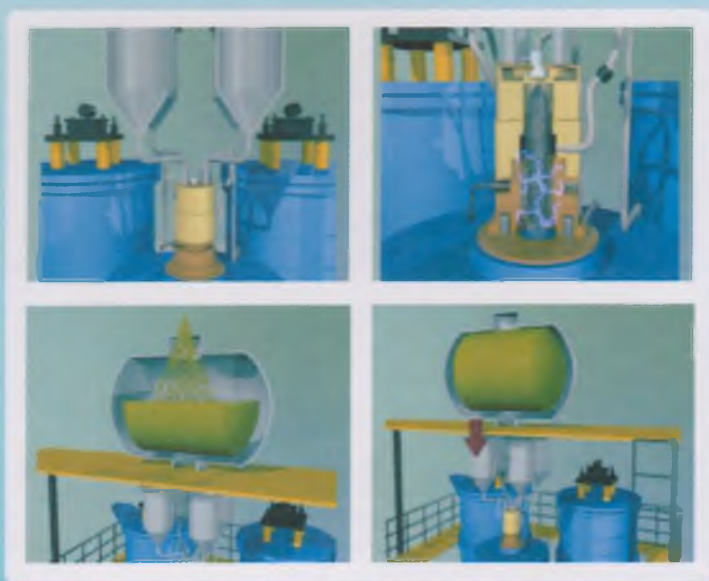


30.3ya'7  
N-84

S.D. NURMURODOV,  
A.X. RASULOV, K.G. BAXADIROV

# MATERIALSHUNOSLIK VA KONSTRUKSION MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI



TOSHKENT

30.3 ya 7  
N-87

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**S.D.NURMURODOV, A.X. RASULOV, K.G.BAXADIROV**

**MATERIALSHUNOSLIK VA  
KONSTRUKSION MATERIALLAR  
TEXNOLOGIYASI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan 5630100 – «Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi»,  
5640100 – «Hayot faoliyati xavfsizligi» va 5311600 – «Konchilik ishi»  
yo‘nalishi bakalavrlari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

**TOSHKENT – 2015**

UO'K: 372.853+372.852

KBK 30.3ya7

N-87

N-87 S.D.Nurmurodov, A.X. Rasulov, K.G.Baxadirov. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi. –T.: «Fan va texnologiya», 2015, 240 bet.

ISBN 978–9943–990–99–9

«Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi» nomli ushbu darslik oliy ta'lim muassasalarining «5311600 - Konchilik ishi», «5630100 - Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi», «5640100 - Hayotiy faoliyat xavfsizligi» yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan.

Ushbu darslikda ishlab chiqarish sohalarida qo'llaniladigan konstruksion materiallar, metall va qotishmalarning tarkibi, strukturalari, xossalari, ularni rudadan ajratib olish usullari hamda tayyorlanma olish yo'llari, shu bilan birga, aniq o'lchamli detallar tayyorlash usullari to'g'risida ma'lumot berilgan.

\*\*\*

Учебник под названием «Материаловедение и технология конструкционных материалов» предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям образований «5311600- Горное дело», «5630100 - Экология и экологическая безопасность», «5640100 - Безопасность жизнедеятельности».

В учебнике приведены материалы о металлах и их сплавах, их содержании, структуре, свойства-способах их обработки, используемые в отраслях производства. Кроме того, имеются информация о неметаллических материалах, нанотехнологиях, нанокompозитах, наноматериалах, порошковой металлургии.

\*\*\*

This textbook, titled «Materials science and construction materials technology» published for bachelor students of higher education institutions «5311600 – Mining», «5630100 – Ecology and environmental safety», «5640100 – Safety of vital activity».

In the textbook providing metals and their alloys, their content, structure, properties, ways of their processing which used in machine building. Furthermore, there information about nonmetallic materials, nanotechnology, nanocomposites, nanomaterials, powder metallurgy and modern technologies of processing of forming tools, which widely used todays industry.

UO'K: 372.853+372.852

KBK 30.3ya7

Taqrizchilar:

E.A.Umarov – Toshkent davlat texnika universiteti «Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi» kafedrası professorı, t.f.n.

A.A. Risqulov – Toshkent avtomobil yo'llari instituti ilmiy ishlar bo'yicha prorektori, t.f.d.

ISBN 978–9943–990–99–9

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015.

---

---

## SO‘Z BOSHI

Kadrlar tayyorlash milliy dasturining talablari doirasida ta'lim mazmunini yanada boyitishda, ularni uslubiy jihatdan ta'minoti-barcha ta'lim muassasalarini zamon talablariga javob beruvchi o'quv adabiyotlari bilan ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois fan-texnika va texnologiya rivojlanishining hozirgi zamon talablariga va Davlat ta'lim standartlari dasturiga mos keladigan o'zbek tilida yozilgan darsliklarga ehtiyoj kun sayin ortib bormoqda.

Darslikning asosiy qismi texnika fanlari nomzodi, dotsent S.D.Nurmurodovning Toshkent davlat texnika universitetida, «Fonon» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasida, materialshunoslik hamda konstruksion materiallar texnologiyasi fanidan o'qigan ma'ruzalari, amaliy-tajriba mashg'ulotlari materiallari asosida yozilgan; metallarni mexanik sinash usullari, turli materiallarning asosiy mexanik tavsiflari hamda metallmas materiallar katta ilmiy xodim-izlanuvchilar A.X. Rasulov va Q.G' Baxadirovlar tomonidan tayyorlangan.

Darslikda «Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi» fani haqida umumiy tushunchalar, qora va rangli metallar metallurgiyasi, metallshunoslik asoslari, qotishmalar nazariyasi, temir-uglerod qotishmalari, mexanik sinov usullari, rangli metallar, ularning qotishmalari, qattiq qotishmalar, xossalari, ishlatilishi, ularga ishlov berish usullari, metall va qotishmalarning tarkibi, strukturalari, xossalari, aniq o'lchamli detal tayyorlash usullari, metallmas materiallar (plastmassa, yog'och, shisha, rezina va boshqalar), nanotexnologiya, nanokompozitlar, kompozitsion materiallar, qiyin eriydigan metallarni vodorod muhitida tiklash jarayonlari va olingan o'ta disperss kukunlardan kukun metallurgiyasi usulida, juda og'ir sharoitda ishlaydigan metallarga shakl beruvchi asboblarning olishning zamonaviy texnologiyalari haqida ham muhim ma'lumotlar keltirilgan. Darslikni tayyorlashda dasturlar ko'zda tutilgan juda keng materiallarni qisqa, sodda va tushunarli holda bayon etishga harakat qilindi.

Mazkur kitobning qo'lyozmasini diqqat bilan sinchiklab o'qib, uning mazmun-mohiyati, sifatini yaxshilash borasida bergan foydali

maslahatlari uchun texnika fanlari nomzodi, professor E.A.Umarovga, texnika fanlari doktori A.A. Risqulovga, texnika fanlari nomzodi, dotsent Sh.A. Karimovga va nashrga tayyorlashda katta xizmat ko'rsatgan Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy tadqiqotlar bo'limi barcha texnik xodimlariga, shuningdek, darslikning sifatini boyitishga qaratilgan barcha tanqidiy fikr-mulohazalari uchun kitobxonlarga mualliflar oldindan minnatdorchilik bildiradilar.

Mualliflar

---

---

## KIRISH

Fan-texnika taraqqiyoti natijasida iqtisodiyot va mashinasozlik sanoati jadal rivojlanmoqda. Iqtisodiyot va sanoatning rivojlanishi mustahkamligi yuqori, ishlatishga qulay, arzon, puxta materiallarni izlab topish va ularning chidamliligini oshirish ustida jiddiy izlanishlar olib borishni taqozo etadi.

Materiallar qotishmalarining tarkibi, tuzilish va xossalarini, shuningdek, ularning tuzilishi bilan xossalari orasidagi bog'lanishlarni hamda puxtalash usullarini o'rganadigan fan *materialshunoslik* deyiladi. Kundalik hayotimizda materiallar ichida eng ko'p metallar ishlatiladi. Metallar insoniyatga qadim zamonlardan ma'lum bo'lib, kishilik jamiyati moddiy madaniyatining rivojlanishida g'oyat katta o'rin tutadi. Darhaqiqat, iqtisodiyotning metallar ishlatilmagan biror sohasi yo'q.

Mashina detallari uchun material tanlash masalasi va ularga ishlov berish texnologik jarayonida bir-biriga zid bo'lgan masalalar mavjud. Masalan, uzoq muddat davomida xavf-xatarsiz ishlashni ta'minlay oladigan mashina-mexanizmlar yaratishda qo'llaniladigan detallar arzon, ixcham, bejirim, puxta bo'lishi bilan bir qatorda yuqori sifatli materiallardan tayyorlanishi lozim. O'z-o'zidan ravshanki, bunday materiallarga ishlov berish tannarxning keskin oshishiga sabab bo'ladi.

Bunday murakkab muhandislik muammolarini yechishda, materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi fani muhim ahamiyat kasb etadi. Qolaversa, bu fan ko'pgina muhandislik fanlariga boshlang'ich asos bo'ladi. Kelgusida malakali xodimlar bo'lib yetishishni niyat qilgan har bir o'quvchidan materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi fanini puxta o'zlashtirish talab etiladi.

Qadim-qadim zamonlarda odamlar tosh, suyak kabi materiallarni ish quroli sifatida ishlatishgan. Bu materiallarni qayta ishlab, yerga ishlov berishda va ov qurollari yasashda foydalanganlar. Asta-sekin yog'och, teri va loy kabi materiallardan foydalanish o'zlashtirilgan. Bronza davrida metallurgiya sanoati paydo bo'ldi. Metall qotishma-

larining tarkibini o'zgartirib, ularning xossalarini boshqarish mumkinligi ma'lum bo'ldi va bu amaliyotda ishlatila boshlandi. *Temir davriga* kelib Osiyoda, O'rta Yer dengizi atrofida va Xitoy hududlarida ilk bor metallarni qayta ishlaydigan korxonalar vujudga kela boshladi.

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

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

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

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

Metallshunoslik fanining rivojlanishida rus olimi D.K. Chernovning fazalar o'zgarishi haqidagi nazariyasi juda katta turtki bo'ldi.

Temir uglerodli qotishmalarni va temirik ishlov berish protsesslarini o'rganish 1868-yilda e'lon qilingan D.K.Chernovning «Lavrov va Kalakutsiyning po'lat va po'latdan ishlangan obzori hamda ushbu soha bo'yicha D.K.Chernovning o'z tadqiqotlari» maqolasi bilan boshlanadi. D.K.Chernov birinchi bo'lib po'latda kritik nuqtalar borligini ko'rsatdi va temir-sementit diagrammasi haqida dastlabki tushunchani berdi. Keyinchalik temir-uglerodli qotishmalarni qurishga F.Osmond, Le-Shatele (Fransiya), R.Austen (Angliya), A.A.Baykov va N.T.Gudsov (Rossiya), Rozenbaum (Gollandiya), P.Gerens (Germaniya) va boshqalarning ishlari bag'ishlandi.

Nemis olimi Ledeburning metallar strukturasi tushunchasi, ingliz fiziklari F. Laves hamda V. Yum-Rozerning yangi turdagi fazalarni kashf etishi fan rivojida katta hissa bo'ldi.

Ichki yonuv dvigatellari kashf etilishi mashinasozlik, avtomobilsozlik, samolyotsozlik va raketasoziq sanoatlari rivojlanishida muhim asos bo'ldi. Tabiiyki, sanoatning rivojlanishi yangi materiallar yaratish, ularning xossalari yaxshilash ustida tinmay izlanishlar olib borishni talab etdi. Natijada takomillashgan domna pechlari, po'lat eritiladigan marten pechlari barpo etildi. Po'latlarni payvandlash mumkinligini N.N. Benardos va N.G. Slavyanovlar ilmiy nuqtayi nazardan isbotlab berdilar.

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

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



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

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

## I. METALLARNING ICHKI ATOM KRISTALL TUZILISHI, KRISTALL PANJARANING TURLARI VA XOSSALARI

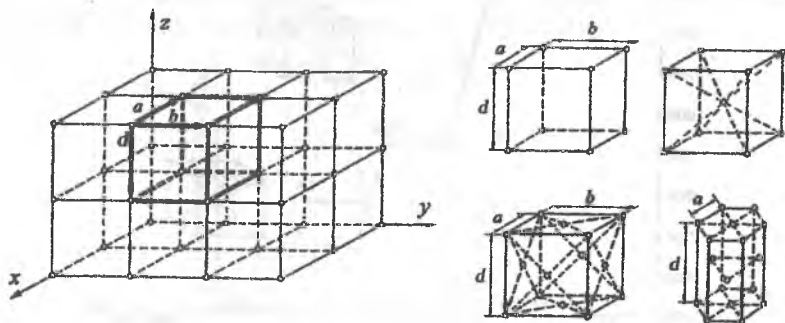
### 1.1. 1.1. Metallarning ichki tuzilishi va kristallanishi

Metallning ishlatishga yaroqliligi ichki tuzilishiga bog'liq. *Ichki tuzilishi* deganda, uning bir butunligini ta'minlaydigan, ichki va tashqi ta'sirlarga faol qarshilik ko'rsatuvchi ichki bog'lanishlari tushuniladi. Shu ichki bog'lanishlarga muvofiq metall xossalari ham o'zgaradi.

Metall va qotishmalarning ichki tuzilishi, tarkibi va xossalari o'rta-sidagi amaliy bog'lanishlarni o'rganadigan fan *metallshunoslik* deyiladi.

Sof metallar tannarxi qimmat va mexanik xossalari talab darajasida bo'lmaganligi sababli ko'pincha sanoatda ularning qotishmalari ishlatiladi. Mashinasozlikda ishlatilayotgan detallarning 60 % dan ko'prog'ini qora metall qotishmalari (po'lat va cho'yan) tashkil etadi.

Metallar temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan, elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan, bog'lanuvchan, issiqlik o'tkazuvchan va yaltiroq moddalardir. Metallar o'zidan elektr tokini va issiqlikni yaxshi o'tkazadi. Metallarning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligiga ularning kristall panjarasida erkin elektronlar mavjudligi sabab bo'ladi. Metallarning ichki tuzilishini elementar katakchalar (1.1-rasm) orqali tushuntirish qulay.



1.1-rasm. Metall kristall panjaralarining elementar katakchalari.

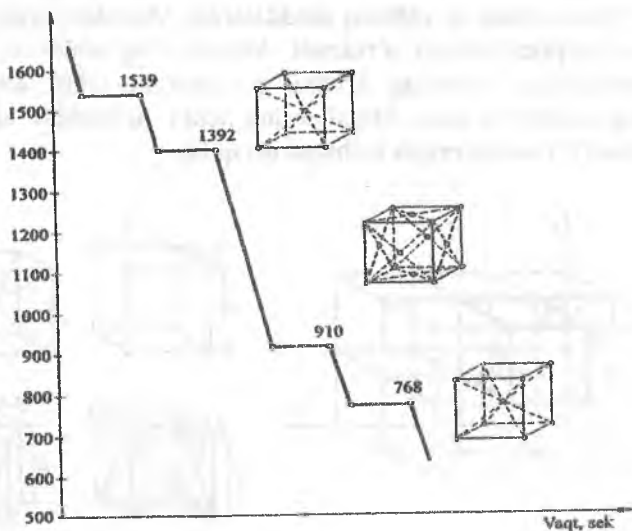
Ko'pgina metallar uch xil kristall panjaraga ega bo'ladi:

– Hajmi markazlashgan kub panjara, bunday kristall panjarada 9 ta atom bo'lib, ularning 8 tasi kub katakchani burchaklari uchida, bittasi kub markazida joylashadi. Bunday kristall panjara alfa-temir, xrom, vanadiy, volfram, molibden, litiy, tantal, qalay va boshqa metallar uchun xosdir.

– Yoqlari markazlashgan kub panjara, bunday panjarada 14 ta atom bo'lib, ularning 8 tasi kub katakchasining burchaklari uchida, 6 tasi yon tomonlarning markazida yotadi. Bunday kristall panjara gamma-temir, aluminiy, mis, nikel, kobalt, qo'rg'oshin, kumush, oltinda uchraydi.

– Geksagonal panjara, bunday kristall panjarada 17 ta atom bo'lib, ularning 12 tasi 6 yoqli prizmaning burchaklari uchida, 2 tasi prizmaning ustki va ostki yoqlari markazlarida, 3 tasi prizmaning o'rta qismida joylashadi. Bunday kristall panjara magniy, kobalt, titan, berilliy kabi elementlar uchun xosdir.

Ba'zi metallar (temir, kobalt, qalay, magniy, titan) ning kristall panjaralari, harorat va bosim o'zgarganda bir turdan boshqasiga aylanadi, Bu hodisa *metallar allotropiyasi* deyiladi. Temirning allotropik o'zgarish jarayoni 1.2-rasmda berilgan.

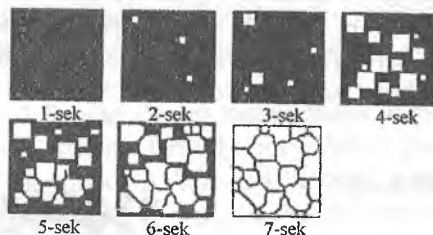


1.2-rasm. Temirning sovish egri chizig'i kristall panjarasi o'zgarishi.

Alfa-temir 911°C dan past va 1392°C dan 1539°C gacha haroratlarda oraliqda mavjud bo'lib, hajmi markazlashgan kub panjaraga ega. Gamma-temir 911°C bilan 1392°C haroratlarda oraliqda mavjud bo'lib, yoqlari markazlashgan kub panjaraga ega.

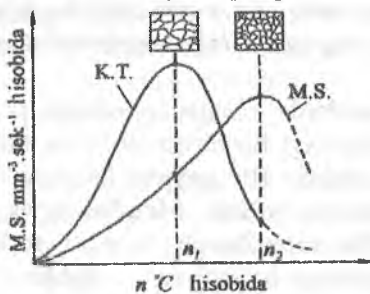
Metallar atomlarining tartibsiz harakatdagi suyuq holatdan atomlari tartibli joylashgan qattiq holatga o'tish jarayoni *kristallanish* deyiladi.

Rus olimi D.K. Chernov metallarning kristallanish qonuniyatini kashf etdi. Bu qonuniyatga ko'ra, kristallanish jarayoni kristallanish markazlarining hosil bo'lishi va ularning o'sishi bilan tushuntiriladi. Kristallanish jarayoni 1.3-rasmda ko'rsatilgan.



1.3-rasm. Kristallanish jarayonini tushuntiruvchi chizma.

Qotishmalarda hosil bo'ladigan donalarning o'lchamlari kristallanish markazlari soni (MS) bilan kristallanish tezligiga (KT) bog'liq bo'ladi. Qotishmada erimagan turli oksid va metallmas birikmalar kristallanish markazlari vazifasini bajaradi. Kristallanish MS va KT o'ta sovish darajasiga bog'liq (1.4-rasm).



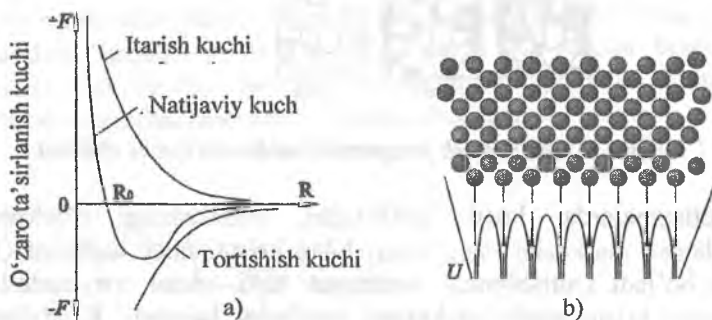
1.4-rasm. Kristallanish markazlari soni va ular o'sish tezligining o'ta sovish darajasiga bog'liqligi.

D.I.Mendeleyev davriy sistemasida mavjud bo'lgan 109 ta elementdan 76 tasi metallar hisoblanadi. Barcha metallar va metall qotishmalar kristall atomlar (ionlari) kristall panjara hosil qilib aniq qonuniyatda joylashgan bo'ladi.

Metallar turg'unligiga ion-elektron tizimni hosil qilib, musbat zaryadlangan ionlar va to'dalashgan elektronlar o'rtasidagi o'zaro elektrik ta'sir bilan aniqlanadi. Bunday «ionli skelet» va «elektron gaz» o'rtasidagi o'zaro ta'sir metall bog'lanish deb nomlanadi.

Metallarda bog'lanish kuchli ionlar va elektronlar o'rtasidagi itarish va tortishish kuchlarining o'zaro nisbatlari bilan aniqlanadi. Metall atomlari (ionlari) bir-biridan o'zaro ta'sirlashuv energiyasi qiymati minimal bo'lgan masofada joylashadi (1.5- rasm).

Metallar atomlarning to'g'ri kristall panjara hosil qilib, aniq qonuniyat bilan o'zaro joylashuvi faqat atomlar o'zaro ta'sirining minimal energiyasi holatigagina mos keladi.



1.5-rasm. Ikki ta atomlarning o'zaro tortishish kuchlari (a) va kristall panjarada atomlarning potensial energiyasining o'zgarishi(b).

Metallar oddiy usullarda olinganda odatda polikristall jismlar bo'lib, juda ko'p miqdordagi bir-biriga nisbatan turlicha joylashgan kristallardan tashkil topadi. Bu paytda kristallarning o'lchamlari 1000–0,1 mkm oraliqlarida bo'ladi. Metallar suyuq holatdan qattiq holatga o'tishi davrida kristallanish sharoiti turlicha bo'lganligi sababli har xil shakllarga ega bo'ladi va bu shakllar kristallitlar, ba'zi hollarda donalar deb ham nomlanadi.

Toza metallar odatdagi struktura holatida past qiymatdagi mustahkamlikka ega bo'lib, ko'p hollarda talab qilingan xossalarni ta'minlab bera olmaydi.

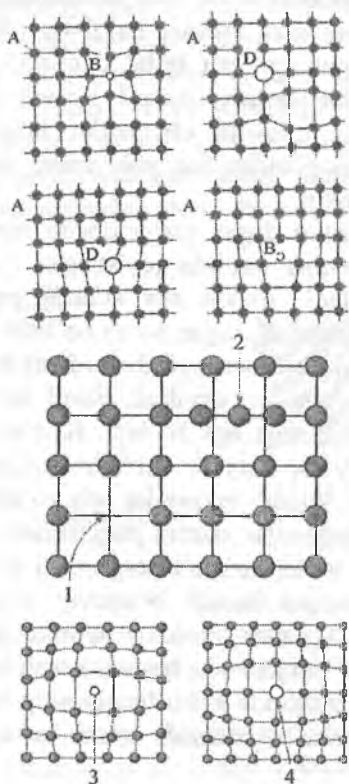
Shuning uchun toza metallar kam hollarda qo'llaniladi. Asosan metallarning qotishmalari, ya'ni bir yoki undan ortiq metallarning yoki nometallarning aralashmalari ishlatiladi.

Toza metall tushunchasi shartli ravishda bo'lib, tabiatda har qanday toza metall ozmi yoki ko'p miqdorda boshqa qo'shimchalarni o'z tarkibiga oladi. Shuning uchun ular qatnashmalar sifatida qaraladi. Fanda toza metall deganda, asosan, tarkibida asosiy metall miqdori 99,99–99,999 % gacha bo'lgan holat qaraladi. Bunday tarkibdagi qatnashmalar xossalari asosiy metall xossalariga yaqin bo'ladi. Qatnashmalarni hosil qiluvchi elementlar komponentlar deyiladi. Qatnashmalar tarkibiy jihatdan ikki yoki undan ortiq komponentlarni o'z ichiga olishi mumkin.

Ideal va real jismlar degan tushunchalar mavjud. Kristallardagi atomlari aniq va yuqori tartibda joylashgan jismlar ideal kristall panjaraga ega deyiladi. Aslida esa kristall panjara tugunlarining ba'zilarida atom bo'lmasdan, tugun bo'sh bo'lishi yoki kristall panjara atomlari orasiga ortiqcha atom joylashishi ham mumkin. Bunday hol kristall *panjaraning nuqsoni* deyiladi. Reall kristall panjaralar ana shunday nuqsonli tuzilishga ega bo'ladi. Kristall panjara nuqsonlari o'lchamlarga ega bo'lib, nuqtali, chiziqli hamda sirtqi nuqsonlarga bo'linadi (1.6-rasm). Nuqtali nuqsonlar uch yo'nalishda o'lchamlarga ega emas. Bunday nuqsonlar kristall panjaralarda eng ko'p uchraydi. Nuqtaviy nuqsonlar metall kristall panjaralari o'zida va qo'shimcha atomlari ta'sirida yuzaga keladi. Nuqtaviy nuqsonlarga vakansiya (Shotki nuqsonlari), tugunlar orasidagi atomlar (Frenkel nuqsonlari), asosiy metall kristall panjarasida boshqa qo'shimcha elementlarning atomlari bo'lishi va yuqorida keltirilganlarning birgalikda bo'lishlari kiradi. Kristall panjara tugunlarida atom bo'sh qolishi *vakansiya* deyiladi.

Vakansiya atomning panjara tugunidagi normal holatidan uzoqlashuvi natijasida sodir bo'ladi. Tugunlar orasidagi atom asosiy metall atomi bo'lib, u kristall panjara tugunlarida joylashgan metall boshqa atomlari ta'sirida panjaradan siqib chiqarilgan ko'rinishda bo'ladi. Vakansiya va o'rin almashinuvchi atomlar asosiy metall atomlari o'rinlarini egallab, panjara uzelinig istalgan joyida

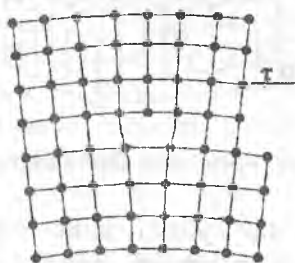
joylashishi mumkin. Tugunlar orasidagi qo‘shimchalarning atomlari tugunlar orasida singuvchi ko‘rinishda yoki asosan kristall panjara bo‘shliqlarida joylashishi mumkin. Atomlar orasiga o‘zga atomning siqilib kirib qolishi singdirilgan atom deyiladi. Vakansiya istalgan kristall panjarada uchrasa, *singdirilgan atom* zichligi kichikroq bo‘lgan kristall panjaralarda uchraydi. Ikki o‘lchamga ega bo‘lgan nuqsonlar chiziqli nuqsonlar deyiladi. Bunday nuqsonlar kristallanish jarayonida yoki plastik deformatsiya natijasida vujudga keladi.



**1.6-rasm. Real kristall panjaraning nuqsonli tuzilishi.**

Metallning atomlari siljigan sohasi bilan atomlari siljimagan sohasi orasidagi chegara *dislokatsiya* deb ataladi. Metallarning mustahkamligi va plastikligi, qattiq holatidagi fazaviy hamda

strukturaviy o'zgarishlari dislokatsiyalar nazariyasidan foydalanilgan holda juda yorqin yoritilishi mumkin. Dislokatsiya kristall panjaradagi boshqa turdagi nuqsonlardan o'zining tabiatiga ko'ra keskin farq qiluvchi maxsus turdagi nomukammallik hisoblanadi. Real kristallarda chiziqli dislokatsiyaning ikki turi mavjud. Kristall yuzasidagi hamma vakansiyalar to'planib nuqsonlar yig'indisi halqasini hosil qiladi. Mana shu halqa yuzasiga tik tekisliklardagi atomlarning tartibli joylashi geometriyasi biroz buziladi—chetki dislokatsiya hosil bo'ladi.

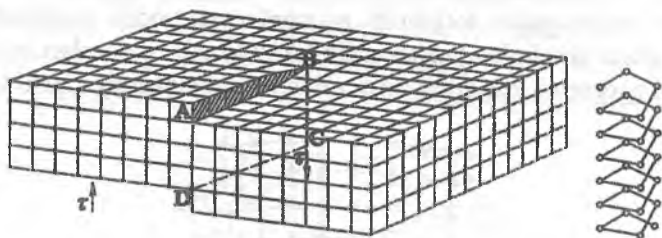


*1.7-rasm. Kub panjarali chekka dislokatsiya: strelka – siljish vektori.*

Siljish natijasida kristall yuqori qismida ortiqcha yarim tekislik hosil bo'ladi. Bu yarim tekislik elektrotekislik deb nomlanadi. Elektrotekislik chekkalari bo'ylab nomukammal panjarali soha tortilgan bo'lib, elektrotekislik chekkasi yuqorisida atomlararo masofa normal qiymatlaridan kichik (atomlarning quyuqlashgan sohasi), pastki qismida esa katta (atomlarning siyraklashgan sohasi). Elektrotekislik chekkasi atrofidagi kristalldagi nomukammallik sohasi chekkadagi dislokatsiya deyiladi. Chekkadagi dislokatsiya chizig'i siljish vektoriga perpendikular bo'ladi. Chekka dislokatsiyani shartli ravishda, agar u elektrotekislik yuqorisida joylashgan bo'lsa, musbat va aksincha pastki qismida bo'lsa manfiy deyiladi. Ikkinchi turdagi dislokatsiya vintsimon dislokatsiya bo'lib, u kristallda tilik qilingan bo'lsa va kristallning bir qismi ikkinchi qismiga nisbatan bir atomlararo masofaga pastga siljigan hollarda namoyon bo'ladi. Vakansiya to'plangan joydagi normal yo'nalish bo'yicha siljish natijasida hosil bo'lgan dislokatsiya vintsimon dislokatsiya deb ataladi. Kristallda bir atom tekislikka siljish natijasida gelikoid ko'rinishidagi burilish (vintsimon narvon) supacha hosil bo'ladi. Chekka dislokatsiyadan



farqli ravishda vintsimon dislokatsiya birinchidan siljish vektoriga parallel, ikkinchidan esa u siljish vektorini aniqlamaydi. Ya'ni vintsimon dislokatsiya istalgan tekislik bo'ylab siljishda hosil bo'lishi mumkin.



1.8-rasm. Vintsimon dislokatsiya kristalli.

Kristallarning  $1 \text{ sm}^2$  yuzini kesib o'tgan dislokatsiya soni *dislokatsiya zichligi* deb ataladi. Sekin kristallangan jismlarda dislokatsiya zichligi  $10^2-10^4 \text{ sm}^{-2}$  ga, muvozanatdagi polikristallarda dislokatsiya zichligi  $10^6-10^7 \text{ sm}^{-2}$  ga teng bo'ladi. Puxtalash natijasida dislokatsiya zichligi  $10^{10}-10^{12} \text{ sm}^{-2}$  ga yetadi.

*Qotishma tarkibi* deganda, uni tashkil etuvchi kimyoviy elementlar tushuniladi. *Tuzilishi* deganda, ko'z yoki lupa yordamida ko'rib bo'ladigan makrotuzilish, mikroskoplar (1.9-rasm) yordamida kuzatiladigan mikrotuzilish, 100 ming marta katta qilib ko'rsatadigan elektron mikroskoplarda yoki rentgen nurlari ta'sirida o'rganiladigan supmikroskopik tuzilish tushuniladi. *Xossalari* deganda, kimyoviy, fizik, mexanik va texnologik xossalari tushuniladi.



1.9-rasm. MIM-7M mikroskopi.

## 1.2. Metall va qotishmalarning xossalari

**Fizik xossalari.** Metallarning fizik xossalariga uning rangi, zichligi, suyuqlanish temperaturasi, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqdan kengayuvchanligi, issiqlik sig'imi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xossalari va boshqalar kiradi.

Metall rangi deb, ma'lum to'liq uzunligidagi yorug'lik nurini qaytarish xususiyatiga aytiladi. Masalan, mis pushti-qizil rangli, aluminiy esa kumushsimon oq rangli bo'ladi.

Metallning zichligi hajm birligida joylashgan massa bilan karakterlanadi. Zichligiga ko'ra barcha metallar yengil ( $4500 \text{ kg/m}^3$  dan kam) va og'ir xillarga bo'linadi. Turli buyumlar yaratishda metall zichligi muhim rol o'ynaydi. Masalan, samolyot va raketaso'zlikda juda yengil metall va qotishmalardan (aluminiyli, magniyli, titanli) foydalanishga harakat qilinadi. Bu buyum massasini kamaytirish imkoniyatini beradi. Suyuqlanish temperaturasi deb, metall qattiq holatdan suyuq holatga o'tadigan temperaturaga aytiladi. Suyuqlanish temperaturasiga qarab qiyin suyuqlanadigan (volfram  $3416^\circ\text{C}$ , tantal  $2950^\circ\text{C}$ , titan  $1725^\circ\text{C}$  va boshqalar) va oson suyuqlanadigan (qalay  $232^\circ\text{C}$ , qurg'oshin  $372^\circ\text{C}$ , rux  $419^\circ\text{C}$ , aluminiy  $660^\circ\text{C}$ ) metallar bo'ladi. Quyma buyumlar, payvandlanadigan va kavsharlanadigan birikmalar termoelektrik priborlar va boshqa buyumlar tayyorlash uchun metall tanlashda suyuqlanish temperaturasi katta ahamiyatga ega. SI birliklar sistemasida suyuqlanish temperaturasi Kelvin (K) shkalasida ifodalanadi.

Metallning issiqlik o'tkazuvchanligi deb, uning ko'p qizigan uchastkasidan kam qizigan qismiga issiqlik o'tkazish, xususiyatiga aytiladi. Kumush, mis, aluminiy ko'p issiqlik o'tkazuvchanligi aluminiyga nisbatan besh marta kichikdir. Detallar uchun materiallar tanlashda issiqlik o'tkazuvchanlik katta ahamiyatga ega. Masalan, metall issiqlikni yomon o'tkazsa, u qizdirilganda yoki tez sovitilganda (termik ishlov berishda, payvandlashda) unda darzlar paydo bo'ladi. Mashinalarning ayrim detallari (dvigatellarning porshenlari, turbinalarining kurakchalari) issiqlikni yaxshi o'tkazadigan materiallardan tayyorlanishi kerak. SI birliklar sistemasida issiqlik o'tkazuvchanlik  $B_T (M \cdot K)$  bilan o'lchanadi.

Metallning issiqdan kengayuvchanligi deb, qizdirilganda uning o'lchamlarining kattalashish, sovitilganda esa kichrayish chiziqi

kengayish koeffitsiyenti xususiyatiga aytiladi. Issiqdan kengayuvchanlik bilan xarakterlanadi, bu yerda jismning temperaturalardagi uzunligi. Hajmiy kengayish koeffitsiyenti 3 ga teng. Metallarning issiqdan kengayuvchanligi payvandlashda, bog'lanishda hamda qizdirib hajmiy shtampkovkalashda, quyish qoliplari, shtamplar, prokat valiklari, kalibrlar tayyorlashda, aniq birikmalar hosil qilishda hamda priborlarni yig'ishda, ko'prik fermalar qurishda, temir yo'l relslarni yotqizishda hisobga olinishi kerak. Metallning issiqlik sig'imi deb, qizdirilganda uning ma'lum miqdordagi issiqlikni yutish xususiyatiga aytiladi. Issiqlik sig'imi SI birliklar sistemasida J/kg.K bilan o'lchanadi. Turli metallarning issiqlik sig'imi ularning solishtirma issiqlik sig'imi miqdoriga qarab solishtiriladi. Solishtirma issiqlik sig'imi 1 kg metall temperaturasini 10°C ga ko'tarish uchun kerak bo'ladigan, katta kaloriyada ifodalangan issiqlik miqdoridir (u SI birliklar sistemasida J/kg · K) bilan o'lchanadi.

Metallarning elektr tokini o'tkazish xususiyati ikkita o'zaro qarama-qarshi xarakteristikalar—elektr o'tkazuvchanlik va elektr qarshiligi bilan belgilanadi. Elektr o'tkazuvchanlik SI birliklar sistemasida simens (Sm) da, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik Sm/m da, shunga o'xshash elektr qarshiligi esa Om/m da o'lchanadi. Tok o'tkazuvchi simlar (mis, aluminiy) yaxshi tok o'tkazadi.

Kimyoviy jarayonlar natijasida qotishma tarkibining o'zgarishi kimyoviy xossalarni ifodalaydi.

**Kimyoviy xossalari.** Metallar va qotishmalarning kimyoviy xossalari oksidlanishiga yoki turli moddalar: havodagi kislorod, kislota hamda ishqor eritmalari va boshqalar bilan birikishiga qarshi tura olish xususiyatiga qarab xarakterlanadi. Metall boshqa elementlar bilan qancha oson birikishga kirishsa, u shuncha tez yeyiladi. Metallarning tashqi agressiv muhit ta'siridan kimyoviy yemirilishiga korroziyalanish deyiladi. Metallarning korroziyaga, kuyindi hosil bo'lishiga va erishiga qarshiligi vaqt birligi ichida sirt birligiga to'g'ri keladigan tekshirilayotgan namuna massasining o'zgarishi bilan belgilanadi. U yoki bu buyumlarni tayyorlashda metallarning kimyoviy xossalari albatta hisobga olinadi. Bu ayniqsa, kimyoviy agressiv muhitlarda ishlatiladigan buyum va detallarga taalluqlidir.

Buyumlar tayyorlashda mavjud materiallarni qayta ishlash imkoniyatlari qanday darajada ekanligi materialning *texnologik xossasi* deyiladi. Qotishmalarning sovuqlayin yoki qizdirib

ishlanuvchanligi, quyish, bolg'alash, payvandlash, kesib ishlashga qulayligi texnologik xossalarini belgilaydi. Materialning xossalarini bilgan holda buyum yasashning texnologik jarayonlarini loyihalash mumkin.

Kesib ishlanuvchanlik eng muhim texnologik xossalaridan biri hisoblanadi, chunki ko'pgina tayyorlamalar, shuningdek, payvandlab tayyorlangan uzal va konstruksiyalarning detallariga mexanik ishlov beriladi. Ba'zi metallarga osongina ishlov berib, toza va silliq sirt hosil qilish mumkin. Qattiqligi past bo'lgan juda qovushqoq metallar ham yomon ishlanadi. Sirtida tirnalgan joylar bo'lib, g'adir-budir chiqadi. Ishlov berishni yaxshilash uchun, masalan, po'lat termik ishlanadi, bu bilan uning qattiqligi yo oshiriladi yoki kamaytiriladi.

Payvandlanuvchanlik metallarning xossalari asosiy metall xossalari bilan yaqin turgan payvand birikmalar hosil qila olish xususiyatidir. U payvandlangan namunani bukish va cho'zishga sinab ko'rib aniqlanadi.

Bolg'alanuvchanlik metallga sovuqlayin yoki qizdirilgan holatda uni yemirilish alomatlarisiz bosim ostida ishlov berish xususiyatidir. Bolg'alanuvchanlikni berilgan darajagacha deformatsiyalab, temirchilik usulida bolg'alab aniqlanadi. Namunaning cho'kish balandligi, odatda, ikkilangan diametriga teng bo'lishi kerak. Agar uning yon sirtida darzlar paydo bo'lmasa, bunday namuna sinovga bardoshli, tekshirilayotgan metall esa bosim ostida ishlov berishga yaroqli hisoblanadi.

Materiallarning quyilish xossalari ularning darzsiz bo'shliqsiz va boshqa nuqsonlarsiz quyma hosil qila olish xususiyatini xarakterlaydi. Asosiy quyilish xossalari suyuq holatda oquvchanlik, kirishuvchanlik va likvatsiya kiradi.

Suyuq holatda oquvchanlik suyultirilgan metallning quyilish qolipi bo'shlig'ini yaxshi to'ldirish xususiyatidir.

Kristallanishda kirishuvchanlik suyuq holatdan qattiq holatga o'tishda metall hajmining kamayishidir. U quymalarda kirishuvchanlik bo'shliqlari va g'ovaklari hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Likvatsiya qotishmalarining kristallanishda paydo bo'ladigan kimyoviy tarkibining bir jinslimasligidadir. Bu qotishmalar toza metallarga qaraganda qat'iy bir temperaturada emas, balki temperatura oralig'ida kristallanish bilan tushuntiriladi. Qotishmaning kristallanish temperatura intervali qancha katta bo'lsa, likvatsiya shuncha tez

rivojlanadi. Bunda kristallanish temperatura oralig'iga kuchli ta'sir qiladigan qotishma komponentlari po'lat uchun (oltingugurt, kislorod, fosfor, uglerod) likvatsiyaga ko'proq moyil bo'ladi.

Metall va qotishmalarning texnologik xossalarini bukiluvchanligini va takror bukiluvchanligini sinash, botiluvchanligini, cho'kuvchanligini, yassilanuvchanlik, o'raluvchanlik, buraluvchanlik va boshqa xossalarini sinash usullari bilan aniqlanadi.

**Ekspluatatsion xossalari.** Bu xossalar mashinaning ish sharoitiga bog'liq holda maxsus sinovlari o'tkazib aniqlanadi. Ekspluatatsion xossalardan eng muhim yeyilishga chidamlilikdir.

Yoyilishga chidamlilik materialning yeyilishiga, ya'ni ishqalanish tufayli buyum tashqi sirtining yemirilishidan o'lchami va shaklini asta-sekin o'zgartirishga qarshilik ko'rsata olish xususiyatidir. Metallarni yeyilishga sinash laboratoriya sharoitida namunalarda, real ekspluatatsiya sharoitida esa detallarda o'tkaziladi. Namunalarni sinashda ishqalanish sharoiti real sharoitga yaqin qilib olinadi. Namuna yoki detallarning yeyilish kattaligini turli usullar bilan, chunonchi o'lchamlarni o'lchash, namunalarni tortib ko'rish kabi usullar bilan aniqlanadi. Ekspluatatsion xossalariga, shuningdek sovuqbardoshlik, issiqbardoshlik, antifikatsion xossalar va hokazolar ham kiradi.

Qotishmalarning tashqi kuchlar ta'siriga qarshilik ko'rsata olishi *mexanik xossasini* ifodalaydi. Asosiy mexanik xossalarga qattqlik, cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi, zarbiy qovushoqlik, nisbiy uzayish va torayish kiradi. Metallarning tashqi kuchlar ta'siriga qarshilik xususiyati uning mexanik xossalari bilan xarakterlanadi. Shuning uchun ham mashina detallarni tayyorlash uchun material tanlashda avvalo uning mexanik xossalariga, ya'ni mustahkamligi, elastikligi, plastikligi, zarbiy qovushqoqligi, qattqligi va chidamligiga e'tibor berish kerak. Bu xossalar metallga tashqi kuch (nagruzka) ta'sir ettirib, mexanik sinovlar natijalariga qarab belgilanadi. Tashqi kuchlar statik, dinamik yoki siklik (takror o'zgaruvchan) bo'lishi mumkin.

Qotishmaning o'z sirtiga undan qattiqroq jism botishiga qarshilik ko'rsatishi *qattqlik* deyiladi. Qattqlikni aniqlashning bir necha usullari mavjud. Brinell, Rokvell, Vickers usullari va h.k. Brinell usulida (DS 9012-59) qattqligi 450 birlikkacha bo'lgan qotishmalar qattqligi aniqlanadi. Qotishma turiga va qalinligiga ko'ra diametri 2,5, 5, 10 mmli toblangan po'lat zoldir namunaga 187,5, 750 va 3000

kg kuch bilan asta-sekin botiriladi. Zoldirning namuna yuzasida qoldirgan izi diametriga ko'ra qotishmaning qattiqligi aniqlanadi (1.10-rasm).

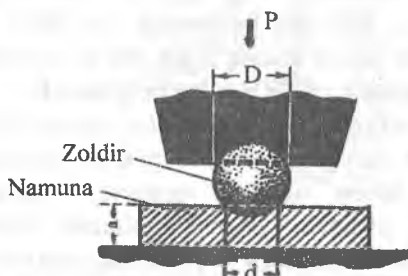
Qotishmaning Brinell bo'yicha qattiqligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

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

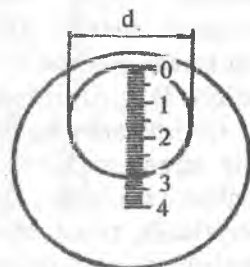
bu yerda,  $D$  – zoldirning diametri, mm;

$d$  – zoldirning namunada qoldirgan izi diametri, mm.

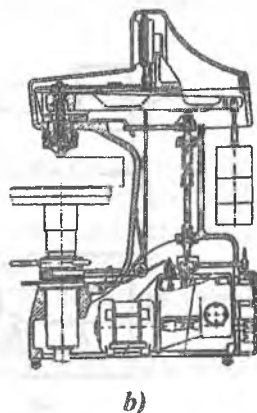
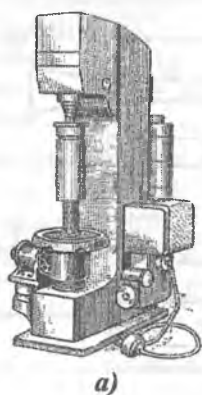
Sharcha izining diametri maxsus lupa (1.11-rasm) yordamida o'lchanadi.



1.10-rasm. Namuna qattiqligini Brinell usulida aniqlash.



1.11-rasm. Brinell lupasi.

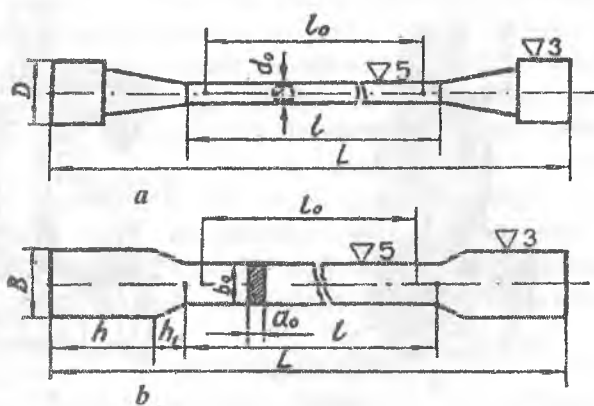


1.12-rasm. Qattqlikni Rokvell usulida aniqlash:  
a) umumiy va b) sxematik ko'rinishi.

Qattiqligi yuqori boʻlgan (toblangan, sementitlangan) buyumlar qattiqligi Rokvell usulida (DS 9013–59) aniqlanadi (1.12-rasm).

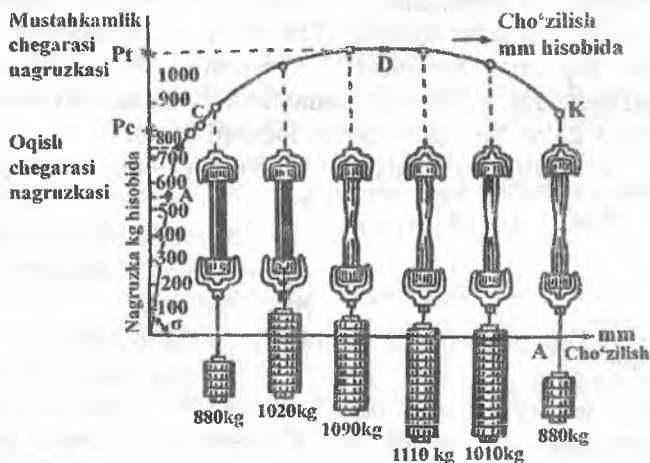
Rokvell usulining Brinell usulidan farqi shundaki, bu usulda qattqlik zoldir qoldirgan izning yuzi bilan emas, balki namunaga botirilgan olmos konus yoki toblangan zoldir qoldirgan izning chuqurligi bilan aniqlanadi. Rokvell usulida namunaga taʼsir etuvchi kuch va botiriladigan uchlik material turiga koʻra oʻzgartiriladi. Rokvell usulida qattqlik sinash jarayonining oʻzida indikator (1.12-rasm) shkalasidan oʻqiladi. Indikator shkalasi qora va qizil rangda boʻladi. Olmos konus uchlik qoʻyilib, kuch 60 va 150 kG boʻlganda qattqlik C (qora) shkaladan oʻqiladi. Taʼsir ettirilgan kuch 60 kG boʻlganda qattqlik HRA bilan 150 kG boʻlganda esa HRC bilan belgilanadi. Botiriladigan uchlik poʻlat zoldir, kuch 100 kG boʻlganda qattqlik B (qizil) shkaladan oʻqiladi va HRB bilan belgilanadi.

Qotishmalarning *choʻzilishdagi mustahkamligini* sinash amalda keng tarqalgan boʻlib, bunda uning elastik va plastik xossalarini aniqlash mumkin. Buning uchun maxsus namuna (1.13-rasm) tayyorlanib, sinash mashinasi qisqichlariga mahkamlanadi. Mashina yurgizilgach, asta-sekin oshib boruvchi kuch taʼsirida namuna choʻzila boshlaydi. Kuch maʼlum qiymatga yetgach, namunaning biror qismi ingichkalashib boʻyicha hosil boʻladi va uziladi (1.14-rasm).



1.13-rasm. Qotishmaning *choʻzilishdagi mustahkamligini aniqlashda ishlatiladigan namuna.*

Namunani sinashda u uzilmay chidash bergan eng katta (maksimal) kuch ( $R$ ) ning, shu namuna ko'ndalang kesimi yuzi ( $F$ ) ga nisbati qotishmaning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi deyiladi.



1.14-rasm. Kam uglerodli po'lat namunani cho'zilishga sinashdagi deformatsiya egri chizig'i.

Cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi quyidagi matematik ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}$$

$P_b$  – sinashdagi eng katta kuch, kg;

$F_0$  – namunaning sinashdan oldingi ko'ndalang kesimi yuzi,  $\text{mm}^2$ .

Qotishmaning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash orqali plastik xossalarni nisbiy cho'zishi va torayishini ham aniqlash mumkin. Qotishmaning nisbiy uzayishi quyidagicha topiladi:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

bu yerda,  $l_0$  – namunaning deformatsiyalanishdan oldingi uzunligi, mm;  
 $l_1$  – namunaning deformatsiyalanishdan keyingi uzunligi, mm.

Qotishmaning nisbiy torayishi quyidagicha topiladi:

$$\varphi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%$$

bu yerda,  $F_0$  – namunaning sinashdan oldingi ko'ndalang kesimi yuzi,  $\text{mm}^2$ ;  $F_1$  – namunaning cho'zilgandan keyingi ko'ndalang kesimi yuzi,  $\text{mm}^2$ .



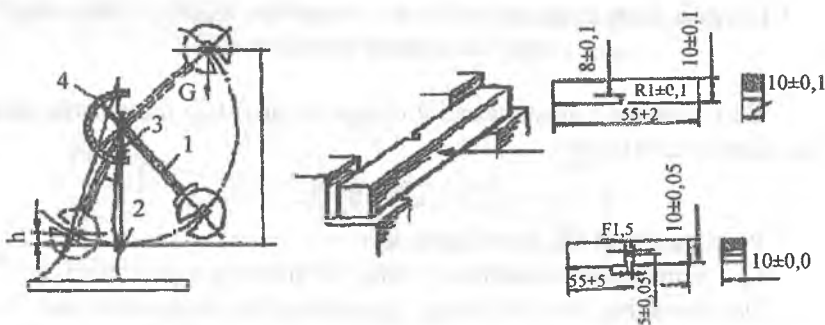
Qotishmaning zarb kuchlariga ta'siriga sinmay qarshilik ko'rsatishi *zarbiy qovushoqligi* deyiladi. Zarb kuchlari ta'sirida bo'ladigan buyumlar (tirsakli vallar, shatun, porshen, vagon o'qlari) dinamik kuchlar ta'sirida ishlaydi. Zarbiy qovushoqlikka sinaladigan qotishmalardan maxsus namuna (DS 9454 – 78) tayyorlanadi va mayatnikli kopyorda sindiriladi (1.15-rasm). Namunani sindirish uchun sarflanadigan *A* ishning, namunaning singan joyi ko'ndalang kesimi yuzi *F* ga nisbati zarbiy qovushoqlikni beradi:

$$\alpha_H = \frac{A}{F} = \frac{Ql(\cos \beta - \cos \alpha)}{F}$$

bu yerda, *Q* – mayatnik og'irligi, kg;  
*l* – mayatnik radiusi, mm;  $\alpha$  – mayatnikning zarbgacha ko'tarilish burchagi;

$\beta$  – mayatnikning zarbdan keyingi ko'tarilish burchagi.

Qotishmaning tuzilishini oddiy ko'z, lupa hamda mikroskop yordamida tekshirish *makroanaliz* deyiladi. Makronuqsonlarga darzlar, g'ovaklar, qotishmada ba'zi elementlarning notekis taqsimlanishi (likvatsiya) kabi nuqsonlar kiradi.



1.15-rasm. Mayatnikli kopyor va namuna.

Sinish yuzalarini o'rganish ham makroanalizga kiradi. Sinish uch turga bo'linadi. Agar sinish yuzasi g'adir-budur bo'lsa, buyum materiali deformatsiyaga uchramasdan, mo'rt sinadi. Sinish yuzasi yaltiroq bo'lib, yuzada sinish markazi vujudga kelib, shu markazdan sinish tolalarining yo'nalishi ko'rinib tursa, *qovushoq sinish* deyiladi. Bunday sinish juda katta deformatsiya natijasida sodir bo'ladi. *Toliqish natijasida sinish* ham qovushoq sinish kabi sodir bo'ladi va

darz paydo bo'lishi, uning kattalashishi buyumning sinishi bilan yakun topadi.

Qotishmalarning ichki tuzilishini o'rganish *mikroanaliz* deyiladi. Mikroanaliz orqali donalar tarkibini, ulardagi nuqsonlarni, dislokatsion tuzilishni, donalar o'lchamlarini aniqlash mumkin. Buning uchun 1500–2000 marta katta qilib ko'rsatadigan optik yoki elektron mikroskoplar ishlatiladi. Elektron mikroskoplar buyumni 100 000 dan 500 000 martagacha kattalashtirib ko'rsatadi. Elementar kristall panjaraning turlari rentgen nurlari ta'sirida o'rganiladi. Kristall panjaradagi atomlar joylashuvi, panjara parametrlari va dislokatsiya zichligi kabi kattaliklar rentgenografiya usulida o'rganiladi.

#### **Texnologik xossalari.**

Metall va qotishmalarning texnologik xossalariga ularning texnologik ishlovchanligi bilan bog'liq xossalar: kirishuvchanligi, quyuluvchanlik, suyuq holatda oquvchanlik, bolg'alanuvchanlik, payvandlanuvchanlik hamda kesib ishlanuvchanlik va boshqa xossalar kiradi. Bu xossalar haqida alohida to'xtalib o'tamiz.

Qolipning o'lchamlari va shu qolipda quyish yo'li bilan hosil qilingan quymaning o'lchamlari orasidagi farq kirishuvchanlik deyiladi. Kirishuvchanlik % larda ifodalanadi. Qotishmalarning kirishuvchanligi bir-biridan farq qiladi va ma'lum kattalikka ega. Cho'yanlar uchun kirishuvchanlik 1,5-1,75 % ni tashkil etsa, bu kattalik po'latlar uchun 1,4-2,2 %, kulrang cho'yan 0,5-1,25 %, mis qotishmalari 0,8-1,6 %, aluminiy qotishmalari 0,3-1,2 % va magniy qotishlari 0,3-1,2 % ni tashkil etadi.

Suyuq holatda oquvchanlik quymakorlik qotishmalarining muhim texnologik xossalaridan biri hisoblanadi. Metall va qotishmalarning suyuq holatda qolipni to'ldirish xossasiga suyuq oquvchanlik deyiladi. Metall va qotishmalarning suyuq holatda oquvchanligi qanchalik yuqori bo'lsa, u suyuqlantirilganda qolipning yupqa va ingichka joylarini shunchalik yaxshi to'ldiradi.

Metall va qotishmalarni bolg'alash, shtamplash, prokatlash va bosim ta'sirida ishlash natijasida o'z shaklini yemirilmasdan o'zgartirish xossasiga bolg'alanuvchanlik deyiladi. Metall va qotishmalarni bosim ta'sirida ishlash vaqtida u qanchalik yuqori darajada deformatsiyalanib hamda bu deformatsiya uchun zarur kuch qanchalik kichik bo'lsa, uning bolg'alanuvchanligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Metall va qotishmalarni payvandlash vaqtida puxta hamda zich birikma hosil qilish xossasiga payvandlanuvchanlik deyiladi. Payvand chokni mexanik xossalari yuqori, strukturasi bir jinsli hamda mayda donali, g'ovak va boshqa nuqsonlardan xoli bo'lsa, payvandlanuvchanlik xossasi shunchalik yuqori bo'ladi.

Vaqt birligi ichida eng ko'p yo'nib tushirilgan qirindi miqdori bilan baholanadigan kattalik miqdoriga kesib ishlanuvchanlik deyiladi. Metall va qotishmalarni texnologik xossalarini aniqlash uchun turlicha sinovlar o'tkaziladi. Bu sinovlar murakkab emas, ular standartlashtirilgan. Standartlashtirilgan sinovlar jumlasiga bukiluvchanlikka sinash, sovuq holatda cho'kuvchanlikka hamda botiluvchanlikka sinash va boshqalar kiradi.

### 1.3. Plastik va elastik deformatsiya. Naklyop

*Metallarni bosim bilan ishlash* deb, tashqi kuch ta'siri ostida (masalan, bolg'a bilan urib, press bosimi ostida) xomaki shaklini o'zgartirishga aytiladi.

Zarb yoki bosim ta'sirida oldi deformatsiya paydo bo'lishi bilan metall o'z shaklini kerakli yo'nalishda yemirilmasdan o'zgartiradi. Bunda bir yo'la metallning strukturasi, uning mexanik va fizik xossalari o'zgarish ro'y beradi. Yuqorida qayd qilganimizdek, bosim bilan ishlashda xomakining shakli dastlabki holatiga qaytmaydigan qilib o'zgartiriladi, bu esa xomaki metalda plastik holat mavjudligidan darak beradi. Demak, biror tashqi kuch ta'sirida metall (qotishma) yemirilmay, o'z shaklini dastlabki holatiga qaytmaydigan tarzda o'zgartira olish xususiyati uning *plastikligi* deb, metallar shaklining plastik tarzda o'zgarishi *plastik deformatsiya* deb ataladi. Shunday qilib, bosim bilan ishlashi metallarning plastik deformatsiyalanishiga asoslangandir.

Buning uchun deformatsiyaning o'zi qanday vujudga kelishini aniq tushunish kerak.

Ma'lumki, detalga biror tashqi kuch ta'sir ettirilganda uning geometrik shakli o'zgarishi *deformatsiya* deyiladi. Har qanday normal haroratda metall asosan elastik va plastik deformatsiyalardan iborat bo'ladi. Metallga ta'sir ettirilgan tashqi kuch olingandan keyin metall dastlabki shakliga qaytsa, bunday deformatsiya *elastik deformatsiya* deb ataladi. Masalan, po'lat prujinaga (yoki rezina bo'lagiga) ta'sir ettirilgan kuch olingandan keyin yana u avvalgi holatiga qaytadi.

*Plastik deformatsiyada* esa metall kristall panjaralarining shakli o'zgaribgina qolmasdan, balki kristallning bir qismi boshqa qismiga nisbatan siljiydi, ta'sir ettirilgan kuch olinganda kristallning siljigan qismi avvalgi joyiga qaytmaydi, ya'ni deformatsiya saqlanib qoladi. Bundan tashqari, plastik deformatsiyada metall tarkibidagi donachalar maydalanadi va muayyan tartibda joylashib qoladi, natijada metall tola-tola tuzilishga ega bo'ladi.

Donalarning muayyan tartibda joylashib qolish hodisasi *teksturalanish* deyiladi.

Teksturalanish darajasi deformatsiyalanish darajasiga to'g'ri mutanosibdir.

Metall odatdagi sharoitda plastik deformatsiyalanganda uning puxtaligi va qattiqligi ortib, plastikligi pasayadi. Bu hodisa naklyop (parchinlanish) yoki nagartovka deyiladi. Plastik deformatsiyalanish natijasida metallda hosil bo'lgan naklyopni yo'qotish zarur bo'lsa, metall ma'lum haroratgacha qizdiriladi. Masalan, naklyoplangan po'lat buyum 200–300 °C gacha qizdirilsa, uning qattiqligi va puxtaligi 20–30 % pasayadi, plastikligi esa ortadi. Bu hodisa **qaytish** yoki xordi deyiladi. Demak, qaytishida metallning kristall panjaralari tiklanadi, ichki tuzilishi esa uncha o'zgarmaydi va shuning uchun metallning mexanik xossalari faqat ma'lum darajadagina tiklanadi. Metallning dastlabki xossalarini batamom tiklash kerak bo'lib qolsa, albatta, uni yuqoriroq darajagacha qizdirish zarur.

Naklyoplangan metall yuqoriroq darajagacha qizdirilganda, shu metall xossalarining tiklanishi *rekristallanish* deb ataladi. Rekrystallanish vaqtida metallning deformatsiyalanishidan oldingi donalari tiklanmay, balki yangi donalar hosil bo'ladi, ya'ni metall yangidan kristallanadi. Rekrystallanish darajasi (eng kichik darajasi) har xil metallar uchun turlicha bo'ladi. Masalan, misning rekrystallanish harorati 270°C ga, aluminiy va magniyniki 100°C ga, jezniki 250°C ga, temirniki 450°C ga, nikelniki 600°C ga, molibdenniki 900°C ga, volframniki 1200°C ga teng, qalay, qo'rg'oshin va oson suyuqlanuvchi boshqa metallarning rekrystallanish darajasi esa normal darajadan past bo'ladi. Metallning rekrystallanish darajasi bilan suyuqlanish darajasi orasida A. A. Bochvar formulasiga asosan quyidagicha yaqinlashtirilgan bog'lanish mavjud:

$$T_{\text{rekr}} = T_{\text{er}} \times K$$

Bunda,  $T_{\text{rekr}}$ — mutlaq rekristallanish darajasi, gradus,  $K$ — metallning tozaligiga bogʻliq koeffitsiyent,  $T_{\text{er}}$ — mutlaq suyuqlanish darajasi, gradusda.

Texnik toza metallar uchun  $K=0,2-0,3$ , qotishmalar (qiyin suyuqlanadigan metallar) uchun esa  $K=0,6-0,7$ . Shuni qayd etish lozimki, deformatsiyalanganlik darajasi rekristallanish haroratiga teskari mutanosib bogʻlanishda boʻladi.

Metall rekristallanish darajasidan yuqori darajada deformatsiyalanganda naklyop hosil boʻlsada, ammo shu darajada oʻtadigan rekristallanishi naklyopni yoʻqotadi. Metallarni rekristallanish darajasidan yuqori darajada deformatsiyalash qizdirib, bosim bilan ishlash deb, rekristallanish darajasidan past darajada deformatsiyalash esa sovuqlayin bosim bilan ishlash deb ataladi. Demak, metallarni qizdirib, bosim bilan ishlashda ularda naklyop hosil boʻlmaydi, sovuqlayin bosim bilan ishlashda esa naklyop hosil boʻladi va aksincha, deformatsiyalashda metall naklyoplansa, sovuqlayin bosim bilan ishlaganda esa naklyoplanmasa, uni qizdirib, bosim bilan ishlagan maʼqul boʻladi. Masalan, qalay normal haroratda deformatsiyalansa, u naklyoplanmaydi, temir esa  $300^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirib deformatsiyalanganda naklyoplanadi. Binobarin, qalayning deformatsiyalanishi qizdirib bosim bilan ishlanadi, chunki sovuqlayin bosim bilan ishlash orqali hosil qilingan buyumlarning sirti toza, oʻlchamlari esa aniq chiqadi. Sovuqlayin deformatsiyalash natijasida hosil boʻlgan naklyop, zarur hollarda, rekristallanish yumshatish yoʻli bilan yoʻqotiladi.

Shuni aytish lozimki, plastik boʻlmagan (moʻrt) metallarni bosim bilan ishlab boʻlmaydi. Masalan, choʻyan sovuq holatda ham, qizdirilgan holatda ham moʻrt boʻladi, demak, choʻyanni bosim bilan ishlab boʻlmaydi.

Metallarning plastikligi ularning kimyoviy tarkibiga ham bogʻliq, yaʼni toza metallarning plastikligi qotishmalarnikidan ancha yuqori boʻladi. Har xil elementlar metallarning plastikligiga turlicha taʼsir etadi.

Shuning uchun qizdirib bosim bilan ishlashda metall (qotishma) ni qanday haroratgacha qizdirish va bosim bilan ishlashni qanday haroratda toʻxtatish zarurligini bilish nihoyatda muhimdir. Shunday qilib, metallar qizdirib, bosim bilan ishlanganda, ularning kimyoviy tarkibi tekislanadi, donalari maydalashadi, gʻovaklari berkilib ketadi, boshqa baʼzi nuqsonlari yoʻqoladi, binobarin, mexanik xossalari yaxshilanadi.

---

---

## 2. TEMIR VA UNING QOTISHMALARI. QOTISHMALARNING HOLAT DIAGRAMMASI

### 2.1. Qotishmalar. Qotishmalarning holat diagrammasi

Ikki va undan ortiq elementni suyuqlantirish yoki boshqa usulda olingan jism aralashmasi *qotishma* deyiladi.

Qotishmani tashkil etgan elementlar uning *komponentlari* deyiladi. Qotishmaning chegara sirtlari bilan o'ralgan bir jinsli qismi *faza* deb ataladi. Komponentlar soniga ko'ra ikki yoki ko'p komponentli, fazalar soniga ko'ra esa bir yoki ko'p fazali qotishmalar mavjud. Muvozanat holatda turgan fazalar majmuyi *sistema* deyiladi.

Sistemani tashkil etuvchi fazalar soniga xalal yetkazmay o'zgartirilishi mumkin bo'lgan tashqi va ichki omillar (harorat, bosim va tarkib) soni sistemaning *erkinlik darajasi* yoki *variantligi* deyiladi.

Muvozanat holatda turgan sistemaning fazalari, komponentlari soni bilan erkinlik darajasi orasidagi bog'anish *fazalar* yoki *Gibbs qoidasi* deb ataladi va ushbu ko'rinishda ifodalanadi:

$$C = K - F + 2$$

bu yerda,  $C$  – sistemaning erkinlik darajasi;

$K$  – sistemani tashkil etuvchi komponentlar soni;

$F$  – fazalar soni.

O'zgarmas bosimda yuz beruvchi jarayonlar uchun sistemaning erkinlik darajasi quyidagicha:

$$C = K - F + 1$$

Metall suyuq holatda bo'lganda:

$$C = K - F + 2 = 1 - 1 + 2 = 2$$

Suyuq metall kristallanishi paytida:

$$C=K-F+2=1-2+1=0$$

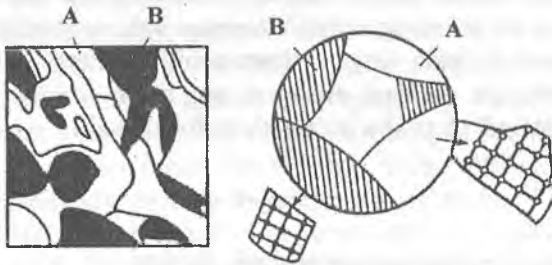
Erkinlik darajasi nolga teng sistemalar *variantsiz*, birga teng sistemalar *monovariantli* va ikkiga teng sistemalar *bivariantli* deyiladi.

Tashqi va ichki omillar o'zgartirilganda variantsiz sistema fazalarining soni o'zgaradi, monovariantli sistemaning fazalari esa o'zgarmaydi.

Qotishma tarkibiga kiruvchi komponentlar o'zaro ta'sirlashganda mexanik aralashma va qattiq eritma yoki kimyoviy birikma hosil qilishi mumkin.

Aytaylik, *qotishma* ikki (*A* va *B*) komponentdan iborat bo'lsin. Bunda ikki holatni kuzatish mumkin.

Birinchi holatda komponentlar suyuq holda bir-birida cheksiz erisa ham har biri alohida-alohida kristallanadi (2.1-rasm). Odatda, bunday murakkab tuzilishga ega sistema *mexanik aralashma* deyiladi.

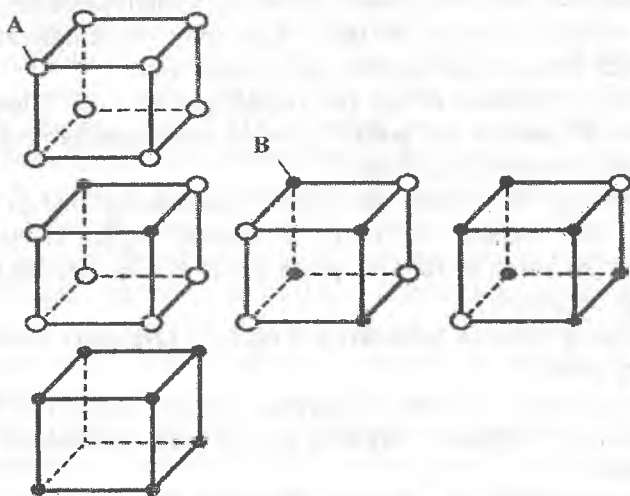


2.1-rasm. Elementlarning alohida-alohida kristallanishi.

Ikkinchi holatda *A* va *B* elementlar o'zaro ta'sirlashib bir xil tarkibli qattiq eritma yoki kimyoviy birikma hosil qilishi mumkin.

*A* komponentning elementar kristall panjarasida *B* komponentning atomlari joylashishi *qattiq eritma* deyiladi (2.2-rasm).

Kristall panjara hosil qilgan *B* komponent erituvchi vazifasini o'taydi. Kristall panjarada *B* komponentning ayrim atomlari qatnashayotganligi uchun u *eruvchi modda* deb ataladi. Kristall panjarada eruvchi *B* komponentning o'rnini *A* erituvchi komponent atomlari ham egallashi mumkin (2.2-rasm).



2.2-rasm. *B* komponentning *A* komponentdagi qattiq eritmasi sxemasi.

Bu holda *o'rin olish qattiq eritmasi* hosil bo'ladi. Agar eruvchi *B* komponent *A* erituvchi komponent kristall panjarasining atomlari orasiga joylashsa, *singish qattiq eritmasi* deyiladi. Shunday metallar borki, ular bir-birida cheksiz eriydi. *A* komponent kristall panjarasidagi atomlar o'rinlarini *B* komponent atomlari borgan sari almashtirib, natijada *A* komponent kristall panjarasi o'rniga *B* komponent kristall panjarasi hosil bo'ladi. Kristall panjaralari yoqlari markazlashgan kub panjaraga ega elementlar: nikel va mis, oltin va kumush, molibden va volfram, vannadiy va titan kabi elementlar bir-birida cheksiz eriydigan qattiq eritmalarni hosil qiladi.

Bir-birida cheksiz eriydigan qattiq eritmalar hosil bo'lishi uchun quyida ko'rsatilgan shartlar bajarilishi lozim:

- qattiq eritmani tashkil etgan komponentlarning elementar kristallari bir xil bo'lishi kerak;

- komponentlar atomlarining radiuslari bir-biriga yaqin bo'lib, ularning farqi 15 % dan oshmasligi zarur;

- komponentlar atom valentlik elektronlari bir-biriga yaqin bo'lishi, ya'ni Mendeleev davriy sistemasidagi komponentlar yaqin joylashishi zarur.



Kimyoviy birikmalar hosil bo'lishida, kristall panjaraga bog'liq maxsus xossalari paydo bo'ladi. Kimyoviy birikmalarni qattiq eritmalardan farqlaydigan quyidagi holatlar mavjud:

– kimyoviy birikma o'ziga xos kristall panjara hosil qiladi, yangi turdagi kristall panjara uni tashkil qiluvchi komponentlarning kristall panjaralaridan tubdan farq qiladi;

– kimyoviy birikmada elementlar massasining nisbati doimiy saqlanadi; shu sababli kimyoviy birikmalar  $A_mB_n$  ko'rsatkichda ifodalanadi (bu yerda  $m$  va  $n$  lar butun sonlar bo'lib, elementlar atom nisbatlarini belgilaydi);

– kimyoviy birikma xossalari uni tashkil etuvchilari xossalariidan keskin farq qiladi;

– suyuqlanish harorati o'zgarishi bo'lib, kimyoviy birikma suyuqlanish haroratigacha saqlanib qolishi ham, parchalanib ketishi ham mumkin;

– kimyoviy birikmalar hosil bo'lishida harorat o'zgaradi, bunda atom elektron tuzilishlari bir-biridan keskin farq qiladigan komponentlar (masalan,  $MgSn$ ,  $Mg_2Rb$ ,  $Mg_3Bi_2$ ,  $Fe_3C$ ,  $WC$ ,  $TiC$  kabi kimyoviy birikmalar) qatnashadi.

Metallar bilan metallar birikkanda kimyoviy bog'lanishning metall bog'lanish turi qoladi. Odatda, bunday bog'lanish intermetallid bog'lanish deb, hosil bo'lgan fazalar esa intermetalloidlar deb ataladi.

O'zgaruvchan valentlikka ega  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Cr$ ,  $W$ ,  $S$ ,  $Ti$ ,  $V$ ,  $Mo$  kabi elementlar kristall panjaralariga atom o'lchamlari kichik bo'lgan uglerod, azot, bor, vodorod atomlari singishi mumkin. Bunga misol sifatida  $TiN$ ,  $FeN$ ,  $VN$  nitridlarni va  $Fe_3C$ ,  $W_2S$ ,  $VC$ ,  $TiC$  kabi karbidlarni keltirish mumkin.

Qotishmalarni berilgan haroratda qanday fazalardan iborat ekanligini ko'rsatuvchi diagramma *holat diagrammasi* deyiladi. Bu diagramma muvozanat holatdagi diagramma bo'lib, muayyan haroratda qotishmani tashkil etuvchi komponentlarning aniq miqdorida qanday fazalar muvozanatda turganligini ko'rsatadi. Temir-uglerod qotishmalari shartli ravishda ikki komponentli qotishmalar jumlasiga kiradi.

Tuzilishiga qarab qotishmalar turlicha xossalarni namoyon qiladi. Shu sababli qotishmalarning tuzilishini, kimyoviy tarkibi bilan haroratga bog'liq ravishda o'zgarishini holat diagrammalari yordamida o'rganish maqsadga muvofiqdir.

Temirning kimyoviy belgisi *Fe*. D.I.Mendeleyev elementlar davriy jadvalining 8-guruhida joylashgan, tartib raqami 26, atom og'irligi 55,85, solishtirma og'irligi  $7,86 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan yumshoq, plastik, kulrang tusdagi oqish metall. Temirning erish harorati  $1539^\circ\text{C}$ , qaynash harorati esa  $2770^\circ\text{C}$ . Texnik toza temir elektrotexnikada elektr motorlari, dinamo-mashinalar, elektromagnit o'zaklari sifatida ishlatiladi. Kukun metallurgiyasida temir kukunidan turli detallar olinadi. Temir sanoatda ishlatilishi jihatidan salmoqli o'ringa ega bo'lgan cho'yan va po'latning asosiy tarkibiy qismini tashkil etadi.

Tarkibida uglerod miqdori 0,025 foizdan kam temir-uglerod qotishmasi *texnik temir* deb ataladi. Toza temir yumshoq bo'lib, magnit xossasiga ega. Toza temirning mexanik xossalari 2.1-jadvalda keltirilgan.

Temir yaxshi magnitlanish xossasiga ega. Uning bu xossasi ferromagnitlik deyiladi. Temir qizdirilganda ma'lum haroratga yetgach ( $768^\circ\text{C}$ ), ferromagnitlik xossasi yo'qoladi. Bu haroratga to'g'ri keladigan nuqta *Kyuri nuqtasi* deyiladi. Kyuri nuqtasiga yaqinlashgan sari temirning ferromagnitlik xossasi pasayib boradi va boshqa xossalari birdaniga o'zgarmaydi. Metallning mexanik va ba'zi fizik xossalari o'zgarmaydi, lekin elektr, magnit va issiqlik xossalari o'zgaradi. Temirning ferromagnitlik xossasi o'zgarganda u qayta kristallanmaydi, kristall panjaraning parametrlari o'zgaradi.

### Toza temirning mexanik xossalari

2.1- jadval

Toza temirni olish usuli	$\sigma_b$ , MPa	$\sigma_{0,2}$ , MPa	$\delta$ , %	$\psi$ , %	E, MPa	HB, MPa
Vakuum usuli	291,5	176,5	50	93	—	—
Elektrolit usuli	180–250	100–140	40–50	70–80	$21 \times 10^4$	4500–6000
Karbonil usuli	200–280	90–170	30–40	70–80	$20,7 \times 10^4$	5500–8000
Texnik usul	180–320	90–250	30–40	70–80	$20-21 \times 10^4$	800–2000

Tarkibida uglerod miqdori 0,025 dan 2,14 % gacha bo'lgan temirning uglerod va boshqa elementlar bilan qotishmasi *po'lat* deyiladi.

Tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra po'latlar evtektoiddan oldingi, evtektoiddan keyingi va evtektoid po'latlarga bo'linadi.

Tarkibida uglerod miqdori 0,8 % gacha bo'lgan po'lat *evtektoiddan oldingi po'lat* deyiladi. Struktura tashkil etuvchilari ferrit va perlitdan iborat bo'ladi.

Tarkibida uglerod miqdori 0,8 % dan ortiq, 2,14 % gacha bo'lgan po'lat *evtektoiddan keyingi po'lat* deyiladi, uning struktura tashkil etuvchilari perlit va sementitdan iborat bo'ladi. Tarkibida uglerod miqdori 0,8 % bo'lgan po'lat *evtektoid po'lat* deyilib, uning strukturasi perlitdan tashkil topadi.

Tarkibida uglerod miqdori 2,14 dan 6,67% gacha bo'lgan temirning uglerod va boshqa elementlar bilan qotishmasi *cho'yan* deyiladi.

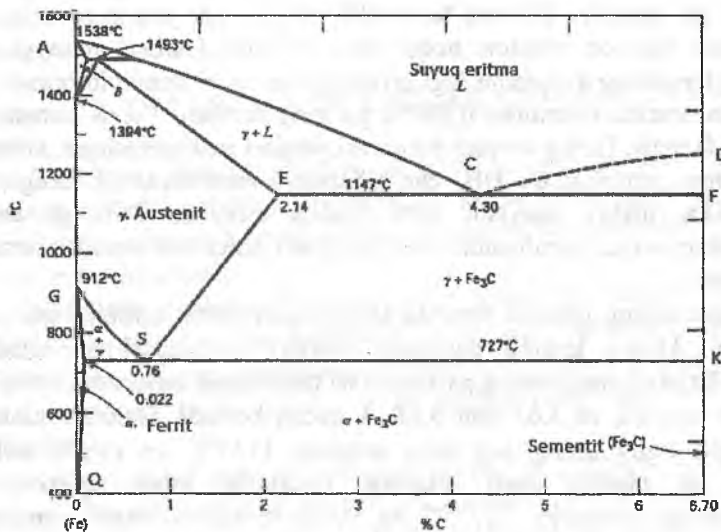
Tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra cho'yanlar evtektikadan oldingi, evtektik va evtektikadan keyingi cho'yanlarga bo'linadi. Tarkibida uglerod miqdori 2,14 dan 4,3% gacha bo'lgan cho'yanlar *evtektikadan oldingi cho'yanlar* deyiladi. Tarkibida uglerod miqdori 4,3% bo'lgan cho'yan *evtektik cho'yan* deyiladi. Tarkibida uglerod miqdori 4,3% dan ortiq, 6,67% gacha bo'lgan cho'yan *evtektikadan keyingi cho'yan* deb ataladi.

Bu qotishmalar tarkibidagi kremniy, marganes, oltingugurt, fosfor kabi elementlar doimiy qo'shimchalar hisoblanadi.

Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammalarini o'rganish katta ahamiyatga ega. Bu diagrammalarni o'rganishda sof temirdan uglerodgacha bo'lgan qotishmalarning holati o'rganiladi. Temir uglerod qotishmalarining ikki xil tizimi mavjud. Temir-sementit tizimi tashqi muhit ta'sirida parchalangani uchun metastabil va temir-grafit barqaror tizimlari bor. Ishlab chiqarishda temir-uglerod qotishmalarining 5% gacha uglerod bo'lgani ko'p ishlatiladi. Shu sababli temirning uglerod bilan kimyoviy birikma-sementit hosil qiladigan holat diagrammasi o'rganiladi. U temir-sementit holat diagrammasi deb ataladi (2.3-rasm).

Qotishma tarkibidagi uglerod miqdorini 15 ga ko'paytirilsa, po'lat va cho'yan tarkibidagi sementitning o'rtacha og'irlik miqdori kelib chiqadi, chunki miqdori 1% uglerodga 15% sementit to'g'ri keladi.

Diagrammadagi *ACD* chizig'i *likvidus* deyiladi. Likvidus chizig'idan yuqorida qotishma har doim suyuq holatda bo'ladi. *AECF* chizig'i *solidus* deb ataladi. Bu chiziqdan pastda qotishma qattiq holatda bo'ladi.



2.3-rasm. Temir-sementit holat diagrammasi.

Diagrammaning *ECF* chizig'ida evtektik reaksiya boradi. Bu reaksiya natijasida tarkibi *C* nuqtadagi kabi suyuq qotishmadan austenit bilan sementitning evtektik aralashmasi hosil bo'ladi. Bu aralashma *ledeburit* deb ataladi.

Diagrammaning *RSK* chizig'ida evtektoid reaksiya boradi. Bu reaksiya natijasida tarkibi *S* nuqtadagi kabi austenitdan ferrit bilan sementitning evtektoid aralashmasi – *perlit* hosil bo'ladi.

Uglerodning temirda eruvchanligi uning kristall panjara shakliga bog'liq. Uglerod atomining diametri 1,54 Å (Angstrom) ga teng. Hajmi markazlashgan kub panjaraning har bir qirasining o'rtasida bittadan, hammasi bo'lib 12 ta bo'sh joy bor. Bunday bo'sh joyning – kristall panjara g'ovagining diametri 0,62 Å ga teng. Bunday joyga uglerod atomi sig'maydi. Gamma temirning yoqlari markazlashgan kub panjarasi o'rtasida diametri 1,02 Å ga teng g'ovak bor. Ana shu g'ovakka uglerod atomi sig'ishi mumkin. Bunda uglerod atomi kristall panjaraning o'lchamlarini o'zgartiradi, o'zi esa eriyotgan valent elektronlarini berish hisobiga kichrayadi.

Uglerodning alfa-temirdagi singish qattiq eritmasi *ferrit* deyiladi. Uglerodning alfa-temirdagi eng ko'p erish miqdori 727°C da bo'lib,

0,02% ga tengdir. Harorat ko'tarilib 911°C ga yetganda temirda eriydigan uglerod miqdori nolga teng bo'ladi. Harorat pasayganda ham uglerodning alfa-temirdagi eriydigan miqdori kamayib boradi va xona haroratida taxminan 0,008% ga teng bo'ladi. Ferrit yumshoq, plastik fazadir. Uning kristall panjarasi yoqlari markazlashgan kubdir. Ferritning qattiqligi 80 HB, cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi 250 MPa, nisbiy uzayishi 50%, nisbiy torayishi 80% ga teng. Mikroskop orqali qaralganda ferrit bir jinsli poleedrik donalar tarzida ko'rinadi.

Uglerodning gamma temirda singiydigan qattiq eritmasi *austenit* deyiladi. Uning kristall panjarasi yoqlari markazlashgan kubdan iborat. Kristall panjaraning parametrlari tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra o'zgaradi va 3,63 dan 3,68 A gacha bo'ladi. Gamma-temirda eriydigan uglerodning eng ko'p miqdori 1147°C ga to'g'ri kelib, 2,14% ni tashkil etadi. Harorat pasayishi bilan uglerodning eruvchanligi kamayib, 727 °C da 0,8% ni tashkil etadi. Austenit yumshoq va plastik fazadir, uning Brinell bo'yichi qattiqligi 220 HB va nisbiy uzayishi 40–80% ni tashkil qiladi.

---

### 3. UGLERODLI PO‘LATLAR. CHO‘YANLAR

Tarkibida uglerod miqdori ko‘p bo‘lmagan po‘latlar sanoatda katta miqdorda ishlab chiqariladi. Po‘lat tarkibida uglerod miqdori 1,7 foizdan oshganda uning qattiqligi yuqori darajada oshib, oqibatda u mo‘rt bo‘lib qoladi.

Sanoatda ishlatiladigan po‘latlar kimyoviy tarkibi jihatidan murakkab bo‘lgan qotishmalardir. Ularning tarkibida temir bilan ugleroddan tashqari, marganes, kremniy, oltingugurt, fosfor, kislorod, azot, vodorod, xrom, nikel, mis va boshqa elementlar ham mavjud bo‘ladi.

Uglerodli po‘latlar ishlatilishiga ko‘ra ikki guruhga: konstruksion va asbobsozlik po‘latlariga bo‘linadi. Konstruksion po‘latlar tarkibida 0,02 dan 0,8 % gacha uglerod bo‘ladi. Bunday po‘latlar mashina va agregat detallari, qurilish konstruksiyalari, temir yo‘l transporti vositalari, rels, quvur, sim va boshqa buyumlar ishlab chiqarish uchun asosiy material hisoblanadi. Uglerodli po‘latlarga qo‘yiladigan umumiy talablar shuki, ular mustahkam plastik hamda texnologik xossalari yaxshi bo‘lishi lozim. Har bir po‘lat markasiga ma‘lum talablar qo‘yiladi. Bu talablar buyum ishlab chiqarish texnologiyasiga va uning ishlash sharoitiga bog‘liq bo‘ladi. Shunga ko‘ra uglerodli po‘latlar uchta asosiy guruhga bo‘linadi: oddiy sifatli uglerodli po‘latlar, sifatli uglerodli po‘latlar, maxsus vazifali uglerodli po‘latlar (avtomat, qozon po‘latlari va boshqalar).

Oddiy sifatli uglerodli po‘latlar (GOST 380–71). Bunday po‘latlar keng tarqalgan bo‘lib, normallashtirilgan holatda prokat ko‘rinishida yetkazib beriladi hamda mashinasozlik, qurilish va iqtisodiyotning boshqa sohalarida ishlatiladi.

Oddiy sifatli uglerodli po‘latlar СТ harflari va 0 dan 6 gacha bo‘lgan raqamlar bilan belgilanadi. Raqamlar po‘lat markasining shartli nomerini bildiradi. Raqam qancha katta bo‘lsa, uglerod miqdori shuncha ko‘p, po‘latning mustahkamligi yuqori, plastikligi esa past bo‘ladi.

*Oddiy sifatli po'latlar* uch guruhga bo'linadi :

• A guruh po'latlarining mexanik xossalari kafolatlanadi. Bu guruh po'latlari kimyoviy tarkibining ahamiyati bo'lmagan, faqat mexanik xossalari ahamiyatga ega bo'lgan, ya'ni qizdirib ishlov berilmaydigan buyumlar tayyorlashda ishlatiladi. Bu guruh po'latlari  $C_T$  harfi va 0,1,... 6 raqamlar bilan belgilanadi. Raqam qanchalik katta bo'lsa, po'latning mustahkamligi shunchalik yuqori, plastikligi kichik bo'ladi.

• B guruh po'latlarining kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Bu po'latlarning kimyoviy tarkibi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lib, ulardan qizdirish yo'li bilan turli buyumlar tayyorlash mumkin. Chunki qizdirib ishlash rejimlari va po'lat buyumning mexanik xossalari po'latning tarkibiga bog'liq bo'ladi. Bu guruh po'latlari  $MC_T0$ ,  $KCT_{1кп}$ ,  $MC_T1$ ,  $MC_T2$ ,  $MC_T3$ ,  $KCT_{4пс}$ ,  $MC_T4$ ,  $MC_T6$ ,  $MC_T7сн$  kabi markalanadi. Marka boshidagi M harfi po'lat marten, K harfi konvertor usulida olinganligini bildiradi. Marka oxiridagi «кп» harflari po'lat qaytarilmaganligi, «пс» harflari—chala qaytarilganligi, «сн» harflari—to'la qaytarilganligini anglatadi. B guruh po'latlarining mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Bu po'latlar sifati oshirilgan bo'lib, ular mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi ahamiyatli bo'lgan buyumlar tayyorlashda ishlatiladi. Bunday po'latlardan payvandlash yo'li bilan konstruksiyalar yasaladi. Bu guruh po'latlari faqat marten usulida olinadi va  $БMC_T1$ ,  $БMC_T2$  kabi markalanadi.  $БMC_T$  markasi po'latning mexanik xossalari  $C_T1$  po'latniki kabi, kimyoviy tarkibi esa  $MC_T$  po'latniki kabiligini bildiradi.

Oddiy sifatli po'latlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va ishlatilish sohalari 3.1- jadvalda keltirilgan.

Sifatli po'latlarning kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari kafolatlanadi.

Tarkibidagi marganes miqdoriga ko'ra sifatli po'latlar ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi guruh po'latlarida marganes miqdori 0,8% dan oshmaydi. Bu guruh po'latlari raqamlar va tegishli sonlar bilan markalanadi. Masalan, 05, 05кп, 08, 08кп, 20, 30, 40, 85 va h.k.

Ikkinchi guruh po'latlari sonlar va  $\Gamma$  harfi bilan 15 $\Gamma$ , 20 $\Gamma$ , 70 $\Gamma$  va hokazo ko'rinishlarda markalanadi. Sonlar yuzga bo'linsa, po'lat tarkibidagi o'rtacha uglerod miqdorini,  $\Gamma$  harfi esa po'lat tarkibida

margenes miqdori oshirilganini bildiradi. Masalan, 10кп markasi po'lat tarkibida 0,1 % uglerod bo'lib, u qaytarilmagan ekanligini bildiradi. Sifatli po'latlarda oltingugurt va fosfor miqdori 0,04% dan oshmaydi. Shu po'latlardan o'q, gayka, quvur, biriktirish muftasi, tross, ressor, prujina va boshqa buyumlar tayyorlanadi.

### Oddiy sifatli po'latlar

3.1-jadval

Po'lat markasi	Kimyoviy tarkibi					Mexanik xossalari		Ishlatilishi
	C	Si	Mn	P	S	$\sigma$ kG/m <sup>2</sup>	$\delta$ , %	
Cr 0	0,23	0,05	0,25– 0,5	<0,07	<0,06	<32	22	Rezervuar, shesternya
Cr 1	0,06– 0,11	0,05	0,3– 0,5	<0,04 5	<0,05	32–40	33	List va polosa materiallar, shayba, parchin mix
Cr 2	0,09– 0,14	0,05	0,3– 0,5	<0,045	<0,05	34–42	31	Sirtmoq, ilmoq, bolt, gayka
Cr 3	0,14– 0,22	0,12– 0,3	0,4– 0,65	<0,045	<0,05	38–47	21–27	Vint, bolt, qurilish konstruksiyalari
Cr 4	0,17– 0,25	0,12– 0,3	0,4– 0,70	<0,015	50,05	42–52	21–25	Tishli g'ildirak, flanes, qurilish konsruksiyalari
Cr 5	0,27– 0,35	0,15– 0,32	0,5– 0,8	<0,045	<0,05	50–62	15–21	Val, o'q, pona va shu kabilar
Cr 6	0,38– 0,49	0,15– 0,32	0,5– 0,8	<0,045	<0,05	60–72	11–16	Rels, kulachok
Cr 7	0,5– 0,62	0,15– 0,32	0,5– 0,8	<0,045	<0,0 5	2 70	9–12	Shponka, pona, rels
MCr 0	< 0,23	0,05	0,25– 0,5	<0,07	<0,06	<32	22	Rezervuar va muhim bo'lmagan buyumlar



## 3.1-jadvalning davomi

MCτ1кп	0,06– 0,11	<0,05	0,3–0,5	<0,045	<0,05	32–40	33	List, parchin mix, qozon
KCT2кп	0,06– 0,11	<0,05	0,3–0,5	<0,045	<0,05	32–40	33	Parchin mix. qozon
MCτ2	0,09– 0,14	<0,05	0,3–0,5	10,045	<0,05	34–42	31	Vint, bolt, shpilka, parchin mix va shu kabilar
MCτ3	0,14– 0,22	0,12– 0,3	0,4– 0,65	<0,045	<0,05	38–47	21–27	Vint, bolt, shpilka
MCτ3кп	0,14– 0,22	0,12– 0,3	0,4– 0,65	<0,045	<0,05	38–47	21–27	Vint, bolt, shpilka
CT3кп	0,14– 0,22	0,12– 0,3	0,4– 0,65	<0,045	<0,05	38–47	21–27	Vint, bolt, shpilka
	0,17– 0,25	0,12– 0,3	0,4– 0,70	<0,015	<0,05	42–52	21–25	Vint, bolt, parchin mix
KCT4кп	0,17– 0,25	0,12– 0,3	0,4– 0,70	<0,015	<0,05	42–52	21–25	Vint, bolt, parchin mix
MCτ3	0,14– 0,22	0,12– 0,3	0,4– 0,65	<0,045	<0,05	38–47	21–27	Vint, bolt, parchin mix
ECT4	0,12– 0,2	0,12– 0,32	0,35– 0,55	<0,08	<0,06	42–52	21–25	Tishli g'ildirak, flanes
MCτ5	0,27– 0,35	0,15– 0,32	0,5–0,8	<0,045	<0,05	50–62	15–21	Val, o'q, pona va shu kabilar
KCT6	0,38– 0,49	0,15– 0,32	0,5–0,8	<0,045	<0,05	60–72	11–16	Kulachok, shpindel, rels, bandaj
MCτ7	0,5– 0,62	0,15– 0,32	0,5–0,8	<0,045	<0,05	<70	9–12	Rels, prujina va shu kabilar

### Sifatli po'latlar

Kam uglerodli 10, 20, 25 po'latlaridan yengil yuk ta'sirida ishlaydigan vallar, tishli g'ildiraklar kabi buyumlar, o'rtacha uglerodli po'latlardan o'rtacha kuchlanishda ishlaydigan juda muhim mashina detallari, taqsimlovchi vallar, g'ildirak o'qlari, tirsakli vallar, kuchli tishli g'ildiraklar yasaladi.

Sifatli po'latlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va ishlatilish sohalari 3.2-jadvalda keltirilgan.

### Sifatli po'latlar

3.2-jadval

Po'lat mar-kasi	Mexanik xossalari				Ishlatilishi
	$\sigma_b$ , kG/m <sup>2</sup>	$\sigma_{02}$ , kG/m <sup>2</sup>	$\delta$ , %	HB, kG/m <sup>2</sup>	
05	—	—	—	—	Sovuqlayin shtamplash yo'li bilan tayyorlanadigan detallar
08	34—42	12	35	—	
10	36—45	21	32	—	Qizdirib bolg'alash va shtamplash yo'li bilan tayyorlanadigan oddiy detallar: o'q, valik, shpilka, gayka, vtulka, quvur
15	40—49	24	29	—	
20	44—54	26	26	—	O'rtacha yuklanishda ishlaydigan detallar: valik, shayba, shtift, o'q, biriktirish muftasi, bolt, gayka va b.
25	48—58	28	24	—	
30	52—62	30	22	—	Puxtaligi yuqori detallar: shatun, turtqi, richag, flanets
35	56—66	32	21	—	
40	60—72	34	19	187	
45	64—76	36	17	197	Prokatlash stanlarining jo'valari. shtok, tros, prujina, resor va b.
50	68—80	38	15	207	
55	71—83	40	13	217	
60	73—85	42	12	229	
65	76—88	43	11	229	
70	78—90	44	8	229	

Asbobsozlik po'latlari tarkibida uglerod miqdori 0,05% dan 1,35% gacha uglerod bo'ladi. Ular Y7, Y7A, Y8, Y13A kabi markalanadi. «Y» harf asbobsozlik po'lati ekanligini, raqamlar o'nga bo'linsa, uning tarkibidagi o'rtacha uglerod miqdorini bildiradi. Marka oxiridagi A harfi po'lat tarkibida oltingugurt va fosfor elementlari juda ham oz miqdorda ekanligini bildiradi. Bu po'latlar zarb ta'sirida ishlaydigan zubilo, shtamp, iskana, duradgorlik asboblari, freza, parma, metchik, plashka, egov, o'roq va shu kabi asbob-uskunalar yasashda ishlatiladi. Ba'zi oltingugurt va fosfor kabi elementlar po'latning mo'rtligini oshiradi va plastikligi, qovushoqligini kamaytiradi.

Oltingugurt po'latda bog'langan holda FeS ko'rinishda bo'ladi. Temir sulfid bilan temir birgalikda oson eriydigan (988°C) evtektik mexanik aralashma hosil qiladi. Evtektik aralashma po'lat donalari chegaralarida joylashib, uning mo'rtligini oshiradi.

Azot va kislorod elementlari po'lat tarkibida FeO, CuO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>4</sub>N ko'rinishda uchraydi. Ular darz va g'ovaklarda joylashib, po'latning sovuq holatdagi mo'rtligini oshiradi.

Vodorod qattiq eritma tarkibidagi mikrog'ovaklarda joylashib, mikrodarzlar hosil qiladi. Mikrodarzlar shakli sharga yaqin bo'ladi. Uni yemirilish yuzasini oq belgilar shaklida ko'rish mumkin. Po'lat tarkibida vodorod to'planmasligi uchun, issiqlayin deformatsiyalagandan so'ng sekin sovutish kerak yoki uzoq vaqt 250°C haroratda ushlab turilsa, u tarqab ketadi.

Tarkibida oltingugurt va fosfor miqdori oshirilgan po'latlar *avtomat po'latlar* deyiladi. Bu po'latlar A12, A20, A20, A30, A40 kabi markalanadi. A harfi avtomat po'lat, sonlar yuzga bo'linsa, po'lat tarkibidagi o'rtacha uglerod miqdorini bildiradi. Avtomat po'latlardan yengil sharoitda ishlaydigan detallar tayyorlanadi. Bu po'latlar metall kesish dastgohlarining ish unumdorligi yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

Po'latning kesuvchi asboblari bilan ishlanishi to'g'risidagi masala juda murakkabdır. Kesib ishlanuvchanlik mumkin bo'lgan kesish tezligi, kesish kuchi, ishlangan yuzaning tozaligi bo'yicha baholanishi mumkin. Bundan tashqari, bir detalning ishlanuvchanligi yo'nishda, frezalashda, parmalashda, silliqlashda turlicha bo'lishi mumkin.

Materialning mexanik xossalari bilan ishlanuvchanligi o'rtasida muayyan bog'lanish borligi aniqlanmagan. Masalan, qattiqligi bir xil,

lekin tuzilishi va tarkibi turlicha materiallarning ishlanuvchanligi orasida ancha farq mavjud.

Avtomat po‘latlarning kimyoviy tarkibi 3.3-jadvalda keltirilgan.

Po‘lat donalarining katta-kichikligi uning kesib ishlanuvchanligiga ta’sir ko‘rsatadi. Donalari yirik po‘latning qovushoqligi past va uni kesib ishlash ancha oson bo‘ladi. Po‘lat qovushoqligining pastligi qirindining oson ajralishiga, uvalanuvchi, qisqa qirindi chiqishiga sabab bo‘ladi.

### Avtomat po‘latlarning kimyoviy tarkibi va markasi

3.3-jadval

Marka	C	Mn	Si	S	P
A12	0,08–0,16	0,6–0,9	0,15–0,35	0,08–0,2	0,08–0,15
A20	0,15–0,25	0,6–0,9	0,15–0,35	0,08–0,15	0,06
A30	0,25–0,35	0,7–1	0,15–0,35	0,08–0,15	0,06
A40Φ	0,35–0,45	1,2–1,55	0,15–0,35	0,18–0,3	0,06

Perlitning shakli ham kesib ishlanuvchanlikka ta’sir ko‘rsatadi. Evtektoiddan oldingi po‘latlarda perlit plastina shaklida ham evtaktoid va evtaktoiddan keyingi po‘latlarning strukturadagi perlit donador bo‘lganda ham, ular yaxshi kesib ishlanadi.

Po‘latning kesib ishlanuvchanligini selen va tellur elementlari yaxshilaydi. Bu elementlar zanglamas po‘latlarning kesib ishlanuvchanligini yaxshilashda qo‘llanilmoqda.

### 3.1. Legirlangan po‘latlar

Ishqalanish juftliklari uchun materiallar sifatida kulrang, juda puxta va bolg‘alanuvchan cho‘yanlar ishlatiladi. Bu cho‘yanlardan podshipnik, vtulka va boshqa ishqalanishda ishlovchi detallar tayyorlanadi. Cho‘yanlarning antifriksion xossasi ularning tarkibidagi perlit, ferrit miqdoriga bog‘liq.

Legirlangan po‘latlarning toblanish chuqurligi katta, lekin toblanish tezligi kichik bo‘lganligi sababli, ular sovutish tezligi kichik bo‘lgan muhit (havo, moy) larda toblanadi. Bu esa buyumlardagi deformatsiyani kamaytirib, darz paydo bo‘lish xavfining oldini oladi.

Toblanish chuqurligini oshirish maqsadida po'latlar marganes, xrom va bor singari nisbatan arzon hamda nikel, molibden kabi nisbatan qimmatbaho elementlar bilan legirlanadi.

Konstruksion legirlangan po'latlar sonlar va harflar bilan markalanadi. Marka oldidagi ikki xonali son po'lat tarkibidagi uglerod miqdorining yuzdan bir foizini ko'rsatadi. Sonlardan keyingi harflar legirlovchi elementlarni, harflardan keyingi sonlar esa to'liq foizdagi legirlovchi elementlar miqdorini bildiradi. Legirlovchi elementlar harflar bilan quyidagicha belgilanadi: A–azot, Б–niobiy, В–volfram, Г–marganes, Д–mis, Е–selen, К–kobalt, Н–nikel, М–molibden, П–fosfor, Р–bor, С–kremniy, Т–titan, Ф–vanadiy, Х–xrom, Ю–aluminium va h.k.

Legirlangan po'latlar sifatli bo'lib, ulardagi fosfor, oltingugurt elementlarining miqdori 0,035 % dan oshmaydi.

Yuqori sifatli legirlangan po'latlar tarkibida bu elementlar miqdori 0,025 % dan oshmaydi va marka oxiriga A harfi qo'yiladi.

Quyidagi misollar yordamida legirlangan po'latlarning markalarini sharhlaymiz:

12X2H4A–0,12 % uglerod, 2 % xrom, 4 % nikel va A–yuqori sifatli; 18XГT–0,18 % uglerod, legirlovchi elementlardan keyin sonlar yo'qligi 0,8–1,2 % ekanligini, 0,03–0,09 % titan borligini bildiradi. Vanadiy, titan, niobiy, volfram, azot kabi elementlar po'lat tarkibida kam miqdorda bo'lib, uning xossalariga kuchli ta'sir ko'rsatadi hamda ular po'latning markasida ko'rsatilmaydi. Masalan, 10Ф2Б–0,02–0,05% niobiy, 20XГM – 0,001–0,005% bor elementlari mavjud.

Tarkibida uglerod miqdori 0,22 % dan kam bo'lgan va oz miqdorda marganes, kremniy, xrom, nikel, mis, vanadiy, titan, azot elementlari bilan legirlangan po'latlar *kam legirlangan po'latlar* deyiladi. Bu po'latlarga 09Ф2, 09Ф2С, 10Ф2С1, 15ФO markalarni misol qilib keltirish mumkin.

Kam legirlangan po'latlar yaxshi payvandlanadi, payvandlashda darzar paydo bo'lmaydi. Payvand chokning xossalari asosiy metall xossalariga yaqin bo'ladi. Legirlovchi elementlar ferritda erib, donalar o'lchamlarining va karbid fazalarining mayda bo'lishini ta'minlaydi. Shu sababli kam legirlangan po'latlar uglerodli po'latlarga nisbatan yuqori mexanik xossalarga ega.

Uglerodli po'latlar o'rnida kam legirlangan po'latlar ishlatilganda metall sarfi 15 % kamayadi.

Temir-beton konstruksiyalarni mustahkamlashda uglerodli va kam legirlangan 35ΦC, 23X2Φ2T, 20X2Φ2C po‘latlari ishlatiladi.

Kam legirlangan sementitlanadigan po‘latlar tarkibida 0,15–0,25 % uglerod hamda 4,4% gacha legirlovchi elementlar mavjud. Bunday po‘latlarning ustki qismi uglerodga to‘yintirilib keyin termik ishlanadi. Bunda buyum o‘rta qismining qovushoqligi va plastikligi saqlanib qoladi. Yuza qismining qattiqligi 58–62 HRS ga yetadi.

Sementitlanadigan po‘latlarda legirlovchi elementlar miqdori yuza va o‘zak qismining toblanish chuqurligi yetarli bo‘lishini ta‘minlash kerak. Karbid hosil qiluvchi elementlar xrom, marganes uglerodning austenitda eruvchanligini kamaytiradi. Bu esa sementitlanadigan qatlamda karbidlar hosil bo‘lishi va austenitning legirlovchi elementlar bilan qo‘shilishiga olib keladi. Natijada toblanish chuqurligi kamayib, mexanik xossalari yomonlashadi. Sementitlanadigan qatlamning toblanish chuqurligini Mo oshiradi.

Sementitlanadigan qatlam donalarini maydalash maqsadida po‘latlar vanadiy, titan, niobiy, sirkoniy, aluminiy va azot bilan mikrolegirlanadi.

Po‘latlar tarkibidagi legirlovchi elementlar nomi bilan yuritiladi:

- xromli po‘latlar (15X, 20X). Bu po‘latlar tarkibida xromning bir qismi ferritda, bir qismi sementitda eriydi yoki maxsus karbidlar hosil qiladi. Xromli po‘latlardan o‘lchamlari kichik, oddiy shaklli buyumlar tayyorlanadi. Bu po‘latlarning toblanish chuqurligi kichik:

- xrom-vanadiyli po‘lat (20XΦ) 0,1–0,15 % vanadiy bilan legirlanishi natijasida mexanik xossalari yaxshilanadi. Bundan tashqari, termik ishlanayotganda haroratning ko‘tarilishi po‘lat donasining o‘shishiga kam ta‘sir etadi.

### 3.2. Cho‘yanlar

Tarkibida uglerod miqdori 2,14 dan 6,67 % gacha bo‘lgan temirning uglerod va boshqa elementlar bilan qotishmasi *cho‘yan* deyiladi. Cho‘yanlar tarkibidagi uglerodning qanday holatda ekanligiga ko‘ra oq, kulrang, juda puxta va bolg‘alanuvchan cho‘yanlarga bo‘linadi.

Oq cho‘yaning tarkibida uglerod kimyoviy birikma–sementit holatida bo‘ladi. Sementit sinish yuzasida yaltiroq, oq rangda bo‘ladi. Shu sababli, asosini sementit tashkil etgan cho‘yan *oq cho‘yan* deb

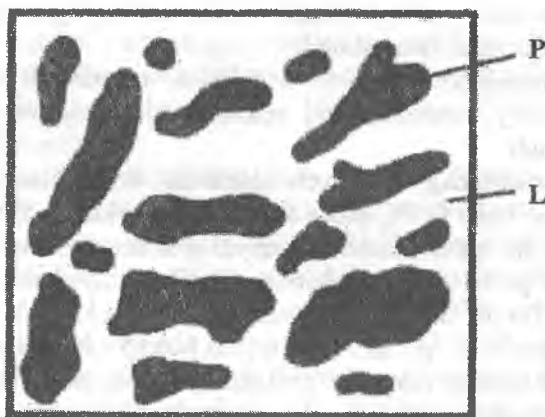
yuritiladi. Kulrang, bolg'alanuvchan va juda puxta cho'yanlarning tarkibida uglerodning juda ko'p qismi erkin holatda, ya'ni grafit tarzida bo'ladi.

Oq cho'yanlar tuzilishiga va tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

- evtektikadan oldingi cho'yan, tarkibida uglerod miqdori 2,14-4,3% bo'lib, strukturasi perlit, sementit va ledeburitdan iborat;

- evtektik cho'yan tarkibida uglerod miqdori 4,3% ni tashkil etadi, strukturasi ledeburitdan iborat (3.1-rasm);

- evtektikadan keyingi cho'yan, tarkibida uglerod miqdori 4,3-6,67% bo'lib, strukturasi birlamchi sementit va ledeburitdan tashkil topadi.



3.1-rasm. Evtektik oq cho'yan strukturasi.

**Kulrang cho'yanlar.** Kulrang cho'yanlarning qolipga quyilish xossasi yuqori bo'lganligi sababli, ular quymakorlik cho'yanlari deb ham yuritiladi. Metall asosining tuzilishiga ko'ra, kulrang cho'yanlar quyidagicha ajratiladi:

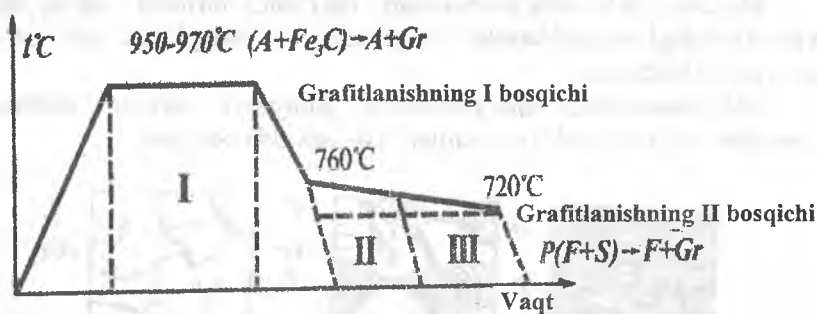
- perlitli kulrang cho'yan;
- perlit-ferritli kulrang cho'yan;
- ferritli kulrang cho'yan.

Perlitli C421, C424, C425, C430, C435 kulrang cho‘yanlari kuchli dastgohlarning staninasi, mexanizmlari, porshen, silindr, dvigatel bloklari, metallurgiya jihozlarining detallarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Ferritli C410, C415, C418 kulrang cho‘yanlari poydevor plitalari, qurilish ustunlari, qishloq xo‘jalik mashinalari, dastgohlar, avtomobil va traktor detallarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladi. Markada C4–kulrang cho‘yan, birinchi ikkita son cho‘zilishdagi mustahkamlik chegarasini bildiradi.

**Bolg‘alanuvchan cho‘yanlar** oq cho‘yanni maxsus usulda yumshatish orqali olinadi. Bolg‘alanuvchan cho‘yanda uglerod erkin holatda–bodroqsimon grafit shaklida bo‘ladi. Ularning plastikligi kulrang cho‘yanlarnikiga nisbatan yuqori. Metall asosiga ko‘ra bolg‘alanuvchan cho‘yan ferritli va perlitli bo‘ladi. Ferritli kulrang cho‘yanning plastik xossalari yuqori bo‘lganligi sababli mashinasozlikda keng ishlatiladi. Bolg‘alanuvchan cho‘yan olish uchun ishlatiladigan oq cho‘yanning kimyoviy tarkibi quyidagicha bo‘ladi: 2,5–3,0% C, 0,7–1,5% Si, 0,3–1,0% Mn, 0,12% S, 0,18% P.

Yumshatish ikki bosqichda olib boriladi (3.2-rasm). Birinchi bosqichda quymalar 950–970°C da ushlab turiladi. Bu davrda ledeburit tarkibiga kiruvchi ( $Fe_3C+A$ ) sementit parchalanadi va muvozanat holatdagi A+S strukturasi hosil bo‘ladi.



3.2-rasm. Oq cho‘yan quymalarni yumshatish yo‘li bilan bolg‘alanuvchan cho‘yan olish chizmasi.

Sementitning parchalanishi natijasida diffuziya yo‘li bilan bodroqsimon grafit hosil bo‘ladi. Shundan keyin harorat evtktoid



### Juda puxta cho'yanlar

Juda puxta cho'yanlar suyuq cho'yanni qolipga quyish oldidan unga kam miqdorda (0,03–0,07%) Mg qo'shish orqali olinadi. Grafrit shar shakliga ega bo'lgani uchun metall asosning mustahkamligini kam pasaytiradi. Shar shaklidagi grafitli asosning mustahkamligini xossalarga ega bo'ladi. Juda puxta ferritli B438–17, B442–12, ferrit cho'yanlar cho'yan yuqori mexanik 2, B460–2, B470–3, B480–3, B4100–4, B4120–4 va perlitli B450–5 va perlitli B450–5 va perlitli B450–5 bo'ladi.

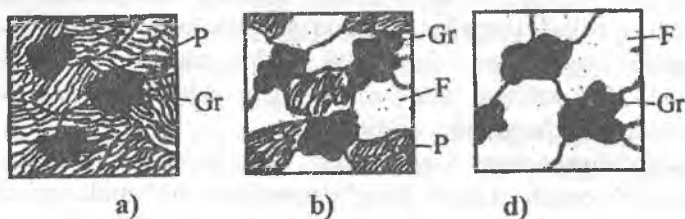
Markada B4-juda puxta cho'yanni, B4120–4 va oxirgi son cho'zishdagi mustahkamlik chegarasini, B4145–5 va birinchi ikkita son cho'zish bildiradi. Cho'yanlardan dastgoh detallari, podshipnik, yuqori bosimda va ishqalanib ishlaydigan tirsakli vaillar, detallar ishlab chiqariladi.

**Bolg'alanuvchan cho'yanlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va faza tashkil etuvchilari**

3.4-jadval

Cho'yan markasi	Mexanik xossalari			Kimyoviy tarkibi, mexanik				
	$\sigma_b$ , kG/m <sup>2</sup>	$\delta$ , %	HB, kG/m <sup>2</sup>	C	Ca	Mn	P	S
K430–6	30	6	163	2,7–3,1	0,7–1,1	0,3–0,6		
K433–8	33	8	163	2,5–3	0,8–1,2	0,3–0,6	0,2	0,18
K435–10	35	10	163	2,4–2,8	0,9–1,2	0,3–0,6	0,2	0,18
K437–12	37	12	163	2,2–2,5	1,4	0,3–0,5	0,2	0,12
K445–6	45	6	241	2,2–2,8	1–1,5	0,3–0,5	0,2	0,12
K450–4	50	4	241	2,2–2,8	0,9–1,5	0,3–0,5	0,2	0,12
K456–4	56	4	241	2,2–2,8	0,9–1,5	0,3–1	0,2	0,12
K460–3	60	3	241	2,2–2,8	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12
K463–2	63	2	241	2,2–2,6	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12
				2,2–2,6	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12
				2,6	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12

o'zgarishlar yuz beradigan oraliqqacha sovitiladi. Bu vaqtda austenit ferrit-grafitga parchalanadi. Yumshatishning ikkinchi bosqichi tugagandan so'ng cho'yan strukturasi ferrit va grafitdan iborat bo'ladi (3.3-rasm, a).



**3.3-rasm. Bolg'alanuvchan cho'yanning struktura tashkil etuvchilari:**  
*a-perlit-grafit; b-perlit-ferrit-grafit; d-ferrit-grafit.*

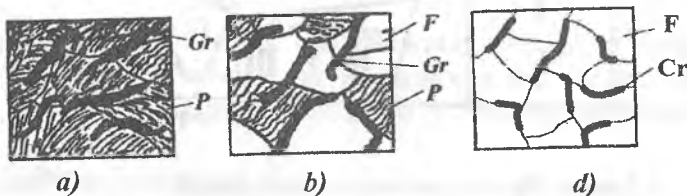
Agar eutektoid haroratida sovitish tezligi yuqori bo'lsa, perlitli bolg'alanuvchan cho'yan hosil bo'ladi (3.3-rasm, b).

Ferritli KЧ37-12, KЧ35-10 bolg'alanuvchan cho'yanlari yuqori statik va dinamik kuchlar ta'sirida ishlaydigan detallar (karter, reduktor, skoba va b.) ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Perlitli KЧ50-5, KЧ55-4 bolg'alanuvchan cho'yanlari mufta, rolik, tormoz kolodkasi, kardan vallari ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Markada KЧ-bolg'alanuvchan cho'yan, birinchi ikkita son cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasini va oxirgi son esa nisbiy uzayishini bildiradi.

Bolg'alanuvchan cho'yanlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va faza tashkil etuvchilari 3.4-jadvalda berilgan.



**3.4-rasm. Kulrang cho'yanning struktura tashkil etuvchilari:**  
*a-perlit; b-ferrit-perlit; d-ferrit.*

### Juda puxta choʻyanlar

Juda puxta choʻyanlar suyuq choʻyanni qolipga quyish oldidan unga kam miqdorda (0,03–0,07%) Mg qoʻshish orqali olinadi. Grafit shar shakliga ega boʻlgani uchun metall asosning mustahkamligini kam pasaytiradi. Shar shaklidagi grafitli choʻyan yuqori mexanik xossalarga ega boʻladi. Juda puxta choʻyanlar metall asosiga koʻra ferritli BЧ38–17, BЧ 42–12, ferrit-perlitli BЧ 45–5 va perlitli BЧ50 – 2, BЧ60–2, BЧ70–3, BЧ80–3, BЧ100–4, BЧ120–4 boʻladi.

Markada BЧ-juda puxta choʻyanni, birinchi ikkita son choʻzi-lishdagi mustahkamlik chegarasini va oxirgi son nisbiy uzayishini bildiradi. Choʻyanlardan dastgoh detallari, podshipnik, yuqori bosim-da va ishqalanib ishlaydigan tirsakli vallar, detallar ishlab chiqariladi.

### Bolgʻalanuvchan choʻyanlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va faza tashkil etuvchilari

3.4-jadval

Choʻyan markasi	Mexanik xossalari			Kimyoviy tarkibi, %				
	$\sigma_b$ kG/m <sup>2</sup>	$\delta$ , %	HB, kG/m <sup>2</sup>	C	Сн	Mn	P	S
KЧ30–6	30	6	163	2,7– 3,1	0,7–1,1	0,3–0,6	0,2	0,18
KЧ33–8	33	8	163	2,5–3	0,8–1,2	0,3–0,6	0,2	0,18
KЧ35–10	35	10	163	2,4– 2,8	0,9– 1,4	0,3–0,5	0,2	0,12
KЧ37–12	37	12	163	2,2– 2,5	1–1,5	0,3–0,5	0,2	0,12
KЧ45–6	45	6	241	2,2– 2,8	0,9–1,5	0,3–1	0,2	0,12
KЧ50–4	50	4	241	2,2– 2,8	0,9–1,5	0,4–1	0,2	0,12
KЧ56–4	56	4	241	2,2– 2,8	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12
KЧ60–3	60	3	241	2,2– 2,6	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12
KЧ63–2	63	2	241	2,2– 2,6	0,7–1,1	0,4–1	0,2	0,12

Juda puxta cho‘yanlar yaxshi quymakorlik xossasiga–suyuq oquvchanlikka ega. Ularni kesib mexanik ishlov berish oson.

Termik ishlov berish orqali juda puxta cho‘yanlarning mustahkamligini yanada oshirish mumkin. Buning uchun cho‘yan toblanadi va yuqori (500–600°C) haroratda yumshatiladi. Ba’zi hollarda gafit shaklini mukammallashtirish maqsadida juda puxta cho‘yanlar yumshatiladi. Juda puxta cho‘yanlarning nisbiy uzayishi 2–7 % ni va Brinell bo‘yicha qattiqligi 150–360 HBni tashkil etadi. Juda puxta cho‘yanlarning mexanik xossalari, kimyoviy tarkibi 3.5-jadvalda berilgan.

### Juda puxta cho‘yanlarning mexanik xossalari

3.5-jadval

Juda puxta cho‘yan markasi	$\sigma_b$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{oq}$ kg/mm <sup>2</sup>	HB	$\delta$ , %
BЧ45–0	45	36	187–255	–
BЧ 50–1.5	50	38	187–255	1,5
BЧ 60–2	60	42	197–269	2,0
BЧ 45–5	45	33	5,0	2,5
BЧ 40–10	40	30	156–197	10.0

Juda puxta cho‘yanlar mexanik xossalari bo‘yicha po‘latlarga yaqin turadi. Ulardan tirsakli vallar, iskanalar, metallurgiya sanoati uchun jo‘valash uskunalari va vallari tayyorlashda foydalaniladi.

#### Maxsus legirlangan cho‘yanlar

Legirlovchi elementlar cho‘yan strukturasi, undagi grafit shakliga va o‘lchamlariga ta’sir ko‘rsatadi. Cho‘yan tarkibiga legirlovchi elementlar qo‘shish orqali ishqalanishga chidamli, korroziyabardosh va olovbardosh qotishmalar olish mumkin.

Abraziv muhitda ishlaydigan ishqalanishga chidamli cho‘yanlar olish uchun ular nikel (3,5–5%) va xrom (0,8%), titan, mis, vanadiy, molibden kabi elementlar bilan qo‘shimcha ravishda legirlanadi. Bunday materiallar ishqalanish juftliklarida moysiz ishlay oladi. Ulardan tormoz kolodkalari, harakatni uzatish vositalari va silindr gilzasi kabi avtomobil detallari yasaladi. АЧС1, АЧС5, АЧВ1, АЧК2

markali tarkibida xrom miqdori ko'p bo'lgan cho'yanlardan qattiq materiallarni maydalaydigan uskunalar, AЧC2 cho'yanidan abraziv muhitda katta kuchlanish ostida ishlaydigan tegirmon uskunolari tayyorlanadi.

Legirlangan olovbardosh ЖЧХ2, ЖЧХ3 cho'yanlaridan metallurgiya, sanoatida ishlatiladigan aglomerat mashinalarining kolosniklari, kimyoviy muhitda ishlaydigan korroziyabardosh uskunalar detallari va quvurlari ishlab chiqariladi. ЖЧХ2 600°C, ЖЧХ3 700°C, ЖЧХ, ЖЧЮ2XIII 750°C, ЖЧХ16 900°C va ЖЧЮ22III cho'yanlari 1100°C haroratda ham o'z xossalarini yo'qotmasdan ishlay oladi. Bunday cho'yanlar metallurgiya sanoatida pech armaturalari, metallni yupqa jo'valaydigan uskunalarining detallari, shisha ishlab chiqarish sanoati uskunolari tayyorlashda ishlatiladi.

---

---

#### 4. PO‘LATLARNI TERMİK ISHLASH

*Termik ishlov berish* po‘latlar strukturasi boshqarish usuli bo‘lib, bunda qotishma ma‘lum haroratgacha qizdiriladi va turli tezliklarda sovitiladi. Termik ishlovni uch turga ajratish mumkin:

- sof termik ishlov;
- termomexanik ishlov;
- kimyoviy-termik ishlov.

Sof termik ishlov quyidagilardan iborat:

- yumshatish;
- normallashtirish;
- toblash;
- bo‘shatish.

Termik ishlovda yuz beradigan struktura o‘zgarishlari jarayon asosini tashkil etadi. Termik ishlov jarayonida qotishmaning ichki tuzilishiga ta‘sir etadigan asosiy omillar quyidagilardir:

- qizdirish harorati;
- qizdirish vaqti;
- qizdirilgan qotishmani sovitish tezligi.

Buyumni qizdirish harorati ko‘zlangan maqsadga ko‘ra va po‘latning qizdirishdan oldingi ichki tuzilishiga bog‘liq holda FeC holat diagrammasidan aniqlanadi (2.3-rasm).

Po‘latni qizdirish va sovitish jarayonlarida uning ichki tuzilishida faza o‘zgarishlari sodir bo‘lishiga olib keladigan harorat *kritik harorat* deyiladi va  $t_{kr}$  bilan belgilanadi.

##### 4.1. Yumshatish

Yumshatishdan maqsad muvozanatda bo‘lmagan strukturani muvozanat holatga keltirishdir. Odatda, *yumshatish* deganda buyumni ma‘lum haroratgacha qizdirib, pech bilan birgalikda sovitishga aytiladi.

Yumshatishning quyidagi turlari mavjud:

- rekristallashtirish;
- chala yumshatish;

– to‘la yumshatish.

• RekrSTALLASH uchun buyum 650–700°C gacha qizdirilib, shu haroratda ma‘lum vaqt ushlab turilgandan keyin pech bilan birga sovitiladi. Bunda ferrit qayta kristallanadi va sementit bir oz o‘sadi. Materialning plastikligi ortadi.

• Chala yumshatish uchun buyum GS chizig‘idan 10–30°C yuqori haroratgacha qizdiriladi va ma‘lum vaqt ushlab turilgandan keyin pech bilan birga sovitiladi. Bunday termik ishlovdan maqsad plastina ko‘rinishidagi perlitni yumaloq shaklga keltirishdan iborat. Uning qattiqligi plastinasimon perlitdan bir oz past bo‘lsada, plastikligi yuqoridir.

• Donachalarini nisbatan maydalash va qoldiq ichki zo‘riqishlarini kamaytirish maqsadida evtektoiddan oldingi po‘latlarni GS chizig‘idan, evtektoiddan keyingi po‘latlarni RSK chizig‘idan 30–50°C yuqori haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma‘lum vaqt ushlab turilgandan keyin pech bilan birga sovitishni biz to‘la yumshatish deb tushunamiz. Yuqori haroratda ushlab turish vaqti buyum materialida faza o‘zgarishlari yuz berishi uchun yetarli bo‘lishi kerak. Natijada hosil bo‘lgan mayda donali austenit sovishi hisobiga perlit donachalari ham maydalashadi.

Sovitish vaqtini kamaytirish maqsadida austenit eng kam barqarorlikka ega bo‘lgan haroratda to‘la parchalanguncha ushlab turiladi. Austenit perlitga to‘liq parchalangandan so‘ng asta-sekin sovitiladi. Bunday termik ishlov berish *izotermik yumshatish* deyiladi. Bunga to‘la yumshatishga qaraganda 2–3 marta kam vaqt ketadi.

## 4.2. Normallash

Normallashdan maqsad buyumni keyingi termik ishlov berish uchun tayyorlashdan, o‘rtacha uglerodli po‘latlarning esa strukturasi ni yaxshilashdan iborat. Normallash to‘la yumshatishdan sovitish tezligi bilan farq qiladi. *Normallash* deb, po‘latlarni GS, SE chiziqlardan 30–50°C yuqori haroratda qizdirib, ma‘lum vaqt ushlab turilgandan so‘ng havoda sovitishga aytiladi. Buyumni havoda sovitish tezligi pech bilan birga sovitishga qaraganda kattaroq bo‘lganligi uchun perlitga parchalanish jarayoni pastroq haroratda boradi. Natijada to‘la yumshatishga qaraganda buyum strukturasi maydaroq bo‘ladi. Shu sababli, buyumning mustahkamligi va qattiqligi 15–20% yuqori bo‘ladi.

Normallashtirish po'latni termik ishlashning tayyorlov bosqichi yoki o'rtacha uglerodli po'latlar uchun oxirgi bosqich sifatida qo'llaniladi.

### 4.3. Toblash

Toblashdan maqsad mashinasozlik materiallarining mustahkamligini oshirishdir. Toblashning boshqa sof termik ishlov berishdan asosiy farqi uni katta tezlik bilan sovitilishidir.

Toblash harorati Fe-Fe<sub>3</sub>C holat diagrammasiga muvofiq aniqlanadi. Toblash harorati buyumning butun ko'ndalang kesimi bo'yicha bir xil bo'lishi uchun ko'p vaqt ketsa, austenitning o'sib ketish xavfi bor. Buyumni pechda ma'lum haroratda tutib turish vaqti uning shakliga, pechga joylash usuliga va turiga bog'liq.

Xomakilarni yuqori haroratli pechda qizdirganda uglerod kuyadi. Natijada buyumning yuzasida uglerod miqdori kamayadi. Buning oldini olish maqsadida mashinasozlikda ish muhiti nazorat qilib turiladigan pechlar qo'llaniladi. Toblash muhitini to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga ega. Austenitning izotermik parchalanish diagrammasidan ma'lumki, toblash uchun kerakli bo'lgan eng kichik sovitish tezligi egri chiziqqa urinma bo'lmog'i kerak. Lekin sovitish tezligini martensitga parchalanish chegarasida sekinlatishi zarur, shunda buyumda yuzaga keladigan ichki termik kuchlanishlar mumkin qadar kamayadi.

Sovitish muhiti sifatida suv, mineral moylar, tuz eritmaları ishlatiladi. Uglerodli po'latlarni toblashda suv, yuqori legirlangan po'latlarni toblashda esa mineral moylar ishlatiladi.

Agar xomakining ko'ndalang kesimi katta va shakli murakkab bo'lsa, to'xtovsiz bir muhitda sovitish mumkin (4.1-rasm, 1-egri chiziq).

Yuqori uglerodli po'latlarni toblashda sovitish uchun ikki muhitdan foydalaniladi. Buning uchun po'lat austenitning barqarorligi eng kichik davrdan o'tguncha suv bilan sovitiladi, so'ngra martensitga parchalanish haroratidan 80–100 °C yuqori haroratda moyda sekin sovitiladi (4.1-rasm, 2-egri chiziq).

Agar asbobning tuzilishi murakkab va hajmi katta bo'lsa pog'onali toblash qo'llaniladi (4.1-rasm, 3-egri chiziq).

Bunda asbob suyuq muhitda martensitga parchalanishdan yuqoriroq haroratda ushlab turiladi, so'ngra havoda sovitiladi. Shunday

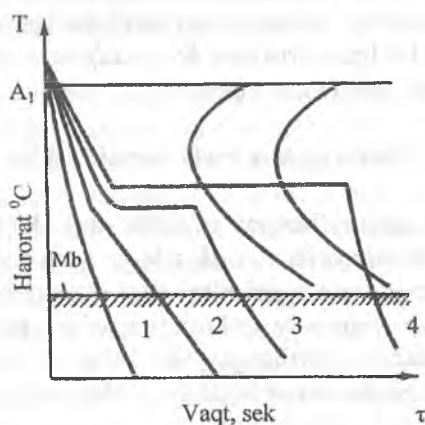


qilinganda martensitga parchalanishdan oldin harorat butun hajm bo'yicha bir xil bo'ladi.

Ko'p hollarda o'rtacha uglerodli po'latlardan tayyorlanadigan mashinalarning murakkab qismlari izotermik haroratda toblanadi. Bunda po'lat beynitgacha tez sovitiladi. Beynit parchalanib bo'lgach, sovitish davom etiriladi (4.1-rasm, 4-egri chiziq). Natijada po'lat strukturasi parchalanmay qolgan austenit paydo bo'ladi. Bunday toblangan po'latlarda plastiklik va qattqlikning yaxshi mutanosibligi yuzaga keladi.

Mashinasozlik amaliyotida o'z-o'zidan bo'shatish imkonini beradigan toblash usullari mavjud. Buning uchun qizdirilgan buyumning bir qismigina sovitiladi. Sovitilmagan qismning issiqligi hisobiga sovitilgan qism bo'shatish haroratigacha qiziydi. Natijada bo'shatish jarayoni o'z-o'zidan yuz beradi. Bunday toblash usulida turli qismlari har xil qattqlikka ega bo'lgan buyumlar olinadi.

Toblash natijasida erishiladigan eng katta qattqlik po'latning *toblanuvchanligi* deyiladi. U asosan po'latning tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liq bo'ladi. Har xil muhitda sovitilgan po'latning eng katta qattqligi yuza qattqligidir. Yuzadan 50% martensit va 50% trostitdan iborat qatlamgacha bo'lgan oraliq *toblanish chuqurligi* deyiladi. Toblanish chuqurligini aniqlashda diametri 25, uzunligi 100 mm ga teng namunadan foydalaniladi.



4.1-rasm. Toblash usullarini tushuntiruvchi chizma.

#### 4.4. Bo'shatish

Bo'shatishdan maqsad toblash natijasida buyumda hosil bo'lgan ichki kuchlanishlarni kamaytirish, plastik xossalarini oshirishdir. Bo'shatish toblashdan keyin bajarilishi shart bo'lgan jarayondir. Bo'shatish uchun buyum PSK kritik nuqtadan past haroratgacha qizdiriladi. Bo'shatish uch xil bo'ladi:

- past haroratda bo'shatish. Buning uchun buyum 160–250°C haroratda qizdiriladi, ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi. Hosil bo'lgan struktura *bo'shatilgan martensit* deyiladi. Toblash natijasida hosil bo'lgan qattiqlik deyarli o'zgarmaydi. Mustahkamlik va qovushoqlik sezilarli darajada ortadi. Toblangan po'latdagi ichki kuchlanishlar kamayadi. Ko'pincha kam legirlangan, yuzasi toblangan va kimyoviy-termik ishlangan po'latlar ana shunday bo'shatiladi;

- o'rtacha haroratda bo'shatish. Buning uchun buyum 350–450°C haroratda qizdiriladi, ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi. Hosil bo'lgan struktura *bo'shatilgan trostit* deyiladi. O'rtacha haroratda bo'shatish ko'p hollarda prujina, resor, shtamp kabi buyumlarni termik ishlash uchun qo'llaniladi. Toblangan buyumning qattiqligi 35 HRC gacha kamayadi. Plastik xossalari ortadi;

- yuqori haroratda bo'shatish. Buning uchun buyum 550–650°C haroratgacha qizdirilib, ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi. Hosil bo'lgan struktura *bo'shatilgan sorbit* deyiladi. Bunday termik ishlov, legirlangan uglerodli po'latlar uchun qo'llaniladi.

#### 4.5. Po'latlarga kimyoviy-termik ishlov berish

Po'latning yuzasini harorat ta'sirida turli kimyoviy elementlar bilan to'yintirish *kimyoviy-termik ishlov berish* deyiladi. Bu jarayonda yuzadagi miqdor o'zgarishlari sifat o'zgarishlariga olib keladi. Yuza qatlamining kimyoviy tarkibi o'zgarishi po'latning qattiqligi ortishiga, ishqalanib yeyilishga va zang ta'sirida yemirilishga qarshiligi oshishiga hamda toliqishga chidamliligi ko'payishiga olib keladi.

Kimyoviy-termik ishlash po'latning tarkibi, strukturasi va xossalarini o'zgartirish maqsadida uning sirtqi qatlamiga kimyoviy va

termik ta'sir etish protsessidir. Kimyoviy-termik ishlash natijasida po'lat sirtining qattiqligi, yeyilishga chidamliligi, korroziyabardoshligi, kislotabardoshligi kabi xossalari ortadi. Po'lat detallarining uzoq muddat ishlashini oshirish uchun mustahkamlash eng samarali usullardan bo'lganligi sababli kimyoviy-termik ishlash mashinasozlikda keng tarqalgan.

O'lchamlari va shakli turlicha bo'lgan detallarga kimyoviy-termik ishlov berib, bir xil qalinlikda ishlov berilgan qatlam olish mumkin. Kimyoviy-termik ishlashda sirtqi qatlamning kimyoviy tarkibi o'zgarishi tufayli detal sirti bilan o'zaginging xossalarida farq bo'ladi. Ish unumining pastligi kimyoviy-termik ishlashning asosiy kamchiligidir.

Detailarning uzoq vaqt ishlashini ta'minlash uchun sanoatda keng qo'llaniladigan va eng samarali usullardan biri ularga kimyoviy-termik ishlov berish, ya'ni metall sirtida bir vaqtning o'zida ham kimyoviy ham termik ta'sir qilishdir.

Kimyoviy-termik ishlov berish orqali quyidagilarga erishiladi:

a) metall va qotishmalarning sirtlari puxtalanish bilan sirt qattiqligi, yeyilishga chidamlilik, toliqishga mustahkamlik, issiqbardoshlik va boshqa shu kabi xossalarning oshishi;

b) metall va qotishmalarning normal va yuqori haroratlarda tashqi tajavvuzkor muhitlar ta'siriga qarshi turg'unligining oshishi. Bunda ishlov berilgan detallarning korroziyaga bardoshliligi, gravitatsion korroziya, kislotaga turg'unligi, kuyishga chidamliligi va shu kabi xossalari oshadi.

Metall va qotishmalarga kimyoviy-termik ishlov berish ularni yuqori haroratlarga qizdirib faollashgan gazli, suyuq yoki qattiq muhitlarda ushlab turish va buning natijasida metall va qotishmalarning sirt qatlamlari kimyoviy tarkibini, strukturasi va xossalari yaxshilashdir. Termik ishlov berishdan kimyoviy-termik ishlov berishning farqi shundaki, bu ishlov berish turida metall va qotishmalarning faqat strukturaviy o'zgarishlari ro'y bermasdan, balki sirt qatlamlarning kimyoviy tarkibi ham o'zgaradi. Ba'zi bir kimyoviy-termik ishlov berish usullaridan keyin metall va qotishmalarning o'zaklari vaqt qatlamlari xossalari yaxshilash uchun termik ishlov berish qo'llaniladi. Shuni ta'kidlash lozimki, kimyoviy-termik ishlov berish usullarini tanlash orqali ularning xossalari eng ko'p oraliqlarda o'zgartirish imkoniyatlari mavjud. Ba'zi hollarda

termik ishlov berish va kimyoviy-termik ishlov berish usullari birgalikda olib boriladi.

Ko'p vaqtlar po'latlarga faqat kimyoviy-termik ishlov berish usuli qo'llanilgan. Bunda sanoatda asosan sementatsiyalash, nitrotsementatsiyalash, sianlash va azotlash jarayonlari keng ko'lamda qo'llanilgan.

Kam hollarda aluminiylash, xromlash, sulfatsiyalash kabi ishlov berishlar ham qo'llanilgan.

Oxirgi yillarda kimyoviy-termik ishlov berish usullari po'latlardan tashqari titan, molibden, niobiy, tantal, sirkoniy, kobalt, mis va bu metallar asosida olingan turli xildagi qotishmalar ham ishlov berish uchun qo'llanilmoqda.

Ishlab chiqarishda qo'llaniladigan kimyoviy-termik ishlov berish usullari metall va qotishmalarning sirt qatlamlarini u yoki bu element bilan yoki elementlar kompleksi bilan boyitishga asoslangan.

Juda kam hollarda ba'zi bir turdagi qotishmalarning tarkibidagi legirovchi elementlarni kamaytirishga asoslangan kimyoviy-termik ishlov berish usullari qo'llaniladi. Bunda ham qotishmalar sirtida ba'zi bir elementlar miqdori kamaytirilsa, ularning qattiqligi, korroziyabardoshliligi va boshqa xossalari oshadi. Biz quyida faqat metall va qotishmalarning sirtlarini boshqa elementlar bilan boyitishga asoslangan kimyoviy-termik ishlov berish usullarini ko'rib chiqamiz.

Sirtlarni elementlar bilan boyitishga asoslangan kimyoviy-termik ishlov berish ko'p hollarda quyidagi uchta bir vaqtda ketuvchi elementlar jarayonlarni o'z ichiga oladi:

1) Tashqi muhitda diffuziyalanuvchi atomning faollashgan holatini hosil qilish.

2) Diffuziyalanuvchi element faol atomning metall sirti bilan tutashuvi, atomlar absorbsiyasi va bu atomlar bir qismining metall atomlari bilan kimyoviy bog'lanishida bo'lib yutilishi(absorbsiyasi).

3) Absorbsiyalangan atomlarning metall chuqurligi bo'yicha harakati, ya'ni diffuziya hodisasi.

Kimyoviy-termik ishlov berishdan keyin metall va qotishmalar sirtida hosil bo'ladigan diffuzion qatlam tarkibi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari asosan boyituvchi muhitning tarkibiga hamda harorat va jarayon davomiyligi kabilarga bog'liq.

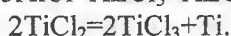
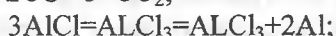
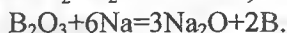
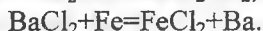
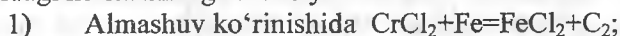
Boyituvchi muhit sirtida qattiq, suyuq va gazsimon moddalar olinadi. Qattiq moddalarning metall sirti bilan o'zaro ta'siri ularning o'zaro tutashuv joylarida sodir bo'ladi.

Metall sirtining qolgan uchastkalarida esa diffuziya jarayoni muhit tarkibidagi boyituvchi elementning harorat ta'sirida bog'lanishidan sodir bo'ladi. Qattiq muhitlarning faolligi unchalik yuqori bo'lmaganligi uchun qattiq komponentlar bilan to'yinishini jadallashtirish maqsadida uning tarkibiga tezlashtirgich moddalar ( $\text{NH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{J}$ ,  $\text{NH}_4\text{Br}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{BaCO}_3$ ) qo'shiladi. Bular ta'sirida faol gazli muhit hosil bo'ladi va qattiq komponentlar bilan to'yinish gazli fazadan to'yinish turiga o'tadi.

Suyuq muhitlarda ishlov berishda to'yinish gaz yoki atom holatidagi elementlarning singishi natijasida yuzaga keladi. Atom holatidagi element eritmaning o'zida sodir bo'ladigan reaksiyalar yoki elektroliz natijasida ajralib chiqadi.

Kimyoviy-termik ishlov berish uchun eng yaxshi muhit gazli muhit hisoblanadi.

Gazli muhitda to'yinish to'g'ridan-to'g'ri oddiy holatlarda quyidagi ko'rinishdagi reaksiyalar ko'rinishlarida sodir bo'ladi:



Kimyoviy-termik ishlov berish vakuumda yoki yuqori haroratlarda vodorod muhitida element bug'lari hosil bo'lishi va bug'ning tarkibidagi elementar atomlarning asosiy metall sirtiga diffuziyasi orqali ham kuzatiladi.

Ma'lum haroratlarda, bosimda hamda ishlov berilayotganda metall tarkibiga bog'liq ravishda gazli fazadan elementlarning absorbiyasi boyituvchi muhitda almashinuv reaksiyasida, tiklanishda yoki termik parchalanishda ishtirok etuvchi atomlar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir.

Muhitning absorbsion qobiliyatiga jarayon harorati kuchli ta'sir qiladi: harorat qancha yuqori bo'lsa, metallni qurshovchi muhitdagi atomlar harakatchanligi oshadi va metall sirtiga gazli muhitdan shunchalik ko'p element atomlari absorbsiyalanadi.

Gazli muhitning absorbsiya tezligiga ta'siri ham muhitdagi faol elementlar konsentratsiyasi ta'siri kabi bo'lishi lozim, chunki bosim oshishi bilan faol gaz tarkibidagi birlik hajmiga to'g'ri keluvchi molekular soni oshadi. Lekin bosimning absorbsiyaga ta'siri haqida to'xtalganda bosim o'zgarishi bilan gazli muhitda reaksiya tavsifini hisobga olish zarur. Chunki boyituvchi muhit bosimi oshishi bilan gazli muhitning absorbsion qobiliyati u yoki bu tomonga o'zgarishi mumkin.

Ishlov berilayotgan metall (qotishma), ishlov berish maqsadi, sirtni boyitish uchun qo'llanilayotgan element tavsiflariga bog'liq ravishda kimyoviy-termik ishlov berish jarayonini harorati va davomiyligi juda keng oraliqlarda o'zgaradi.

Po'latdan yasalgan mashina detallarining yuza qatlami tarkibini o'zgartirish jarayoni uch bosqichdan iborat:

- birinchi bosqichda singdiriladigan (diffuziyalantiriladigan) element atomlari faollashtiriladi. Bunda asosan harorat hal qiluvchi omil hisoblanadi. Faollikni oshiruvchi elementlar qo'llanilishi ham mumkin;

- ikkinchi bosqichda singadigan (diffuziyalanadigan) element atomlari yuzaga molekular yaqinlashtiriladi. Bunday hol modifikatsiyalovchi elementning yuzaga adsorblanishi deyiladi;

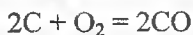
- uchinchi bosqichda atomlar yuzaga singadi. Keyin faol atomlar metallning ichki qatlamlariga singiy boshlaydi.

#### **Po'lat buyumlar yuzasini uglerodga to'yintirish**

Ma'lumki, po'latning toblanish xossasi uning tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liq bo'ladi. Po'lat buyum tarkibida uglerod miqdori 0,3% dan kam bo'lsa, u toblanmaydi. Shuning uchun bunday po'latlarning yuza qismi uglerodga to'yintiriladi. Bunday jarayon *sementitlash* deyiladi. Odatda, tarkibida 0,08–0,3 % uglerod bo'lgan uglerodli yoki legirlangan po'latlarga kimyoviy-termik ishlov beriladi. Bu jarayon natijasida buyum yuzasidan o'rta qismiga tomon uglerod miqdori kamayib boradi.

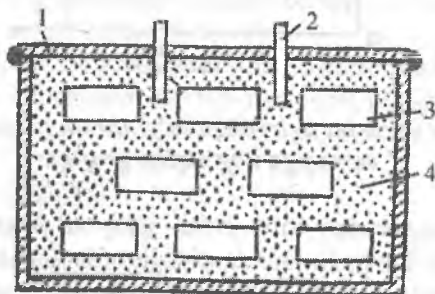
Sementitlash uch xil, ya'ni qattiq, suyuq va gaz muhitlarida amalga oshiriladi.

Qattiq muhitda sementitlash karbyurizatorida olib boriladi. Karbyurizator temir quti bo'lib (4.2-rasm), uning ichiga 60–90 % pistako'mir, 40–10% BaCO<sub>3</sub> yoki CaCO<sub>3</sub> tuzlari solinadi. Sementitlanadigan buyumlar karbyurizator ichiga solinib, og'zi zich qilib bekitiladi. Pech 920–960°C haroratgacha qizdirilib, unga zich bekitilgan temir quti kiritiladi. Temir quti shu haroratda 1–10 soat ushlab turiladi. Karbyurizatorida quyidagi kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi:



So'ngra  $2CO = CO_2 + C$  ga parchalanadi. Ana shu atomar holatdagi C buyum sirtiga singadi (diffuziyalanadi).

Sementitlangan yuzadagi uglerod miqdori 0,8–1,0 % atrofida bo'ladi, yuzadan ichkari qatlamga borgan sari uglerod miqdori kamayib boradi. Mashina detallariga bir qancha mexanik ishlov berilgandan so'ng ular sementitlanadi. Keyin toblanadi va past haroratda bo'shatilib, oxirgi mexanik ishlov beriladi.

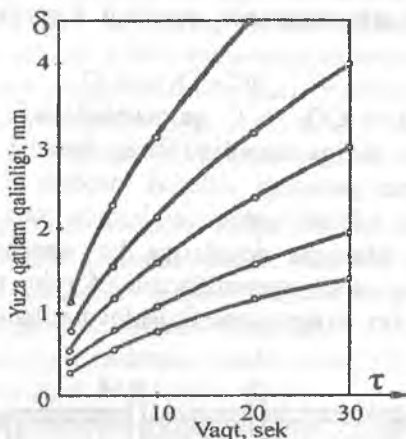


4.2-rasm. Sementitlash qutisi: 1 – qopqoq; 2 – namuna; 3 – sementitlanayotgan buyum; 4 – karbyurizator.

Agar mashina detallarining yuzasida sementitlanishi kerak bo'lmagan joylari bo'lsa, o'sha joylari olovbardosh loy yoki asbest bilan bekitib qo'yiladi. Sementitlash usuli aniqlangandan keyin harorat belgilanadi. Sementitlash harorati austenit fazasining mavjudligi bilan belgilanadi. Sababi, uglerod austenitda ko'p eriydi. Buyumning yuza qatlamidan ichkariga borgan sari uglerodning miqdori kamayib boradi. Yuzadan ichkariga qarab perlit-sementit, keyin perlit-ferrit va materialning asosiy strukturasi joylashadi.

Buyum yuzasida uglerod miqdorining ortishi qatlamning mo'rtligini oshiradi. Shu sababli buyum yuzasida uglerod miqdori 1,1–1,2 % dan oshmasligi kerak.

Sementitlangan qatlamning xossalari harorat va shu haroratda ushlab turish vaqtiga bog'liq bo'ladi (4.3-rasm).



4.3-rasm. Po'lat yuzasini uglerodga to'yintirish jarayonining harorat va vaqtga bog'liqligi grafigi.

Po'latlarni uglerodga to'yintirish jarayoni texnikada ta'mirlash sohasida ham qo'llaniladi. Bunda pistako'mir hamda faollashtiruvchi birikmalar ishlatiladi va koks bilan shixta materialini tashkil etadi. Shixtadagi  $BaCO_3$  tuzi uglerodning atomar holatda ajralib chiqishini tezlashtiradi.  $CaCO_3$  tuzi esa shixta materiallarini bir-biriga yopishib qolishidan saqlaydi. Ishlatilgan shixta materiali elanib, yaroqli qismi yana yangi shixta materialiga qo'shib ishlatiladi.

Po'latni sementitlash haroratida ushlab turish vaqti talab etilayotgan qatlamning qalinligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, qatlamning qalinligi 0,8 mm ga teng bo'lishi talab etilsa, yuqori haroratda tutib turish vaqti 7–8 soatni tashkil etadi. Agar dastlabki austenit donalari mayda bo'lsa, sementitlash haroratini ko'tarish mumkin.

Gaz muhitida (CO) buyum yuzasini uglerodga to'yintirish, qattiq muhitda to'yintirishga qaraganda bir qator afzalliklarga ega. Bunda kerakli qatlam qalinligini ta'minlash oson, jarayonni bajarish vaqti



kam va uni mexanizatsiyalashtirish, avtomatlashtirish mumkin. Sementitlash uchun maxsus uskunalar qo'llanilmaydi, shu pechdan foydalanib termik jarayonlarni ham o'tkazish mumkin.

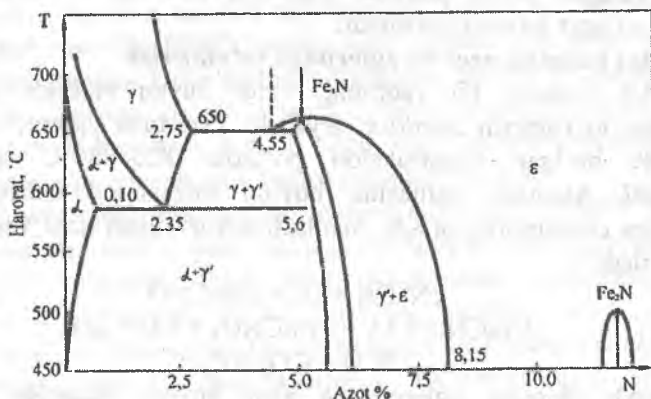
Suyuq muhitda karbyurizatorda sementitlashda, qattiq muhitda karbyurizatorda sementitlashga nisbatan ish unumdorligi 3–5 marta yuqori bo'ladi. Bunda ko'pincha tuz eritmalaridagi elektroliz jarayonidan foydalaniladi. Mashina detallarining ish yuzalari uglerodga to'yintirilgandan keyin toblanadi va past haroratda bo'shatiladi.

Toblash natijasida uglerodli po'lat yuza qatlamining qattiqligi 60–64 HRS ga, legirlangan po'latlarniki esa 58–61 HRS ga teng bo'ladi. Keyin ular past haroratda bo'shatiladi.

#### Po'lat yuzasini azotga to'yintirish

Po'lat yuzasini azotga diffuzion to'yintirish *azotlash* deb ataladi. Azot po'lat tarkibidagi metallar bilan birikib nitridlar hosil qiladi. Buyum yuzasida hosil bo'lgan nitridlar evaziga nisbatan yuqori haroratlarda yuzaning qattiqligi barqaror bo'ladi, korroziyabardoshligi va ishqalanib yeyilishga chidamliligi ortadi.

Azotlash natijasida buyum yuzasida hosil bo'lgan fazalarni tahlil qilishda FeN diagrammasidan foydalanish kerak (4.4-rasm).



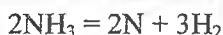
4.4-rasm. Temir-azot holat diagrammasi.

Buyum yuzasida quyidagi fazalar hosil bo'ladi: azotning-temirdagi qattiq eritmasi; temirning-modifikatsiyasi asosidagi qattiq

eritma; temir nitridlari ( $\text{FeN}$ ,  $\text{Fe}_3\text{N}$ ) asosidagi qattiq eritmalar;  $450^\circ\text{C}$  haroratda azot miqdori 11,35 % bo'lganda  $\text{Fe}_2\text{N}$  ham hosil bo'lishi mumkin.

Tarkibida 0,1–0,4% uglerod bo'lgan uglerodli va legirlangan po'latlar  $500\text{--}600^\circ\text{C}$  da azotga to'yintiriladi. Azotlangan qatlamning qattiqligi, ishqalanishga, toliqishga chidamliligi va korroziyabardoshligi oshadi.

Azotlash jarayoni  $500\text{--}560^\circ\text{C}$  da po'lat yuzasidan ammiak gazini ma'lum tezlikda o'tkazish yo'li bilan olib boriladi. Yuqori haroratda ammiak quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi va atomar azotga ajraladi:

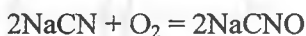


Atomar holatdagi azot buyum sirtiga singadi. Natijada uglerodli po'latlarning yuzasida  $\text{FeN}$ ,  $\text{FeN}_4$  fazalar hosil bo'ladi. Azotlangan qatlamning qalinligi azotlash harorati va vaqtiga, gazning tozaligiga bog'liq bo'ladi. Azotlash uzoq davom etadigan jarayon. Buyumlar azotlanganda har 10 soatda 0,1 mm qalinlikdagi qatlam hosil bo'ladi. Buyumlarni azotlashdan oldin barcha termik va mexanik ishlovlardan o'tkazilgan bo'lishi kerak. Ba'zi hollarda azotlashdan keyin nozik jilvirlash bajariladi.

Azotlangan po'lat ammiak muhitida  $200\text{--}300^\circ\text{C}$  haroratgacha pechda, so'ngra havoda sovitiladi.

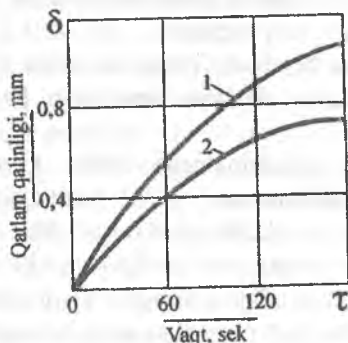
#### Po'lat yuzasini azot va uglerodga to'yintirish

Po'lat yuzasini bir vaqtning o'zida suyuq muhitda azot va uglerodga to'yintirish *sianlash* deyiladi. Tarkibida uglerod miqdori 0,2–0,4% bo'lgan konstruksion po'latlar  $820\text{--}860^\circ\text{C}$  haroratda sianlanadi. Sianlash natijasida buyum yuzasining qattiqligi va yeyilishga chidamliligi ortadi. Sianlash suyultirilgan tuzli vannalarda olib boriladi:



Ajralib chiqqan uglerod va azot buyum yuzasiga singadi (diffuziyalanadi). Bunda diffuzion qatlamning qalinligi 0,15–0,35 mm ni tashkil etadi.  $930\text{--}950^\circ\text{C}$  haroratda sianlash orqali diffuzion qatlam qalinligini 2 mm gacha yetkazish mumkin. Buyumlar sianlash haroratida to'g'ridan-to'g'ri toblanib, past haroratda bo'shatiladi. Bunda qatlamning qalinligi kichik, qattiqligi 58–62 HRS ga teng

bo'ladi. Sianlangan qatlam qalinligining vaqtga bog'liqlik chizmasi 4.5-rasmda berilgan.



4.5-rasm. Sianlangan qatlam qalinligining vaqtga bog'liqligi.

#### 4.6. Qattiq qotishmalar. Mineralokeramik va metallokeramik materiallar

**Qattiq qotishmalar.** Qattiq qotishmalar qattiqligi, mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi, o'tga chidamliligi yuqori bo'lgan qiyin eriydigan karbidlar asosida tayyorlanadi. Qattiq qotishmalarining bu xossalari ular 800–1000°C gacha qizdirilganda ham saqlanadi. Ishlab chiqarish usuliga ko'ra qattiq qotishmalar quyma va metall-keramik xillarga bo'linadi. Metall-keramik qotishmalar volfram, titan va tantal karbidlari kukunlarini kobalt bilan birga pishirib olinadi. Kobalt qotishmalarga qovushoqlik berish uchun qo'shiladi.

Quyma qattiq qotishmalar maxsus elektrodlar (GOST 10051–75) ko'rinishida, asbob yoki detalga suyultirib yopishtirishga yaroqli holda tayyorlanadi. B2K, B3K qotishmalari (stellitlar), sormayt quyma qotishmalarga kiradi. Stellitlar volfram, xrom va kobalt asosidagi qotishmalardir. Bu qotishmalar shtamplar, metallni qirqish pichoqlari, tokarlik dastgohlarining markazlari kabi yangi yoki yoyilgan detal va asboblarni sirtiga suyultirib qoplanadi. Qotishmalar atsetilen-kislorodli alangada yoki elektr yoyi alangasida suyultiriladi. Suyultirilgan stellit qatlami qattiq eritma va xrom karbididan tashkil topgan evtektika strukturasi ega bo'ladi. Suyultirib qoplangan qatlamning sovitilish tezligi qancha katta bo'lsa, uning mexanik

xossalari shuncha yuqori bo'ladi, chunki bunda zarralar maydaroq bo'ladi. Suyultirib qoplangan qatlamga termik ishlov berilmaydi. Qattiq qotishmalar suyultirib yopishtiriladigan detallar yoki asboblardan uglerodli po'latdan tayyorlanadi, bu bilan qimmat turadigan legirlangan po'latlar tejaladi. Yuqorida qayd qilingan qotishmalarni po'lat detallarga ham, cho'yan detallarga ham suyultirib qoplash mumkin.

Quyva qattiq qotishmalarga temir xromli asosdagi yuqori uglerodli xromli qotishmalar, ya'ni sormaytlar ham kiradi. Ular birlamchi karbid va evtektika strukturali (№1 sormayt) evtektikadan keyingi xromli cho'yandan yoki perlit va karbidli evtektika strukturali (№2 sormayt) evtektikadan oldingi oq cho'yandan iborat bo'lishi mumkin. Sormaytlar 5–7 mm diametrli chivichalar ko'rinishida ishlab chiqariladi hamda normal va yuqori temperaturalarda ishqalanish sharoitida ishlovchi cho'yan va po'lat detal hamda asboblarga suyultirib qoplashda ishlatiladi. № 1 sormayt suyultirilib qoplangan qatlam qattiqligi ВДС 48– 50 bo'ladi. Unga termik ishlov berilmaydi. №2 sormayt suyultirib qoplangan qatlam 850–900°C temperaturada yumshatilgach, moyda toblanadi va yuqori temperaturada bo'shatiladi. Quyva qattiq qotishmalar bilan qoplangan detal va asboblarning puxtaligi 12 va undan ham ko'p marta ortadi. Zarrador (yoki kukunsimon) qattiq qotishmalar kukun ko'rinishida yoki zarrasining o'lchami 1–3 mm li zarralar ko'rinishida tayyorlanadi. Zarralar qotishmalarga stalinit kiradi va ular qishloq xo'jalik mashinalari detallarining, parmalash iskanalarining yeyilishiga chidamliligini oshirish uchun stellite o'rni ishlatiladi. Stalinit tarkibida 8% C, 13% Mn, 3% Al, 18% Cr va boshqalar bo'ladi. Zarrador qotishmalar trubasimon elektrodni to'ldirgich sifatida yoki suyultirib yopishtiriladigan kukun sifatida ishlatiladi. Suyultirib yopishtirish turli usullar bilan, ko'pincha elektr yoyi yordamida payvandlash usuli bilan bajariladi.

Metall-keramik qattiq qotishmalar volfram (WC), titan (TiC), tantal (TaC) karbidlari bilan metall kobalt (Co) ning qattiq eritmasidan iborat. Metall-keramik qotishmalardan yasalgan buyumlar metall qirgich asbobi (keskich, parma, freza, razvertka) ning ish qismiga yopishtirish uchun plastinka ko'rinishida ishlab chiqariladi.

Metall-keramik qattiq qotishmalar (GOST 3882-74) uchta: volframli, titan-volframli, titan-tantal-volframli guruhlarga bo'linadi.

Volframli qattiq qotishmalar (masalan, BK3, BK3M, BK6, BK8, BK6M va boshqalar), cho'yan, bronza, farfor, oyna kabi mo'rt materiallarga ishlov berishda qo'llaniladi. Oqartirilgan cho'yan, olovga chidamli po'lat, plastmassalarni tozalab va ularga qisman ishlov beruvchi kesuvchi asboblari BK6M qotishmasi bilan qoplanadi. Parmalash, cho'zish, o'tga chidamli va zanglamaydigan po'latlarni xomaki yo'nish asboblari BK8M qotishmasi bilan qoplanadi. Qotishma markasi oxiridagi B harfi u yirik zarrali ekanligini, M harfi esa mayda zarrali ekanligini bildiradi.

Mayda va yirik zarrali volframli yuqori kobaltli BK20, BK25, BK30 kabi qattiq qotishmalar hamda mustahkamligi va zarbiy qovushoqligi yuqori bo'lgan yangi qattiq qotishmalar BK15B, BK20B, BK25B zarbiy nagruzka sharoitida ishlovchi qattiq qotishmali shtamplar tayyorlashda ishlatiladi. Qattiq qotishmali shtamplarning puxtaligi po'lat shtamplarnikiga qaraganda 30-50 marta katta bo'ladi, bu esa katta iqtisodiy samara beradi.

Titan-volframli qattiq qotishmalar (T5K10, T15K6, T30K4) va boshqalar po'lat, latun kabi qovushoq materiallarga ishlov berish uchun mo'ljallangan. Masalan, xomaki yo'nuvchi, shuningdek, po'latning sirtini va kuyindi hosil bo'lgan qismini (shu jumladan po'lat pokovkalar, shtamplangan zagotovka va quymalar ham) xomaki va tozalab randalovchi kesuvchi asboblari T5K10 qotishmasi bilan qoplangan.

Titan-tantal volframli qattiq qotishma (TT7K12 va TT10K5B) lar po'lat pokovkalarga xomaki ishlov berishda qo'llaniladi. Bu qotishmalarning qovushoqligi, yeyilishga chidamliligi va mustahkamligi ( $\sigma_b=1550\text{MPa}$ ) qattiq titan-volframli va volframli qotishmalarnikiga nisbatan yuqori.

Masalan, volframli qotishmaning BK8 markasi uning tarkibida 92% volfram karbidi, 8% kobalt bo'lishini bildiradi. T30K4 titan-volframli qotishmada tantal va titan karbidlarining umumiy miqdori taxminan 7%, kobalt 12%, qolgani (81%) volfram karbididan iborat. Qattiq qotishmalarning qolgan markalari ham shunday markalanadi.

Plastifikatsiyalangan qattiq qotishmalar parma, zenker, razvyortka kabi murakkab shakldagi asboblarni, shuningdek, qattiq qotishmalar bilan jihozlash qiyin bo'lgan kichik o'lchamli asboblarni tayyorlashda

ishlatiladi. Plastifikatsiyalangan qattiq qotishma deb, 400°C temperaturada qaynab turgan parafinga botirilib sovigach, u bilan bir jinsli massa hosil qiluvchi presslangan kukunga aytiladi. Plastifikatsiyalangan qattiq qotishmadan tayyorlangan briketlarga osongina qilib ishlov berish, presslash va shakldor fileralardan siqib chiqarish mumkin. Bu usullardan birontasi bilan tayyorlangan asbob maxsus pechlarda 1300°C temperaturada pishiriladi. Pishirilgan zarur qattiqlikka erishgan asbobga uzil-kesil ishlov beriladi va yo'niladi. Plastifikatsiyalangan qattiq qotishmadan tayyorlangan kesuvchi asbob, qattiq qotishma bilan jihozlangan asbobga qaraganda buyumlarning ishlangan sirtlarining sifatli bo'lishini ta'minlaydi.

Mineral-keramika-texnik glinozem ( $Al_2O_3$ ) asos qilib olingan sintetik materialdir. Hozirgi vaqtda mikrolit deb ataladigan IIM-332 markali mineral-keramika keng tarqalgan. Qattiqligi (HRA 91-93), issiqlikka va yeyilishga chidamliligi bo'yicha qattiq qotishmalardan ustun turadi. Mustahkamligining pastligi va juda mo'rtligi mikrolitning kamchiligi hisoblanadi. Mikrolit plastinkalari bilan jihozlangan asboblarda ish jarayonida ularni 1200°C temperaturagacha qizdirilganda ham o'zining qattiqligini yuqotmaydi. Shuning uchun ham zarbsiz nagruzka sharoitida po'lat va cho'yan detallarga, rangli metallar hamda ularning qotishmalariga, nometall materiallarga, kesish chuqurligi va surishlar katta bo'lmaganda katta tezlikda tozalab va qisman ishlov berishda mineral-keramikadan samarali foydalaniladi.

Mikrolit plastinkalarini tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: tayyorlangan kukun qolipga solinadi, presslanadi, so'ngra 1750-1900°C temperaturada pishiriladi. Plastinkalarni bosim ostida quyish usuli bilan ham olish mumkin. Asbob detallariga plastinkalar kavsharlanadi yoki mexanik usulda mahkamlanadi. Kavsharlash uchun plastinkani metallash lozim, ya'ni uning sirtini kavsharlash imkonini beradigan metall qatlami bilan qoplash zarur.

Mineral-keramikaga volfram, molibden, bor, titan, nikel va boshqa elementlar qo'shib, ekspluatatsion xarakteristikalarini yaxshilash mumkin. Bunday materiallar kermetlar deb ataladi. Ulardan qiyin ishlov beriladigan po'lat va qotishmalarga kesib ishlov berishda foydalaniladi.

**Mineralokeramik materiallar.** So'nggi yillarda asbobsozlik materiallarining yangi turi mineralokeramik qattiq qotishmalar ishlab

chiqarish sanoat miqyosida o'zlashtirildi. Mineralokeramik qattiq qotishmalar turli o'lcham va shakldagi plastinalar tarzida tayyorlanadi va xuddi metallokeramik qattiq qotishmalar kabi, kesuvchi asboblarning tishi uchun ishlatiladi.

Mineralokeramik plastinkalar tarkibida qiyin suyuqlanadigan  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CrO_2$  bo'lgan mineral materialni presslash va 1750–1900°C haroratda qovushtirish yo'li bilan tayyorlanadi. Bunday plastinalarning qattiqligi Rokvell bo'yicha 91–95 ga yetadi (HRA = 91–95). Mineralokeramik plastinalar yeyilishga chidamli bo'ladi, 1200°C gacha qizdirilganda ham kesish xossalarini yo'qotmaydi va oksidlanmaydi, shuningdek, boshqa qotishmalarga qaraganda ko'p marta arzon turadi, shu sababli, ular po'lat va cho'yan tanavorlardan kichik kesimli qirindi yo'nib, katta (400–500 m/min) tezlik bilan tozalab kesishda keng ko'lamda ishlatiladi. Ammo ular ancha mo'rt, issiqlik o'tkazuvchanligi past va egilishdagi mustahkamlik chegarasi metallokeramik qotishmalarnikidan 4–5 baravar, tezkesar po'latlarnikidan esa 10–12 baravar kichik bo'ladi. Mineralokeramik qotishmalarining issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lganligidan, ular tez va notekis qizdirilsa, darz ketishi mumkin. Ana shu kamchiliklari tufayli mineralokeramik plastinalarning ishlatilishi cheklangan. Mineralokeramik qattiq qotishmalarining ИХБ–13, X~14, ДЖ –18 markalari mavjud. Hozirgi vaqtda mikrolit deb ataladigan ЖМ–332 markali mineralokeramik plastinalar, ayniqsa, keng ko'lamda ishlatiladi. Ular ish jarayonida 1200°C gacha qiziganda ham o'z qattiqligini yo'qotmaydi.

Hozirgi vaqtda ko'p –uch, besh va olti qirrali (yoqli) mineralokeramik plastinalar ishlab chiqarilmoqda. Bunday plastinalarning bir qirrasini o'tmaslansa, charxlab o'tirilmay, ikkinchi qirrasini bilan kesadigan qilib o'rnatiladi va hokazo.

Mineralokeramik plastinalar ikki variantda: oldingi yuzasi yassi va qirindi chiqaravchi ariqchali qilib tayyorlanadi. Plastinalar keskich kallagiga yo kavsharlash yo'li bilan yoki mexanik usulda mahkamlanadi. Mexanik usulda mahkamlanadigan plastinalarda keskich kallagidagi shtir uchun maxsus teshiklar bo'ladi.

**Metallokeramik qattiq qotishmalar.** Metallokeramik qattiq qotishmalar asbobsozlik materiallari jumlasiga kiradi, ulardan metall va qotishmalarni kesib ishlashda, shuningdek, bosim bilan ishlashda (sim kiryalash, shtamplash, kalibrash va boshqalarda) foydalaniladi.

Metallokeramik qattiq qotishmalar xilma-xil keramika materiallarini ishlashda, burg'ilash ishlarida va texnikaning bir qator boshqa sohalarida ham keng ko'lamda ishlatiladi.

Metallokeramik qattiq qotishmalarning asosiy tarkibiy qismini bir yoki undan ortiq karbid tashkil etadi. Qattiq qotishmalar tayyorlashda ishlatiladigan karbidlar qiyin suyuqlanuvchi metallar—volfram, titan va tantalning uglerod bilan hosil qilgan kimyoviy birikmalari bo'lib, nihoyatda qattiq, normal haroratda kislotaga va ishqorlar ta'siriga juda chidamli moddalardir.

Volfram karbidi olish uchun volframning mayin kukuni hosil qilinadi, bu kukunga qurum qo'shib aralashtiriladi-da, aralashma elektr pechda  $H_2$  yoki  $CO$  muhitida  $1350-1400^{\circ}C$  gacha qizdiriladi, natijada volfram karbidi yuzaga keladi.

Volframli qattiq qotishma tayyorlash uchun volfram karbidi kukuni bilan kobalt kukuni sharli tegirmonda bir sutka chamasi aralashtiriladi va hosil bo'lgan aralashma sintetik kauchukning benzindagi eritmasida qoriladi. Qorishma qurigandan keyin tegishli shakldagi press qolipda  $10-40 \text{ kG/mm}^2$  ( $100-400 \text{ MH/m}^2$ ) bosim ostida presslanadi. Presslash natijasida hosil bo'lgan massa  $1400^{\circ}C$  haroratda 2 soat davomida qizdirish yo'li bilan qovushtiriladi (pishiriladi). Qizdirish natijasida qotishma 25% gacha kirishib, nihoyatda qattiq bo'lib qoladi. Bunday qattiq qotishmaning strukturasi kobalt vositasida mustahkam bo'lgan volfram karbididan iborat bo'ladi, binobarin, kobalt elementi volfram karbidi donalarini bir-biriga bog'lovchi material vazifasini o'taydi.

Titan-volframli qattiq qotishma ham xuddi yuqoridagi kabi tartibda tayyorlanadi, ammo farq faqat shundan iboratki, titan-volframli qotishma presslangandan keyin  $1500^{\circ}C$  da 1-3 soat davomida qizdirish yo'li bilan qovushtiriladi (pishiriladi). Titan-volframli qattiq qotishma tayyorlashda tantal karbidi ham qo'shilsa, qotishmaning oksidlanmaslik xossasi, puxtaligi, yeyilishga chidamliligi va boshqa xossalari ortadi.

Metallokeramik qattiq qotishmalarni kesuvchi asboblarni ishlab bo'lmaydi, shuning uchun ular har xil o'lchamli va shaklli, shuningdek, ko'p qirrali (ko'p yoqli), old yuzasi yassi va qirindi chiqaravchi ariqchali plastinalar tarzida tayyorlanib, bu plastinalar kesuvchi asboblarning kallagiga mexanik usulda yoki kavsharlash yo'li bilan mahkamlanadi. Mexanik usulda mahkamlanadigan



plastinalarda maxsus teshiklar bo'lad. Kallakka mahkamlangan bu plastina asbobning kesuvchi qismi (tig'i) bo'ladi.

Metallokeramik qattiq qotishmalar uch guruhga: bir karbidli (volframli), ikki karbidli (volfram-titanli), uch karbidli (volfram-titan-tantalli) qattiq qotishma guruhlariga bo'linadi. Birinchi guruhni volfram karbidi bilan kobaltdan, ikkinchi guruhni titan karbidi, volfram karbidi bilan kobaltdan, uchinchi guruhni esa titan karbidi, tantal karbidi, volfram karbidi va kobaltdan iborat qotishmalar tashkil etadi. Birinchi guruh metallokeramik qattiq qotishmalari BK bilan, ikkinchi guruh – TK, uchinchi guruh esa TTK bilan belgilanadi.

Metallokeramik qattiq qotishmalarining ishlatilishi:

Cho'yan, rangli metallar, metallmas materiallar va boshqalarni tozalab yo'nishda ishlatiladigan keskich va razvyortkalar uchun.

Tozalab va xomaki yo'nishda ishlatiladigan keskichlar, cho'yan, rangli metallar va metallmas materiallarni tozaroq va tozalab ishlashda qo'llaniladigan freza, razvyortka va zenkerlar uchun.

Cho'yanni, rangli metallar va metallmas materiallarni xomaki yo'nish, randalash, frezalash va parmalashda ishlatiladigan kesuvchi asboblari uchun; yo'nilishi qiyin bo'lgan po'latlarni yo'nishda ishlatiladigan keskichlar uchun.

Sim kiryalash, cho'ktirish, teshik ochish asboblari va yengil sharoitda ishlaydigan shtamp asboblari uchun.

Po'latdan chiviq va quvurlar kiryalashga mo'ljallangan asboblari uchun.

Uglerodli va legirlangan po'latlarni xomaki va tozalab randalashda, xomaki va shakldor qilib yo'nishda ishlatiladigan kesuvchi asboblari uchun.

Uglerodli va legirlangan po'latlarni xomaki yo'nish, frezalash, teshikni kengaytirish va xomaki zenkerlashda ishlatiladigan kesuvchi asboblari uchun.

Po'latlarni yuqori tezlik bilan xomaki va tozalab yo'nishda ishlatiladigan keskichlar uchun.

Po'latlarni surish va kesish chuqurligini kichik olib, katta tezliklar bilan ishlashda qo'llaniladigan kesuvchi asboblari uchun.

Qattiq po'latlarni xomaki yo'nish va randalashda, payvand choklarga ishlov berishda qo'llaniladigan kesuvchi asboblari uchun.

Mayda donali BK6M qotishmasi juda qattiq va zich bo'lganligidan, kesuvchi asbobning chidamliligini 2–3 baravar oshirishga

imkon beradi va choʻyanni hamda baʼzi zanglamas poʻlatlarni yoʻnishda ham ishlatiladi. T5K12B qotishmasi qattiq poʻlatlarni va boshqa qotishmalarni randalash hamda xomaki yoʻnishda, payvand choklarga ishlov berishda, umuman, T5K10, BK8 kabi juda puxta qotishmalarni ishlatib boʻlmaydigan boshqa hollarda qoʻllaniladi. Koʻp kobaltli juda puxta va qovushoq BK20, BK25, BK30 qotishmalari va tajribaviy BK15B, BK20B, BK25B qotishmalari ishlab chiqarishning oʻzlashtirilganligi katta zarbiy yuklanishlar ostida ishlaydigan shtamplar tayyorlashda qattiq qotishmalardan keng koʻlamda foydalanishga imkon beradi, qattiq qotishmali shtamplar esa odatdagi shtamlarga qaraganda ancha chidamli boʻladi va katta iqtisodiy samara keltiradi.

**Quyma qattiq qotishmalar.** Quyma qotishmalar detal va asbob sirtiga suyultirib yoki kavsharlab yopishtirishga yaroqli holda diametri 5–10 mm, uzunligi 200–300 mm boʻlgan chivichlar koʻrinishida olinadi.

Metall-keramik qotishmalar volfram, tantal va titan karbidlari kukunlarini kobalt bilan birga pishirib olinadi. Sanoatda bir karbidli volframli (BK), ikki karbidli titan-volframli (TK) va uch karbidli titan–tantal–volframli (TTK) metallokeramik qotishmalar ishlab chiqariladi. Quyma qattiq qotishmalar. Suyultirib yopishtiriladigan qattiq qotishmalarning uch: quyma, zarrador (stalinit) va elektrodboq xillari boʻladi. Tarkibida volfram elementining yoʻqligi ularning oʻziga xos tomoni hisoblanadi.

Sormayt va BK2, BK3 qotishmalari – stellular, xivichlar va kukun koʻrinishida tayyorlanadi. Ular yangi yoki yeyilgan detallarga va shtamp, metall qirqadigan keskichlar, tokarlik dastgohlarining markazlari kabi asboblarga suyultirib yopishtiriladi. Suyultirib yopishtirish asetilen-kislorodli alanga yoki elektr yoyi yordamida amalga oshiriladi. Sirtiga qotishma suyultirib yopishtiriladigan detal yoki asboblardan qimmat turadigan legirlangan poʻlatlarni tejash maqsadida oddiy uglerodli poʻlatlardan tayyorlanadi. Yuqorida qayd qilingan qotishmalar poʻlat detallarga ham, choʻyan detallarga ham suyultirib yopishtirilaveradi. Quyma qattiq qotishmalar bilan qoplangan detal va asboblarning puxtaligi 12 va undan ham koʻp marta ortadi.

Zarrador qattiq qotishmalardan boʻlmish stalinit ekskavator detallari, parmalash uskunalarining yeyilishga chidamliligini oshirish

uchun stellite o'rniga ishlatiladi. Benardos usulida ko'mir yoki grafit elektrodlar bilan hosil qilinadigan elektr yoyi yordamida suyultirib yopishtiriladi. Elektrod bop qattiq qotishmalar zarrador qotishmalarga o'xshash ishlatiladi. Ular diametri 5–6 mm bo'lgan, grafit, ferroqotishma, bor karbiddan iborat maxsus suvoqli elektrod ko'rinishida ishlatiladi.

Suyultirib yopishtirish uchun taklif qilingan quyma qotishmalardan biri relitdir. Uning kimyoviy tarkibi quyidagicha (massasi bo'yicha % da): 40 % C; 91,5 % W; 3 % Mo; 1,5 % Fe. Uning qattiqligi 89 HRS ga teng. Volfram kamyob bo'lganligidan hozirgi vaqtda relit ham qo'llaniladi.

---

---

## 5. RANGLI METALLAR VA ULARNING QOTISHMALARI

Rangli metallarga mis, aluminiy, qalay, qo'rg'oshin, rux, nikel, titan, magniy va boshqalar, shuningdek, ularning qotishmalari kiradi. Zamonaviy mashinasozlikda rangli metallarning ahamiyati juda katta, ayniqsa energetika, elektrotexnika, radioelektronika, samalyotsozlik va avtomobilsozlik sanoatlarida va aloqa sohalarida rangli metallar va ularning qotishmalari juda ko'p ishlatiladi. O'zbekiston rangli metall rudalarining zaxiralari bo'yicha dunyoda yetakchi davlatlar qatoriga kiradi. Rangli metallarning rudalarida bir vaqtning o'zida bir qancha turli metallar: qo'rg'oshin, qalay, mis, oltin, kumush, temir, simob va nodir metallar uchraydi. Bunday rudalar ko'pmetalli rudalar deyiladi. Shuning uchun rangli metallarning rudalarini kompleks qayta ishlab bir vaqtning o'zida hamma qimmatli metallarni ajratib olishga harakat qilinadi. O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotini rivojlantirishda mis va aluminiy ishlab chiqarishni sezilarli ko'paytirish, shuningdek, qo'rg'oshin, qalay, magniy, nikel, titan, volframli, molibdenli va titanli konsentratlarni hamda qimmatbaho metallarni ishlab chiqarishni kengaytirish muhim ahamiyatga ega.

### 5.1. Mis va uning qotishmalari

Sof mis qo'ng'ir rangli, cho'ziluvchan, qovushoq metallidir. Uning suyuqlanish harorati  $1083^{\circ}\text{C}$ , zichligi  $8,94\text{ g/sm}^3$  cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi  $220\text{--}240\text{ MPa}$ , Brinell bo'yicha qattiqligi  $330\text{ HB}$ .

Sanoatda  $80\%$  ga yaqin mis sulfidli rudalardan ( $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{Cu}_3\text{FeSFe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{CuS}$ ) olinadi. Tarkibida  $3\text{--}5\%$  mis bo'lgan rudalar boy rudalar hisoblanib, ularni suyuqlantirish yo'li bilan mis olinadi. Tarkibida  $3\%$  dan kam bo'lgan mis rudalar suyuqlantirishdan oldin to'yintiriladi (boyitiladi).

Mis rudalar tarkibida juda oz bo'lganligi sababli ularni to'yintirish ishlari muhim ahamiyatga ega. Mis qaynovchi qatlam ostida va flotatsion usullar yordamida boyitiladi.

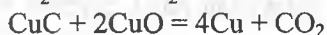
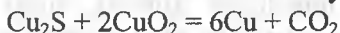
Mis rudalaridagi ortiqcha zarralarni suv yordamida ho'llash yo'li bilan boyitishga asoslangan usul *flotatsion to'yintirish* deb ataladi.

Flotatsion to'yintirish sulfid va polimetall rudalarni to'yintirishda keng qo'llaniladi. Bu usul metall va begona jins zarrachalarining suv bilan turlicha ho'llanishiga asoslangan.

Mis sulfidli minerallar bekorchi jinslarga qaraganda suv bilan yaxshi ho'llanmasdan moy zarralariga o'ralib, ko'pik tarzida yuqoriga o'ralib chiqadi. Ular yig'ib olingach, quritiladi va qayta ishlanadi.

Mis konsentratlari tarkibidagi oltingugurt miqdorini kamaytirib, to'yintirish uchun *qaynovchi qatlam ostida boyitish* usuli qo'llaniladi.

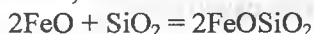
Tarkibida oltingugurt, surma va boshqa zararli elementlar ko'p bo'lgan rudalar vertikal pechlarda ma'lum haroratda qizdirish yo'li bilan to'yintiriladi. Boyitilgan mis rudalari alangali pechlarda suyuqlantiriladi. Pechga kiritilgan shixta tarkibidagi misning oltingugurt va kislorod bilan birikmalari 900°C haroratda reaksiyaga kirishadi:



Hosil bo'lgan toza mis reaksiyaga kirmay qolgan temir ikki sulfidi bilan reaksiyaga kirishadi:  $\text{FeS} + 2\text{Cu} = \text{Cu}_2\text{S} + \text{Fe}$



Temir ikki oksidi esa  $\text{SiO}$ , bilan birikib shlak hosil qiladi:



Bu reaksiyalar oqibatida erigan qotishmalar pech tagligiga yig'iladi. Yig'ilgan qotishmaning asosiy tarkibi  $\text{Cu}_2\text{S}$  va  $\text{FeS}$  birikmalaridan iborat bo'ladi. Odatda, bu mis *shteyn* deyiladi. Shteyn suyuqlantirilib, havo haydash yo'li bilan mis olinadi. Olingan mis tarkibida 0,05–1,5 % gacha turli qo'shimchalar bo'ladi. Bunday mis texnikada ishlatish uchun tozalanadi.

Xomaki mis termik va elektroliz yo'li bilan tozalanadi. Elektroliz misning markalari va ishlatilish sohasi 5.1-jadvalda keltirilgan.

### Elektrolit misning markalari va ishlatilishi

5.1-jadval

Markasi	Misning miqdori, %	Ishlatilishi
M00	99,99	Tok uzatish simlari va yuqori xossalarga ega qotishmalar olishda
M0	99,95	Tok uzatish simlari, prokat buyumlar tayyorlashda

5.1-jadvalning davomi

M1	99,90	Yuqori sifatli prokat va qotishmalar olishda
M2	99,70	Mis qotishmalari olishda
M3	99,50	
M4	99,00	

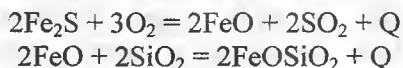
Mis ishlab chiqarish jarayonini shartli ravishda uchta jarayonga ajratish mumkin:

- shteyndan xomaki mis olish;
- xomaki misni tozalash (rafinlash);
- misni elektrolitik tozalash (rafinlash).

**Shteyndan xomaki mis olish.** 1866-yilda muhandis V.A. Semennikov tomonidan xomaki misni maxsus gorizontol konvertorlarda suyuq shteyndan havo haydash yo‘li bilan olish usuli yaratilgan.

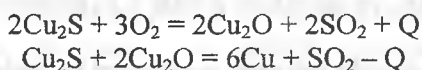
Konvertorda o‘tadigan jarayonni ikki bosqichga ajratish mumkin.

Birinchi bosqichda konvertorga haydalayotgan havo kislorodi temir va mis sulfidlarini oksidlaydi. Hosil bo‘lgan temir (II) oksid kvarts bilan birikib shlak paydo qiladi:



Jarayonda ajralayotgan shlak yig‘ilishi bilan konvertor og‘zidan kovshga chiqariladi. Konvertorga esa yangi shteyn va flyus kiritiladi.

Ikkinchi bosqichda konvertordagi mis sulfid haydalayotgan havo kislorodi bilan reaksiyaga kirishib misni qaytaradi:



Bosqich 2–3 soat davom etadi. Olingan misda oz bo‘lsada, boshqa elementlar bo‘lganligi uchun uni *xomaki mis* deyiladi.

**Xomaki misni tozalash (rafinlash).** Agar xomaki misning tarkibida juda oz miqdorda Au, Ag kabi nodir metallar mavjud bo‘lsa hamda olinadigan metallardan bekorchi qo‘shimchalar miqdoriga u qadar katta talab qo‘yilmasa, alangali pechda havo haydash yo‘li orqali mis tozalanadi.

**Misni elektrolitik tozalash.** Bu usulda juda toza mis olish bilan birga uning tarkibidagi nodir metallar ham ajratiladi. Bu jarayon ichki devori maxsus elektrolit quyilgan qo'rg'oshin list yoki viniplast bilan qoplangan yog'och yoxud beton vannalarda olib boriladi.

**Mis qotishmalari.** Misning rux, qalay, qo'rg'oshin, temir, marganes va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari *mis qotishmalari* deyiladi. Mis qotishmalari yuqori mexanik hamda texnologik xossalarga ega hamda korroziyabardosh, yeyilishga chidamlidir. Shu bois ulardan sanoatda keng miqyosda foydalaniladi.

**Latunlar.** Latunlar gruppasi deb mis bilan ruxdan iborat qotishmalarga aytiladi. Ba'zan bunday latun (qotishma)larni jezlar deb ham yuritiladi. Texnik latunlar tarkibida rux miqdori 48—50% ga yetadi.

GOST 15527-70 bo'yicha mis-ruxli latunlarning olti navi (markasi) mavjud- Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л62. Bunday markalashning ma'nosi shundaki, Л harfi latunlar va qotishmaning nomini bildirsa, raqamlar qotishma tarkibidagi mis miqdorini bildiradi. Maxsus (murakkab) latunli qotishmalar, ya'ni mis bilan ruxdan boshqa elementlar (legirlovchi sifatida) qo'shilgan bo'lsa, u holda tegishli elementlarni bildiruvchi harflar va tegishli raqamlar bilan markalanadi. Masalan, ЛС 74-3, ЛО 70- I, ЛАН 59-3-2, ЛМУ 58-2 va hokazo. Markalardagi birinchi raqam misning, undan keyingi sonlar esa tegishli elementlarning % hisobidagi o'rtacha miqdorini ko'rsatadi.

Latunlarga qo'shiladigan asosiy legirlovchi elementlar ruscha nomlarining birinchi harflari bo'yicha ifodalanadi; qalay—О, rux—Ц, qo'rg'oshin—С, temir—Ж, marganes—Мц, nikel—Н, kremniy—К, aluminiy—А va hokazo. Masalan, maxsus latun qotishmalaridan ЛМУ 58—2 navdagi (markadagi) Мп marganesni, 58 raqami mis miqdorini, 2 esa marganes miqdorini bildiradi, qolgani (umumiysi 100% bo'lishi kerak), ya'ni 40 foiz rux bo'ladi.

Latun markasining oxirida Л harfi bo'lsa, uning quymabop latun ekanligini bildiradi, masalan, ЛК 80-3Л, ЛАН 60-1-1 va hokazo. Markasining oxirida Л harfi bo'lmagan latunlar deformatsiyabop latunlardir.

Quymabop latunlardan sanitariya-texnik sistemalar uchun turli armaturalar, kranlar, aralastirgichlar, podshipnik vtulkalari, korroziyabardosh detal va boshqalar quyiladi.

**Bronzalar gruppasi.** Texnikaning turli sohalarida misning deyarli hamma metallar bilan (rux va nikeldan tashqari) qotishmalari keng ishlatiladi va bular bronzalar deb ataladi. Hosil qilingan bunday bronzalar juda yaxshi quymakorlik va antifriksion xususiyatlarga ega bo'lib, korroziyaga chidamlidir. Bronzalardan tayyorlanadigan asosiy buyumlar (dstallar) quyma, bosim bilan ishlash va kesish orqali hosil qilinadi. Bronzalar tarkibidagi komponentlariga ko'ra qalayli, qo'rg'oshinli va boshqalarga bo'linadi.

Bronza Bp harflari bilan markalanadi. Bp ning o'ng tomonida esa bronzaga kiruvchi elementlar yoziladi va shu tegishli elementlarning % hisobidagi o'rtacha miqdorini ko'rsatuvchi raqamlar bilan markalanadi. Masalan, Bp OHC 11-4-3 marka bronzaning tarkibida o'rta hisobda 11% qalay, 4% nikel, 3% qo'rg'oshin va qolgani misdan (mis miqdorini % hisobida ifodalaydigan raqamlar bronza markasiga yozilmaydi) iborat ekanligini bildiradi.

Qalayli bronzaning tarkibiga kiruvchi elementlardan qalay misga nisbatan qimmat va kamyob bo'lganligi uchun bunday bronzalarning tarkibi o'zgartirilib, boshqa markadagi bronzalar ishlab chiqarilmoqda. Bunday bronzalarga aluminiyli bronza Bp A5 va juda murakkab aluminiy temir-marganesli bronza Bp JDK Mu 10—3—1,5 va boshqalar kiradi.

Qalayli bronzalar (faqat mis bilan qalaydan iborat) insoniyatga juda qadimdan ma'lum. Lekin bunday bronzalarning tarkibida qalay miqdorining oshib borishi maqsadga muvofiq emas, chunki bronzalarning plastikligi va yopishqoqligi pasayib, mo'rtligi oshib boradi. Shu boisdan tarkibida 14% dan ko'p qalay miqdori bo'lgan bronzalar deyarli ishlatilmaydi.

Shuning uchun quymali bronzalar tarkibidagi qalay miqdoriga qarab bir fazali (a) va ikki fazali (b) bo'lishi mumkin.

Qalayli bronzalarning xususiyatlarini oshirish maqsadida ularga legirlovchi elementlar qo'shiladi. Masalan: bronzalarning mexanik xususiyatlarini oshirish uchun legirlovchi elementlar Ni, Zn, P, texnologik xususiyatlarini oshirish uchun Pb, Zn, Ni antifriksion xususiyatlarini oshirish uchun) Pb, P va korroziyaga chidamliligini oshirish uchun Ni elementlari qo'shiladi.

Turli buyumlar hosil qilish usuli bo'yicha bronzalar deformatsiyalanuvchi (bir fazali) va quymali (ikki fazali) larga bo'linadi. Deformatsiyalanuvchi bronzalardan turli prujina va prujinalanuvchi



materiallar, quymali bronzalardan maxsus vazifalarni bajarishga mo'ljallangan sirpanuvchi podshipniklar (katta tezlik va bosim ostida ishlaydigan), turli armaturalar, yuqori issiqbardosh va elektr o'tkazuvchan hamda korroziyabardosh detallar, naqshli va badiiy quymalar olish uchun foydalaniladi.

Keyingi vaqtlarda qalay kamchil bo'lganligi uchun bronzaning boshqa maxsus navlari ishlab chiqilmoqdaki, ular o'zlarining turli xususiyatlariga ko'ra qalayli bronzaga nisbatan yuqori sifatli hisoblanadi va texnikaning turli sohalarida juda keng ishlatilmoqda.

Aluminiyli bronza (tarkibida 5 – 11% Al) yuqori antikorroziya va mexanik xossalarga egadir, lekin quymakorlik xossasi bo'yicha qalayli bronzadan ustunlik qilolmaydi. Bunday bronzadan asosan turli tishli g'ildiraklar, turbina detallari, vtulkalar, klapan sedlolari va hokazolalar ishlab chiqariladi.

Kremniyli bronza (1–4% Si) — legirlangan nikel, marganes va rux o'zlarining mexanik xossalari bo'yicha po'latga yaqinlashadi va qimmatbaho qalayli va berilliyli bronzalarni almashtirish uchun ishlatiladi. Bunday bronza turlaridan ishqalanuvchi sharoitda 250°C gacha temperaturada ishlaydigan detallar ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

Qo'rg'oshinli bronza (25–30% Pb) ham antifriksion xususiyatga ega bo'lib, yaxshi kesib ishlanadi, urilish nagruzkasini yaxshi qabul qiladi va toliqish mustahkamligi katta. Bunday bronza turlaridan nagruzka ko'p tushadigan, yuqori tezlik sharoitida ishlatiladigan aviatsiya dvigatelining podshipniklari, dizellarning turbinalari va boshqa detallar ishlab chiqariladi.

Bundan tashqari, qimmatliroq bo'lishiga qaramasdan berilliyli bronza (3% gacha Be bo'ladi) ham turli sohalarda keng ishlatiladi. U o'zining juda yuqori mexanik xususiyatlari toblangandan keyin yeyilishga bardoshlilik, korroziyaga chidamliligi, yuqori issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi (500°C temperaturada bularning mustahkamligi xuddi 20°C dagi aluminiyli bronzaning mustahkamligidek) bilan xarakterlidir. Undan juda yuqori talabga javob beradigan maxsus detallar: aniq, priborlarda elastik elementi bo'lgan membranalar, sirpanuvchi kontaktlar, prujinalar, kulachoklar, shesternyalar, chervyakli uzatmalar, yuqori tezlik va temperaturada ishlaydigan podshipniklar va hokazolarda ishlatiladi.

Bronzalar Ёр harflari bilan markalanadi yoki ifodalanadi. Bunday harflardan keyin legirlovchi elementlarning harfiy ifodalari va ularning protsent hisobidagi miqdorlarini ifodalovchi raqamlari berilgan bo‘ladi. Masalan, Ёр ОЦС-8-4-3 -(8% Sn, 4% Zn, 3% P6 qolgani mis), ЁрБ2 (2% Be), Ёр АЖН 10-4-4 (10%, 4%, Fe 4% Ni qolgani misdir). Bularidan tashqari, yana mis-nikelli qotishmalar ham juda keng ishlatiladi. Ular melxiorlar, neyzilberlar va boshqalardir.

## 5.2. Aluminij va uning qotishmalari

Aluminij tabiatda keng tarqalgan metall hisoblanib, u yer qobig‘ining 7,45 % ini tashkil etadi. Aluminij tog‘ jinslarida  $Al_2O_3$  va  $Al(OH)_3$  birikmalari holatida bo‘ladi.

Asosiy aluminij rudalariga boksit, kaolin, alunit, nefelin minerallari kiradi. Bu minerallarning kimyoviy tashkil etuvchilari 5.2 - jadvalda keltirilgan.

### Aluminij rudalarining kimyoviy tashkil etuvchilari

5.2-jadval

Mineral nomi	Kimyoviy tashkil etuvchilari, %							
	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$SiO_2$	$TiO_2$	CaO	$H_2O$	$Na_2O+K_2O_3$	$SO_3$
Boksit	30-57	16-35	3-13	2-4	3	10-12	—	—
Kaolin	37-40	1,5	36-45	—	—	15-20	—	—
Alunit	20-21	4-5	41-42	—	—	6-7	4,5-5,0	22-23

Aluminij birikmalaridan aluminij olish jarayoni ikki bosqichga ajratiladi:

- aluminij rudalaridan aluminij oksidi olish;
- aluminij oksidlaridan aluminij olish.

Aluminij rudalaridan aluminij oksidini olish tabiiyki, ruda-ning tarkibidagi begona jinslarning o‘lchami va miqdorlari turlicha bo‘ladi. Shu bois aluminij rudalaridan aluminij oksidi olish usullari ham turlichadir:

- ishqorli usul;
- kislotali usul;
- elektrotermik usul.

Ishqorli usulda dastlab boksit maxsus pechda qizdirilib, keyin maxsus tegirmonlarda kukun holiga kelguncha maydalanadi. So'ngra unga ma'lum miqdorda soda va ohaktosh kukunlari qo'shilib aralashma hosil qilinadi. Bu aralashma bo'yi 80–150 m, diametri 2,5–5 m li sekin aylanuvchi barabanli pechda 1100°C haroratgacha qizdiriladi.

Olingan massa maxsus bakda 60°C haroratli suv bilan ishlanadi. Natijada natriy alyuminat va natriy ferritlar suvda eriydi, kalsiy silikat esa suvda erimay, bak tagiga cho'kadi. Keyin esa bu eritma bakdan chiqarilib, maxsus idishda gidrolizlanadi. Bunda natriy ferrit temir (III) –gidroksid tarzida cho'kib ajraladi. Qolgan eritma suv quyilgan maxsus idishda karbonat angidrid bilan ishlanib, aluminiy gidroksidi olinadi. Aluminiy gidroksidi cho'kma tarzida ajraladi, natriy karbonat esa eritmada qoladi. Aluminiy gidroksid idishdan olinib, filtrlanadi, so'ngra aylanadigan qiya pechda 950–1200 °C haroratgacha qizdiriladi. Bunda u parchalanib aluminiy oksidi hosil bo'ladi.

### **Aluminiy oksidlaridan aluminiy olish**

Aluminiy oksididan aluminiy elektroliz yo'li bilan olinadi. Jarayonni boshqarish uchun elektrolizyorga 90–94 % kriolit, 6–10 % giltuproq kiritilib, tok zanjiriga ulanadi. Bunda zanjirdan 4–10 V li 7500–15000 A tok o'tadi va elektrolit 950–1000°C haroratgacha qizib suyuqlanadi.

Katodga borib aluminiy kationlari zaryadsizlanadi va vanna tubiga suyuq aluminiy yig'iladi. Yig'ilayotgan aluminiy har 3–4 sutkada chiqarib turiladi.

O'rtacha 1 tn aluminiy olish uchun 2 tn aluminiy oksidi, 0,1 tn kriolit, 0,6 tn anod massasi va 17000–18000 kBT/soat energiya sarflanadi.

Davlat standartlariga ko'ra ishlab chiqarilayotgan aluminiy uch guruhga ajratiladi:

- I guruhga juda sof aluminiy kiradi, og'irligi 99,999 % dan kam bo'lmaydi va A-999 ko'rinishda markalanadi;

- II guruhga sof aluminiy kiradi va A-995, A-99, A-97, A-95 ko'rinishda markalanadi;

- III guruhga texnik sof aluminiy kiradi va A-85, A-8, A-7, A-6, A-5, A-0, A-E va A ko'rinishda markalanadi.

A markali aluminiyda qo‘shimchalar miqdori 1 % gacha yetadi.

**Aluminiy qotishmalari.** Aluminiy Cu, Si, Mg, Mn va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari *aluminiy qotishmalari* deyiladi. Aluminiy qotishmalari puxtalik, texnologik xossalarning yaxshiligi, korroziyabardoshlik, texnik ishlovga moyillik kabi o‘ziga xos xossalarga ega. Shu bois ular mashinasozlik, samolyotsozlik, aloqa (radiotexnika, EHM, kompyuter, ishxona jihozlari va shu kabilar) va energetika (kabel ishlab chiqarish) sanoatlarida ko‘p ishlatiladi.

Kimyoviy tarkibiga qarab aluminiy qotishmalari duraluminiy, avial va siluminlarga ajratiladi.

### 5.3. Magniy va uning qotishmalari

Magniy yengil metall hisoblanib, 650°C haroratda suyuqlanadi, uning solishtirma og‘irligi 1,77 g/sm<sup>3</sup> ga teng.

Asosiy magniy rudalariga quyidagi birikmalar kiradi:

- magnezit;
- dolomit;
- karnallit;
- bishofit.

Magnezit minerali MgCO<sub>2</sub> tarkibli qo‘sh mineral bo‘lib, uning 28,8 % Mg qolgani esa Si, Fe, Al, S oksidlari bo‘ladi. Magnezitning yirik konlari Ural va boshqa joylarda bor.

Dolomit minerali MgCO<sub>3</sub> CaSO<sub>3</sub> tarkibli qo‘sh karbonat bo‘lib, uning tarkibida 13,5% Mg bor. Bundan tashqari, kvarts, kalsit gips va boshqa qo‘shimchalar ham uchraydi. Dolomitning yirik konlari Ural, Ukraina va boshqa joylarda mavjud.

Karnallit minerali MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O magniy va kaliyning suvli xloridi bo‘lib, 8,8 % Mg va boshqa qo‘shimchalardan iborat. Karnallitning yirik konlari Ural va boshqa joylarda bor.

Bishofit minerali MgC<sub>16</sub>H<sub>2</sub>O magniyning suvli xloridi bo‘lib, uning tarkibida 12 % Mg bor. Bu birikmalarda ham turli qo‘shimchalar mavjud. U dengiz va ko‘llarda uchraydi.

Rudalardan magniy olishda elektroliz va termik usullardan foydalaniladi.

**Magniy qotishmalari.** Magniyning Al, Mn, Zn, Si va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari *magniy qotishmalari*

deyiladi. Magniyning ba'zi quyma qotishmalari markalari, kimyoviy tarkibi va ishlatilish sohalari 5.3-jadvalda keltirilgan.

### Magniyning quyma qotishmalari

5.3-jadval

Mar-kasi	Kimyoviy tarkibi, %				Ishlatilish sohasi
	Al	Zn	Mn	Si	
MJI2	0,1	0,05	1-2	0,10	Benzin baki bo'g'zi, armatura
MJI4	5,0-7,0	2-3	0,15-0,5	0,25	Dvigatel, samolyot detallari
MJI5	7,5-9,0	0,2-0,8	0,15-0,5	0,25	Samolyotsozlikda, kimyo qurilmalarida

Bu qotishmalarning texnologik xossalari yaxshiligi, korroziya-bardoshligi, yaxshi kesib ishlanishi, solishtirma puxtaligi yuqoriligi sababli ulardan samolyotsozlik va asbobsozlikda foydalaniladi.

### 5.4. Titan va uning qotishmalari

Titan ko'p tarqalgan metall bo'lib, yer qobig'ining 0,61 % ini tashkil etadi. Solishtirma og'irligi  $4,5 \text{ g/sm}^3$ , suyuqlanish harorati  $1800 \text{ }^\circ\text{C}$ . Titan ishlab chiqarishda ishlatiladigan minerallarga quyidagilar kiradi:

- rutil ( $\text{TiO}_2$ );
- ilmenit ( $\text{FeOTiO}_2$ );
- titanit ( $\text{CaOSiO}_2\text{TiO}_2$ );
- perovskit ( $\text{CaOTiO}_2$ ).

Rutil tarkibida 60 % titan mavjud bo'lgan qizil tusli mineral hisoblanib, uning solishtirma og'irligi  $6-6,5 \text{ g/sm}^3$  ga teng.

Ilmenit tarkibida 59 % rutil mavjud bo'lgan qoramtir tusli yaltiroq mineral hisoblanadi, uning solishtirma og'irligi  $4,56-5,24 \text{ g/sm}^3$  ni tashkil etadi.

Titanit tarkibida 34-42% rutil mavjud bo'lgan sarg'ishdan qora ranggacha o'zgaradigan rangli mineral bo'lib, uning solishtirma og'irligi  $3,4-3,6 \text{ g/sm}^3$  ga teng.

*Perovskit* tarkibida 58–59 % rutil mavjud boʻlgan har xil rangli mineral hisoblanib, uning solishtirma ogʻirligi  $4 \text{ g/sm}^3$  ni tashkil qiladi.

Titan rudalaridan titan konsentratsiyasini olishda ruda flotatsion yoki elektromagnit usulida toʻyintiriladi. Keyin pechlarda suyuqlantiriladi. Bu jarayonda konsentrat tarkibidagi temir oksidlari qaytarilib, pech tubiga yigʻiladi.  $\text{TiO}_2$  shlakka oʻtadi. Shlak tarkibida 65–85 %  $\text{TiO}_2$ , 15–20%  $\text{SiO}_2$  va 01 %  $\text{CaO}$  boʻladi. Sovitilgan shlak esa kukun qilinadi. Unga uglerodli va bogʻlovchi moddalar qoʻshilib, aralashtiriladi. Hosil qilingan aralashma qoliplarga jipslab joylashtiriladi va qizdirish orqali briketlar olinadi. Titaning bu birikmalariga ikki bosqichda ishlov beriladi. Titan briketlari xlor bilan ishlanib titan tetroxlorid ( $\text{TiCl}_4$ ) hosil qilinadi. Undan titan ajratib olinadi. Titan maxsus pechlarda  $900\text{--}950^\circ\text{C}$  haroratda vakuumda tozalanadi. Texnik titanning TF00, TF0, TF1, TF2 markalari mavjud. Titan qotishmalari samolyotsozlik, kemasozlik, mashinasozlik, metallurgiyada va raketasozlikda ishlatiladi.

---

## 6. PLASTMASSALAR, POLIMERLAR VA BOG'LOVCHI MODDALAR

Hozirgi vaqtga kelib, o'z xossalari jihatidan xilma-xil plastmassalar, yog'och materiallar va rezinalar, shu jumladan, juda puxta konstruksion materiallar, plasmassalar, yarimo'tkazgichlar, o'tkazgichlar, magnitli va boshqa plasmassalar yaratilgan.

Bu materiallar ko'p hollarda qimmat turadigan metallar o'rnida ishlatilmoqda. Texnika taraqqiyoti sanoatda plastmassalarning joriy qilinishiga ko'p darajada bog'liqdir.

Qisman yoki butkul yuqori molekular birikmalar, ya'ni polimerlardan iborat bo'lib, sun'iy ravishda tayyorlangan va muayyan harorat va bosimda plastiklik xossalariga ega bo'lgan materiallar plastik massalar (plastmassalar) deyiladi.

Ko'pincha plastmassalar bir necha xil moddalardan iborat bo'ladi. Ularning tarkibiga, masalan, bog'lovchi va to'ldiruvchi moddalar, plastifikatorlar, bo'yoq moddalar va boshqalar kiradi. Ba'zi plastmassalar, masalan, organik shisha, poliamid, polietilen faqat polimerlardan iborat bo'ladi.

Murakkab tarkibli plastmassalarda bog'lovchi moddalar vazifasini polimerlar o'taydi.

Polimerlar juda ko'p-bir necha mingdan tortib, to bir necha milliongacha atomdan iborat birikmalardir. Polimerlar tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiiy polimerlarga selulloza, jun, ipak, tabiiy kauchuk va boshqalar, sun'iylariga esa organik shisha, polietilen, viskoza, kapron, neylon, sun'iy kauchuk va boshqalar kiradi.

Yuqori molekular organik birikmalar yoki ularning guruhleri ko'pincha smolalar deb ataladi.

Plastiklik barcha polimerlarga ham xos bo'lmaydi.

Plastiklik xossasi polimerlar molekulasining tuzilishiga bog'liq. Polimerlarning molekulari esa chizig'iy, ya'ni

...-A-A-A-A-...

tarzida tuzilgan bo'lishi ham, fazoviy to'rsimon, ya'ni

...-A-A-A-A-A-...

...-A=A-A-A-A-...

...-A-A-A-A-A-...

tarzida tuzilgan bo'lishi ham mumkin.

Molekulalari chizig'iy tuzilgan polimerlar harorat ko'tarilishi bilan suyuqlanib, sovigandan keyin qotadi va suyuqlanishdan oldingi xossalari tiklanadi, chunki ular molekulalarining tuzilishi o'zgar-maydi. Bunday moddalar termoplastik polimerlar yoki termoplastlar deb ataladi. Termoplastik polimerlarni qayta suyuqlantirib, ulardan ko'p marta buyumlar olish mumkin.

Molekulalari to'rsimon tuzilgan polimerlarda bunday xossalar bo'lmaydi. Ularning strukturasi (tuzilishi) chizig'iy molekulalarning bir-biri bilan birikishi natijasida hosil bo'ladi. Molekulalarning bir-biriga birikib, bitta molekula hosil qilish jarayoni harorat va bosim ta'sirida sodir bo'ladi. To'rsimon struktura hosil bo'lgandan keyin polimerning plastikligi va suyuqlanish xususiyati yo'qoladi. Bunday polimerlar termoreaktiv polimerlar yoki reaktoplastlar deb ataladi.

**Polimerlarning olinishi.** Polimerlar ikki xil usul bilan: polimerlash va polikondensatlash usullari bilan olinadi.

Polimerlash usulida bir xil monomerning, masalan, etilenning juda ko'p molekulalari birin-ketin birikib, o'sha tarkibli, ammo tamomila boshqa xossali yangi modda (polietilen) hosil qildi:



Polimerlash yo'li bilan polistirol, polivinilxlorid, poliakrilat (organik shisha) va boshqa polimerlar olinadi.

Ikkita har xil monomerni birgalikda polimerlash yo'li bilan ham yangi polimer olish mumkin. Bu holda olingan yuqori molekular moddalar sopolimerlar deb ataladi. Sopolimerda ikkala monomerning xossalari mujassamlangan bo'ladi.

Polikondensatlash usulida ikki yoki undan ortiq monomer o'zaro kimyoviy ta'sir ettiriladi. Bunda polimer bilan bir qatorda qo'shimcha mahsulot (suv, ammiak yoki boshqa modda) ham hosil bo'ladi. Masalan, fenol bilan formaldegid qizdirilgan holda va katalizator ishtirokida o'zaro ta'sir ettirilsa, polimer-fenoplast va suv hosil bo'ladi.



**To'ldirgichlar.** To'ldirgichlar tarkibi jihatidan organik va anorganik to'ldirgichlarga, strukturasi jihatidan esa tolali va donador (ba'zan kukun) to'ldirgichlarga bo'linadi. Plastmassalar ishlab chiqarishda to'ldirgichlar sifatida organik to'ldirgichlardan–yog'och kukuni, yog'och sellulozasi, yog'och shponi (yupqa faner), paxta taramlari, ip-gazlama, sintetik matodan foydalaniladi; anorganik to'ldirgichlardan–asbest tolasi va to'qimasi, shisha tolasi, shisha tolasidan to'qilgan mato, qisqa tolali asbest (kukun to'ldirgich sifatida), kaolin, slyuda, kvars kukuni, talk, ohak, kizelgur va boshqalar ishlatiladi. Plastmassalar tarkibiga kirgan to'ldirgichlar ularning xossalarini yaxshilaydi, bundan tashqari, nisbatan arzon bo'lgani uchun buyumlarni arzonlashtiradi.

Organik to'ldirgichlar polimerlarni yaxshi singdiradi. Tolali to'ldirgichlar buyumlarning uzilishdagi va zarbiy egilishdagi mustahkamligini oshiradi. Anorganik kukun to'ldirgichlar buyumlarning suvga va issiqqa chidamliligi hamda qattiqligini oshiradi, ularning g'ovakliligi va gigroskopikligini pasaytiradi.

Termoplastik smolalarga qo'shiladigan plastifikatorlar ularning yumshash haroratini pasaytiradi, bu esa ularni qoliplashni osonlashtiradi. Plastifikatorlar sifatida yuqori haroratda qaynovchi kichik molekular suyuqliklar: murakkab efirlar, xlorlangan uglevodorodlar va boshqalar eng ko'p ishlatiladi. Polimerlar plastifikatorlarni shimib, bukadi, bunda plastifikatorning molekular qatlamlari zanjiriy makromolekulalar atrofida joylashib, ular orasidagi bolg'anishlarni zaiflashtiradi. Polimerning yumshash harorati pasayishi va uning shishalanishiga, ya'ni qizdirilganda shishasimon holatdan qovushoq-oquvchan holatga va sovitilganda yana shishasimon holatga o'tishining sababi ham ana shunda.

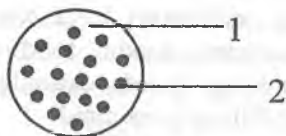
## 6.1. Kompozit materiallar

Zamonaviy mashinasozlik materiallarini ishlab chiqarishda ajoyib xossalarga ega bo'lgan polimer kompozit materiallarga bo'lgan e'tibor kundan kunga ortib bormoqda. Jumladan 2014-yilda dunyo miqyosida polimer kompozit materiallar ishlab chiqarish hajmi 12 mln. tonnadan oshib ketdi. Polimer kompozit materiallar ishlatilish sohalari kengayib bormoqda. Bugungi kunda o'ta puxta bo'lgan materiallar olish texnologiyalari ishlab chiqilgan va ular asosida puxta va pishiq

materiallar olinmoqda. Avtomobilsozlik, kemasozlik, radiotexnika, qishloq xo'jaligi mashinalari, samolyotsozlik va kosmonavtika texnikalarining 20–60 % ehtiyot qismlari aynan polimer kompozit materiallardir.

Polimer kompozit materiallarning juda ko'p turlari mavjud. Jumladan, plastmassalar, metallplastiklar va boshqalar.

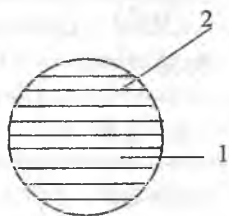
Plastmassalar asosan polimerlardan olinib, ularning og'irligi metallarga nisbatan 4–8 marta kam, pishiq va puxta, korroziya (chirish)ga barqaror, olinish usuli oson va xomashyo resursiga boydir. Plastmassalarning pishiqligi, puxtaligi va tannarxini arzonlashtirish maqsadida turli xil to'ldiruvchilardan foydalaniladi. Plastmassalar tarkibidagi to'ldiruvchilarning turiga ko'ra, ular quyidagi turlarga bo'linadi:



**6.1-rasm. Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastmassalar:** 1–bog'lovchi asos; 2–kukunsimon to'ldiruvchi.

Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastiklar zamonaviy materialshunoslikda dunyo miqyosida keng va ko'p miqdorda ishlab chiqarilmoqda. Bunday plastmassalarda bog'lovchi asos sifatida termoreaktiv yelimlardan (epoksid yelimi, fenolformaldegid yelimi, furanformaldegid yelimi va h.k.) keng foydalaniladi, to'ldiruvchi sifatida kvars, chinni tolkoni, grafit, vollastonit, qum, kaolin kabi minerallardan keng foydalaniladi. Bunday materiallar issiqbardosh bo'lib, ishqalanuvchi detallarda keng ishlatiladi, shuningdek, qurilish materiallaridan dekorativ materiallar olishda keng miqyosda ishlab chiqarilmoqda. Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastiklar ancha yengil, arzon va ishlab chiqarish texnologiyasini qulay va arzonligi bilan bugungi xaridorlar uchun ma'qul kelmoqda. Tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar juda yuqori puxtalikka va pishiqlikka ega, siljishdagi va cho'zilishga mustahkamligi yuqori bo'lib, metallarga nisbatan solishtirma og'irligi 4–8 marta kamdir. Tolalar bilan to'ldirilgan (sinchlangan) plastmassalar bugungi kunda samolyotsozlik, kemasozlik, kosmonavtika texnikalari, avtomo-

bilsozlik va mashinasozilk detallarini tayyorlashda juda keng miqyosda ishlab chiqarilmoqda. Quyidagi 6.1-jadvalda shisha, uglerod, organik tolalar bilan sinchlangan plastmassalarning mexanik xossalari keltirilgan.



*6.2-rasm. Tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar: 1 – bog'lovchi asos; 2 – to'ldiruvchi tola.*

6.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar uzluksiz tolalar bilan sinchlangan plastiklardir. Shishaplastiklar tipik konstruksion materiallar bo'lib, ularda bog'lovchi asos sifatida polikondensatsion yelimlar, to'ldiruvchi sifatida esa shisha tolali materiallar ishlatiladi.

Shishaplastiklar zarba ta'siridagi va dinamik yuklanishlarga yaxshi bardosh beradi va konstruksion elementlarining tebranishlarini so'ndiradi. Kimyoviy barqaror shishaplastiklar ishlatilishi 150°C dan yuqori bo'lmagan haroratlarda agressiv muhitlar ishlatish bilan bog'liq bo'lgan keng miqyosli texnologik protsesslarni (masalan, sulfat kislota, xlor, mineral o'g'itlar va kaustik soda ishlab chiqarish) ancha ratsional amalga oshirishga imkon beradi. Ular orasida eng muhimi ko'p qatlamli shishaplastiklardir. Ularning 2–3 mm qalinlikdagi dastlabki ikki qatlamida massasi jihatdan tegishli 10–25% shisha tola bo'lib, tarkibida 60–65% shisha tola to'ldiruvchi bo'ladigan konstruksion qatlamga (kuch qatlamiga) agressiv suyuqlikning o'tishiga to'sqinlik qiladi, ya'ni u termik to'siq rolini bajaradi. Molekulalar tartibga solinib, parallel joylashtirilgan shisha tolalardan bog'lovchi modda (yelim) qo'shish yo'li bilan olinadigan shisha tolali kompozit material nihoyatda mustahkam bo'ladi va yirik omborlar, truboprovodlar, estakadalar, yuqori bosimli gaz ballonlar va hokazolar olishda ishlatiladi.

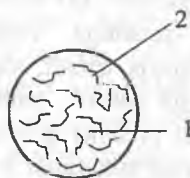
## Tolalar bilan sinchlangan plastmassalarning xossalari

6.1-jadval

Xossalari	Shishaplastiklar	Ugleplastiklar	Organoplastiklar
Tola miqdori, %	70–75	60–70	65–75
Solishtirma zichligi, $\text{kg/m}^3$	2000–2100	1550–1600	1350–1400
Siljishdagi mustahkamligi, $\Gamma\Pi\alpha$	2,5–2,8	1,8–3,5	3,5–4,0
Siqilishdagi mustahkamligi, $\Gamma\Pi\alpha$	2,0–2,5	1,2–1,8	0,35–0,40
Elastiklik moduli, $\Gamma\Pi\alpha$	70–75	150–200	100–120

Ugleplastiklar zamonaviy mashinasozlik materiallaridan biri bo'lib, bunday yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan ugleplastiklarga dunyo miqyosida talab yildan yilga ortib bormoqda. Ugleplastiklar juda yengil va o'ta yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan kompozit materialdir. Ugleplastiklardan samolyotsozlik detallari, o'ta tez uchuvchi raketa texnikalari, mashinasozlik, kosmik texnikalar, meditsina anjomlari, protezlar, yengil velosipedlar, sport velosipedlari va boshqalarni ishlab chiqarishda keng miqyosda qo'llanilib kelinmoqda.

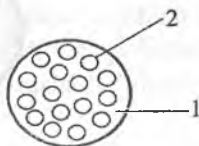
Organikplastiklardan ham keng miqyosda avtomobilsozlik, kemasozlik, mashinasozlik, samolyotsozlik, kosmonavtika texnikalari, radioelektronika, kimyoviy mashinasozlik, sport anjomlari va boshqalar ishlab chiqarilmoqda.



6.3-rasm. Qisqa tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar: 1–bog'lovchi asos; 2–to'ldiruvchi qisqa tola.

Uzluksiz tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalarda tola miqdori 60–80 % gacha miqdorda sinchlab olinadi. Ishlab chiqarishning zamonaviy usullarida tola miqdorini plastmassalar tarkibida ko'paytirish borasida izlanishlar olib borilmoqda va tola miqdorini 85–90 % gacha yetkazish ko'zda tutilgan.

Qisqa uzunlikdagi (uzlukli) tolalar bilan sinchlangan plastmassalar ham yaxshi mexanik xossalarga ega bo'lib mashinasozlik, avtomobilsozlik, kemasozlik sohalarida keng miqyosda dunyo bo'yicha ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Tolalar bilan sinchlangan plastmassalarda bog'lovchi asos (termoreaktiv yelimlar) va to'ldiruvchi tolalar bilan yuqori mustahkamlikdagi materiallar olinib kelinmoqda. Qisqa tolalar bilan sinchlangan plastmassalarda tola miqdori 10–25% gacha bo'lib yuqori pishiqlikka, puxtalikka ega bo'lib kimyoviy agressiv muhitlarga chidamlidir.



6.4-rasm. Gaz bilan to'ldirilgan plastmassalar:

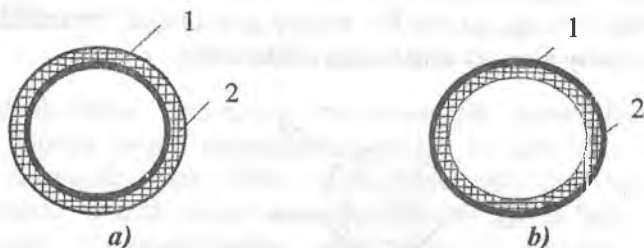
1–bog'lovchi asos; 2– to'ldiruvchi gaz.

Gaz bilan to'ldirilgan plastmassalar ham yaxshi mexanik xossalarga egadir. Jumladan bunday materillar qurilish materiallari, kemasozlikda keng foydalaniladi. Bunday materiallar ham yuqori pishiqlik va puxtalikka egadir. Ayniqsa binolarni, avtomobillar, suv transport vositalari, qishloq xo'jaligi texnikalarini germetikligini ta'minlashda keng foydalaniladi. Chunki bunday materiallar issiq va sovuqni o'tkazmasligi, suv va namlikni o'zida saqlab qolishi, tebranish va zarbaga mustahkamligi, yengil va puxtaligi, foydalanish qulayligi bilan o'z afzalligiga egadir.

Metallplastiklar mashinasozlik materiallarini ishlab chiqarishda keng foydalanib kelinayotgan va yildan yilga ularga bo'lgan talab ortib borayotgan zamonaviy istiqbolli materiallardandir. Metallplastiklardan qurilish inshootlarida, bino va inshootlarning tashqi bezagida, eshik va deraza romlarini ishlab chiqarishda keng

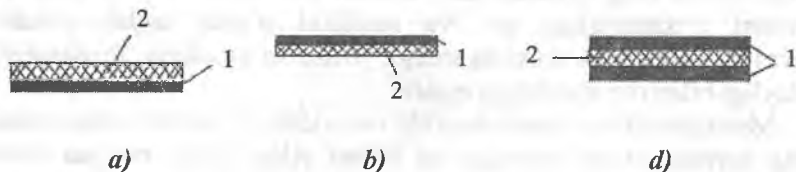
foydalaniladi. Bunday materiallarning chidamliligi uzoq muddatli bo'lib, havoning agressiv ta'siriga, quyosh radiatsiyasi, namlik va issiqqa bardoshlilik, yengil va puxtaligi bilan o'zining afzalliklariga egadir. Shuningdek mashinasozlik, kemasozlik detallarini ishlab chiqarish miqyosi yildan yilga ortib bormoqda.

Quyidagi 6.5–6.6-raslarda metallplastikli quvurlarning ko'ndalang kesim yuzalari keltirilgan. Tashqi qismi plastik bilan qoplangan quvurlardan suv, neft va gaz tarmoqlarida foydalaniladi. Bunday metallplastikli quvurlarning afzalligi ularni metall quvurlarning ustki qismi plasmassadan bo'lgani bois chirimaydi, elektr izolatsiyasi yuqoridir.



6.5-rasm. a–metall quvurga tashqi qoplangan plastik, b–metall quvurga ichki qoplangan plastik: 1–metall quvur, 2–plastik qoplama.

Shuningdek metallplastiklarning ishlatish sohasiga qarab metall listlarning tashqi, ichki va metallarning orasiga ham plastiklar qoplab ishlab chiqariladi. Bunday materiallardan kemasozlik, avtomobilsozlik, samolyotsozlik va boshqa ko'plab mashinasozlik, sanoat va uy-joy qurilishi tarmoqlarida ishlatiladi.



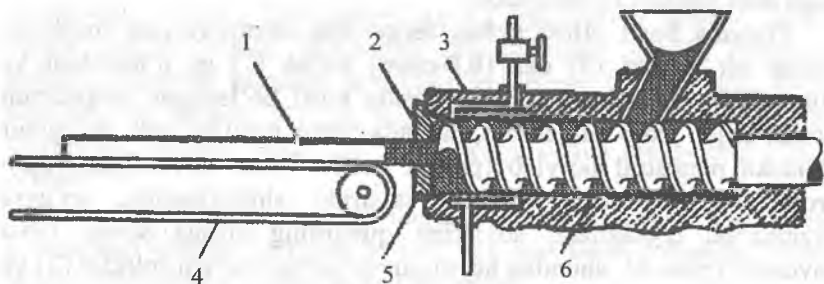
6.6-rasm. a–metall listga tashqi qoplangan plastik, b–metall listga ichki qoplangan plastik, d–metall list orasiga qoplangan plastik: 1–metall list, 2–plastik qoplama.

**Polimerning buyumlar ishlab chiqarish usullari.** Polimer materiallardan istalgan shakldagi xilma-xil buyumlar, shuningdek, ip, plyonka, list, quvur va boshqalar tayyorlanadi.

Polimerning o'ziga xos fizik va texnologik xossalari ularni buyumlarga va yarim tayyor mahsulotlarga aylantirishda maxsus usullardan foydalanish talab etiladi. Polimerni buyumlarga aylantirishning asosiy usullariga ekstruziyalash, odatdagi usulda quyish, bosim ostida quyish, odatdagicha presslash, quyma presslash, ko'pirtirish, payvandlash, qizdirib purkash, randalash, shuningdek, dastgohlarda qirindi yo'nib olish yo'li bilan ishlab chiqarish usullari kiradi.

**Ekstruziyalash.** Ekstruziyalash usulida ishlab chiqarish yo'li bilan sterjenlar, quvurlar, listlar va plyonkalar olinadi, buning uchun, asosan, termoplastik, kamdan-kam hollarda esa termoreaktiv polimerlar ishlatiladi. Ekstruziyalash polimerni mundshtuk teshigi orqali siqib chiqarishdan iborat, teshikning shakli buyumning ko'ndalang kesimi shakliga bog'liq bo'ladi.

6.7-rasmda ekstruziyalash mashinasining sxemasi tasvirlangan. Kukun yoki granular oldidagi polimer bunkerga solinadi, polimer bunkerdan shnek (6) ga tushadi. Shnek elektr dvigateldan aylanma harakatga keluvchi vint



**6.7-rasm. Ekstruzion mashinasining sxemasi:** 1-buyum; 2-mundshtukli kallak; 3-qizdirish zonasi; 4-transportyor; 5-yo'naltiruvchi dorn; 6-shnek.

rotordir, u polimerni vintli yuzalari yordamida o'q yo'nalishida (xuddi qiyma mashinasidagi kabi) surib beradi; vint aylanganda vint qadamining kichrayishi yoki kanal chuqurligining kamayishi

natijasida material siqiladi. Ta'minlagichning silindrik g'ilofida surilayotgan sochiluvchan material o'z yo'lida qizdirish zonasi (3) dan o'tadi, qizdirish zonasining harorati, ishlov berilayotgan polimer turiga qarab, 10 dan 400 °C gacha bo'ladi. Yumshagan polimerni shnekning uchi mundshtuk (2) li kallakka itarib beradi, mundshtukda teshik bo'ladi, bu teshikning shakli hosil qilinadigan buyumlarning kesimi shakliga o'xshash qilib tayyorlanadi. Buyumlarda teshik hosil qilish lozim bo'lsa, dorn (5) (yo'naltiruvchi) dan foydalaniladi, kesimi yaxlit buyum olish kerak bo'lganda esa dorn ishlatilmaydi. Mundshtukning teshigidan chiqayotgan buyum (1) ni transportyor (4) olib ketadi.

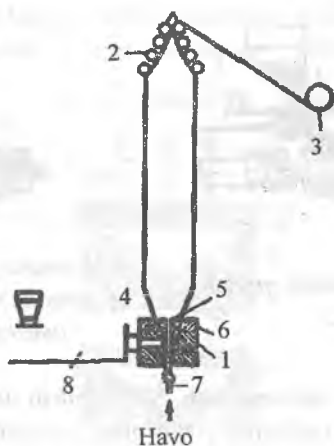
Polietilen va boshqa termoplastlarning asosiy miqdori ekstruziyalash yo'li bilan ishlanadi, bu usul termoreaktiv smolalarni va kompozitsiyalarni, shuningdek, sellulozani qayta ishlash (buyumga aylantirish) uchun ham qo'llaniladi.

Ba'zi termoplastlardan (masalan, polietilen, polivinil xlorid, polistiro'l, selluloiddan) plyonkalar va boshqa buyumlar quvurlarni dam berib shishirish yo'li bilan olinadi.

Idishlar (butillar, flyagalar va b.) ajraluvchi qoliplarda tayyorlanadi, bu qoliplarga quvurning qizdirilgan bir bo'lagi joylanib, unga dam beriladi (shishiriladi).

Plyonka hosil qilish uchun termoplast ekstruziyalash mashinasining ish silindri (8) dan (6.8-rasm) kallak (7) ga o'tkaziladi va mundshtuk (6) bilan dorn (5) orasida hosil bo'ladigan halqasimon tirqish orqali siqib chiqariladi, natijada quvur hosil bo'ladi. Bu quvur kallakka magistral bo'ylab (pastda strelka bilan ko'rsatilgan) dorn orqali keluvchi havo bosimi ta'sirida shishiriladida, so'ngra sovitkichga o'tkaziladi, sovitkich quvurning sirtiga sovuq havo haydaydi (zona 4), shundan keyin quvur yo'naltiruvchi roliklar (2) va qamrovchi roliklarga o'tadi. Qamrovchi roliklar quvur shaklidagi plyonkani qapishtirib, yassilaydi, yassilangan quvurning ikki cheti qirqilib tasma hosil qilinadi. Hosil qilingan qo'sh tasma eni havo 1400 mm li rulon tarzida baraban (3) ga o'raladi. Quvurning diametri (binobarin, plyonkaning qalinligi ham) havo bosimi ta'sirida avtomatik rostlanadi.





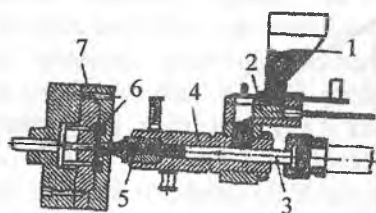
6.8-rasm. Ekstruziyalash va dam berib shishirish usuli bilan plyonka hosil qilish sxemasi: 1-havo kiruvchi tirqish; 2-yo'naltiruvchi roliklar; 3- baraban; 4- sovuq havo haydovchi zona; 5-dorn; 6- mundshtuk; 7- kallak; 8- ish silindri.

Bosim ostida quyish usulida termoplastik polimerlar (polistirol, polietilen, poliamid, ftoroplast-3 va b.) dan detallar olinadi. Bòsim ostida quyish uchun (6.9-rasm) granulalangan plastik bunkerga solinib, u yerdan plastikni ta'minlovchi plunjer (2), so'ngra quyish plunjeri (3) silindr (4) ga beradi, silindrda polimer qizdiriladi, qizdirilgan polimer soplo (5) orqali bosim ostida press-qolip (7) ga o'tadi.

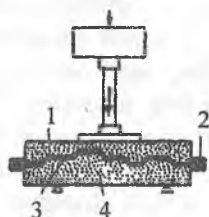
Press-qoliplarning harorati ularga keladigan plastik materialning haroratidan hamma vaqt past bo'ladi, shu bois press-qolipdagi buyum (6) tez soviydi va o'z shaklini saqlab qoladi.

Qoliplash harorati va bosimi ishlatiladigan materialning turiga, press-qolipning tuzilishi va o'lchamiga bog'liq bo'ladi.

Misol tariqasida shuni ko'rsatib o'tish mumkinki, polistirol uchun quyish mashinasining soplosidan chiqish oldida harorat 150–215 °C, quyish mashinasining silindridagi bosim 800–1500 kG/sm<sup>2</sup>, polietilen uchun esa bu ko'rsatkichlar mos ravishda 175–260 °C va 70–200 kG/sm<sup>2</sup> bo'ladi. Quyish mashinalarining aksariyati avtomatik siklda ishlaydi.



6.9-rasm. Bosim ostida quyish sxemasi.



6.10-rasm. Listdan matritsa va puanson yordamida botirish usulida shtamplash.

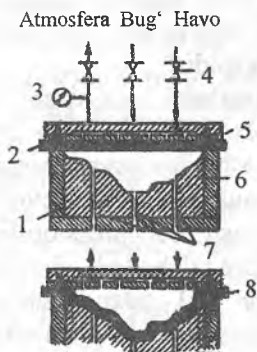
**Plastmassalarni shtamplash.** Shtamplash usulida list tanavordan iborat termoplastlar (selluloid, viniplast, organik shisha, polistirol, polietilen, polipropilen va b.) buyumlarga aylantiriladi. Buyumning shakli qizdirilgan listni botirish va soʻngra uni sovitish yoʻli bilan hosil qilinadi. Shtamplangan buyumlar oʻz shaklini shishalanish haroratidan past haroratlardagina saqlab oladi, polimerning shishalanish haroratidan yuqori haroratarda qizdirish va shu haroratda tutib turish list shaklining tiklanishiga olib keladi.

Shtamplashda shakl berishning ikki usuli: yoʻnaltirilgan botirish usuli va erkin botirish usuli qoʻllaniladi.

Yoʻnaltirilgan botirishda buyum shakli matritsa bilan puansonning ish yuzalari shakliga yoki faqat matritsaning ish yuzasi shakliga bogʻliq boʻladi; faqat matritsa ishlatilgan bosim ostidagi havo ishlatiladi yoki vakuumdan foydalaniladi. 6.11-rasmda puanson (1) va matritsa (4) dan iborat qolip yordamida yoʻnaltirilgan botirish sxemasi koʻrsatilgan.

6.11-rasmda vakuumdan yoki havo bosimidan foydalanib, matritsa (6) yordamida yoʻnaltirilgan botirish sxemasi keltirilgan. Vakuumdan foydalanib shakl hosil qilishda (qoliplashda) plastikning qizdirilgan listi (2) oboyma (1) bilan tesbik-tesbik plita (5) orasiga mahkamlanadi. Havo kameraning ichidan vacuum-nasos yordamida kanallar (7) orqali soʻrib olinadi. Plita (5) orqali atmosferadan keladigan havo tanavorni bosib uni matritsaga siqadi, natijada buyum (8) hosil boʻladi. Vakuum usulida qoliplash buyum hosil qilish uchun atmosfera bosimi yetarli boʻlgan taqdirdagina yaroqlidir. Agar atmosfera havosining bosimi yetarli boʻlmasa, havo (yoki bugʻ) bosimidan foydalaniladi, havo yoki bugʻ joʻmrak (4) orqali beriladi,

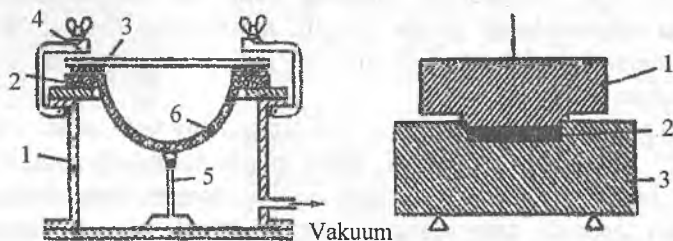
bu holda kameradagi havoni deformatsiyalanayotgan tanavor kanallar (7) orqali siqib chiqaradi. Bosim manometr (3) bilan nazorat qilinadi.



**6.11-rasm. Listdan vakuumdan yoki havo (yoxud bug‘) bosimidan foydalanib, matritsaga yo‘nalgan botirish usulida shtamplash.**

Termoplastning shtamplanadigan listi qisqichlar (2) ga mahkamlanadi; buyum (3) qolipda to sovuguncha qoldiriladi.

Erkin botirishda shakl hosil qilish usuli yirik buyumlar tayyorlashda qo‘llaniladi, bu usulda havoning bosimidan hamda vakuum usuli yoki pnevmatik usuldan foydalaniladi. Ayni usulda buyum shtamp devorlariga ishqalanmaydi, bu esa tiniq optik buyumlarining silliq yuzalarini hosil qilishda juda muhimdir.



**6.12-rasm. Vakuumda qoliplash yo‘li bilan presslash sxemasi.**

6.12-rasmda vakuum usulida erkin botirish sxemasi tasvirlangan. Qizdirilgan list tanavor botirish halqasi (2) bilan siqish halqasi (3)

orasiga qisqichlar (4) yordamida siqiladi. Vakuum-kameradan havo so'rib olina borgan sari tanavor (6) halqa (2) orqali botadi. Botish qiymati ko'rsatkich (5) bilan nazorat qilinadi va vakuum nasosning uzilishi (ajratilishi) bilan belgilanadi. Pnevmatik usulda erkin botirish vakuum usulida botirish kabidir.

**Presslash.** Plastmassalarni presslash deganda ularni yopiq kameralarda (press-qoliplarda) bosim ta'sir ettirib ishlash tushuniladi. Presslash odatdagi presslash bilan quyma presslashga bo'linadi.

Odatdagi presslash usuli qizdirib va sovuqlaym presslash turlariga bo'linadi; odatdagi presslash usuli press-qolipga solinadigan material miqdori juda aniq bo'lishini talab etadi, chunki pressmaterialning juda oz miqdorigina puanson (1) bilan matritsa (3) orasidan siqib chiqariladi. Buyum (2) hosil qilishda materialning siqib chiqarilgan ortiqcha miqdori grot shuningdek, piter deb ataladi.

Qizdirib presslash turi eng ko'p tarqalgan. Buyum presslash uchun presskompozitsiya (granular, smola shimdirilgan to'qimalar va boshqalar tarzida) qizdirilgan press-qolipga solinadi, bu yerda u qizib plastik bo'lib oladi. Press-qolip sekin-asta yumila borgan sari presskompozitsiya qolipning barcha chuqurlik va bo'shliqlarini to'ldiradi. Buyum to'qotguncha bosim ostida tutib turiladi. Ko'pincha presskompozitsiya qolipga solish oldidan 80-150 °C gacha qizdirib olinadi (buyumning kesimi katta bo'lganda qizdirib olish usulidan ayniqsa, ko'p foydalaniladi), shunday qilinganda ish unumi ortadi va presslash vaqtida bosimni kamaytirishga imkoniyat tug'iladi. Presskompozitsiya yuqori chastotali tok bilan qizdiriladi, yuqori chastotali tok molekulalar orasida sodir bo'ladigan ishqalanish hisobiga pressmaterial ichida issiqlik ajralib chiqishini ta'minlaydi (molekulalarning ishqalanishi tok yo'nalishi o'zgariganda ularning burilishidan kelib chiqadi).

Press-qolip, odatda, bu, gaz, o'ta qizigan suv yoki elektr toki bilan 160-135 °C gacha qizdiriladi, qizdirib presslashda bosim 100-550 kG/sm<sup>2</sup> bo'ladi. Qizdirib presslash usulida, asosan, fenol-formaldegid smolalari asosida tayyorlangan kompozitsiyalar va aminoplastlar, shuningdek, armaturalangan poliefir plastikalaridan buyumlar tayyorlanadi.

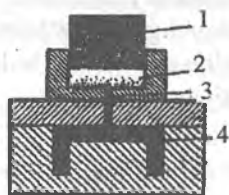
Qizdirib presslash usuli shakli murakkab bo'lmagan chuqur buyumlar (masalan, televizorlar va radiopriyomniklarning, telefon apparatlarining korpuslari), shuningdek, ko'plab ishlab chiqarishda

mayda buyumlar (tugmachalar, taqalar va shu kabilar) tayyorlashda qoʻllaniladi.

*Sovuqlayin presslashda* ish unumi yuqori boʻladi, chunki unda press-qolipni qizdirish va sovitishga ehtiyoj boʻlmaydi. Sovuqlayin presslashda bosim  $140\text{--}2100\text{ kG/sm}^2$  ga yetadi. Presslangan buyumlar pechlarda  $80\text{--}260\text{ }^\circ\text{C}$  gacha qizdiriladi, qizdirish harorati bogʻlovchi modda turiga bogʻliq boʻladi.

Sovuqlayin presslash usulida plastmassalaridan (akkumulatorlar batareyasi baklari, tugmachalar, shabkalar va shu kabilar olish uchun), shuningdek, elektr-texnik detallar (masalan, shtepsel rozetkalari, viklyuchatellarning korpuslari, elektr lampalarining patronlari va boshqalar olish uchun), fenolaldegid smolalari asosida tayyorlangan kompozitsiyalar qayta ishlanadi (buyumga aylantiriladi).

**Quyma presslash.** Quyma presslashda presskompozitsiya yuklash (uzatish) kamerasi (2) ga joylanadi (6.13-rasm), bu yerda presskompozitsiya chala suyuq holatga kelguncha qizdiriladi, bunday holatdagi presskompozitsiyani porshen (2) kamera (2) dan bitta yoki bir nechta tor litniklar (3) orqali qolip (4) dan presslash boʻshligʻiga haydaydi. Pressmaterial litnikning tor teshigidan oʻtayotib qoʻshimcha ravishda qiziydi va qolip boʻshligʻini bir tekis toʻldiradi.



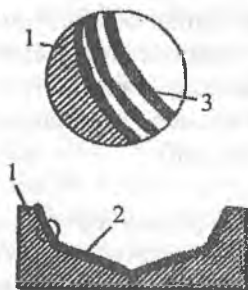
6.13-rasm. Quyish yoʻli bilan presslash sxemasi katta boʻlishi kerak.

Quyma presslashda bosim kanal va litniklardagi qarshiliklarni yengishi kerak boʻlganligidan, bu bosim bir xil pressmaterial va bir xil buyumlar uchun odatdagi qizdirib presslashdagiga qaraganda qariyb ikki baravar katta boʻlishi kerak. Quyma presslash usulida termoreaktiv smolalardan, shuningdek, qovushoqligi katta termoplastlardan, masalan, qattiq polivinil-xloriddan buyumlar tayyorlanadi. Quyma presslashning afzalligi shundan iboratki, bu usul murakkab armaturadan foydalanib nihoyatda murakkab shaklli va aniq oʻlchamli buyumlar hosil qilishga imkon beradi. Bu usulda mashina va

asboblarning xilma-xil detallari, shu jumladan chuqurliklari, teshiklari va rezbalari boʻlgan detallar ham tayyorlanadi.

**Pollmerlardan buyumlar tayyorlashning boshqa usullari. Yirik gabaritli buyumlar qoliplash.** Plastmassalardan yirik gabaritli korpus buyumlar (masalan, kema korpuslari, avtomobil kuzovlari va shu kabilar) tayyorlash uchun yuqorida ko'rib o'tilgan usullar yaramaydi, chunki bunda katta va murakkab asbob-uskunalar kerak bo'ladi.

Yirik gabaritli buyumlar olish uchun, ko'pincha, ustma-ust quyib kontakt usulida qoliplash usuli, qop usuli qo'llaniladi.



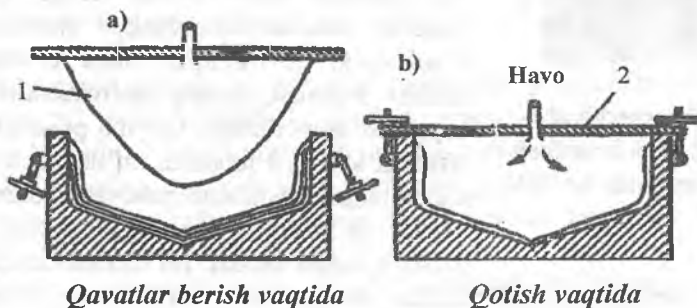
**6.14-rasm. Kema korpusini kontakt usulida qoliplash sxemasi:**

1 – qolip; 2 – qoplangan smola va shisha tola.

Ustma-ust quyib kontaktli qoliplashda (6.14-rasm) armaturelovchi material qolipga joylashtiriladi va cho'tka yoki pulverizator yordamida suyuq bog'lovchi modda bilan (ba'zan bir necha marta) ho'llanadi; shundan keyin kompozitsiya selofan bilan qoplanib, havoni chiqarib yuborish, buyumni tekislash va uning zich kontaktda bo'lishini (tegib turishini) ta'minlash uchun qolip devorlari tomon roliklar yurguzib chiqiladi. So'ngra bog'lovchi modda xona haroratida yoki ozroq qizdirilgan holda qotiriladi.

Armaturalovchi to'ldirgich sifatida, ko'pincha, shisha to'qima va shisha tola, bog'lovchi sifatida esa fenol, epoksid va to'yinmagan poliefir smolalari ishlatiladi.

Bu usulda to'ldirgichga bog'lovchi modda shimdirib olinadi, bu holda armaturani bog'lovchi modda bilan ho'llashga ehtiyoj bo'lmaydi.



**6.15-rasm. Qop usulida qoliplash sxemasi.**

Qop usulida komponentlarni tayyoriash va joylashtirish kontakt usulida qoliplashdagi kabi bo'ladi. Qop, ko'pincha rezina qop ishlatish (6.15-rasm) bog'lovchi moddalar bilan to'ldirgichlarning yaxshiroq kontaktda bo'lishini, shuningdek, buyumning yaxshiroq tekislanishini ta'minlaydi, qavatlar hosil qilishda (6.15-rasm, a) qop (1) qolipdan tashqarida bo'ladi. Qoliplash va qotishtirishda siqish plitasi (2) qolipning yuqori kesigiga qattiq mahkamlanadi, qolipga esa havo yoki bug' haydaladi, havo yoxud bug' bosimi ta'sirida smola qotadi (6.15-rasm, b).

Polimerlarni ko'pirtirish natijasida hajmiy og'irligi kichik ( $0,05 \text{ g/sm}^3$  gacha) bo'lgan katak-katak konstruksion material hosil bo'ladi. Bu materiallar tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashmagan, gaz bilan to'la, katak-katak (ko'pikli) va bir-biri bilan xuddi gubkadagidek tutashgan g'ovaklarga ega bo'lishi mumkin.

Ko'pirtirish uchun fenolaldegid va mochevinaaldegid smolalari, polistirol, polietilen, polivinilxlorid, selluloza atsetati, shuningdek, tabiiy va sun'iy kauchuk ishlatiladi.

Ko'pirtirilgan polimerlardan suzish vositalari, issiqlik va elektr izolatsiyalari, tovush so'ndiruvchi detallar, gubkalar yostiq uchun, mebellarni joylash uchun materiallar qilinadi.

Fenoplastlar hosil qilishning bir necha usuli bor. Plastina gaz hosil qiluvchilar (poroforlar) kiritishdan iborat usul keng ko'lamda qo'llaniladi, plastikka kiritilgan poroforlar qizdirilganda gazlar ajratib chiqaradi.

Plastmassalarni payvandlash usuli barcha termoplastlar uchun qo'llaniladi. Plastmassalarni payvandlash uchun qizdirilgan ( $250\text{--}300^\circ\text{C}$  gacha) havo ishlatiladi. Havo elektr toki yoki gaz alangasi bilan, yuqori chastotali toklar yoki ultratovush bilan qizdiriladi. Payvandlab birlashtiriladigan yuzalar tozalanadi, tekislanadi va bir-biriga siqiladi (siqish bosimi  $2\text{--}3 \text{ kG/sm}^2$  gacha bo'ladi). Plastmassa qizdirilganda chegara qatlamdagi makromolekulalar plastik holatga o'tadi, harakatchan bo'lib oladi, bu esa qismlarning o'zaro singishi va payvandlanishiga olib keladi.

Elektr o'tkazmaslik xossalari yuqori bo'lgan plastmassalar (polietilen, polipropilen, poliizobutilen va polistirol) yuqori chastotali toklar bilan payvandlanmaydi. Qattiq polivinilxloridni (vinilplastni) payvandlash uchun ishqalash yo'li bilan qizdirish usulidan, yumshoq

polivinilxloridni (plastikatni) payvandlash uchun esa, qizdirilgan tasma bilan qizdirish usulidan foydalaniladi.

**Yuzalarga beriladigan qoplamlar.** Polimerlar metall, yog'och, qog'oz, plastmassalarni korroziya va eroziyadan himoya qilish, ularni bezash maqsadida ularning yuzalariga qoplash uchun keng ko'lamda ishlatiladi. Qoplamlar erituvchi bug'lanib ketganda qotuvchi (quruvchi) va polimerlanib yoki oksidlanib havoda parda hosil qiluvchi qoplamlarga bo'linadi. Termoplast qoplamlar qizdirib purkash yo'li bilan ham hosil qilinadi, bunda pasta yoki kukun holdagi plastik havo bosimi ostida havo-atsetilen alangasi orqali purkaladi. Bunda plastikning yumshagan zarralari himoyalinishi lozim bo'lgan yuzaga tushadi va bu yuzani yaxlit tekis qatlam tarzida qoplaydi.

## **6.2. Rezina materiallari. Kauchuk va ularning xossalari. Yelim materiallar. Lok va bo'yoq materiallar**

**Rezina materiallar.** Ma'lumki, hozirgi zamon texnikasini rezinasiz tasavvur etib bo'lmaydi, ya'ni avtomobil, samolyot, velosiped shinalari, o'tkazgichlarining izolatsiyalari, g'ovvoslarning kiyimlari, aerostat ballonlari, shlanglar, dam berib shishiradigan qayiqqlar, protivogazlar, shuningdek, ko'pgina xalq xo'jaligi mashinamexanizmlari, qurilmalar va muhandislik konstruksiyalarida rezina juda keng ishlatiladi.

Rezina materiallar, asosan, kauchukni turli to'ldiruvchilar, plastifikatorlar, vulkanizatsiyalovchi agentlar, tezlashtiruvchilar, aktivatorlar va boshqalar qo'shib, qayta ishlash orqali hosil qilinadi. Rezina juda ko'p xususiyatlarga ega bo'lgan konstruksion materialdir. Bularndan eng muhimi uning yuqori darajada elastikligi, ya'ni katta (100 % gacha) deformatsiyadan ham dastlabki holatiga qayta olishidir.

Rezina olish uchun asosiy material kauchukdir, ya'ni rezinadagi aralashmaning 10 - 98 % ni kauchuklar tashkil qiladi.

Kauchuklar, asosan, tabiiy va sintetik polimerlar bo'lib, oddiy haroratda yuqori plastiklik xossasiga ega.

Tabiiy polimer-kauchuk, hindcha «kaochu» so'zidan olingan bo'lib, «daraxtning ko'z yoshi» degan ma'noni anglatadi. Darhaqiqat kauchuk daraxtini kesganda undan suyuqlik (ko'z yoshi) ajralib chiqadi. Shuning uchun hindlar juda qadimdan oq yog'och smolasi (kauchuk) dan foydalanib kelganlar. Shunday qilib, tabiiy kauchuk



(TK) kauchukli o'simliklar (daraxtlar) dan olinadi. U efir, benzin, mineral moylarida yaxshi eriydi, suvda esa erimaydi. Kauchuk 90°C gacha qizdirilganda yumshab juda yopishqoq bo'lib qoladi, 0°C dan past haroratda esa qattiqlashib, mo'rtlashib boradi. TK juda qimmatbaho material.

Texnikaning jadal taraqqiyoti tufayli faqat TK dan foydalanilmasdan, balki sintetik kauchuklar (SK) hosil qilinib, ulardan keng foydalanilmoqda.

Hozirgi vaqtda turli mamlakatlarda tegishli sanoat korxonalarida juda rang-barang sintetik kauchuk va shunga o'xshash konstruksion materiallar ishlab chiqarilmoqda. Etil spirti, atsetilen, butan, etilen, benzol, izobutilen, ba'zi galogenli uglevodorodlar va boshqalar sintetik kauchuk hosil qiluvchi asosiy materiallar hisoblanadi.

Shuni aytib o'tish kerakki, tabiiy kauchuklarning sintetik kauchuklarga nisbatan mustahkamligi yuqoridir, lekin TK larning sovuqqa va turli eritmalar ta'siriga bardosh berish xususiyatlari SK ga nisbatan ancha past.

Rezinalar vazifasi yoki ishlatilishiga qarab umumiy va maxsus turlarga bo'linadi. Umumiy ishlarga mo'ljallangan rezinalar suvda, kislota va ishqorlarning kuchsiz eritmalarida, havoda (50°C dan 130°C gacha) haroratda va boshqa muhitlarda ishlatilishi mumkin. Shunday rezinadan mashina shinalari, turli tasmalar, shlanglar, transportyor tasmalari, kabellarning izolatsiyalari (qoplamalari) va boshqa turli buyumlar ishlab chiqariladi.

Maxsus vazifalarga mo'ljallangan rezinalar, o'z navbatida, moybenzinga, issiq va sovuqqa chidamli, elektr o'tkazmaydigan; gazlar va suyuqliklarga chidamli turlarga bo'linadi. Bundan tashqari, maxsus rezina turiga armaturali rezinalar ham kiradi (presslash va vulkanizatsiyalash jarayonida metall turlar, qistirmalar rezina aralashmasi orasiga qo'yilib uning mustahkamligi va egiluvchanligi oshiriladi). Bunday rezinalardan avtomobil shinalari, yuritma tasmalari, transportyor tasmalari va boshqalar tayyorlanadi.

### **6.2.1. Yelim materiallar**

Xalq xo'jaligining turli sohalarida turli detallardan (buyumlardan) ajralmas birikmalar hosil qilish uchun yelimlash jarayonidan keng foydalaniladi. Buning uchun turli yelimlardan foydalaniladi.

**Yelimlar** – muayyan sharoitda qattiq parda hosil qilib, ulanadigan konstruksion materiallarni (buyumlar yoki detallarni) bir-biriga mahkam yopishtiradigan yopishqoq materiallardir.

Xalq xo‘jaligining turli sohalarida ishlatiladigan yelimlar, asosan, hayvon, o‘simlik va smola yelimlariga bo‘linadi.

Hayvon yelimining asosini organik moddalar, o‘simlik yelimlari asosini oqsillar, smola yelimlari asosini esa sintetik moddalar tashkil etadi. Hayvon yelimlariga kollagen yelimlar, shuningdek, kazeinli va albuminli yelimlar, o‘simlik yelimlariga soya, kanakunjut, (xashaki no‘xat) dan olingan yelimlar, smola yelimlariga Б-3, КБ-3 markali fenolformaldegidli, МК-1, М-2, КМ-12, К-17 markali karbamidli (mochevina formaldegidli) hamda ЦНИИПС-2 yelimlari va boshqalar kiradi.

Yelimlar qanday moddalardan tayyorlanishiga qarab, go‘shlarda, suyak, baliq, kazein, albuminli hayvonot yelimlari, loviya, no‘xat, kunjut, kartoshka, jo‘xori, guruch kraxmallaridan olinadigan o‘simlik yelimlari va smolalardan tayyorlanadigan yelimlarga bo‘linadi.

Faner tayyorlashda, asosan, albuminli, kazein, o‘simlik yelimlaridan foydalaniladi. Namga, suvga chidamli fanerlar va yelimlangan yog‘ochdan qurilish konstruksiyalari tayyorlashda smola yelimlaridan foydalaniladi.

Go‘shparda va suyak yelimlari duradgorlik yelimlari hisoblanib, ular qushxona va teri zavodlari chiqindilarini pishirish yo‘li bilan tayyorlanadi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan yelimlar yordamida har qanday materialni shu turdagi yoki boshqa turdagi material bilan (masalan, yog‘och bilan yoki metall bilan) birlashtirib turli ajralmas birikmalar hosil qilish mumkin.

Tarkibi sintetik materiallardan iborat bo‘lgan yelimlarning asosiy hamda zaruriy xususiyatlari shundan iboratki, ular yordamida hosil qilingan birikmalar atmosferaga, korroziyaga va chirishga chidamlidir. Yelimlarning yana bir afzal tomoni shundaki, yelimli birikmalar har qanday ajraluvchi (boltli, shpilkali, vintli va h.) hamda ajralmas (parchinmixli, payvandlangan) birikmalarga nisbatan ancha yengil bo‘ladi, tannarxi arzon, tuzilishi sodda bo‘ladi.

Sintetik yelimlar, avtomobil, aviatsiya, kemasozlik, elektro va radiotexnika, yog‘ochni qayta ishlash, poyabzal, poligrafiya va xalq xo‘jaligining boshqa tarmoqlarida keng ishlatilmoqda.

Yelimli birikmalar puxta chiqishi uchun: a) yelimlanadigan sirtlar silliq bo'lmashligi, ya'ni sirtlar, g'adir-budur, notekis bo'lishi kerak; b) yelimlangan birikma yelim qurib qotgunga qadar qayta ishlanmasligi lozim; d) hosil qilingan birikmani qisqichlar orasiga olib, qurigunga qadar qo'zg'atmaslik zarur.

Quyida maktablar, litseylar, kollejlari va oliy o'quv yurtlarining o'quv ustaxonalarida ko'proq ishlatiladigan ba'zi yelimlarning tarkibiy qismlari va xususiyatlari hamda yelimlash texnologiyasi haqida qisqacha ma'lumotlar keltiriladi.

Konstruksion metallar va nometall materiallarni termoizolatsiyalarga, gazlamalarga va dekorativ qoplama materiallariga yelimlab biriktirish uchun BK-32-2, BKT-2H, 88H, ПУ-2М, АК-20, ПК-10, ХБК-20 va boshqa yelimlar ishlatiladi.

Metallmas materiallar (yog'ochlar, shisha, plastmassalar, tekstolitlar, penoplastlar va b.) ВИАМ-В3 va ПУ-2 yelimlari bilan biriktiriladi.

Organik shishaga boshqa materiallarni yelimlash uchun B3-Φ9, BK-32-70 va ПУ-2 yelimlari ishlatiladi. Rezinalar o'zaro va metallar bilan 88H, КП-6-18, ЧНБ, ВКР-7, КТ-15, КТ-25 yelimlari yordamida biriktiriladi.

Yelimlash jarayoni quyidagi tartibda bajarilishi kerak: a) yelimlanadigan yuzalar turli iflosliklardan tozalanishi va g'adir-budur qilinishi lozim; b) biriktiriladigan sirtlarning bir tomoniga qo'lda cho'tka va pulverizator yordamida yelim surtilishi kerak; d) biriktiriladigan detallarni havoda (xona haroratida) tutib turib yelim tarkibidagi uchuvchi moddalar chiqib ketishiga imkon berish zarur; e) biriktiriladigan sirtlarni birlashtirib, qisuvchi yoki bosuvchi qurilmalar bilan qisib qo'yish kerak; f) qisib yoki bostirib qo'yilgan detallarni ma'lum haroratda muayyan vaqt davomida saqlash lozim, chunki turli yelimlarning qotish harorati va muddati har xil bo'ladi; g) biriktirilgan detallarni tozalash va birikmaning mustahkamligini tekshirish (bunda birikmay qolgan joylar yo'lga e'tibor berish) kerak va h.

**Suyak yelimi** yog'sizlantirilgan hayvonot suyaklari va shoxlarini pishirib tayyorlanadi. Yelimlash xususiyatlariga ko'ra go'shtparda yelimi suyak yelimidan ustun turadi.

Go'shtparda va suyak yelimlari qattiq plita shaklida tayyorlanadi. Plitalar tiniq, sarg'ish yoki qoramtir rangda bo'ladi. Toza, sifatli yelimlarning sinig'i shisha kabi yaltiraydi.

Quruq yelimlar tolon, mayda bo'laklar va boshqa ko'rinishlarda ham tayyorlanadi.

Yelimlash sovuq (-12...-30 °C) da, issiq (+40...+70 °C) da va qaynoq (80 °C va undan yuqori) holda olib borilishi mumkin.

Buyum yoki detallarni biriktirishda, fanerlarni o'rtacha normal quyuvlikdagi yelim eritmasidan foydalaniladi. Suyuq yelim eritmasi, asosan, gruntovkalash maqsadida ishlatiladi.

Yelimlarning puxtaligini aniqlash uchun yelimlangan chok (birikma) tajriba yo'li bilan tekshiriladi. Buning uchun namligi 7–12 % bo'lgan shumtol yoki eman yog'ochidan namunalar (25x50x50 va 25x50 mm o'lchamli) olinib, tolalar yo'nalishida bir-biriga parallel qilib yelimlanadi, so'ngra namuna birikmaning yelimlangan choki iskana yordamida yorib ko'riladi. Agar bunda birikma yelimlangan joyidan ajralmasdan yog'och yorilsa yoki ko'chib chiqsa, yelimning yopishtirish xususiyati yaxshi, yelimli chok puxta deb hisoblanadi. Tajriba sharoitida esa, yelimlangan chokning puxtaligini press yordamida so'ruvchi kuchning qiymatini oshira borish yo'li bilan tekshiriladi va h.

Duradgorlik yelimlari nam ta'sirida puxtaligini yo'qotadi (namga chidamsiz bo'ladi). Shuning uchun nam sharoitda ishlaydigan buyumlar namga chidamli maxsus yelimlar bilan yelimlanadi.

**Albuminli yelim** hayvon qoniga ohak aralashtirish yo'li bilan olinadi. Albuminli yelim bilan yelimlanadigan birikma issiq holatda presslab yopishtiriladi. Yelimlangan joyda qoramtir chok hosil bo'ladi. Albuminli yelimlar faqat yelimlangan fanerlar uchun ishlatiladi.

**Kazeinli yelimning** asosiy tarkibiy qismini yog'i olingan sutdan tayyorlangan quruq suzma tashkil etadi. Quruq kazein yelimi 5–10 mm li qattiq donachalar ko'rinishida yoki oqish, ba'zan och sariq tusli kukun holida tayyorlanadi. Kukun (tolon holiday) kazein yelimi kazein, so'ndirilgan ohak, natriy ftorid, soda mis kuporosi va kerosin aralashmasidan iborat. Bu moddalar tegishli yelimning turli xossalarni yaxshilash uchun qo'shiladi. Masalan, mis kuporosi yelimning nam va suvga chidamliligini oshirib, chirishdan saqlaydi; kerosin esa tolonning mushtlashib qolmasligini ta'minlaydi; natriy ftorid va soda erituvchi sifatida qo'shiladi; so'ndirilgan ohak yelimning o'ta puxtaligini ta'minlaydi.

Sanoat miqyosida kazeinli yelimlarning «Ekstra» va oddiy navlari ishlab chiqariladi.

Kazeinli yelim besh oy muddat ichida foydalanishga yaroqlidir.

Yuqorida nomlari qayd qilingan yelimlar faqat yog'och materiallarni o'zaro birlashtirish uchun mo'ljallangan.

Turli materiallarni bir-biriga yelimlab yopishtirish uchun esa karbinolli yelimlardan keng foydalaniladi.

**Karbinolli yelim** (МПФ-1, БК-2, Л-4 va b.) tashqi ko'rinish jihatidan rangli glitseringa o'xshash xushbo'y, och sariq rangli, tiniq suyuqlikdir.

Material ustiga yupqa qilib surtilgan bu yelim tezda qotib, benzinda, moylarda erimaydigan, suv va kislotaga ta'siriga chidamli parda hosil qiladi.

Karbinolli yelim bilan yog'ochni metallga, metallni shisha, charm, marmarga yopishtirib, mustahkam, ajralmas birikmalar hosil qilinadi.

**Glyutinli yelim.** Hozirgi vaqtda bu yelimlar o'zlarining ko'pgina ijobiy xususiyatlari (yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan birikmalar hosil qilishi, tayyorlanishining oddiyligi, kimyoviy inertligi, zararsizligi, tayyor yelimni saqlash juda osonligi va b.) tufayli sanoat miqyosida sintetik yelimlarni deyarli siqib chiqarmoqda.

Lekin, bunday yelimli birikmalarining uzoq qotishi yelimlarning kamchiligi hisoblanadi.

Glyutinli yelimlar tarkibidagi boshlang'ich moddalarga qarab go'shtparda, suyak va baliq yelimlariga bo'linadi.

**Polivinilatsetatli yelimlar** turli charm, qog'oz, yog'och, mato, shisha va metallarni birlashtirish uchun ishlatiladi. Ayniqsa, abraziv sanoati tarmoqlarida juda keng ishlatiladi. Polivinilatsetatli yelimlar polimerlar eritmasi (yelimi); tarkibida uchuvchi (bug'lanuvchi) moddalar bo'lmagan yelimlar; emulsion tarkibli yelimlar kabi guruhlarga bo'linadi. Shuni aytib o'tish kerakki, o'quv ustaxonalarida, turmushda, ko'pincha suv-emulsion yelimlar keng ishlatiladi, chunki bunday yelimlarning tannarxi arzon, zararsiz, yonmaydi, yelimli choklar bilinmaydi (ko'rinmaydi).

**Rezinali yelimlar**, asosan, eritmalarga kauchuk yoki rezinali aralashmalarni qo'shib eritish orqali hosil qilinadi. Bunday yelimlar vulkanizatsiyalovchi (tabiiy kauchukning organik eritma bilan aralashmasi), issiqda vulkanizatsiyalovchi (140–150 °C harorat ta'sirida) va o'zi vulkanizatsiyalovchi (xona haroratida) yelimlar guruhlari bo'linadi. Ikkinchi va uchinchi guruhlarga kiruvchi yelimlarga, asosan, sintetik smolalar qo'shiladi. Ushbu yelimlar bilan hosil qilingan birikmalar vulkanizatsiyalovchi yelimlar yordamida

olingan birikmalarga nisbatan ancha mustahkam bo'ladi. 88 va 88H markali rezinali yelimlardan eng ko'p foydalaniladi. Ular, asosan, rezinali aralashmalarni va butilfenolformaldegidli smolalarni etilatsetat va benzinda eritish orqali hosil qilinadi.

Rezinali yelimlar yordamida rezinani rezina bilan, metallar, shishalar va boshqalar bilan birlashtirib, yelimli birikmalar olinadi.

Bundan tashqari, texnikaning turli sohalarida metallarni o'zaro va nometall konstruksion materiallar bilan yelimlab birikma hosil qilish uchun tarkibi sintetik smolalar va sintetik kauchukdan iborat bo'lgan yelimlar (БФ-2, БФ-4, BC-10T BK-32-200, BK-3, BK-4, K-153) va epoksidli yelimlar (ПБК-1, BK-7, ПУ-2, BK-5) ham keng ishlatiladi.

### 6.2.2. Lok va bo'yoq materiallar

Xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladigan lok va bo'yoq materiallar asosan suyuq, xamir (pasta) va kukun ko'rinishlarida bo'lishi mumkin.

Har qanday lok yoki bo'yoq materiallar bilan turli sirtlarni qoplaganda yupqa parda yoki qatlam hosil bo'ladi. Hosil bo'ladigan bunday qatlam tegishli buyum (detal) materialini korroziyadan (metall va qotishmalarga xos), egilish (bukilish) va namlanishdan (yog'och va plastmassalarga xos) saqlaydi yoki ularga tashqi chiroy, estetik ko'rkamlilik baxsh etadi.

Shuning uchun hozirgi vaqtda detallarni (buyumlarni) lok-bo'yoq materiallar bilan qoplash yoki muhofaza qilish sanoat miqyosida keng qo'llanilmoqda. Lekin shuni ham ta'kidlab o'tmoq lozimki, lok-bo'yoq materiallar bilan qoplangan detallar (buyumlar) ning ko'rinishini va xususiyatlarini (uzoq vaqt) yo'qotmasligi ko'pgina omillarga bog'liq bo'ladi. Masalan, lok-bo'yoqlarni to'g'ri tanlash, tegishli qoidaga rioya qilingan holda qoplash, ularni yopishqoqlik (adzeziya) kuchining qiymatini, lok-bo'yoq materiallar bilan qopladigan detal (buyum) materiallarining termik kengayish koeffitsiyentini, buyumdan foydalanish sharoitini (muhit, harorat va b.) hisobga olgan holda ishlatish orqali xizmat muddatini uzaytirish mumkin.

Lok va bo'yoqlar tarkibiga ko'ra, loklar, emallar, gruntovkalar va shpatlyovkalariga bo'linadi.

**Loklar** organik eritmalarga (spirt, efir, skipidarga), asosan, smola va smolaga o'xshash mahsulotlarni qo'shish orqali tayyorlanadigan parda hosil qiluvchi materiallar. Loklar turli buyumlar (detallar) ga qoplash orqali ularni turli ta'sirlardan muofaza qilish va ko'rinishini ko'rkam qilish, turli materiallarni elektr o'tkazmaydigan qilish hamda emal bo'yoqlar tayyorlash uchun xalq xo'jaligining turli sanoat tarmoqlarida keng ishlatiladi. Loklarning asosan tabiiy (moyli) va sun'iy (xlorvinilli, bakelitli va b.) turlari bo'ladi.

**Emal bo'yoqlar** asosan turli pigmentlarni loklarga qo'shish orqali hosil qilinadi. Emallar, emal bo'yoqlar, nitroemallar (nitrot-sellulozali bo'yoqlar), smolali, moyli va boshqa turdagi bo'yoqlarga bo'linadi.

Bularning ichida nitroemal juda tez quriydi. Shuning uchun nitroemallar va introloklarning 507, 508, 907, 230 markalaridan yuk avtomobillarining, kabinalari, kapotlarini bo'yash uchun ishlatiladi, 660 markali qora rangdagisidan esa ramalar va transmissiyalarni bo'yashda foydalaniladi.

Nitroemal yengil mashinalarni bo'yash uchun ishlatiladi. Lekin tarkibi asosan sintetik smolalardan iborat bo'lgan loklardan hosil qilinadigan tegishli detal yoki buyumning qoplovchi pardasi kimyoviy va termik chidamliligi jihatidan ancha yuqori bo'ladi.

**Gruntovkalar** loklarga 50–70 % turli pigmentlar (xrom kislotaning tuzi, qo'rg'oshinli surik va b.) qo'shib tayyorlanadi. Ular turli metallarni korroziyadan, yog'ochlarni chirishdan muhofaza qilish uchun mo'ljallangan.

Gruntovkalarining, asosan yelimli, moyli va nitrotsellulozali turlari bo'ladi. Buyum (detal) ni shpatlyovkalashdan oldin gruntovkalanadi.

**Shpatlyovkalar.** Juda maydalangan mineral kukunlar (bo'r, gips, ohak) ni turli moy, yelim, lok va boshqa bog'lovchi moddalar bilan aralashtirib, ko'rinishidagi quyuq modda-shpatlyovkalar hosil qilinadi.

Shpatlyovka detal (buyum) sirtidagi turli yoriqlarni, teshik-kovaklarni, tirqishlarni to'ldirib, sirtning tekis bo'lishini ta'minlash maqsadida ishlatiladi. Shunga ko'ra, shpatlyovka quyuq va suyuq holatda tayyorlanadi. Shpatlyovka bir yoki bir necha bor maxsus kurakcha-shpatel bilan surtiladi. Shpatlyovkani bevosita ishlatish oldidan tayyorlash maqsadga muvofiqdir.

Shpatlyovkalar tarkibidagi qo'shiluvchi moddalarning miqdoriga (dozasiga) qarab har xil bo'lishi mumkin. Masalan, yelimli shpatlyovkaning tarkibida 3 % duradgorlik yelimi, 65 % bo'r va pigment, 30 % suv bo'ladi. U tez qotadi. Uning yumshoq va yopish-qoq bo'lishini ta'minlash uchun tarkibiga 2 % alifmoy qo'shiladi.

Moyli shpatlyovkaning tarkibida 70 % bo'r va pigment, 30 % lok bo'lib, yelimli shpatlyovkaga qaraganda mustahkam bo'ladi, lekin sekin quriydi.

Agar yuzalarni juda uzoq muddatga muhofaza qilish talab qilinsa, u holda, yuzalarni ko'p qatlamli qoplamalar bilan, ya'ni gruntovka, shpatlyovka, emal, lok qatlamlari bilan qoplash maqsadga muvofiqdir.

Lekin yuzalardagi shpatlyovka qatlamining umumiy qalinligi 2 mm dan oshmasligi kerak.



---

---

## 7. KONSTRUKSION MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI

### 7.1. Cho‘yan ishlab chiqarish

Ma'lumki, tabiatda deyarli hamma metallar va ularning qotishmalari tog' jinslari tarkibida turli xil murakkab birikmalar ko'rinishida uchraydi. Cho'yan va po'lat ishlab chiqaradigan hozirgi zamon metallurgiya korxonasi turli korxonalarining murakkab kompleksidan iborat.

1. Ruda, toshko'mir, flyus, o'tga chidamli materiallar qazib olinadigan shaxta va karerlar.

2. Bekorchi jinslarni chiqarib tashlab ruda tozalanadigan va suyuqlantirishga tayyorlanadigan hamda rudaga nisbatan tarkibida temir ko'p bo'lgan mahsulot – konsentrat olinadigan ruda boyitish kombinati.

3. Koks-kimyo sexlari va zavodlari. U yerda kokslanadigan ko'mirlar tayyorlanadi, koks pechlarida ular kokslanadi (havo kiritmasdan taxminan 1000 °C temperaturada quruq haydaladi) hamda ulardan yo'l-yo'lakay benzol, fenol, toshko'mir smolasi kabi qimmatli kimyo mahsulotlari ajratib olinadi.

4. Energetika sexlari. U yerda elektr energiyasi olinadi va uzatiladi, domna protsesslarida havo puflash uchun zarur bo'lgan siqilgan havo olinadi, cho'yan va po'lat eritish uchun kislorod olinadi, shuningdek, metallurgiya korxonalarida chiqadigan gazlari tozalanadi (tabiatni saqlash va havo basseynini toza saqlash maqsadida).

5. Cho'yan va ferroqotishmalarni eritish domna sexlari.

6. Turli ferroqotishmalar ishlab chiqariladigan zavodlar.

7. Po'lat ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan konverter, marten, elektr-po'lat suyultirish sexlari.

8. Prokat sexlari. U yerda qizdirilgan po'lat quymalardan tayyorlamalar (blyumlar va slyablar), keyinchalik sort prokat, trubalar, list, sim va boshqalar uchun qayta ishlanadi.

Hozirgi zamon po'lat ishlab chiqarishi ikki bosqichli sxemaga asoslangan, unda domna pechlarida cho'yan eritiladi hamda keyinchalik undan turli usullar bilan po'lat olinadi. Domna pechlarida

eritish protsessida ruda tarkibidagi temir oksidlaridan temir tanlama qaytariladi. Shu bilan birga rudadan fosfor hamda uncha ko'p bo'lmagan miqdorda marganes va kremniy ham qaytarib olinadi; temir uglerod va qisman yoqilg'idagi (koks) oltingugurt bilan to'yinadi. Shunday qilib, rudadan tarkibida 2,14% dan ko'p uglerod, kremniy, marganes, oltingugurt va fosfor bo'lgan temir qotishmasi olinadi.

Metallurgiya korxonalarida mazkur birikmalardan quyidagi asosiy usullar yordamida metall va uning qotishmalari ajratib olinadi:

- *Pirometallurgiya*, bu usulda metall ishlab chiqarish uchun zarur issiqlik yoqilg'ini yondirish hisobiga olinadi;
- *Elektrometallurgiya*, ushbu usulda metall ishlab chiqarish uchun zarur issiqlik elektr energiyasi evaziga olinadi;
- *Gidrometallurgiya*, mazkur usulda ruda tarkibidagi metall erituvchiga o'tkazilib, so'ngra ajratib olinadi;
- *Kimyoviy metallurgiya* usulda kimyoviy va metallurgiya jarayonlari yordamida metall ajratib olinadi.

Yoqilg'ining asosiy yonuvchi komponenti uglerod bilan vodorod hisoblanadi. Uglerod yonish davrida o'zidan ko'p miqdorda issiqlik ajratib chiqarishi bilan birgalikda, temirni oksidlardan qaytarishda ishtirok etadi. Metallurgiyada yoqilg'i sifatida koks, mazut, tabiiy gaz, domna va koks gazlari ishlatiladi.

**Koks.** Toshko'mirni maydalab, maxsus pechlarda 1000–1100°C haroratda 10–15 soat davomida havosiz joyda qizdirishdan olingan qattiq g'ovak massa koks deyiladi.

Koks 80–95 % C, 0,5–2,0 % S, 0,04 % P, 1,0 % ga yaqin gazlar, 10–13 % kul va 5 % namlikdan iborat bo'ladi. Koks o'zidan 6500–7500 kkal/kg issiqlik ajratib chiqaradi; koksning g'ovakligi 45–55 % bo'lib, 700°C haroratda alangalanadi. Koks domna pechlari va vagrankalarda cho'yan ishlab chiqarishda yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

**Mazut** neftni qayta ishlashdan hosil bo'lgan suyuq yoqilg'i bo'lib, Marten va boshqa pechlarni qizdirishda ishlatiladi. Mazut o'zidan 8500 – 10500 kkal/kg issiqlik ajratib chiqaradi. Yonish jarayonini boshqarish qulay va yongandan keyin o'zidan kul ajratmaydi.

**Tabiiy gaz.** Uning asosiy qismi CH<sub>4</sub>–metan bo'lib, 1 m<sup>3</sup> tabiiy gaz yonganda 8000 kkal issiqlik chiqadi.

Metallurgiya sanoatida tabiiy gazdan foydalanish quyidagi afzalliklarga ega:

- domna va marten pechlarida boradigan jarayonlarni faollashtiradi;

- ish unumdorligini oshiradi;

- koksni tejash imkonini beradi.

**Koks gazi.** Toshko'mirdan koks olish jarayonida gaz hosil bo'ladi. Uning tarkibida 46–63 % H, 21–27 % CH<sub>4</sub>, 2–7 % CO<sub>2</sub>, 4–18 % N bo'ladi; 1 m<sup>3</sup> koks gazi yonganda 3500–4500 kkal/kg issiqlik ajralib chiqadi.

**Domna gazi.** Domna pechlarida cho'yan ishlab chiqarishda ajraluvchi gaz bo'lib, metallurgiya korxonalarida u sof holda yoki koks gazi bilan aralashtirilib ishlatiladi.

**O'tga chidamli materiallar.** Metallurgiya pechlari, yig'ichlar, kovshlarning devorlari va tublari o'tga chidamli materiallardan tayyorlanadi. O'tga chidamli materiallar kimyoviy tarkibiga ko'ra kislotali, asosli va neytral guruhlarga bo'linadi.

O'tga chidamli materiallarning kimyoviy tarkibi, suyuqlanish harorati va ishlatilish sohalari 7.1-jadvalda keltirilgan.

### O'tga chidamli materiallar

7.1-jadval

O'tga chidamli material nomi	Kimyoviy tarkibi	Suyuqlanish harorati, °C	Ishlatilishi
<b>Kislotali</b>			
Dinas	92–96 % SiO <sub>2</sub> ,	1690–1730	Bessemer konvertorida, kislotali Marten va elektr pechlarida
<b>Asosli</b>			
Magnezit	94 % MgO, CaO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2000–2400	Marten va elektr pechlari devorlari, tublarini terishda va ta'mirlashda
Dolomit	52–58 % CaO, 35–38 % MgO va SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1800–1950	Pech tublari, asosli konvertor devorlari

7.1-jadvalning davomi

Xrom-magnezitli material	65–67 % MgO, 30 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2000	Marten pechlari devorlari konvertorlarda
Neytral			
Shamot	56–60 % SiO <sub>2</sub> , 42–46 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 1,5–3 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1630–1770	Domna pechlari havo qizdirgichlari, kovsh devorlari

### 7.1.1. Cho‘yan ishlab chiqarish

Cho‘yan quymalar xossalari xilma-xil bo‘lishi, asosan ularning tarkibida doimiy bo‘ladigan qo‘shimcha elementlar (C, Si, Mn, P va S) miqdoriga bog‘liq.

Cho‘yanlar tarkibida uglerod qancha ko‘p bo‘lib, qolipda sekin sovitilsa, unda grafit ham ko‘p ajralib chiqadi. Shuning uchun yupqa devorli murakkab shaklli quymalar ko‘p uglerodli cho‘yanlardan olinadi. Odatda, uglerod miqdori sifatli quymalarda 3,2–3,5 % gacha, yuqori sifatli cho‘yanlarda 2, 8–3,0 % gacha bo‘ladi.

**Marganes.** Marganes cho‘yanlarda temir karbidining barqarorligini orttirib, uglerodning grafit tarzida ajralib chiqishiga qarshilik ko‘rsatadi. Marganes cho‘yaning sifatini pasaytiruvchi oltingugurtning zararli ta‘sirini kamaytiradi. Odatda, cho‘yanlarda marganesning miqdori 1,2 % dan oshmaydi.

**Kremniy.** Cho‘yanlarda kremniy temir bilan birikib silitsidlar (FeSi, Fe<sub>3</sub>SiP<sub>2</sub>) hosil qilib, uglerodni erkin holatda, ya‘ni grafit tarzida ajralib chiqishiga ko‘maklashadi. Shu sababli quymalar olishda uning miqdori 0,8–4,5 % oralig‘ida bo‘ladi.

**Fosfor.** Cho‘yanlarda fosfor qattiq va mo‘rt fosfidli evtektika hosil qilib cho‘yaning mexanik xossalari yomonlashtiradi. Shuning uchun muhim quyma detallarda uning miqdori 0,3 % dan ortmasligi kerak. Shu bilan birga fosfor cho‘yaning suyuqlanish haroratini pasaytirib, oquvchanligini oshiradi. Fosforli cho‘yanlardan yupqa devorli murakkab shaklli, silliq yuzali quymalar olishda foydalaniladi.

**Oltingugurt** cho‘yanlarda uglerodning grafit tarzida ajralishiga qarshilik ko‘rsatadi, ularning oquvchanligini pasaytiradi. Oltingugurtning temir bilan birikmasi FeS kristallanish davrida Fe bilan qo‘shilib 985°C da suyuqlanadigan evtektika (FeS+S) hosil qiladi va bu evtek-

tika donalararo kristallanib, cho'yanni mo'rtlashtiradi. Shu sababli cho'yan tarkibida oltingugurt miqdori 0,08–0,12 % dan oshmasligi kerak.

Cho'yan ishlab chiqaruvchi zamonaviy korxonalar yirik va murakkab inshootlar majmuyi bo'lib, ular rudalarni boyituvchi, koks ishlab chiqaruvchi batareyalar, pechlarni qizdirilgan havo bilan uzluksiz ta'minlovchi qurilmalar, quymalar, prokat mahsulotlar ishlab chiqaruvchi bo'limlar va boshqalardan tashkil topadi.

Domna pechlarida cho'yan ishlab chiqarishda keng foydalaniladigan asosiy materiallar temir rudalari, yoqilg'ilar va flyuslardan iborat bo'lib *shixta* deyiladi.

**Temir rudalari.** Temir rudalarida temir oksidlari va turli boshqa qo'shimchalar: qum, giltuproq, silikatlar, kalsit, shuningdek, oz miqdorda S, As va P lar uchraydi.

Ba'zi temir minerallarida Fe dan tashqari, oz bo'lsada Cr, Ni, W, V, Cu, Ti, Mn va boshqa metallar ham uchraydi. Bu rudalar *kompleks rudalar* deyiladi. Ulardan cho'yan olishda foydalanilsa, cho'yanning xossalari yaxshilanadi.

Domnalarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga rudaning kimyoviy tarkibi, fizik holati va o'lchamlarining ta'siri katta. Shu sababli rudani pechga kiritishdan avval u zararli jinslardan birmuncha tozalanadi va saralanadi. 7.2-jadvalda cho'yan ishlab chiqarishda keng foydalaniladigan temir rudalari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

### Cho'yan ishlab chiqarishda ishlatiladigan temir rudalari

7.2-jadval

Rudaning nomi	Mineralning nomi	Kimyoviy birikmasi	Temirning miqdori	
			oksidlarda	rudalarda
Qizil temir tosh	Magnetit	$Fe_3P_4$	72,2	40-65
Qo'ng'ir temir tosh	Gematit	$Fe_2P_3$	70,0	50-60
	Limonit	$2Fe_2P_3$	60,0	30-50
Shpatli temir tosh	Siderit	$FeCP_3$	48,0	30-40

Domna pechida yonayotgan yoqilg'i o'zidan zarur issiqlikni ajratadi. Shu bilan birga temir oksidlaridan temirni qaytaradi. Yoqilg'ilar organik moddalar bo'lib, tarkibida uglerod, vodorod,

uglevodlar, oltingugurt birikmalari, kislorod, azot hamda kulga aylanuvchi  $\text{SiP}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{P}_3$ ,  $\text{CaP}$  va boshqa moddalar bo'ladi.

Uglerod, vodorod va uglevodlar yoqilg'ining asosiy *yonuvchi komponentlari*, oltingugurt, azot hamda kulga aylanuvchi moddalar esa *yonmaydigan komponentlari* hisoblanadi.

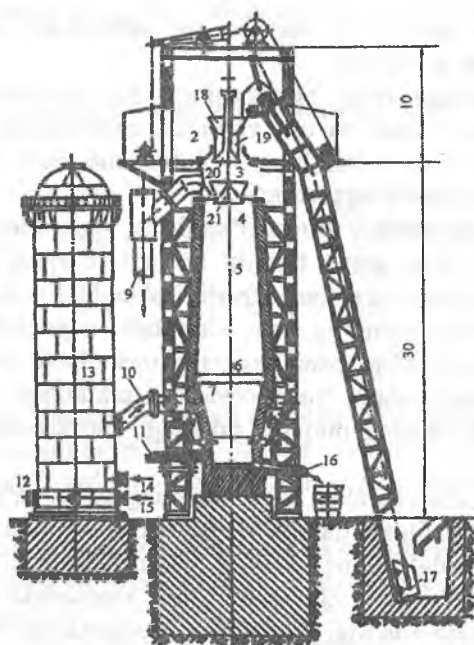
Cho'yan olishda yoqilg'i tarkibidagi S, P ning ozroq qismi metallga o'tib, uning xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Domna pechida sodir bo'ladigan jarayonning jadal borishi va sifatli cho'yan ishlab chiqarishda yoqilg'ining ahamiyati juda katta. Shu sababdan ham yoqilg'ining issiqlik ajratish xossasi yuqori bo'lishi, tarkibida oltingugurt va fosfor deyarli bo'lmasligi, yonganda oz miqdorda kul hosil qilishi hamda g'ovakroq bo'lishi lozim. 7.3-jadvalda metallurgiya sanoatida ishlatiladigan yoqilg'ilarning turlari keltirilgan.

Ruda suyuqlantirishda avval boyitilsada, unda birmuncha bekorchi jinslar ( $\text{SiP}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{P}_3$ ,  $\text{CaP}$ ,  $\text{MgP}$  va b.) qoladi. Metall ishlab chiqarish jarayonida ruda tarkibida qolgan bekorchi jinslarni shlakka o'tkazish uchun pechga flyus kiritiladi. Amalda foydalaniladigan temir rudalari tarkibida ko'proq  $\text{SiP}_2$  bo'lgani uchun flyus sifatida domna pechlarida ohaktosh ( $\text{CaCP}_3$ ) va kamroq ohaktoshli dolomit ( $\text{mCaCP}_3$ ,  $\text{nMgP}_3$ ) dan foydalaniladi.

Ruda va yoqilg'i tarkibidagi begona jinslarni hamda yoqilg'i kulini flyus o'ziga biriktirib, shlakka o'tkazadi va bu bilan jarayonning bir me'yorda borishini hamda kutilgan tarkibli cho'yan olishni ta'minlaydi. Agar jarayon mobaynida shlakni suyultirish zarur bo'lsa, buning uchun pechga ma'lum miqdorda kalsiy ftorit ( $\text{CaF}_2$ ) kiritiladi. Flyusni tejash maqsadida flyus sifatida asosli shlaklardan foydalanish ham mumkin.

### 7.1.2. Domna pechining tuzilishi va ish jarayoni

Domna pechi 8–10 yil davomida uzluksiz ishlovchi shaxtali pech bo'lib, o'rtacha hajmi 2000–3000  $\text{m}^3$  ni tashkil etadi. Domna pechining ichki devori shamot g'ishtidan terilib (7.1-rasm), sirtidan 15–20 mm li po'lat list bilan qoplanadi. Bu qoplama pechning *g'ilofi* (1) deyiladi. Domna pechining ustki qismi *koloshnik* (2) deb ataladi. Koloshnikka shixta materiallarini domnaga ma'lum miqdorda, bir tekisda yuklash qurilmasi o'rnatilgan.



7.1-rasm. Domna pechi.

Domna ishlayotganda ajralayotgan gazlar, uning koloshnik qismiga o'rnatilgan truba (3) orqali gaz tozalash qurilmasiga o'tadi. Gaz tozalangach, maxsus quvurlar orqali havo qizdirgich (4) ga yuboriladi. Pechning koloshnik qismi tagidagi pastga tomon kengayib boradigan kesik konusli eng katta qismi *shaxta* (5) deb ataladi. Bu qism o'z navbatida silindrik shaklli qism bilan tutashgan bo'lib, u *raspar* (6) deyiladi. Raspar kesik konusli qism bilan tutashgan bo'lib, bu qism *zaplechik* (7) deb ataladi. Bu qism o'z navbatida silindrik shaklli qism bilan tutashgan.

O'txona tubi *leshchad* deyiladi, u grafit g'ishtli bloklar yoki yuqori sifatli shamot g'ishtlaridan ishlanadi. Pech metall halqali taglik plitaga, taglik esa beton poydevorga o'rnatilgan bo'lib, temir ustunlarda turadi.

Domna pechining asosiy mahsuloti cho'yandir. Lekin cho'yan olishda u bilan birga shlak, domna gazi va koloshnik changi ham ajraladi, shu boisdan ular ham domna pechining mahsulotlari hisoblanadi.

Cho‘yanlar kimyoviy tarkibi va ishlatilish joylariga ko‘ra quyidagi turlarga ajratiladi:

**Qayta ishlanadigan cho‘yanlar.** Bu cho‘yanlar qattiq va mo‘rtidir. Sababi shuki, bu cho‘yanlarda uglerodning hammasi yoki ko‘proq qismi temir bilan kimyoviy birikma temir karbidi ( $Fe_3C$ ) holatida, qolgani grafit tarzida bo‘ladi.

**Quyma cho‘yanlar.** Bu cho‘yanlarda uglerodning ko‘p qismi erkin holatda, ya‘ni grafit tarzida bo‘ladi. Quyma cho‘yanlarning boshqa cho‘yanlarga nisbatan afzalligi shundaki, ular yuqori oquvchanlik, qotganda hajmning kam kirishishi, suyuqlanish temperaturasining nisbatan pastligi, oson kesib ishlanishi kabi xossalarga ega.

**Maxsus cho‘yanlar.** Bu cho‘yanlar tarkibidagi doimiy mavjud element Si, Mn larning miqdori odatdagi cho‘yanlarnikiga nisbatan ko‘p bo‘ladi.

Shuni qayd etish kerakki, cho‘yanlarning asosiy strukturasi tashqari tarkibidagi grafitning qanday shaklda bo‘lishiga qarab ular kulrang, juda puxta va bolg‘alanuvchan cho‘yanlarga ham ajratiladi. Kulrang cho‘yanlardan juda puxta cho‘yanlar olish maqsadida suyuq holatdagi cho‘yanga oz miqdorda Mg, yoki boshqa elementlar qo‘shiladi.

Bolg‘alanuvchan cho‘yanlar olish uchun esa oq cho‘yanlar quymalari maxsus rejimda yumshatiladi.

**Domna shlagi.** Shlakdan shlak paxtasi, g‘isht, sement, shlak bloklari va boshqa materiallar olishda foydalaniladi.

**Domna gazi.** O‘rtacha bir tonna cho‘yan olinganda  $3000\text{ m}^3$  hajmgacha domna gazi ajraladi. Bu gaz tarkibida 26–32 %  $CO$ , 2–4 %  $H_2$ , 0,2–0,4 %  $CH_4$ , 8–10 %  $CO_2$  va 56–63 %  $N_2$  bo‘ladi.

Domna gazining tarkibidagi ko‘pgina yonuvchi gazlar tozalan-gach, ulardan havo qizdirgichlarda, bug‘ qozonlarida va boshqa joylarda yoqilg‘i sifatida keng foydalaniladi.

**Koloshnik changi.** Koloshnik changi tarkibida 40–50 % gacha temir bo‘ladi. Domna gazlari maxsus gaz tozalash qurilmalaridan o‘tkazilib, yig‘ilgan chang aglomerat tayyorlovchi mashinalarda aglomeratga aylantiriladi.

## 7.2. Po‘lat ishlab chiqarish

**Po‘lat** asosiy konstruksion material bo‘lib, u cho‘yanga nisbatan puxta, yuqori plastik va oquvchanlik xossalari ega. Qoliplarni bir tekis to‘ldiradi, yaxshi payvandlanadi va kesib ishlanadi.



7.3-jadvalda po‘lat va cho‘yanlarning kimyoviy tuzilishi qiyoslab ko‘rsatilgan.

### Po‘lat va qayta ishlanadigan cho‘yanning kimyoviy tarkibi

7.3-jadval

Material	C	Si	Mn	P	S
Qayta ishlana- digan cho‘yan	4-4,4	0,76-1,2	1,75 gacha	0,15-0,3	0,03-0,07
Kam uglerodli po‘lat	0,22	0,12-0,3	0,4-0,65	0,05	0,055

Po‘lat ishlab chiqarish jarayoni quyidagi davrlarga ajratiladi:

- *Shixtani suyuqlantirish.* Bu davrda avval Fe, so‘ngra Si, P, Mn elementlari oksidlanadi va bu oksidlar o‘zaro birikib shlak hosil qiladi;

- *Uglerodning oksidlanishi.* Vanna haroratining ko‘tarilishi bilan uglerod shiddatli oksidlana boshlaydi. Bunda metall erigan shlakdagi CaO bilan reaksiyaga kirishib, CaS tarzida shlakka o‘tadi. Shlak tarkibida kalsiy oksidi ko‘p, temir oksidi esa kam miqdorda bo‘lsa metall oltingugurtdan yaxshiroq tozalanadi.

*Temir oksididan temirning qaytarilishi.* Po‘latda kislorod bo‘lishi uning mexanik va texnologik xossalariga putur yetkazadi. Shu sababli po‘lat ishlab chiqarish jarayonida undagi temir oksididan Fe ni ajratish muhim davr hisoblanadi. Fe ni ajratish maqsadida temirga nisbatan kislorodga yaqinroq bo‘lgan birikmalar va alumin bo‘laklari yoki ularning kukunlari vannaga ma‘lum miqdorda kiritiladi. Natijada hosil bo‘layotgan oksidlar osongina birikma hosil qilib shlakka o‘tadi. Temir oksididan temirni qaytarish jarayonni to‘la qaytarilgan, qaytarilmagan va chala qaytarilgan xillarga ajratiladi.

Po‘lat olishda asosan konvertor, marten yoki elektr pechlaridan foydalaniladi.

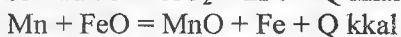
Bu pechlar ma‘lum afzallik va kamchiliklarga ega.

Bessemer konvertori nok shaklidagi qurilma bo‘lib, ichki devorlari o‘tga chidamli materiallar va sirti po‘lat list bilan qoplanadi. Qurilmaning o‘rtasi ikkita sapfadan iborat metall halqa bilan o‘raladi (7.2-rasm). Sapfa (3) ning ichi g‘ovak. Sapfalar poydevorga o‘rnatilgan ustunlar (6) ga tayanadi. Qurilma tubida diametri 15 mmli teshiklar

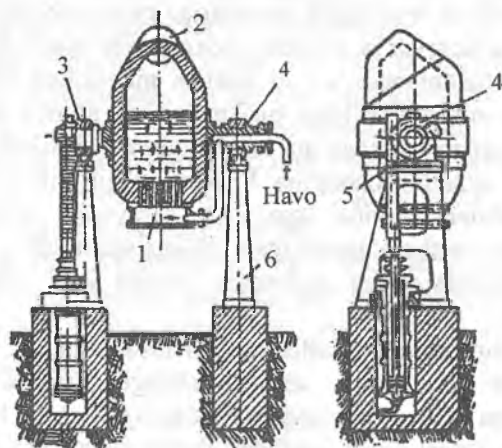
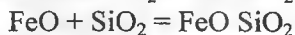
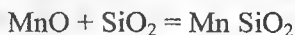
bo'lib, havo qutisi (1) bilan tutashgan. Sapfa (3) ga gidravlik porshen bilan bog'langan shesternya (4) o'rnatilgan. Gidravlik porshen harakatga kelganda konvertor tishli reyka (5) va shesternya (4) orqali o'z o'qi atrofida aylanadi.

Konvertorni ishga tushirayotganda yotiq (gorizontal) holatga keltirilib, unga suyuq cho'yan quyiladi. Keyin past bosimda havo haydaladi. Havo kanallari suyuq cho'yan bilan bekilib qolishini bartaraf etish maqsadida konvertor tik (vertikal) holatga asta-sekin keltiriladi.

Konvertorni tik holatga keltirish mobaynida havo bosimi 2,5 atm oshirib boriladi. Bu vaqtda suyuq cho'yan shiddat bilan oksidlana boshlaydi:

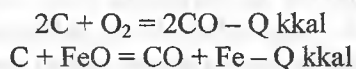


Oksidlar o'zaro birikib silikat tarzida shlak hosil qiladi:



7.2-rasm. Bessemer konvertori.

Dastlab uglerod yonmaydi, chunki vannadagi harorat uning yonishi uchun yetarli bo'lmaydi. Kremniy va marganeslarning oksidlanishi natijasida vannadagi harorat ko'tarilib, uglerod yona boshlaydi:



Konvertorning sig'imi, qayta ishlanayotgan cho'yan tarkibi va ularning miqdoriga ko'ra uglerodning yonishi 8–10 daqiqa davom etadi. Cho'yan tarkibidagi uglerod yonib kamayishi natijasida alanga pasayib qo'ng'ir tutun chiqib boshlaydi. Bu esa cho'yan tarkibidagi qo'shimchalar deyarli yonib tugaganligini bildiradi. Kutilgan tarkibdagi po'lat olingach, jarayonni tugatish uchun konvertorni yotiq holatga keltira borish bilan havo bosimi asta-sekin pasaytirib boriladi va to'xtatiladi.

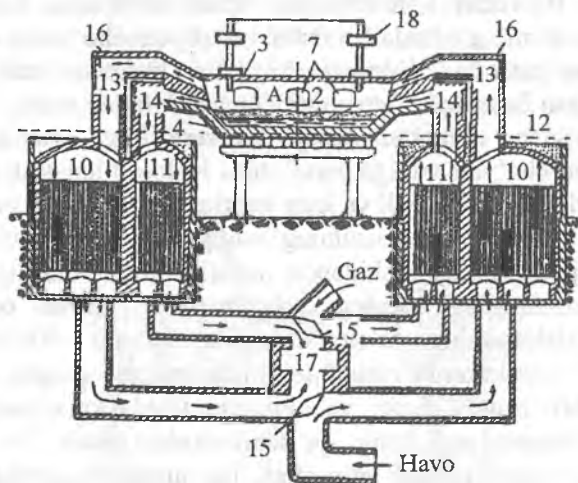
Ingliz metallurgi S.Tomas fosforiga boy cho'yandan po'lat olish maqsadida Bessemer konvertorining ichki devorlarini asosan o'tga chidamli dolomit g'ishtidan terishni va suyuq cho'yanni quyishdan oldin flyus sifatida ohaktosh kristallari kiritishni taklif qilgan. O'zgartirilgan Bessemer konvertori Tomas usuli deb ataldi.

1953-yildan e'tiboran asosli konvertorlarga quyilgan qayta ishlanadigan cho'yan sathiga texnik toza kislorod haydash yo'li bilan turli markalardagi uglerodli va kam legirlangan po'latlar olish usullari qo'llanila boshlandi. Bu usulning oddiy konvertor usulidan farqi shundaki, jarayonning boshidanoq metall yaxshi aralashgani uchun uglerod, kremniy va boshqa qo'shimchalar yaxshi oksidlanadi. Natijada kislorodning ta'sir doirasida harorat 3000°C gacha ko'tariladi. Konvertorda metall tez qizib, yaxshi qizigan faol shlak hosil bo'ladi. Bunda fosfor va oltingugurt shlakka o'tadi. Bu usul sanoatda borgan sari keng qo'llanilmoqda, chunki u oddiyligi, ixchamligi, yoqilg'i talab etmasligi, ish unumi yuqoriligi, ishlash sharoitining yaxshiligi, po'latda azot va vodorod gazining kamligi, kapital mablag'larni kam talab etishi, chiqindilarni qayta ishlashga imkon berishi kabi afzalliklarga ega. Pechning kamchiligi shuki, u suyuq cho'yanni ko'proq talab etadi. Bundan tashqari, metall kuyindisi ko'p, ancha miqdorda chang ajralib chiqadi.

*Marten pechi.* Yuqorida qayd etilganidek, konvertorli pechlarda po'lat ishlab chiqarish usullarining kamchiliklarini kamaytirish

borasidagi izlanishlar Marten usuli paydo bo'lishiga olib kelgan. Marten pechining ish bo'shlig'i gorizontaal yo'nalishda cho'zilgan kameradan iborat (7.3-rasm). Ish bo'shlig'ining devorlari o'tga chidamli materiallardan tayyorlanadi. Pechning qiziydigan qismlari suv bilan sovitish qurilmalari bilan ta'minlangan. Pechning old qismida shixta materiallarini yuklash uchun darchalar mavjud. Orqa devorida esa erigan metall va shlakni chiqarish uchun maxsus teshiklar bo'lib, ularga novlar o'rnatilgan. Suyuq metallni pechdan ravon chiqishi uchun uning tubi va devorlari ma'lum qiyalikda ishlangan.

Pech juft regeneratordarga ega. Pech vannasidagi shixtani eritish uchun regeneratordagi 1880–2000°C ga qizdirilgan yonuvchi gaz pech bo'shlig'idagi havo kislorodi hisobiga yondiriladi. Buning uchun jarayonning boshlanishida pechga haydalayotgan gaz bilan havo 1200–1300°C gacha qizdiriladi.



7.3-rasm. Marten pechl.

Keyinchalik regeneratordagi pechdan chiquvchi yonish mahsulotlari issiqligi hisobiga qizib, pechga haydab turiladigan sovuq gaz bilan havoni kerakli haroratgacha qizdirib turadi. Qizigan gaz va havoning harorati regeneratordagi yuqori qismida 1100°C ga yaqin

bo'radi. Regeneratorlardan pechga haydalayotgan gaz bilan havo pech og'zida aralashib yonadi. Pechga kiritilgan shixta materiallari yonuvchi gaz mahsulotlari issiqligi ta'sirida qizib, suyuqlana boshlaydi. Yonish mahsulotlari pech vannasining yuza qismidan o'tib, ikkinchi juft regeneratorlarni qizdiradi. Pechdan chiqayotgan yonish mahsulotlari mo'ridan chiqib ketadi. Birinchi juft regeneratorlar kameralari haydalgan havo va gazni yetarli darajada qizdira olmaydigan darajada sovigach, maxsus klapanlar vositasida yonish mahsulotlarining harakat yo'nalishi o'zgartiriladi.

Marten pechlarida qayta ishlanuvchi shixta materiallarini eritish quyidagi ikki variantda olib boriladi:

- skrap-jarayon;
- skrap-ruda jarayoni.

Mashinasozlik va kichik metallurgiya korxonalarida sifatli po'latlar olishda *skrap-jarayon* qo'llaniladi. Bunda shixtaning 55–75 % temir-tersak, qolgani esa qayta ishlanadigan cho'yandan iborat bo'radi.

Domna pechlari mavjud bo'lgan yirik metallurgiya korxonalarida *skrap-ruda* jarayoni ishlatiladi. Bunda shixtaning 60–75 % suyuq cho'yandan, qolgani esa po'lat skrapdan iborat bo'ladi.

Zamonaviy pechlarning sig'imi 200–900 tn atrofida bo'lib, ularda uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan po'latlar olinadi. Bunday pechlar yordamida olingan po'latlar pech gazlari bilan birmuncha ko'proq to'yinganligi yuqori legirlangan asbobsozlik va maxsus xossali po'latlar olishni cheklaydi.

**Elektr pechlari.** XIX asr oxiri va XX asr boshlarida elektr pechida po'lat olish usuli yaratildi. Elektr pechlari tuzilishining oddiyligi, turli muhitda va vakuumda ishlay olishi, haroratning yuqoriligi va oson rostlanishi ko'p legirlangan va maxsus xossali po'latlar olishga imkon berdi.

Po'lat ishlab chiqarishda foydalaniladigan elektr pechlari ikki asosiy guruhga ajratiladi:

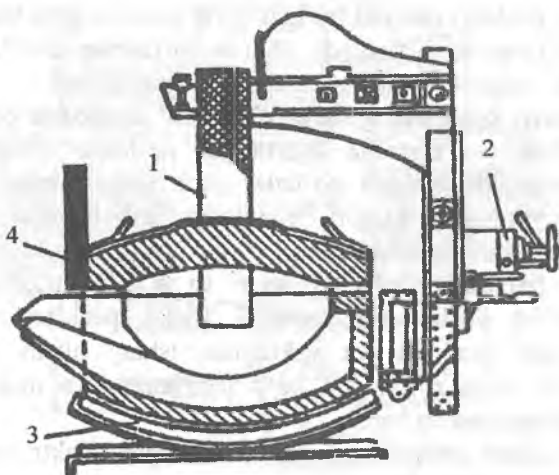
- elektr-yoy pechlari;
- induksion elektr pechlari.

*Elektr-yoy pechlari* tuzilishi oddiy, boshqarish qulay, elektr energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti yuqori va ularda turli markalardagi po'latlarni arzon shixta materiallaridan olish mumkin

(7.4-rasm). Elektr-yoy pechlari, o'z navbatida, elektrod 1 ning o'rnatilishiga ko'ra ikki turga bo'linadi:

- elektrodleri tik (vertikal) o'rnatilgan pechlar (ular po'lat ishlab chiqarishda ishlatiladi);
- elektrodleri yotiq (gorizontal) o'rnatilgan elektr pechlari (ular quymakorlik sexlarida rangli metallar qotishmalarini suyuqlantirishda ishlatiladi).

Bu pechlarda tok birinchi elektroddan metallga, undan ikkinchi elektroddga o'tadi. Natijada tok zanjiri hosil bo'ladi. Elektr yoyi elektrodlar bilan pechga solingan shixta orasida hosil bo'ladi. Elektr-yoy pechlari sirti po'lat list bilan qoplangan bo'lib, ichki devorlari o'tga chidamli g'ishtlardan teriladi. Pechning yuqori qismi *gumbaz* deb, tagi esa *tub* deb ataladi. Shixta materiallarini pechga tezroq yuklash maqsadida gumbaz ajraladigan qilinadi. Ba'zi pechlarning yon tomonlariga shixta materiallari solinadigan darcha, ikkinchi tomonidan esa suyuq metall chiqaradigan nov qilinadi.



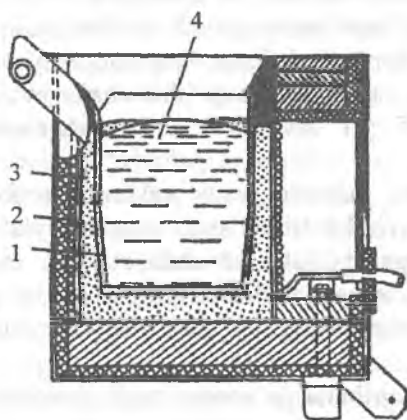
7.4-rasm. Elektr-yoy pechi.

Pech elektrodleri ko'mir yoki grafitdan diametri 200–600 mm, uzunligi 3000 mm gacha qilib tayyorlanadi. Elektrodning diametri quvvatiga qarab belgilanadi. Bir tonna po'lat olish uchun 5–10 kg grafit elektrod sarf bo'ladi.

Pechning kamchiligi shuki, unda olingan po'lat tarkibida  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ , gazlar hamda metallmas qo'shimchalar bo'ladi. Ular metallning mexanik xossalarni pasaytiradi.

*Induksion elektr pechlarining sig'imi 5–10 t bo'lib, ulardan yuqori sifatli maxsus xossalarga ega bo'lgan korroziyabardosh va olovbardosh po'latlar olishda foydalaniladi. Yuqori chastotali induksion pechlarda ikki chulg'amli havo transformator bo'lib, uning birlamchi chulg'ami–induktori mis quvurga, ikkilamchi chulg'ami esa tigelga ulangan. Mis quvur ichida suv aylanib yuradi. Unga tigel (1) o'rnatilgan (7.5-rasm).*

Pechni ishga tushirish uchun mis quvurli chulg'am (2) orqali yuqori chastotali (500-2500 Gs) tok yuboriladi. Bu tok o'zgaruvchan magnit maydoni hosil qiladi. Natijada magnit maydoni ta'sirida tigel 1 dagi metallda kuchli uyurma tok hosil bo'ladi. Tokning elektr-dinamik kuchlari ta'sirida metall zarrachalarning harakati tezlashib, metall qiziydi va suyuqlanadi. Bu pechlarda legirlangan po'lat chiqindilari, toza skrap va ferroqotishmalar qayta suyuqlantiriladi.



**7.5-rasm. Induksion elektr pechi.**

Shixtani suyuqlantirishning oxirida pechga flyus kiritiladi. Jarayonda oksidlarining birikishidan shlak hosil bo'ladi va metall sirtiga qalqib chiqadi. Shlakning o'rtacha harorati metallnikidan past, chunki u metallning issiqligi hisobiga qiziydi. Shu bois metall bilan shlak orasida aktiv reaksiyalar bormaydi, qolaversa, metall tarkibidagi S va P elementlarining miqdorini kamaytirib bo'lmaydi. Lekin shixta

bu qo'shimchalardan mumkin qadar tozaroq, jarayon esa tezroq borishi kerak. Zarur hollarda vannaga ma'lum miqdorda qaytaruvchi moddalar yoki legirlovchi elementlar qo'shiladi.

Induksion pechlarning afzalliklari quyidagilardir:

- tuzilishi oddiy;
- boshqarish qulay;
- jarayonda metall kuyindisi oz hosil bo'ladi;
- metall yaxshi aralashishi natijasida gaz va qo'shimchalardan yaxshi tozalanadi;

• ko'mir elektrodlar yo'qligi sababli uglerodga to'yinmaydi va yuqori legirlangan, tarkibida 0,02–0,04 % uglerodi bo'lgan po'latlar olishga imkon beradi.

Odatda, 1 t sig'imli pechda po'lat ishlab chiqarish jarayoni 45 daqiqa davom etib, 600–700 kVt soat elektr energiyasi sarf bo'ladi. Keyingi yillarda induksion pechlarda metallni vakuumda va inert gazlar muhitida suyuqlantirish yo'li bilan yuqori sifatli maxsus po'latlar olinmoqda. Ma'lumki, oddiy pechlarda olingan po'lat tarkibida erigan vodorod, kislorod va azot gazlarining hamda metallmas qo'shimchalarning hatto oz miqdorda bo'lishi ham po'latning xossalari birmuncha yomonlashtiradi. Shu bois, suyuqlantirilgan metalldagi erigan gazlar va metallmas qo'shimchalar miqdorini kamaytirish uchun keyingi 25 yil davomida turli mamlakatlarda vakuumdan foydalanilmoqda.

Hozirgi vaqtda metallurgiyada vakuumdan foydalanishning bir qancha usullari mavjud bo'lib, ulardan eng asosiylari quyidagilardir:

- suyuqlantirilgan po'latni kovshda ma'lum vaqt vakuum ostida saqlab, so'ngra neytral gaz muhitida qolipga quyish usuli;
- metallni vakuum ostida suyuqlantirish va vakuum ostida qolipga quyish usuli.

S.I. Kuzmin tajribalariga asosan turli sharoitda suyuqlantirilgan po'lat tarkibidagi gaz va metallmas qo'shimchalar miqdori 7.4-jadvalda keltirilgan.

Vakuumdagi suyuqlantirib olingan po'latning tozaligi uning haroratiga, vakuum darajasiga, ishlash vaqtiga bog'liq. Bu usulda olingan po'latlarning donalari chegarasi toza, kimyoviy tarkibi barqaror bo'ladi. Bu esa metallning ichki tuzilishi va xossalari yaxshi bo'lishini ta'minlaydi.



## Havo muhitida va vakuumda suyuqlantirilgan po'lat tarkibidagi gaz, metallmas qo'shimchalar miqdori

7.4-jadval

Po'latni suyuqlantirish usuli	Po'latdagi qo'shimchalar miqdori, %			
	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Boshqa metallmas qo'shimchalar
Gaz muhitida	0,0192	0,003	0,0056	0,039
Vakuumda	0,0019	0,0005	0,0028	0,0042

### Po'lat quyish usullari

Sanoatda po'lat quyishning asosan uchta usulidan foydalaniladi:

- po'latni qolipga ustidan quyish;
- po'latni qolipga tagidan kiritib quyish;
- po'latni uzluksiz quyish.

Yirik, zich sifatli quymalar olishda po'latni qolipga *ustidan quyish* usulidan foydalaniladi. Bunda metall har bir qolipga kovsh bilan alohida-alohida quyiladi. Bundan tashqari, quyilayotgan metall haroratining pastroq bo'lishi uning shlak, gazlardan to'laroq tozalanishini ta'minlaydi.

Mayda va o'rtacha og'irlikdagi quymalar olishda po'latni qolipga *tagidan kiritib quyish* usuli ishlatiladi. Bunda bir yo'la bir necha qolipga metall o'zaro tutashtirilgan markaziy quyish tizimi kanali orqali tagidan bir tekisda kiritiladi. Bu usulda bir vaqtning o'zida sirti tekisroq bo'lgan, kirishish bo'shlig'i bo'lmagan ko'plab quymalar olinadi.

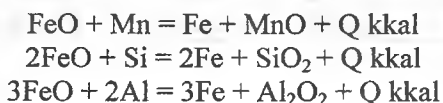
Yuqorida ko'rilgan quyish usullarining kamchiliklarini bartaraf etishga oid izlanishlar natijasida metallni *uzluksiz quyish* usuli kashf etildi. Bu usul yuqorida ko'rsatilgan usullardek metall qoliplar, qizdirish pechlarini talab etmaydi, chiqindi miqdori 5-8 marta kam, ish unumi esa yuqori bo'ladi.

Temir oksididan temirni ajratish darajasiga qarab uni sekin, qaynaydigan va chala qaynaydigan xillarga ajratish mumkin.

Qaynaydigan po'lat quymalar olish uchun po'lat avval pechda ferromarganes bilan chala qaytarilib, so'ngra qolipda uglerod hisobiga qaytariladi. Bunda metallardan ajralayotgan CO gazi aralashirilayot-

ganda u qaynaydi va ajralayotgan gaz pufakchalarining ko'pi quymada qoladi, kirishish bo'shlig'i bo'lmaydi. Bunday quymalarning sifati sokin po'lat quymalardan pastroq bo'ladi. Suyultirilgan po'latda temir ikki oksidi, azot erib, uning mexanik va texnologik xossalarini pasaytiradi. Shu sababli eritilgan po'latdan sifatli quymalar olishda oldin u qaytariladi.

Qaytaruvchi birikmalar sifatida ferromarganes, ferrosilitsiy, alumin ishlatiladi. Qaytarish jarayonida quyidagi reaksiyalar boradi:



Metallning qanchalik tozalanganligini shlakdan olingan namuna rangiga qarab bilsa bo'ladi. Namunaning rangi qora bo'lsa, metall oksidlaridan yaxshi tozalanmagan bo'ladi. Bu holda yana qisman qaytaruvchilar kiritilishi kerak bo'ladi. Shlak metall oksidlaridan tozalangani sari oqarib boradi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Materialshunoslik fani va uni o'rganishning ahamiyati.
2. Qora metallar haqida ma'lumot bering.
3. Metallar rudalardan qanday usullar yordamida ajratib olinadi?
4. Metallurgiyada ishlatiladigan asosiy yoqilg'i turlari haqida ma'lumot bering.
5. O'tga chidamli materiallar haqida gapirib bering.
6. Cho'yan haqida va uning tarkibiga kiruvchi elementlarning xossalariga ta'siri to'g'risida aytib bering.
7. Domna pechining tuzilishi va ish jarayonini so'zlab bering.
8. Po'lat ishlab chiqarish haqida ma'lumot bering.
9. Po'lat ishlab chiqarishda ishlatiladigan pechlar haqida so'zlab bering.
10. Po'lat qolipga necha usulda quyiladi?

---

---

## 8. QUYMAKORLIK. QUYMA OLISHNING MAXSUS USULLARI

### 8.1. Quymakorlik

Quymakorlik detal va buyumlar xomaki (zagotovkalari) ko'rinishida turli-tuman quymalar olish jarayonlaridan iboratdir. Quymakorlik jarayonida qolip (qum-tuproqdan yoki metall dan yasalgan) suyultirilgan metall bilan to'ldiriladi, u qotgach, quyma detal, ya'ni quyma hosil bo'ladi. Zarur bo'lsa, quymalarga keyingi ishlov berish jarayonida aniq o'lcham va shakl beriladi. Ko'pgina hollarda kerakli detallar faqat quyish usuli bilangina olinadi. Bu, ayniqsa katta o'lcham va vaznga ega bo'lgan, shuningdek, murakkab shaklli detallarni tayyorlashda yoki qotishmaning plastikliigi kichik (masalan, cho'yan) bo'lib, bosim ostida ishlov berish (bolg'alash, shtamplash) mumkin bo'lmagan hollarda juda muhimdir. Mashinasozlikda barcha detallarning taxminan 50 % quymakorlik usuli bilan olinadi.

*Quymakorlik sanoati texnologiyasi.* Ma'lumki, quymakorlik sanoati sexlarida u yoki bu quyma buyum (detail) ni hosil qilish uchun ma'lum bir tizimdagi ishlab chiqarish texnologiyasini amalga oshirish talab qilinadi. Shuning uchun quymalar ishlab chiqarish texnologiyasini vtulka quymasini hosil qilish misolida ko'rib chiqamiz.

Vtulka quymasi hosil qilinishi uchun dastavval shu quymaning nusxasi va quymada teshik hosil qilish uchun zarur bo'lgan sterjenning qolipi (sterjen qutisi) yasaladi, so'ngra nusxa yordamida qolip, sterjen qutisida esa sterjen tayyorlanadi. Qolipga quyish kanallari ochiladi, sterjen o'rnatiladi va qolip suyuq metall bilan to'ldiriladi. Metall qotgach, qolipni buzib, undan quyma olinadi, quymaning ortiqcha joylari kesib tashlanadi va tozalanadi, natijada quyma tayyor holga keladi,

Shunday qilib, quymakorlik sexlarida turli quyma buyumlar (detailar) ishlab chiqarish texnologiyasi quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi: a) metall qolip yuzasiga o'tga chidamli qatlam qoplash va uning ustidan yupqa qilib maxsus bo'yoqlar berish; b) qolipni

yig'ish; d) qolipga metallni quyish; e) quymani qolipdan ajratish; f) qolip yuzalarini siqilgan havo bilan yoki boshqa usulda tozalash.

## 8.2. Quyma olishning maxsus usullari

Sanoat miqyosida quymalar olishning maxsus usullariga: suyuqlantirilgan metall yo qotishmalarni qoliplar (kokillar)ga quyish, markazdan qochirma quyish, bosim ostida quyish, suyuqlanuvchan nusxalardan foydalanib quyish va qobiq qoliplarga quyish kabilar kiradi. Ana shu usullarni qisqacha ko'rib o'tamiz.

*Kokillarga quyish* yo'li bilan olinadigan cho'yan va po'lat quymalarda ichki bo'shliqlar (teshiklar yoki chuqurchalar) hosil qilish zarur bo'lsa, odatdagi qoliplarda ishlatiladigan sterjenlardan, aluminiy qotishmalari va magniy qotishmalari uchun esa ajraluvchi metall sterjenlardan foydalaniladi. Suyuq metall kokillar ustidan, yonidan yoki ostidan quyilishi mumkin. Kokillarning ichki yuzalari o'tga chidamli material va bo'yoqlar bilan qoplanadi. Kokillarga suyuq metall yaxshi to'lishi uchun ular oldindan qizdirib olinadi.

Kokillarga quyish usuli mehnat unumdorlini oshirishga, quyma sirtining sifatini hamda uning mexanik xossalarini yaxshilashga, kesib ishlash uchun qoldiriladigan qo'yimni kamaytirishga imkon beradi.

*Markazdan qochirma quyish* usuli silindrsimon jismlar shaklidagi quymalar, masalan, quvur, vtulka, shkiv, g'ildirak, shesternya, mufta diskalarning tayyorlanmalarini olish uchun qo'llaniladi. Bu usulning mohiyati shundaki, suyuq metall gorizontaal yoki vertikal o'q atrofida 1000 ayl/min tezlik bilan aylanuvchi qolipga quyiladi. Qolipning va unga quyilgan suyuq metallning aylanishi natijasida hosil bo'ladigan markazdan qochma kuchlar metallni qolip devoriga siqadi, natijada metall darrov qotib, qolip shakliga kiradi.

*Bosim ostida quyish* usulining asosiy mohiyati shundaki, suyuq metall (qotishma) po'lat qolipga katta bosim ostida quyiladi. Tayyorlangan quyma g'ovaksiz, sirtqi nuqsonlarsiz, toza va aniq bo'ladi. Oson suyulanuvchi rangli qotishmalardan (aynisa aluminiy, rux, magniy qotishmalaridan) murakkab shaklli, yupqa devorli, aniq o'lchamli, toza yuzali va og'irligi 50 kg gacha bo'lgan quymalar (samolyot, avtomobil va boshqa mexanizmlarning detallari uchun quymalar) olishda bu usuldan keng foydalaniladi.

*Suyuqlanuvchi nusxa yordamida quyma olish* usulida quyma olish uchun oson suyuqlanuvchi materialdan—parafin, stearin, mum (bitum) va boshqalardan turli quymalarning nusxalari tayyorlanadi. Buning uchun esa po‘lat, bronza yoki jezdan nusxa etaloni yasalib, bu etalonni oson suyuqlanuvchi qotishmaga botirish yo‘li bilan press-qolip tayyorlanadi. Ana shu press-qolip suyuqlantirilgan parafin, stearin, mum (bitum) bilan 3-6 atm ( $303\text{--}606\text{ kN/m}^2$ ) bosim ostida to‘ldirilib, juda aniq nusxa hosil qilinadi. Shu usulda tayyorlangan bir necha nusxa blok qilib yig‘iladi va quyish tizimiga tutashtiriladi. Keyin bu yig‘ilgan nusxalar bloki suyuq shisha yoki gidrolizlangan etil silikat ( $\text{C}_{25}\text{O}_4$ ) Si eritmasi bilan kvarts kukuni qorishmasiga 2–3 marta botirib olinadi, shunda nusxalar blok sirtida 2–3 mm qalinlikdagi o‘tga chidamli silliq qoplama hosil bo‘ladi. Nusxalar bloki zavodda 2–3 soat davomida quritilgandan keyin opoka ichida atrofi qolip aralashmasi bilan zich qilib to‘ldiriladi. Opoka ichidagilari bilan birga mufelli pechda qizdiriladi, bunda nusxalar va quyish tizimi suyuqlanadi hamda tashqariga olib chiqadi, natijada nusxalar va quyish tizimi o‘rni bo‘shab qoladi, ya‘ni qolip hosil bo‘ladi. Bu qolip  $800\text{--}900\text{ }^\circ\text{C}$  gacha qizdiriladi, bunda qolip puxtalanadi va metall quyish uchun tayyor holga keladi. Bunday qolipga suyuq metall odatdagi usul bilan ham, markazdan ochirma usul bilan ham quyilishi mumkin. Bu usul bilan quyib hosil qilinadigan quyma zich bo‘ladi, demak, uning mexanik xossasi yaxshilanadi.

*Qoliplar yordamida quymalar olish* uchun ko‘pincha qotishmalardan, masalan, cho‘yandan quymaning ikki pallali nusxasi (qolip ikki simmetrik qismdan iborat qilib tayyorlanadi, ya‘ni avval qolipning birinchi yarmi, keyin ikkinchi yarmi bir har xil texnologik jarayonda bajariladi) yasaladi, nusxaning har bir pallasi metall plitaga mahkamlanadi. Ana shu nusxa asosida qobiq qolip (qolipning yarmi) tayyorlanadi. Qolip materiali sifatida kvarts qumi kukuni bilan bakelit (fenol-formaldegid smolasi) kukuni (pulver-bakelit) aralashmasidan foydalaniladi. Ma‘lum bir texnologik jarayon orqali tayyorlangan kabilar (ikkita yarimqolip) o‘zaro birlashtiriladi va tayyor qobiq qolip hosil bo‘ladi. Bu qolipga suyuq metall kiradigan teshik ochiladi, quti tik holatda o‘rnatilib, atrofi qum bilan zich qilib to‘ldiriladi va shundan keyin suyuq metall yoki qotishma quyiladi.

Quymalarda ichki bo‘shliqlar hosil qilish zarur bo‘lgan hollarda qobiq (qolipning yarmi qoliplarga maxsus mashinalar yordamida

tayyorlangan qobiq sterjenlar oʻrnatiladi. Bunday qoliplar istalgan quymakorlik qotishmasidan quymalar olishga imkon beradi. Bunday qoliplarda olingan quymalarning oʻlchamlari aniq chiqadi.

Quymaning tannarxi korxonaning turi, quymaning materialiga, murakkabligiga, oʻlchamlari, ogʻirligiga va boshqa koʻrsatkichlarga bogʻliq boʻladi.

#### *Quyma olish uchun suyuq metall va qotishmalarni tayyorlash.*

Maʼlumki, quymakorlik sexlarida quyma buyumlar turli shakllardagi qoliplarga suyuq metall va qotishmalar quyish orqali hosil qilinadi. Bu maqsadda quymakorlik sexlarida metall va qotishmalarni suyuqlantirish uchun ishlatiladigan tegishli tuzilishdagi pechlardan foydalaniladi. Qanday pechlardan foydalanish metall va qotishmalarning xiliga bogʻliq boʻladi. Masalan, choʻyanni suyuqlantirish uchun asosan vagrankadan, poʻlat suyuqlantirish uchun kichik konvertor, kichik marten pechi, elektr yoy pechlari, induksion pechlardan, rangdor qotishmalar suyuqlantirish uchun esa elektr yoy pechlari, qarshilik pechlari, induksion pechlar va boshqalardan foydalaniladi. Yuqorida qayd qilganimizdek, quymakorlik choʻyani, odatda, *vagranka* deb ataladigan pechda suyuqlantiriladi. Vagranka domna pechi kabi ishlaydi. Gʻilofi poʻlat taxtalarini (listiarini) parchinlash yoki payvandlash yoʻli bilan tayyorlanadi. Ichki qoplamasi shamot gʻishtidan teriladi. Vagrankaning furmalar teshigidan shixta tushirish darchasigacha boʻlgan qismi *shaxta* deb, furmalar teshigidan pastki qismi esa *gorn* deb ataladi. Hozirgi vagrankalarning boʻyi 9–10 m ga, shaxtasining diametri esa 3 m gacha yetadi. Vagrankalarning ish unumi 1 soatda suyuqlantirib olinadigan choʻyan miqdori bilan belgilanadi va pechning diametriga qarab 25 tonnagacha suyuq choʻyan olish mumkin.

Bunday vagrankada choʻyan quyidagicha suyuqlantiriladi. Choʻyan suyuqlantirishda shixtaning metall qismi – quymakorlik choʻyani korxonada chiqindisi, mashina siniqlari va ozroq miqdorda temir-tersakdan iborat boʻladi. Yoqilgʻi sifatida, asosan, koks ishlatiladi. Flyus sifatida ohaktosh, dolomit, asosli marten shlaklari va boshqa materiallardan foydalaniladi. Vagrankaga koks, metall shixta va flyus maxsus darcha orqali tushiriladi. Koksning yonishi uchun zarur boʻlgan havo (baʼzan kislorod bilan boyitilgan havo) bosim ostida halqasimon quvurgʻa va undan furmalar orqali gorniga beriladi. Hosil boʻlgan suyuq choʻyan gornning qiya tubidan maxsus nov orqali

cho'michlarga tushiriladi, cho'michlardan esa qoliplarga quyib chiqiladi va tegishli shakldagi quyma buyum hosil qilinadi.

Quymakorlik korxonalarida po'lat suyuqlantirishda *kichik konvertor* (kichik bessemerlash deyilib, hozir sanoat miqyosida deyarli ishlatilmaydi), *kichik marten pechlari* va boshqa pechlardan foydalaniladi.

Yuqori sifatli cho'yan va quymalar olishda ikki-uch agregatda suyuqlantirish usulidan foydalaniladi. Masalan, po'lat dastlab konvertorda, so'ngra elektr pechda suyuqlantiriladi va bu jarayon *dupleks* deb ataladi.

Agar metall ketma-ket uch agregatda, masalan, vagranka, konvertor va elektr pechda suyuqlantirilsa, bunday jarayon *tripleks* deyiladi. Bronza elektr yoy pechlarida, aluminiy qotishmalari esa qarshilik pechlarida suyuqlantiriladi.

Metallarni suyuqlantirishda ba'zan tigelli pechlardan ham foydalaniladi. Tigellarning sig'imi 50 kg dan 300 kg gacha bo'ladi. Yuqoridagi pechlarda suyuqlantirilgan metallar cho'michlarga, ulardan esa qoliplarga quyiladi. Suyuq metall qoliplarga ikki usulda quyilishi mumkin: a) suyuq metall cho'michlarda qoliplar oldiga keltiriladi; b) cho'mich o'zgarimas holatda bo'lib, qoliplar maxsus konveyerda cho'mich ostiga surib turiladi.

Qoliplarga quyilgan metall sovigach, qoliplar maxsus mashinalar yordamida sindirilib, quymalar ajratib olinadi, quyish tizimida qotgan metall qirib tashlanadi va quymalar turli usullarda, masalan, zoldirli tegirmon, pitra purkash mashinada qum donalari, yopishgan kuyundi va boshqalardan tozalanadi. Tozalangan quymalar texnik nazoratdan o'tkaziladi va nuqsoni bo'lgan quymalar ajratib olinadi.

*Quymakorlik materiallari.* Ma'lumki, har qanday qotishmadan quymalar hosil qilish mumkin. Ammo quymalarning sifati texnik standart talablariga javob berishi uchun quymalar olishda bir qator talablar qo'yiladi, ya'ni qotishmalar suyuq holatda oquvchan, kam kirishuvchan, bir strukturali, metallmas aralashmalardan xoli bo'lishi va suyuqlanish harorati juda yuqori bo'lmasligi lozim.

Ayniqsa, quymakorlikda eng ko'p ishlatiladigan qotishmalardan po'lat va cho'yanning suyuq holatda oquvchanligi uglerod, kremniy va fosfor miqdoriga bog'liq, ya'ni bu elementlarning miqdorlari bilan suyuq holatda qoluvchanligi to'g'ri mutanosib holda o'zgarib boradi. Hozirgi quymakorlik sanoatida turli quymalar olishda rangli qotishmalar va cho'yan, po'latlardan tashqari, ba'zi cho'yan qotishma-

laridan ham foydalaniladi. Masalan, Cч12, Cч15, Cч18 cho‘yanlari puxtaligi pastroq va o‘rtacha detallar, masalan, metall kesish dastgohlarining tayanchlari, asosi, g‘ilofi, qutisi va qopqoqlari, supporti, karetkasi va shu kabi detallarni quyish uchun, Kч 21–40, Kч 24–44, Kч 28–48 cho‘yanlari esa mashinalarning muhim detallari, masalan, stanina, korpus, bu mashinasi silindrlari, tormoz barabanlari, friksion mufta disklari va shu kabilar uchun ishlatiladi. Juda yuqori sifatli cho‘yandan quymalar olish uchun, suyuqlantirish vaqtida cho‘yanga po‘lat siniqlari yoki maxsus elementlar qo‘shiladi, shuningdek, quymalar maxsus tarzda termik ishlanadi. Puxtaligi, yeyilishga chidamliligi va korroziyaga bardoshliligi yuqori bo‘lishi talab qilinadigan quymalar legirlangan cho‘yandan quyiladi. Quymalarning sifati cho‘yanni modifikatsiyalash yo‘li bilan amalga oshiriladi. Cho‘yanni modifikatsiyalash uchun suyuq cho‘yanni qoliplarga quyish oldidan unga ozroq silikokalsiy, magniy, aluminiy, titan yoki boshqa maxsus elementlar qo‘shiladi, cho‘yan tarkibidagi grafit va perlit donalari maydalashadi, natijada juda puxta cho‘yan hosil bo‘ladi va quymalarning mexanik xossalari yaxshilanadi. Modifikatsiyalanishi lozim bo‘lgan cho‘yan kam uglerodli (C 2,8 – 3,2%) va kam kremniyli (Si 1–1,5%) bo‘lishi hamda 0,15–0,3% modifikatorlar albatta qo‘shilishi zarur.

Turli quymalar olish uchun asosan kam va o‘rtacha uglerodli po‘latlar ishlatiladi. Bunday po‘latlarning quyilish xossalari cho‘yannikidan pastroq bo‘ladi, lekin mexanik xossalari (ayniqsa, plastikliigi va zarbiy qovushqoqligi) jihatidan cho‘yan quymalardan ustun turadi. Quymakorlik po‘latida uglerod miqdori 0,6 % dan ortmasligi, kremniy miqdori 0,37 % gacha, marganes miqdori esa 0,8 % gacha bo‘lishi kerak. Fosfor bilan oltingugurt po‘lat quymalarning mexanik xossalarini pasaytiradi, quymakorlik po‘latida iloji boricha bu elementlarning bo‘linmasligi maqsadga muvofiqdir.

Standartga ko‘ra, quymakorlik po‘latlari vakillariga 15Q, 20Q, 25Q,... 55Q po‘latlari kiradi. Bunda Q harfi quymakorlik po‘lati ekanligini, raqamlar yuzga bo‘linsa po‘lat tarkibidagi o‘rtacha uglerod miqdorini bildiradi. Bu po‘latlarning cho‘zilishdagi mustahkamlik chegaralari har xil, masalan, 15Q markali po‘lat uchun  $G_b=400$  mN/m<sup>2</sup>, nisbiy uzayishi  $\delta=8-24$  %, zarbiy qovushqoqligi  $a_H=0,5$  mJ/m<sup>2</sup>; 55Q uchun esa  $G_b=600$  mN/m<sup>2</sup>,  $\delta=5-10$  % va  $a_H=0,25$  mJ/m<sup>2</sup> ga teng.



Quymalar olishda Cr, Ni, Mo, V va boshqa elementlar bilan legirlangan po'latlar ham keng ishlatiladi.

Quymakorlikda eng ko'p ishlatiladigan rangli qotishmalar jumlasiga mis, aluminiy, magniy va boshqa rangli metallarning quymabop qotishmalari kiradi. Masalan, mis qotishmalaridan bronza va jez, aluminiy qotishmalaridan siluminlar, Al-Cu, Al-Cu-Si, Al-Mg qotishmalari, magniy qotishmalaridan esa Mg-Al-Zn, Mg-Al qotishmalari va boshqalar shular jumlasidandir.

Quymakorlik korxonalarida ishlatiladigan bronzalar ikki guruhga bo'linadi: a) qalayli, b) qalaysiz bronzalar.

Jezlar (mis bilan rux qotishmalari) dan oddiy jezlar quymalar olishda kam ishlatiladi, chunki ularning texnologik va mexanik xossalari ancha past bo'ladi. Quyma buyum (detal) lar olish uchun oddiy va maxsus jezlar guruhidan, asosan, maxsus jezlardan foydalaniladi. Bunday maxsus jezlar olish uchun oddiy jezlarga qalay, aluminiy, kremniy, nikel, marganes, temir, qo'rg'oshin kabi elementlar ma'lum miqdorda qo'shilgan bo'ladi. Jezlarga qo'shiluvchi elementlarning turi va miqdori qotishmadan kutilgan xossalarga ko'ra belgilanadi. Shunday qilib, turli statistik ma'lumotlarga ko'ra, quyma buyum (detal) larning 75 % ga yaqini kulrang cho'yanlardan, 20 % chasi po'latlardan, 2-3 % chasi bog'lanuvchan cho'yanlardan va juda oz qismi rangli metall qotishmalaridan olinmoqda.

*Quymalarda uchraydigan nuqsonlar.* Ma'lumki, quymakorlik sanoatida olinadigan quymalarda ba'zan turli nuqsonlar, ya'ni kimyoviy tarkibi va strukturasi notekisligi, cho'kish bo'shlig'i, kovaklik, gaz pufaklari, likvatsiya kabi nuqsonlar uchraydi. Bunday nuqsonlar quyidagicha hosil bo'ladi, ya'ni quyma soviyotganda uning hajmi ma'lum darajada kichrayadi, natijada quymaning yuqorigi qismida *cho'kish boshlig'i* deb ataladigan bo'shliq paydo bo'ladi. Bundan tashqari, suyuq eritmada erigan gazlar metall qotayotganda ajralib chiqib, o'rnida *g'ovaklar* yuzaga keladi va ushbu quymalar nuqsonlari sharoitga qarab, quymaning ustki qismiga yoki butun sig'imga taralgan holda bo'lishi mumkin.

Kimyoviy jihatdan turli jinslilik, ya'ni eritmadagi yoki qotishmadagi qo'shimchalarning quymada notekis taqsimlanish hollari ham bo'ladiki, bu hodisa *likvatsiya* deyiladi va u tegishli qotishmaning mexanik xossalari pasaytiradi. Likvatsiya hodisasi

suyuq qotishmaning (masalan, po'latning) notekis kristallanishidan kelib chiqadi.

Ayniqsa, po'lat quymalarda uchraydigan yana bir nuqson g'uddalardir. G'uddalar suyuq po'lat qolipga quyilayotganda sachra-shi va tomchilar tarzida quymaga yopishib qolishidan hosil bo'ladigan notekislikdir.

Endi yuqorida keltirilgan quymalardagi ba'zi nuqsonlarning oldini olish uchun sanoat miyoqsida qo'llaniladigan chora-tadbirlar bilan tanishishni zarur deb hisoblaymiz.

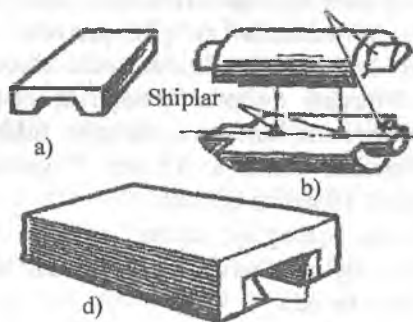
Quymada *cho'kish bo'shlig'i* hosil bo'lmasligi uchun qolipda *pribil* deb ataladigan maxsus bo'shliqlar qilinadi. Qolipga suyuq metall quyilganda u qolipni to'ldirib, pribilga o'tadi va cho'kish bo'shlig'i quymada emas, balki pribilda hosil bo'ladi, pribil esa quymadan kesib tashlanadi.

Quymada gaz pufakchalari hosil bo'lmasligi uchun suyuq metallni qolipga quyishdan oldin unga maxsus qaytargichlar, masalan, ferrosilitsiy, ferromarganes, ferroaluminium, silikokalsiy qo'shiladi, qolipda gaz chiqish kanallari soni ko'paytiriladi, quyish yo'llari to'g'ri tanlanadi, metallning qolipga quyish vaqtidagi harorati to'g'ri belgilanadi. Quymalarda uchraydigan nuqsonlardan *darzlar hamda yoriqlar* ko'pincha quymaning notekis sovishidan kelib chiqadi. Mayda darzlar, yoriqlar, sirti kovakliklar va shu kabilar metallizator yordamida suyuq metall purkash yo'li bilan tuzatilishi mumkin. Bundan tashqari, quymada ko'p miqdorda *metallmas qo'shilmalar*—shlak, qolip aralashmasi, shuningdek, pech va cho'michning o'tga chidamli qoplamalaridan o'tadigan qo'shilmalar quymaning tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlari jumlasiga kiradi.

Qolipga quyilgan qotishma (masalan, suyuq cho'yan) ning sovish tezligi katta bo'lsa, quymaning sirti qatlami oqarib qoladi, ya'ni oq cho'yanga aylanadi. Kesib ishlanishi lozim bo'lgan cho'yan quymalar uchun bu hodisa nuqson hisoblanib, bunday cho'yanni kesib ishlash qiyinlashadi. Bunday nuqsonni yo'qotish uchun quymalar termik ishlash orqali albatta yumshatilishi kerak.

*Model tayyorlash.* Ma'lumki, quymakorlik sanoatida biror quyma detal olish uchun avval uning modeli tayyorlanadi. Bunday modellarni turli yog'och, metall, qotishma yoki boshqa materiallardan tayyorlash aytilgan edi. 8.1-rasm, *b* da vtulkaning yog'ochdan ajraluvchi ikki pallali qilib tayyorlangan modeli keltirilgan. Modelning shakli

quyning shakliga aynan o'xshash bo'ladi, o'lchamlari esa kattaroq qilinadi, chunki qolipga quyilgan metall qotishida ma'lum darajada kirishadi.



8.1-rasm. Model komplekti.

Quykorlik sanoati qolip tayyorlash uchun foydalaniladigan va eng ko'p ishlatiladigan ba'zi qotishmalarning chiziqli kirishish darajalari 8.1-jadvalda keltirilgan.

### Ba'zi qotishmalarning chiziqli kirishish darajalari

8.1-jadval

Qotishmalar nomi	Chiziqli kirishish darajasi, %	Qotishmalar nomi	Chiziqli kirishish darajasi, %
Kulrang cho'yan	1,0–0,3	Aluminiyli qotishmalar	0,9–1,2
Oq cho'yan	1,7–2,0	Magniy qotishmalari	1,0–1,6
Uglerodli po'lat	2,0–2,5	Qalaysiz bronza	2,3–2,5 0,9–1,2
Marganesli po'lat	2,8–3,0	Rux qotishmalari	
Titan va uning qotishmalari	1,5–2,3	Qalayli bronza	1.4–1,6
Jez	1,3–1,8		

Shuni ta'kidlash lozimki, hajmiy va erkin kirishish darajalari turli metall, qotishma va nometall materiallar uchun har xil bo'lishi amalda tasdiqlangan. Shuning uchun turli materiallardan nusxalar tayyorlashda bu parametrlarni ham hisobga olish zarur, aks holda tayyorlangan quyma detal (buyum) o'lchamlari aniq chiqmaydi.

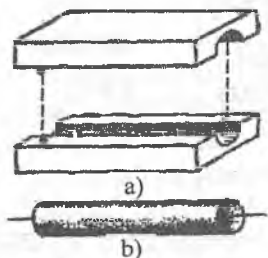
Nusxa tayyorlashda uning qolipdan oson chiqishi lozimligi ham nazarda tutiladi. Nusxani qolipdan chiqarish oson bo'lishi uchun uning vertikal yuzalari ma'lum darajada qiya qilib tayyorlanadi. Bu qiyalik yog'och nusxalar uchun  $0^{\circ} 15$  dan  $3^{\circ}$  gacha, metall nusxalar uchun esa  $0^{\circ} 20$  dan  $0^{\circ} 30$  gacha bo'ladi.

Yog'och nusxalar qarag'ay, archa, zarang, olcha, jo'ka, qora qayin kabi qattiq yog'och navlaridan, metall nusxalar esa turli qotishmalardan tayyorlanadi.

Yog'och nusxalar nam tortmasligi uchun ularning sirti nam o'tkazmaydigan bo'yoqlar bilan bo'yaladi. Har xil qotishmalardan olinadigan quymalarning nusxalari turli rangga bo'yaladi. Masalan, cho'yan va po'lat nusxalar qizil, rangdor metall nusxalar esa sariq rangga bo'yaladi.

Kesib ishlanishi lozim bo'lgan quymalarning sirtiga qora dog'lar (belgilar) qilinadi. Quymada bo'shliqlar hosil qilish lozim bo'lsa, sterjenlardan foydalaniladi. Sterjenni qolipga o'rnatish uchun esa qolipda tayanch yuzalar hosil qilinadi. Qolipda tayanch yuzalar hosil qilish uchun nusxada bo'rtiqchalar qoldiriladi. Bunday tayanchlarning sirti qora rangga bo'yaladi.

*Sterjen tayyorlash.* Sterjenlar bo'shliqli yoki oval (teshikli) quymalar olishdagina ishlatiladi. Ular maxsus qoliplar (sterjen qutilari) yordamida tayyorlanadi.



8.2-rasmda sterjen qutisi (a) va hosil qilingan sterjen (b) tasvirlangan.

Yakkalab va mayda turkumlab ishlab chiqarishda sterjenlar qo'lda tayyorlanadi va bunda yog'och qoliplardan, yirik seriyalab va ko'plab ishlab chiqarishda metalldan yasalgan sterjen qutilaridan foydalanib, mashinalarda tayyorlanadi.

Sterjen tayyorlashda, xuddi nusxa tayyorlashdagi kabi, quymaning qotishida kirishishi albatta hisobga olinadi, ya'ni sterjenning o'lchamlari quymada hosil

qilinishi kerak bo'lgan bo'shliqning o'lchamlaridan kichik qilinadi.

Sterjenlar qolipga qaraganda og'irroq sharoitda ishlaydi. Shu sababli sterjen materiallari puxtaroq bo'lishi, gazlarni yaxshi o'tkazishi lozim. Bundan tashqari, sterjen materiallari quymadan oson ajraladigan va nam tortmaydigan bo'lishi ham kerak. Sterjenning mustahkamligini oshirish uchun orasiga sinch (armatura) qo'yiladi, gaz o'tkazuvchanligini oshirish uchun esa sterjenning boshidan oxirigacha sim tiqib olinadi, murakkabroq sterjenlar ichiga pilik (kanop, poxol o'ramlari va shu kabilar) qo'yiladi, sterjen tayyor bo'lganda ular sug'urib olinadi yoki sterjen quritilayotganda kuyib ketadi.

Sterjen tayyorlanadigan materialning (aralashmaning) asosiy tarkibiy qismlarini kvars qumi, gil va turli bog'lovchi moddalar tashkil etadi. Bog'lovchi moddalarning asosiy vazifasi sterjenni yetarli darajada puxta qilishdan iborat. Bunday bog'lovchilar sifatida o'simlik moylari, neft, torf, ko'mir, slanes va yog'ochni qayta ishlash mahsulotlari, anorganik birikmalar (suyuq shisha, sement) va boshqalar ishlatiladi.

Tayyorlangan sterjenlar tegishli pechda 200 °C dan 400 °C gacha haroratda 5 - 10 soat davomida quritiladi, natijada sterjenning puxtaligi zarur darajaga yetadi. Sterjenlar qolipga nusxadagi turli figuralar yordamida hosil qilingan tayanchlar, shuningdek, maxsus tirgaklar yordamida o'rnatiladi.

### **Tekshirish uchun savollar**

1. Quyma buyumlar tayyorlash texnologiyasi qanday jarayonlarni o'z ichiga oladi?
2. Quymalar olishning qanday maxsus usullari mavjud?
3. Markazdan qochirma quyish usuli haqida ma'lumot bering.
4. Vagranka pechining tuzilishini tushuntiring.
5. Suyuq metallarni qoliplarga quyish necha usulda olib boriladi?
6. Quymakorlik sanoatida eng ko'p ishlatiladigan quymabop materiallar to'g'risida ma'lumot bering.
7. Quymakorlikda qaysi rangli metall va qotishmalar keng ishlatiladi?
8. Quymalarda qanaqa nuqsonlar uchraydi?
9. Cho'kish bo'shlig'i deb nimaga aytiladi?

10. Quyma tarkibidagi metallmas qo'shilmalarning ta'sirini ayting.

11. Nusxa tayyorlash texnologiyasi qanday amalga oshiriladi?

12. Texnikada ishlatiladigan nusxalar necha turga bo'linadi?

13. Nusxalar qanday materiallardan tayyorlanadi?

14. Sterjen tayyorlash texnologiyasi haqida ma'lumot bering.

15. Sterjenlar qanaqa materiallardan tayyorlanadi?

16. Detal tayyorlashda sterjenning vazifasi nimadan iborat?

---

## 9. KONSTRUKSION MATERIALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH. METALLARNI PROKATLASH, PRESSLASH VA KIRYALASH

### 9.1. Bosim bilan ishlash usullari va ularning fizik asoslari

Mashinasozlikda metallarni bosim bilan ishlashning quyidagi usullari keng tarqalgan.

1. *Prokatlash.* Bunda tayyorlanma prokatlash mashinasining qarama-qarshi tomonlarga aylanuvchi silindrik jo'valari orasidan ezib o'tkazib ishlanadi. Bunda tayyorlanmaning ko'ndalang kesimi yuzi kichrayib, bo'yiga uzayadi. Bu usulda listlar, polosalar, chiviqlar, har xil shaklli mahsulotlar tayyorlanadi.

2. *Kiryalash.* Bunda tayyorlanma uning ko'ndalang kesimidan kichik bo'lgan, kirya (asbob) teshigidan (ko'zidan) tortib o'tkaziladi. Bu usulda turli diametrdagi chiviqlar, simlar, quvurlar va shakldor boshqa mahsulotlar tayyorlanadi.

3. *Presslash.* Bunda tayyorlanma ahvoli silindrik konteynerga kiritilib, uning matritsa deb ataluvchi asbobi ko'zidan puanson yordamida siqib chiqariladi. Bu usulda turli o'lchamli chiviqlar, quvurlar va shakldor boshqa mahsulotlar tayyorlanadi.

4. *Bolg'alash.* Bunda ko'pincha zarur haroratda qizdirilgan tayyorlanma bolg'aning pastki bo'yoq muhrasiga (dastaki bolg'alashda sandonga) qo'yib, bolg'aning ustki muhrasi bilan zarblanadi. Bu usulda val, shatun, tishli g'ildirak va boshqa detallarning chala mahsulot (pokovka) lari olinadi.

5. *Shtamplash.* Bunda ko'pincha zarur haroratgacha qizdirilgan tayyorlanma shtampning pastki palla bo'shlig'iga qo'yilib, bolg'a babsiga o'rnatilgan shtampning ustki pallasi bilan zarb beriladi. Bunda tayyorlanma deformatsiyalanib, shtamp bo'shlig'ini to'ldiradi. Bu usulda turli shakldagi mahsulotlar (tishli g'ildirak, tirsakli val va boshqa tayyorlanmalar) olinadi.

6. *Listni shtamplash.* Bunda list, tasmlardan tayyorlangan tayyorlanma matritsa-asbobga o'rnatilib, puanson bilan ezgan holda

matritsa ko'ziga kiritilib kerakli shaklga keltiriladi. Bu usulda skoba, qopqoq, avtomobil qanotlari va boshqa detallar tayyorlanadi.

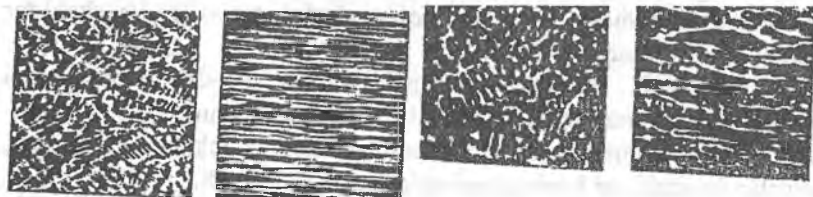
Bosim bilan ishlashning fizik asoslari. Metallarni bosim bilan ishlash usullari metallarning plastikligiga asoslangan. Ma'lumki, turli metallarning plastikligi har xil bo'lib, u metallning ichki tuzilishiga, kimyoviy tarkibiga, strukturasi va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liq.

Deformatsiya tezligi ortganda zarur kuch ham ortishi lozim. Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, tayyorlanmaning plastiklik darajasiga ko'ra, metallarni eng maqbul rejimlarda ishlash texnik-iqtisodiy talablarga to'la javob beradi.

Metallarning plastik deformatsiyalanish mexanizmi nihoyatda murakkab. Bunda tayyorlanmaning shakli, o'lchamlariga o'zgarib qolmasdan, balki uning xossalari ham o'zgaradi.

Ma'lumki, metallarni bosim bilan ishlashda ular plastik darajasiga qarab qizdirib, ba'zan sovuqlayin ishlov beriladi.

Deformatsiyalanish darajasi ortgan sari donlar, keyin donlar oralig'idagi metallmas qo'shimchalar deformatsiyaga uchray boradi.



9.1-rasm. Po'lat tayyorlanmalarining sovuqlayin bosim mikrostrukturasi.

Bunday jarayon nusxasini sxematik tarzda qirralari bilan yonmayon qo'yib taxlangan tangalarning bir oz ishlatilgandagi vaziyatiga o'xshatish mumkin. Bunda tangalar bir-biriga nisbatan sirpanib siljishi bilan birga qiyanish tekisligiga qarab bir oz buriladi.

Metallarni sovuqlayin bosim bilan ishlashda bu murakkab jarayonda struktura o'zgarishi oqibatida uning puxtaligi, qattiqligi, elastikligi ortib, plastikligi pasayadi. Bunday fizik puxtalanish *naklyop* deb ataladi.

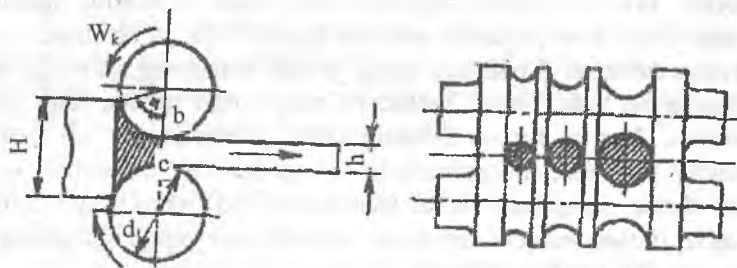


Ma'lumki, metall qatlami 1000 °C gacha qizdirib ishlashda donlarning bog'lanish puxtaligi pasayganligi sababli avval metallmas materiallar, keyin donlar deformatsiyalana boradi va qisman parchalanadi. Lekin po'latning rekristallanishi (qayta kristallanish) sababli deformatsiyalanayotgan donlar ayni vaqtda qayta kristallanib, dastlabki holiga qaytadi. Metallmas materiallar esa deformatsiyalanligicha qoladi, chunki ular qayta kristallanmaydi. Shu sababli tola yo'nalishi bo'yicha puxtaligi ortadi.

## 9.2. Metallarni prokatlash

Metall tayyorlanmani qarama-qarshi tomonlarga aylanuvchi ikki silindrik jo'va orasidan ezib (siqib) o'tkazish *prokatlash* deb va buning natijasida olinadigan buyum esa *prokat* deb ataladi.

Prokatlashning sxematik tasviri 9.2-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, qalinligi  $H$  bo'lgan tayyorlanma qarama-qarshi tomonlarga aylanuvchi jo'valarga ishqalanish tufayli qamraladi va jo'valar orasidan qisilib o'tayotganda deformatsiyalanib, qalinligi  $h$  bo'lib chiqadi. Demak, prokatlashda tayyorlanmaning qalinligi kamayib, uzunligi ortadi.



9.2-rasm. Turli shakldagi ariqchali jo'va.

Tayyorlanmaning prokatlashdan oldingi qalinligi bilan prokatlangandan keyingi qalinligi orasidagi ayirma *absolyut siqilish*, absolyut siqilishni umumiy uzunlikka nisbati esa *nisbiy siqilish miqdori* deb ataladi. Tayyorlanmaning siqilayotgan qismi *deformatsiyalanish zonasi deyiladi*. Tayyorlanma bilan jo'vaning ko'rinish (tegib turish) yoyi *qamrash yoyi* deb, bu yoyga to'g'ri keladigan  $a$  burchak esa *qamrash burchagi* deb ataladi.

Shuni ta'kidlash kerakki,  $\alpha$  ning qiymati jo'valar sirtlarining tuzilishi va prokatlanadigan materiallarning xiliga bog'liq holda o'zgarishi mumkin. Masalan, po'latni qizdirib prokatlashda silliq jo'valar uchun  $\alpha = 15-24^\circ$ ; rangli metallarni prokatlash uchun esa  $\alpha = 15-20^\circ$  qilib olinadi. Zarur hollarda ishqalanishni oshirish uchun ba'zan silliq jo'valar sirtiga egov tishlari kabi tishlar (notekisliklar) kertiladi, bunday jo'valar uchun qamrash burchagini  $32^\circ$  ga yetkazish mumkin. Normal prokatlashda boshlang'ich holatdagi tayyorlanmaning jo'valar bilan ilashuvda bo'lgan va ularni tortishida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi (T) itarilish kuchi (TB) dan katta bo'lishi kerak.

Jo'valarning sirti *silliq* yoki turli shakldagi ariqchali (9.2-rasm) bo'lishi mumkin. Ariqchali ikki jo'vaning bir-biriga urilganda hosil bo'lgan bo'shliq *kalibr* deb ataladi. Jo'valarning oxirgi (pardozlash) kalibri prokatning shakliga mos keladi. Silliq jo'valar yordamida listlar, ariqchali jo'valar yordamida esa turli shakldagi buyumlar prokatlanadi. Sanoat miqyosida prokatlashning uchta asosiy: *bo'ylama, qiyshiq va ko'ndalang prokatlash* kabi turlari mavjud.

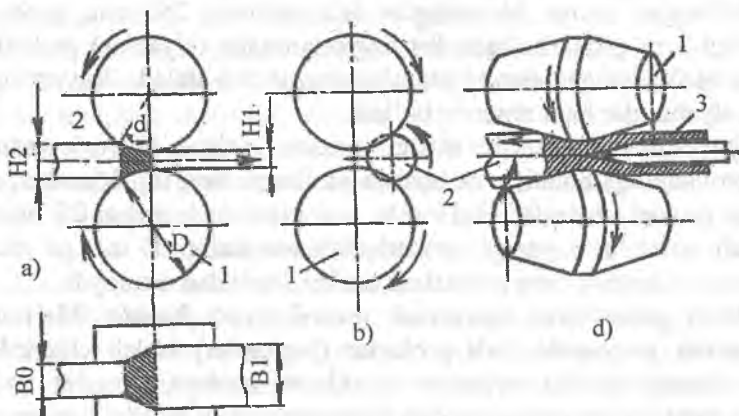
Bo'ylama prokatlash yo'li bilan sort va list prokatlar olinadi. Sort prokatlar jumlasiga ko'ndalang kesimi doira, kvadrat, oltiyoqlik, uchyoqlik, tavr, qo'shtavr, segment, rels, ellips va boshqa shakldagi prokatlar kiradi. List prokatlar qalin va yupqa listlarga bo'linadi. Qalin listlarning qalinligi 4 mm dan ortiq, yupqa listlarning qalinligi esa 4 mm gacha bo'ladi. Yupqa listlar, ba'zan, o'ram tarzida ham ishlab chiqariladi. Yupqa listlar sirtining sifati jihatidan har xil turlarga bo'linadi. Masalan, dekapirlangan (yumshatilib, kuyundisi ketkazilgan) listlar, ruxlangan listlar (tunukalar), oq (qalay yugurtirilgan) tunukalar, jilolangan qora tunukalar va boshqalar yupqa listlarning ana shunday turlari jumlasiga kiradi.

*Bo'ylama* prokatlashda tayyorlanma qarama-qarshi aylanuvchi jo'valarning o'qqa perpendikular holatda siqilib suriladi (9.3 a-rasm).

*Ko'ndalang* prokatlashda tayyorlanma (metall) bir yo'nalishda aylanuvchi jo'valar orasida amalga oshiriladi. Ishlov berilayotgan tayyorlanma esa jo'valarning harakatiga qarama-qarshi aylanma harakatni qabul qiladi (9.3 b-rasm).

*Qiyshiq prokatlash* yo'li bilan, asosan, choksiz quvurlar olinadi. qiyshiq prokatlashda bochkasimon jo'valar bir-biriga nisbatan ma'lum burchak ostida joylashib, har ikkalasi ham bir tomonga aylanadi.

Natijada tayyorlanma bir vaqtning o'zida ham aylanma, ham qaytma harakatda bo'ladi (9.3 d-rasm). Prokat buyumlar, asosan, turli tuzilishdagi prokatlash stanlarida ishlab chiqariladi.



9.3 -rasm. a - bo'ylama; b - ko'ndalang; d-qiyshiq; 1-jo'valar; 2 - tanavor; 3- opravka.

Prokatlash stanlarini quyidagi asosiy ko'rsatkichlariga qarab, guruhlariga bo'lish (tasniflash) qabul qilingan, ya'ni bunda ish kletining jo'valari soni, ishlab chiqariladigan mahsulot xili, qafaslarning o'rnatilishi hisobga olinadi.

Ish kletining jo'valari soniga ko'ra stanlar ikki jo'vali reversiz (dio), ikki jo'vali reversli, uch jo'vali (trio), to'rt jo'vali (kvarto) va ko'p jo'valilarga bo'linadi.

Ishlab chiqariladigan mahsulotlar xiliga ko'ra – isuvchi, xomaki tayyorlanma rels-balka, sort, sim, list, quvur, g'ildirak va boshqalar bo'ladi.

Ish kletlarining joylashuviga ko'ra, bir kletli, kletkalari bir chiziqda joylashgan pog'onali, shaxmat tartibida joylashgan, yarim uzluksiz va uzluksiz kabi stanlar bo'ladi.

Stanlar reversiv, ya'ni jo'valarning aylanish yo'nalishi o'zgartiriladigan bo'lishi ham mumkin. Reversiv stanlar metallni ikki yo'nalishda ham prokatlashga imkon beradi. Reversiv standda bir yo'nalishda prokatlangan buyumni, ikkinchi yo'nalishda prokatlash

uchun jo'valar orasidagi tirish kichraytirilib, jo'valarning aylanish yo'nalishlari teskari tomonga o'zgartiriladi.

Yirik quymalarni prokatlab, ko'ndalang kesimi 140x140 dan 450x450 mm gacha bo'lgan tayyorlanmalar (blyumslar) qolish uchun mo'ljallangan stanlar *blyuminglar* deb, qalinligi 250 mm gacha va uzunligi 5 m gacha bo'lgan list tayyorlanmalar (slyablar) prokatlash uchun mo'ljallangan stanlar esa *slyabinglar* deb ataladi. Buyuminglar ham, slyabinglar ham reversiv bo'ladi.

Stanlarda prokatlash tezligi prokat turiga, tayyorlanmaning (zagotovkaning) holatiga va boshqa omillarga bog'liq. Masalan, sort va list prokatlash tezligi 7–15 m/s, sim prokatlash tezligi 25–50 m/s bo'ladi, sovuqlayin yupqa prokatlashda esa tezligi 35 m/s ga yetadi. Blyums va slyablarning prokatlash tezligi 7 m/s dan ortmaydi.

*Ba'zi prokatlarni tayyorlash texnologiyasi haqida.* Ma'lumki, prokatlash jarayonida turli prokatlar (buyumlar) ishlab chiqariladi. Ana shunday prokat turlaridan chokli va choksiz quvurlar hamda suyuq metallardan prokatlar olish jarayonlari bilan tanishish maqsadga muvofiqdir.

*Chokli quvurlar* tayyorlash uch bosqichdan: tayyorlanmani egib, quvur shakliga keltirish, quvurni payvandlash va payvandlangan quvurni kalibrlash bosqichlaridan iborat.

Chokli quvurlar ishlab chiqarishda tayyorlanma sifatida po'lat polosa (shtrips) olinadi, uning eni olinadigan quvurning parametriga, qalinligi esa quvur devorining qalinligiga teng bo'ladi.

Kichik diametrli (100 mm gacha) quvurlar olishda tayyorlanma maxsus pechlarda 1300–1350 °C gacha qizdirilib, so'ngra zanjirli stanning payvandlash voronkasi orqali tortib o'tkaziladi. Bunda tayyorlanma quvur shakliga kelib, qisilayotgan qirralari voronkadagi bosim hisobiga payvandlanadi.

Magistral gaz quvurlari uchun mo'ljallangan katta diametrli quvurlar (630–1420 mm gacha) uchun tayyorlanmalar list qayirish stanlarida quvur shakliga keltiriladi. Keyingi yillarda listlarni gidravlik presslar tizimi vositasida qayirib, quvur shaklini olgan tayyorlanmani zarur harorat (1300 °C) gacha qizdirib, uni po'lat opravkaga kiygizilgan holda, jo'valardan ezib o'tkazish bilan payvandlanmoqda. Quvurlarni elektr energiyasi va gaz alangasidan foydalanib payvandlash usullari ham qo'llaniladi.

Choksiz quvurlar ishlab chiqarish quyidagi ikki jarayonni o'z ichiga oladi:

1. Qizdirilgan quymani qiyshiq prokatlash stanida prokatlash bilan unga teshik ochib qalin devorli gilza olish.

2. Qizdirilgan gilzani maxsus stanlarda prokatlab quvurlar olish.

*Suyuq metallarni prokatlash* usulida prokat buyumlar olishning asosiy mohiyati shundaki, bunda suyuq metall cho'michdan suv bilan sovitib turiladigan jo'valar orasida hosil bo'lgan voronkaga quyiladi. Suyuq metall voronkaga tushgach, qotadi va qarama-qarshi tomonlarga aylanayotgan jo'valarda deformatsiyalanadi, natijada prokat hosil bo'ladi. Bu usulda mo'rt metallarni, masalan, cho'yanni ham prokatlab yupqa listlar olish mumkin.

Prokatlashning yana bir necha turlari mavjud. Masalan, po'latlarni qizdirib va sovuqlayin prokatlash, prokatlashning maxsus turlari, rangli metall va qotishmalarni prokatlash, ultratovush orqali prokatlash hamda quyymasiz prokatlash jarayonlari sanoat miqyosida keng qo'llaniladi.

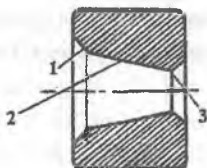
### 9.3. Metallarni kiryalash

Ma'lumki, xalq xo'jaligining turli ehtiyojlari uchun buyum (detal)lar tegishli tanavorning o'lchamlarini o'zgartirish orqali tayyorlanadi. Biror tayyorlanmani tobora kichrayib boruvchi teshiklar (ko'zlar) tizimidan tortib (cho'zib) o'tkazish jarayoni *kiryalash* deb ataladi. Cho'zish jarayonida tayyorlanmaning ko'ndalang kesimi kichrayib, uzunligi ortadi. Bu jarayon orqali turli diametrli simlar, chiviqlar, naychalar va boshqalar olinadi.

Masalan, sim kiryalash uchun chiviq tayyorlanmalardan foydalaniladi, tayyorlanmalarning o'zi esa (diametri taxminan 5 mm) prokatlash yo'li bilan hosil qilinadi. Kiryalashdan oldin tayyorlanma yumshatilib, strukturasi yaxshilanadi. Shundan keyin tayyorlanma kiryaning ko'zlaridan birin-ketin o'tkazilib zarur diametrli sim hosil qilinadi. Kiryalash jarayonida ishlatiladigan kiryaning materialiga alohida ahamiyat beriladi, chunki ular uzoq muddat foydalanishga dosh berishi uchun juda qattiq va chidamli qilib tayyorlanishi kerak. Shuning uchun kiryalalar ko'pincha yuqori sifatli po'latdan tayyorlanadi. Lekin bunday qimmatbaho po'latni tejash maqsadida ko'pincha kiryaning o'zi oddiy uglerodli po'latdan tayyorlanadida,

unga asbobsozlik po'latlari (Y8...Y12) va yuqori sifatli legirlangan po'lat (X12M) yoki qattiq qotishma (BK2, BK3)dan yasalgan kirya, voloka, filera (ko'z)lar o'rnatiladi, juda kichik diametrlil (diametri 0,3 mm gacha) simlarni kiryalash uchun metall opravkalariga o'rnatilgan olmos foydalaniladi.

Volokalar yaxlit, yig'imga va rolikli bo'lishi mumkin. Yaxlit volokaning tuzilish sxemasi 9.4-rasmda tasvirlangan. Volokaning kirish konusi tanavor uchini kiritish va moyni bir tekis taqsimlash uchun, deformatsiyalovchi qismi tayyorlanmani siqish uchun, kalibrlovchi qismi metallning ko'ndalang kesimi o'lchamlarini talab etilgan darajaga keltirish uchun, chiqish konusi esa metallni shikastlanish (tirnalish, sidirilish va b.) dan saqlash uchun xizmat qiladi. Kiryalash jarayoni bitta yoki bir necha volokalar (ko'zlar) orqali bajarilishi mumkin.



**9.4-rasm. Yaxlit volokaning tuzilish sxemasi:**

- 1 – kirish konusi;
- 2 – kalibrlovchi qismi;
- 3 – chiqish konusi.

Ishlab chiqariladigan buyumning shakli tegishli volokaning shakliga bog'liq bo'ladi. Kiryalash texnologik jarayoni quyidagicha bo'ladi, tayyorlanma yumshatilib, strukturasini yaxshilanadi, uning bir uchi ingichkallashtiriladi. Tayyorlanma sirtidagi kuyundini ketkazish uchun sulfat kislotaning kuchsiz eritmasi bilan yaxshilab yuviladi, sirtiga oldin o'hak fosfat, so'ngra esa mineral moy surtiladi, tayyorlanma bir necha marta kiryalanadi va har gal kiryalanganda hosil bo'lgan naklyop yumshatish yo'li bilan yo'qotiladi, tayyor buyum yana yumshatiladi va

so'ngra metall tayyorlanma maxsus stanlarda kiryalanadi.

Kiryalash stanlari barabanli va zanjirli bo'ladi. Stanlar bir barabanli va ko'p barabanli bo'lishi mumkin. Bir barabanli stanlarning quvvati 1,5–50 kBr, tortish tezligi 240 m/min gacha, ko'p barabanli stanlarning quvvati 150 kBr gacha, tortish tezligi esa 2500 m/min va undan ortiq bo'ladi. Bir barabanli stanlar sim va ingichka quvurlar kiryalash uchun ishlatiladi. Zanjirli stanlar ancha baquvvat bo'ladi va ulardan chiviqqlar, proffillar hamda yo'g'onroq quvurlar kiryalashda foydalaniladi. Zanjirli stanlarning ba'zilarida bir vaqtning o'zida uchta va undan ortiq buyum kiryalash mumkin. Zanjirli stanlarning tortish toshi 15–160 t (1,5–6,0 mN), tortish tezligi esa 20–50 m/min bo'ladi.

Prokatlashning yana bir necha turlari mavjud. Masalan, po'lat filtr qizdirib va sovuqlayin prokatlash, prokatlashning maxsus usullari, rangli metall va qotishmalarni prokatlash, ultratovush yordamida prokatlash hamda quymasiz prokatlash jarayonlari sanoatda keng qo'llaniladi.

#### 9.4. Metallarni presslash

Ma'lumki, iqtisodiyotning turli sohalarida presslab tayyorlangan buyumlar juda keng ishlatiladi.

Tayyorlanmani (metall yoki qotishmalarni) ma'lum haroratgacha qizdirib, uni matritsa teshigidan siqib chiqarish jarayoniga *presslash* deyiladi. Presslash jarayonida teshik orqali siqib chiqarilgan metallarning (buyum yoki detalning) ko'ndalang kesimi shu teshik shakliga – doira, kvadrat, to'rtburchak, oltiburchak yoki boshqa biror shaklga kiradi.

Odatda, presslash orqali diametri 5 dan 300 mm gacha bo'lgan chivichlar, ichki diametri 18 dan 700 mm va devorining qalinligi 1,25 dan 50 mm gacha bo'lgan quvurlar hamda bosim bilan ishlashning boshqa jarayonlari bilan tayyorlash mumkin bo'lmagan murakkab shakllar buyumlarni ham hosil qilish mumkin. Bu usul bilan ishlab chiqarilgan buyumlar o'lchamlarining yuqori aniqligi bilan farq qiladi.

Presslash orqali aluminiy, titan, magniy, rux va ularning qotishmalaridan, uglerodli va legirlangan po'latlardan zarur buyumlar hosil qilinadi. Bundan tashqari, qiyin eruvchi metallarni vakuumda yoki inert gazlar muhitida presslash yo'li bilan kerakli buyum (detal) lar olinmoqda. Presslash uchun zarur tayyorlanma sifatida asosan quymalar ishlatiladi. Bunday tayyorlanmalarining o'lchamlari (diametri, uzunligi va boshqalar) ishlatiladigan pressning quvvatiga va olinishi kerak bo'lgan buyumning shakliga bog'liq bo'ladi. Presslashdan oldin tayyorlanmalar bosim bilan ishlash haroratigacha qizdiriladi.

Sanoat miqyosida presslashning ikki xil usuli mavjud. Bularidan biri *to'g'ri presslash*, ikkinchisi esa *teskari presslash* usullaridir. Shuni ta'kidlash joizki, teskari presslashda sarflanadigan kuch to'g'ri presslashdagiga qaraganda 25-30 % kam bo'ladi, chunki konteynerda metall ishqalanmaydi. Teskari presslashda chiqindi ham kamayadi.

Ba'zi metall va qotishmalardan presslab buyum hosil qilishda matritsa teshigidan chiqish tezligi: duraluminiy uchun 4–6 sm/s,

aluminiy uchun 8 sm/s gacha, mis va uning qotishmalari uchun 12-15 sm/s bo'lishi maqsadga muvofiqdir.

Bu jarayon aniq o'lchamli va murakkab shaklli buyumlar olishga imkon berish bilan birga juda unumlidir. Bu usuldan aviatsiya sanoatida aluminiy qotishmalaridan samolyot va raketa tuzilishida ko'p ishlatiladigan murakkab shaklli buyumlar tayyorlashda, ayniqsa, keng ko'lamda foydalaniladi. Presslash jarayonida ishlatiladigan matritsalar, asosan, 3X2B8, 38XM10A markali legirlangan po'latlar va boshqa qattiq qotishmalardan tayyorlanadi.

Presslash jarayoni, asosan, turli gorizontal va vertikal gidravlik presslarda (presslash kuchi 1500–300000 MН ga teng) olib boriladi. Presslash usullari ichida eng yuqori ish unumiga ega bo'lgani gidropresslash bo'lib, ishlatiladigan suyuqlikning bosimi 3000 MPa gacha yetadi (yoki gidroekstruziyazm deyiladi) va portlash energiyasidan foydalanadigan presslash jarayonlari hisoblanadi.

### 9.5. Metallarni bolg'alash

Qizdirilgan metallni bolg'a muhrasining zarbi yoki press muhrasining bosim kuchi ta'sirida zarur shaklga keltirish jarayoni *bolg'alash* deb ataladi. Bolg'alash natijasida olingan buyum *pokovka* deyiladi. Bolg'alashda metall (qotishma) muhralar orasidagi bo'sh joylarga o'tadi. Quyma metall bolg'alanganda metallning dendrit tuzilishi (strukturasi) tola-tola tuzilishga aylanadi, prokatlangan metall bolg'alanganda esa metallning tola-tola tuzilishi bir qadar yaxshilanadi. Demak, bolg'alashda metallning mexanik xossalari ortadi.

Bolg'alashda metall strukturasi va xossalari o'zgarishi shu metallning bolg'alanishdan oldingi strukturasi va xossalariga hamda bolg'alanish darajasiga bog'liq. Bolg'alanish darajasi esa siqilish koeffitsiyenti bilan ifodalanadi:  $n = F_1 / F_2$  bunda:  $F_1$  – pokovkaning bolg'alashdan oldingi ko'ndalang kesimi yuzi,  $F_2$  – pokovkaning bolg'alashdan keyingi ko'ndalang kesim yuzi bo'lib, cho'ktirishda  $F_1 > F_2$  cho'zishda esa  $F_1 < F_2$  bo'ladi.

Muhim pokovkalar uchun bolg'alanish koeffitsiyenti 3 dan 5 gacha va ba'zan undan ortiq bo'ladi. Bolg'alash yo'li bilan xilma-xil shakl va o'lchamli, bir necha yuz grammdan 350 t gacha, ba'zan esa undan og'ir pokovkalar tayyorlanadi.



Odatda, turli metall yoki qotishmalar qo'lda va mashinalarda bolg'alanishi mumkin. Dastaki (qo'lda) bolg'alash usulidan, asosan, ta'mirlash ishlarida va mayda pokovkalar tayyorlashda foydalaniladi. Mashinalarda bolg'alash usuli ko'plab pokovkalar ishlab chiqarishda va og'ir pokovkalar olishda qo'laniladi.

Metallarni (tanavorlarni) dastaki bolg'alashda ishlatiladigan asosiy asboblarga bolg'a (bosqon), sandon, ombur, silliqلاغich, qisqich, podboyka, zubilo va hokazolar kiradi.

Asosiy uskunalarga bolg'a, turli bolg'achalar va presslar kirs, yordamchi uskunalarga qaychilar, qizdirish pechlari, tanavorni bolg'alashga uzatuvchi va ko'maklashuvchi kranlar, siljitkichlar, manipulator va boshqalar kiradi. Erkin bolg'alash jarayoni quyidagi asosiy operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

1. *Cho'ktirish* – tanavorning ko'ndalang kesimini bo'yi hisobiga kattalashtirish.

2. *Mahalliy cho'ktirish* – tanavorning bir qismi ko'ndalang kesimini kattalashtirib, bo'ylama o'lchamlarini qisqartirish.

3. *Cho'zish* – tanavorning uzunligini ko'ndalang kesimi hisobiga orttirish.

4. *Mahalliy cho'zish* – tanavorning ma'lum qisminigina cho'zish.

5. *Yumaloqlash* – tanavorga ketma-ket zarb berish yoki uni siqish yo'li bilan aylanma jism shakliga keltirish.

6. *Qisman yumaloqlash* – tanavorni ketma-ket zarb berish yoki uni siqish yo'li bilan bir qismini yumaloqlash.

7. *Teshish* – tanavorning metalining bir qismini siqib chiqarish hisobiga bo'shliq hosil qilish.

8. *Teshikni kengaytirish* – tanavor bo'shlig'i yoki teshikning o'lchamlarini kattalashtirish.

9. *Bukish* – tanavorni zarb ta'sirida egish.

10. *Tekislash* – tanavor yuzasini zarb bilan ishlash orqali bir tekis qilish.

11. *Kesish* – metallning bir qismini ikkinchi qismidan ajratish va hokazo.

Bolg'alashda metallning ishlov berish uchun qoldiriladigan ortiqcha qismi *qo'yim* deyiladi.

Eng ko'p ishlatiladigan bolg'alar jumlasiga bu bolg'alari, pnevmatik, mexanik va friksion bolg'alar kiradi. Bolg'alar, asosan, o'rta o'lchamli buyumlarni, presslar esa yirik buyumlarni hosil qilish

uchun ishlatiladi. Lekin bolg'alar va presslarning asosiy harakatlanuvchi ishchi organlari va qo'zg'almas qismlari bir xilda bo'ladi.

Bolg'alarning quvvati tushuvchi qismlarining og'irligi bilan belgilanadi. Bug'-havo bolg'alarining tushuvchi qismlari og'irligi esa 0,25 dan 81 gacha yetadi. Qanday quvvatli bolg'a ishlatilishi pokovkaning og'irligi va shakliga bog'liq bo'ladi. Masalan, og'irligi 25 kg gacha bo'lgan murakkab shaklli pokovkalar yoki og'irligi 100 kg gacha bo'lgan oddiy shaklli pokovkalar (silliqliq vallar) ni bolg'alash uchun tushuvchi qismining og'irligi 500 kg li bolg'alar ishlatiladi, og'irligi 700 kg yoki 1500 kg gacha bo'lgan murakkab shaklli pokovkalarni bolg'alashda esa tushuvchi qismining og'irligi 5000 kg li bolg'alardan foydalaniladi.

Shunday qilib, bolg'alash usuli bilan 300000–350000 kg va undan og'ir pokovkalar olish mumkin.

## 9.6. Metallarni shtamplash asoslari

Shtamplash deb, maxsus shtamplar yordamida bosim bilan ishlov berib murakkab shaklli buyumlar olish usuli tushuniladi. U quyidagi turlarga bo'linadi:

1. *Qizdirib shtamplash.* Tanavorni qizdirib, maxsus shtamlarda shtamplab pokovkalar deb yuritiladigan buyumlar olinadi.

2. *Portlatib shtamplash.* Bunday shtamplashda suyuqlik yoki gaz bosimidan foydalaniladi, tanavor shu bosim ostida matritsa shaklini oladi.

3. *Elektr gidravlik shtamplash.* Bunday shtamplash portlatib shtamplashga o'xshash bo'lib, zarb to'liqini suyuqlikda hosil qilingan elektr razryadi bilan yuzaga keltiriladi.

4. *Sovuqlayin shtamplash.* Ko'plab ishlab chiqarish sharoitida po'latdan, rangli metallar va ularning qotishmalaridan turli metall detallar ishlab chiqarishda shu usuldan foydalaniladi.

Shtamplashda hosil qilinadigan buyumlar (detaillar) xalq xo'jaligining turli sohalarida juda keng ishlatiladi. Hajmiy shtamplashning mohiyati shundan iboratki, tanavordan ma'lum shaklli buyum (pokovka) hosil qilish uchun metall asbobning shu buyum shakliga mos bo'shlig'iga suyuq metall bosim ostida to'ldiriladi. Shtamplash uchun ishlatiladigan asosiy asbob shtamp plitalari hisoblanib, ikki

(ostki va ustki) palladan iborat. Shtamplar ochiq va yopiq bo'lishi mumkin.

Shtamplar maxsus po'latlardan tayyorlanadi va bir ariqcha (paz) li yoki ko'p ariqchali (ko'p pazli) shaklda bo'ladi. Biror shakldagi buyum (detal) tayyorlash uchun suyuq metall quyilib shtampdagi bo'shliq (ariqcha) lar to'ldiriladi va tegishli shakl hosil qilinadi.

Shtamplash ham konstruksion materiallarni bosim bilan ishlash usullaridan biri bo'lib, hosil qilinadigan buyumning shakli, asosan, shtamplash orqali hosil qilinadi.

Bu juda tejamli usul. Materiallarni shtamplashda bug'-havo bolg'alari, taxtali friksion bolg'alar, krivoshoqli qizdirish shtamlari (KQSh), gorizontol bolg'alash mashinalari (GBM), friksion presslar va boshqa tuzilishidagi mashinalar ishlatiladi.

Friksion bolg'alar tushuvchi qismining og'irligi 0,5–2 t gacha bo'ladi.

GBM bilan mayda pokovkalar, masalan, bolt, gayka, shayba, shpilka, parchinmix va shu kabilar olinadi.

Qizdirib hajmiy shtamplash, asosan, sanoatda ko'plab yoki yirik turkulab yuqori aniqlikdagi har xil shaklli va o'lchamli buyumlar olish uchun qo'llaniladi.

Bunday shtamplash texnologiyasi quyidagi operatsiyalardan iborat: metallarni kesib tanavor hosil qilish, tanavorni qizdirish, shtamplab termik ishlash, pokovkani kerakli rangga bo'yash. Bu usul bilan qiyin deformatsiyalanadigan qotishmalarga ham ishlov berish mumkin.

Qizdirib shtamplashda shtamplanadigan material miqdorini to'g'ri aniqlay bilish katta ahamiyatga ega, chunki material miqdori keragidan kam bo'lsa, shtamp bo'shlig'i to'lmay qolib, buyum kemptik (nuqsanli) bo'lib chiqadi, material miqdori keragidan ortiq bo'lganda esa ortiqcha metallardan kattagina pitr hosil bo'ladi yoki pokovkaning shakli buziladi.

Sovuqlayin hajmiy shtamplash usulidan uncha katta bo'lmagan o'lchamdagi pokovkalarni tayyorlashda foydalaniladi. Bunda ish unumi kamaymagani holda shtamplashda turli metall chiqindilari kamayadi, sirt (yuza) lar sifati yaxshilanadi, buyumning yuqori aniqlikda chiqishi ta'minlanadi.

*List materiallarni shtamplash.* Turli materiallardan tayyorlangan listlar, tasmalar, polosalar tarzidagi prokatlardan yupqa devorli

fazoviy buyumlar tayyorlashga *list shtamplash* deb ataladi. List shtamplash shtamplar yordamida press bilan yoki pressiz (32-rasm) bajariladi. Shtamplanadigan listlarning qalinligi 0,15–60 mm gacha bo‘ladi. Listlar yupqa (qalinligi 4 mm gacha) va qalin listlarga (qalinligi 4 mm dan ortiq) bo‘linadi. Yupqa listlarning hammasi, asosan, sovuqlayin shtamplanadi, 15–20 mm dan qalin listlarni albatta shtamplash oldidan bolg‘alash haroratigacha qizdirish talab qilinadi. Bu usulda ishlab chiqariladigan detallarning aniqlik sinflari asosan 4 va 3 bo‘lib, soat detallaridan to bug‘ qozonlarining tubigacha, dengiz kemalarining detallari hamda yengil avtomobillarning 70 % dan ko‘proq detallari shu usulda olinadi.

List shtamplash jarayonlari ikkita asosiy guruhga: *ajratish* va *shakl o‘zgartirish* jarayonlari guruhiga bo‘linadi. Ajratish jarayonlari guruhiga qirqish, qirqib olish, o‘yib tushirish va boshqa jarayonlar; shakl hosil qilish jarayonlari guruhiga esa egish, botiq qilish, chetini ayirish, bort chiqarish, bo‘rttirish (shakl berish), siqish, list zarblash (relyefli shtamplash) va boshqa operatsiyalar kiradi.

*Qirqishda* list, polosa yoki tasmalardan ma‘lum o‘lchamli chala tanavorlar kesib olinadi.

*Qirqib olishda* chala tanavorlardan zarur shakldagi tanavorlar kesib olinadi.

Bunday operatsiyalarni bajarishda tanavorlarning qalinligiga qarab diskli, richagli, parallel va qiya pichoqli qaychilardan foydalaniladi.

*O‘yib tushirish* – listdan aylana, kvadrat yoki boshqa shaklli tanavor o‘yib tushirish. Listdan disk shaklidagi tanavordan, bu tayyorlanmadan esa shayba hosil qilish o‘yib tushirishga misol bo‘la oladi. O‘yib tushirish operatsiyasi maxsus shtamplarda bajariladi.

*Egish* – list tanavordan egik buyum hosil qilish. Egish bir burchakli, ya‘ni V-simon va ikki burchakli U-simon va boshqa turlarda bo‘lishi mumkin.

*Botiq qilish* – yassi tanavordan sirtqi konturi bo‘ylab bort hosil qilishdan iborat.

*Chetini qayirish* – yassi tanavorning sirtqi konturi bo‘ylab bort hosil qilish.

*Bort chiqarish* – teshik konturi bo‘ylab bort hosil qilish.

Boʻrttirish (shakl berish) – havol tanavor ichidan teng taqsimlangan kuch taʼsir ettirish yoʻli bilan uning shakli yoki oʻlchamlarini oʻzgartirish.

*Siqish* – havol tanavorning ochiq uchi perimetrini kichraytirish.

*Qiyshiq prokatlash* yoʻli bilan, asosan, choksiz quvurlar olinadi. Qiyshiq prokatlashda bochkasimon joʻvalar bir-biriga nisbatan maʼlum burchak ostida joylashib, har ikkalasi ham bir tomonga aylanadi. Natijada tanavorga bir vaqtning oʻzida ham aylanma, ham qaytma harakat beriladi. Prokat buyumlar, asosan, turli tuzilishidagi prokatlash stanlarida ishlab chiqariladi.

Baʼzan turli listlardan oz miqdordagi yirik buyumlar tayyorlashda murakkab shtamplar ishlatish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, shuning uchun bunday hollarda shtamplashning oddiy usullaridan, masalan, rezina yordamida shtamplashdan foydalaniladi. Bunda matritsa yoki puanson oʻrnida rezina yostiqlik ishlatiladi.

*Pressiz shtamplash*. Keyingi vaqtlarda pressiz shtamplash usullari (portlatish, elektr-gidravlik va b.) ham sanoat miyosida juda keng qoʻllanilmoqda.

Ayniqsa, qalin list tanavorlardan turli buyumlar (detallar) hosil qilish uchun katta gabaritdagi mayda turkumli har xil portlovchi moddalar (trotil va boshqalar) ning portlash energiyalardan keng foydalanilmoqda. Bu usuldan, asosan, zanglamaydigan, yuqori mustahkamlikka ega boʻlgan poʻlatlar, titanli va misli qotishmalardan detallar olishda foydalaniladi.

Mazkur usul juda tejamli ham samarali boʻlishi bilan birga, 10–14 % gacha nisbiy uzayishga ega boʻlgan metall va qotishmalardan turli buyumlar (detallar) ishlab chiqarishda qoʻllaniladi.

1938-yilda Rossiyada L.A.Yutkin elektr-gidravlik usulda shtamplash usulini ishlab chiqdi. Bu usulda foydalaniladigan qurilmalar poydevor urishni talab qilmaydigan, kichik gabaritli, oson suriladigan ixcham konstruksiyalardan iboratdir.

Elektr-gidravlik usulda hatto plastikli past materiallar ham yaxshi deformatsiyalanadi, hosil qilinadigan buyum (detal)lar oʻlchamlari juda aniq chiqadi va qoʻshimcha mexanik ishlov berishni talab qilmaydi.

Shuning uchun bu usuldan list materiallardan samolyotlar, avtomobillar, fotoapparatlar va boshqalar uchun kichik hajmli detallar ishlab chiqarishda keng foydalaniladi.

---

## 10. PAYVANDLASH VA PAYVANDLASH USULLARI

### 10.1. Payvandlash to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Materiallarni payvandlash asoslari

Ma'lumki, mamlakatimizda fan-texnikani jadal rivojlantirish eng asosiy va muhim masalalardan hisoblanadi. Sanoat korxonalarida mehnat unumdorligini oshirish, mehnat sharoitini yaxshilash, metallarga ishlov berish uslublarini takomillashtirish, ayniqsa payvandlashning yanada oqilona va ilg'or usullarini joriy qilish muhim vazifalardandir. Buning uchun esa, avvalo, metallni tejab sarflash, mustahkam birikmalar (detallar) olish imkonini beradigan texnologiyalarni ishlab chiqish, oson va tez bajariladigan jarayonlarni tatbiq etish talab qilinadi. Masalan, faqat turli qurilish tuzilishlarini payvandlab biriktirish jarayonida 20 % ga yaqin metall tejaladi.

Nikolay Nikolayevich Benardos (1842–1905) texnikaning turli sohalariga oid ko'pgina ixtirolar muallifidir. U 1882-yilda payvandlashda elektr yoyini qo'lladi. Hozirgi vaqtda deyarli hamma turlari: ko'mir va metall elektrodlar bilan payvandlash, shu jumladan, flyus ostida payvandlash, ikki elektrod orasida yonayotgan bilvosita ta'sir etadigan yoy bilan payvandlashni u taklif etgan. N. N. Benardos yoini magnit bilan boshqarish hamda ko'mir va metall elektrodlar bilan payvandlash avtomatlarini ham taklif etgan.

Muhandis Nikolay Gavrilovich Slavyanov (1854–1897) jahonda birinchi bo'lib o'zgarmas tok bilan ishlaydigan payvandlash generatori loyihasini ishlab chiqdi. Payvandlash jarayoni uch sinfga (DS 19521–74) termik, termomexanik hamda mexanik payvandlashga ajratiladi. Payvandlashning *termik* sinfi metallni suyuqlantirib payvandlash turlarini o'z ichiga oladi. *Termomexanik* sinfga issiqlik energiyasidan foydalangan holda bosim ostida payvandlash turlari kiradi. Payvandlashning mexanik sinfiga qo'shimcha mexanik energiya bilan bosim ostida payvandlashning turlari kiradi.

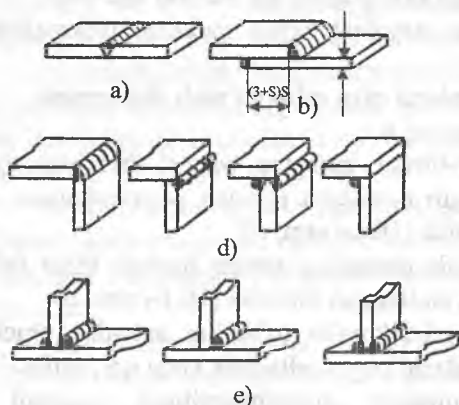
Ishlatiladigan energiya turlariga ko'ra, payvandlash quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

- yaxlit qizdirib bosim ostida payvandlash; temirchilik usulida prokatlab, siqib payvandlash;
- muayyan joyni qizdirib bosim ostida payvandlash, kontakt usulida, induksion presslab, yoy-presslab, duffuzion payvandlash;
- metallni tashqi issiqlik manbayi bilan qizdirmay, bosim ostida payvandlash, ultratovush vositasida, sovuq holatda, ishqalab, portlatib, magnit-impuls usulida payvandlash;
- suyuqlantirib payvandlash, elektr yoyi, gaz alangasida, termik usulda, elektr-shlak usulida, elektron nur, lazer nuri, plazma bilan payvandlash.

### 10.1.1. Payvand birikma va chok turlari

Ikki yoki undan ko'p detallarni payvandlab hosil qilingan, ajralmaydigan birikmalarga *payvand birikmalar* deb ataladi.

Suyuqlantirib payvandlashda uchma-uch, ustma-ust, burchakli va tavrison birikmalar hosil qilinadi (10.1-rasm). Shuningdek teshikli, toretsli, ustqo'yimli hamda elektr tokida parchinlangan birikmalar ham qo'llaniladi.



10.1-rasm.

*Payvand birikmalarining asosiy xillari:*

- a - uchma-uch birikmalar;*
- b - ustma-ust birikmalar;*
- d - burchakli birikmalar;*
- e - tavrison birikmalar.*

*Uchma-uch payvandlanadigan birikmalarda* ularni tashkil etuvchi elementlar bir tekislik yoki bir yuzada joylashadi (10.1-rasm, a). Bunday birikmaning qator afzalliklari mavjud:

1. Payvandlanadigan elementlar (detallar) ning qalinligi cheklanmaydi.

2. Yuklanishlarni bir elementdan ikkinchisiga o'tkazishda zo'riqish ancha tekis taqsimlanadi.

3. Birikma hosil qilish jarayonida metall juda kam sarflanadi.

4. Payvand birikma sifatini, undagi nuqsonlar joyi, o'lehamlari va turini rentgen nuri bilan aniqlash juda oson.

Shuni aytish kerakki, uchma-uch payvandlanadigan birikmalar ba'zi kamchiliklardan ham xoli emas, ya'ni:

Payvandlanadigan elementlarni (detallarni) yig'ish zarur.

Shakldor metallar yoki prokatlar (burchakliklar, shvellerlar, tavrlar, qo'shtavrlar) ni uchma-uch payvandlashda qirralariga ishlov berish murakkabroq.

*Ustma-ust birikmada* payvandlanadigan qismlar parallel joylashadi va bir-birini berkitib turadi (10.1-rasm, b). Bunday birikmaning asosiy kamchiliklari quyidagilardir:

1. Asosiy metall birikmalarni qoplashga sarflanadi. Qalinligi 20 mm gacha bo'lgan qismlarni ustma-ust payvandlaganda metallni tejash zaruriyati cheklanadi.

2. Bunday birikmalarda yuklanish bir tekis bo'yicha taqsimlanmaydi, shuning uchun bunday birikmalar o'zgaruvchan yoki dinamik (zarbli) yuklanishlarga chidamsizroq.

3. Ustma-ust payvandlanadigan listlarning orasidagi choklar bir tomonlama payvandlanadigan bo'lsa, payvandlanmagan choklar birikmaning mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Birikmadagi nuqsonlarni aniqlash qiyin. Bunday birikmalarning afzalliklari:

1. Birikma ostidagi qirralarni qiya qilib yo'nish shart emas.

2. Birikmani yig'ish oson va h.

Burchakli birikma bir-biriga nisbatan to'g'ri burchak ostida joylashgan va bir-biriga tegib turadigan joyidan payvandlangan ikki qismning payvand birikmasidir (10.1-rasm, d).

*Tavrsimon birikma* – bir qismning sirtiga boshqa qism to'g'ri burchak ostida uchidan payvandlangan birikma (10.1-rasm, e).

Burchakli va tavrsimon birikmalar to'sinlar, ustunlar, sinchlar, fermalar, ramalar va boshqalarni payvandlashda keng qo'llaniladi. Bu birikmalar tegishli birikmaning mustahkamligini oshiradi va deformatsiyalanishini kamaytiradi.

*Teshikli birikmalar* – ustma-ust payvandlash chokining uzunligi yetarlicha mustahkam bo'lmaganda qo'llaniladi.

*Ustqo'y mali birikmalardan* – uchma-uch va ustma-ust payvandlashlarning iloji bo'lmaganda foydalaniladi.



Bunday birikmalar, asosan, shakldor qismlarni biriktirishda va uchma-uch birikmalarni kuchaytirishda qo'llaniladi.

*Elektr toki bilan parchinlab biriktirish*, asosan, ustma-ust va tavr birikmalarda qo'llaniladi. Shunday biriktirish orqali mustahkam, biroq zich bo'lmagan birikmalar hosil qilinadi.

*Payvand choklar* payvand birikmalar ko'rinishiga hamda chok kesimining geometrik shakliga ko'ra uchma-uch va burchakli choklarga ajratiladi. Uchma-uch choklar uchma-uch, torets, yonlama ba'zan esa burchakli birikmalar hosil qilishda ham qo'llaniladi. Burchakli chok ustma-ust, tavr-simon va burchakli birikmalarda mavjud bo'ladi.

Uchma-uch choklar tashqi shakliga ko'ra tekis yoki qavariq bo'lishi mumkin. Burchakli choklar botiq qilib ham bajarilishi mumkin. Qavariq chokli payvand birikmalarga nisbatan statik yuklanishga chidamli. Biroq juda qavariq chokli payvand birikmalarda ortiqcha metall sarflanganligi uchun tejamsiz hisoblanadi. Yassi chokli uchma-uch birikmalar, botiq chokli, burchakli, tavr-simon va ustma-ust payvand birikmalar qavariq chokli birikmalarga nisbatan dinamik (zarbli) yoki o'zgaruvchan yuklanishlarga chidamli bo'ladi.

Turli payvand choklarning sifati payvandlash rejimlarining to'g'ri belgilanishi va to'g'ri bajarilishiga ham bog'liq. Odatda, payvand chokning sifatini tekshirish ishlari uch bosqichga bo'linadi:

1. Payvandlashdan avval asosiy metall bilan chok metalining sifatini, elektrod qoplamasini, flyuslar qanchalik to'g'ri belgilanganini, chok kertimlarining qanday tayyorlanganini tekshirish hamda payvandchining malakasini aniqlash.

2. Payvandlashning har bir jarayoni qanday va qay rejimlarda olib borilgani, ikkinchi qatlam chokini bostirishda yuzalarning kuyindi va shlaklardan tozalangani va umuman jarayonning to'g'ri olib borilgani tekshiriladi.

3. Payvandlab bo'lingach, chokning sifati, tashqi va ichki yuzalari (rentgen nurlari, metallografik mikroskoplar yordamida) kuzatiladi.

Payvandlangan buyumlarning sifati avvalo vizual kuzatiladi (zarur bo'lsa, nitrat kislotaning spirt-dagi eritmasini ta'sir ettirib lupada ko'riladi). Bunday kuzatish bilan chokning sifatini aniqlash qiyin bo'lsa (ayniqsa murakkab tuzilishlarda), boshqa usullardan foydalaniladi. Chokning puxtaligini aniqlash uchun payvandlab tayyorlangan birikmalardan olingan maxsus namunalarning cho'zilishi, zarbga va

egilishga bardoshliligi sinaladi. Zarur hollarda esa mikroskopik tekshiruvlar ham o'tkaziladi.

*Payvandlash posti.* Payvandlash posti payvandlash ishlarini bajarish uchun hamma zarur uskunalar bilan jihozlangan payvandchining ish o'rnidir. Payvandlash posti ta'minlash manbai, elektr simlari, elektrod tutkichlar, yig'ish-payvandlash moslamalari va asboblari, himoya shechitlari yoki niqob bilan ta'minlanadi.

Payvandlash postlari ishlatiladigan elektr yoyi turi hamda ta'minlash manbai xiliga qarab quyidagi xillarga ajratiladi:

– bir bosqichli yoki ko'p bosqichli payvandlash o'zgartirgichlaridan yoki payvandlash to'g'rilagichlaridan ta'minlanadigan, o'zgarmas tok bilan ishlaydigan postlar;

– payvandlash transformatoridan ta'minlanadigan, o'zgaruvchan tok bilan ishlaydigan postlar.

Payvandlash postlari ko'chmas yoki ko'chma bo'lishi mumkin.

*Ko'chmas postlar* kichikroq o'lchamli buyumlarni payvandlashga mo'ljallangan, usti ochiq xonadan iborat. Odatda, xonaga bir postli payvandlash transformatori yoki payvandlash to'g'rilagichi joylashtiriladi. Aylanib turadigan o'zgarmas tok o'zgartirgichi ishlayotganda kuchli shovqin chiqaradi, shu sababli uni xonadan tashqarida joylashtirgan ma'qul.

Ko'chma postlardan yirik o'lchamli buyumlarni bevosita sexlarning ishlab chiqarish maydonchalarida yoki qurilish maydonchalarida payvandlashda foydalaniladi. Bunday hollarda yoy nuridan to'siqlar bilan himoya qilinadi, yoini elektr bilan ta'minlash manbalarini qor va yomg'irdan saqlash uchun usti yopib qo'yiladi.

### 10.1.2. Payvandlashning mohiyati va usullari

Ma'lumki, payvandlash usulini har qanday metall va metallmas materiallarga tatbiq qilish mumkin.

*Payvandlash deb* payvandlanadigan qismlarning faqat ular orasida atomlararo bog'anishni vujudga keltirib, ajralmaydigan birikmalar hosil qilish jarayonini aytiladi.

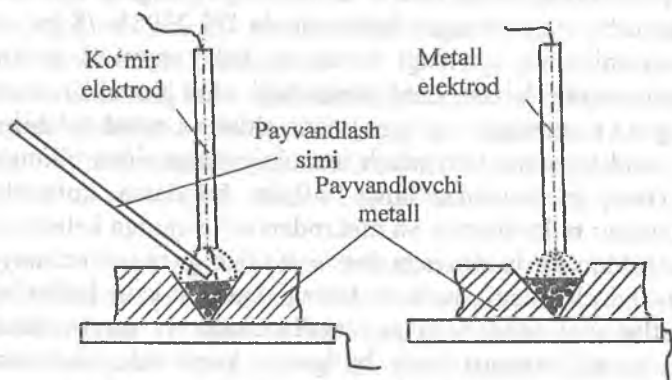
Bu ta'rif metall va nometall materiallarga (plastmassa, shisha rezina va b.) ham taalluqlidir.

Turli materiallarni payvandlash, asosan, ularning turli xossalari bog'liq bo'ladi, chunki materiallarning xossalari uning ichki tuzilishi –

atomlarining strukturasi bog'liq. Hamma metallar qattiq holatda kristall strukturali jismlar bo'ladi. Amorf jismlar (shisha, parafin, mum va b.) ning atomlari tartibsiz joylashgan. Payvandlanadigan qismlar bir butun qilib biriktirish uchun ularning elementar zarrachalari (ionlari, atomlarini) shunchalik yaqinlashtirish kerakki, bunda ular orasida atomlararo bog'anish paydo bo'lsin. Buning uchun payvandlanadigan qismlarning faqat kerakli joyi yoki hammasi qizdiriladi, plastik deformatsiyalanadi yoki ikkala usuldan birgalikda foydalaniladi.

Metall zarrachalarini payvandlash sharoitiga qarab (atomlararo bog'anishni vujudga keltirish uchun), suyuqlantirib, bosim ostida va gaz bilan payvandlash kabilarga ajratiladi.

Suyuqlantirib payvandlashning asosiy mohiyati shundan iboratki, bunda payvandlanadigan detallar, masalan, ikkita detalning qirralaridagi metall kuchli issiqlik manbalari, ya'ni elektr yoyi, gaz alangasi, kimyoviy reaksiya, suyuqlantirilgan shlak, elektron nur energiyasi, plazma lazer nuri energiyasi va boshqalar bilan suyuqlantiriladi. Bularning hammasida detalning qizib suyuqlangan bir qirrasidagi metall ikkinchi qirrasidagi suyuqlangan metall bilan o'zaro birikadi. Natijada, payvandlash vannasi deb ataladigan umumiy suyuq metall sig'im hosil bo'ladi. Payvandlash vannasida metall sovigach, chok metali vujudga keladi. Chok metali detal qirralaridagi metallning yoki payvandlash vannasiga kiritilgan qo'shimcha metallning suyuqlanishi hisobigagina hosil bo'lishi mumkin (10.2-rasm).



10.2-rasm. Elektr yoyi bilan payvandlash sxemasi.

Payvandlanadigan detal qirradi va chok chegarasidagi metall donalarining qisman suyuqlangan zonasi suyuqlanish zonasi deb ataladi, shu zonada atomlararo bogʻlanish sodir boʻladi. Bunda chok metali payvandlanadigan qismlar metali bilan mustaqil tutashadi, payvandlanadigan qismlarning sirtlaridagi iflosliklar shlak tarzida qalqib chiqadi, olib tashlanadi.

### 10.1.3. Bosim ostida payvandlash

Bosim ostida payvandlashda esa birlashtiriladigan joydagi metall biror R kuch taʼsirida plastik deformatsiyalanadi. Birlashtiriladigan sirtlardagi iflosliklar sirtga siqib chiqariladi, payvandlanadigan qismlarning sirtlari toza, tekis va butun qirqimi boʻyicha atomning tutinish masofasiga yaqinlashgan boʻladi. Atomlararo bogʻlanish roʻy bergan zona *birikish zonasi* deb ataladi. Birikish zonasining kengligi oʻnlab mikronlarda oʻlchanadi.

Detallarning birikish joylari qizdirilsa, ularning qirralari oson plastik deformatsiyalanadi. Bunda muayyan joyni qizdirib payvandlashda issiqlik manbasi boʻlib, elektr toki, gaz alangasi, kimyoviy reaksiya, mexanik ishqalanish, umumiy qizdirib payvandlashda temirchilik qoʻrasi, qizdirish pechi xizmat qiladi.

## 10.2. Payvand birikmalardagi nuqsonlar va ularni tuzatish

Nuqsonlarning asosiy turlari va ularning vujudga kelish sabablari. Suyuqlantirib payvandlangan birikmalarda DS 23055–78 ga muvofiq ichki nuqsonlarning quyidagi turlari boʻladi: payvand birikmaning sirtiga chiqmagan darzlar; chok metalidagi ichki gʻovaklar, chala payvandlangan va qotmasdan qolgan joylar, shlak va oksid qoʻshilmalari.

Payvand buyumni tayyorlash texnologiyasiga rioya qilinmaganda darzlar (issiq va sovuqdan hosil boʻlgan; boʻylama, koʻndalang va tarmoqlangan; mikrodarzlar va makrodarzlar) vujudga keladi. Odatda, payvand birikmalarda umuman darzlar boʻlishiga raxsat etilmaydi.

Payvand chokdagi choʻkish kovagi kamdan-kam hollarda, faqat qalin listlar yoy yordamida payvandlanganda va payvandlash vannasidagi metall massasi katta boʻlganda kuzatiladi. Nisbatan katta hajmli payvandlash vannasi oltingugurt, fosfor va boshqalar asosidagi oson suyuqlanadigan moddalar bilan ifloslangan holda vanna qotayot-

ganda cho'kish kovagi (chuqurcha) hosil bo'ladi. Chokda bunday bo'lmasligi kerak.

Chok tubining botiqligi payvand birikmalar gaz puflab yoki detalning payvandlanadigan qirralari orasidagi tirqishni kattalashtirib flyus yostiqchasida hosil qilinganda vujudga kelishi mumkin. Dinamik yuklanish ta'siri ostida bo'ladigan yoki past haroratlarda ishlaydigan buyumlarda chok tubining botiq bo'lishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi.

Payvand chokdagi teshik – chok sirtiga chiqadigan konussimon yirik g'ovak. Payvandlash vannasidagi metall qotayotgan paytda undan muayyan joyda juda ko'p gaz ajralib chiqishi natijasida bu nuqson paydo bo'ladi. U ko'pincha payvandlanadigan qirralarning ayrim joylari zang va moy bilan ifloslangan hollarda kuzatiladi.

Payvand choklar yuzasidagi g'ovaklar qoplamasi nam (quritilmagan) elektrodlar yoki yaroqlilik muddati o'tib ketgan elektrodlar bilan payvandlashda yuzaga keladi. Ayrim hollarda chokning 100 mm uzunligida diametri 2 mm dan kichik bo'lgan uchtagacha g'ovak bo'lishiga ruxsat etiladi. Joiz nuqsonlar me'yorlarini bilish kerak. Ular payvand konstruksiyalar tayyorlashga me'yoriy-texnik hujjatlarda belgilangan.

Elektrod metalining sachrab qotib qolgan tomchilari ochiq yoy vositasida payvandlashda paydo bo'ladi. Tomchilar payvand birikma sirti bo'ylab sochiladi, lekin maxsus bo'yoq bilan qoplangan buyumga yopishib qolmaydi. Metall sirtidagi sachragan metall tomchilari yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqson hisoblanadi. Payvandlash jarayonida metall sirtiga surtiladigan qoplamalar, masalan «Duga-2» aerozoli metall sirtiga sachragan metall tomchilarining yopishib qolishiga qarshi samarali vosita hisoblanadi.

Sirti oksidlanish oson oksidlanadigan metallar (titan, magniy va ularning qotishmalari) uchun ahamiyatga ega. Agar detallarning chok yaqinidagi sirlari va chokning o'zi havodan himoyalangan bo'lmasa, payvandlashda metallning qizishi natijasida metallning sirti qatlami oksidlanadi.

Payvand chokning ortiqcha puxtalanishi payvand buyumning dinamik yuklanish ta'sirida ishlashini yomonlashtiradi, shu sababdan bunday buyumlar uchun u yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqson hisoblanadi. Dastaki usulda payvandlashda payvandchi malakasining pastligi bunday nuqson vujudga kelishiga sabab bo'ladi. Agar

payvandlanadigan detalning qalinligi 10 mm dan ortiq bo'lsa, chokning qavariqlik yoki botiqligi 3 mm dan oshmaydi.

Qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda va yarimavtomatik payvandlashda qotishish zonasidagi kesiklar elektrod uchini ko'ndalangiga noto'g'ri tebratish oqibatida (payvandchining malakasi past) hosil bo'ladi; tok ortgan sari kesik kattalashadi. Bu nuqson shuning uchun ham xavfli, kesiklarda zo'riqishlar to'planadi, ular buyum dinamik yuklanish ta'sirida ishlaganda metallning buzilishiga olib keladi. Metallda chuqurligi 1 mm gacha, uzunligi 15 mm dan ortiq kesiklar va chuqurligi 1 mm dan katta uzunlikdagi kesiklar bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi.

Payvand chokning notekis tutashtirilishi, ortiqcha puxtalanish, toshmalar ko'pincha payvandlash rejimi noto'g'ri tanlanganda yoki payvandlanayotgan qirralarda qalin kuyindi qatlami bo'lganda vujudga keladi.

Chala payvandlanish. Bu nuqson navbatdagi marzachalar (valiklar) yoki qatlamlar payvandlash shlakidan tozalanmagan oldingi metall qatlami ustiga yotqizilganda, oraliq va chok qatlamlari orasida kuzatiladi.

Payvand chokdagi shlak va metallmas qo'shilmalar oksidli, sulfidli, fosforli va nitridli qo'shilmalardir. Ular chok metalining qotish paytiga qadar payvandlash shlakiga ko'tarilishga ulgurmayan payvandlash metallurgiyasiga bog'liq. Odatda, bu nuqson yuqori tezlikda payvandlaganda paydo bo'ladi.

Payvand chokdagi ichki g'ovaklar payvandlashda chok metalli otadigan paytga kelib tashqariga chiqib ketishga ulgurmayan gazlarning ko'p miqdorda ajralib chiqishi natijasida vujudga keladi. Ayni nuqson ayniqsa chuqur choklar hosil qilishda kuzatiladi.

Payvand chokdagi metall aralashmalari. Volfram elektrod bilan teskari qutbli va katta toklarda payvandlaganda chokka ko'pincha volfram zarrachalari tushadi.

Payvand chok qirralarining siljib olishiga payvandlanadigan detallarning noto'g'ri yig'ilishi sabab bo'ladi.

*Payvand birikmalar mustahkamligining pasayishiga nuqsonlarning ta'siri.* Nuqsonning payvand birikmaning ishiga ta'sirini uning shakli, uzunligi va nuqsonning ta'sir etadigan kuch yo'nalishiga nisbatan joylashishi nuqtayi nazaridan ko'rib chiqish lozim. Cho'ziq nuqsonlar (darzlar, chala payvandlanishlar) eng xavfli, yumaloq

shaklli nuqsonlar (yakka gaz g'ovaklari, shlak aralashmalari) uncha xavfli hisoblanmaydi. Kuch yo'nalishiga parallel yo'nalgan nuqsonlar statik yuklanish ta'sirida ishlaydigan tuzilishlar uchun xavfsizroq bo'ladi. Metall qalinligining 25 % kattaligidagi chala payvandlanish harorat-45°C gacha pasayganda payvand birikmaning uzilishga vaqtinchalik qarshiligi 2 baravar, plastikligi 2-4 baravardan ortiq pasayishga olib keladi. Kam uglerodli po'latni payvandlashda uning uchma-uch chokidagi chala payvandlanish metall qalinligining 5 % dan oshmasligi, legirlangan po'latlarni payvandlashda esa bundan ham kam bo'lishi kerak. Kam uglerodli po'latlardan qilingan payvand birikmalarda chokning 1 sm<sup>2</sup> kesimida yakka dog'lardan ko'pi bilan 5-6 ta bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Payvand birikmalardagi nuqsonlarni tuzatish usullari. Kesiklar, sirdagi yuza g'ovaklar, chokning botiqligi va payvand chok kesimi o'lchamlarining kichiklashuvi payvandlab tuzatiladi.

Darzlilar, cho'kishdan hosil bo'lgan kovak, teshik, shlak aralashmalari, chok o'zagida chala payvandlanish, ichki chala payvandlanish va ichki g'ovaklar nuqsonli joyni oldindan mexanik yoki termik usulda ochib, keyin nuqsonni payvandlab tuzatiladi.

Payvandlangan qirralarning siljib qolishi, toshma, payvand chokning ortiqcha puxtalanishi va payvand chokning notekis tutashtirilishi kabi nuqsonlar butun uzunligi bo'yicha mexanik usulda ishlov berib tuzatiladi.

Darz uzunligini aniqlash uchun metall sirti tozalanadi, jilvirlanadi va azot kislotasining 20% li eritmasi bilan xurushlanadi. Chegaralari bo'ylab darz parmalanadi, metall uzunasiga va chuqurligi bo'ylab suyuqlantiriladi yoki qirqib olinadi, keyin bu joy payvandlanadi. So'ngra chok tekshirib ko'riladi.

Mikrodarzlilar 50 martagacha kattalashtirib ko'rsatadigan lupa yordamida aniqlanadi. Darzlilar payvandlab bo'lgandan keyin bir necha kun va bir necha hafta o'tgandan so'ng ham hosil bo'lishi mumkin. Bu odatda, payvandlash jarayonida toblanadigan po'latlarga taalluqlidir.

Kesiklar nuqsonning butun uzunligi bo'ylab ingichka chok suyuqlantirib qoplab bartaraf qilinadi.

Diametri 2 mm dan katta sirti g'ovaklar suyuqlantiriladi yoki qirqib olinadi va payvandlanadi. Odatda, chokning 1 m uzunligida, agar g'ovak diametri 1 mm dan oshmasa, g'ovaklar oralig'i kamida

10 mm bo'lganda g'ovak (diametri 2 mm li g'ovaklar oralig'i kamida 25 mm bo'lganda) ko'pi bilan to'rtta g'ovak bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Choklar og'zi payvandlanadi, toblanmaydigan po'latlarni payvandlashda ularni chok o'qidan 20 mm chetga chiqarish mumkin.

Choklarning kuyib ketishi kam kuzatiladi, bu nuqsonni tozalash va payvandlab berkitish kerak.

Sachragan metall tomchilari mexanik usulda tozalanadi. Toshmani sirdan qarab aniqlash qiyin, u metallografik usulda tekshirib aniqlanadi.

Teshik tozalanadi va nuqson o'rni payvandlab berkitiladi.

Deformatsiyalangan payvand birikma yoki buyumlarni yaxshisi mexanik usulda to'g'rilab, tuzatish kerak.

*Payvandlashdagi xavfsizlik texnikasi.* Elektr toki odam tanasidan o'tganda elektr tokidan shikastlanish yuz beradi.

Elektr tokidan shikastlanish darajasi tok va zo'riqish kattaligiga, shuningdek, odam organizmida tok o'tadigan yo'lga, tokning ta'sir etish vaqtiga, chastotasiga bog'liq (o'zgaravchan tokning chastotasi ortishi bilan undan shikastlanish darajasi pasayadi, o'zgaravchan tok o'zgarmas tokka nisbatan xavfliroq).

Odamlarning elektr tokidan shikastlanish xavfi darajasiga qarab xonalar uch toifaga bo'linadi: o'ta xavfli xonalar (havosining namligi va harorati yuqori, tok o'tadigan qismlar izolatsiyasining buzilishiga sabab bo'ladigan kimyoviy aktiv muhit mavjud bo'ladi), xavfliligi yuqori xonalar (odamning metall tuzilishlar va elektr uskunalarning korpuslariga tegib ketish xavfi bo'ladi va h.) va xavfliligi yuqori bo'lmagan xonalar (elektr toki bilan shikastlanish xavfi bo'lmaydi).

Agar elektr uskunalari va qurilmalarning tok o'tuvchi qismlari ihotalanmagan va odam qo'li yetadigan balandlikda (2,5 m dan past) joylashgan, yerga ulanmagan, ihotalanmagan va tok o'tkazuvchi tuzilishlar (magnitli ishga tushirgichlar, «Pusk», «Stop» tugmalarining metall korpuslari va boshqalar)ning himoyalaydigan uzib qo'ygichlari nazarda tutilgan bo'lmasa, ular xavfli hisoblanadi.

Sexlarda oson alanganadigan moddalar va yonuvchi suyuqliklar suyuqlantirilgan yonuvchi gazlar, yonadigan qattiq materiallar, yonish jihatidan xavfli bo'lgan bosim ostidagi mahsulotlar solingan idish va apparatlar, ishlayotganda elektr uchqunlari chiqadigan elektr uskunalari va boshqalar yong'in chiqishiga sabab bo'ladi.



Yong'in jihatidan xavflilik alomatlariga ko'ra ishlab chiqarishni quyidagi toifalarga bo'lish qabul qilingan: A – portlash va yong'in jihatidan xavfli, B – portlash jihatidan xavfli, D – yong'in jihatidan xavfli, E va F– yong'in jihatidan xavfsiz, G – portlash jihatdan xavfsiz (faqat gazlar bor).

Har bir payvandlash postida o't o'chirgich, suvli bochka yoki chelak, shuningdek, qumli quti va belkurak bo'lishi kerak. Payvandlash ishlari tugagach, ish xonasi va payvandlash ishlari bajarilgan joyni tekshirib chiqish zarur. Sexlarda yong'inga qarshi kurashuvchi maxsus bo'linmalar bo'ladi, sexda ishlovchilardan ko'ngilli o't o'chiruvchilar guruhi tuziladi.

### 10.3. Metallarni gaz alangasida payvandlash

Metall yoki qotishmadan qilingan tanavrlarning ma'lum bir qismini kesish uchun turli usullardan, ya'ni turli dastgohlarda turli kesuvchi asboblardan yordamida hamda elektr-kimyoviy, elektr-erozion, gaz va elektr yoydan foydalaniladi. Biz sanoat miqyosida eng ko'p qo'llaniladigan oxirgi ikki usul ustida to'xtab o'tamiz.

Metallarni gaz (kislrod) bilan kesish alanganish haroratigacha qizdirilgan metallning kislrod oqimida yonishiga asoslangan. Kislrod bilan kesiladigan metallarning alanganish harorati suyuqlanish haroratidan past bo'lishi, issiqlikni o'zidan yomon o'tkazishi va hosil bo'ladigan shlaklarning suyuq holda oquvchanligi yuqori bo'lishi lozim. Bu talablarga tarkibida 0,7 % gacha uglerod bo'lgan po'latlar va legirlangan konstruksion po'latlar javob beradi.

Tarkibida 2,2% C bo'lgan cho'yaning suyuqlana boshlash harorati 1147°C ga, alanganish harorati esa taxminan 1400°C ga teng bo'lganligi uchun cho'yanlarni kislrod bilan qirqib bo'lmaydi. Ya'ni kislrod bilan qirqilishi mumkin bo'lgan metall oksidining suyuqlanish harorati o'zining suyuqlanish va alanganish haroratlaridan past bo'lishi shart. Shundagina kesish vaqtida hosil bo'ladigan metall oksidlari kesik orasidan osongina haydaladi va metallning ostki qismlariga kislrodning ta'sir etishi uchun yo'l ochiladi. Masalan, aluminiyning suyuqlanish harorati 657°C, aluminiy oksidining suyuqlanish harorati esa 2050°C. Binobarin, aluminiyni faqat kislrod bilan qirqib bo'lmaydi.

Kislorod bilan qirqishning yana bitta sharti shundan iboratki, qir qilishi mumkin bo'lgan metallning issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lmasligi shart, aks holda qir qilish zonasi tez soviydi va harorati alanganlash haroratidan pasayadi.

Metallarni kislorod bilan qir qishda universal keskich (rezak) dan foydalaniladi. Keskichlar qizdirish alangasini hosil qilish va kesish zonasiga toza kislorod uzatishga xizmat qiladi.

Odatda, metallar dastaki usulda va mashinalarda qir qiladi. Dastaki usulda qir qishda foydalaniladigan asbob keskich (rezak) deyilib, bu asbobning payvandlash gorelkasidan farqi shundaki, unda qir quvchi kislorodni haydovchi qo'shimcha kanal bor.

Keskichlar quyidagi turlarga ajratiladi:

1. Kesish turi bo'yicha – ajratish, yuzaki kesish uchun.
2. Vazifasiga ko'ra – dastaki, maxsus mashinada kesish uchun.
3. Yonilg'i turi bo'yicha – atsetilen, atsetilen o'rni ishlatiladigan gazlar, suyuq yonilg'ilar ishlaydigan keskichlar.
4. Ishlash tamoyili bo'yicha – bir xil bosimli, injektorli.
5. Kislorodning bosimi bo'yicha – past va yuqori bosimli.
6. Mundshtukning tuzilishiga qarab – tir qishli, ko'p soploli keskichlar.

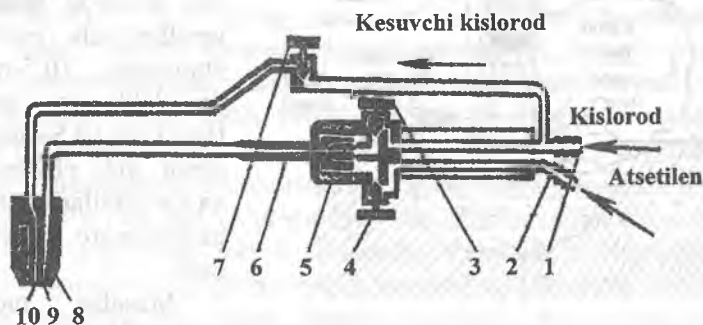
Sanoat miqyosida ishlatiladigan keskichlarning markalari: ППС-70, ППМ-70, ПАТ-70, ПАО-70, ПА3-70 (quyma keskichlar), P3R «Plamya», PY3-70 «Raketa», «Fakel», «Raketa-1» PM-1000, PGM-2, PGM-3, PGM-5 va h.

Bundan tashqari, hozirgi vaqtda metallarni qir qish uchun turli ko'chmas va ko'chma kesish mashinalaridan keng foydalaniladi. Bunday mashinalarga «Sputnik-2», «Raduga», ППФ-2-67, АИИС-2, АИИС-70, СГУ-61, «Odessa» kabilarni misol qilib keltirish mumkin.

Metallarni dastaki qir qishda ko'proq YP turidagi keskich ishlatiladi (10.3-rasm). Keskichga naycha (1) oraliq kislorod, naycha (2) oraliq esa atsetilen kiradi. Atsetilen kislorod aralashmasi uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori ventil (3) bilan, atsetilen miqdori esa ventil (4) bilan rostlanadi. Ventil (7) kesuvchi kislorod miqdorini rostlash uchun xizmat qiladi. Yonuvchi aralashma hosil qiladigan atsetilen bilan kislorod injektor (5) orqali o'tib, kamerada (6) aralashadi. Hosil bo'lgan yonuvchi aralashma mundshtukning (8) teshigi (9) dan chiqadi.

Metallarni qir qishda keskichning mundshtugi kesilishi kerak bo'lgan yuzadan 3–6 mm oralqida va yuzaga tik vaziyatda tutiladi.

Keskichni surish tezligi kesilayotgan metallning qalinligiga bog‘liq, metall qanchalik qalin bo‘lsa, keskich shunchalik sekin suriladi.



**10.3-rasm. Keskichning tuzilish sxemasi:**

1,2 – naychalar; 3, 4, 7– ventillar; 5 – injektor; 6 – aralashtirish kamerasi; 8 – mundshtuk; 9, 10 – gaz chiquvchi kanallar.

Kislorod bilan qirqish usuli qalinligi 2000 mm gacha bo‘lgan po‘latni kesishga imkon beradi.

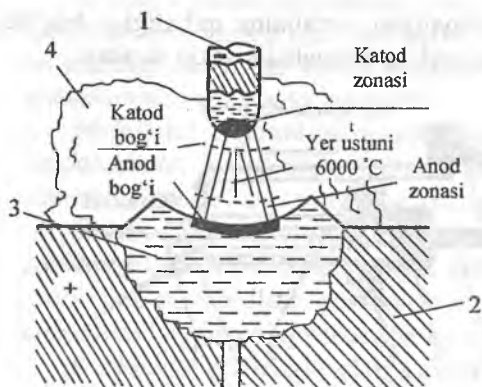
Metall tanavorlarni grafitli yoki metall elektrodlar yordamida kesish zonasini suyuqlantirish yo‘li bilan kesilish elektr yoy bilan kesish deyiladi. Tanavorlarning kesiladigan joyi metall yoki ko‘mir elektrod bilan kesiladigan yuza orasidagi elektr yoy ta‘sirida eriydi. Bu usuldan metallarni aniqroq kesish talab qilinmagan hollarda, ayniqsa, qurilish ishlarida ishlatiladigan metall prokatlar (armaturalar, burchakliklar) ni kesishda foydalaniladi.

Keyingi vaqtlarda metallarni havo-yoy bilan kesish usuli ko‘p qo‘llanilmoqda, bu usulda elektr yoy bilan kesilgan metall siqilgan havo yordamida doimiy surilib turadi.

Metallarni metall elektrod, kislorod-yoy va argon-vodorod aralashmalari oqimida kesish usullaridan ham keng foydalanilmoqda.

#### **10.4. Elektr - yoy yordamida payvandlash va kesish**

Metall buyumlar elektrod yordamida payvandlanganda ionlashgan gaz va bug‘ muhitidan o‘tib turuvchi kuchli elektr razryad elektr yoy deyiladi (10.4-rasm).

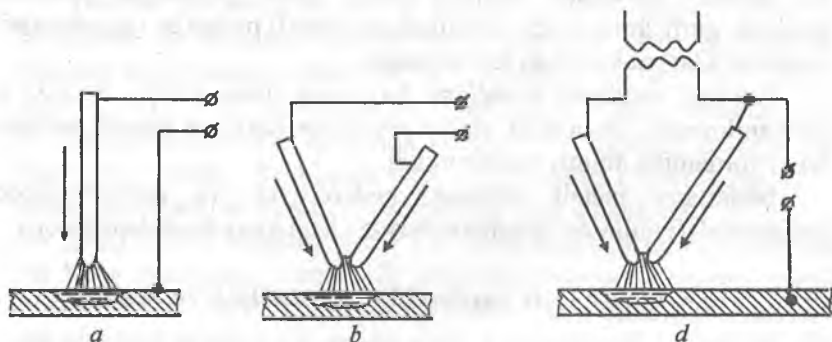


**10.4-rasm. Payvandlash yoyining sxemasi:** 1—elektrod; 2—payvandlanadigan metallar; 3—metall vanna; 4—gaz tojisi (areoli).

lash joyiga qisqa tutashtirib, 3–4 mm ga ajratiladi. Qisqa tutashtirilganda kichik yuzadan katta tok o‘tishida yuzalar o‘ta qizib, bir zumda suyuqlanadi. Bunda suyuqlanayotgan elektrod uchi elektromagnit, sirt tortish kuchlari va gazlar bosimi ta’sirida siqilib, ingichka tortilib uziladi.

10.5-rasm, *a* dan ko‘rinadiki, elektr yoy bevosita elektrod bilan payvandlanuvchi metall buyumlararo, 10.5-rasm, *b* da elektr yoy elektrodlararo va 10.5-rasm, *d* da elektr yoy elektrodlararo va elektrodlar bilan metall buyumlararo payvandlanadi.

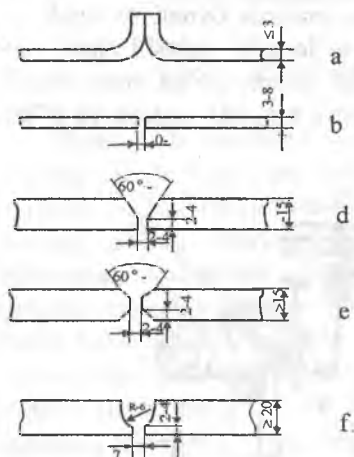
Masalan, metallarni elektrodlar bilan elektr yoy yordamida payvandlashda elektr yoy hosil qilish uchun elektrod uchini payvandlanuvchi metall buyumni payvand-



**10.5-rasm. Payvandlash elektrodlarini tok manbaiga ulash sxemasi:** *a*—elektrod ila payvandlanuvchi metallararo; *b*—elektrodlararo; *d*—elektrodlararo va elektrodlar ila payvandlanuvchi metallararo.

Bu sharoitda o'ta qizigan elektrod (katod) yuzidan termoelektron va avtoelektron emissiyalar ta'sirida ajralayotgan elektronlar juda katta tezlikda payvandlanuvchi metall (anod) tomon harakatlanib, oraliq muhitidagi gaz va bug', atom va molekullarni bombardimon qilib, manfiy hamda musbat ionlarga parchalaydi. Manfiy zaryadli ionlar payvandlanuvchi metall buyum yuziga, musbat zaryadli ionlar esa elektrod yuziga kelib uriladi, kinetik energiyalari issiqlik va yorug'lik energiyalariga aylanadi. Bunda hosil bo'lgan yoy barqaror yonadi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, ajralayotgan issiqlikning 43% i katodga, 36% i anodga va qolgani yoy ustuniga taqsimlanadi.

Shuni qayd etish joizki, ajralayotgan issiqlik payvandlanuvchi metall buyumlarni qizdirib, eritish uchun faqat 60–70% sarflanadi, qolgan 40–30% esa tashqi muhitga tarqaladi. Payvandlashda tok kuchini 1–3000 A, kuchlanishni 10–50 V gacha o'zgartirila olishini va



**10.6-rasm. Metallarni elektr yordamida payvandlashda qalinligiga ko'ra chetlarini tayyorlash:** a—chetlari qayrilgan; b—chetlari keltirilmagan; d—chetlari V simon keltirilgan; e—chetlari X simon keltirilgan; f—chetlari U simon keltirilgan.

payvandlash quvvatini 0,01 dan 150 kVt gacha rostlanishi esa turli qalinlikdagi xilma-xil metallar va ularning qotishmalarini payvandlash imkonini beradi.

*Metall buyumlarni qoplamali metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida dastaki payvandlash.*

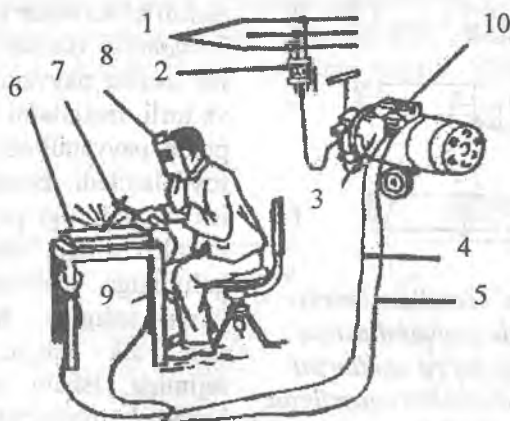
Bu usulda payvandlash oddiyligi va turli metallarni har xil holatda puxta payvandlashi sababli keng foydalaniladi. Bunda chok sifati, ish unumdorligi payvandlanuvchi metallar xiliga, rusumiga, turiga, qalinligiga, payvandlashga tayyorlanganligiga, fazodagi holatiga, tok xiliga, payvandlash rejimiga, ishchi malakasiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq.

Metallarni uchma-uch qilib elektr yoy yordamida payvandlashda ularning qalinligiga ko'ra payvandlash joylarini qanday tay-

yorlamoq lozimligi 10.6-rasmda ko'rsatilgan.

Shuni qayd etish joizki, barcha payvandlash ishlari maxsus xonada bajariladi. Odatda, kichik va o'rtacha o'lchamli buyumlarni payvandlash u qadar katta bo'lmagan xonada (2500x2000x2100 mm li), tegishli moslamalar bilan jihozlangan, zarur elektr toki keltirilgan, barcha xavfsizlik texnikasi talablari ko'rilgan quruq va yorug' xonada olib borilmog'i kerak. Bu xonada portlovchi moddalar, benzin, moyli idishlar va ishga xalaqit beradigan buyumlar bo'lmasligi kerak. Ish jarayonida xona shamollatib turilmog'i lozim (10.7-rasm).

Payvandchining asosiy ish asbobi elektrod tutqich, to'sqich va boshqalar bo'ladi. Elektrod tutqichlar (prujinali, plastinkali, vintli) elektrodni yaxshi tutib, kontakt beruvchi bo'lishi hamda elektrodni tez, qulay almashtirish imkonini beradigan, yengil va ishga qulay bo'lishi kerak. Payvandlashda ishchi metall uchqunlaridan, yoy ajratayotgan infraqizil va ultrabinafsha nurlardan saqlanish, bostirilayotgan chokni kuzatish uchun maxsus oynali to'sqich yoki shlem maskada, brezent korjoma va qo'lqopda ishlashi shart. Chok sirtida yopishgan shlakni tozalab turish uchun po'lat simli cho'tka, zubila bolg'acha, chok o'lchamini kuzatib turishda andoza va o'lchov asboblari bo'lmog'i lozim.



**10.7-rasm. Payvandlash ishlari uchun maxsus xona:**  
 1-tok tarmog'i; 2-rubilnik; 3-tok o'zgartgich; 4,5-elekr simi;  
 6-xomaki; 7-elektrod tutqich; 8-to'siq; 9-stol; 10-rostlagich.

Metallarni payvandlashgacha uning xiliga, qalinligiga ko'ra tegishli tur va diametrli zarur qoplamali elektrod, payvandlash toki va kuchlanishi belgilanib, tok manbai rostlanadi.

Odatda, uglerodli po'latlarni qoplamali metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida payvandlashda payvandlanuvchi metall qalinligiga ko'ra elektrod diametri tanlanadi. Tok kuchini esa elektrod diametriga, ishchi qism uzunligiga, payvandlanuvchi metall xiliga, elektrod turi, markasiga, chokning fazodagi holatiga va boshqa ko'rsatkichlariga ko'ra belgilanadi. Shuni qayd etish joizki, payvandlashda tok kuchi ma'lum qiymatdan ortsa, elektrod o'ta qizib, qoplamasi kuyadi, metall sachraydi. Tok kuchi me'yorida kamaysa, yoy barqarorligi yo'qoladi.

## **10.5. Maxsus usullar bilan payvandlash**

### **10.5.1. Payvandlashning maxsus turlari**

Ultratovush vositasida payvandlash. Moddiy muhit zarrachalarining 16–20 ming gers (Gs) chastota bilan tebranishi ultratovush deyiladi. Metallarni payvandlashda ana shu hodisadan foydalaniladi. Buning uchun payvandlanayotgan metallar bir-biriga siqilib, ultratovush yuboriladi. Bunda metallarning payvandlanishi lozim bo'lgan joylarida ultratovush tebranishlari ta'sirida katta ishlanish kuchi hosil bo'ladi, natijada harorat ko'tarilib, plastik deformatsiya uchun qulay sharoit tug'iladi va metallarning tegish zonasida ajralmas puxta birikma hosil bo'ladi. Bu usul plastikligi yuqori metallarning, masalan, aluminiy, mis, nikel, sirkoniy, kam uglerodli po'lat va boshqalarning 1 mm gacha qalinlikdagi listlarini ustma-ust payvandlashda qo'llaniladi.

Ishlash usuli bilan payvandlash. Bunda uchma-uch ulanadigan metallar maxsus mashinaning qisqichlariga o'qdosh qilib mahkamlanadi-da, bir-biriga  $10 \text{ kG/mm}^2$  ( $100 \text{ MN/m}^2$ ) chamasi kuch bilan siqiladi. Ulanadigan metallarning biri qo'zg'almas bo'ladi, ikkinchisi esa taxminan 3000 ayl/min tezlik bilan aylantiriladi. Metallni yuqori plastiklik holatigacha keltiradigan darajada issiqlik hosil bo'lgach, aylantirish to'xtatilib, bosim hisobiga metallar payvandlanadi.

Bu usul doiraviy kesimli metallarni uchma-uch payvandlashning juda unumli va tejimli usulidir.

*Sovuqlayin payvandlash.* Buning uchun, payvandlanadigan yuzalar yaxshilab tozalanadi va maxsus shtamplar vositasida bir-biriga katta kuch bilan siqiladi. Puanson metallga botganda metallning puanson ostidagi qismida va payvandlanuvchi yuzalar chegarasida plastik deformatsiya sodir bo'lib, metallning donalari maydalanadi. Ulanuvchi yuzalar chegarasida sodir bo'ladigan o'zaro singish va rekristallanish jarayonlari natijasida ular bir butun bo'lib qoladi.

Sovuqlayin payvandlashda puansonning ish yuzasiga to'g'ri keladigan bosim  $30\text{--}100\text{ kG/mm}^2$  ( $300\text{--}1000\text{ Mn/m}^2$ ) ni tashkil etadi.

Bu usul juda plastik metallar: aluminiy va uning qotishmalarini, mis, nikel va boshqalarni uchma-uch payvandlashda ham, ustma-ust payvandlashda ham qo'llaniladi.

*Elektronlar nuri bilan payvandlash.* Bu usulning mohiyati payvandlanuvchi metallar yuzalarini vakuumda elektronlar nuri bilan bombardimon qilish orqali qizdirishdan iborat. Buning uchun, ulanadigan metallar  $10\text{--}5\text{ mm}$  sim. ust. gacha vakuumli kameraga joylanadi (vakuum chok metalini oksidlanishdan saqlash uchun zarur). Kamerada elektronlar oqimi chiqaradigan moslama-elektronlar to'pi bo'ladi. Elektronlar to'pi yuqori ( $10000\text{--}30000\text{ V}$ ) zo'riqishli tok manbayining manfiy qutbiga ulanadigan va  $2600\text{ }^\circ\text{C}$  gacha qizdiriladigan volfram spiraldan (katoddan), o'rtasi teshik anod va fokuslovchi magnit linzadan iborat. Katod bilan anod orasida yuqori zo'riqish hosil qilinganda katoddan elektronlar oqimi chiqib, anod o'rtasidagi teshikdan, so'ngra fokuslovchi elektr-magnit linzadan o'tadi va metallarning payvandlanuvchi yuzalariga tushadi, natijada metallning juda kichik ( $1\text{ mm}^2$  gacha) bo'lgan yuzasi suyuqlanadi. Chok chizig'i yo'nalishida elektronlar tutamini siljitish uchun og'diruvchi maxsus tizimdan foydalaniladi.

Bu usul qiyin suyuqlanuvchi va kimyoviy aktiv metallarni payvandlashda, ayniqsa, qo'l keladi.

*Vakuumda diffuzion payvandlash.* Bu usulda vakuumli kamera, qizdirish manbayi (yuqori chastotali tok generatori) va bosim hosil qilish uchun gidravlik pressli uskunadan foydalaniladi. Diffuzion payvandlash uchun, yuzalari yaxshilab tozalangan detallar kameraga joylanib, kameraning havosi  $10^{-3}\text{--}10^{-5}\text{ mm}$  sim.ust. gacha vakuum hosil bo'lguncha so'rib olinadida, detallar bir tekisda qizdiriladi, shundan keyin ularning payvandlanadigan yuzalari bir-biriga  $10\text{ kG/mm}^2$  ( $100\text{ MN/m}^2$ ) gacha kuch bilan siqiladi va shu bosim ostida



6–15 daqiqa tutib turiladi, natijada o‘zaro singish sodir bo‘lib, detallar payvandlanib qoladi.

Bu usuldan metallokeramik qattiq qotishma plastinalarini odatdagi po‘latdan tayyorlangan tutqichga payvandlashda, tezkesar, issiqbardosh po‘latlarni, aluminiy bilan misni, aluminiy bilan nikelni va umuman, ikki xil metallini bir-biriga payvandlash bilan foydalaniladi.

### 10.5.2. Cho‘yanlarning payvandlanuvchanligi

Cho‘yanlarni payvandlashdagi qiyinchiliklar ularning quyidagi xossalari bilan tushuntiriladi.

1. Cho‘yanda oquvchanlik maydonchasining bo‘lmasligi va uning plastikligining pastligi uzilishdagi vaqtinchalik qarshilik qiymatiga yetadigan zo‘riqishda darzlar paydo bo‘lishiga olib keladi. Bu zo‘riqishlar detallar quyilayotgan yoki payvandlanayotgan vaqtda bir tekis qizdirilmasligi yoki sovutilmasligi hamda buyumlarni ishlayotgan paytda vujudga kelishi mumkin. Darzlar payvandlash jarayonida hamda payvand buyumni sovutishda asosiy metallda ham, chok metalida ham hosil bo‘lishi mumkin.

2. Tez sovutilganda cho‘yanning martensit, beynit va troostitning mo‘rt strukturalarini hosil qilib toblanishga moyilligi. Toblangan qismlarda cho‘yan qattiq (800 B) bo‘lib qoladi va unga mexanik ishlov berib bo‘lmaydi. Toblash strukturalari yana avval ichki zo‘riqishlarni paydo qiladi, ular esa darzlar hosil bo‘lishiga olib keladi.

3. Payvandlash joyi tez sovutilganda cho‘yanning oqarishga moyilligi odatda, payvand chok chegarasida va buyum metalida oqargan yupqa qatlam yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi. Oqargan bu qatlamning plastikligi payvand birikmaning boshqa qismlariga nisbatan past bo‘ladi va payvand birikmaning sovutilishidan hosil bo‘ladigan cho‘zuvchi kuch ta‘sirida u suyuqlantirib qoplangan metall bilan birga asosiy metalldan ajralib sinib tushadi yoki oqargan qatlam bilan asosiy metall chegarasi bo‘ylab darzlar hosil bo‘ladi.

4. Suyuq holatdan qattiq holatga o‘tishda cho‘yanlar xamirga o‘xshash holatda bo‘lmaydi. Cho‘yanning bu xossasi uni qiya va tik vaziyatlarda payvandlashni qiyinlashtiradi hamda ship vaziyatda payvandlashga imkon bermaydi.

5. G'ovaklar hosil bo'lishiga moyillik. Bu xususiyat cho'yanlarning past haroratda suyuqlanishi (tarkibida 4,3 % uglerod bor cho'yanning  $T_{\text{suyuq}}=1142^{\circ}\text{C}$ , sanoat cho'yanlariniki, odatda  $T_{\text{suyuq}}=1200, 1250^{\circ}\text{C}$  bo'ladi) va uning suyuq holatdan qattiq holatga tez o'tishi bilan tushuntiriladi. Shuning uchun gazlar (asosan oksidlovchi atmosferada hosil bo'ladigan CO va  $\text{CO}_2$ ) metallardan ajralib chiqishga ulgurmaydi.

6. Cho'yan buyumlarning kimyoviy tarkibi, termik ishlanishi va strukturasi ko'ra bir jinsli emasligi. Bu payvandlashning turli-tuman texnologiyasi va usullarini qo'llashni talab etadi. Mayda donli kulrang cho'yanlar yirik donli cho'yanlarga nisbatan yaxshi payvandlanadi. Qora cho'yanlar yomon payvandlanadi, ular singan joyida to'q rangli yirik donli tuzilishga ega bo'ladi. Bunday cho'yanlar grafitli cho'yanlar deb ataladi, chunki ularda jami uglerod erkin grafit ko'rinishida bo'ladi. Bunday strukturali cho'yanni payvandlashda zarur sifatga ega bo'lgan payvand birikma hosil qilinmaydi.

Mustahkamligi yuqori va mayda donli bolg'alanuvchan cho'yanlar kulrang cho'yanlarga nisbatan yaxshi payvandlanadi.

### 10.5.3. Inert gaz muhitida payvandlashning mohiyati

Inert gazlar – argon, geliy va ularning aralashmalarida zanglamaydigan po'latlar, aluminiy, mis, titan, nikel va ularning qotishmalari payvandlanadi. Misni payvandlash uchun unga nisbatan inert gaz hisoblangan azotdan ham foydalaniladi.

Inert gazda suyuqlanadigan elektrod bilan ham, suyuqlanmaydigan elektrod bilan ham payvandlash mumkin.

Inert gazlar payvandlash vannasi metalida erimaydi va suyuqlangan metall hamda uning oksidlari bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, ular faqat yoy va suyuqlangan metallni atrofda havo gazlaridan himoyalaydi, xolos.

---

---

## 11. KONSTRUKSION MATERIALLARNI KESIB ISHLASH

### 11.1. Metallarni kesib ishlash turlari

Mashina-mexanizmlar detallarini kerakli shakl va o'lchamga keltirish uchun tanavor (zagotovka)dan tegishli kesuvchi asboblardan yordamida ma'lum miqdordagi metallni qirindi tarzida yo'nish texnologik jarayoni metallarni kesib ishlash (mexanik ishlash) deb ataladi.

Metallarni kesib ishlash jarayonlari, asosan, ularning plastik deformatsiyalash va turli energiyalardan (elektr, kimyoviy, yorug'lik va h.) foydalanish orqali olib boriladi. Metallarni kesib ishlash usuli insoniyatga juda qadimdan ma'lum: qo'l bilan ishlatiladigan tokarlik va parmalash dastgolari XII asrdayoq ixtiro qilingan.

Hozirgi zamon metallarni kesish jarayonida qirindi ajralib chiqish qonuniyatlarini, bunda hosil bo'ladigan titrash sabablari, kesish kuchini o'lchash usullari 1870-yilda N.A. Time tomonidan ishlab chiqilgan.

Metallarni kesib ishlashda chiqadigan qirindi miqdori chiqishi tanavorning shakli va o'lchamiga bog'liq. Shuning uchun qirindi chiqishini, ya'ni metallning isrofgarchiligini kamaytirish uchun tanavorlarning shakl va o'lchamlari imkoni boricha qulay bo'lmog'i, shu bilan birga texnologik jarayonning tejamli bo'lishini ta'minlamog'i zarur.

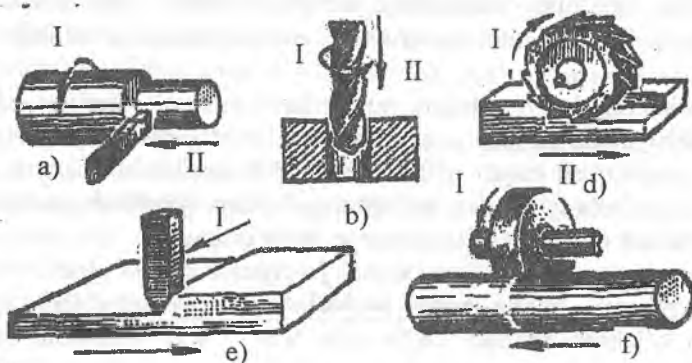
Metallarni kesib ishlashda mehnat unumdorligini oshirish uchun texnologik jarayonlarni mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirishni hamda ratsionalizatorlik takliflarini tatbiq etish talab qilinadi.

*Metallarni kesib ishlash turlari.* Metall (tanavor)ning talab qilingan shaklga, o'lchamga keltirish va sirtining tozaligiga erishish uchun tegishli kesuvchi asboblardan foydalaniladi. Metallarni kesib ishlashning asosiy turlari jumlasiga yo'nish, randalash, o'yish, parmalash, frezalash va jilvirlash kiradi (11.1-rasm).

Yo'nish jarayonida asosan, tokarlik dastgohlarida tegishli keskich bilan bajariladi (11.1-rasm, a). Yo'nish jarayonida tanavor aylanma harakatga keltiriladi. Bunda u tez harakatlanadi va bu asosiy harakat

deb ataladi, keskichning harakati esa sekinroq bo‘ladi va u surish harakati deyiladi. Asosiy harakat kesish harakati deb, asosiy harakat tezligi esa kesish tezligi deb ataladi.

Randalash jarayoni, asosan, ko‘ndalang randalash va bo‘ylama randalash dastgohlarida tegishli keskichlar bilan amalga oshiriladi. Randalash keskichlari odatda egik bo‘ladi. Ko‘ndalang randalash dastgohlarida asosiy harakatni keskich, surish harakatini esa tanavor bajaradi, bo‘ylama randalash dastgohlarida tanavor asosiy harakatni bajaradi, keskich surish harakatini bajaradi (11.1-rasm, e).



**11.1-rasm. Dastgohlarda kesib ishlashning asosiy turlari: a – yo‘nish; b– parmalash; d– frezalash; e – randalash; f– jilvirlash.**

O‘yish jarayoni, asosan, o‘yish dastgohlarida maxsus keskichlar bilan bajariladi. Bunda o‘yish jarayoni uchun keskich asosiy (ilgarilanma qaytarma) harakatni, tanavor esa surisfa harakatini bajaradi.

Parmalash jarayoni parmalash dastgohlarida turli tuzilishdagi parmalar bilan bajariladi. Bu jarayonda asosiy harakat ham, surish harakati ham parmaga beriladi (11.1-rasm, b).

Asosiy harakat parmaning aylanishidan, surish harakati esa uning o‘z o‘qi yo‘nalishida ilgarilanma harakatidan iborat bo‘ladi.

Frezerlash jarayoni frezalash dastgohlarining turli tuzilishlarida ko‘p tilli asbob – freza bilan bajariladi. Bunda frezaning aylanma harakati (asosiy harakat) bilan tanavorning ilgarilanma harakati (surish harakati) qo‘shilishi natijasida qirindi yo‘niladi (11.1-rasm, d).

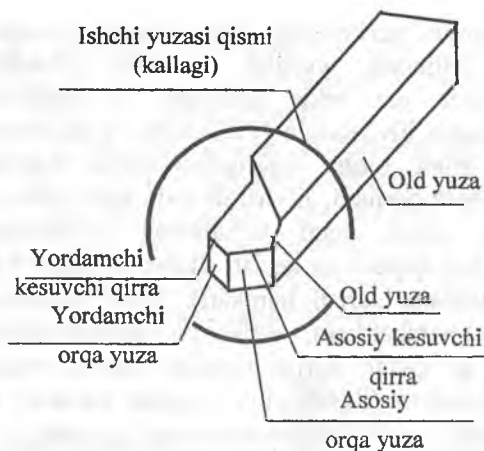
Jilvirlash jarayoni maxsus tuzilishdagi dastgohlarda jilvirlash toshi bilan bajariladi. Silindrik yuzalar doiraviy jilvirlash dastgohlarida, yassi yuzalar esa tekis jilvirlash dastgohlarida jilvirlanadi. Silindrik yuzalarni jilvirlashda (11.1-rasm, f) tanavorga aylanma harakat berish bilan birga, ilgariylanma-qaytar harakat (bo‘ylama-surish harakati) ham beriladi. Jilvirlash toshi ham aylanma harakat (asosiy harakat) qiladi, ham ko‘ndalang yo‘nalishda harakatlanadi, tanavorning har qaytishida kesish chuqurligi biror t ga qadar surilib turadi (ko‘ndalang surish harakati). Yassi yuzalarni jilvirlashda asosiy (aylanma) harakat ham, vertikal yo‘nalishda uzlukli (kesish chuqurligi biror t ga qadar) surish harakati ham jilvirlash toshiga, bo‘ylama surish harakati (ilgariylanma - qaytar harakat) va ko‘ndalang yo‘nalishda uzlukli surish harakati tanavorga beriladi.

## 11.2. Kesish nazariyasi va keskich parametrlari

Yuqorida ko‘rib o‘tganimizdek, metallarni kesib ishlashning asosiy turlaridan yo‘nish, randalash, o‘yish, parmalash, frezalash jarayonlarida u yoki bu tuzilishdagi kesuvchi asboblarning vositasida tanavordan qirindi yo‘nish orqali uni talab qilingan shakl, o‘lchamga keltirish, sirtining tozaligiga erishish mumkin. Shuning uchun bunday kesuvchi asboblarning qanday qism va elementlardan iboratligini, ularning geometrik parametrlarini, kesish jarayonining asosiy qismlarini, kesishda hosil bo‘ladigan kuchlar va boshqalarni bilish yoki o‘rganish katta ahamiyatga ega.

Shu bois yuqoridagi parametrlar va elementlarni eng oddiy tokarlik jarayonida ishlatiladigan o‘tuvchi keskich misolida ko‘rib chiqamiz. Bunday keskichlar, asosan, kallak (ish qismi) va tana (sterjen) qismidan iborat bo‘lib, keskich tutkichga (dastgoh supportiga) mahkamlanadi.

Keskichning *old yuzasi* qirindi chiqarish uchun xizmat qiladi, asosiy orqa yuzasi tanavorning kesish yuzasiga tomon, *yordamchi orqa yuzasi* esa tanavorning yo‘nilgan yuzasiga tomon qaragan bo‘ladi. Keskichning *asosiy kesuvchi qirrasi* old yuzasi bilan asosiy orqa yuzasining kesishuvidan, *yordamchi kesuvchi qirrasi* esa old yuzasi bilan yordamchi orqa yuzasining kesishuvidan hosil bo‘ladi. Asosiy va yordamchi kesuvchi qirralarning kesishgan joyi keskichning uchi (cho‘qqisi) deyiladi.



**11.2-rasm. Keskichning asosiy qismlari.**  
*Keskich kallagining asosiy qismlari jumlasiga old yuzasi asosiy orqa yuzasi, yordamchi orqa yuzasi, asosiy kesuvchi qirrasini, yordamchi kesuvchi qirrasini va keskichning uchi kiradi.*

### 11.3. Kesish rejimidagi asosiy elementlar

Har qanday tuzilishdagi dastgohlar yordamida tanavordan yoʻnish jarayoni kesish jarayonining bir qator asosiy elementlari tufayli amalga oshiriladi. Kesish tezligi, kesish chuqurligi, surish tezligi (surish qiymati) va boshqalar kesish jarayonining asosiy elementlari jumlasiga kiradi.

1. *Kesish tezligi* ( $v$ ) deb, tanavor yoki keskichning asosiy harakat yoʻnalishi boʻyicha siljishiga aytiladi. Agar asosiy harakat aylanma boʻlsa, uning formulasi quyidagicha boʻladi:

$$v = \frac{\pi D_n}{1000} (m/min),$$

bunda,  $n$  – tanavorning (shpindelning) minutiga aylanishlar soni,  $min^{-1}$ ;

$D$  – yoʻnilayotgan tanavorning diametri, mm;

Agar asosiy harakat ilgariylanma-qaytar harakat boʻlsa, uning kesish tezligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$v = \frac{L_n}{100} \left( 1 + \frac{v_i}{v_r} \right)$$

bunda,  $L$  – keskichning yurish (yo‘nish) uzunligi, mm;

$n$  – ikkilamchi yurishlar (arakatlar) soni, min-1;

$v_1$  – ish harakati tezligi, m/min;

$v_s$  – salt yurish tezligi, m/min.

2. *Kesish chuqurligi* ( $t$ ) deb keskichning bir o‘tishida tanavordan yo‘nib olingan qatlamning qalinligiga aytiladi. Detalni yo‘nish jarayonida

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ mm}$$

bo‘ladi. Bunda,  $D$  – ishlov beriladigan tanavorning diametri, mm;

$d$  – ishlov berilgan yuzaning diametri, mm.

Parmalashda esa kesish chuqurligi parma diametrining yarmiga teng.

3. *Surish tezligi* ( $S$ ) deb, tanavor bir marta aylanganda keskichning surish harakati yo‘nalishidagi siljishini aytiladi (birligi: frezalashda – mm/min; yo‘nish va parmalashda – mm/ayl va h.).

Bir vaqtning o‘zida parmaning ikkala kesuvchi qirrasini ishlaganligi uchun har bir kesuvchi qirrasiga to‘g‘ri keladigan surish qiymati quyidagicha bo‘ladi:

$$s_z = \frac{S}{2} \text{ mm/ayl.}$$

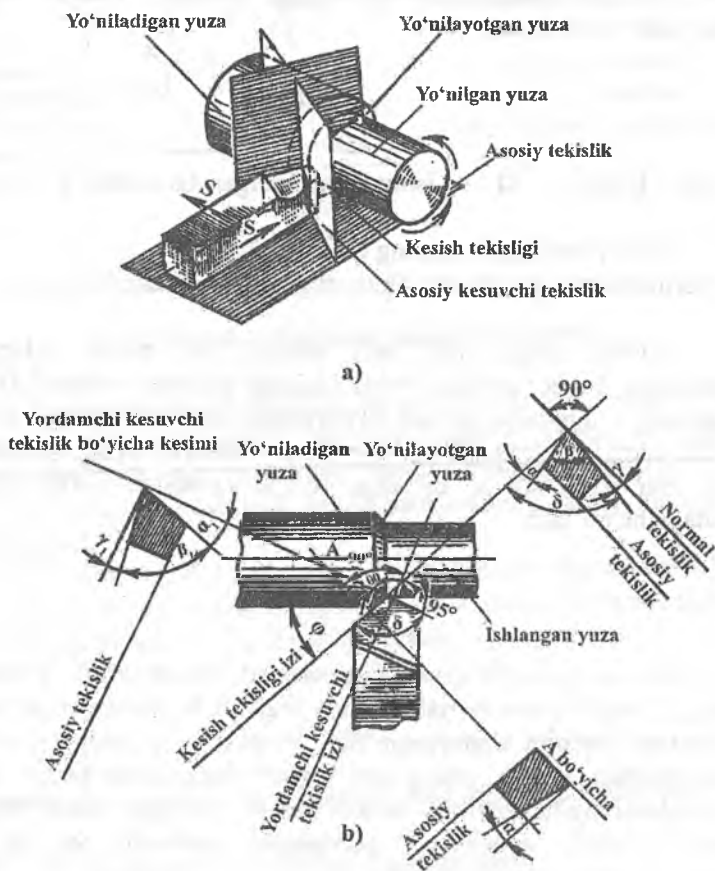
*Kesichning asosiy qismi va geometrik parametrlari.* Tanavorga (detalga) kesib ishlov berish vaqtida tegishli keskichning geometrik parametrlari muhim ahamiyatga ega. Bunday keskichning geometrik parametrlariga, asosan, uning turli tegishli burchaklari kiradi. Ushbu burchaklarni oydinlashtirish uchun kesish tekisligi, asosiy tekislik, normal tekislik, asosiy va yordamchi kesuvchi tekislik kabi tushunchalar kiritiladi (6.3-rasm).

Kesish yuzasiga urinma qilib, asosiy qirradan o‘tkazilgan tekislik *kesish tekisligi* deyiladi.

Bo‘ylama va ko‘ndalang surish yo‘nalishlariga parallel qilib o‘tkazilgan tekislik asosiy tekislik deyiladi.

Kesichning asosiy kesuvchi qirrasidan kesish tekisligiga tik tarzda o‘tkazilgan tekislik normal tekislik deyiladi.

Asosiy kesuvchi qirraning asosiy tekislikdagi soyasiga tik qilib o'tkazilgan tekislik asosiy kesuvchi tekislik deb, yordamchi kesuvchi qirraning asosiy tekislikdagi soyasiga tik qilib o'tkazilgan tekislik esa yordamchi kesuvchi tekislik deb ataladi (hamma tekisliklarning izlari va keskich burchaklari 11.3-rasmda ko'rsatilgan).



**11.3-rasm. Keskichning geometrik kattaliklari:**

*a* – kesuvchi tekisliklarning fazoda o'tishi; *b* – kesuvchi tekisliklarning izlari va keskichning burchaklari.

Keskichda quyidagi burchaklar: asosiy orqa burchak  $\alpha$ , o'tkirlanish burchagi  $\beta$ , old burchak  $\gamma$ , kesish burchagi  $\delta$ , plandagi



asosiy burchak  $\varphi$ , plandagi yordamchi burchak  $\varphi_1$ , keskich uchining plandagi burchagi  $\varepsilon$ , yordamchi orqa burchak  $\alpha_1$ , shuningdek, asosiy kesuvchi qirraning qiyalik burchagi  $\lambda$ , mavjuddir.

Asosiy orqa burchak  $\alpha$  keskichning orqa yuzasi bilan kesish tekisligi orasidagi burchakdir.  $\alpha$  burchak yo'nilayotgan yuza bilan keskich orasidagi ishalanishni kamaytirish uchun zarur *O'tkirlanish burchagi*  $\beta$  keskichning old yuzasi bilan asosiy orqa yuzasi orasidagi burchakdir.  $\beta$  burchak qanchalik katta bo'lsa, keskichning kesuvchi qismi shuncha puxta va issiqlikning kesuvchi qirradan chetlatilishi shuncha yaxshi bo'ladi.

*Old burchak*  $\gamma$  keskichning old yuzasi bilan normal tekislik orasidagi burchakdir. Agar  $\alpha + \beta < 90^\circ$  bo'lsa,  $\gamma$  musbat, basharti  $\alpha + \beta = 9^\circ$  bo'lsa,  $\gamma = 0$ ,  $\alpha + \beta > 90^\circ$  bo'lganda esa u manfiy bo'ladi.  $\gamma$  burchak, odatda  $+25$  dan  $10^\circ$  gacha qilib olinadi.

*Kesish burchagi*  $\delta$  – keskichning old yuzasi bilan kesish tekisligi orasidagi burchak (11.3-rasmga muvofiq  $\delta = \alpha + \beta$ ). Agar  $\gamma$  musbat bo'lsa,  $\delta < 90^\circ$  bo'ladi. Demak,  $\delta$  ning qiymati  $\gamma$  ning ishorasiga bog'liq bo'ladi.

*Plandagi asosiy burchak*  $\varphi$  – asosiy kesuvchi qirraning asosiy tekislikka tushirilgan soyasi bilan bo'ylama surish yo'nalishi orasidagi burchak.

*Plandagi yordamchi burchak*  $\varphi_1$  – yordamchi kesuvchi qirraning asosiy tekislikdagi proeksiyasi bilan bo'ylama surish yo'nalishi orasidagi burchak.

Keskich uchining plandagi burchagi  $\varepsilon$  asosiy va yordamchi kesuvchi qirralarning asosiy tekislikdagi proyeksiyalari orasidagi burchakdir.

Plandagi uchala burchakning yig'indisi  $180^\circ$  ga teng bo'ladi (11.3-rasm, b), ya'ni:  $\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$ .

*Yordamchi orqa burchak*  $\alpha_1$ , yordamchi kesuvchi qirradan asosiy tekislikka tik qilib tushirilgan tekislik bilan orqa yuza orasidagi burchakdir.

*Asosiy kesuvchi qirraning qiyalik burchagi*  $\lambda$  keskichning uchidan asosiy tekislikka parallel qilib o'tkazilgan to'g'ri chiziq bilan asosiy kesuvchi qirra orasidagi burchak bo'lib, keskichning uchi asosiy kesuvchi qirraning eng yuqori nuqtasi bo'lganda  $\lambda > 0$  deb, keskichning asosiy kesuvchi qirradi asosiy tekislikka parallel bo'lganda  $\lambda = 0$ , keskichning uchi asosiy kesuvchi qirraning eng pastki nuqtasi bo'lganda esa  $\lambda < 0$  deb hisoblash qabul qilingan.

Shuni aytish kerakki, qirindining qay yoʻnalishda chiqishi  $\lambda$  ning qiymatiga bogʻliq boʻladi, yaʼni  $\lambda$  ning qiymati (-) boʻlsa, qirindi yoʻnilgan yuza tomon yoʻnalishda,  $\lambda$  ning qiymati (+) boʻlganda esa teskari yoʻnalishda chiqadi.  $\lambda$  ning (-) boʻlishi keskichning kesuvchi qirrasini puxtaligini oshiradi.

#### 11.4. Asosiy metall kesuvchi dastgohlar va ularda bajariladigan ishlar

Tanavorga kesuvchi asbob yordamida ishlov berishda uni yoʻnib kerakli shaklga va talab qilinadigan aniqlik darajasiga keltiruvchi mashina metall kesuvchi dastgoh deyiladi.

1. Shakllari bir-biriga oʻxshash, ammo oʻlchamlari har xil detallar ishlash uchun moʻljallangan *ixtisoslashtirilgan dastgohlar*.

2. Keng nomenklaturadagi detallarda maʼlum jarayonlarnigina bajarish uchun moʻljallangan *keng vazifali dastgohlar*.

3. Faqat bir tur-oʻlchamdagi detallar ishlash uchun moʻljallangan *maxsus dastgohlar*.

4. Avtomatlashtirilish darajasiga koʻra qoʻl bilan bajariladigan yarim avtomat, avtomatik liniyalar (tanavornlarni avtomatik ravishda dastgohdan dastgohga oʻtkazuvchi tizim).

5. Dastgohlar massasiga koʻra *yengil* (10 kN gacha), *oʻrtacha* (100 kN gacha) va *ogʻir* (1 MN dan ortiq) dastgohlarga boʻlinadi. Ogʻir dastgohlar, oʻz navbatida, *yirik* (100–300 kN), *ogʻir* (300–1000 kN) va *juda ogʻir* (unikal) (1000 kN dan ogʻir) dastgohlarga boʻlinadi.

6. Aniqlik darajasi boʻyicha dastgohlar 5 sinfga boʻlinadi. N sinf - *normal aniqlikdagi dastgohlar*; bu sinfga universal dastgohlarning koʻpchiligi kiradi. L sinf - *oshirilgan aniqlikdagi dastgohlar*; ayni dastgohlar normal aniqlikdagi dastgohlar asosida tayyorlanadi. Ammo dastgohda muhim detallarni tayyorlashda yigʻish hamda rostlash sifatiga nisbatan yuqori talablar qoʻyiladi. V sinf - *yuqori aniqlikdagi dastgohlar*; dastgohlarning yuqori aniqligiga ayrim uzellarning maxsus tuzilishi, detallarining tayyorlanishiga, uzellarini va butun dastgohni yigʻish hamda rostlash sifatiga nisbatan yuqori talablar qoʻyilishi hisobiga erishiladi. A sinf - *juda yuqori aniqlikdagi dastgohlar*; bunday dastgohlar tayyorlashda V sinf dastgohlari tayyorlashdagiga qaraganda ham qattiqroq talablar qoʻyiladi. C sinf- A va B sinf dastgohlari detallarining aniqligini belgilovchi detallar

tayyorlash uchun mo'ljallangan *nihoyatda aniq dastgohlar*; boshqacha qilib aytganda, *master-dastgohlar*. B, A va C sinf dastgohlari tegishli aniqlikni ta'minlashi uchun ular harorati va namligi avtomatik ravishda o'zgaras qilib turiladigan holda ishlatiladi.

Dastgohlar texnologik belgilari va ishlatiladigan asboblari qarab tokarlik, parmalash, yo'nish, jilvirlash, randalash, pardozlash, tish va rezba ochish, frezalash, o'yish dastgohlariga bo'linadi.

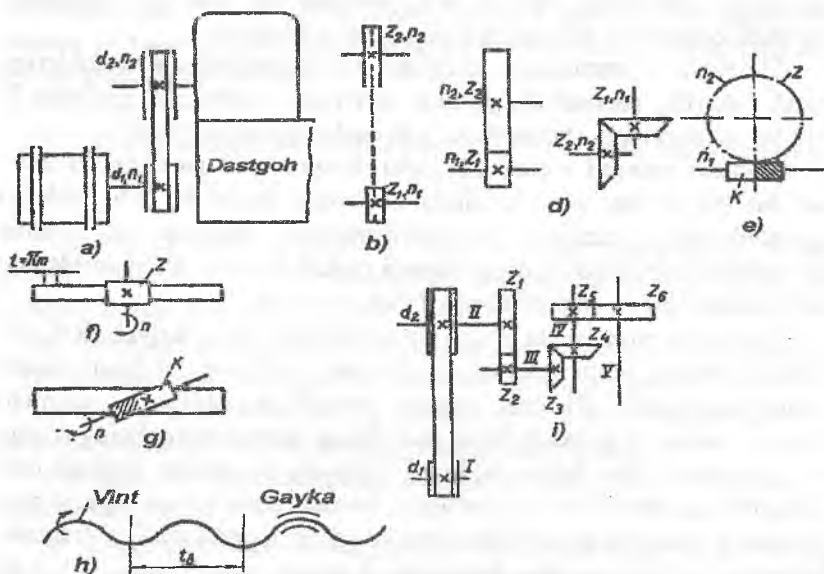
Hamma mavjud metall kesuvchi dastgohlar 9 guruhga bo'linib, har bir guruh esa, o'z navbatida, 9 turdan iborat bo'ladi. Bularga dastgohlarning vazifasi, avtomatlashtirilish darajasi va boshqa ko'rsatkichlarini ifodalaydigan hamda metall kesish korxonalarida eng ko'p ishlatiladigan dastgohlarni kiritish mumkin.

Sanoat korxonalarida ishlab chiqariladigan ko'p seriyali dastgohlarning rusumi uchta yoki to'rtta (ba'zan, harflar qo'shilgan) raqam bilan belgilanadi. Birinchi raqam dastgohning guruhini, ikkinchi raqam – turini, eng oxirgi bitta yoki ikkita raqam dastgohning o'ziga xos o'lchamlaridan birini bildiradi. Birinchi raqamdan keyingi harf dastgohning takomillashtirilganligini, barcha raqamlardan keyingi harf esa asosiy rusumning modifikatsiyasini (shakl o'zgarishini) ko'rsatadi. Masalan, 2A135 rusumli dastgohda 2 raqami dastgohning ikkinchi guruhga kirishini, ya'ni parmalash dastgohi ekanligini, A harfi dastgohning takomillashtirilganligini bildiradi; 1 raqami dastgohning birinchi turga oidligini, ya'ni vertikal-parmalash dastgohi ekanligini; oxirgi ikkita raqam esa parmalanishi mumkin bo'lgan eng katta teshik diametri 35 mm ekanligini ko'rsatadi. 1336A rusumli tokarlik-revolver dastgohida 1 raqami tokarlik dastgohligini, 3 revolverligini, 36 - ishlov beriladigan silindrik tanavorning diametrini, A harfi dastgohning modifikatsiyasini ifodalaydi.

Shuni ta'kidlash kerakki, yuqorida nomlari keltirilgan dastgohlar, asosan, aylanma harakatlanib biror texnologik jarayonni bajarishi mumkin. Shuning uchun bunday dastgohlarga aylanma harakat berishda turli tasmali (tekis ponasimon), tishli (to'g'ri, qiyshiq, konus kabi) hamda friksion, zanjirli, shnekli uzatmalardan, dastgohlarda ilgarilanma-qaytar harakatni hosil qilish uchun esa vint-gaykali, reykali uzatmalardan keng foydalaniladi (11.4-rasm).

Metall kesish dastgohlarida asosiy jarayonlarni (tokarlik, parmalash, frezalash, jilvirlash, randalash va boshqa ishlarni) amalga

oshirish, shu bilan birga uzatmalarni ishga sozlash uchun kerakli mexanizmlarning kinematik sxemalari quyida keltirilgan.



11.4-rasm. Pog'onali uzatmalar:

a – tasmali; b – zanjirli; d – tishli; e – shnekli; f – reyka va reyka tishli g'ildirak; g – reyka va reykali shnek; h – vintli; i – kinematik zanjir.

### 11.5. Tokarlik dastgohlari. Tokarlik-vint qirqish dastgohlari

Tokarlik-vint qirqish dastgohlari xilma-xil ishlarni bajarish uchun mo'ljallangan. Bu dastgohlarda shakldor yuzalar yo'nish, silindrik va konussimon teshiklarni yo'nib kengaytirish; ko'ndalang kesim yuzalarini yo'nish; tashqi va ichki rezbarlar ochish; teshiklar parmalash, zenkerlash va razvyortkalash; tanavorlarni qirqib tushirish, qisman kesish va boshqa ishlarni bajarish mumkin.

Tokarlik-vint qirqish dastgohlarining asosiy parametrlari ishlov beriladigan tanavorning staninadan yuqoridagi eng katta diametri va dastgoh markazlari orasidagi eng katta masofadir. Markazlar orasidagi eng katta masofa ishlov beriladigan detalning eng katta uzunligini belgilaydi. Tokarlik-vint qirqish dastgohlarining bu asosiy parametrlaridan tashqari, ularning tegishli DS larda belgilangan muhim

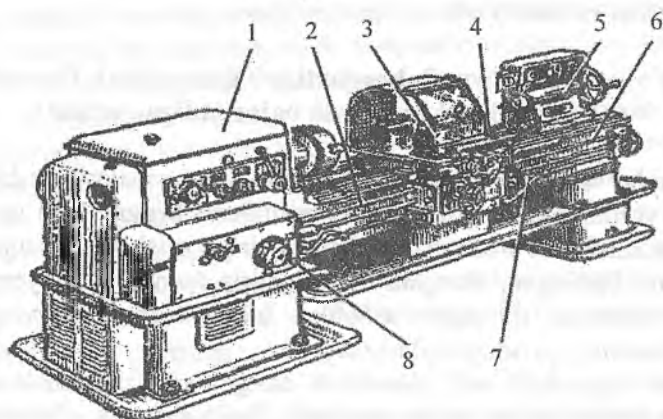
o'lchamlariga ishlov beriladigan tanavorning supportdan bo'lgan eng katta diametri: shpindelining eng katta aylanish chastotasi; shpindel teshigidan o'ta oladigan chiviqning eng katta diametri, shpindel markazining o'lchami, keskichning eng katta balandligi kiradi. Sanoatimizda, asosan, 160–1250 mm li tanavorga ishlov bera oladigan va markazlari orqali 12500 mm bo'lgan tokarlik-vint qirqish dastgohlari ishlab chiqariladi.

Tokarlik-vint qirqish dastgohlari aniqligini oshirish, boshqarilishini takomillashtirish, surish tezliklari diapazonini kengaytirish, texnologik asbob-uskunalarini yanada yaxshilash borasida rivojlan-tirilmoqda.

Tokarlik-vint qirqish dastgohlarida tanavorning aylanishi asosiy harakat, keskichli supportning harakati esa surish harakatidir. Boshqa barcha harakatlar yordamchi harakatlar jumlasiga kiradi.

Tokarlik-vint qirqish dastgohlari deyarli bir turdagi komponovkaga ega, bunday komponovkaga 1K62 dastgohi misol bo'la oladi (11.5-rasm). Uning asosiy uzellari jumlasiga stanina (2), old (shpindelli) babka (1), fartuk (4), keskich tutkichli support (3), orqa babka (5) kiradi. Old babkada tezliklar qutisi, surish qutisi (8) joylashtirilishi mumkin.

Stanina dastgohning barcha asosiy uzellarini o'rnatish uchun xizmat qiladi va uning asosi hisoblanadi.



**11.5-rasm. 1K62 markali tokarlik-vint qirqish dastgohi:**

- 1 – old babka tezliklar qutisi bilan; 2 – stanina; 3 – support; 4 – fartuk;  
5 – orqa babka; 6 – harakatlanuvchi vint; 7 – harakatlanuvchi valik;  
8 – surish qutisi.

*Old babka* staninaning chap qismiga mahkamlangan. Old babkada dastgohning tezliklar qutisi joylashgan, tezliklar qutisining asosiy qismi shpindel bo‘lib, u dumalash yoki sirpanish podshipniklarida aylanadi. Shpindel, odatda, boshidan oxirigacha konussimon teshikdan iborat bo‘lib, chiviq material (tanavor) ana shu teshikdan o‘tkaziladi.

*Ketingi babka* markazlarga o‘rnatilib, yo‘nilayotgan tanavorni tutib turish, shuningdek, teshiklar parmalash va ularga ishlov berish asboblari (parma, zenker, razvyortka) ni hamda rezba ochish asbobi (metchik, plashka) ni mahkamlash uchun xizmat qiladi. Ketingi babka stanina yo‘naltiruvchilari bo‘ylab surila oladi.

*Surish qutisi* shpindeldan yoki alohida yuritmadan surish vali yoki surish vintiga aylanma harakat uzatish, shuningdek, rezba qirqishda tegishli surishga erishish yoki muayyan qadam hosil qilish maqsadida aylanish chastotasini o‘zgartirish uchun xizmat qiladi. Bunga surish qutisining uzatish nisbatini o‘zgartirish yo‘li bilan erishiladi. Surish qutisi almashtiriladigan shesternyalari bor gitara vositasida dastgoh shpindel bilan bog‘langan.

*Fartuk* surish vali va surish vintining aylanma harakatini supporting to‘g‘ri chiziqli ilgarilanma harakatiga aylantirish uchun mo‘ljallangan.

Support kesuvchi asbobni mahkamlash va unga surish harakatini berish uchun xizmat qiladi.

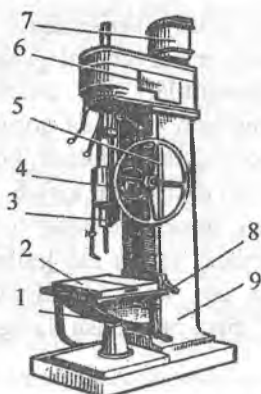
## **11.6. Parmalash va yunib kengaytirish dastgohlari. Parmalash dastgohlari va ularda bajariladigan ishlar**

Shunday tuzilishdagi dastgohlar teshiklar parmalash, teshiklarga metchik yordamida rezbalar ochish, teshiklarni kengaytirish va ularni ishlab moslash, list materialdan disklar qirqib olish va boshqa ishlar uchun mo‘ljallangan. Bu jarayonlar parma, zenker, razvyortka va boshqa shularga o‘xshash asboblardan bilan *Universal parmalash dastgohlarining* quyidagi turlari mavjud:

1. Bir shpindelli stollil parmalash dastgohlari kichik diametrlil teshiklarga ishlov berish uchun ishlatiladi. Bu dastgohlar asbobsozlikda keng tarqalgan. Ularning shpindellari katta chastota bilan aylanadi.

2. Vertikal parmalash dastgohlari (11.6-rasm) dastgohlarning asosiy va eng ko‘p tarqalgan turi bo‘lib nisbatan kichik o‘lchamli detallarda teshiklar parmalash uchun ishlatiladi. Ishlov beriladigan

teshikning o'qi bilan asbobning o'qini to'g'ri keltirish uchun bu dastgohlarda tanavnorni asbobga nisbatan surish imkoniyati ko'zda tutilgan.



11.6-rasm.

**Vertikal parmalash dastgohi (2135)**

1 – vint; 2 – stol; 3 – shpindel;  
4 – maxovik; 5 – uzatish qutisi;  
6 – tezliklar qutisi; 7 – elektr-  
dvigatel; 8 – dasta; 9 – stamina.

3. Radial parmalash dastgohlari katta o'lchamli tanavor (detallarda teshik parmalash uchun mo'ljallangan). Radialparmalash dastgohlarida teshiklarning o'qlarini asbobning o'qi bilan to'g'ri keltirish uchun dastgohning shpindeli qo'zg'almas detalga nisbatan siljiriladi.

4. Ko'p shpindelli parmalash dastgohlari; bu dastgohlar ish unumini bir shpindelli dastgohlarga qaraganda anchagina oshirishga imkon beradi.

5. Chuqur parmalash uchun ishlatiladigan gorizontol parmalash dastgohlari. Parmalash dastgohlari guruhiga markaz parmalash dastgohlarini ham kiritish mumkin, bu dastgohlar tanavorlar-

ning yuzalarida markaz teshiklari hosil qilish uchun ishlatiladi.

Universal vertikal-parmalash dastgohi o'rtacha o'lchamli parmalash dastgohlarning yangi konstruktiv turkumiga (2118, 2125, 2135 va 2150 dastgohlari) kiradi, bular parmalashi mumkin bo'lgan teshiklarning eng katta shartli diametri 18, 25, 35 va 50 mm ga teng. Bu turkumdagi dastgohlar o'zaro keng unifikatsiyalangan.

Mazkur dastgohlarda bosh harakat (shpindelning aylanma harakati) tik joylashgan elektr dvigateldan tishli uzatma va tezliklar qutisi orqali olinadi. Surish harakati esa shpindeldan tishli g'ildiraklar, surish qutisi, tishli uzatma, mufta, shnekli juftlik va reykali uzatma orqali shpindel gilzasiga uzatiladi.

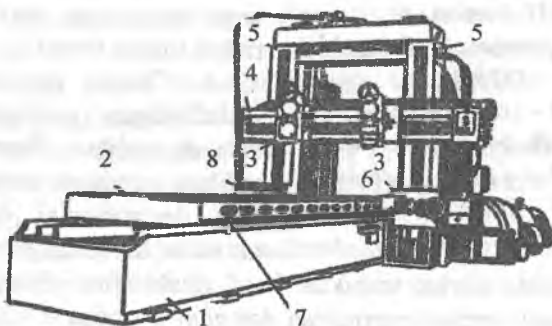
**11.7. Randalash, uyish va sidirish dastgohlari**

**Randalash dastgohlari.** Randalashda keskichning (stolning) to'g'ri yo'li – ish yurishi deb, teskari yo'li esa salt yurish deb ataladi;

bunday ishlash sxemasi randalash dastgohlarining asosiy kamchiligidir.

Randalash dastgohlari universal, aniq, oddiy tuzilishdagi dastgohlar bo'lgani, ishlatiladigan kesuvchi asbob arzon turganligidan ular keng ko'lamda ishlatiladi. Randalash dastgohlari ish unumining pastligi ko'p keskich bilan ishlash orqali ma'lum darajada qoplanishi mumkin. Randalash dastgohlari guruhiga bo'ylama randalash, ko'ndalang randalash, o'yish dastgohlari va universal dastgohlar kiradi.

Bo'ylama randalash dastgohlari, asosan, mashinalarning o'rtacha va yirik detallarining tekis yuzalarini randalash uchun mo'ljallangan. Bo'ylama randalash dastgohlari jumlasiga eng ko'p tarqalgan ikki stoykali dastgohlar, bir stoykali dastgohlar, qirra randalash dastgohlari va portal dastgohlar kiradi.



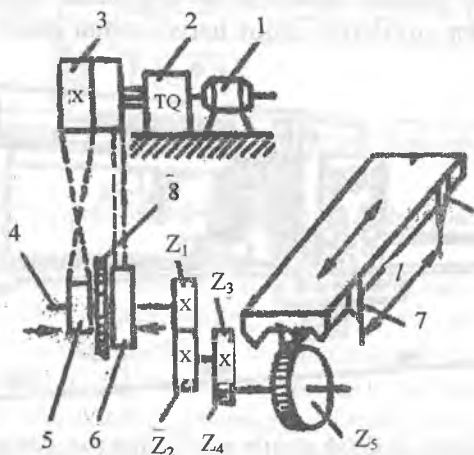
*11.7-rasm. Ikki stoykali bo'ylama randalash dastgohi.*

11.7-rasmda ikki stoykali bo'ylama randalash dastgohi tasvirlangan. Tanavor dastgoh stoli (2) ga o'rnatiladi va mahkamlanadi, bu stol stanina (1) ning yo'naltiruvchilarida ilgarilanma-qaytar harakat qiladi. Keskichlar supportlar (8) va (6) ning keskich tutkichlariga mahkamlanadi, supportlarga esa vaqti-vaqti bilan surish harakati berib turiladi. Poperechina (4) ga joylashtirilgan supportlar (3) yuqorigi yuzalarni randalash uchun, stoykalar (5) ga o'rnatilgan supportlar (6) esa yon yuzalarni randalash uchun xizmat qiladi. Randalash dastgohlarining yiriklarida poperechinaga o'rnatilgan ikkita support va har bir stoykaga bittadan o'rnatilgan ikkita support – hammasi bo'lib to'rtta support bo'ladi. Ba'zi dastgohlarning poperechinasida bitta



(yuqorigi) support va tayanchida bitta (yon) support bo‘ladi yoki faqat poperechinasida bitta support bo‘lib, yon supportlar bo‘lmaydi. Surish yo‘nalishi gorizontal yoki vertikal bo‘lishi mumkin. Qiya yuzlarni randalash uchun support burish qismi bilan ta‘minlangan. Asosiy harakat stolga elektr dvigateldan tezliklar qutisi va staninaga o‘rnatilgan shesternyalar tizimi orqali uzatiladi. Oxirgi shesternya dastgohning stoliga pastki tomondan burab o‘yilgan tishli reyka bilan tishlashgan bo‘ladi; yangi dastgohlarda reyka shnek tishlashtirilgan bo‘ladi. Eng takomillashtirilgan randalash dastgohlarida gidravlik yuritma yoki pog‘onasiz roslash elektrik yuritmasi bor.

Dastgohlarda stolning yurishini reverslash (stolning yurishi yo‘nalishini o‘zgartirish) uchun elektr–magnit muftalar, gidravlik qurilmalar va boshqalardan foydalaniladi. Teskari (salt) yurish tezligi ish yurish tezligidan 1,5–2,0 marta katta. Stolning yurish yo‘nalishi tiraklar 7 vositasida avtomatik ravishda o‘zgartiriladi, bu tiraklar randalanayotgan tanavorning uzunligiga qarab stolning tegishli joyiga mahkamlanadi. Keskichli supportlar ish yurishi tugagach yoki ish yurishi boshlanishi oldidan surish qutisi oraliq vintlar yordamida suriladi. Teskari yurishda keskichlarning orqa yuzalari randalanayotgan yuzaga ishlanmasligi uchun keskich tutkichlar maxsus qurilmalar vositasida ko‘tariladi. 11.8-rasmda elektr-magnit muftali bo‘ylama randalash dastgohi asosiy yuritmasining sxemasi keltirilgan.



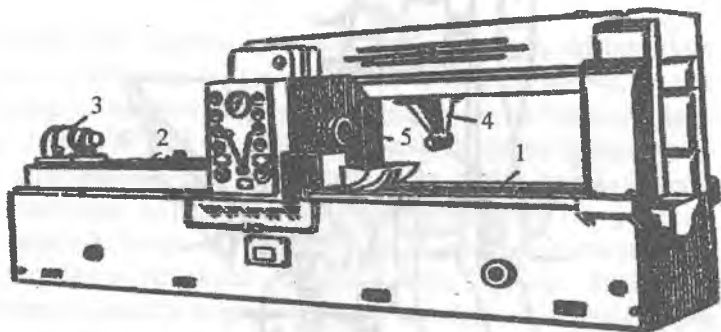
11.8-rasm. Bo‘ylama randalash dastgohi.

Harakat elektr dvigatel (1) dan tezliklar qutisi (2) orqali shkiv (3) ga uzatiladi shkiv (3) esa (shkivlar (5) va (6) bilan ayqash hamda to'g'ri) tasmalar vositasida tutashgan. Bu shkivlar val (4) ga erkin aylanadigan qilib o'tkazilgan bo'lib, turli tomonga har xil tezliklar bilan harakatlanadi, shkivlar ichiga elektr-magnitlar joylashtirilgan. Elektr-magnitlarning chulg'amlaridagi tok stolning ilgariylanma-qaytar harakatlanishida joylari almashadigan tiraklar (7) vositasida qayta ulanadi (11.8-rasm). Val (4) ga shponka vositasida o'rnatilgan po'lat disk (8) shkivlar (5) va (6) ning elektr-magnitlariga galma-gal tortilib, tishli g'ildiraklar  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$  va tishli reyka orqali stolga ilgariylanma-qaytar harakat uzatadi.

*Bo'ylama randalash* dastgohlari 700 dan 4000 mm gacha kenglikda va 1500 dan 12000 mm uzunlikda randalay oladigan qilib chiqariladi. Yaxshi holatdagi bo'ylama asosiy yuritmasining sxemasi randalash dastgohlari tanavorlarga yuqori aniqlik bilan ishlov beradi: tozalab randalashda 1000 mm uzunlikda noaniqlik 0,01 mm gacha, 3000 mm uzunlikda esa 0,02 mm gacha bo'ladi.

Yirik va og'ir detallarga (lokomotiv ramalari, og'ir plitalar va boshqalarga) ishlov berishda portal-randalash dastgohlari ishlatiladi. Bu dastgohlarda detal o'rnatilgan stol ishlov berish vaqtida qo'zg'al-maydi, harakat keskichli supportlar o'rnatilgan portalga beriladi.

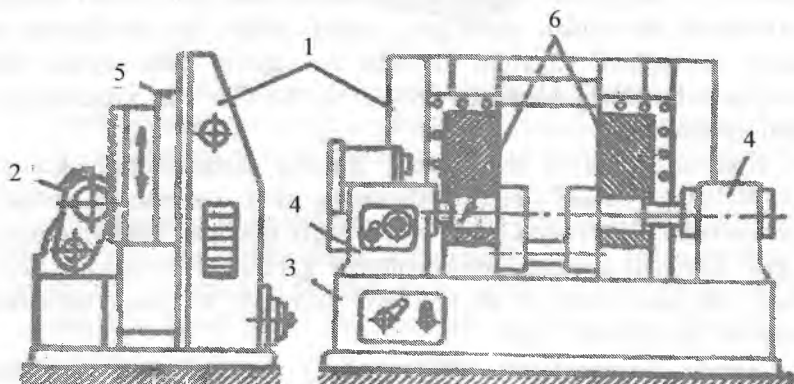
O'yish dastgohlari ko'ndalang kesimlari katta, ammo balandligi uncha katta bo'lmagan tanavorlarda ariqchalar ochish va ularning yassi va shakldor yuzalariga ishlov berish uchun ishlatiladi.



*11.9-rasm. Ichki sidirish uchun mo'ljallangan gorizontal sidirish dastgohi.*

O'yish dastgohlarining polzunlarini ko'pincha krivoship-kulisali mexanizm, shuningdek, krivoship-shatunli mexanizm yoki gidravlik mexanizm harakatga keltiradi. O'yish dastgohlari polzunining eng katta yo'li 160 dan 1000 mm gacha bo'ladi.

Sidirish (protyajkalash) dastgohlari tuzilishi jihatidan gorizontal hamda vertikal dastgohlarga bo'linadi; texnologik alomatlariga ko'ra ichki sidirish va tashqi sidirish dastgohlari bo'ladi (ba'zan ichki va tashqi sidirish bitta dastgohning o'zida bajariladi). Sidirish dastgohlari nisbatan oddiy tuzilgan. 11.9-rasmda ichki sidirish uchun mo'ljallangan gorizontal-sidirish dastgohi tasvirlangan. Stanina (1) ning yo'naltiruvchilari bo'ylab gidravlik yuritma yordamida polzun (2) suriladi, polzunning uchida esa sidirgich (protyajka) mahkamlanadigan moslama (3) bo'ladi. Uzun sidirgichlar bilan ishlashda ularning ikkinchi uchini qo'zg'aluvchan lyunet (4) tutib turadi. Sidiriladigan tanavor qurilma (5) ga o'rnatiladi.



**11.10-rasm. Tirsakli vallar bo'ynlarini sidirish dastgohi.**

11.10-rasmda tirsakli vallar bo'ynini sidirish uchun mo'ljallangan maxsus vertikal-sidirish dastgohining sxemasi ko'r satilgan. Stanina (1) ning vertikal yo'naltiruvchilari bo'ylab polzun (5) suriladi, bu polzunga sidirgichlar (6) o'rnatilgan. Stol (3) ga ikkita babka (4) o'rnatilgan bo'lib, ulardan biri (chapidagisi) tirsakli valni tutib turadi. Ish yurishida sidirgich aylanayotgan valga qarama-qarshi harakatlanadi.

## 11.8. Frezalash dastgohlari va ularda bajariladigan ishlar

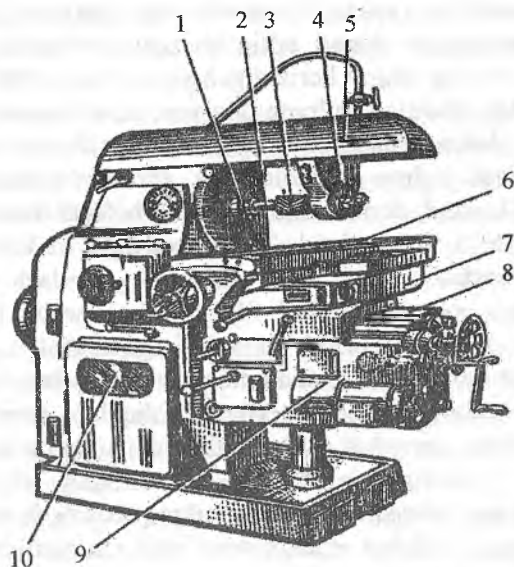
Frezalash dastgohlarida har xil shakldagi tashqi va ichki yuzalarga hamda shakldor aylanma yuzalarga ishlov berish, to'g'ri va vintli ariqchalar ochish, sirti va ichki rezbalar ochish, tishli g'ildiraklar yasash va b. ishlarni bajarish mumkin.

Bu guruh dastgohlari konsolli frezalash (gorizontal, vertikal, universal va keng universal), konsolsiz vertikal-frezalash, bo'ylama-frezalash dastgohlariga (bir va ikki tirgakli dastgohlar), uzluksiz ishlaydigan (karuselli va barabanli) frezalash dastgohlariga, (konturli va hajmli frezalash dastgohlariga), graverlash – frezalash dastgohlariga, ixtisoslashtirilgan dastgohlarga (rezba frezalash, shponka frezalash, shlis frezalash dastgohlari va boshqa dastgohlarga) bo'linadi.

Hozirgi zamon frezalash dastgohlariga bir qancha ilg'or konstruktiv yangiliklar kiritilgan: asosiy harakat bilan surish harakati yuritmalari bir-biridan ajratilgan, stolni barcha yo'nalishlarda tez surish mexanizmi mavjud, tezliklar va surish bitta dasta bilan boshqariladi. Dastgohlardagi uzellar va detallar bir xillashtirilgan (uniifikatsiyalangan).

*Konsolli frezalash dastgohlari.* Bunday dastgohlarning konsolli deb atalishiga sabab shuki, dastgohning stoli staninaning yo'naltiruvchilari bo'ylab yuqoriga va pastga siljiy oladigan konsolga o'rnatilgan. Konsolli frezalash dastgohlariga gorizontal frezalash (11.11-rasm), vertikal-frezalash dastgohlari, universal va keng universal-frezalash dastgohlari kiradi.

Asosiy bajariladigan ishlar uchun mo'ljallangan frezalash dastgohlarining asosiy o'lchami stolining ish yuzasidir. Vertikal va gorizontal konsolli frezalash dastgohlari stolining ish yuzasi quyidagi o'lchamlarda tayyorlanadi: 125x500, 160x630, 200x800, 250x1000, 320x1250, 400x1600, 500x2000 mm. Dastgohlarning universal-frezalash va keng universal turlarida kengligi 200–400 mm li stol bor. Gorizontal konsolli frezalash dastgohlarida shpindelning o'qi gorizontal vaziyatda joylashgan bo'lib, stoli o'zaro perpendikular uch yo'nalishda siljiydi. Universal konsolli frezalash dastgohlari tashqi ko'rinishi jihatidan gorizontal frezalash dastgohlaridan deyarli farq qilmaydi desa bo'ladi.



**11.11-rasm. Gorizontaal frezalash dastgohi:**

1 – shpindel; 2 – opravka; 3 – freza; 4 – halqa; 5 – xartum; 6 – stol;  
7 – aylanuvchi qism; 8 – yo‘naltiruvchi; 9 – konsol; 10 – stamina.

Ammo ularda buriluvchi stol bo‘ladi, bu stol bir-biriga perpendikular uch yo‘nalishda surila olishdan tashqari, o‘zining vertikal o‘qi atrofida  $45^\circ$  burchakka burilishi ham mumkin. Bu hol vintli ariqchalar ishlashga va qiyshiq tishli shesternyalar qirqishga imkon beradi.

### 11.9. Jilvirlash dastgohlari va ularda bajariladigan ishlar

Mashina-mexanizmlarning detallarida yuqori aniqlikdagi yuzalar hosil qilish va bundan oldingi ishlov berishda yuzaga kelgan mayda notekisliklarni - taroqchalarni kesib tashlash uchun ishlov berish usuli pardozlash deb ataladi.

Ishlov berishning pardozlash usullari aniq shaklli detallar hosil qilishga, yuzalar tozaligini 7 dan 14-sinfga yetkazishga, 1 va 2-aniqlik sinfdagi o‘lchamlar hosil qilishga imkon beradi. Pardozlab ishlov berishning: ishqalab moslash (pritirlash), xoninglash, superfinishlash va jilolash kabi usullari keng qo‘llaniladi.

Ishqalab moslash (yoki o'Ichamiga yetkazish) shundan iboratki, bunda pritir va mayda donali erkin abraziv yordamida suyuq moy muhitida tanavorning ishlov beriladigan yuzasidan metall zarrachalari qirqib tashlanadi. Pritirlar: kulrang cho'yan, rangli metall va ularning qotishmalari, plastmassalar va boshqa materiallardan tayyorlanadi. Ishqalab moslash uchun ishlatiladigan abraziv materiallar: tabiiy korund, elektr-korund, donadorligi 5–16 mk bo'lgan kremniy karbidi, GIO pastasi (76 % xrom oksid, 22 % stearin, 2 % kerosin), olmos kukuni, bor karbidining kukuni. Ishqalab moslash (o'Ichamiga yetkazish) uchun abraziv donalari o'Ichami detallarning ishlov beriladigan yuzalari g'adir-budurligi va aniqligiga nisbatan qo'yiladigan talablarga qarab tanlanadi. Ishqalab moslash yo'li bilan silindrik, yassi va boshqa yuzalarga ishlov beriladi. Ishqalab moslash yuzaga oldindan botirilgan abrazivli pritir yordamida, suyuq moy muhitidagi erkin abraziv yordamida pritir bilan birlashtirilgan juft detallarning ishlov beriladigan yuzasi orasida kichikroq bosim hosil qilib, bir-biriga ishqalash yo'li bilan amalga oshirilishi mumkin; bu holda ikki detalning bir-biriga tegib turadigan yuzalari orasiga abraziv kukuni surtilib, ular o'zaro ishqalanadi (masalan, klapan osti konuslarini ishqalab moslash) va yuzalarning talab etilgan tozaligi hosil qilinadi. Xoninglash usulida ochiq va berk silindrik va konussimon teshiklar donadorlik raqamlari 4–6 bo'lgan standart qayroq toshlar yordamida pardoqlanadi. Amalda xoninglash usulidan aylanish jismlarining tashqi silindrik va konussimon yuzalariga, masalan, tirsakli val bo'yinlariga, shuningdek, tekis va shakldor yuzalarga pardoz berishda foydalaniladi. Xoninglashda xon deb ataladigan maxsus asbob korpusiga abraziv brusoklar joylanadi. Ishlov beriladigan yuzalarga qarab, brusoklar xoninglash kallagining tashqi yoki ichki yuzalariga o'rnatiladi va mahkamlanadi. Xoninglashda elektr-korund brusoklar (po'latga ishlov berishda) va kremniy-karbid brusoklari (cho'yanga va rangli metallarning qotishmalariga ishlov berishda) ishlatiladi. Xoninglash brusoklari metall bog'lovchili mayda olmoslardan ham tayyorlanadi. Olmos brusoklarning turg'unligi abraziv brusoklarnikiga qaraganda 100–120 baravar yuqori bo'ladi va ular yuqori unumli, ishlov berilgan yuzaning aniq va toza chiqishini ta'minlaydi.

Xoninglash jarayonida xon ishlov berilayotgan tanavor o'qi bo'ylab bir vaqtning o'zida ham aylanma, ham ilgariylanma-qaytar harakat qiladi. Xon 45–65 m/min tezlik bilan aylanadi, ilgariylanma-

qaytar harakat tezligi esa 10–20 m/min bo‘ladi. Xoninglash uchun qoldiriladigan qo‘yimning qalinligi ishlov beriladigan materialga qarab 0,01–0,08 mm ni tashkil etadi.

Xoninglangan yuzaning tozaligi 12, hatto 13-sinfga, aniqligi esa 1 va 2-sinfga to‘g‘ri keladi. Xoninglash vaqtida sovutish suyuqligi ko‘p (50 l/min gacha) berib turiladi. Sovitish suyuqligi sifatida 80–90 % kerosin va 20–10 % mashina moyidan iborat aralashma ishlatiladi.

*Superfinishlash* – ishlov beriladigan detalda juda toza yuza hosil qilish uchun maxsus golovka yordamida mayin abraziv bilan o‘lchamiga yetkazishning bir turidir. Buning uchun oq elektr-korunddan, yashil kremniy karbididan keramik yoki bakelit bog‘lovchi asosida tayyorlangan abraziv brusoklar ishlatiladi. Brusoklarning donadorligi, standartga ko‘ra, 3–5 mk bo‘ladi. Ushbu usuldan toblangan po‘lat, toblanmagan po‘lat, cho‘yan, rangli metallar va ularning qotishmalaridan tayyorlangan detallarning doirasimon, yassi, konussimon (ko‘pincha tashqi); yuzalariga ishlov berishda foydalaniladi. Tanavor superfinishlanishdan oldin jilvirlanishi kerak. Superfinishlashning mohiyati shundan iboratki, bunda abraziv brusoklar aylanayotgan tanavor yuzasi yoki golovka bo‘ylab minutiga 5–15 m tezlik bilan ilgarilanma-qaytar harakatlanadi, shu bilan birga, chastotasi minutiga 200 dan 2000 ta gacha qo‘sh yurish va amplitudasi 1–6 mm bo‘lgan tebranma harakatda bo‘ladi, brusoklarning siljish tezligi 0,1–1,1 m/min ga teng.

Superfinishlashda ishlov berilayotgan yuza ozgina kuch bilan siqiladi, buning natijasida tanavor qizimaydi va uning yuza qatlami juda oz darajada deformatsiyalanadi.

Detalning ishlov berilgan yuzasi pardoziylangandan keyin tozaligi 14-sinfga to‘g‘ri keladigan ko‘zgudek yaltiroq yoki xiraroq chiqadi. Moylash-sovitish suyuqligi sifatida 5–10 % mashina moyi aralashirilgan kerosin ishlatiladi.

*Jilolash dastgohlari.* Jilolash dastgohlari ham sanoat korxonalarida turli jarayonlarni bajarish uchun ishlatiladi, jilolash dastgohlari detallar o‘lchamlarining aniqligiga rioya qilmay, chiroyli, yaltiroq yuza hosil qilish; detallarni pardoziylash, shuningdek, xromlangan, nikellangan va boshqa materiallar bilan qoplangan yuzalarni yaltiratish uchun ishlatiladi.

Jilolashda har xil ip gazlama, namat, fetr va kigiz qoplangan yumshoq doiralardan foydalaniladi. Jilolovchi material doira sirtiga

jilolash pastasi (vena ohagi yoki xrom oksidi aralash pastalar, shuningdek GOI pastalari tarzida surtiladi). Jilolashda jilo beruvchi doiraning tezligi 35 m/s ga yetadi.

Detallarni abraziv donalari aralashtirilgan suyuqlik bilan ham jilolash mumkin. Bu holda suyuqlikka yaxshilab aralashtirilgan mayda abraziv donalari ishlov beriladigan yuzaga 80 kN/m<sup>2</sup> bosim ostida purkaladi, bunda abraziv donalari yuzani tekislaydi va g'adirbudurligini kamaytiradi. Bu usul istalgan shakl va o'lchamdagi shakldor yuzalarga ishlov berish uchun qo'llanilishi mumkin. Odatda, suyuqlik (suv) dagi abraziv donalari miqdori massa bo'yicha 30–40 % ga teng bo'ladi. Jilolash (yaltiratish) usulidan ishlov berilayotgan detal yuzasini ko'zgudek yaltiroq qilish uchun foydalaniladi. Jilolashda namat, rezina yoki qalin kanop mato qoplangan yumshoq elastik doiralardan foydalaniladi. Doiralarning yuzasiga elektr–korund, kremniy karbidining abraziv kukuni yoki pasta yelim yordamida surtiladi. Pasta sifatida xrom oksid, krokus, vena ohagi, kukun ishlatiladi. Jilolangan yuzalarning tozaligi 7 dan 12-sinfga to'g'ri keladi.

Jilolash usulidan, ko'pincha, detallarning yuzalarini pardoqlash, shuningdek, galvanik qoplash (xromlash, nikellash va h.) oldidan yuzalarni tayyorlashda foydalaniladi.

*Abraziv (jilvirlovchi) materiallar.* Abraziv materiallar juda qattiq tabiiy yoki sun'iy moddalar bo'lib, ularning donalari kesuvchi asboblardir.

Abraziv materiallarning qattiqligi ishlov beriladigan detal materialining qattiqligidan yuqori bo'lishi kerak, aks holda kesishni amalga oshirib bo'lmaydi. Abraziv donalari tabiiy yoki sun'iy jilvirlovchi materiallarni yanchish yo'li bilan olinadi.

Tabiiy jilvirlovchi materiallar jumlasiga olmos, korund, kvarts, chaqmoqtoosh, pemza kabilar kiradi.

Hozirgi vaqtda tabiiy abraziv materiallar jilvirlash asbobi tayyorlash uchun deyarli ishlatilmaydi, chunki ularning kesish va mexanik xossalari ancha past.

Abraziv asbob tayyorlash uchun quyidagi yuqori sifatli sun'iy jilvirlovchi materiallardan foydalaniladi:

*Elektr-korund.* Bu material toza giltuproqni elektr pechlarida suyuqlantirish yo'li bilan olinadigan kristall holdagi aluminiy oksid (A1203) dan iborat. Elektr-korund tarkibidagi aluminiy oksidning miqdoriga qarab, quyidagi turlarga bo'linadi:



a) tarkibida 87–97 % aluminiy oksidi bo‘lgan E markali normal elektr-korund (alund), rangi qizish-pushti yoki jigarrang bo‘ladi;

b) tarkibida 97–99 % aluminiy oksid bo‘lgan EB markali oq elektr-korund.

Elektr-korund tarkibida, aluminiy oksiddan tashqari 0,4–0,2 % temir oksid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) va ozroq miqdorda  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{TiO}_2$  va  $\text{CaO}$  bo‘ladi, ular oq, oqish, kulrang yoki och pushti rangda bo‘ladi.

Elektr-korund donalarining suyuqlanish harorati 1950 dan 2050 °C gacha bo‘ladi. Elektr-korund toblanmagan va toblangan po‘lat, bolg‘alanuvchan cho‘yan, yumshoq bronzaga ishlov berishda ishlatiladi.

*Monokorund (M).* Bu abraziv material tarkibida 0,9 % temir (III) - oksid bo‘ladi. Monokorundning kesish va mexanik xossalari E va EB elektr-korundlarnikiga qaraganda ancha yuqori. Monokorunddan tayyorlangan toshlar kesuvchi asboblarni charxlash va yuzalarni yuqori tozalikda jilvirlash uchun foydalaniladi.

*Kremniy karbidi SiC* (karborund). Bu material kremniy bilan uglerodning kimyoviy birikmasi bo‘lib, toza kvarts qumiga neft koksi yoki antratsit qo‘shib, elektr pechlarda 1900–2100 °C haroratda suyuqlantirish yo‘li bilan olinadi. Sanoat miqyosida karbidning ikki turi ishlab chiqariladi:

a) qora tusli kremniy karbidi. Uning tarkibida 97–98 % SiC va 0,6–0,7 % Fe 203 bo‘ladi. Bu karbid aluminiy, bronza, jez, mis, cho‘yan va plastikligi past boshqa materiallarni jilvirlash uchun ishlatiladi;

b) yashil kremniy karbidi. Uning tarkibida 96–99 % SiC bo‘ladi. Bu materialning mexanik xossalari ancha yuqori bo‘lib, qattiq qotishma bilan ta‘minlangan har xil kesuvchi asboblarni charxlash va muhim ishlarni bajarish uchun ishlatiladi. Yashil kremniy karbididan jilvirlash toshlarini olmossiz qayrashda keng ko‘lamda foydalaniladi.

*Bor karbidi* (bor bilan uglerod birikmasi  $\text{B}_4\text{C}$ ). Bu material texnik borat kislotaga neft koksi qo‘shib, elektr pechlarda suyuqlantirish orqali olinadi. Uning tarkibida 95 % gacha kristall holdagi bor elementi bo‘ladi. Bor karbidining qattiqligi olmosning qattiqligiga yaqinlashib boradi, ammo u mo‘rt bo‘ladi. Suyuqlantirib qotishtirilgan bor karbid tashqi ko‘rinishi jihatidan qora tusli massa bo‘lib, juda mayda abraziv donalariga aylantirilgan holda, ya‘ni kukun tarzida o‘lchamiga yetkazish, ishqalab moslash ishlarida foydalaniladigan

qattiq qotishma bilan ta'minlangan kesuvchi asboblarni charxlash va qayrash uchun ishlatiladi.

**Borsilikokarbid.** Bu abraziv material borat kislotasi, ko'mir va qumni elektr yoyli pechda suyuqlantirish yo'li bilan olinadi. Borsilikokarbid o'zining jilvirlash xossalari jihatidan bor karbidga nisbatan ustunroq.

Abraziv materiallar elektr pechlarda suyuqlantirilgunga qadar katta-katta xarsanglar shaklida bo'ladi, bu xarsanglar maydalagichlarda maydalanadi, tuyiladi va kesuvchi o'tkir qirrali donalar hosil qilinadi. Sun'iy abraziv materiallar tuyilgandan keyin donalarining o'lchamlariga ko'ra saralanadi. Elektr-korund donalari kesuvchi qirralarining yumaloqlik radiusi 8–14 mk, kremniy karbidi donalariniki esa 6–12 mk bo'ladi.

Olmos jilvirlovchi materiallar ichida eng qattig'i hisoblanadi va u, asosan, jilvirlash toshlarini qayrashda (o'tkirlashda), olmosli keskichlar tayyorlashda va juda toza yuzalarining o'lchamlari esa aniq bo'lishi talab etiladigan detallarni jilvirlashda ishlatiladi. Olmosdan qattiq qotishmadan qilingan (shtamp detallari va boshqalarga ishlov berishda) hamda qattiq qotishma bilan ta'minlangan kesuvchi asboblarni qayrashda ham foydalaniladi.

**Donadorlik.** Donadorlik deganda, abraziv maydalanganda hosil bo'ladigan donalarining o'lchami tushuniladi.

Jilvirlash donalarining va jilvirlash kukuni zarralarining o'lchamlari va ularning raqamlari elakning abraziv donalari o'tadigan ko'zlarining chiziqli o'lchamlari bilan aniqlanadi va millimetrning yuzdan bir ulushlarida o'lchanadi.

DS ga ko'ra, donadorligi bo'yicha jilvir kukunlarning uch guruhi bor:

1. 16, 20 raqamli *mayda donali* 25, 32, 40, 50 raqamli *o'rtacha donali*, 63, 80, 100 raqamli *yirik donali*, 125, 160, 200 bo'lgan juda *yirik dona* jilvir kukunlar raqamli;

2. 3, 4, 5, raqamli *mayin donali*, 6, 8, 10, 12 raqamli *mayda donali* jilvir kukunlar;

3. M–5, M–7, M–10, M–14, M–20, M–28, M–40 markali *mikrokukunlar*.

Keramik bog'lovchilar (bular K harfi bilan belgilanadi). Bog'lovchining asosiy oq rangli o'tga chidamli gil, kvars, dala shpati, talk va chaqmoqtosh kukunidan iborat. Bu tarkibiy qismlar abraziv

donalari bilan qorishtirilib, katta bosim ostida presslanadi, quritiladi va 1300–1400 °C haroratda pishiriladi. Keramik bog‘lovchili jilvirlash toshlari umumiy holda 35 m/s dan oshmaydigan, maxsus ishlar uchun mo‘ljallangan toshlar esa 50 m/s gacha aylanma tezliklarda ishlaydi. Keramik bog‘lovchili jilvirlash toshlaridan jilvirlash ishlarining qariyb barcha turlarida foydalaniladi.

*Silikat bog‘lovchi (S)*. Uning tarkibi quyidagicha: chaqmoqtosh kukuni, suyuq shisha va gil. Silikat bog‘lovchi yordamida tayyorlangan jilvirlash toshlari yumshoq, ammo g‘ovak bo‘ladi. Bu bog‘lovchi asosidagi toshlar mustahkam bo‘ladi, ammo ish vaqtida notekis yeyiladi va o‘z shaklini yo‘qotadi. Bunday jilvirlash toshlari, odatda, sovituvchi suyuqliksiz ishlaydi, ular bilan jilvirlangan yuzalar toza chiqadi, lekin bu toshlarning ish unumi katta emas. Ular nafis jilvirlash uchun ishlatiladi.

*Magnezial bog‘lovchi (M)* magnezit kalsiy xlorid aralashmasidan iborat. Bu bog‘lovchi yordamida tayyorlangan jilvirlash toshlarining mustahkamligi uncha katta bo‘lmaydi va ular tez va notekis yeyilishi oqibatida o‘z shaklini yo‘qotadi. Silikat va magnezial bog‘lovchilar abraziv donalari bilan zaif birikadi va nam ta‘sirida puxtaligini yo‘qotadi, bu bog‘lovchilar yordamida tayyorlangan jilvirlash toshlaridan sovitish suyuqligi ishlatmay jilvirlashda foydalaniladi.

Bular silikat va magnezial bog‘lovchilardan keng foydalanishga imkon bermaydi.

*Vulkanit bog‘lovchi (V)* sintetik kauchukka 25 % gacha oltingugurt qo‘shib tayyorlanadi. Hosil qilingan massa qorishtiriladi va unga abraziv material aralastiriladi. Vulkanit bog‘lovchi yordamida tayyorlangan jilvirlash asbob (tosh) larining qattiqligi va elastikligi yuqori bo‘ladi. Bog‘lovchining bu xususiyati qalinligi 0,8 mm gacha va diametri 150 mm gacha bo‘lgan jilvirlash toshlari tayyorlashga imkon beradi. Bunday dumaloq toshlar katta (75 m/s gacha) aylanma tezlikda ishlashi mumkin, zarb yuklanishlariga chidamli, nozik jilvirlashda, o‘lchamiga yetkazish hamda jilolashda ishlatiladi. Bunday jilvirlash toshlarining asosiy kamchiliklari shundaki, ular kam g‘ovak bo‘ladi, bu esa ularning tez silliqlanib olishiga olib boradi, bundan tashqari, ular haroratning ko‘tarilishiga uncha bardosh bermaydi, chunki 150–200 °C dayoq bog‘lovchi yumshaydi va abraziv donalari bog‘lovchiga botib kiradi, bu esa ko‘p sovituvchi suyuqlik ishlatishni talab etadi.

*Bakelit bog'lovchi (B).* Karbol kislotasi bilan formalindan sun'iy smola-bakelit tarzida tayyorlanadi. Bakelit bog'lovchili jilvirlash toshlari yetarli darajada puxta va elastik bo'ladi. Bunday jilvirlash toshlari turli-tuman ishlar uchun, shuningdek, qirqib tushirishda va shakldor yuzalarni jilvirlashda ishlatiladi. Ular sovitish suyuqligisiz ham, sovitish suyuqligi ishlatib ham jilvirlashda 75 m/s gacha tezlikda ishlashga imkon beradi.

Bakelit bog'lovchili jilvirlash toshlarining asosiy kamchiligi shuki, yuqori haroratda ularning puxtaligi pasayadi, ishqorli sovitish suyuqligi (konsentratsiyasi 1,5 % dan ortiq bo'lgan eritmalar) ularni yemiradi va h.

Shuni aytib o'tish lozimki, jilvirlash asbobining qattiqligi abraziv material donalarining qattiqligiga emas, balki bog'lovchi moddaga bog'liqdir. Bog'lovchi modda yumshoq bo'lsa, abraziv donalari oson ajralib ketadi va jilvirlash asbobi notekis yeyilishi sababli o'z shaklini yo'qotadi, natijada unga tez-tez qarab turish kerak bo'ladi.

Abraziv asbobning qattiqligi zoldir botirish, qum purkash va chuqurcha parmalash yo'li bilan aniqlanadi.

---

---

## 12. DETALLARNI KUKUN MATERIALLARDAN TAYYORLASH

### 12.1. Kukun metallurgiyasi haqida ma'lumotlar

Kukunlarning olinish usullari. Kukun metallurgiyasi usullari bilan suyultirilganda bir-birida erimaydigan metallardan, shuningdek, qiyin eriydigan va o'ta toza metallardan qotishmalar olish mumkin. Kukunli metallurgiyada xomakilar, shuningdek, aniq o'lchamli turli detallar tayyorlanadi. Kukunli metallurgiya g'ovak materiallar va ulardan detallar, shuningdek, ikkita (bimetallar) yoki turli metallar va qotishmalarning bir necha qatlami ko'rinishidagi detallar tayyorlash imkonini beradi. Kukunli metallurgiya usullari otashga chidamliligi, yeyilishga chidamliligi yuqori, qattiqligi katta, belgilangan barqaror (magnit xossali, shuningdek alohida fizik-kimyoviy, mexanik va texnologik xossali detallar olish imkonini beradi. Bunday detallarni quyish va bosim ostida ishlash yo'li bilan olish mumkin emas.

Kukun materiallardan detal va buyumlar olish protsessi metall kukunini tayyorlash, ulardan shixta tuzish, presslash, zagotovkani pishirishdan iborat. Metall kukunlari mexanik va fizik-kimyoviy usullar bilan olinadi.

Mexanik usullarda kukunlar qattiq metallarni maydalab, suyuq metallarni esa kimyoviy tarkibini o'zgartirmasdan to'zitib hosil qilinadi. Mo'rt qattiq materiallarni maydalash uchun sharli, uyurma va vibratsion tegirmonlardan foydalaniladi. Ishlov beriladigan material po'lat yoki cho'yan sharlarning zarbiy yoki ishqalovchi ta'siri bilan maydalanadi. Metall kukunlarni mexanik usullar bilan olishda ularning ifloslanishini hisobga olish zarur.

Sharli tegirmon po'lat barabandan iborat bo'lib, unga maydalovchi sharlar va maydalanadigan material solinadi. Sharli tegirmonda olingan kukun zarralari 100–1000 mkm o'lchamli noto'g'ri ko'pyoqlik ko'rinishida bo'ladi. Uyurma tegirmonlarda maydalash sharli tegirmonlarga nisbatan tezroq kechadi. Uyurma tegirmonining kamasida ikkita parrak bo'lib, qarama-qarshi tomonlarga aylanib, o'zaro kesishuvchi havo oqimlari hosil qiladi.

Kameraga solingan material (sim bo'lagi, qirindi, qiyqimlar va boshqa mayda bo'lakchalar) ni havo oqimi ilashtirib olib ketadi, ular o'zaro bir-biriga urilib 50 dan 200 mkm gacha o'lchamli zarralarga maydalanadi. Hosil bo'lgan zarrachalar tarelka ko'rinishida, chetlari arrasimon bo'ladi.

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

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

Fizik-kimyoviy usullar bilan kukunlar olishda boshlang'ich materialning kimyoviy tarkibi va xossalari o'zgaradi. Metallarni oksidlardan kimyoviy qaytarish, suyultirilgan tuzlarni elektroliz qilish, karbonil va gidrogenizatsiya usullari asosiy fizik-kimyoviy usullar hisoblanadi.

Oksidlardan materiallarni kimyoviy qaytarish gazsimon yoki qattiq qaytargichlar bilan amalga oshiriladi. Gazsimon tiklagichlar sifatida tabiiy, domna gazlari, karbonat angidrid, shuningdek vodorod keng qo'llaniladi. Kimyoviy qaytarish natijasida hosil bo'ladigan g'ovak metall massa maydalanadi. Kukun olishning fizik-kimyoviy usullari ichida bu usul eng arzon hisoblanadi. 1–100 mkm o'lchamli dendrit ko'rinishdagi toza va nodir metallar (tantal, sirkoniy va boshqalar) ning kukunlari suyultirilgan metall tuzlarini elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Elektroliz usuli ifloslangan xomashyodan toza kukunlar olish imkonini beradi. Karbonil usuli 1–800 mkm o'lchamli sferoid ko'rinishdagi magnitli temir, nikel va kobalt kukunlarini olish imkonini beradi. Bu usul bilan olingan mahsulot 200–300°C temperaturada metall kukuni va uglerod oksidiga parchalanadi. Gidrogenizatsiya usuli asosida kalsiy gidrati bilan xromni qaytarish yotadi. Bunda hosil bo'lgan ohak suv bilan yuviladi, metall kukuni esa 8–20 mkm o'lchamli dendritlardan tashkil topadi.

Fizik-kimyoviy usullar bilan olingan kukunlar mayda dispersli va toza hisoblanadi. Zarralari o'lchamiga ko'ra kukunlar granulometrik tarkibi bo'yicha 0,5 mkm gacha o'lchamli ultra mayda, 0,5–10 mkm o'lchamli juda mayda, 10–40 mkm o'lchamli mayda, 40–150 mk o'lchamli o'rtacha mayda va 150–500 mkm o'lchamli yirik xillarga bo'linadi.

To'kilish massasi, oquvchanlik, presslanuvchanlik va pishuvchanlik kukunlarning asosiy texnologik xarakteristikalari hisoblanadi.

To'kilish massasi erkin to'kilgan 1 sm<sup>3</sup> kukunning grammlarda o'lchangan massasidir. Agar kukun o'zgarmas to'kilish massasiga ega bo'lsa, pishirilganda uning o'zgarmas kirishuvchanligi ta'minlanadi. Olinish usuliga qarab, bitta kukun to'kilish massasi turlicha bo'lishi mumkin. G'ovakligi yuqori bo'lgan buyum tayyorlash uchun to'kilish massasi kichik bo'lgan kukundan, asbob va mashinalarning turli detallarini tayyorlashda esa to'kilish massasi katta kukunlardan foydalanish lozim.

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

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

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

Shixtani tayyorlash. Ma'lum kimyoviy va granulometrik tarkibdagi hamda texnologik xossalarga ega bo'lgan kukunlarning dozalanagan porsiyalari barabanlarda, tegirmonlarda va boshqa qurilmalarda aralashtiriladi. Shixtani bir tekis aralashtirish zarurati tug'lsa spirt, benzin, glitserin va distillangan suv qo'shiladi. Ba'zan aralashtirish protsessida turli vazifani o'tovchi texnologik qo'shimmalar qo'shiladi: presslanishni yengillashtirish maqsadida plastifikatorlar (parafin, stearin, glitserin va boshqalar), kerakli g'ovaklikka ega

bo'lgan buyumlar olish uchun oson suyuqlanadigan qo'shilmalar, uchuvchi moddalar qo'shiladi.

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

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

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

Issiqlayin presslashda press-qolipda buyum shakllantirilibgina qolmay, pishiriladi ham, bu esa fizik-kimyoviy xossalari yuqori bo'lgan g'ovaksiz material olish imkonini beradi. Issiqlayin peresslashni vakuumda, himoya qilish yoki qaytarish atmosferasida, keng temperatura oralig'ida (1200-1800°C), sovuqlayin presslashga nisbatan ancha past bosimda bajarish mumkin. Odatda, kukunlar kerakli temperaturagacha qizdirilgach bosim ostida siqiladi. Bu usullardan qiyin deformatsiyalanadigan metallar (boridlar, karbidlar va boshqalar) dan buyumlar tayyorlashda foydalaniladi.

Metall kukunlarini prokatlash sovuqlayin yoki issiqalayin deformatsiyalash usuli bilan tasma, sim, polosa ko'rinishidagi buyumlar olishning uzluksiz protsessidir. Prokatlash vertikal, qiya va



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

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

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

Presslangan zagotovkalaridan murakkab shaklli detallar (cho'zish uchun volokalar, qattiq qotishmali qistirmalar, shtamplarning matritsalar va hokazolar) olish; ichki va tashqi rezbalar qirqish; diametri kichik, lekin chuqur teshiklar olish uchun ularga kesib ishlanadi.

Kimyoviy-termik ishlash (azotlash, xromlash, sianlash va hokazo) metallardagi kabi bajariladi. G'ovaklikning mavjudligi, demak, yoyilgan sirtning mavjudligi kimyoviy-termik ishlash protsessini amalga oshirish imkonini beradi.

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

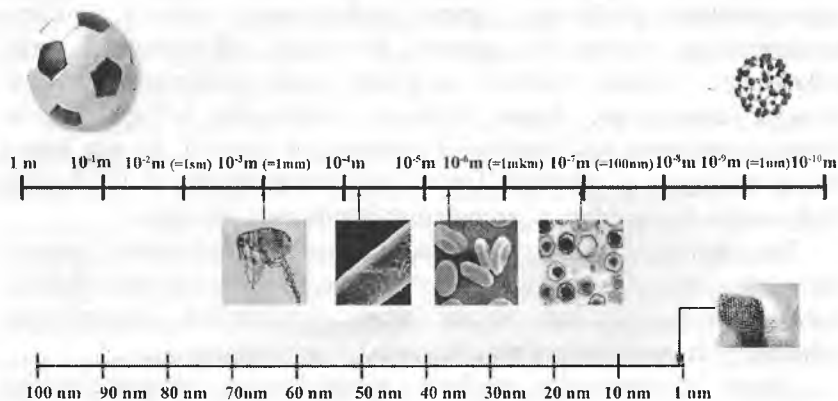
Qayta presslash usulidan murakkab shaklli detallar olishda foydalaniladi. Qayta presslash natijasida xomakining kerakli o'lchamlari va shakli ta'minlanadi. Birinchi marta presslanganda xomakining shakli oddiy, o'lchamlari taxminiy bo'ladi.

## 12.2. Nanotexnologiya va nanokompozitlar

Mahsulot ishlab chiqarish jarayonida material yoki yarim tayyor mahsulot, xomashyo shakli, xossalari va holatini o'zgartiradigan usullar majmuyiga texnologiya deyiladi.

Nanotexnologiya termini birinchi marta yapon olimi N. Tanituchi tomonidan 1974-yilda ishlatilgan. Nano–so'zining lug'aviy ma'nosiga e'tibor berilsa, «pakana» tushunchasini anglatadi, ikkinchi tomondan esa bu so'z ilmda ko'proq old qo'shimcha sifatida tanilgan bo'lib, uning aynan qiymati 0,000000001 metrga teng. Nano so'zi milliarddan bir qism, milliardni bir qismi degani. Taqqoslash uchun quyidagi kattaliklarga e'tiboringizni qaratamiz: 1 angstrom =  $10^{-8}$  sm, 1 millimetr =  $10^{-3}$  m, 1 mikrometr =  $10^{-6}$  m. Demak, nano bu uzunlik birligi. Buni taqqoslab, his etish uchun shuni aytish kerakki, inson sochining diametri taxminan 50000 nanometrغا teng (12.1-rasm). Rasmlardagi uzunlik darajasi nanometrni anglatadi. Keltirilgan qiymatlar 1 metrdan  $10^{-10}$  metr oraliqni tasvirlaydi. Yer shari futbol

koptogidan 100 000 000 marta katta, xuddi shuningdek  $C_{60}$  molekulasidan futbol koptogi shuncha marta katta. 100 nmdan 1 nmgacha bo'lgan oraliq pastda ifodalangan. Nanotexnologiya uchun kerakli va qiziqarli oraliq 100–0,2 nm hisoblanadi.



### 12.1-rasm. Nanortexnologiyani ifodalovchi rasm.

Nanotexnologiya asosida nuqsonsiz katta hajmli konstruksion materiallar olish mumkin. Hozirda jahonda nanotexnologiyaga uchun yiliga 9–10 milliard dollar sarf qilinaypti: AQSH da 4–5 milliard, Yaponiyada 2–3 milliard. Nanotexnologiyadan keladigan foyda bir necha trillion dollar kutilyapti.

Nanotexnologiya sanoatda 1994-yildan boshlab qo'llanila boshlagan.

Maxsus biologik, kimyoviy, fizikaviy xossalarga ega materiallar, yangi molekula, nanostruktura, nanoqurilmalar yaratish maqsadida alohida atomlar, molekulalar va molekular tizimlarni boshqarish va nanoo'lchamdagi makonda yuz berayotgan fizikaviy hamda kimyoviy jarayonlar qonuniyatlari o'rganidigan fanlararo ilmgga nanotexnologiya deyiladi.

Doimiy harakatdagi nanodunyo rivojida yuz bergan quyidagi ikkita voqea muhim ahamiyatga ega bo'ldi:

1. Skanerlovchi tunnelli mikroskopning yaratilishi (G. Bennis, G. Rohrer, 1982 y.) va skanerlovchi kuchli-atom mikroskop (G. Bennis, K. Kuatt, K. Gerber, 1986 y.. Nobel mukofoti, 1992 y.).

2. Uglerodning tabiatdagi yangi formasining kashf etilishi-fullerenlar (H. Kroto, J. Health, S. O'Brien, R. Curl, R. Smalley, 1985 y., Nobel mukofoti, 1996 y.).

Yangi mikroskoplar nanometrik o'lchamda monokristallar yuzasi atom-molekular tuzilishini o'rganish imkoniyatini yaratdi. Qurilma nanometrning yuzdan bir qismini ko'rsatadi. Skanerlovchi tunel mikroskopi ishlashi, vakuum to'siqlari orqali elektronlar tunellashuviga asoslangan. Atom o'lchami kattaligida to'siq kengligi o'zgaranda tunel toki miqdori 3 baravarga o'zgaradi, bu esa uning yuqori aniqligini ta'minlaydi. Tunellovchi kvant nazariyasi 1928-yilda G.A.Gamov tomonidan  $\alpha$  parchalanish ishida asos solingan.

Hozirga vaqtda biologik obyektlar, organik molekularlar, baland haroratda ishlaydigan yuqori o'tkazuvchilar, yarimo'tkazgichlar, metallar monokristallari yuzasi atom strukturalari skanerlovchi mikroskoplar yordamida o'rganilmoqda.

Yangi mikroskoplar nafaqat moddalarning atom-molekular tuzilishini o'rganishda foydali bo'lmoqda. Ular yordamida nanostrukturalar hosil qilinmoqda. Mikroskop aniq o'tkir harakatlari natijasida atom strukturalari yaratilmoqda.

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

**Fulleretlar.**  $C_{60}$  molekulari o'z navbatida yoqlari markazlashgan kub panjaraga ega va yetarlicha kuchsiz molekulararo bog'lanishga ega fullerit kristallarini hosil qilishi mumkin. Bu kristallda oktaedrik va tetraedrik bo'shliqlar mavjud va ularda boshqa atomlar bo'lishi mumkin. Agar oktaedrik bo'shliq ishqoriy metallar (( $\phi=K$  (kaliy),  $Rb$  (rubidiy),  $Cs$  (seziiy)) bilan to'ldirilsa xona haroratidan past haroratda bu moddalar strukturasi o'zgartiradi va yangi polimer material  $\phi_1C_{60}$  paydo bo'ladi. Agar tetraedrik bo'shliq ham to'ldirilsa kritik

20–40 K haroratga ega yuqori o‘tkazuvchan  $\text{C}_{60}$  material paydo bo‘ladi. Yuqori o‘tkazuvchan fulleritlarni Shtutgartda joylashgan Maks Plank nomidagi institutda o‘rganiladi. Materiallarga noyob xossalar beradigan boshqa qo‘shimchali fulleritlar ham mavjud. Misol uchun  $\text{C}_{60}$ -etilen ferromagnit xossaga ega. Kimyo sohasida olib borilgan tinimsiz mehnat, 1997-yilgan 9000 ga yaqin fulleren birikmalarning aniqlanishiga olib keldi.

**Uglerodli nanotrubka.** Ugleroddan juda ko‘p atomi bo‘lgan molekula olish mumkin. Uzunligi bir necha o‘n mikron, diametri 1 nm bir qatlamli trubkada  $S \gg 1\,000\,000$  atom bo‘lishi mumkin. Trubka yuzasidagi to‘g‘ri oltiburchakning uchlarida uglerod atomlari joylashgan. Trubka oxiri 6 ta to‘g‘ri beshburchak bilan yopilgan.

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

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

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

Yangi materiallarni avfzalligi nimada? Uchta xossaga to‘xtalamiz.

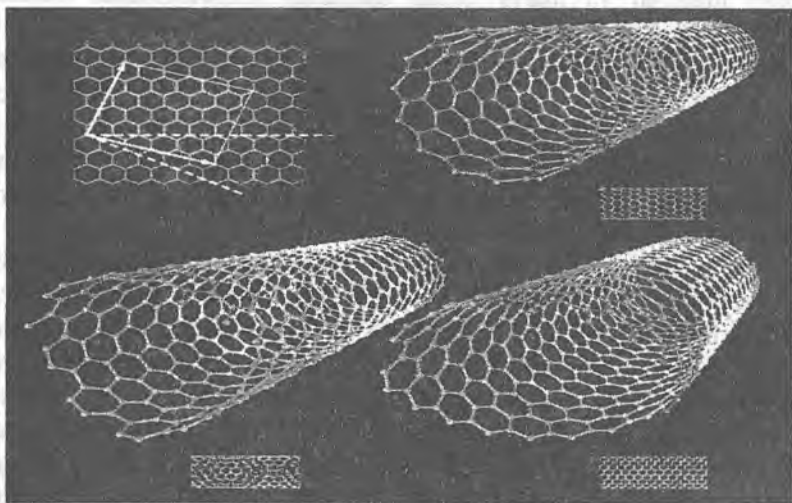
**Mustahkamligi yuqori materiallar.** Grafit listda uglerod atomlarining o‘zaro bog‘lanishi, ma’lumlariga nisbatan eng yuqori. Nuqsonsiz uglerodli trubkalar po‘latdan ikki barobar mustahkam va to‘rt marta yengil. Texnologiya oldida turgan vazifalar biri cheksiz uzunlikka ega bo‘lgan uglerod nanotrubkalarini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

Hozirgi kunda diametri 10 nonometr bo‘lgan 10 mikron uzunlikdagi nanotrubka yaratilgan (12.2-rasm).

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

**Nanoklasterlar.** Ko'plab nanoobyektlar o'nlab, yuzlab, minglab atomlardan tashkil topgan juda kichik zarralarga kiradi. Klaster xossalari o'sha turdagi makroskopik hajmdagi material xossalari-dan tubdan farq qiladi.

Nanoklasterlardan katta qurilish bloklari kabi aniq maqsadga yo'naltirilgan va oldindan xossalari boshqariladigan yangi turdagi materiallar yaratish mumkin. Misol sifatida gaz aralashmalarini ajratish va saqlashda katalitik reaksiyalardan foydalanamiz:



*12.2-rasm. Uglarod nanotrubbkasi.*

O'tuvchi metallar lantanoid va aktinoid atomlaridan tashkil topgan magnit klasterlari katta qiziqish uyg'otadi. Bu klasterlar o'z magnit momentiga ega, bu esa tashqi magnit maydoni yordamida

xossalarini boshqarish imkoniyatini beradi. Bunga yuqori yelkali metallografik molekula misol bo'ladi:  $Mn_{12}O_{12}(CH_3COO)_{16}(H_2O)_4$ . Kvant kompyuterlari protsessorlarini loyihalashda nanomagnitlar katta ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, kvant tizimi tadqiqoti bistabillik va gisterezis hodisasi aniqlandi. Agar molekulalar orasidagi masofa 10 nanometr ekanligini hisobga olsak, bu tizimda xotira zichligi har kvadrat santimetrga 10 gegabaytni tashkil etadi.

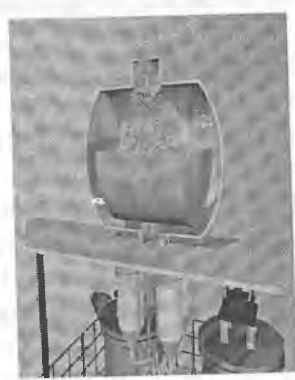
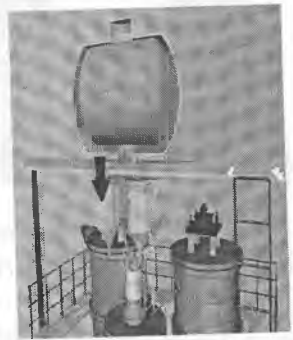
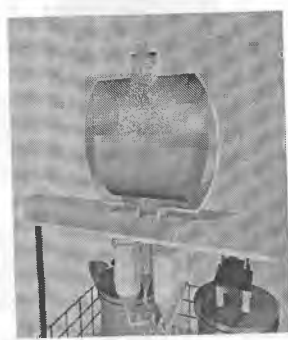
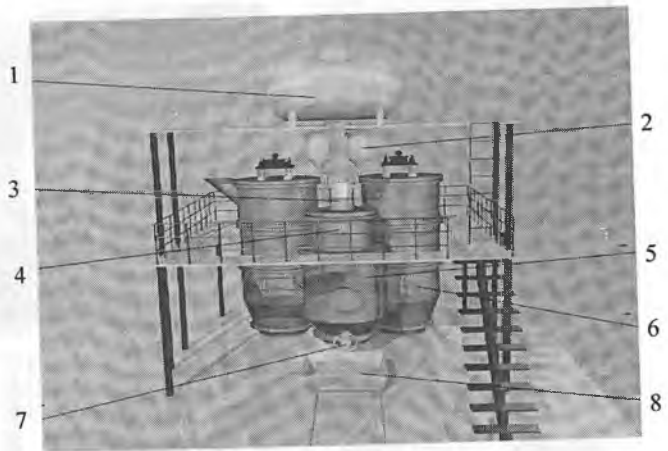
### 12.3. Qiyin eriydigan metallarni vodorod muhitida plazmakimyoviy tiklash

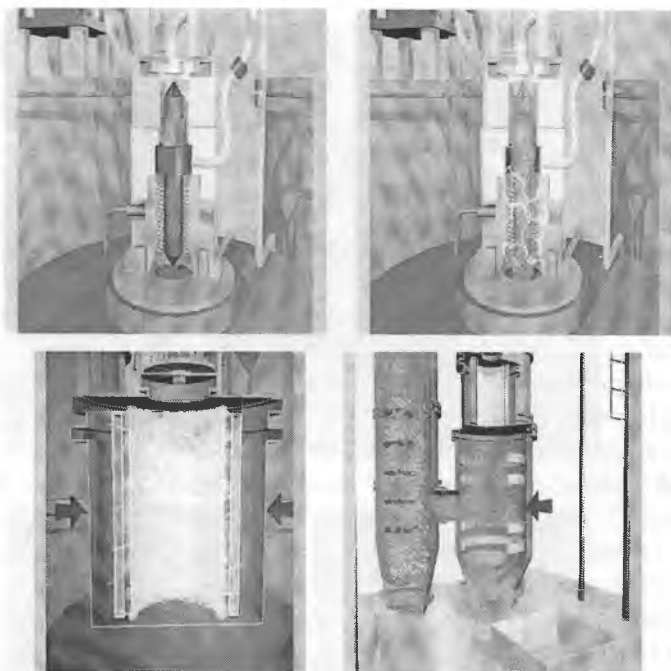
O'zbekiston Respublikasi metallurgiya sanoatining rivojlanishi bevosita yuqori ishlash xossalariga ega bo'lgan konstruksion materiallar yaratish bilan bog'liq. Yuqori texnologiyalar yordamida plazmakimyoviy usulda olingan ultradispers kukunlar asosidagi yangi materiallarni ishlab chiqarishga joriy etish bu sohaning dolzarbligini yanada oshiradi. Konstruksion, asbobsozlik va boshqa materiallar yaratishda bosh elementlardan biri hisoblangan volframning ultradispers kukunlari (UDK)ni plazmakimyoviy olish sohasida ma'lum yutuqlarga erishilgan. Texnologik jarayonlarda yirik donali kukunlarni UDKlarga almashtirish xomakilarni pishirish haroratini pasaytiradi va bir xil mayda donali strukturaga ega bo'lgan buyumlarni olish imkoniyati yaratiladi. Ammo ultradispers kukunlarning fizikaviy, kimyoviy va texnologik xossalari hali to'liq o'rganilmagan. Bular jumlasiga zichlanishning ta'siri oqibatida sodir bo'ladigan jarayonlar, natijada fizikaviy hamda kimyoviy, yuza fazaviy tarkibi va zarra hajmi bir tekis bo'lmasligini aytish mumkin. Istiqbolli plazma texnologiyasini sanoatda tatbiqini jadallashtirishda yuqorida ko'rsatilgan muammolar bilan birgalikda, jarayonni intensiv rivojlanish uchun xizmat qiladigan bu kattaliklarni aniq o'lchashda to'siq bo'layotgan ba'zi metrologik qiyinchiliklar ham yangi texnologiyalarni rivojlanishiga to'sqinlik qilmoqda Respublikada yaxshi ish unumi(300 kg/soat)ga ega bo'lgan volframning UDKlarini vodorod muhitida plazmakimyoviy tiklovchi yuqori texnologik (PUV-300) qurilmasining mavjudligi, biroq bu qurilmaning konstruktiv-texnologik modernizatsiyalash kerakligi bugungi kunning zarurriyatini belgilaydi. Plazmaviy qurilmada olingan yuqori dispers kukunlardan buyumlar tayyorlanganda ishlab chiqarish unumdorligining keskin ortishidan tashqari ishlash xossalarining

ortishi, tiklash jarayonida va keyingi qayta ishlash jarayonlarida energiya sarfi kamayadi. Optimal konstruktorlik va texnologik jihozlangan plazmaviy jarayonlar atrof-muhitga ta'siri sezilarsiz bo'lishi bilan birga energiya va resurstejamkor hisoblanadi. Xulosa qiladigan bo'lsak plazmaviy metallurgiya istiqbolli ekanligi ma'lum bo'ladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, hozirgi vaqtda plazma-kimyoviy uslubdan foydalanib ko'pgina qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlarini olishning imkoniyatlari ko'rsatib berilgan. Ko'pgina davlatlarda o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalari yuqori ishlash tasniflariga ega bo'lgan konstruksion, asbobsozlik va boshqa materiallarni ishlab chiqarishda, qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlaridan foydalanishning real imkoniyatlari mavjudligidan darak bermoqda. Qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlarini olish va ularni ishlatish, dunyoda XXI yuz yillikda ilmiy-texnik rivojlanishni belgilab beradigan yo'nalish deb qaralmoqda. Disperslik moddaning xossalari belgilaydigan muhim parametrlaridan biri hisoblanadi. Disperslik natijasida yuzalar rivoji qo'shimcha energiyani vujudga keltiradi, undan qattiq jismlar ishtirokidagi jarayonlarda, xususan ularni kompaktlashda qo'llash foydali. Bugungi kunda, alohida fizikaviy, kimyoviy va texnologik xossalari saqlashni ta'minlaydigan va yuqori ishlovchanlik xossalari saqlanishini ta'minlaydigan va yuqori turg'unlikka ega materiallarni yaratishda, toza metallar olish imkoniyatlarini beruvchi plazma texnologiyasi bosh rolni o'ynaydi. Mavjud yuqori texnologiyani modernizatsiyalash asosida rivojlantirish uchun PUV-300 qurilmasi yangi reaktoring geometrik va texnologik parametrlari ilmiy asoslandi. O'tkazilgan nazariy hamda eksperimental tadqiqotlar va olingan natijalarning tahlili asosida birinchi marta kompleks ilmiy-texnik va texnologik yechimlar va mashinasozlikda yuqori texnologik jarayonlarni bundan keyingi rivojlanish yo'llarini belgilovchi, ilmiy tadqiqotlarning rivojlanishi va kengayishi, umuman olganda, iqtisodiyot tarmoqlari uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan tavsiyalar ishlab chiqilgan.

PUV-300 plazmaviy tiklash qurilmasi seriyali plazmaviy qurilmalarning bosh namunasi bo'lib «O'zQO'ChMK» OAJda ishlatilmoqda. Qurilma umumiy ko'rinishi va ishlash prinsipi 12.3-rasmda keltirilgan.

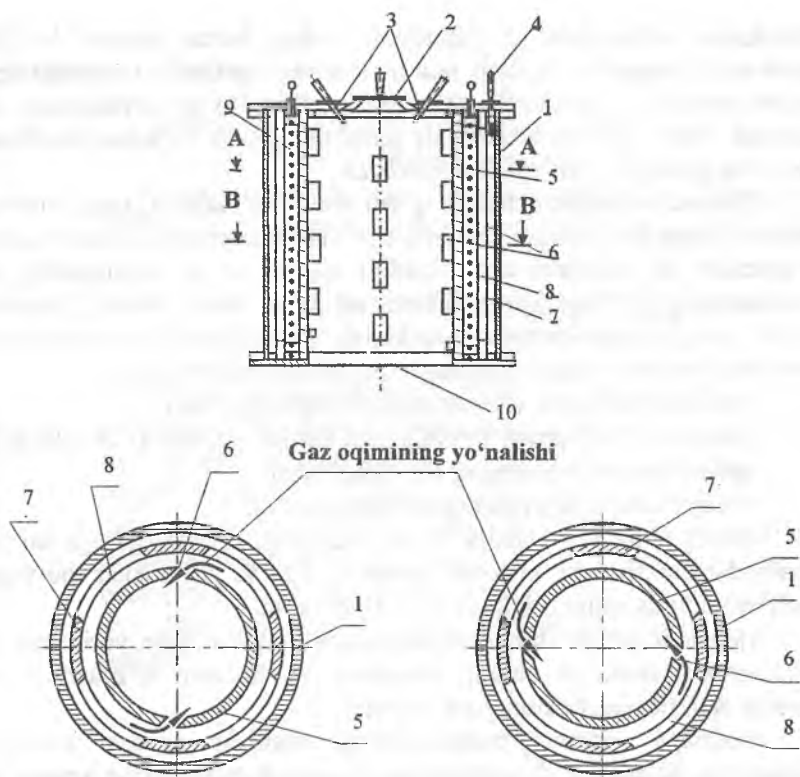






**12.3-rasm. PUV-300 plazmakimyoviy qurilmasining ishlash prinsipi: 1 - xomashyo bunkeri; 2 - kukun ta'minlagichlar; 3 - plazmogenerator; 4 - reaktor; 5 - cho'kish kamerasi; 6 - filtr bloklari; 7 - shnek; 8 - idish.**

Pnevмотransport bilan xomashyo bunkerga (1) yetkazib beriladi. Xomashyo o'z og'irligi ta'sirida uzluksiz to'rtta kukun qabul qilgichga (2) tushib turadi. Kukun qabul qilgichlardan xomashyo vodorod gaz yordamida kirish uzeli orqali plazmageneratorga (3) yetib boradi va vodorod gazi hosil qilgan plazma oqimiga aralashadi. Natijada qizish, erish, bug'lanish – plazma holatiga o'tadi. So'ngra plazma holatidagi mahsulot reaktorga (4) o'tadi va tiklashni kimyoviy reaksiyasi hamda kukunning kondensatsiyalanishi jarayonlari sodir bo'ladi. Reaktor bo'ylab harakatlanayotgan kukun zarrachalari bir-biri bilan to'qnashib, ultradisperss zarrachalar bug'-gaz oqimi ta'sirida filtrlarga o'tadi. Qurilmada ikkita mahsulotni bo'shatish nuqtasi bor:



**12.4-rasm. Yangi tipdagi plazmakimyoviy reaktor: 1-korpus, 2-plazmagenerator, 3-koaksial tirqishlar, 4-soplo, 5,7-silindrlar, 6-teshik, 8-kesik, 9-elektrokalfifer, 10-chiqish teshiklari.**

Reaktordagi plazma holatidagi mahsulotning tiklanish jarayoni juda qisqa vaqtda sodir bo'ladi. Reaktordagi plazma holatidagi mahsulot temperaturasining tez tushib ketishi oqibatida ma'lum miqdordagi volfram kukunlari tiklanmay qoladi. Ushbu holatni to'g'rilash maqsadida quyidagi tuzilishga ega bo'lgan, yangi turdagi reaktor taklif etilmoqda. 12.4-rasmda yangi turdagi plazmakimyoviy reaktorning ko'ndalang kesimi bo'yicha chizmasi keltirilgan; Plazmagenerator molibden va zanglamas po'latda tayyorlangan ikkita silindrlardan tashkil topgan. Korpusning markaziy o'qi bo'ylab koksial o'rnatilgan ikkita yarim silindrlar (5) va (7) o'rnatilgan.

Markazda o'rnatilgan 5 silindrda, uning butun yuzasi bo'ylab gazsimon reagentni uzatish uchun shaxmat tartibida joylashtirilgan sopol vazifasini bajaruvchi tangensial teshik (6) lar o'rnatilgan. Silindrlar oralig'iga haydalayotgan vodorodni qizdirish uchun molibden simidan yasalgan qizdirgich o'rnatilgan.

Olingan kukunlarni tadqiq qilish shuni ko'rsatdiki, yangi turdagi reaktor bilan jihozlangan qurilma cho'kish kamerasida deyarli kukun topilmadi, bu volfram uch oksidini qariyb to'liq tiklanganligi va volframning UDKlari filtrlarga tushganligidan dalolat beradi. Shunday qilib, yangi plazmokimyoviy reaktorda o'tkazilgan texnologik sinov tahlillaridan kelib chiqib quyidagi xulosalarni berish mumkin:

- xomashyoni qayta ishlash miqdori 95% ga ortadi;
- jarayonni boshqarish yaxshilanadi hamda volfram UDK olindi;
- granulometrik tarkibning bir xilligi ortdi;
- tiklash jarayoniga ketadigan vaqt qisqardi;
- to'liq tiklangan plazma kukuni quyidagi tavsiflarga ega bo'ldi: mahsulot tarkibidagi kislorod miqdori 0,5 % va Fisher bo'yicha volfram donalarining o'lchami 0,07-0,09 mkm.

Mahsulot ishlab chiqarish jarayonida material yoki yarim tayyor mahsulot, xomashyo shakli, xossalari va holatini o'zgartiradigan usullar majmuyiga texnologiya deyiladi.

Moddaga plazma nurlanishining tushishi asosan energiya oqimining zichligiga, davomiyligiga, nurlanish to'liqlinining uzunligiga va moddaning fizikaviy xossalari bog'liq. Nurlanishning bir qismi qaytadi, qolgan qismi esa yutiladi. Agar nurlanish zichligi katta bo'lmasa ( $\leq 10^{10}$  Vt/m<sup>2</sup>), nurlanishning yutilgan qismi energiyasi issiqlik diffuziyasi yo'li bilan material bo'ylab tarqaladigan issiqlikka aylanadi.

Nurlanishning ancha yuqori zichligida yuzaning intensiv moslashib qizishi (harorat  $10^{10}$  K/s gacha ko'tariladi), yuz beradi va qaytish layoqati o'zining teng yarmiga tushib ketadi. Shunday qilib, reaktorda taxminan chuqurligi  $(Q\tau)^{1/2}$  bo'lgan erigan vanna hosil bo'ladi. Bunda  $Q$ —issiqlik o'tkazuvchanlik,  $\tau$ —plazma impulsining davomiyligi. Nurlanish oqimi zichligining ko'tarilishi erigan vanna yuzasining qaynash nuqtasiga to'g'ri keladigan haroratgacha ko'tarilishiga olib keladi. Bunday holat yutilgan energiya taxminan zaxira bug'lanish issiqligiga  $L_s$  teng bo'lganda sodir bo'ladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$L_s \approx \frac{1}{P \cdot \tau \cdot \rho \cdot \sqrt{Q \cdot \tau}} \quad (1)$$

Bunda,  $P$  – nurlanish quvvati,  $\rho$  – moddaning zichligi,  $Q$  – issiqlik o‘tkazuvchanlik,  $\tau$  – plazma impulsning davomiyligi.

Energiya oqimlarining kerakli yuqori zichliklarida harorat bir necha yuz eV ga yetadi, plazmadagi zarralarning kritik zichligi:

$$n_c \cdot \lambda^2 \approx 10^{15} \frac{1}{m} \text{ ga yetishi mumkin,} \quad (2)$$

bunda,  $n_c$  – nurlanish zichligi,  $\lambda$  – plazma nuri to‘lqin uzunligi. Bundan,  $\lambda = 1$  mkm da nurlanish kritik zichlikka yetganda  $n_c \approx 10^{27} \text{ m}^{-3}$  nur modda yuzasigi kiradi va qizdirish qayta nurlanish orqali sodir bo‘ladi (12.5-rasm). Uning sovishi nurlanishni yutish bilan muvozanatlanadi, kritik zichlik harakatini keltirib chiqaradi, plazma o‘z-o‘zini boshqaradigan jarayonga kiradi. Bunday tartibda normal atmosfera bosimida zarralar harakatining tezligi  $10^4$  m/s gacha o‘shishi kuzatiladi.

Plazmatronning chiqish qismida (12.5-rasm) issiq gazlarning tezligi:

$$U_a = \frac{G_{H_2}}{S_B}, \text{ m/s} \quad (3)$$

bunda,  $G_{H_2}$  – reaktorning chiqish qismidagi issiq gazlarning sarfi ( $\text{m}^3/\text{sek}$ );

$S_b$  – oqimning chegara qatlamidagi issiq gaz chiqayotgan kesim yuzasi ( $\text{m}^2$ ).

Gaz va suyuqlikning muhitda harakatlanish vaqtida xuddi o‘sha fizikaviy xossalarga ega bo‘lgan holda tez oqishi (struynoe) sodir bo‘ladi, qaysiki tangensial uzilish yuzalari borligi bilan tavsiflanadi. Tangensial uzilish chegarasini o‘z ichiga oluvchi oqim yo‘nalishi chegaraviy qalinlikka ega bo‘ladi va oqim chegara qatlami deb ataladi. Oqim teshik (soplo) dan chiqqandan keyin uzunligi bo‘yicha uch qismga bo‘linadi: I – plazma oqimida laminar yo‘nalish yadrosi borligini xarakterlovchi, boshlang‘ich qism, II – laminar oqim turbulent oqimga aylanadigan, o‘tuvchi qism; III – turbulent oqimning shakllanishi yuz beradigan, asosiy qism.

Tanlangan nazariy model oqim parametrlarini birinchi yaqinlashishdayoq aniqlash imkonini berdi.

Hisoblashlar bo'yicha matematik model tanlandi.

Tanlangan modelning chegara qatlami oqimi qalinligi harakatlar miqdorining saqlanish qonunidan foydalanib topiladi:

$$\rho U_0^2 b_0 = \rho U_x^2 b_H \int_0^1 \frac{U_x^2}{U_0^2} d \left( \frac{Y}{b_0} \right) \quad (4)$$

bunda,  $\rho$  – muhit zichligi;  $U_0$  – soplo chiqish o'qi qismidagi tezligi;  $b_0$  – boshlang'ich qism oxiridagi chegar qatlam oqimining yarim qalinligi;  $U_x$  – chegara qatlam oqimining qalinligi bo'yicha tezligi;  $b_H$  –chegara qatlam oqimining yarim qalinligi;  $Y$  –chegara qatlam oqimi qalinligi.

(4) ni aproksimatsiyalash orqali baholashni chegara qatlam ifodasidan topish mumkin:

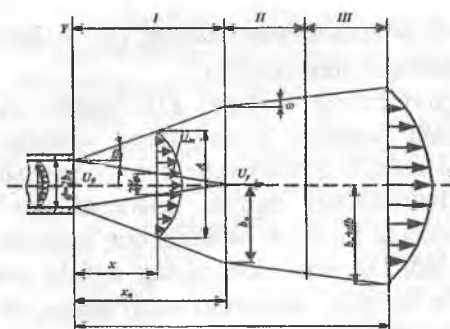
$$\int_0^1 \frac{U_x^2}{U_0^2} \cdot d \left( \frac{Y}{b_H} \right) = \int_0^1 (1 - 6 \cdot \omega^2 + 8 \cdot \omega^3 - 3 \cdot \omega^4) \cdot d\omega \quad (5)$$

bunda,  $\omega$  –chegara qatlam qalinligining yarim qalinligiga munosabati.

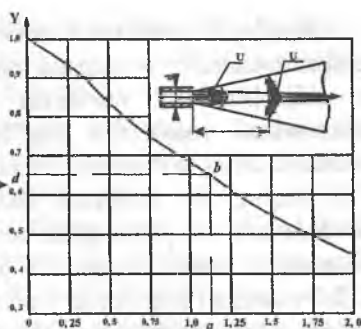
Boshlang'ich qismdagi oqim yo'nalishining o'rtacha tezligining taxminiy pasayishini soplo yo'nalishida o'rtacha tezlik o'zgarishini ifoda orqali baholash mumkin:

$$\int_0^1 \frac{U_H^2}{U_0^2} \cdot d \left( \frac{y}{b} \right) = \int_0^1 (1 - 6 \cdot \omega^2 + 8 \cdot \omega^3 - 3 \cdot \omega^4) \quad (6)$$

Soplning chiqish kesimidagi o'rtacha tezlikni aniqlab, soplo kesimi yo'nalishi yonidagi oqim o'rtacha tezligini pasayishini aniqlash mumkin (12.6-rasm). Buning uchun soplo kesimigacha kerakli bo'lgan masofa  $x$  olinadi va kalibrning qiymati aniqlanadi  $x/d_0$  (12.6-rasmdagi  $a$  nuqta).  $a$  nuqtadan  $U_x/U_0=f(x/d_0)$  ( $b$  nuqta) egri chizig'i bilan kesishguncha vertikal chiziq o'tkaziladi.  $b$  nuqtadan  $U_x/U_0$  qiymatni aniqlovchi ordinata o'qini kesuvchi ( $d$  nuqta) gorizontl chiziq o'tkaziladi.



**12.5-rasm. Reaktor soplosida oqimning tarqalish traektoriyasi:**  
 1–potensial yadro;  
 2–turbulentli chegara qatlam.



**12.6-rasm. Soplo chiqish o'qi kesimidagi oqim tezligining pasayishi.**

b nuqtadagi qiymat  $x$  masofada erkin olingan o'rtacha tezlikning tushish koeffitsiyenti deb ataladi. Soplo kesimidan  $x$  masofa oqimidagi tezlikning absolyut qiymati:  $U = \frac{U_0}{U_0} \cdot U_0$  bo'ladi.

Shunday qilib, soplo kesimining chiqish qismidagi o'rtacha tezlikni aniqlab, oqimning boshlang'ich qismi atrofida soplodan har qanday masofadagi oqimning o'rtacha tezligini, soplo kesimi yo'nalishi yonidagi oqim o'rtacha tezligini pasayishini aniqlash mumkin (12.6-rasm).

Keltirilgan hisobni oqim yo'nalishi modeliga qo'llash mumkin.

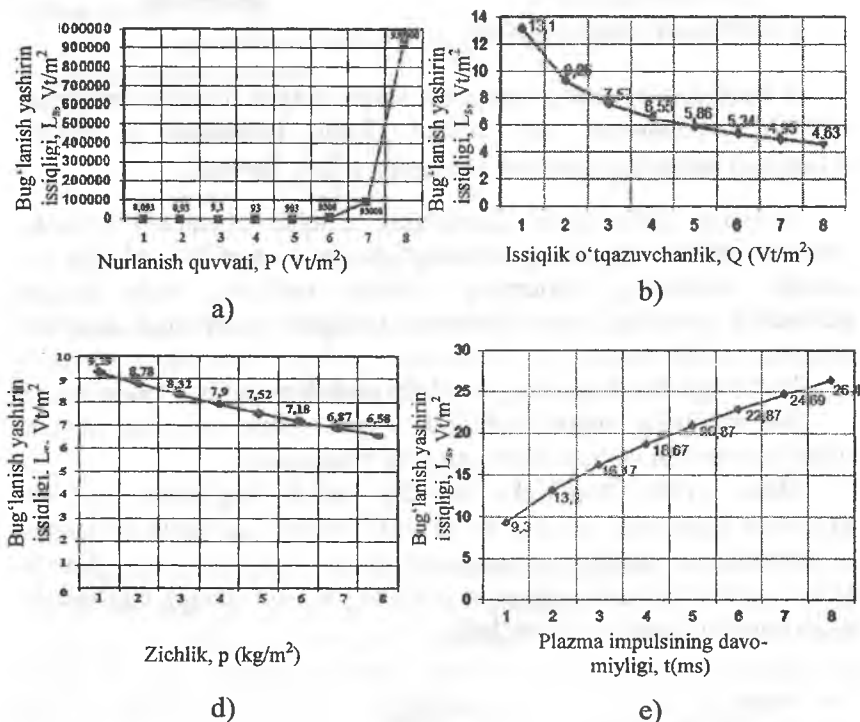
Nurlanishning yuqori zichligida erigan vanna yuzasida intensiv qizish yuz beradi va bug'lanish jarayoni boshlanadi.

Shuni aytish mumkinki, metallar uchun bug'lanish jarayoni nurlanish oqimining zichligi  $R > 10^{10} - 10^{11}$   $\text{Vt/m}^2$  dan katta bo'lganda boshlanadi va bug'lanish taxminan 4 ms dan keyin yuz beradi. Bunday holat taxminan energiya yutilishi yashirin issiqlik bug'lanishi  $L_S$  ga teng bo'lganda sodir bo'ladi:

$$L_S \approx \frac{P \cdot \tau}{\rho \cdot \sqrt{Q} \cdot \tau} \quad (7)$$

bunda,  $P$  – nurlanish quvvati,  $\rho$ – moddaning zichligi,  $Q$  – issiqlik o‘tkazuvchanlik,  $\tau$ – plazma impulsining davomiyligi.

Hisoblashlar, nurlanish quvvatining ortishi (12.7-rasm, a) plazmatron reaktorida bug‘lanish yashirin issiqligining ortishiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Modda issiqlik o‘tkazuvchanligining ortishi (12.7-rasm, b) struktura shakllanishidagi muhim energiya omili hisoblanadi va plazmatron reaktorida yashirin issiqlik bug‘lanishini asta-sekin kamayishiga olib keladi. Modda zichligining ortishi esa (12.7-rasm, d) bug‘lanish yashirin issiqligi asta-sekin pasayishiga olib keladi. Natijada struktura shakllanish jarayonini maqsadli boshqarish imkoni tug‘iladi. Plazma impulsi davomiyligining ortishi (12.7-rasm, e) plazmatron reaktoridagi bug‘lanish yashirin issiqligi sezilarli ta‘sir ko‘rsatmaydi.



12.7-rasm. Yashirish nurlanish issiqligining hisobiy qiymatlarining nurlanish quvvati (a), issiqlik o‘tkazuvchanlik (b), moddaning zichligi (d) va plazma impulsi davomiyligiga (e) bog‘liqligi.



Tadqiqotlarda PUV-300 sanoat qurilmasi filtrlaridan yig'ishtirib olingan volframning plazmaviy kukunlari (12.1-jadval) da keltirilgan. Plazmakimyoviy reaktor kukunlar olishda plazmatronning quvvati 45-55 Vtda ushlab turilgan, kaloriferning quvvati - 16-18 KVt, plazmogenerator orqali vodorodning sarfi 20 m<sup>3</sup>/s, kalorifer orqali 40 dan 60 m<sup>3</sup>/s gacha tashkil etgan. Volfram oksidi sarfi - 6-10 kg/s. Kalorifer bilan qizdirilayotgan vodorodning harorati 1500-1600<sup>0</sup>C tashkil qilgan. Umumiy quvvat esa 75 KVtdan oshmagan, vodorodning umumiy sarfi 80 m<sup>3</sup>/s ni tashkil etgan. Ayni vaqtda vodorod sarfi 75 m<sup>3</sup>/s bo'lganda, an'anaviy sxemali plazmatronning quvvati 100 KVt tashkil qiladi.

Olingan kukunlarni tadqiq qilish shuni ko'rsatdiki, donalarning o'rtacha o'lchamlari kislorod va namlik bug'lari og'irlikning 0,5% tashkil qilganda Fisher bo'yicha 0,07 - 0,09 mkm ni tashkil etdi (12.1-jadval).

12.1-jadval

t.r.	Tanlash nuqtasi	Fisher bo'yicha dona o'lchami, mkm	Kislorod va nam bug'larning og'irlik ulushi, %
1	W plazmasi filtrdan	0,08	1,5
2	W plazmasi filtrdan	0,09	1,5
3	W plazmasi yoqish kamerasidan	0,09	1,5
4	W plazmasi filtrdan	0,07	1,4

### Plazmakimyoviy reaktorda olingan kukunlarning Fisher bo'yicha donalar o'lchami va kislorodning og'irlik ulushi

Kukunlarni granulyasiyalash o'z o'qi atrofida gorizontaal va vertikal tekisliklarda aylanadigan qorishtirgichlarda amalga oshirilgan. Qizdirish va pishirish jarayonlarini tanlash «O'zQQO'ChMK»AJ №2 sexidagi ishlab chiqarish jihozlarida (PUV-300, SEP-214, STN-1,6) amalga oshirilgan.

Yangi reaktorda volfram kukunlarini olish jarayonida reaktor tagidagi cho'kish kamerasida deyarli kukun topilmadi, bu volfram

oksidini qariyb to'liq tiklanganligi va volframning UDKlari filtrlarga tushganligidan dalolat beradi.

Volfram oksidini tiklash yo'li bilan olingan volfram UDKning elektron-mikroskopik suratlari (12.8-rasm, a), ultradispers zarrachalarning sferasimon shakli volframning katta zarralari uchun xarakterli emasligini ko'rsatdi.

Shunday holatlar ham sodir bo'ladiki, agar maxsus choralar ko'rilmasa, UDKlarga har xil elektr, dispersiya, magnit kuchlari ta'sirida konglomeratlar hosil bo'ladi (12.8-rasm, b).



a)

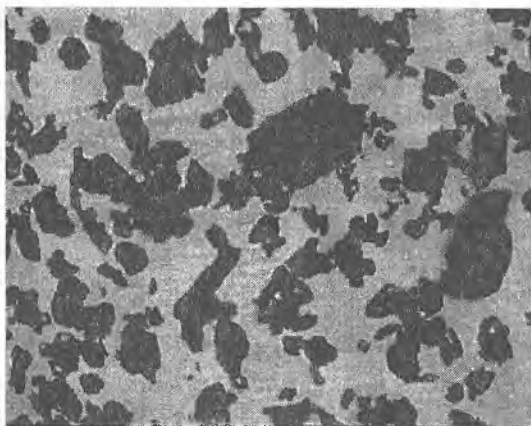


b)

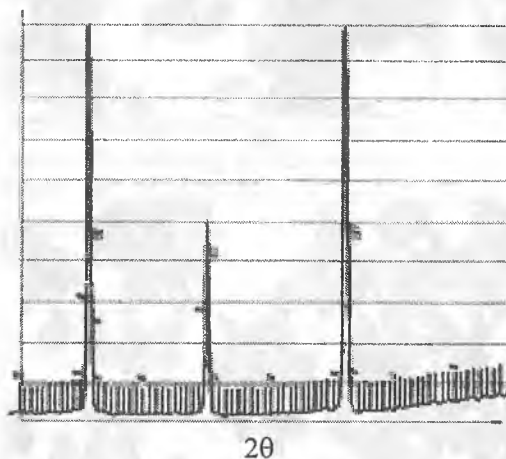
**12.8-rasm. Volfram UDK larining sferasimon shakildagi (a) va konglomeratlar (b) shakllanishining elektron-mikroskopik ko'rinishi ( $\times 100000$ ).**

Konglomeratlarning mustahkamligi alohida holatlarda shunchalik yuqoriki, ularni avvalgi holatiga zamonaviy maydalagichlar (disperegatorlar)dan foydalanib ham dastlabki holatiga qaytarib bo'lmaydi. Bu kutilmagan holatga olib keladi, ya'ni qimmatbaho materialdan qayta foydalanib bo'lmaydi.

Ultradispers zarrachalarning morfologiyasi (12.9-rasm), vodorod-plazmaviy tiklash yo'li bilan olingan volframning ultradispers kukunlari ikki komponentli  $\alpha$ -W va  $\beta$ -W sistemadan tashkil topgan. Berilgan kukun yetarlicha mayda donali bo'lib, ksenomorfizm yaqqol ko'zga tashlanadigan shaklsiz strukturaga ega. Difragtogramma tahlili atom tekisliklari orasidagi qiymatlar berilgan kukunning toza volframga tegishli ekanligini ko'rsatdi (12.10-rasm).



*12.9-rasm. Volfram karbidi UDKning morfologiya va struktursi (x50000).*

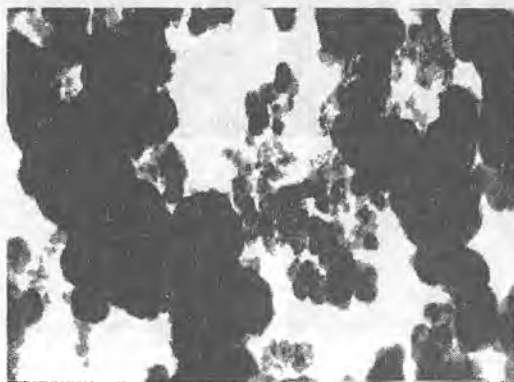


*12.10-rasm. Volfram metalli kukunning difragtogrammasi.*

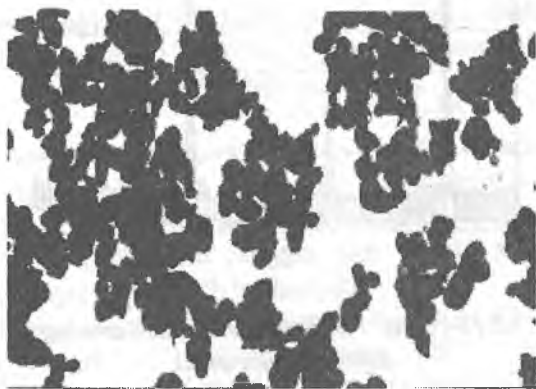
Volfram karbidi kukunining standart va tiklangan UDK asosidagi elektron-mikroskopik koʻrinishlari (12.11-rasm) keltirilgan. Mikrostrukturadan koʻrinib turibdiki, standart namunalardagi kabi

konglomeratlar hosil qilmasdan deyarli bir tekis mayda donali struktura hosil qiladi.

Plazmaning turbulent qismida sodir bo'ladigan o'ta to'yingan lokal fluktatsion o'zgarishlar, haroratning yuqori gradiyenti ( $10^3$  grad/m), reaksiyalarning katta tezlik va jarayonlarning tez borishi ( $10^{-2}$ – $10^{-3}$  s) kristallar o'sishining nomuvozanat sharoitlarini keltirib chiqaradi. Shu sababli, kristallarning shakli mavjud bo'lgan plazma-kimyoviy reaktorlarda olinganlaridan farq qiladi.



a)



b)

**12.11-rasm. Volfram karbidi kukunining standart (a) va tiklangan UDK (b) asosidagi elektron-mikroskopik ko'rinishlari UDP (b)  $\times 50000$ .**

Volfram kukunidagi kislorod miqdorini kamaytirish (passivatsiya) uchun mahsulotni reaktorni o'zida o'rnatilgan grafitli yoki metall matoli filtrlarda tutib qolish taklif qilindi. Bu usul ma'lum muddatgacha kukun o'z-o'zidan alangalanib ketishini (nepirofornost) xavfsizligini ta'minladi, ammo yuqori haroratlarda ( $800-1000^{\circ}\text{C}$ ) uning suv bug'lari bilan ta'sirlashishi ro'y beradi. Dastlab xomashyoni 5–10 min oraliqda to'xtatib turish jarayoni sinab ko'rildi. Bu oraliqda filtrdagi mahsulot quruq vodorod oqimida termopassivlanadi. Kukun tarkibidagi kislorod miqdori dastlabki 10–20 kun davomida 2–2,65 % gacha yetadi va boshqa o'zgarmasdan qoladi.

Passivatsiyalashning ikkinchi usuli xomashyo bilan birgalikda uglevodorodlarni kiritish bilan ishchi bo'shliqqa yuborilayotgan gazni benzin orqali purkash usuli taklif etildi. Bu usul yaxshi natija berdi. Natijada W kukunining yonib ketmasligi ta'minlandi. Bajarilgan tadqiqotlar natijasida standart qotishmalardan farq qiladigan mayda donali strukturaga ega bo'lgan qotishma ishlab chiqildi. WS donalari hajmida o'lchamlari 100 nm gacha bo'lgan faza 80–85% ni tashkil qiladi, VK10–M– qotishmalarida 65–75%. WS– faza donlarining o'rtacha o'lchamlari 110 nm ni, VK10–M–qotishmasida esa 130–150 nm ni tashkil qiladi.

Mavjud qotishmalarga nisbatan olingan qotishma mayda donali tuzilishga va yuqori ko'ndalang egilish mustahkamligiga ega. Bunday natija WS – fazani maydalash kobalti karbid fazalarni xossalarni o'zgartirish natijasida erishildi. Mayda donali strukturaga ega qotishma yuqori fizikaviy hamda mexanik xossalarga ega bo'ladi va yuqori ishlash xossalarni ta'minlaydi. Qiyin ishlov beriladigan materiallarning laboratoriya sinovlari, VK10M qotishmasiga qaraganda taklif etilayotgan qotishmaning turg'unligi 1,5–3,0 yuqori ekanligini ko'rsatdi.

Yangi plazmokimyoviy reaktorni texnologik tadqiqotlari natijalari tahlili (12.1-jadval va 12.8-12.11-rasmlarda) xom ashyoni qayta ishlash va jarayonni boshqarish imkoniyati ortishini, kukunning dispersligi hamda qotishmaning granulometrik bir xilligi va tiklash jarayonining harakat koeffitsiyenti ortishini ko'rsatdi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Barkamol avlod–O‘zbekiston taraqqiyotining poydevori. –T.: Sharq, 1997.
2. Karimov I.A. O‘zbekiston XXI asrga intilmoqda. – T.: O‘zbekiston, 2000.
3. S.D. Nurmurodov, A.K. Rasulov, Bahadirov K.G., N.D. Turahadjayev, Development of New Structural Materials with Improved Mechanical Properties and High Quality of Structures through New Methods. American Journal of Materials Engineering and Technology Vol. 3, No. 3, 2015, pp. 58-62.
4. Saidaxmedov R, Bahadirov K, Mechanical properties of material after rolling and heat treatment. Journal of Technical University of Gabrovo – vol. 47, 2014 pp. 17-19.
5. Бахадиров К.Г., Изучение ориентаций кристаллографических решеток листового алюминия после асимметрической прокатки. Композиционные материалы, 2013, № 1, ст. 18-22.
6. Бахадиров К.Г. Механические свойства прокатаного листового алюминия 1050 после отпуска. Композиционные материалы, 2012, № 2, ст. 15-19.
7. Harry Ovri, Chukwuemeka J. Ohaukwu, Kudrathon Bahadirov, Micael Larson and Peter Kjeldsteen, As-sintered AISI 440C stainless steels with improved hardness and corrosion resistance // International journal of Powder metallurgy (USA) November / December 2010, № 46/6 pp. 43-50.
8. Саидахмедов Р.Х., Бахадиров К.Г. Изучение микроструктуры при симметричной и асимметричной прокатке листового алюминия. Перспективное развитие науки, техники и технологий, Материалы III-й Международной научно-практической конференции, Россия Курск 18 октября 2013 года, 112-113 с.
9. Саидахмедов Р.Х., Бахадиров К.Г. Кристаллографические изменения при асимметричной прокатке листового ГЦК металла. Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. Сборник научных трудов XI-й Международной научно-практической конференции, Россия Курск, 19-21 марта 2014г, 75-77 с.
10. Umarov E.O. Materialshunoslik – T.: Cho‘ipon, 2014.

11. Saydahmedov R.X., Umarov E.O. Aviatsiya materiallari. – T.: Cho‘lpon, 2007.
12. I.Nosir. Materialshunoslik. – T.:O‘zbekiston. 2002.
13. Mirboboyev V.A. Konstruktion materiallar texnologiyasi.–T.: O‘qituvchi, 2004.
14. Mirboboyev V.A. Metallar texnologiyasi. –T.: O‘qituvchi, 2004.
15. Норкулов А., Нурмуродов С. Технология металлов. Учебное пособие. – Ташкент: «Молия ва иқтисод», 2010.
16. Нурмуродов С.Д. Оборудование предприятий порошковой металлургии. Учебные пособие.–Т.: ТашДТУ, 2009.
17. А.Норкулов, С.Д.Нурмуродов, Х.И.Туркменов. Metallar texnologiyasi. 3 nashr, tўldirilgan va qayta ishlangan, kasb - xunar коллежлари учун ўқув қўлланма.–Т.: «VNESHINVEST-PROM», 2013.–188 б.
18. Чекуров В.В. Теоретические и технологические основы формирования структуры и свойств литых биметаллических композитов для инструментов различного целевого назначения. Дис. д–ра техн. наук. – Ташкент, 1991, 376 с.

## MUNDARIJA

<b>SO‘Z BOSHI</b> .....	3
<b>KIRISH</b> .....	5
<b>1. METALLARNING ICHKI ATOM KRISTALL TUZILISHI, KRISTALL PANJARANING TURLARI VA XOSSALARI</b>	
1.1. Metallarning ichki tuzilishi va kristallanishi.....	9
1.2. Metall va qotishmalarning xossalari .....	17
1.3. Plastik va elastik deformatsiya. Naklyop .....	26
<b>2. TEMIR VA UNING QOTISHMALARI. QOTISHMALARNING HOLAT DIAGRAMMASI</b>	
2.1. Qotishmalar. Qotishmalarning holat diagrammasi .....	29
<b>3. UGLERODLI PO‘LATLAR. CHO‘YANLAR</b>	
3.1. Legirlangan po‘latlar .....	43
3.2. Cho‘yanlar .....	45
<b>4. PO‘LATLARNI TERMIK ISHLASH</b>	
4.1. Yumshatish .....	52
4.2. Normallash .....	53
4.3. Toblash .....	54
4.4. Bo‘shatish .....	56
4.5. Po‘latlarga kimyoviy-termik ishlov berish .....	56
4.6. Qattiq qotishmalar. Mineralokeramik va metallokeramik materiallar .....	65
<b>5. RANGLI METALLAR VA ULARNING QOTISHMALARI</b>	
5.1. Mis va uning qotishmalari.....	74
5.2. Aluminiy va uning qotishmalari.....	80
5.3. Magniy va uning qotishmalari .....	82
5.4. Titan va uning qotishmalari .....	83



<b>6. PLASTMASSALAR, POLIMERLAR VA BOG'LOVCHI MODDALAR</b>	
6.1. Kompozit materiallar.....	87
6.2. Rezina materiallari. Kauchuk va ularning xossalari. Yelim materiallar. Lok va bo'yoq materiallar .....	102
6.2.1. Yelim materiallar .....	103
6.2.2. Lok va bo'yoq materiallar.....	108
<b>7. KONSTRUKSION MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI</b>	
7.1. Cho'yan ishlab chiqarish.....	111
7.1.1. Cho'yan ishlab chiqarish .....	114
7.1.2. Domna pechining tuzilishi va ish jarayoni .....	116
7.2. Po'lat ishlab chiqarish .....	118
<b>8. QUYMAKORLIK. QUYMA OLISHNING MAXSUS USULLARI</b>	
8.1. Quymakorlik.....	129
8.2. Quyma olishning mahsus usullari .....	130
<b>9. KONSTRUKSION MATERIALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH. METALLARNI PROKATLASH, PRESSLASH VA KIRYALASH</b>	
9.1. Bosim bilan ishlash usullari va ularning fizik asoslari .....	141
9.2. Metallarni prokatlash .....	143
9.3. Metallarni kiryalash.....	147
9.4. Metallarni presslash.....	149
9.5. Metallarni bolg'alash.....	150
9.6. Metallarni shtamplash asoslari.....	152
<b>10. PAYVANDLASH VA PAYVANDLASH USULLARI</b>	
10.1. Payvandlash to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Materiallarni payvandlash asoslari.....	156
10.1.1. Payvand birikma va chok turlari .....	157
10.1.2. Payvandlashning mohiyati va usullari .....	160
10.1.3. Bosim ostida payvandlash.....	162
10.2. Payvand birikmalardagi nuqsonlar va ularni tuzatish. ....	162
10.3. Metallarni gaz alangasida payvandlash.....	167

10.4. Elektr - yoy yordamida payvandlash va kesish.....	169
10.5. Maxsus usullar bilan payvandlash .....	173
10.5.1. Payvandlashning maxsus turlari .....	173
10.5.2. Cho‘yanlarning payvandlanuvchanligi .....	175
10.5.3. Inert gaz muhitida payvandlashning mohiyati.....	176

## **11. KONSTRUKSION MATERIALLARNI KESIB ISHLASH**

11.1. Metallarni kesib ishlash turlari.....	177
11.2. Kesish nazariyasi va keskich parametrlari.....	179
11.3. Kesish rejimidagi asosiy elementlar .....	180
11.4. Asosiy metall kesuvchi dastgohlar va ularda bajariladigan ishlar.....	184
11.5. Tokarlik dastgohlari. Tokarlik-vint qirqish dastgohlari.....	186
11.6. Parmalash va yunib kengaytirish dastgohlari. Parmalash dastgohlari va ularda bajariladigan ishlar .....	188
11.7. Randalash, uyish va sidirish dastgohlari .....	189
11.8. Frezalash dastgohlari va ularda bajariladigan ishlar.....	194
11.9. Jilvirlash dastgohlari va ularda bajariladigan ishlar .....	195

## **12. DETALLARNI KUKUN MATERIALLARDAN TAYYORLASH**

12.1. Kukun metallurgiyasi haqida ma’lumotlar .....	203
12.2. Nanotexnologiya va nanokompozitlar .....	208
12.3. Qiyin eriydigan metallarni vodorod muhitida plazma-kimyoviy tiklash.....	213
Foydalanilgan adabiyotlar .....	228

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДУСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>1. АТОМНО - КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ, СВОЙСТВА И ВИДЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК</b>	
1.1 Строение и кристаллизация металлов.....	9
1.2 Свойства металлов и сплавов.....	17
1.3 Пластическая и эластическая деформация. Наклёп.....	26
<b>2. ЖЕЛЕЗО И ЕГО СПЛАВЫ. ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ</b>	
2.1 Сплавы. Диаграмма состояние сплавов.....	29
<b>3. УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ. ЧУГУНЫ</b>	
3.1 Легированные стали.....	43
3.2 Чугуны .....	45
<b>4. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ</b>	
4.1 Отжиг.....	52
4.2 Нормализация .....	53
4.3 Закалка .....	54
4.4 Отпуск .....	56
4.5 Химико-термическая обработка сталей .....	56
4.6 Твердые сплавы. Минералокерамические и металло-керамические материалы .....	65
<b>5. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ЕГО СПЛАВЫ</b>	
5.1 Медь и его сплавы.....	74
5.2 Алюминий и его сплавы.....	80
5.3 Магний и его сплавы.....	82
5.4 Титан и его сплавы.....	83

## **6. ПЛАСТМАССЫ, ПОЛИМЕРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА**

6.1	Композитные материалы.....	87
6.2	Резинные материалы. Каучук и его свойства. Клеящие материалы. Лакокрасочные материалы .....	102
6.2.1	Клеящие материалы.....	103
6.2.2	Лакокрасочные материалы.....	108

## **7. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

7.1	Производства чугуна .....	111
7.1.1	Производства чугуна.....	114
7.1.2	Строение доменной печи и рабочий процесс .....	116
7.2	Производства стали .....	118

## **8. ЛИТЕЙНАЯ ПРОИЗВОДСТВА. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЬЯ**

8.1	Литейная производства.....	129
8.2	Специальные методы получения литья.....	130

## **9. ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ. ПРОКАТКА, ПРЕССОВКА И ВОЛОЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ**

9.1	Способы обработки давлением и его физические основы.....	141
9.2	Прокатка металлов.....	143
9.3	Волочение металлов.....	147
9.4	Прессовка металлов.....	149
9.5	Ковка металлов.....	150
9.6	Основы штамповки металлов .....	152

## **10. СВАРКА И СПОСОБЫ СВАРКИ**

10.1	Общие сведения о сварке. Основы сварки материалов	156
10.1.1	Сварочные соединения и типы швов.....	157
10.1.2	Особенности способа сварки.....	160
10.1.3	Сварка под давлением.....	162
10.2	Дефекты сварочных соединений и их устранение.....	162
10.3	Газовая сварка металлов .....	167

10.4	Электродуговая сварка и резание .....	169
10.5	Сварка специальными способами.....	173
10.5.1	Специальные методы сварки.....	173
10.5.2	Свариваемость чугунов.....	175
10.5.3	Особенности сварки в среде инертного газа.....	176

## **11. ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ**

11.1	Виды обработки металлов резанием.....	177
11.2	Теория резания и параметры резцов.....	179
11.3	Основные элементы режимов резания.....	180
11.4	Основные металлорежущие станки и работы, выполняемые на них .....	184
11.5	Токарные станки. Токарные винторезные станки.....	186
11.6	Сверлильные станки. Сверлильные станки и работы, выполняемые на них .....	188
11.7	Строгальные и протяжные станки.....	189
11.8	Фрезерные станки и работы, выполняемые на них ....	194
11.9	Шлифовальные станки и работы, выполняемые на них.....	195

## **12. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОРОШКОВИХ МАТЕРИАЛОВ**

12.1	Сведение о порошковой металлургии.....	203
12.2	Нанотехнология и нанокompозиты.....	208
12.3.		213
	Литература .....	228

## CONTENTS

<b>PRECONDITION .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>1. THE ATOMIC CRYSTAL STRUCTURE OF METALS, FEATURES AND TYPES CRYSTAL LATTICES</b>	
1.1 Structure and crystallization of metals.....	9
1.2 Properties of metals and alloys .....	17
1.3 Plastic and elastic deformation. Work hardening .....	26
<b>2. IRON AND ITS ALLOYS. PHASE DIAGRAMS</b>	
2.1 Alloys. State diagrams of alloys.....	29
<b>3. CARBON STEEL. CAST IRON</b>	
3.1 Alloy steel.....	43
3.2 Irons .....	45
<b>4. HEAT TREATMENT OF STEEL</b>	
4.1 Annealing .....	52
4.2 Normalization .....	53
4.3 Hardening .....	54
4.4 Accommodation .....	56
4.5 Chemical heat treatment of steels .....	56
4.6 Hard alloys. Metal – ceramic and metal materials .....	65
<b>5. NON-FERROUS METALS AND THEIR ALLOYS</b>	
5.1 Copper and its alloys .....	74
5.2 Aluminum and its alloys .....	80
5.3 Magnesium and its alloys .....	82
5.4 Titanium and its alloys .....	83
<b>6. PLASTICS, POLYMERS AND CONNECTING THE SUBSTANCE</b>	
6.1 Composite Materials .....	87
6.2 Rubber materials. Rubber and its properties. Adhesives. Coating materials .....	102
6.2.1 Adhesives .....	103

6.2.2 Paints .....	108
--------------------	-----

## **7. STRUCTURAL MATERIALS**

7.1 Production of construction iron .....	111
7.1.1 Production of construction iron .....	114
7.1.2 Structure of the blast furnace and workflow .....	116
7.2 Production of steel .....	118

## **8. FOUNDRY. SPECIAL METHODS FOR PRODUCING CASTING**

8.1 Foundry .....	129
8.2 Special methods for casting .....	130

## **9. PROCESSING OF CONSTRUCTIONAL MATERIALS PRESSURE. ROLLING, PRESSING AND DRAWING METALS**

9.1 Methods of forming and its physical foundations .....	141
9.2 Rolling of metals .....	143
9.3 Drawing of metals .....	147
9.4 Pressing metals .....	149
9.5 Forging metals .....	150
9.6 Fundamentals of metal stamping .....	152

## **10. WELDING AND THE METHODS OF WELDING**

10.1 General information about the welding. Basics of welding materials .....	156
10.1.1 Welding connection types and joints .....	157
10.1.2 Features of the welding process .....	160
10.1.3 Welding of pressure .....	162
10.2 Defects in welded joints and eliminate them.....	162
10.3 Gas welding of metals .....	167
10.4 Arc welding and cutting .....	169
10.5 Welding of special ways .....	173
10.5.1 Special welding .....	173
10.5.2 Weldability irons .....	175
10.5.3 Features welding in inert gas .....	176

## **11. PROCESSING OF CONSTRUCTIONAL MATERIALS CUTTING**

11.1 Types of metal cutting .....	177
11.2 Theory of cutting parameters and cutting tools .....	179
11.3 Key elements of the cutting modes .....	180
11.4 Basic machine tools and work performed on them .....	184
11.5 Lathes. Lathe cutting lathes .....	186
11.6 Drilling machines. Drilling machines and work performed on them .....	188
11.7 Planning and broaching machines .....	189
11.8 Milling machines and work performed on them.....	194
11.9 Grinding and work performed on them .....	195

## **2. MANUFACTURING OF PARTS FROM POWDER MATERIALS**

12.1 Reduction of powder metallurgy .....	203
12.2 Nanotechnology and nanocomposites .....	208
Literature.....	228



**S.D.NURMURODOV, A.X. RASULOV, K.G.BAXADIROV**

# **MATERIALSHUNOSLIK VA KONSTRUKSION MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI**

**Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2015**

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	M.Xolmuhamedov
Musavvir:	D.Azizov
Musahhih:	N.Hasanova
Kompyuterda sahifalovchi:	Sh.Mirqosimova

**E-mail: [tipografiyacent@mail.ru](mailto:tipografiyacent@mail.ru) Tel: 245-57-63, 245-61-61.  
Nashr.lits. AIN№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 30.11.2015.  
Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Timez Uz» garniturası.  
Ofset bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog'i 14,75. Nashriyot bosma tabog'i 15,0.  
Tiraji 200. Buyurtma №178.**

1  
1  
1  
1  
1  
1  
1  
0  
1  
1  
1  
  
1  
1  
1

**«Fan va texnologiyalar Markazining  
bosmaxonasi» da chop etildi.  
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.**

**F**AN VA   
**TEKNOLOGIYALAR**

ISBN 978-9943-990-99-9



9 789943 990999