 1 | 2 | 1 | Atomlar tartibsiz joylashgan jismlar qanday nomlanadi.                                                                                                                          | * amorf jismlar                                                                                                         | kristal jismlar                                                                   | izotop jismlar                                                                       | kattik jismlar                                          |

|   |   |   |                                                                                                                    |                                                                   |                                                            |                                                          |                                                         |
|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 1 | Polimer turlari.                                                                                                   | * tabiiy va sun`iy.                                               | tabiiy                                                     | sun`iy.                                                  | tugri javob yuk.                                        |
| 1 | 2 | 1 | Tabiiy polimerlar.                                                                                                 | * jun, ipak, tabiiy kauchuk.                                      | jun ipak sintetik kauchuk                                  | sintetik                                                 | tabiiy bulmaydi.                                        |
| 1 | 2 | 1 | Polimerlarning elastikligini oshirishda nima kushiladi.                                                            | * plastifikatorlar                                                | termoplastlar.                                             | termoplastlar.                                           | suv                                                     |
| 1 | 2 | 1 | Brinell bo`yicha qattqlik qanday belgilanadi?                                                                      | *NV                                                               | NS                                                         | NK                                                       | NP                                                      |
| 1 | 2 | 1 | Rokvell bo`yicha qattqlik qanday belgilanadi?                                                                      | *NR                                                               | NS                                                         | NK                                                       | NU                                                      |
| 1 | 2 | 1 | Vickers bo`yicha qattqlik qanday belgilanadi?                                                                      | * NV                                                              | NS                                                         | NV                                                       | NU                                                      |
| 1 | 2 | 1 | Uglerodning suyuqlanish temperaturasi?                                                                             | * 3500 <sup>0</sup> C                                             | 2500 <sup>0</sup> C                                        | 1500 <sup>0</sup> C                                      | 2000 <sup>0</sup> C                                     |
| 1 | 2 | 1 | Metallarga biror kuch ta`sir ettirilganda metall shaklining uzgarishi nima deyiladi?                               | * deformasiya;                                                    | korroziya;                                                 | rekristallanish;                                         | kristallanish;                                          |
| 1 | 2 | 1 | <b>Metallga ta`sir ettirilgan kuch olingandan keyin metall asli xoliga kelmasa:</b>                                | * plastik deformasiya deyiladi;                                   | metallning emirilishi deyiladi;                            | elastik deformasiya deyiladi;                            | kristallanish markazlari deyiladi;                      |
| 1 | 2 | 1 | Sterjen nima yordamida tayyorlanadi?                                                                               | * Sterjen yahigi                                                  | Sterjen qolipi                                             | Sterjen modeli                                           | Sterjen opokasi                                         |
| 1 | 2 | 2 | Metallarda kristal panjaralarning atom zichligi eng kup bo`lgan tekislik qanday tekislataik deb ataladi ?          | * Kristallografik tekislik .                                      | Atomlar tekisligi .                                        | Geksogonal tekislik .                                    | Uklari markazlashgan tekislik .                         |
| 1 | 2 | 2 | Bir butunlik xamda mustaxkamlikni ta`minlovchi yumshok va kattik fazalar aralashmasidan iborat murakkab jism nima. | * kompozision materiali                                           | sikish materiali                                           | preslash materiali                                       | koliplash materiali                                     |
| 1 | 2 | 2 | Polimerlar qanday fizik xolatda bulishi mumkin.                                                                    | * kristal xolatda okuvchan xolatda.                               | shishasimon xolatda.                                       | yukori elektrik va kovushkok xolatda.                    | Egoch xolatda                                           |
| 1 | 2 | 2 | Perlit nima?                                                                                                       | * ferrit va sementitning mexanik aralashmasi                      | uglerod va temirning kattik eritmasi                       | uglerod va sementitning ximyaviy birikmasi               | uglerodning y temirdagi kattik eritmasi                 |
| 1 | 2 | 2 | Austenit nima?                                                                                                     | * Uglerodning $\gamma$ temirdagi kattik eritmasi                  | ferrit va sementitning mexanik aralashmasi                 | uglerod va temirning kattik eritmasi                     | uglerod va sementitning ximyaviy birikmasi              |
| 1 | 2 | 2 | Austenitli po`lat deb nimaga aytiladi ?                                                                            | * $\alpha$ - fazadan iborat ;                                     | legirlovchi element mikdoriga;                             | uglerodli va legirlangan po`latlarga;                    | tugri javob yuk                                         |
| 1 | 2 | 2 | Quyma deb nimaga aytiladi?                                                                                         | * Quyma deb suyuqlantirilgan metalni ma`lum shaklli qolipga solib | Quyma deb suyuqlantirilgan metaldan olingan xom ashyo yoki | Quyma deb metalni yog`och qolipga solib kristallantirish | Quyma deb metalni yog`och qolipga solib kristallantiris |

|   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                        |                                  |                                            |                                                  |
|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                | kristallantirish orqali olingan xom ashyo yoki tayyor detalga aytiladi | tayyor detalga aytiladi          | orqali olingan xom ashyoga aytiladi        | h orqali olingan detalga aytiladi                |
| 1 | 2 | 2 | Sterjenning vazifasi nima?                                                                                                                                                                                                     | * Quymadagi ichki bo'shliqlarni hosil qilish                           | Quymani aniqligini oshirish      | Suyuq metallning ravon oqishini ta'minlash | Qolip mustahkamligini ta'minlash                 |
| 1 | 2 | 2 | Sterjenning mustahkamligi qanday oshiriladi?                                                                                                                                                                                   | * Ichki qismiga metall karkas o'rnatiladi                              | Zichlanadi                       | Pishiriladi                                | Maxsus kimyoviy reagentlar qo'shiladi            |
| 1 | 2 | 3 | Austenit tarkibida $1145^{\circ}C$ da qancha miqdorgacha uglerod mavjud bulishi mumkin?                                                                                                                                        | * 2 %                                                                  | 0,2 %                            | 0,02 %                                     | 0,08 %                                           |
| 1 | 2 | 3 | Sterjen yashigi necha qismdan iborat?                                                                                                                                                                                          | * 2                                                                    | 3                                | 4                                          | 5                                                |
| 1 | 3 | 1 | Margans bilan legirlangan latunlar qayerda ishlatiladi.                                                                                                                                                                        | * kemasozlikda.                                                        | mashinasozlikda                  | samalyotsozlik da.                         | xech qayerda.                                    |
| 1 | 3 | 1 | Konsentrat pishirilgandan keyin _____ hosil bo'ladi.                                                                                                                                                                           | * shteyn                                                               | konsentrat                       | xomaki mis                                 | tayyor mis                                       |
| 1 | 3 | 1 | Quyida qanday jixozning ta'rifi keltirilgan? ..... bu qumdan, metallar qotishmalaridan yoki ayrim hollarda olovbardosh materialardan tayyorlanadi va hosil qilinishi zarur bo'lgan detal shakli bilan o'xshash bo'shliqqa ega. | * Qolip                                                                | Model                            | Opoka                                      | Sterjen                                          |
| 1 | 3 | 1 | Quymakorlik taxminan qachon paydo bo'lgan?                                                                                                                                                                                     | * Eramizdan 5000 yil oldin                                             | Eramizdan 2000 yil oldin         | Eramizdan 500 yil oldin                    | Eramiz boshlarida                                |
| 1 | 3 | 1 | Metall kesish dastgohlari massasining qanchasini quyma detallar tashkil qiladi?                                                                                                                                                | * 80%                                                                  | 100 %                            | 50-60 %                                    | 68 %                                             |
| 1 | 3 | 1 | Quymakorlikda eng ko'p qaysi qotshma foydalaniladi?                                                                                                                                                                            | * Cho'yan                                                              | Po'lat                           | Bronza                                     | Latun                                            |
| 1 | 3 | 1 | Qolip aralashmasining asosiy qismini qaysi element tashkil qiladi?                                                                                                                                                             | * Kvars qumi                                                           | Gil                              | Qum tuproq                                 | Suyuq shisha                                     |
| 1 | 3 | 1 | Bir martali qoliplar qanday materialdan tayyorlanadi?                                                                                                                                                                          | * Qolip aralashmasidan                                                 | Gildan                           | Kvars qumidan                              | Suyuq shishadan                                  |
| 1 | 3 | 1 | Modelning vazifasi nima?                                                                                                                                                                                                       | * Qolipda detal shaklining izini hosil qilish                          | Qolipda detal hosil qilish uchun | Qotishmani suyuqlantirish                  | Suyuq metalni qolipga ravon kirishini ta'minlash |

|   |   |   |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                     |                                                                 |                                              |
|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 3 | 1 | Modellar necha xil bo`ladi?                                                                                   | * 2                                                                                                           | 1                                                   | 3                                                               | 4                                            |
| 1 | 3 | 1 | Metall qoliplar qachon qo`llanilishi mumkin?                                                                  | * Ommaviy va Yirik seriyali ishlab chiqarishda                                                                | Yirik seriyali ishlab chiqarishda                   | Yakkalab ishlab chiqarishda                                     | Seriyali ishlab chiqarishda                  |
| 1 | 3 | 1 | Quyish sistemasi nima?                                                                                        | * Suyuq metallni qolipga solish uchun mo`ljallangan kanallar tizimi                                           | Suyuq metaldan shlakni ajratuvchi tizim             | Qolipning kengaygan qismi                                       | Qolip aralashmasini ng tarkibiy qismi        |
| 1 | 3 | 2 | Qalay latunlar qaysi muxitda yaxshi ishlaydi.                                                                 | * agrissiv                                                                                                    | prograssiv                                          | issik muxitda                                                   | sovuqda                                      |
| 1 | 3 | 2 | Qoliplar necha turga bo`linadi?                                                                               | * 3                                                                                                           | 1                                                   | 2                                                               | 4                                            |
| 1 | 3 | 2 | Opokaning vazifasi nimadan iborat?                                                                            | * Qum qolip tayyorlashda modelning shaklini hosil qilish va uni zichlashda qutti (yashik) vazifasini bajaradi | Modelni maxkamlash vazifasini bajaradi              | Qolip aralashmasini tayyorlashda ishlatiladi                    | Quymakorlik da opoka ishlatilmaydi           |
| 1 | 3 | 2 | Opokalar qanaqa materiallardan tayyorlanadi?                                                                  | * Po`lat listlardan payvandlab va cho`yandan quyma qilib                                                      | Po`lat listlardan payvandlab va yog`ochdan mixlab   | Cho`ndan quyma qilib va yog`ochdan mixlab                       | Cho`ndan quyma qilib yoki gipsdan            |
| 1 | 3 | 2 | Doimiy qoliplar qanday materialdan tayyorlanadi?                                                              | * Metall qotishmalaridan                                                                                      | Sementdan                                           | Yog`ochdan                                                      | Qolip aralashmasida n                        |
| 1 | 3 | 2 | Olovbardosh materiallardan tayyorlangan qoliplar qanday nomlanadi?                                            | * Yarimdoimiy qoliplar                                                                                        | Doimiy qoliplar                                     | Bir martali qoliplar                                            | Sintetik qoliplar                            |
| 1 | 3 | 2 | Metalldan tayyorlangan qolip qanday ataladi?                                                                  | * Kokil                                                                                                       | Model                                               | Opoka                                                           | Sterjen yashigi                              |
| 1 | 3 | 2 | Stoyak, quyish chashkasi, ta`minlagich, shlak ushlagich va vo`por birgalikda qanday umumiy nom bilan ataladi? | * Quyish sistemasi                                                                                            | Quymakorlik elementlari                             | Quyish bazasi                                                   | Quyma chiqirlari                             |
| 1 | 3 | 2 | Qolip aralashmasi vazifasiga ko`ra necha turga bo`linadi?                                                     | * 3                                                                                                           | 4                                                   | 2                                                               | 5                                            |
| 1 | 3 | 2 | Qolip aralashmasiga qo`shiladigan suyuq shishaning vazifasi nima?                                             | * Qolip aralashmasini tez qotishini ta`minlash                                                                | Qolip aralashmasining issiqbardoshligini ta`minlash | Qolip aralashmasinin g metallga yopishib qolishini oldini olish | Qolipdan quymani oson ajralishini ta`minlash |

|   |   |   |                                                                                                                           |                                                                                                                                   |                                                                                               |                                                                               |                                                                                               |
|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 3 | 2 | Qoplovchi qolipni aralashmasi ishlatiladi?                                                                                | * Qolipning yuza (suyuq metall bilan ta'sirlashuvchi) qismini to'ldirishda                                                        | Qolipning suyuq metall bilan ta'sirlashmaydigan qismini to'ldirishda                          | Qolipning quyish tizimini hosil qilishda                                      | Qolipni to'liq qismini tayyorlashda                                                           |
| 1 | 3 | 2 | Suyuq metall qolipni qancha vaqtda to'ldirishi kerak?                                                                     | * 0,5-1,5 minutda                                                                                                                 | 2-5 minutda                                                                                   | 20-25 minutda                                                                 | 10-15 minutda                                                                                 |
| 1 | 3 | 3 | Ferro-titanitning legirlangan temir qotishmalari tashkil kilib unga necha foiz titan karbit kushimcha sifatida kushiladi. | * 10 – 75%                                                                                                                        | 10 – 25%                                                                                      | 10 – 45%                                                                      | 10 – 95%                                                                                      |
| 1 | 3 | 3 | Elektrodvigatellarning korpuslar qanday materiallardan tayyorlanadi?                                                      | * Quymakorlik po'latlaridan                                                                                                       | Kulrang cho'yandan                                                                            | Ligerlangan cho'yandan                                                        | Ligerlangan po'latlardan                                                                      |
| 1 | 3 | 3 | Sterjen yashigi qannaqa materialdan tayyorlanadi?                                                                         | * Yog'ochdan yoki metall qotishmalaridan                                                                                          | Gips yoki yog'ochdan                                                                          | Sementdan va metall qotishmalaridan                                           | Yog'ochdan yoki sementdan                                                                     |
| 1 | 4 | 1 | Cho'yan deb nimaga aytiladi?                                                                                              | * Tarkibida 2,14 % dan 6,67 %gacha uglerod va Si, Mn, S, P kabi qushimchalar bo'lgan temir uglerod qotishmasiga Cho'yan deyiladi. | Tarkibida 2,14 % dan 6,67 %gacha uglerod bo'lgan temir uglerod qotishmasiga Cho'yan deyiladi. | Tarkibida Si, Mn, S, P kabi qushimchalar bo'lgan qotishmaga Cho'yan deyiladi. | Tarkibida 0,02 % dan 2,14 %gacha uglerod bo'lgan temir uglerod qotishmasiga Cho'yan deyiladi. |
| 1 | 4 | 1 | Cho'yanning tez sovugan joylarida nima xosil bo'ladi ?                                                                    | * grafit;                                                                                                                         | fosforit;                                                                                     | sementit;                                                                     | evtektika;                                                                                    |
| 1 | 4 | 1 | Cho'yan qaysi pechlarda olinadi?                                                                                          | * Domna                                                                                                                           | Elektr pechlarda                                                                              | Marten pechida                                                                | Induksion pechlarda                                                                           |
| 1 | 4 | 1 | <b>Suyuk kotishmadan yoki austinetdan qanday rangdagi Cho'yan xosil bo'ladi?</b>                                          | * oq rangdagi;                                                                                                                    | kuk rangdagi;                                                                                 | kora rangdagi;                                                                | rangsiz ;                                                                                     |
| 1 | 4 | 1 | Modellar nima maqsadda ranglanadi?                                                                                        | * Modelning qannaqa qotishma uchun mo'ljallanganligi ni aniqlash uchun                                                            | Modelni chiroyli ko'rinishini ta'minlash maqsadida                                            | Model chidamliligini oshirish uchun                                           | Modelni qolip aralashmasida oson ajralishini ta'minlash uchun                                 |
| 1 | 4 | 1 | Ko'p hollarda qolip necha qismdan iborat bo'ladi?                                                                         | * 2                                                                                                                               | 3                                                                                             | 4                                                                             | 12                                                                                            |
| 1 | 4 | 2 | Cho'yanda profillanish darajasini oshiruvchi omillar.                                                                     | * uglerod, kremniy, sovutish tezligi;                                                                                             | uglerod, oltingugurt;                                                                         | marganes va sovutish tezligi;                                                 | fosfor va kremniy;                                                                            |

|   |   |   |                                                                                                                            |                                                         |                                                           |                                                   |                                                               |
|---|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | 4 | 2 | Cho`yanlardagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish necha gradusgacha qizdiriladi?                                            | * 500 <sup>0</sup> – 600 <sup>0</sup> C ;               | 400 <sup>0</sup> – 300 <sup>0</sup> C ;                   | 500 <sup>0</sup> – 400 <sup>0</sup> C ;           | 300 <sup>0</sup> – 200 <sup>0</sup> C ;                       |
| 1 | 4 | 2 | Cho`yan takibida qanday doimiy qo`shimchalar mavjud bo`ladi?                                                               | * C, Cr, Mn, Si                                         | C, O <sub>2</sub> , Mn, Si                                | P, S, Mn, Si                                      | P, Cr, Mn, Si                                                 |
| 1 | 4 | 2 | Cho`yanda temir fosforli joylarning bo`lishi Cho`yanni qanday xossasini oshiradi?                                          | * qattikligi ;                                          | qattikligi;                                               | suyuqligi va yoyilishi;                           | oquvchanligi;                                                 |
| 1 | 4 | 2 | Modellar qanday hollarda metall (alyuminiy) qotishmalaridan tayyorlanadi?                                                  | * Bitta detaldan ko`plab ishlab chiqarganda             | Yog`och topilmaganda                                      | Yakkalab ishlab chiqarishda                       | Detal shakli soda bo`lganda                                   |
| 1 | 5 | 1 | Foydali xajmi 2700m <sup>3</sup> bo`lgan domna pechining umumiy ogirligi qancha?                                           | * 200 000 tonna                                         | 100 000 tonna                                             | 300 000 tonna                                     | 290 000 tonna                                                 |
| 1 | 5 | 1 | Domna pechida eng kup qaysi yoqilg`i dan foydalaniladi?                                                                    | * Koks                                                  | Mazut                                                     | Generator                                         | Toshkumir                                                     |
| 1 | 5 | 1 | Domna pechi necha kismdan iborat?                                                                                          | * 5                                                     | 6                                                         | 2                                                 | 4                                                             |
| 1 | 5 | 1 | Domna pechi qancha vaqt mobaynida tuxtovsiz ishlashi mumkin.                                                               | * 4 – 8 yil                                             | 6 – 8 oy                                                  | 3 – 4 yil                                         | 1 – 2 yil                                                     |
| 1 | 5 | 2 | Domna pechining to`zilishi tugri kursatilgan qatorni aniklang (yuqoridan pastga tomon)                                     | * Koloshnik, shaxta, raspar, zaplechnik, gorn           | Koloshnik, raspar, shaxta, gorn                           | Koloshnik, raspar, shaxta, zaplechnik, gorn, koks | Gorn, raspar, koloshnik, zaplechnik, koks                     |
| 1 | 5 | 2 | Domna pechining qaysi qismida yoqilg`i uglerodi yona boshlaydi?                                                            | * Furma oldida                                          | Shaxtada                                                  | Gornda                                            | Koloshnikda                                                   |
| 1 | 5 | 2 | Temir oksidlaridan sof temir qaysi komponent yordamida kaytariladi?                                                        | * SO yordamida                                          | SO <sub>2</sub> yordamida                                 | S yordamida                                       | (ON) yordamida                                                |
| 2 | 1 | 1 | Odatda po`lat tarkibida uglerod bo`ladi va bu po`lat tarkibida uglerod ishga yarakli bulishi uchun necha mikdorda bo`ladi? | * 1,6%;                                                 | 1,7%;                                                     | 1,8%;                                             | 1,9%;                                                         |
| 2 | 1 | 1 | Asosan konstruksion po`latlar nima maqsadda ishlatiladi?                                                                   | * inshootlarni qurishda                                 | mashina vositalarini qurishda;                            | samolyotsozlik da;                                | kemasozlikda ;                                                |
| 2 | 1 | 2 | Legirlovchi elementlarning po`lat xossalriga alyuminiyning ta`siri qanday.                                                 | * u alyuminiy po`latning kuyundibardoshligini oshiradi. | u alyuminiy po`latning kislotabardoshligi ni pasaytiradi. | u alyuminiy po`latning kovushkokligini oshiradi.  | u alyuminiy po`latning magnitaviy xossalari barkeror bo`ladi. |



|   |   |   |                                                                                                                    |                                                                                           |                                                                     |                                                       |                                              |
|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 2 | 1 | 2 | Kobaltning po`latga ta'siri.                                                                                       | * po`latning issikbardoshligini zarbiy kovushkokligini va magnitaviy xossalarni oshiradi. | po`latning payvandi konstruksiyalarda karroziyalanishga kamaytiradi | po`latningdonal arini maydalab kattikligini oshiradi. | po`latni puxta kiladi.                       |
| 2 | 1 | 3 | Konstruksion po`latlar tarkibidagi uglerod mikdorini aniklang?                                                     | * 0,02 %dan;                                                                              | 0,6 %dan;                                                           | 0,7 %dan;                                             | 0,3 %dan;                                    |
| 2 | 2 | 1 | Legirlangan po`latlar qanday maqsadlarda ishlatilishiga karab qanday sinflarga bulinadi.                           | * konstruksion va asbobsozlik .                                                           | konstruksion asbobsozlik.                                           | evtektoidgacha evtekoddan kiyin.                      | peremet martensit va austenit.               |
| 2 | 2 | 2 | Po`latga nima uchun legirlovchi element qushiladi ?                                                                | * Ferrit fazasini mustaxkamligini oshirish;                                               | zarbiy qovushkoklikni oshirish uchun;                               | konstruksion po`latga chektugri; quyish uchun;        | xamma javob tugri;                           |
| 2 | 2 | 2 | Po`lat olishning qanday usullari mavjud?                                                                           | * Konvertor, Marten, elektr usul                                                          | Konvertor, elektr usul, domna usuli                                 | Domna usuli, konvertor, elektroliz                    | Flotasiya usuli, marten usuli                |
| 2 | 2 | 2 | <b>Po`latni strukturasini uzgartirish uchun odatda boshka kushimchalar kushiladi. Bular:</b>                       | * legirlovchi elementlar;                                                                 | konstruksion po`latlar;                                             | asbobsozlik po`latlari;                               | uglerodli po`latlar;                         |
| 2 | 2 | 2 | Po`latning tarkibida marganes bulsa u qanday ataladi                                                               | * marganesli po`lat.                                                                      | kremniylik po`lat.                                                  | legirlangan po`lat.                                   | maxsus po`lat                                |
| 2 | 2 | 2 | Legirlangan po`latlar qanday maqsadlarda ishlatilishiga karab qanday sinflarga bulinadi.                           | * konstruksion va asbobsozlik .                                                           | konstruksion asbobsozlik.                                           | evtektoidgacha evtekoddan kiyin.                      | peremet martensit va austenit.               |
| 2 | 2 | 2 | Asbobsozlik po`latlari qanday markalanadi?                                                                         | *u                                                                                        | R                                                                   | A                                                     | X                                            |
| 2 | 2 | 3 | Tarkibida 1.45- 1.70% uglerod 11.0-12.5% xrom va 0.5-0.8% molibdin bo`lgan asbobsozlik po`lati qanday belgilanadi. | * X12M                                                                                    | A20M4                                                               | 12C7                                                  | X18C10                                       |
| 2 | 2 | 3 | Kam legirlangan po`latlarda legirlovchi barcha elementlarning umumiy mikdori qancha .                              | * 2.5%dan oshmaydi.                                                                       | 10%dan ortiq.                                                       | 2.5dan 10%gacha                                       | 2.5%dan kam.                                 |
| 2 | 3 | 3 | Material qancha tempraturada va necha soat davomida 115Mpa kuchlanishga chidaydi.                                  | * 1000 <sup>0</sup> C 100 soat                                                            | 1060 <sup>0</sup> C 100 soat                                        | 10550 <sup>0</sup> C 100 soat                         | 4500 <sup>0</sup> C 100 soat                 |
| 2 | 4 |   | Bronza deb nimaga aytiladi?                                                                                        | * Bronza deb misning ruxdan tashqarii boshqa elementlar bilan qotishmasiga aytiladi       | Bronza misning Rux bilan qotishmasi                                 | Misning korroziyabardo sh qotishmasiga aytiladi.      | Misning sariq rangli qotishmalariga aytiladi |

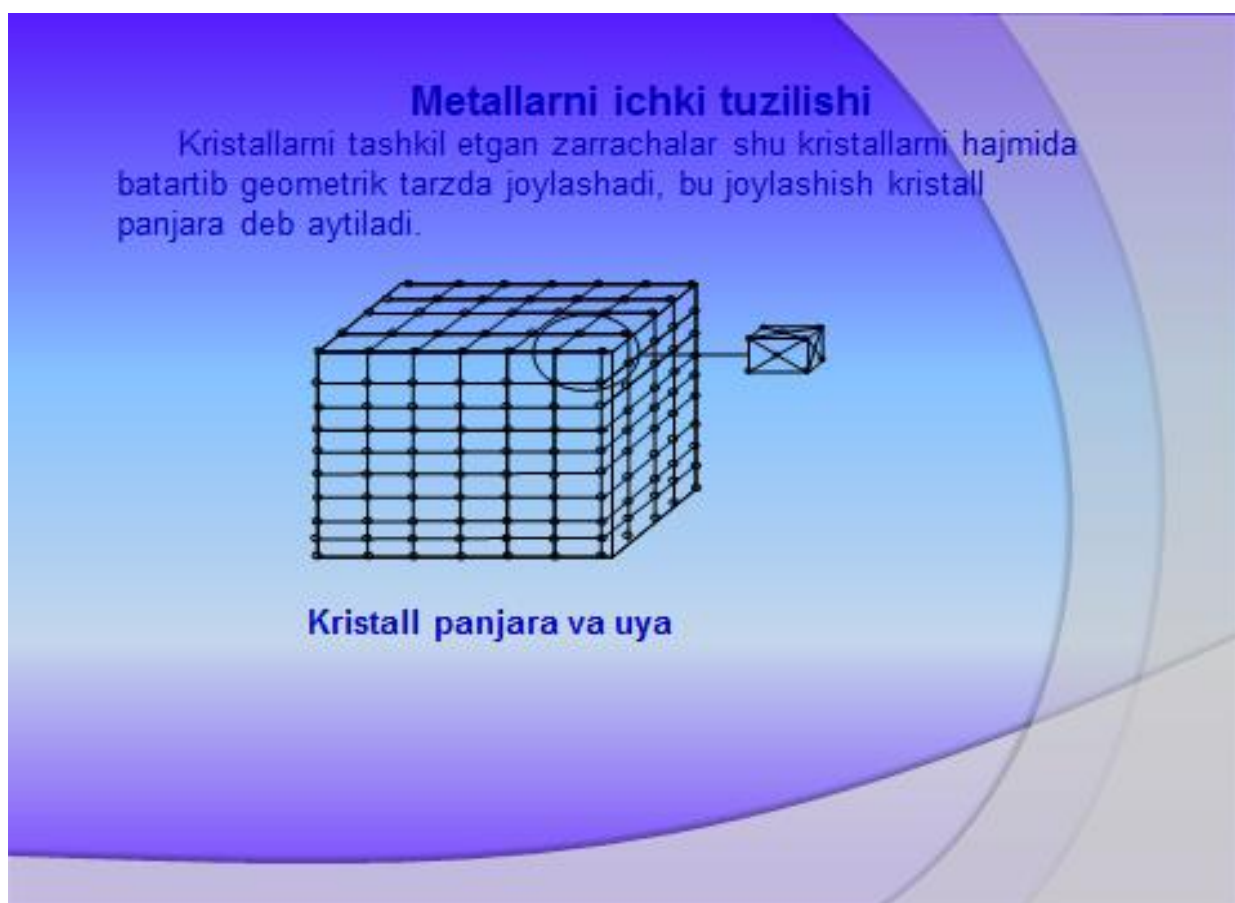
|   |   |   |                                                                                                                              |                                  |                                  |                                 |                         |
|---|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 2 | 4 | 1 | Mis qotishmalarida nima asosiy legirlovchi xisoblanadi.                                                                      | * rux                            | qo`rg`oshin                      | alyuminiy.                      | kremniy                 |
| 2 | 4 | 1 | Mis kotishmasining eng muximi qaysilar.                                                                                      | * latun, bronza                  | Qalay                            | Bronza                          | latun`                  |
| 2 | 4 | 1 | Misning suyuqlanish temperaturasi nechaga teng.                                                                              | * $1083^{\circ}C$                | $1084^{\circ}C$                  | $2000^{\circ}C$                 | $2005^{\circ}C$         |
| 2 | 4 | 1 | Latun qanday xarf bilan belgilanadi.                                                                                         | * L                              | P                                | M                               | D                       |
| 2 | 4 | 1 | Mis rudalari qanday usulda boyitiladi?                                                                                       | * Flotasiya usulida              | Elektroliz usulida               | Yuvish usulida                  | Elektromagnit usulida   |
| 2 | 4 | 1 | Magnezit bu -                                                                                                                | * Magniy rudasi                  | Titan rudasi                     | Temir rudasi                    | Mis rudasi              |
| 2 | 4 | 1 | Br.AJN qaysi materialning markasi?                                                                                           | * Bronzaning                     | Latunning                        | Ligerlangan po`latning          | Ligerlangan cho`yanning |
| 2 | 4 | 2 | Misni qanday yul bilan mustaxkamligini texnologik xossalari antifraksion va boshka maxsus xususiyatlarini boshkarish mumkin. | * Legirlash yuli bilan.          | kristal panjara orkali.          | karroziya bilan.                | sovitish orkali.        |
| 2 | 4 | 2 | Alyuminiy rudalarini sanab bering.                                                                                           | * Boksit, kaolin, granit, alunit | Boksit, kaolin, nefelin, alunit, | Boksit, kaolin, nefelin, grafit | Boksit, kaolin          |
| 2 | 4 | 2 | Bir tonna alyuminiy ishlab chiqarish uchun qancha elektr energiya talab etiladi.                                             | * 15-16 ming Kvt/s               | 11-12 ming Kvt/s                 | 16,5-18 ming Kvt/s              | 15 ming Kvt/s           |
| 2 | 4 | 2 | Mis rudalari qancha % dan boshlab boy hisoblanadi?                                                                           | * 3% yuqori                      | 2% yuqori                        | 8% yuqori                       | 9% yuqori               |
| 2 | 4 | 2 | Mis rudasi botilgandan keyin qanday modda hosil qilinadi?                                                                    | * konsentrat                     | shteyn                           | xomaki mis                      | tayyor mis              |
| 2 | 4 | 2 | Misning qanday qotishmalari ishlatiladi?                                                                                     | * Bronza, Latun                  | Ilminit, Bronza                  | Mis kuparosi, Latun             | Nixrom, Fexral          |
| 2 | 4 | 2 | Titanning eng ko`p tarqalgan rudasi qanday nomlanadi?                                                                        | * Rutil, Il`menit                | Rutil, Magnezit                  | Sfen, Perovskit                 | Rutil, Sfen             |
| 2 | 4 | 2 | Titan rudasi tarkibidagi titan oksidlari qanday qaytariladi?                                                                 | * Xlor yordamida                 | SO gazi yordamida                | Suv bug`i yordamida             | Kuydirib                |
| 2 | 4 | 2 | Titan qanday usulda tozalanadi.                                                                                              | * Distillash usulida             | Elektroliz usulida               | Kuydirib                        | Suyuqlantirilib         |
| 2 | 4 | 2 | Alyuminiyning suyuqlanish temperaturasi?                                                                                     | * $658^{\circ}C$                 | $250^{\circ}C$                   | $550^{\circ}C$                  | $440^{\circ}C$          |

|   |   |   |                                                                                                                           |                                                                     |                            |                          |                      |
|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| 2 | 4 | 2 | Ferro-titanitning legirlangan temir qotishmalari tashkil kilib unga necha foiz titan karbit kushimcha sifatida kushiladi. | * 10 – 75%                                                          | 10 – 25%                   | 10 – 45%                 | 10 – 95%             |
| 2 | 4 | 2 | Br.AJN 10-4-4 qotishmaning tarkibida necha foiz «Qalay» bor?                                                              | * 10 %                                                              | 4 %                        | 14 %                     | 8 %                  |
| 2 | 4 | 2 | Bosim ostida qanday materiallardan quymalar olinadi?                                                                      | * Rangli metall qotishmalari, zanglamas va o'tga chidamli po'latlar | Rangli metall qotishmalari | Barcha turdagi po'latlar | Marganesli po'latlar |

## MATERIALSHUNOSLIK»

### o'quv fanidan

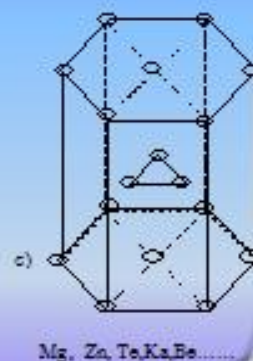
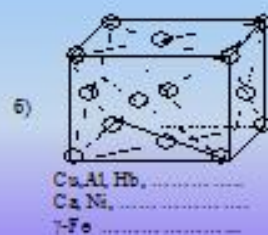
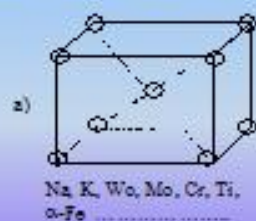
### Tarqatma materiallar



Rentgen nurlari yordamida tekshirishlar aksari metallarning kristall panjaralarini turi quyidagicha

### Kristall panjarani turi.

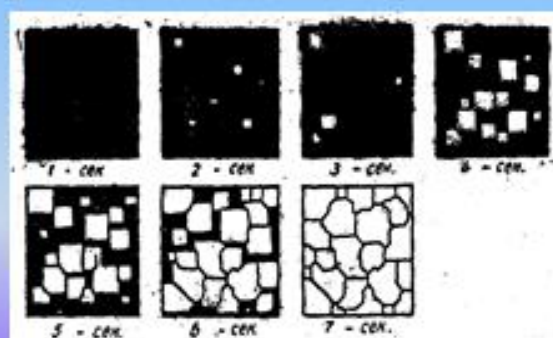
- a) Markazlashgan kub panjara.
- b) Tomonlari markazlashgan kub panjara.
- s) Geksogonal panjara.



Atomlarni muayyan tartibda joylashuvi natijasida hosil bo'ladigan geometrik jihatdan to'g'ri shakl, butun kristall yoki mono kristall deb yuritiladi.

Odatda kristall soviyotgan suyuq metall ichida sodir bo'la boshlaydi.

Kristall jismlar ma'lum bir temperaturada suyuq holatdan qattiq holatga va aksincha suyuq holatga o'tadi.



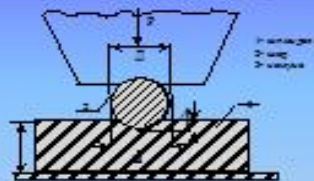
Kristallanish jarayonini etaplari.

### Metallarni mexanik xossalari.

Metallarni mexanik xossalari: mustahkamlik, qattqlik, egiluvchanlik, plastikklik va xakazolar.

Bunda har xil metal namunalari mashinalarda sinab ko'riladi. (metallar qarshiligi fanida namunalarni sinash to'la o'rganiladi)

Ushbu bo'limda, faqat metallarni qattqligiga to'xtashga to'g'ri keladi. Chunki mashinasozlik sanoatida metallarni qattqligini o'zgartirish usullari mavjud.



Qattqlikning sinash sxemasi.

Qattqlik qiymati N bilan belgilanadi va aniqlash usulining indeksi quyiladi.

$$HB = \frac{P}{F} \text{ N/mm}^2$$

bunda, R-sharikka quyilgan kuch, N  
F- shar qoldirgan izni yuzasi, mm<sup>2</sup>

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{2} - \frac{\pi \cdot D}{2} \sqrt{D^2 - d^2} \text{ mm}^2$$

bunda, D-sharni diametri, mm  
d-izni diametri, mm.

### Qotishmalar haqida ma'lumotlar.

Ikki va undan ortiq elementlarni birga suyuqlantirish yo'li bilan olingan murakkab jism qotishma deb aytiladi. Misol, cho'yan, po'lat, bronza va h.z

**Mexanik aralashma.** Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarni atomlari kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay, bir-biridan qochsa, qotishma tarkibiga kiruvchi har bir element atomlari qattiq holatda mustaqil kristallar hosil qiladi

**Ximiyaviy birikma.** Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida o'zaro ximiyaviy ta'sir etsalar bunday elementlar qotgach ximiyaviy birikma hosil qiladi

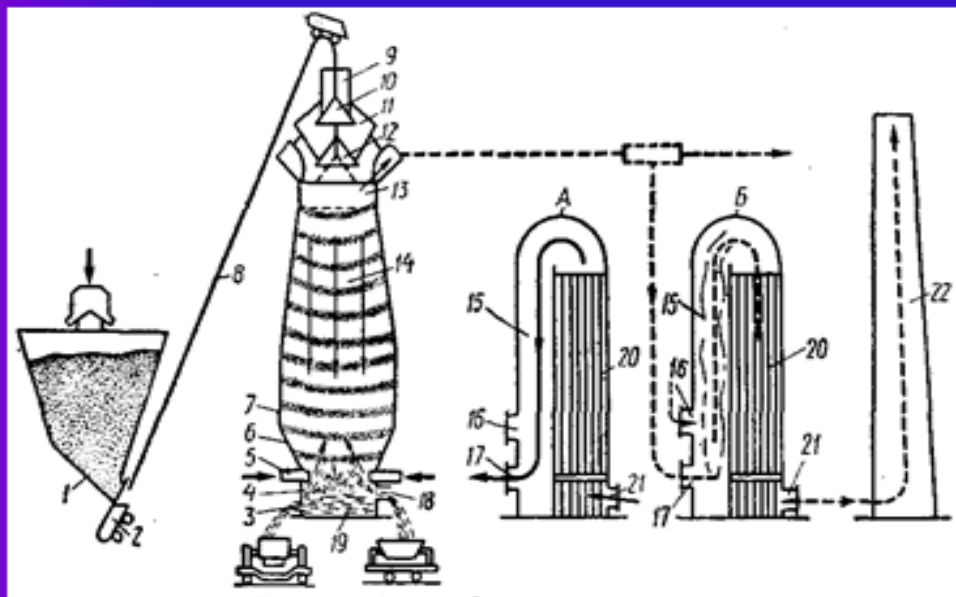
**Qattiq eritma.** Qotishmaga kiruvchi elementlar biri ikkinchisida erib, qotganda sof metal kabi kristal panjarali struktura hosil qiladi.



Kristal panjaralarda atomlarni joylashish sxemasi



## Domna pechi va uning yordamchi qurilmalari.

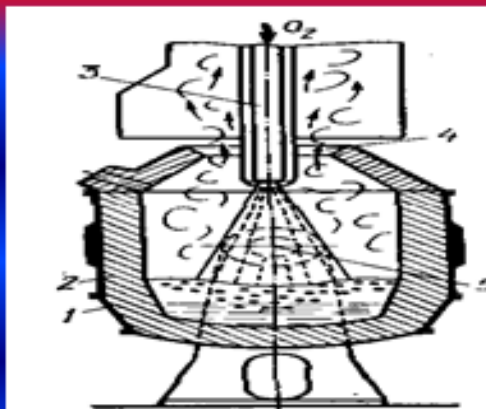


## Kislorodli konvertorlarda po'lat olish.

Kislorod konvertorlarida olingan po'latlarni sifati ancha yuqori bo'ladi. Kislorod ustki qismidan sovutiladigan furmalar orqali kislorod haydalib, uni ko'tarib va tushirish dvigateli yuritma yordamida bajariladi. Furma kanali metal sirtidagi 300-700 mm uzoqlikda joylashgan. Berilayotgan kislorodni bosimi 10-20 atm tezligi 97-99 %, bir tonna po'lat olish uchun bir minutda 2.2-4.5 m<sup>3</sup> kislorod haydaladi. Jarayon uzoqligi pech hajmiga qarab 30-60 minut. Hozir kislorodli konvertorlarni hajmi V=100-300 t hajmi 500 t ligi ham mavjud.

Konvertorni sxemasi.

- 1.konvertor devori.
- 2.po'lat qobiq.
- 3.kislorod kanali.
- 4.bo'giz



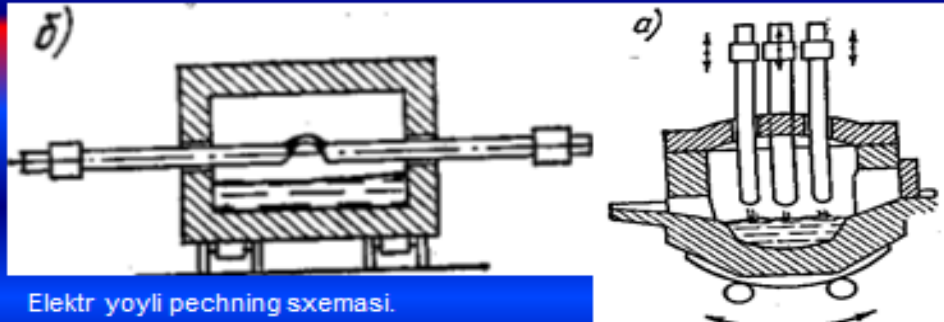


## *Elektr pechlarda po'lat olish.*

Elektr pechlarda jarayonni boshqarish aniq bo'lganligi uchun berilgan tarkibli po'latni olish mumkin. Hozirgi vaqtda elektr pechlari bilan kam uglerodli po'latni eritib olish mumkin. Ishlatiladigan elektr pechlari 2 xil bo'ladi

1. Elektr yoy pechlari. 2. Induksion elektr pechlari.

Elektr yoy pechlari, tuzilishi sodda, boshqarish qulay. Elektr energiyasidan foydalanish koeffitsenti turli markadagi po'latlarni arzon shixta materiallardan olish mumkin. Shunday afzallik tomonlari uchun sanoatda keng ishlatiladi.



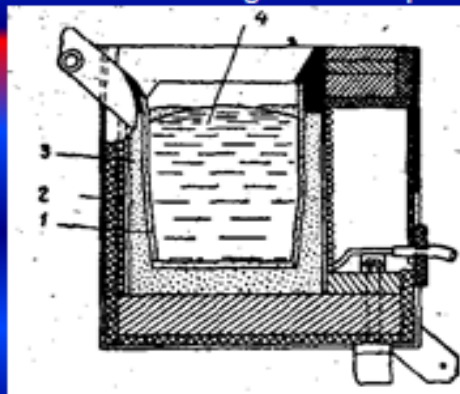
Elektr yoyli pechning sxemasi.

a) vertikal joylashgan elektr yoy pechi

b) gorizantal joylashgan

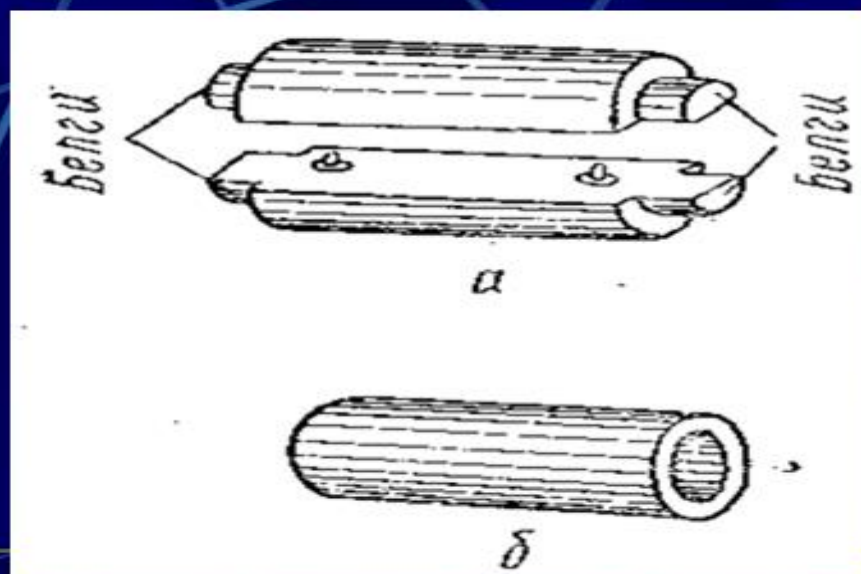
## *Yuqori chastotali induktsion elektr pechlarida po'latlarni olish.*

Ayrim hollarda sanoatda po'lat eritish uchun yuqori chastotali induktsion elektr pechlardan foydalaniladi. Bunday elektr pechlarini ishi elektromagnit energiyasini induktsion yo'l bilan o'zgartirishga asoslangan. Bunday elektr pechi o'ziga xos havo transformatori bo'lib uni birlamchi cho'lg'ami mis trubasi ikkinchisi cho'lg'ami esa pechni tigelig'a solinadi.

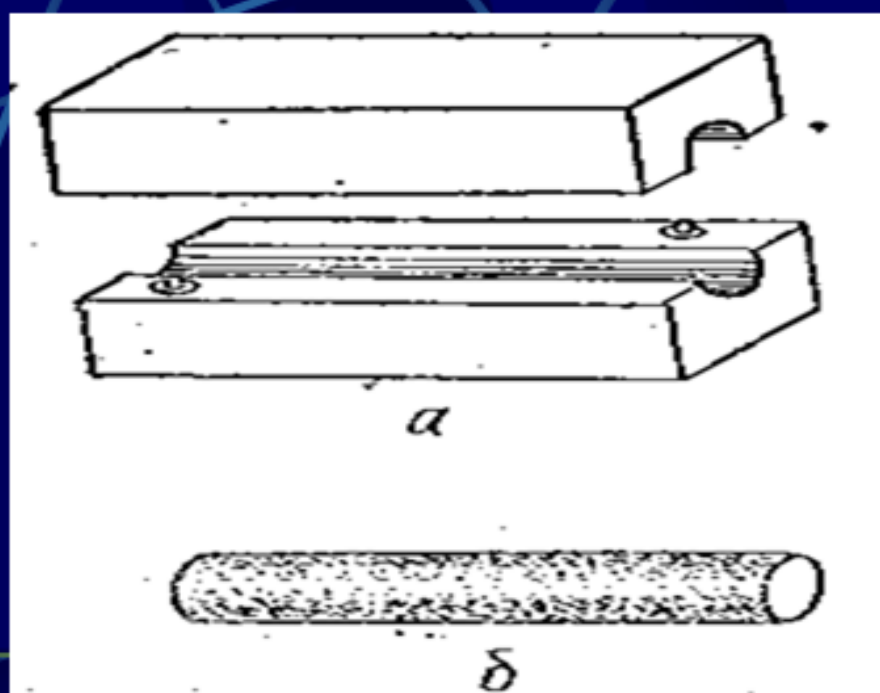


Elektr induktsion pechning sxemasi.

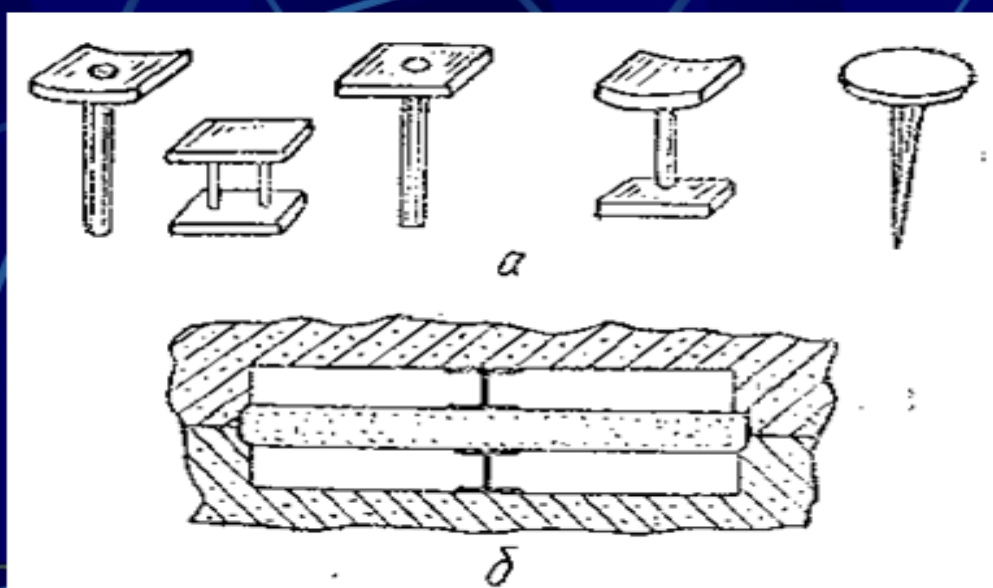
## Tayyor detall va uning modeli.



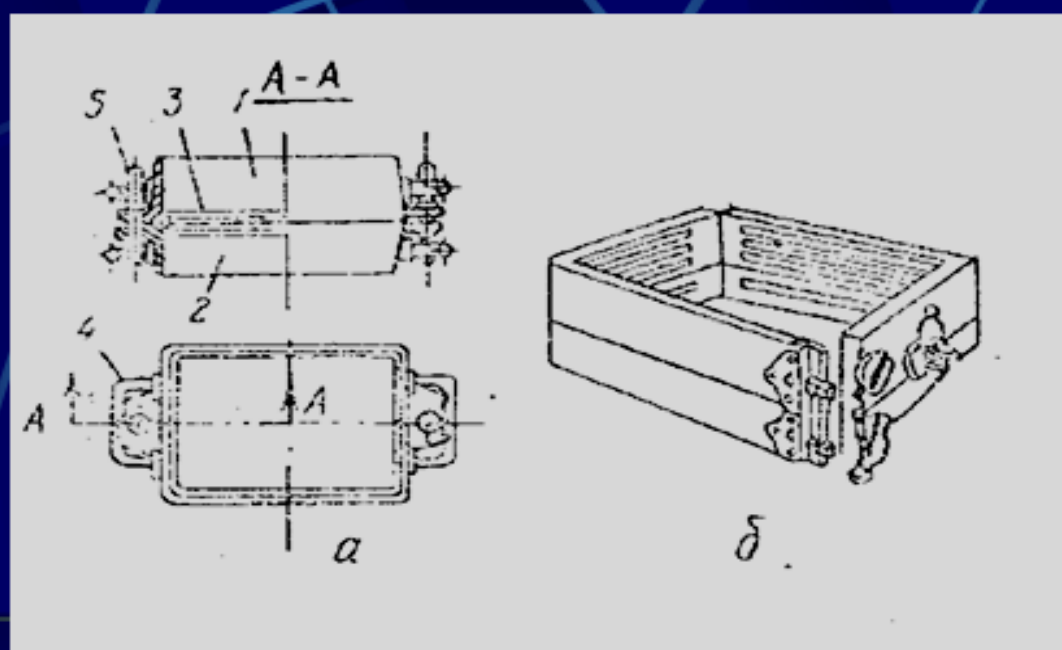
## Sterjen yashigi.



## Sterjenni o'rnatish va tirgaklar.



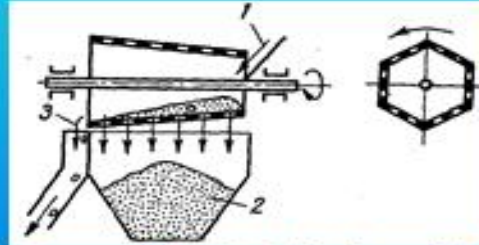
## Opoka.



### Qolip aralashmasining turlari.

Quyish sexlari uchun juda ko'p miqdorda qolip va sterjen materiallari kerak bo'ladi. Odatda 1 kg quyma olish uchun 5-12 tonna qolip aralashmasi kerak.

Qolip aralashma vazifasiga ko'ra: 1. Qoplama (qolipni ustki qismini to'ldirish uchun) 2. To'ldiruvchi. 3. Umumiy qolip aralashma.



Qum va gilni g'alvirlash mashinasini sxemasi.

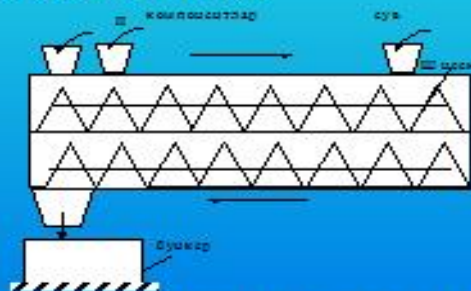
Karyerdan olib kelingan qum maxsus barabanli mashinaga solinib, flyus va changlardan tozalanadi. (1-rasm)

1-Qum.

2-Toza qum.

3- flyuslar.

Gil tuproq tozalanib, quritilib, maydalagich mashinalarga solinib, maydalab un qilinadi. Qum va gil maxsus mashinalarda qorishtirgich va yugurdakli mashinalarda bog'lovchi material qo'shib aralashtiriladi.



Qolip aralashmasini qorishtirish mashinasining sxemasi.



### Qolip tayyorlash usullari.

Quymani o'lchamlari, shakliga va murakkabligiga qarab: ajralmas modelni ikki opokaga qoliplash. Opokasiz tuproqqa, tuproqqa bitta yuqori opoka bilan qoliplash va xakozolar.

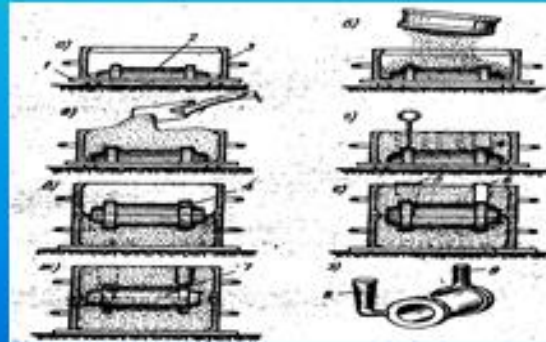
Qolip tayyorlash asboblari yordamida tayyorlanadi. Qolip tayyorlash uchun kerak bo'ladigan asboblari:

qul trombovkasi

karasik kanallarni ochish uchun, yuzalarni tekislanadi.

Kryuchok qolip ichidagi tukilgan tuproqlarni chiqarish uchun

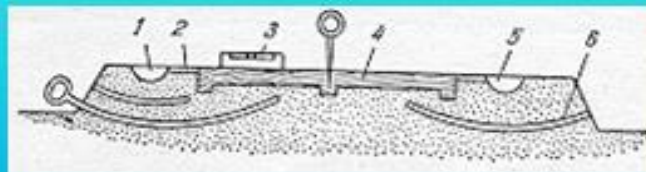
Gladilka qolipni silliqlash uchun.



Qolip tayyorlash jarayonini eskizlari.

Ichki bo'sh quymalardan ajralma modellar yordamida ikkita opokaga qoliplanadi.

## Yerda qoliplash usuli



YERda qoliplash usuli.

Qolipni chekka qismida ariqcha va o'yiqlar hosil qilinadi. Undan tayyor qolipga suyuq metal quyiladi. Bu usulda konstruksiyasi sodda zagotovkalar olinadi.

1.suyuq metad quyish uchun chuqurcha

2.kanalcha

3.lineyka

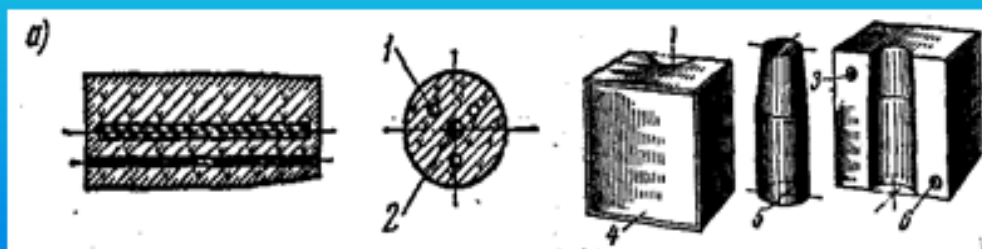
4.model

5.ortiqcha metal uchun chuqurcha

6. havo kanali

### Sterjenni tayyorlash

Yuqorida aytilidiki ichi bo'sh, chuqurcha, do'ng va xakozo shakldagi quymalar sterjenlar yordamida olinadi. Sterjen qumdan, qum va soz tuproqdan maxsus bog'lovchi moddalarni aralashtirib tayyorlanadi. Sterjenlar po'lat, cho'yan va rangli metallardan quymalar olishda ishlatiladi. Ba'zi vaqtda alyuminiy qotishmadan quyma olishda metal sterjenlar ham ishlatilishi mumkin. Sterjen aralashmasining tarkibi: kvars qumi 95-97%, bog'lovchi materiallar 3-5%, namligi 4-6%



### Sterjen va sterjen yashigi

- 1-Karkas.
- 2-Gaz kanal.

### Suyuq metal xossalari

Metallarning quyilish xossalari.

Metallarni quyish xususiyati uning texnologik xususiyati bo'lib, uni quyish xususiyati, sog'lom quyma olishda katta ahamiyatga ega.

Qotishmalarining asosiy quyish xususiyatlariga:

- suyuq metalning oquvchanligi
- suyuq metalni cho'kishi
- likvatsiyaga moyilligi



10-rasm oquvchanlikni aniqlash uchun spiral qolip

Suyuq metalni, qotishmani oquvchanligi deb, uni qolipga qanchalik ravon to'lishligiga aytiladi. Cho'kish deb suyuq metal va qotishmalar sovuganda o'lchamlari va hajmini kichrayishiga aytiladi. Cho'kish nisbiy o'lchamda ifodalanib, quyidagi formulada ifodalanadi:

Bunda  $L_{ko}$ -qolip o'lchamlari, mm.

$L_{ko}$ - qo'ymani o'lchamlari, mm.

$$E_{vol} = \frac{L_{ko} - L_{koq}}{L_{ko}} 100\% \text{ Hajmi}$$

Bunda:  $V_{ko}$ - qolip hajmi, sm<sup>3</sup>

$V_{koq}$ - qo'ymani hajmi, sm<sup>3</sup>

$$E_v = \frac{V_{ko} - V_{koq}}{V_{ko}} 100\%$$



### Quyish sistemasi.

Suyuq metalni qolipga quyish, quyish sistemasi orqali bajariladi va u suyuq metalni to'xtovsiz bir me'yorda quyilishini ta'minlashi kerak. Qolipga shlak, qum va boshqa qo'shimchalarni tushirishdan saqlaydigan va metalni og'irligiga buzilmaydigan bo'lsin.



Normal quyish sistemasining eskizi.

1–voronka, 2–stoyak, 3–shlak ushlagich, 4–ta'minlagich, 5–pribil.

### Vagrankani tuzilish va ishlashi.

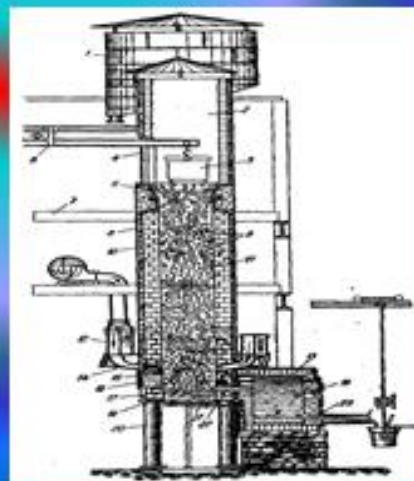
Cho'yan eritish uchun har xil pechlar mavjud. Vagranka, olov pechlari, tigel o'chog'i va elektr pechlari. cho'yan quyish sexlarida vagranka asosiy eritish agregati hisoblanadi.

Olov pechlari maxsus cho'yanlarni eritishda, tigel o'chog'i kichkina sexlarda, elektr pechlari esa legirlangan cho'yanlarni olishda ishlatiladi.

Vagrankaning tuzilishi va ishi.

Vagrankaning ko'ndalang kesimi eskizi.

- 1-devor
- 2-yuklash oynasi
- 3- ventillyator
- 4-havo trubasi
- 5-furm kanali
- 6-vagranka tubi
- 7-kolonnalar
- 8-mo'ri va uchqun ushlagich
- 9-shixta
- 10- pechning po'lat qobigi
- 11-cho'yan uchun teshik va nov
- 12-shlak uchun teshik va nov



### **Kulrang cho'yandan qo'yma olish.**

O'tgan darslardan ma'lumki, mashina detallarini 50-70% ni (og'irligi bo'yicha) cho'yan tashkil qiladi. Cho'yandan quyiladigan quyma buyumlarning qalinligi ham juda katta chegarani, ya'ni 2-500 mm gacha bo'lishi mumkin. Quymaning og'irligi esa 10 grammdan 250 tonnagacha bo'ladi.

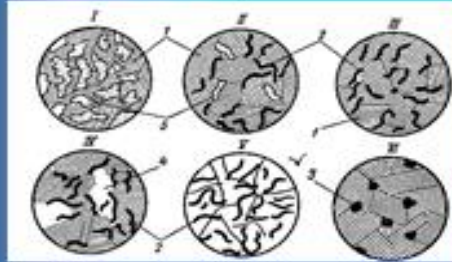
Cho'yanlarning mustahkamligi buyicha quyidagicha turkumlarga bo'lish mumkin:

A) past mustahkamlikdagi

V) o'rtacha mustahkamlikdagi

S) yuqori mustahkamlikdagi

G) baland (oliy) mustahkamlikdagi. Bu Cho'yanlarni konstruksion cho'yanlar deb ataladi.



1-rasm. Kulrang cho'yan mikro strukturalari.

I-Oq Cho'yan.

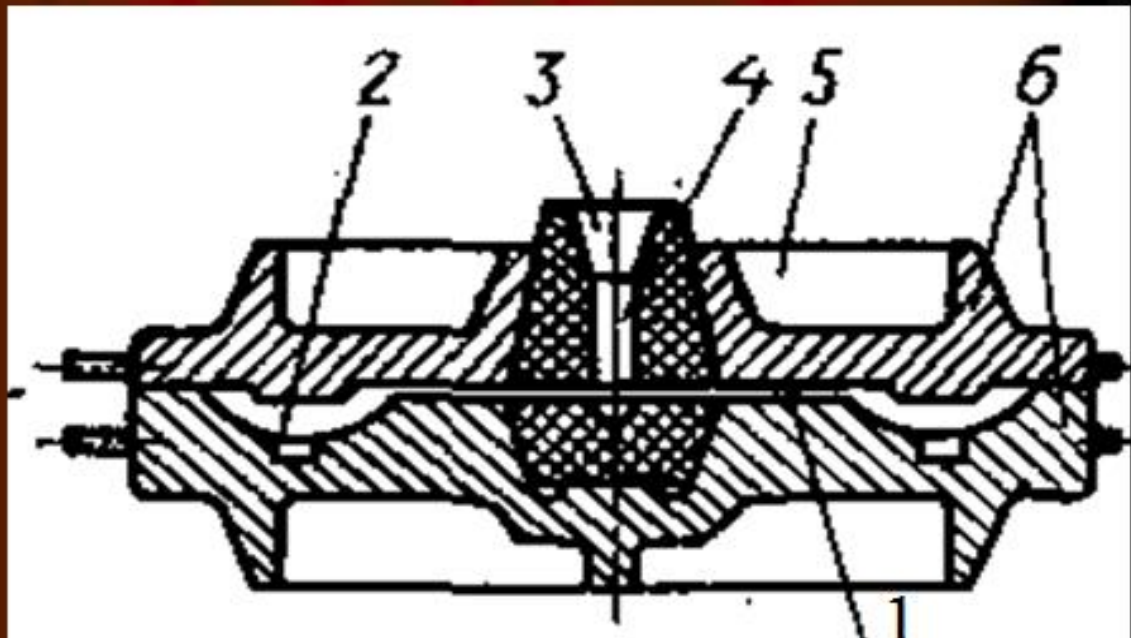
II-perlit-ferritli

III-grafitli

IV-perlit-ferritli grafit bilan

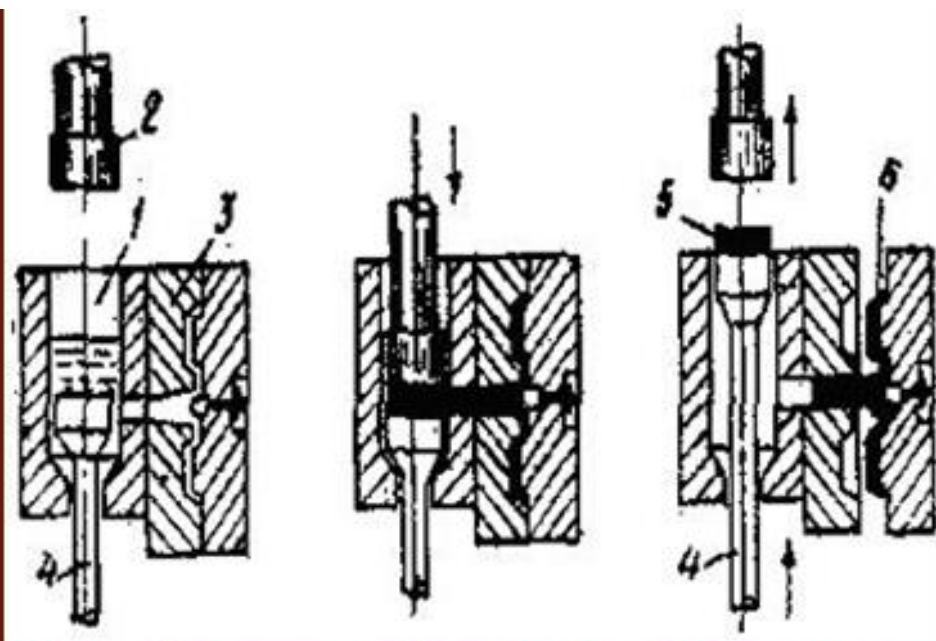
V-Kulrang ferritli chuyan ferrit-grafit bilan

VI-Sharsimon grafitli struktura



1-rasm Metall qolip.

1-Qolip bo'shlig'i. 2- Gaz chiqaruvchi teshik. 3- Quyish sistemasi kanali. 4-Sterjen. 5-Qovurg'a 6-Qolip bo'laklari.



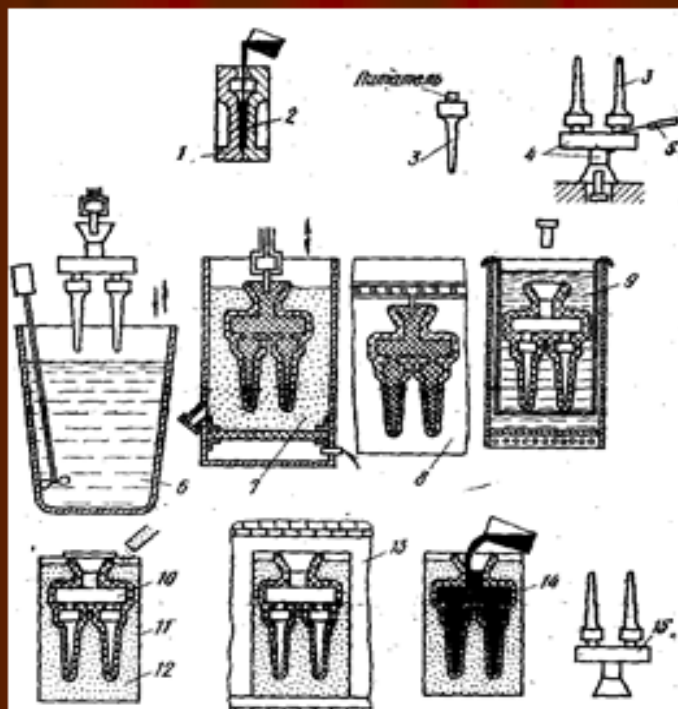
2-rasm. Mashinani porshenini hosil qiluvchi bosim bilan ishlaydigan mashina sxemasi.

1-yuqori porshen; 2-silindr; 3-ostki porshen; 4-qolip bo`shlig`i; 5-qolip ikkinchi yarmi; 6-qolip birinchi yarmi; 7-quyish sistemasi.



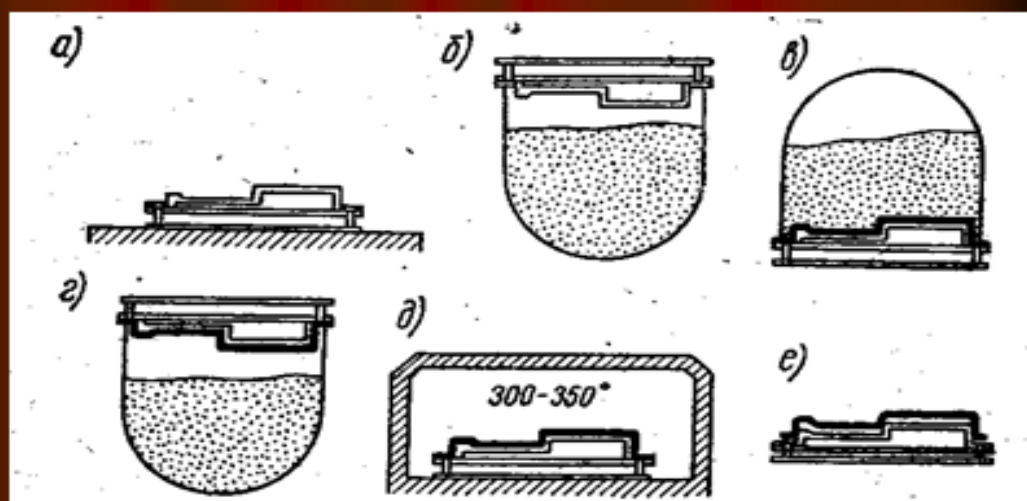
3-rasm. Vertikal o`q buyicha aylanuvchi mashina sxemasi.





1. Pressforma
2. Mum model
3. Model bloki
4. Koruna suspenziya
5. Vanna
6. Qobiqli model
7. Qizdirish pechi

4-rasm. Suyuqlanuvchi model bo'yicha quyma olish etaplari.



5-rasm. Qobiqli qoliplarda quyma olish sxemasi

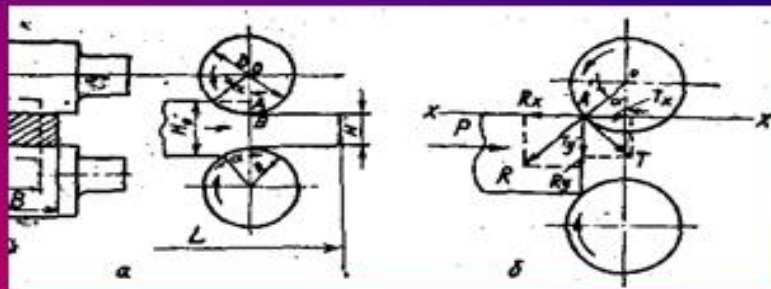
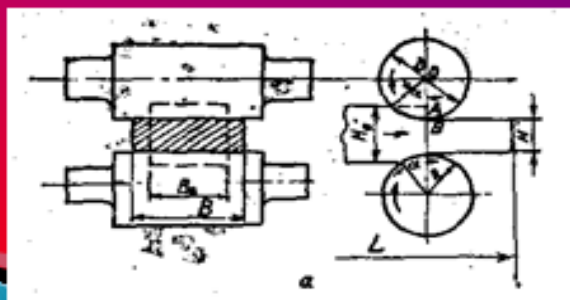
- a) model plitaga mahkamlangan qizigan modelni bunkerga o'rnatish
- b) bunkerni model bilan 1800°ga burish
- v) bunkerni avvalgi holatiga keltirish va po'st qolip hosil qilish
- d) po'st qolipi pechda 300-350° qizdirish
- e) tayyor qobiqli qolip

### ***Metallarni yoyishni mohiyati.***

Metallarni yoyish prokatkalash bosim ostida ishlashning eng ko'p qo'llaniladigan usulidir.

Prokatkalash – yoyishda metal bir–biriga teskari aylanuvchi juvalar orasidan ezib o'tkaziladi

Stan juvalarning orasidan zagotovkaning bosilib, ezilib o'tishi zagotovkalar va juvalar orasida hosil bo'ladigan ishqalanish natijasida bajariladi. Yoyilishda metal ikkita aylanuvchi vallar yordamida ilib olinib bosiladi. Metall vallar orasidagi qirindilardan ishqalanish natijasida uzunlashadi va yoyiladi. Ishqalanish vallar yuzini metalga bosim ostida bosilishi natijasida hosil bo'ladi.



Bosilish burchak qancha katta bo'lsa, bosim qimmatlari shuncha katta bo'ladi. Tekis juvalar bilan po'latni issiq yoygan vaqtda burchakning miqdori  $\alpha = 15.24^\circ$ , agar vallarning yuzi g'adir–budir bo'lsa,  $\alpha = 32^\circ$  gacha bo'lishi mumkin.

Rangli metallarni yoyishda burchakni miqdori  $\alpha = 15 - 20^\circ$ , sovuq holda listlarni yoyishda,  $\alpha = 3 - 10^\circ$

Yoyish uchun boshlang'ich material sifatida po'latsozlik sexlarining maxsuloti bo'lgan og'irligi 25 t va undan og'irrok bo'lgan po'lat va rangli metall qotishmalarini quymalari ishlatiladi. Metallarni yoyadigan mashinalarni– Stan deb yuritiladi.

Sortli prokat stanlari ikki xil bo'ladi. Sodda va fason  
 profilni stanlar, sodda profilni prokat stanlarda,  
 prodshli soda geometrik kesimi: aylana, kvadrat, olti  
 qirrali, to'g'ri burchakli, yarim oval, uch burchak, va  
 xakozo zagotovkalar olinadi.

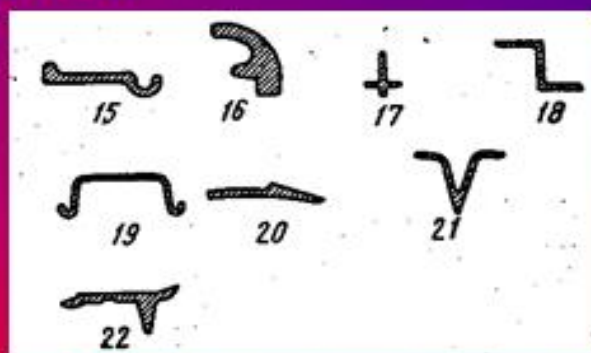


Sodda profilni prokat maxsuloti.

Sodda profilni sortli prokat fason profilni sortli prokat  
 olish uchun boshlang'ich xom-ashyo hisoblanadi.  
 Yirik quymalar dastlab yoyib ixchamroq qilib  
 beradigan quvvatli prokat stanlari blyuminglar va  
 slyabinglar deb aytiladi.

Juvalarning diametri 840 dan 1150 mmgacha bo'lgan  
 blyuminglar

Maxsus profilni prokatlarga: zet shaklidagi, kolona  
 shaklidagi, traktor boshmog'i va xakozolar  
 shaklida bo'ladi.



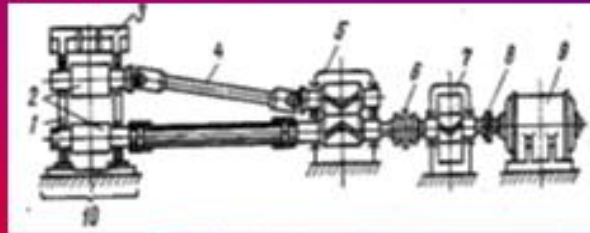
Maxsus prokat maxsuloti.



### **Prokat stanlari.**

Prokat stanlari asosiy qismi bitta yoki bir necha ishchi kletdan iborat bo'lib, unda prokat vallari joylashgan. Vallarni elektrodvigatel harakatga keltiradi.

Prokat stani ikki, uch, to'rt va ko'p juvali bo'ladi. Prokat stanlari juvalarini diametri mm hisobida yuritiladi. Misol: stan 250, stan 500.



Prokat stanina sxemasi

1. ishchi klet 2. juvalar 3. korpus 4. shpindel 5. tishli klet  
6. mufta 7. reduktor 8. mufta 9. elektrodvigatel

### **Prokat ishlab chiqarish texnologiyasi.**

Po'lat ishlab chiqarish sexlarida quymalar temperaturasi  $800-850^{\circ}\text{C}$  da prokat sexining qizdirish bo'limiga tushadi va unda  $1300-1350^{\circ}\text{C}$  li pechlarda qizdiriladi. Qizdirilgan quymalar kranlar yordamida quyiladi.



### Trubalarni yoyish.

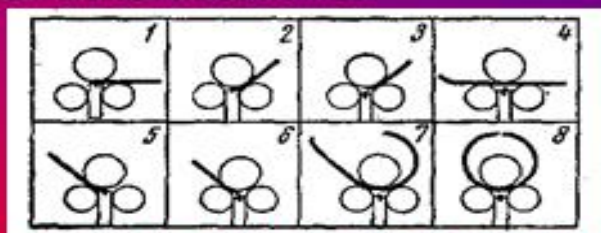
Trubalar xalq xo'jaligini turli sohalarda keng ishlatiladigan material hisoblanadi.

Vazifasiga ko'ra trubalar uglerodli, legirlangan konstruksion po'latlardan va rangli metall qotishmalaridan yoyish, payvandlab va presslash usullari bilan olinadi.

Ishlab chiqarish usuliga qarab chokli va choksiz trubalar bo'lishi mumkin.

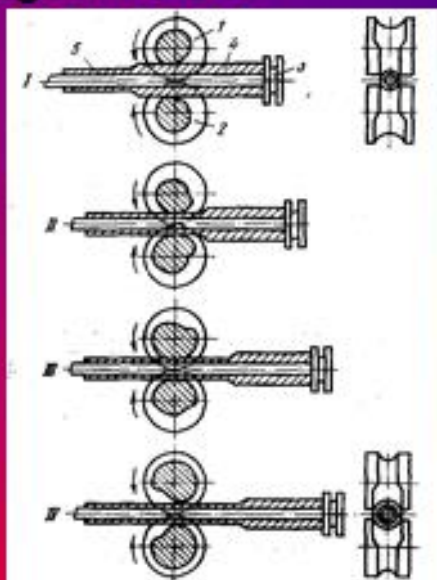
Chokli trubalarni olish uch etaptan iborat:

- truba zagotovkasini qirg'ish stanolida qirg'ish va zagotovkani list qayirish stanolida egib truba holiga keltirish
- truba qirralarini payvandlash
- Payvandlangan trubani kalibrlab, list qayirish stanolida truba zagotovkasini birin-ketin stankalardan o'tkazib olinadi.



List qayirish stanolida truba zagotovkasini olish.  
Truba qirralarni payvandlash elektr yoyi bilan yoki gazli payvandlash bilan bajariladi.

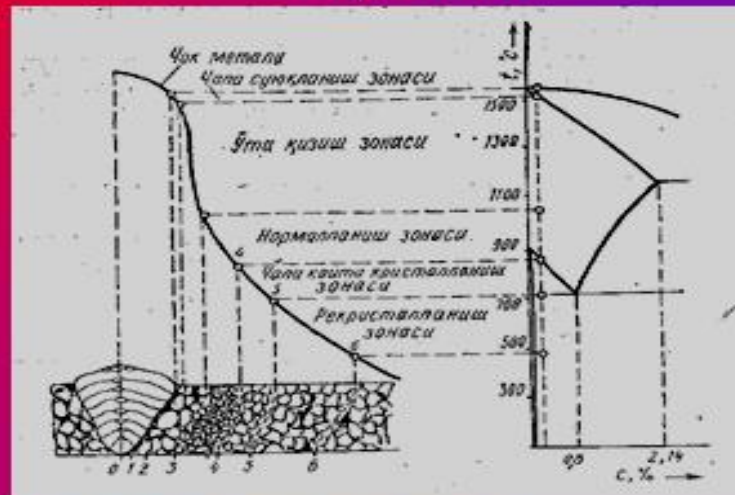
Pilgrim stanlari juvalarda bandrajlar mustahkamlangan bo'ladi.



Gilzani yoyish.

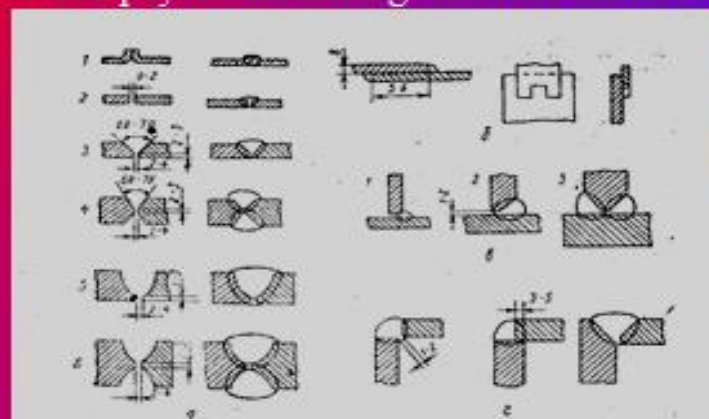
1. Bandaj 2. Juva 3. Dorn 4. Truba 5. Gilza

## Uglerodli po'latlarni payvandlashda issiqlik ta'sir etish zonasida metall strukturasi o'zgarishi.



## Payvandlash turlari.

Payvandlash turlari asosan 3 ta asosiy turga bo'linadi: birinchi guruhni suyuqlantirib payvandlash, ikkinchi guruhni bosim bilan payvandlash turlari, uchinchi guruhni esa payvandlashning maxsus turlari tashkil etadi.

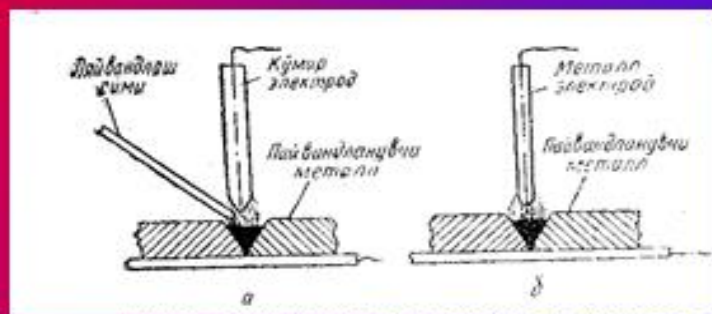


Payvandlash birikmalarining asosiy turlari



Ko'mir elektrod bilan payvandlashda (Benardos usulida) elektr yoyi elektrod bilan payvandlanayotgan metall orasida hosil bo'ladi. Chokni to'ldirish uchun esa kimyoviy tarkibi payvandlanuvchi metallarniki kabi, yoki unga o'xshash bo'lgan boshqa metallardan ) deb ataladi

Metall elektrodlar qoplamsiz va qoplamli bo'lishi mumkin. Qoplamsiz elektrodlar payvand chok juda puxta bo'lishi talab etilmagan xollarda ishlatiladi. Chunki bunday elektrodlar bilan payvandlashda yoy turg'un bo'lmaydi



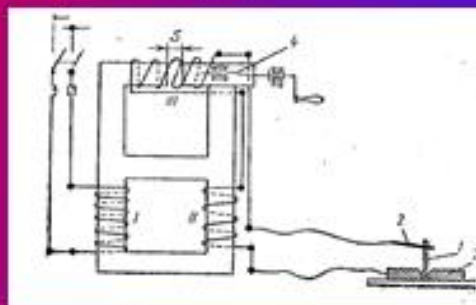
Elektr yoyi bilan payvandlash sxemasi.

O'zgaruvchan tokdan foydalanib, payvandlashda maxsus transformatorlardan foydalaniladi. Payvandlash transformatorlari tok kuchlanishini 220 V yoki 380 V dan 40-60 V ga keltirish uchun xizmat qiladi. Payvandlash transformatorlarida yoydagi tok kuchini ko'rsatadigan va o'zgartirishga imkon beruvchi moslama bo'ladi.

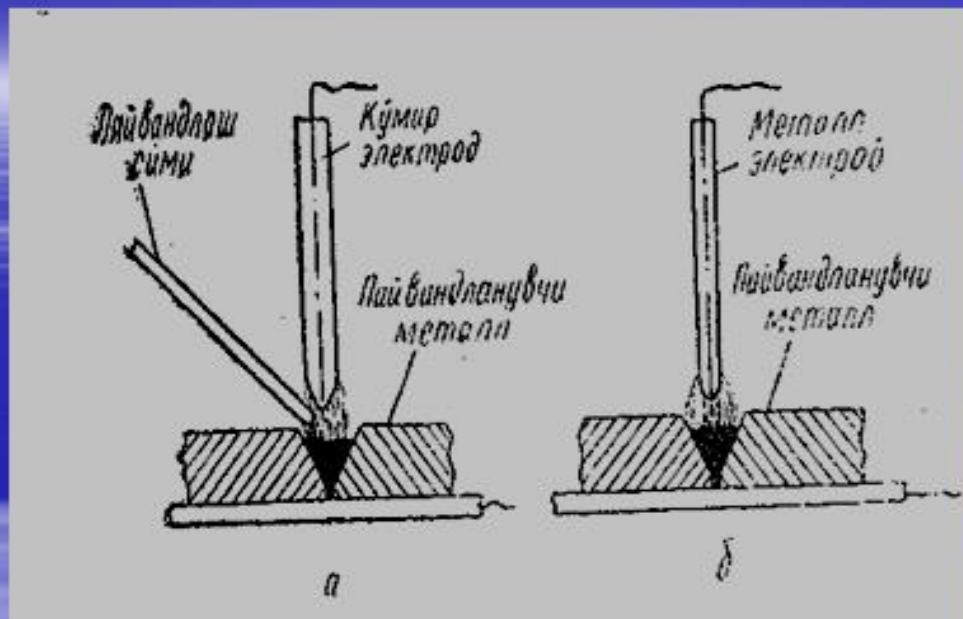
Payvandlash

transformatorlarni akademik VP.Nikitin yaratgan bo'lib ular STN tipidagi transformatorlardir. Ularning 500, 1000, 2000 A tok kuchiga mo'ljallangan variantlari (STN 500, STN 1000, STN 2000) ishlab chiqariladi. STN tipidagi transformatorlarda asosiy magnit maydon oqimi birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi.

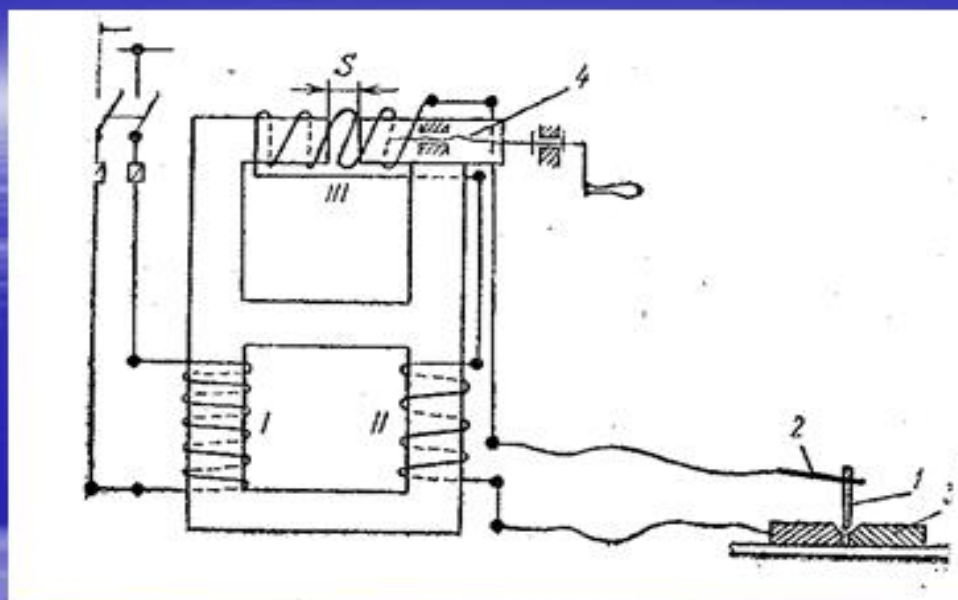
Payvandlash rejimi regulyator paketi 4 ni sunish, ya'ni S oraliqni o'zgartirish yo'li bilan rostlanadi.



STN tipidagi transformatorning sxemasi.



3 rasm. Elektr yoyi bilan payvandlash sxemasi.

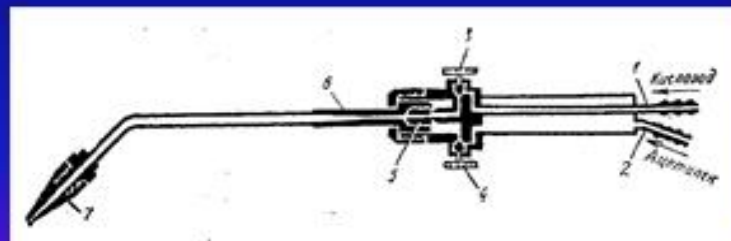


STN tipidagi transformalarning sxemasi.



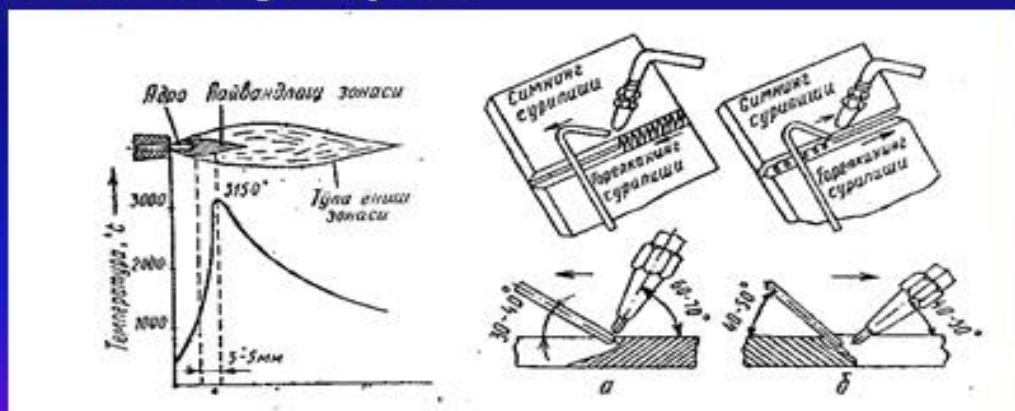
Metallarni gaz alangasi bilan payvandlashda maxsus gorelkalar (gaz gorelkalari) ishlatiladi. Gaz gorelkalaridan birining tuzilish sxemasi

Gorelkaga kislorod kanal 1 dan, asetilen esa kanal 2 dan kiradi. Kislorod miqdori ventil 3 bilan, asetilen miqdori esa ventil 4 bilan rostlanadi. Gorelkaga kirgan kislorod injektor 5 dan o'tib, asetilenni suradi va kamera 6 da kislorod bilan asetilen aralashadi, bu aralashma mundshtuk 7 ga boradi. Gazlar aralashmasi mundshtukdan chiqish paytida yondirilsa, alanga hosil bo'ladi.

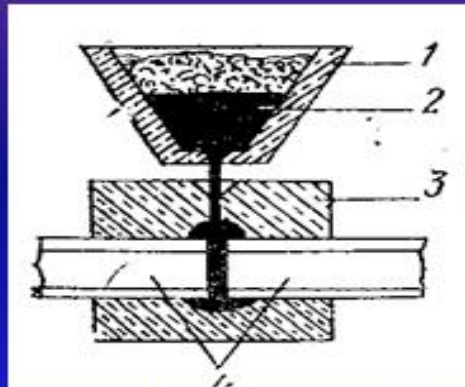


Gaz gorelkasining tuzilish sxemasi.

Yadro ko'zni qamashtirarli darajada oq tusli, payvandlash zonasi ko'k tusli, to'la yonish zonasi esa sariq qizil tusli bo'ladi. Mundshtukdan chiquvchi gazlar aralashmasidagi kislorodning asetilenga nisbati 1,1..1,2 bo'lsa, bunday aralashmadan hosil bo'lgan alanga *normal alanga* deyiladi.



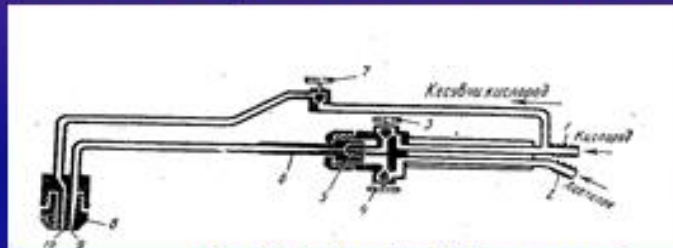
Asetilen-kislorod alangasining tuzilish sxemasi Gaz alangasi bilan payvandlash tartibi.



Termit bilan payvandlash sxemasi:

1— bunker; 2 — suyuqlangan termit; 3 — qolip;  
4—relyelar.

Keskichga kanal 1 orqali kislorod, kanal 2 orqali esa asetilen kiradi. Asetilen—kislorod aralashmasi uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori ventil 3 bilan asetilen miqdori esa ventil 4 bilan rostlanadi. Ventil 7 kesuvchi kislorod miqdorini rostlash uchun xizmat qiladi.



Keskichning tuzilish sxemasi.

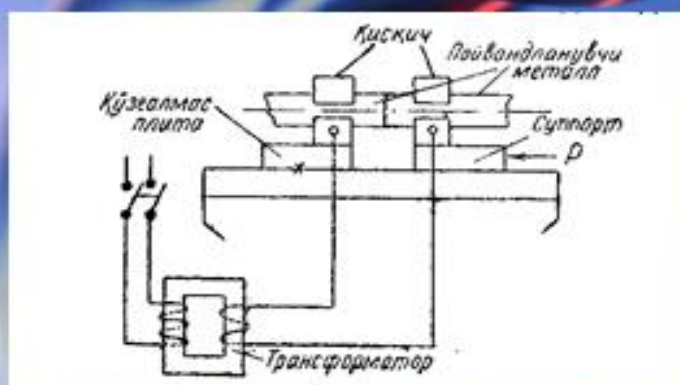
Yonuvchi aralashma hosil qiladigan asetilen bilan kislorod injektor 5 orqali o'tib, kamera 6 da aralashadi. Hosil bo'lgan yonuvchi aralashma mundshtuk 8 ning 9 raqami bilan ko'rsatilgan teshigidan, kesuvchi kislorod esa 10 raqami bilan ko'rsatilgan teshigidan chiqadi.

Metallarni qirgishda keskichning mundshtugi kesilishi kerak bo'lgan yuzadan 3—6 mm oraliqda va yuzaga tik vaziyatda tutiladi. Keskichni surish tezligi metallning qalinligiga bog'liq metall kanchalik qalin bo'lsa, keskich shunchalik sekin suriladi.

Kislorod bilan qirgish usuli qalinligi 2 metr gacha bo'lgan po'latni kesishga imkon beradi.

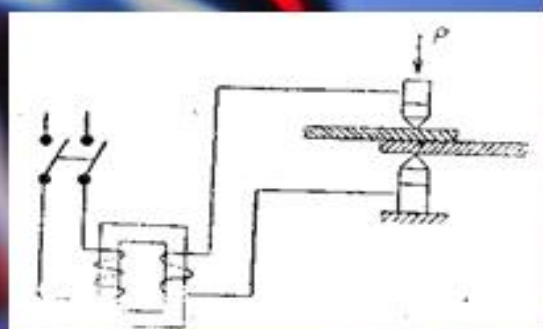


- Bu usuldan ko'ndalang kesimi kichikroq metallarni (sim, chiviq va shu kabilarni) payvandlashda foydalaniladi.



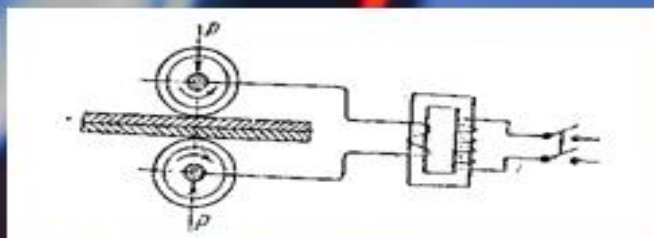
Uchma-uch payvandlash sxemasi payvandlashda, ulanadigan metallarga oldin tok berilib, so'ngra ularning uchlari bir-biriga yaqinlashtiriladi.

- Nuqtaviy payvandlash. Nuqtaviy payvandlash sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. Sxemadan ko'rinib turibdiki, payvandlanadigan metallar (listlar) ustma-ust qo'yilib, uchligi misdan tayyorlangan elektrodlar bilan siqiladi-da, so'ngra tok beriladi. Natijada listlarning elektrodlar ostidagi urinish joylari yuqori plastiklik holatigacha, urinish markazlari esa suyuqlanguncha qiziydi. Shundan keyin tok berish to'xtatilib, elektrodlar bosim ta'sir ettiriladi, bunda listlarning siqilish joylari payvandlanib qoladi.



Nuqtaviy payvandlash sxemasi

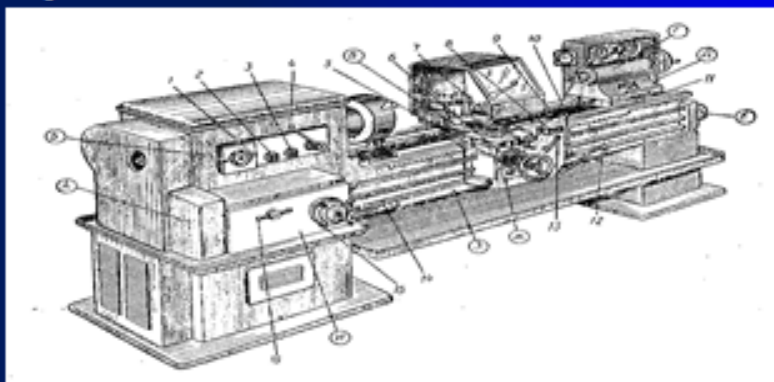
- **Rolikli payvandlash.** Rolikli payvandlash sxemasi 3–rasmda tasvirlangan. Bu usul sig'imlar (idishlar) tayyorlashda zich va puxta choklar hosil qilish uchun qo'llaniladi.



**Rolikli payvandlash sxemasi.**  
Payvandlash usuliga ko'ra, rolikli mashinalar uzluksiz, uzlukli va qadamlab payvandlash mashinalariga bo'linadi.

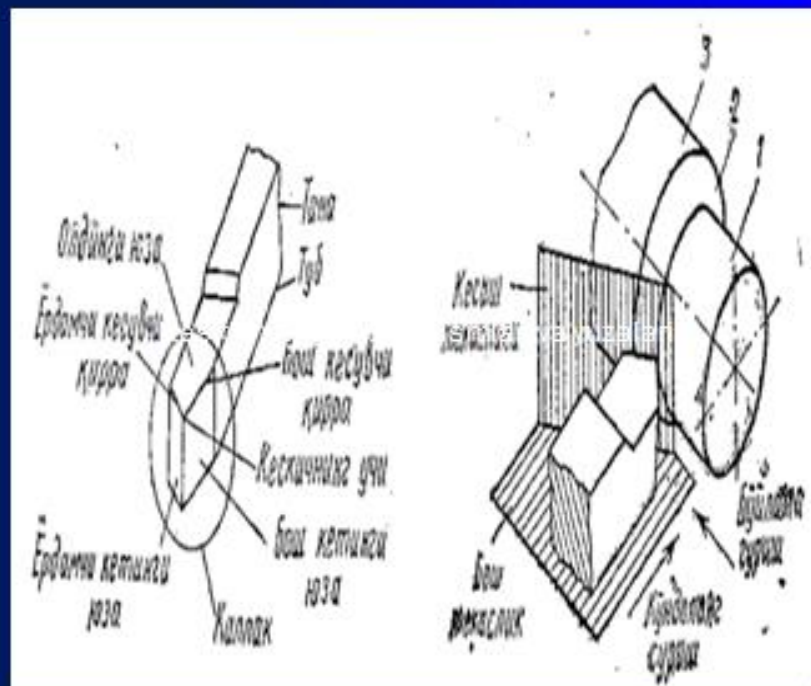
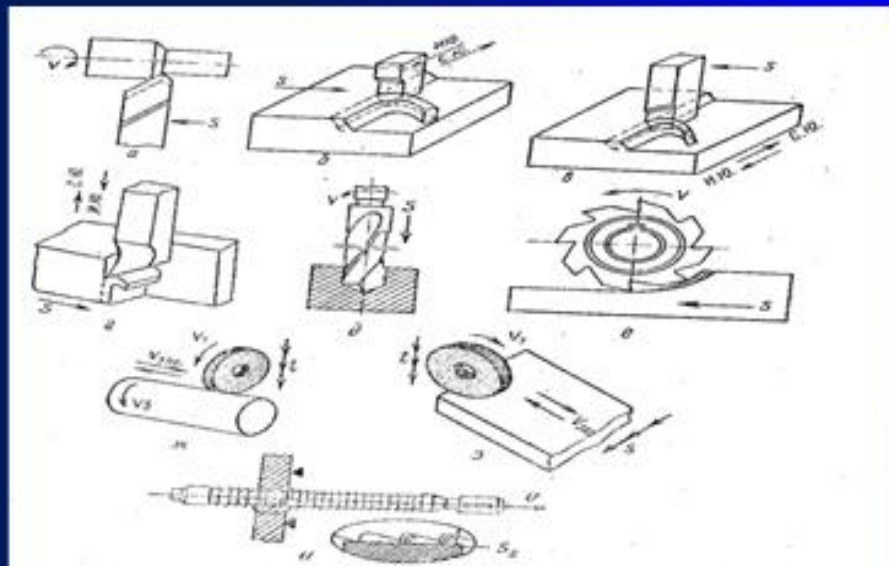
### **Tokarlik stanoklari va ularda bajariladigan ishlar.**

- Tokarlik stanoklari aylanish jismlari shaklidagi zagotovkalarining sirtqi yuzalarini ham, ichki yuzalarini ham kesib ishlash uchun xizmat qiladi



1K62 modelli tokarlik-vintqirqish stanoginng umumiy ko'rinishi, Tokarlik stanoklarida xilma-xil ishlar bajarilishi; silindr va konus shaklidagi yuzalar, shakldor aylanish yuzalari, toreslar yo'nalishi, turli profildagi aylanma ariqchalar ochilishi, zagotovkalar qirqib tushirilishi, keskichlar yordamida istalgan profildagi rezьbalar qirqilishi va teshiklar yo'nib kengaytirilishi mumkin

## Metallarni kesib ishlashning turlari





### **Asosiy adabiyotlar**

1. D.U.Ergashev, G.M.Abdukadirov, N.I.Tursunboyev. “Materialshunoslik va konstruksion materiallar”-Toshkent. “Fan”.2004
2. K.B.Usmanov ”Metall kesish asoslari”.Toshkent. “Akademiya”.2004. 303b
3. Ilhom Nosir “Materialshunoslik” -Toshkent. “O’zbekiston”, 2002 y-350b
4. M.Z.Murtazoyev. “Metallarga ishlov berish texnologiyasi” darslik. “Fan va texnologiya” nashriyoti. Toshkent 2012 yil. 287bet.
5. M.X.Aripova. “Silikat materiallar, nodir va kamyob metallar texnologiyasi”. Toshkent 2014 yil. 25-bet
6. B.S.G’affarov. “Materiallarni kesib ishlash, asboblari va dastgohlar” maruzalar matni. Buxoro 2011 yil. 27-92 bet.
7. D.S.Yuldashev. “Payvandlash ishi”. Samarqand 2014 yil. 102 b
8. N.F.O’rinov, M.H.Saidova, S.Yu.Adizova. “Metallarni kesish va kesish asboblari”. O’quv uslubiy majmua. Buxoro 2017 yil. 57 bet
9. X.Nuriddinov, J.J.Qo’chqorov. “Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi” O’quv qo’llanma. Buxoro 2016 yil. 37 bet
10. I.U.Zoirov. “Parmalash va frezalash ishlari texnologiyasi” O’quv qo’llanma. Toshkent 2007 yil. 125 bet
11. R.Qalandarov “Konstruksion materiallar texnologiyasi” O’quv qo’llanma. Toshkent 1989 yil. 79 bet
12. R.X.Saydahmedov, T.O.Almatayev, U.A.Ziyamuxamedova. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi”. O’quv qo’llanma. Toshkent 2017 yil. 129 bet
13. A.R.Jo`raev, Z.D.Rasulova, S.I.Baxtiyorova, K.E.Bolliiev, A.M.SHoimov. “Materialshunoslik (Materialshunoslik va konstruktsion materiallar)”Buxoro. Durdona nashriyoti. 2021 yil. 187 bet
14. R.K. Мозберг. “Материаловедение”. Moskva 1991 yil. 43 bet.
15. А.Э. Шейкин. “Строительные материалы”. Moskva 1978 yil. 33-79 bet.

### **Электрон таълим ресурслари**

<http://www.prikladmeh.ru/lect17.htm>  
<http://www.study.uz>  
[www.pedagog.uz](http://www.pedagog.uz)  
[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)  
[www.edu.uz](http://www.edu.uz)  
[www.buxdu.uz](http://www.buxdu.uz)  
[www.rtm.uz](http://www.rtm.uz)

