

30.3  
E67

D.U.ERGASHEV, G.ABDUQODIROV,  
N.TURSUNBOYEV

**MATERIALSHUNOSLIK VA  
KONSTRUKSION MATERIALLAR**



CH0000036076



23  
67

**D.U.Ergashev, G.Abdugodirov, N.Tursunboyev**

# **MATERIALSHUNOSLIK VA KONSTRUKSION MATERIALLAR**

**o'quv qo'llanma**

Uzbekiston Respublikasi  
Tadqiqot va Innowatsiya Markazi  
Filibsaxoni

У-8671/1

**Тошкент**  
**"INNOVATSIYA-A-ZIYO"**  
2019

**UDK:67.01**

**BBK: 30.3**

**M-33**

**Ergashev Dilshod**

**G.Abdugodirov, N.Tursunboyev. Materialshunoslik va konstrukcion materiallar/o'quv qo'llanma/. Toshkent: «INNOVATSIYA-ZIYO», 2019, 204 b**

**TAQRIZCHILAR:**

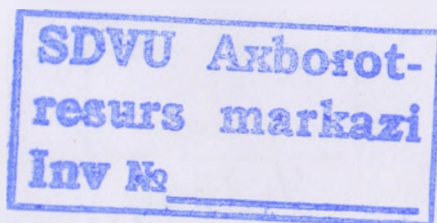
**Q.S.Muhammadiyev**

-Toshkent viloyati XTXQTva ularning malakasini oshirish instituti amaliy fanlar va maktabdan tashqari ta'lim kafedrasi katta o'qituvchisi

**S.Y.Ahmadaliyev**

- TDPU mehnat va dizayn kafedrasi dotsenti

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI TOMONIDAN NASHRGA TAVSIYA  
ETILGAN**



ISBN 978-9943-6212-7-5

© Ergashev D. va boshq., 2019  
© "INNOVATSIYA-ZIYO", 2019

## KIRISH

Mamlakat iqtisodiyotidagi tub o'zgarishlar, uni xomashyo tayyorlashdan raqobatbardosh pirovard mahsulot ishlab chiqarishga tayyorlanligi oliy ta'limga kadrlar tayyorlash borasida butunlay yangi vazifalarni qo'yimoqda. Ma'lumki, Respublikamiz Prezidenti tomonidan keyingi vaqtlarda turli kasb sohalarini rivojlantirish va ularga qiziquvchi ishlarini kasbiy yo'naltirishga oid qator hujjatlar qabul qilindi. Mazkur hujjatlarda uzluksiz ta'lim tizimini takomillashtirish, yuksak kasbiy, ma'naviy va axloqiy talablarga javob beruvchi yuqori malakali pedagog kadrlar tayyorlash tizimini yaratish ko'zda tutilgan. Ma'lumki, hozirgi kunda mashinasozlikda texnika va texnologik jarayonlarni ildam qadamlar bilan takomillashishi va rivojlanishi yangi-yangi yuqori sifatlikka, korroziyaga bardoshli konstruksion materiallardan keng foydalanish zaruratini keltirib chiqarmoqda. Shu bilan ularni ishlab chiqarish va ishlatish sohalari, texnologik jarayonlarni mexanizatsiyulashishi va avtomatlashtirilishi natijasida ish sharoiti yaxshilanib, sifatli, raqobatbardosh, xilma-xil mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, mashina va mexanizm detallarining ko'pchiligi qora metall qotishma (cho'yan va po'lat)lardan tayyorlanmoqda. Buning boisi, ularning (zichligi kattaligi, korroziyaga bardoshiga qaramay) puxtaligi, termik va termo-kimyoviy ishlovlarga bardoshli sababli xossalari yaxshilanib, oson kesib ishlanishi va boshqa xususiyatlari qo'l kelmoqda. Ma'lumki, detallarga qo'yiladigan yuqori sifat talablar (geometrik shakl aniqligi, sirt yuzi tekisligi)ni ta'minlashda mexanik ishlovlar hozirda keng qo'llanilmoqda.

Ushbu ishlovlarda xom-ashyodan qo'yim - stanoklarda kesuvchi keskich bilan qirindi tarzda kesiladi. Qirindi miqdorini kamaytirish bilan metallni tejash uchun xom-ashyoning shakli va o'lchamlari detal shakli va o'lchamlariga yaqin bo'lmog'i muhim ahamiyatga ega. Detailarni tayyorlashda oqilona ishlov usullarini va rejimlarini belgilashda fizika - kimyoviy va mexanikaviy jarayonlarni o'rganmoq lozim. Bu borada «Materialshunoslik va konstruksion materiallar» fanining ahamiyati o'ziga o'xshash katta. Chunki bu fanda materiallarni ishlab chiqarishning kimyoviy va kelinjakdagi istiqbolli usullari, xossalarning turlicha sababli sabablari, ulardan har xil massali xomashyolarning turli texnologik usullarda (quyma yo'lda, hosim bilan ishlash, payvandlash,

kesish, kavsharlash, kesib ishlash va boshqalar) tayyorlash va bu usullarni asosiy yo'llari o'rgatiladi.

«Materialshunoslik va konstruksion materiallar» fanining yaratilishiga va rivojlanishiga ulkan hissa qo'shgan alloma Abu Rayhon Beruniy xorijiy mamlakat olimlaridan M.V. Lomonosov, V.I. Mendeleyev, P.P. Anosov, D.K. Chernov hisoblanadi. «Materialshunoslik fani» taraqqiy etishiga katta hissa qo'shayotgan olimlar M.S. Kurnakov, A.A. Baykov, I.A. Time, E.O. Paton, R. Austen, G. Gou, P. Gerens, F. Osmand, hozirgi kunda Villiam D. Callister, Jr. David G. Rethvich hamda o'zbek olimlaridan V.A. Mirboboyev, R. Fozilov, To'raxonov, A.A. Muxamedov, F.R. Norxodjayev, S. Nurmurodov va boshqalar.

Hozirgi vaqtda fan - texnika taraqqiyoti natijasida yangidan - yangi materiallar yaratilmoqda, ishlab chiqarishning yanada samarali usullari kashf etilmoqda Metall ularning qotishmasidan boshqa kompozitsion va metallmas materiallardan keng foydalanilmoqda. O'zbekiston yerlarida rudadan metall olish 4 ming yildan ziyod tarixga ega. Qadimda misdan turli bezak buyumlar tayyorlangan. Keyinroq rudali metallar — qalay, kumush, oltin va boshqalarni eritish, quyish va qizdirib ishlash o'zlashtirilgan. Dastlabki tanga pullar zarb qilingan. Ilk o'rta asrlarda Farg'ona, Zarafshon, Chirchiq, Ohangaron vodiylaridagi bir qancha shaharlarda zaigarlik, misgarlik, temirchilik, degrezlik, rixtagarlik rivojlandi. Rux, surma, margimush, vismut, kobalt kabi rangli metallar ma'lum bo'lmasada, ularning qotishmalaridan keng foydalanilgan. Respublikada metallurgiya sanoatining yetakchi tarmoqlaridan biri rangli metallurgiya hisoblanib uning hissasi 16,9%ni tashkil etadi. Rangli nodir va qimmatbaho metallar (oltin, mis, qo'rg'oshin, rux, volfram, molibden, simob va boshqalar.) konlari, Qoramoszor mis-qo'rg'oshin-rux koni, Obirahmat, Burchmulla, Oqtuz, Takob, Ingichka, Qo'ytosh, Langar rangli metallar, Chodak, Zarmitan, Marjonbuloq, Kauldi, Kokpatas, Qizilolmasoy oltin, Qo'rg'oshinkon, Oltintopgan qo'rg'oshin-rux. Qalmoqqir mis konlari va boshqalar topilib, ular sanoat miqyosida o'zlashtirilishi bilan rangli metallurgiya sanoati shakllandi va respublika rangli metallar ishlab chiqarish bo'yicha jahonda oldingi o'rinlardan birini egallagan mamlakatga aylandi.

Materialshunoslik va konstruksion materiallar fanining muvaffaqiyati uning strukturasi yaxshilash, buyumlarning konstruksiyalarini yasashda materiallarni qayta ishlashning samarali usullarini kashf etish hamda uni takomillashtirishdan iboratdir.

# **I HOBII MATERIALSHUNOSLIK VA KONSTRUKSION MATERIALLAR FANINING RIVOJLANISHI VA MEHNAT TA'LIMIDAGI O'RNI**

## **Materialshunoslik va konstruksion materiallarni o'rganish, fanning maqsad va vazifalari**

Materiallar bizning hayotimizda ko'pchilik o'ylaganidan ko'ra shuqarotq o'rin egallaydi. Kundalik hayotimizdagi zarur elementlar kaspiqni, uy-joy, aloqa vositalari, oziq - ovqat ishlab chiqarish, hshborning barchasi u yoki bu darajada kerakli materiallarni tanlashga bog'liq. Tarixdan ma'lumki, jamoatchilikning yuksalishi va rivojlanishi insonlarning mavjud talablarini qondirish uchun materiallarni talab chiqarish va qayta ishlash bilan bog'liq. Avvalgi davrlar hattoiki insonlar ishlatishni o'rgangan materiallar nomlari bilan boslangan - tosh davri, bronza davri, temir davri.

Insoniyat paydo bo'lishining erta davrlarida insonlar juda kam sonli materiallardan foydalanganlar. Bular tabiatda mavjud tabiiy materiallar - toshlar, daraxt, loy, hayvon terisi va boshqalar edi. Vaqt o'tib odamlar tabiiy mahsulotlarni o'rnini bosuvchi materiallarni talab chiqarishni o'rgandilar. Bular keramika va turli metallar ya'ni yangi materiallar edi. Keyinchalik aniqlanishicha, materiallarning tarkibida temik ishlash natijasida yoki turli qo'shimchalar qo'shinishi natijasida o'zgarish yuzaga kelar ekan. U vaqtlarda materiallar juda kam miqdordan ishlatilgan materiallarni ishlatilish hajmi ularni talablash maqsadi va material sifatiga ko'ra aniqlangan. Olimlarning ta'kidlashicha, tarkibiy elementlar va materialni tashkil etuvchilari orasida bog'liqlik mavjud. Ushbu qarashlar taxminan 100 yil avval vujudga kelgan bo'lib, buning natijasida insonlar materiallar tavsifini baholashni o'rgandilar. Buning bari minglab maxsus tarkibli materiallarni vujudga kelishiga olib keldi va eng muhimi murakkab inson talablarining qondirilishiga sabab bo'ldi. Bizning davrda ham foydalanilayotgan materiallar sirasiga metallar, polimerlar, shisha va tosh kiradi.

**Fanning maqsadi** - talabalarga metall va metalmas materiallarning tuzilishi, ularning xossalari, qotishmalar nazariyasi,

1. Materialshunoslik va Konstruksion An introduction William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch 2-h mazmun  
2008-yil nashr etilgan.

qora va rangli metallar, metalmas materiallar, hamda metallarga termik va kimyoviy termik ishlov berish, metallarning zanglashini oldini olish, konstruksion materiallarni ishlab chiqarish usullari, ularning xossalarini yaxshilash hamda detallar tayyorlash to'g'risida asosiy tushunchalar berish

Hayotimizni yaxshilashga xizmat qilayotgan zamonaviy texnologiyalarning ravnaqi mavjud materiallarga bog'liq. Material turini aniqlash yangi texnologiyalarning rivojlanishiga xizmat qiladi. Masalan, avtomobilsozlik sanoati po'latlar va shu kabi boshqa materiallarning qayta ishlanishisiz vujudga kelmas edi. Bizning davrimizda sanoat ko'p sonli murakkab elektron qurilmalar, yarimo'tkazgich materialidan foydalanilgan komponentlar ishlatilishi hisobiga rivojlanmoqda. Oliy o'quv yurtlarida tahsil olayotgan talabalar konstruksion materiallarning strukturasi va xossalarini, shuningdek, bunday materiallar ishlab chiqarish va ularni ishlatishning ilmiy, texnikaviy asoslarini bilishlari lozim.

**Fanning asosiy vazifalari** – quyidagilardan iborat: xomashyo va mashina detallarini yasash va ishlov berishning texnologik usullarini qo'llanish sohalarini o'rganish; talabalarda materiallarning zamonaviy texnikadagi o'rni, ilm va fan jamiyatning bevosita ishlab chiqaruvchi kuchi, metall va metalmas materiallarning turlari, material tanlash va uni baholash kriteriyasi haqida zarur bilim va ko'nikmalar hosil qilishdir.

Ta'lim tizimi oldiga qo'yilgan eng asosiy vazifa yuqori malakali texnik kadrlarni tayyorlash darajasini yanada ko'tarishdan iborat. Bu vazifani bajarish uchun asosiy e'tibor o'qitish jarayonining o'zini yanada takomillashtirishga va o'quvchilarni tarbiyalashga qaratilmog'i lozim, bu esa o'z navbatida o'qituvchilarning pedagogik hamda metodik mahoratiga va tayyorgarligiga bog'liq bo'ladi. Shu sababdan fan va texnika tez sur'atlar bilan rivojlanayotgan hozirgi sharoitda har bir pedagogning asosiy vazifasi – yosh texnik kadrlarni hozirgi zamon mashinasozlik va qishloq xo'jalik mashinasozligi sanoatining talablariga muvofiq, mashina, mexanizm va detallar ishlab chiqarishda konstruksion materiallar texnologiyasi fanining to'liq o'zlashtirilgan holda ilmiy axborotlarni yaxshi tushunadigan, bilimlarni mustaqil o'zlashtira oladigan va ulardan o'z ishida foydalana oladigan qilib tarbiyalash maqsadida o'qitishni yangi pedagogik texnologiyalar asosida har tomonlama takomillashtirishdir.

Yuqorida aytilgan tadbirlardan yana biri, konstruksion materiallar texnologiyasi fanidan talabalarga bilim berishni tubdan yaxshilashdir. Talabalar mashg'ulotlar jarayonida materiallarning ichki tuzilishi va xossalari va ularga ishlov berishni o'rganadilar.

Ilmiy-texnika taraqqiyoti tufayli zamonaviy mashinalarni ishlab chiqarishda o'z kasbini yaxshi egallash bilan birga umumiy ta'lim baharini yaxshi biladigan hamda texnik tayyorgarlikka ega bo'lgan texnik mutaxassislariga talab ortib bormoqda. Shu sababdan nazariy darslarda hamda amaliy-tajriba mashg'ulotlarida talabalarda texnik fikrlash hamda ijodiy qobiliyatni rivojlantirish zarur.

Talabalarga konstruksion materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasi, cho'yan va po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi, asosiy taksomalarining tuzilishi hamda bu sohada joriy qilinayotgan ilg'or texnologiyalarni ishlab chiqarishga tadbir etilishiga ijodiy yondashish o'rgatiladi.

Kimyó, fizika, mexanika kabi fanlarning muvaffaqiyati natijasida materiallarning ichki tuzilishlari o'rganila boshlandi. Materialshunoslik fanining keyingi taraqqiyoti ham shu fanlarning erishgan yutuqlariga bog'liqdir. Hozirgi vaqtda fan-texnika taraqqiyoti natijasida yangidan-yangi materiallar yaratilmoqda, ishlab chiqarishning yanada samarali usullari kashf etilmoqda.

Materialshunoslik fanining muvaffaqiyati strukturani yaxshilash, buyumlarning konstruksiyalarini yasashda materiallarni qayta ishlashning samarali usullarini kashf etish hamda uni takomillashtirishdadir.

### **Metallarning kristallanishi, metall allotropik shakl o'zgarishlari**

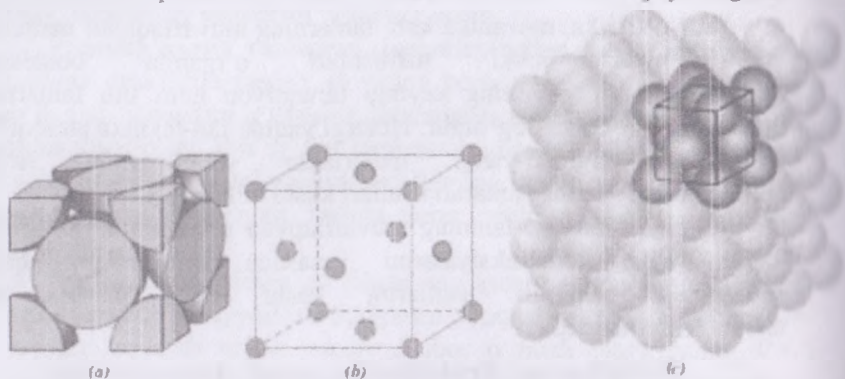
Kristall panjaralarning tuzilishiga ko'ra qattiq jismlar kristall va amorf qattiq jismlarga bo'linadi. Kristall jismlar qizdirilganda ma'lum temperaturagacha (suyuqlanish temperaturasigacha) qattiqligicha qoladi. Amorf jismlar qizdirilganda katta temperatura oralig'ida yumshaydi, avval ular qovushqoq bo'lib, so'ngra suyuq holatga o'tadi.

Barcha metallar va ularning qotishmalari kristall jismlardir. Hushaffollik, yaltiroqlik, yaxshi elektor va issiqlik o'tkazuvchanlik, plastiklik, shuningdek ko'pgina metallar uchun payvandlanish samarati kabi xarakterli belgilar deb ataladi. Bundan 200 yil avval rus olimi M.V. Lomonosov tomonidan metallarga berilgan quyidagi

ta'rif o'zining tashqi, valentli elektronlarini berish ularga xos xususiyatdir. Bu metall atomlarida tashqi elektronlar uning yadrosi bilan mustahkam bog'langani holda metallmas elementlarda bunday elektronlar ko'p (5-8 ta) bo'ladi.

Kimyoviy toza metall elementlari (masalan, temir, mis, alyuminiy va boshqalar) ancha murakkab moddalar hosil qilishi mumkin. Ularning tarkibiga bir necha metall-elementlar, ko'pincha sezilarli darajada metallmas-elementlar kirishi mumkin. Bunday moddalar metall qotishmalari deb ataladi. Qotishma hosil qiluvchi elementlar komponentlar deb ataladi.

Metallarning kristall strukturasi bayon qilish uchun kristall panjara tushunchasidan foydalaniladi. Kristall panjara bu xayoliy, fazoviy tur bo'lib, uning tugunlarida metall hosil qiluvchi atomlar (ionlar) joylashadi. Amorf jismlar (oyna, plastmassalar)da esa kristall jismlardan farqli ravishda atomlar fazoda betartib tarzda joylashgan.



1.2- rasm Yoqlari markazlashgan kub elementar yacheykaning tasviri.

a – qattiq sferalardan tashkil topgan yakka yacheyka; b – yakka yacheykaning kristall panjaradagi modeli; v – juda ko'p atomlardan tashkil topgan kristall hajmi

Metallda kristall panjara quyidagicha shakllangan. Metall suyuq holatdan qattiq holatga o'tayotganda atomlar orasidagi masofa qisqaradi, ularning o'zaro ta'sir kuchi esa ortadi. Atomlarning o'zaro ta'sirlashish xarakteri ularning tashqi elektron qobiqlarining tuzilishi bilan aniqlanadi. Atomlar yaqinlashganda bu atomning musbat zaryadlangan yadrosiga o'tishi va hakozi natijasida tashqi qobiqdagi joylashgan elektronlarning o'z atomga tegishli bo'lmagan erkin elektronlar hosil bo'la boshlaydi. Shunday qilib, qattiq holatdagi

metall uchun elektronlar bilan qurshab olingan musbat zaryadlangan ionlardan tashkil topgan strukturadan iborat bo'ladi.

Kristallik qattiq jismlarning ko'pgina xossalari aynan moddaning kristall strukturasi bog'liq bo'ladi, ya'ni undagi atom, ion yoki molekullarning bir-biriga nisbatan fazoda qanday tartibda joylashishiga bog'liq. Uzoq tartibda joylashishga ega bo'lgan juda ko'p turli kristallik strukturalar mavjud. Bunda metallarga xos bo'lgan oddiy struktura turlari bo'lsa, keramika va polimerlarda esa juda murakkab struktura turlari kuzatiladi.<sup>1</sup> Kristallik strukturalarni ko'rib chiqishda ularning atomlar (ionlar) qattiq siqilmaydigan aniq geometriyaga ega bo'lgan sfera shaklda tasavvur qilinadi. Aynan shu qattiq sfera atomning modeli bo'lib moddadagi sferalar bir-biriga, ya'ni qo'shim sferalarga tegib turgan holda turadi. Misol tariqasida 1.2 - rasmda oddiy metallga tegishli bo'lgan shunday turda joylashgan model keltirilgan. Bunday aniq holatda barcha atomlar bir xil deb qabul qilingan. Ba'zi hollarda kristall strukturalarni ta'riflashda panjara degan ibora qo'llaniladi, bu ibora atomlarning uchta o'lcham bo'yicha bir-biriga nisbatan joylashish o'rni ko'rsatib beradi.

Metallarga bog'lanish elektrostatik kuchlar bilan amalga oshiriladi. Ionlar va erkin elektronlar o'rtasida elektrostatik tortishish kuchlari hosil bo'ladi, bu kuchlar ionlarni to'plab turadi. Metall orasidagi bunday bog'lanish metall bog'lanish deyiladi.<sup>2</sup> Metallardagi bog'lanish kuchlari ionlar bilan elektronlar orasidagi o'zaro tortish va tortilish kuchlari bilan belgilanadi. Ionlar bir-biridan shunday masofada turadiki, bunda o'zaro ta'sir etuvchi potensial energiya miqdori minimal bo'ladi. Metallda ionlar ma'lum tartibda joylashib, kristall panjara hosil qiladi. Ionlarning bunday joylashishi ularning valentli elektronlar bilan o'zaro ta'siri hisobiga ta'minlanadi.

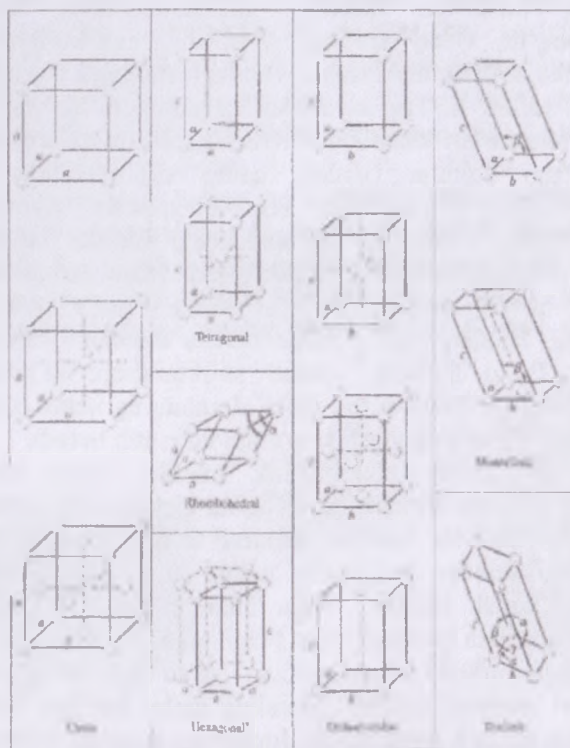
Valentli elektronlar ionlarni kristall panjarada ushlab turadi.

Eng asosiy metallar (taxminan 90 foiz), uch zich billur tuzilmalar kabi qo'shim ustiga sulfid: tana-markazli (BCC) (1.3a-shakl), yuzi-markazli (FCC) kub (1.3b-shakl) Kub, va olti burchakli yopiq qoplangan (HCP) (1.3c-shakl). HCP tuzilishi shakl oddiy olti burchakli kristall strukturasi bir zichroq o'zgartirish hisoblanadi.

<sup>1</sup> Materials Science and Engineering: An introduction William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch 47-b mazmun bo'limida keltiriladi.

<sup>2</sup> Materials Science and Engineering: An introduction William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch 53-b mazmun bo'limida keltiriladi.

Atomlar bir-biri bilan yanada yaqinroq mahkam birlashadi va rishta bo'lib, energiya ozod etiladi, chunki metallar bu qalin qadoqlangan tuzilmalarida sulfid. Shunday qilib, zich qadoqlangan tuzilmalarda pastki va yanada barqaror energiya kelishuvlar mavjud.<sup>1</sup>



1 3 rasm. Moddaning kristall strukturasi

Jismlarda atomlar fazoda na'lum bir tartibda va bir-biriga nisbatan bir-biriga elementlar nisofada joylashadi. lamina metallar a ularning joylashmalari kristall tuzilishiga.<sup>2</sup>

Har qanday tom markazi katta o'lmagan yadroga ga, u proton va neytrondan tashkil topgan bo'lib, adroning atrofida elektronlar

aylanma harakat qiladi. Bunda

elektron va protonlar elektor zaryadiga ega bo'lib, ularning zaryadi  $1,60 \cdot 10^{-19}$  Kulonga teng. Neytronlar elektor jihatidan neytral bo'ladi. Atomdagi barcha zarrachalarning massasi juda kichik. Masalan, proton va neytronning massasi taxminan bir xil bo'lib, u  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg. Elektronning massasi undanda kichik bo'lib, bor yo'g'i  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg ni tashkil etadi.

<sup>1</sup> William F.Smith Foundations of materials science and engineering, 2013. 7-Mazmun mohiyatidan foydalanildi.

<sup>2</sup> William F.Smith Foundations of materials science and engineering, 8-h mazmun mohiyatidan foydalanildi.

Har qanday element o'zining atom raqam ( $Z$ ) o'lchami bilan aniqlanadi.

Elektr neytral atomlarning, yoki butun atomning raqami undagi elektronlar soniga teng. Barcha tabiatda uchraydigan atomlarning raqami yadrodan boshlab 1 dan va juda og'ir element urangacha 92. Har qanday atomning atomar massasi ( $A$ ) uning yadrosini hosil qiluvchi proton va neytronlar massasining yig'indisiga teng. Har bir kimyoviy izotoplar atom massasi massa atom birligi ( $m_{ab}$ ) mol elementda protonlarning  $R$  soni bir xil, ammo neytronlarning  $N$  soni har xil bo'lishi mumkin. Bir xil elementga tegishli bo'lgan atomlar bir-biridan faqat neytronlar soni bilan farq qiladigan bo'lsa, ularga shu elementning izotoplar deyiladi. Barcha kimyoviy elementlarning atom massasi shu elementga tegishli bo'lgan barcha izotoplarni atomar massa yig'indisining o'rtacha olingan qiymatiga teng. Atom massasini belgilash uchun nisbiy massa atom birligi degan tushuncha kiritilgan bo'lib,  $u$  ( $m_{ab}$ ) tarzda belgilanadi. Bu belgilanish quyida keltirilgan holda hosil bo'lgan qotishmalardan tayorlangan detall asbob va boshqalarning zarur kerakli tomonga o'zgartirib bo'lmaydi.<sup>1</sup>

Metallning atom kristall panjaralarida musbat ionlar muayan tartibda joylashgan bo'ladi.

Metallni kristallanish tuzilishi rentgen nurlari orqali o'rganiladi.

Metallar, har qanday modda kabi, sharoitga qarab uch xil agregat holatda, qattiq, suyuq va gaz holatlarda bo'ladi. Sof metall bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga ma'lum temperaturadagina o'tadi.

Qattiq holatda metall zarrachalari muayan tartibda joylashgan bo'ladi, bu zarrachalarning bir-birini tortish kuchi o'zaro muvozanatda turadi, natijada qattiq jism o'z shaklini saqlaydi.

Gaz holatda metall zarrachalari tartibsiz harakatlanadi, bir-birini itaradi, natijada metall gaz imkoni boricha hajm olishga intiladi.

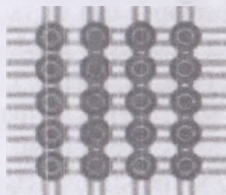
Suyuq holatdagi metall zarrachalarining ozroq qismi betartib joylashgan bo'lib, bu joylashuv issiqlik ta'sirida goh cho'zilib, goh tiklanib turadi.

Qattiq holatda barcha metallar va ularning qotishmalari kristall jismlardir.

Metalllarda kristall panjarani atomlar zichligi eng ko'p bo'lgan tekisligi kristallografik tekkislik yoki atomlar tekisligi deb ataladi.

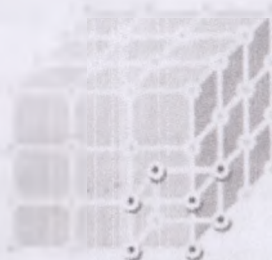
Kristall panjarani shakliga qarab uning kristalografik tekisligi bitta yoki bir necha bo'lishi mumkin.

Kristalografik tekislikda atomlarni joylashuvi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.



1.4-rasm. Kristalografik tekislikda atomlarning joylashuvi

Atomlarning markazidan o'tkazilgan fazoviy chiziqlar panjara hosil qiladi. Bir-biriga parallel joylashgan bir qancha kristalografik tekislik fanoziy kristall panjara hosil qiladi, kristall panjara tugunlarida esa atomlar (ionlar) turadi.



Kub panjarani elementlar katakchasi.

1.5-rasm. Fazoviy kristall panjara va uning tugunlarida atomlarni joylashuvi

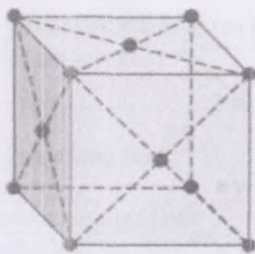
Eng oddiy kristall panjara kub panjara (1.5-rasm). a-misolga elementlar kristall katakchadagi qo'shni ikki atom orasidagi atom markazlari oralig'ida bo'lib angretrom (A) kiloNKS birliklarida ( $10^{-10}$ ) o'lchanadi. (1 A-110 sm) ( $1 \text{ k} \times 1,00202 \text{ A}$ ).

Kub panjara atomlar yetarli darajada zich joylashgan emas, ammo metall atomlari bir-biriga imkoni boricha yaqinlashishga intiladi, buning natijasida boshqa tur panjaralar hosil bo'ladi.

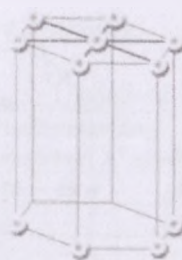
Hajmi markazlashgan kub va atomlari zich joylashgan geksogonal panjaralar hosil bo'lishi mumkin.



1.6.a-rasm. Hajmi markazlashgan kub kristall katakcha.



1.6.b-rasm. Orqali markazlashgan kub kristall katakcha.



1.6.s-rasm. Atomlari zij joylashgan geksogonal katakcha.

Kristall panjaralarning yetti xil sistemasi o'rganilgan bo'lib, bo'lar 1) kub sistema, 2) geksogonal sistema, 3) tetragonal sistema, 4) romb sistemasi, 5) monoklinik sistema, 6) triklinik sistemadir.

Atomlar orasidagi aloqalarni shakllantirish ortida harakatlantiruvchi kuchi har bir atom eng barqaror atom bo'lishi uchun ishlatiladi. Boshqa atomlar bilan ulash orqali, har bir ulanish atomning potensial energiya yanada barqaror atom natijasida olinadi. Bu ob'ektiviyahu birlanchi rishtalarini deb ataladi va katta interatomik kuchlariga ega bo'ladi.<sup>1</sup>

Metallarning juda ko'pchiligi kub va geksogonal sistemada kristallanadi.

Qattiq jisimlardagi bog'lanishlar to'rt turga bo'linadi

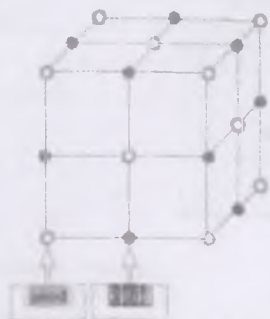
1. Ion (gotoropolyar-ko'p qutbli) bog'lanish.
2. Atom (promsopolyar-bir qutbli) bog'lanish.
3. Molekulyar bog'lanish.
4. Metall bog'lanish.

Molekulyar bog'lanishli qattiq moddalar kristall panjaralarini tugunlarida molekulyar turadi.

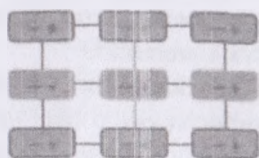
Do molekulyalar bir-biriga molekulyalararo kuchlar vositasida tortilib bog'lanadi.

Metall bog'lanish. Bunday bog'lanishli qattiq jismlar kristall panjaralarini tugunida musbat zaryadli ionlar turadi, ionlarni esa erkin elektronlar, ya'ni elektronlar buluti qurshab olgan bo'ladi. Metall bog'lanishlar musbat zaryadli ionlar bilan erkin elektronlarning o'zaro ta'asiridan iboratdir.

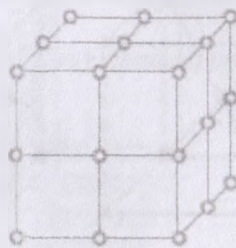
<sup>1</sup> Materials Handbook (Foundations of materials science and engineering, 55-b Mazmun mohiyatidan foydalanildi)



1.7.a-rasm. Ion bog'lanish



1.7.s-rasm Molekulyar bog'lanish



1.7.b-rasm. Atom bog'lanish



1.7.d-rasm Metall bog'lanish  
Erkin elektron Bulut

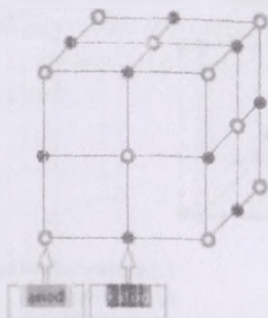
Panjaraning parametrlari nihoyatda muhim ahamiyatga ega. Ilmiy tekshirishning hozirgi usullari-rentgen nurlaridan foydalanish usullari. Kristall panjaralarning parametrlarini aniq o'lchashga imkon beradi. Yoqlari markazlashgan kub panjarada ham, atomlari(ionlari) zich joylashgan geksagonal panjarada ham, atomlar boshqa panjaradagilarga qaraganda zichdir. Masalan, bu ikkala panjaraning har birida atomlar hajmi panjara hajmining 74 % tashkil etadi, holbuki, hajmi markazlashgan kub panjarada atomlar hajmi butun panjara hajmining 68% ga tengdir.

Atom modeli XIX asning oxirgi yillarida ko'pgina hodisalar shu jumladan elektronlarning atomda harakatlanishi klassik mexanika tushunchalari va terminlari bilan izohlab bo'lmagligi tushunib yetildi. Natijada atom va subatomlarda elektronlarning harakatini boshqaruv qonun - qoidalarini tushuntirib beruvchi yangi jarayonlar sistemasini ishlab chiqish zaruriyati paydo bo'ldi. Bu qonun - qoidalar kvant mexanikasi nomi bilan ma'lum. Atom va kristall jismlarda elektronlarni harakatini tushinish uchun kvanto-mexanik tushunchalardan foydalanish zarur ekanligi aniqlandi.

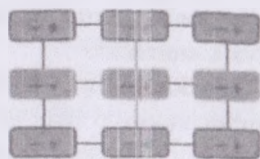
**Ba'zi metallar kristall panjaralarining turlari va ularning parametrlari**

1.1-jadval

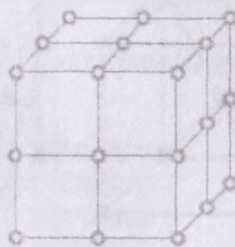
Metallning nomi va kimyoviy belgisi	Panjarasining turi	Panjaralarning parametrlari A <sup>0</sup> xisobi		
		A	B	S
Alyuminiy	Yoqlari markazlashgan kub.	4.041	-	-
Vannadiy	Hajmi markazlashgan Kub	3.034	-	-
Volfram	Hajmi markazlashgan Kub	3.158	-	-
Iridiy	Yoqlari markazlashgan kub.	3.832	-	-
Kobalt	Geksagonal	2.5	-	4.07
Kobalt	Yoqlari markazlashgan kub	3.54	-	-
Kumush	Yoqlari markazlashgan kub	4.078	-	-
Magniy	Geksagonal	3.203	-	5.2
Mis	Yoqlari markazlashgan kub.	3.607	-	-
Molibden	Hajmi markazlashgan Kub	3.14	-	-
Nikel	Geksagonal	2.49	-	4.08
Nikel	Yoqlari markazlashgan kub	3.157	-	-
Niobiy	Hajmi markazlashgan Kub	3.294	-	-
Oltin	Yoqlari markazlashgan kub.	4.07	-	-
Platina	Yoqlari markazlashgan kub.	3.915	-	-
Rux	Geksagonal	2.659	-	5.607
Tantal	Hajmi markazlashgan Kub	3.296	-	-
Temir	Hajmi markazlashgan Kub	2.86	-	-
Temir	Hajmi markazlashgan Kub	2.90	-	-
Temir	Yoqlari markazlashgan kub.	3.56	-	-
Temir	Hajmi mark Kub	2.93	-	-
Titan	Geksagonal	2.95	-	4.72
Titan	Hajmi markazlashgan Kub	2.32	-	-
Xrom	Hajmi markazlashgan Kub	2.871	-	-
Sirkoniy	Geksagonal	3.22	-	5.12
Sirkoniy	Hajmi markazlashga Kub	3.61	-	-
Qo'rg'oshin	Yoqilg'i markasi kub	4.939	-	-



1.7 a-rasm Ion bog'lanish



1.7 s-rasm Molekulyar bog'lanish



1.7 b-rasm Atom bog'lanish



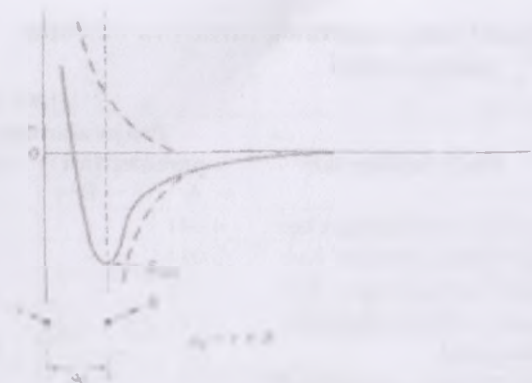
1.7 d-rasm Metall bog'lanish  
Erkin elektron Butun

Panjaraning parametrlari nihoyatda muhim ahamiyatga ega. Ilmiy tekshirishning hozirgi usullari-rentgen nurlaridan foydalanish usullari. Kristall panjaralarning parametrlarini aniq o'lchashga imkon berildi. Yoqlari markazlashgan kub panjarada ham, atomlari(ionlari) zich joylashgan geksagonal panjarada ham, atomlar boshqa panjaradagilarga qaraganda zichdir. Masalan, bu ikkala panjaraning har birida atomlar hajmi panjara hajmining 74 % tashkil etadi, holbuki, hajmi markazlashgan kub panjarada atomlar hajmi butun panjara hajmining 68% ga tengdir.

Atom modeli XIX asming oxirgi yillarida ko'pgina hodisalar shu jumladan elektronlarning atomda harakatlanishi klassik mexanika tushunchalari va terminlari bilan izohlab bo'lmagligi tushunib yetildi. Natijada atom va subatomlarda elektronlarning harakatini boshqaruv qonun - qoidalarini tushuntirib beruvchi yangi jarayonlar sistemasini ishlab chiqish zaruriyati paydo bo'ldi. Bu qonun - qoidalar kvant mexanikasi nomi bilan ma'lum. Atom va kristall jismlarda elektronlarni harakatini tushinish uchun kvanto-mexanik tushunchalardan foydalanish zarur ekanligi aniqlandi.

## Og'ir metallar kristall panjaralarining turlari va ularning parametrlari

Metallning nomi va kimyoviy belgisi	Panjarasining turi	Panjaraning parametrlari	
		A	B
Aluminiy	Yoqlari markazlashgan kub	4.041	.
Yirikskiy	Hajmi markazlashgan Kub	3.034	.
Yotirgan	Hajmi markazlashgan Kub	3.158	.
Kobalt	Yoqlari markazlashgan kub	3.832	.
Kobalt	Geksagonal	2.5	.
Kobalt	Yoqlari markazlashgan kub.	3.54	.
Krom	Yoqlari markazlashgan kub.	4.078	.
Magniy	Geksagonal	3.203	.
Mis	Yoqlari markazlashgan kub.	3.607	.
Nikel	Hajmi markazlashgan Kub	3.14	.
Nikel	Geksagonal	2.49	.
Nikel	Yoqlari markazlashgan kub	3.157	.
Nikel	Hajmi markazlashgan Kub	3.294	.
Platina	Yoqlari markazlashgan kub	4.07	.
Platina	Yoqlari markazlashgan kub	3.915	.
Ru	Geksagonal	2.659	.
Tantal	Hajmi markazlashgan Kub	3.296	.
Tantal	Hajmi markazlashgan Kub	2.86	.
Tantal	Hajmi markazlashgan Kub	2.90	.
Tantal	Yoqlari markazlashgan kub.	3.56	.
Tantal	Hajmi mark Kub	2.93	.
Tantal	Geksagonal	2.95	.
Tantal	Hajmi markazlashgan Kub	2.32	.
Tantal	Hajmi markazlashgan Kub	2.871	.
Titaniy	Geksagonal	3.22	.
Titaniy	Hajmi markazlashga Kub	3.61	.
Ug'ir	Yoqil'gi markasi kub	4.939	.



18-rasm

Biroz oldinroq shakllangan kvant mexanikasining xulosasiga, soddalashtirilgan Bor atom modeliga ko'ra elektronlar atom yadrosining atrofida o'ziga tegishli bo'lgan orbitalarda aylanma harakat qilishi va

elektronlarning atom markaziga nisbatan joylashini shu orbitalar terminlari orqali aniqlash qabul qilingan. Atomning bu modeli 1.2-rasmda keltirilgan. Kvant - mexanikasining yana bir muhim prinsiplaridan biri bu elektron energiyasining kvantlanishi, ya'ni elektron energiyaning faqat qandaydir aniq qiymatiga ega bo'lishi mumkin.

Elektronning energiyasi o'zgarishi mumkin, ammo bu o'zgarish keskin o'zgarish yoki sakrash orqali amalga oshadi, ya'ni uning energiyasi yoki oshadi (energiya yutilish) yoki kamayadi (energiya chiqarilishi). Bu jarayon aniq tartib asosida bo'lib o'tadi. Bu jarayonni tassavvur qilish uchun elektronda hisoblangan energiya aniq belgilangan pog'onalarga yoki holatlarga sarflanadi. Bu energetik holat uzluksiz ravishda o'zgarmaydi, ammo aniq pog'onalarga taqsimlanadi. Misol tariqasida 1.10a - rasmda Bor modeliga to'g'ri keladigan vodorodning energetik pog'onalari keltirilgan

Elektronning energiyasi manfiy qiymatda qabul qilingan bo'lib, energiyaning nol qiymati, ya'ni boshi erkin elektronning energiyasi hisoblanadi. Albatda vodorodning atomidagi bitta elektroni undan faqat bitta ruxsat etilgan holatni egallaydi.

Shunday qilib, Bor modeli bu vodorod atomidagi elektronning holatini (elektron orbitalari) va energiyasi (energiyaning kvantlanish tenglamasi)ni aniqlashning ilk bor urinishi hisoblanadi.

Bor modeli bir qator kamchiliklarga ega bo'lib, u elektronning atomdagi barcha holat tamoyillarini tushuntirib bera olmaydi



19-rasm. Atomning bor modeli



110-rasm. a - Bor modelidagi elektronning birinchi pog'onasi vodorod atomiga tegishli, b - vodorod atomining energetik holatga mos keluvchi uchin pog'onasi to'liqli model bo'yicha

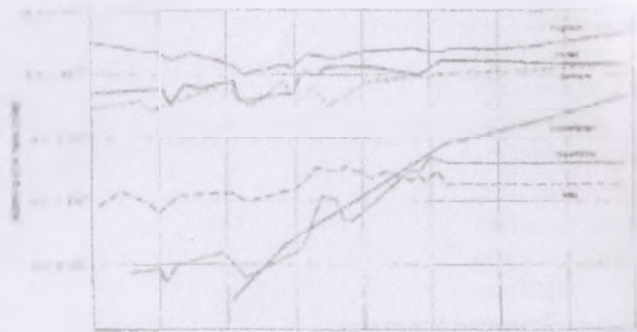
111-rasm. Elektron holatning taqsimlanish iboralari bo'yicha Bor modeli (a) va to'liqli modellarning (b) bir-biriga tenglashirish.

**DUU Axborot-**  
**markazi**

Nizomiy nomli  
T D P U  
kutubxonas

Introduction: William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch 21-22-b

17 4-8671/1



1.12- rasm

Masalan, Amerika qo'shma shtatlarida eng ko'p qo'llaniladigan 6 ta materiallardan alyuminiy va plastmassalarga ehtiyojning ortib borayotganligi kuzatilgan.<sup>1</sup> Turli metallarda kristall panjaralarning turli har xil bo'ladi. Hajmiy markazlashgan kub (HMK)- $\alpha$ =Fe, Cu, W, yoqlari markazlashgan kub (YoMK)- $\gamma$ =Fe, Al, Cu va atomlari zich joylashgan geksagonal (3JG)-Mg, Zn va hokazo shaklda panjaralar ko'p tarqalgan. Istalgan hajmdagi metallning atom tuzilishi haqida tushuncha hosil qilishga imkon beruvchi eng kichik hajmdagi kristall elementlar kristall yacheyka deyiladi. Kristall panjara parametrlari, masalan, kub qirrasiz uzunligi bilan xarakterlanadi. HMK va ZCJ lar uchun kub qirrasiz turli metallar uchun 2,8...6-10-8 sm. Kristall shakli metallar birligi atom ionlar juda kichik hajmli 3,3 sm ga tengligini ta'kidlab o'tish lozim. Xona haroratida masalan, tana-markazli kub temir birligi hujayra, Kub tomoni 0.287 X davrning 1-choragida - 9 mm, yoki 0.287 nanometr (nm) tengdir. Shuning uchun, sof temir birligi hujayralari bor 1 mm, yonma-yon tizilgan. Keling, endi batafsil uch panjarali kristalli tuzilishi birligi atomlarning hujayralarida tartibini ko'rib chiqamiz. Taxminiy bo'lsada, biz sohalarda qattiq bo'lishi bu kristall tuzilmalar atom ko'rib chiqadi. Kristall tuzilmalar atomlarning (interatomic masofa) masofa orasidagi masalan, X o'qi misolida joylashuvini qiyosiy tahlil qilinsa, 3 tomonidan eksperimental aniqlash mumkin, 20 ° C da sof alyuminiy bir parcha, ikkinchi alyuminiy atomlari orasidagi masofa interatomik 0,2862 bo'ladi nm. alyuminiy metall davriy aluminum atom radiusi yarim

<sup>1</sup>William F. Smith Foundations of materials science and engineering, 16-b mazmun mohiyatidan foydalanildi.



I-hajmuy markazlashgan kub ( $\alpha$ -temir), II-yoqlari markazlashgan kub (mis), III-atamlari zich joylashgan geksogonal; a va s panjara parametrlari.

Biroq ayrim o'rtacha energiyadan ko'proq energiya bo'lib, ular bir yerdan boshqa joyga suriladi. Sirtqi qatlam atomlari juda oson surilib, sirtga chiqadi. Bunday atomning egallangan o'rnini vakansiya deyiladi. Ma'lum vaqt o'tgach, bu yerga qo'shni qatlamning atomlaridan biri suriladi va hakoza shunday qilib, vakansiya kristallning ichki qismiga siljiydi. Temperatura ko'tarilishi bilan vakansiyalar soni ortadi va ular ko'pincha bir tugundan ikkinchisiga suriladi. Kristall panjara tugunidagi atom va o'rnini almashtirgan atom nuqtaviy nuqsonlarga kiradi. Kristall panjarada bir metall atomning o'rnini boshqa begona atom egallab olganda o'rnini almashtirgan atom hosil bo'ladi. Nuqtaviy nuqsonlar kristall panjara mahalliy qiyshayishlar hosil qiladi.

Kristallardagi nuqsonlar: a-vakansiya; b-singdirilgan atom; v-chegaraviy chiziqli dislokasiya; g-1 va 2 zarralar chegarasida atomlarning noto'g'ri joylashishi.

Chiziqli nuqsonlar kristall panjaraning boshqa muhim nomukammalligi bo'lib, panjaraning bir qismi boshqa qismiga nisbatan bitta atom oralig'i masofasiga surilganda paydo bo'ladi; surilish u yoki bu tekislikda atomlar qatori pastki qismiga nisbatan bittaga ko'p bo'lgan panjaraning yuqorigi qismida sodir bo'ladi.

Bunda panjaraning yuqorigi qismiga go'yo ortiqcha atom tekisligi (ekstartekislik) paydo bo'ladi. Surilish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan ekstratekislik chekkasi chegara yoki chiziqli dislokasiya deb ataladi. Dislokasiyaning uzunligi bir necha ming atom oralig'i masofasiga teng bo'lishi mumkin. Defekt markazidan buzilmagan panjaragacha bo'lgan masofa dislokasiya eni deyiladi. Dislokasiya eni kichik bo'lib, bir necha atom oralig'iga tengdir.

Dislokasiya zonasida kristall panjara elastik cho'zilgan, chunki bu zonadagi atomlar o'zining muvozanat holatiga nisbatan surilgan. Dislokasiyalar uchun ularning yengil suriluvchanligi harakterlidir. Bu dislokasiyani hosil qiluvchi atomlarning muvozanat holatga surilishiga intilishi bilan tushuntiriladi. Dislokasiyalar metallarning kristallanish protsessi natijasida, shuningdek plastik deformatsiyalanganida, termik ishlov berishda va boshqa protsesslarda hosil bo'ladi.

Sirtqi nuqsonlar ayrim kristallar orasidagi bo'linish chegarasida kristall atomlari hajmning boshqa yeridagi nisbatan noto'g'riroq joylashadi. Bundan tashqari, bo'linish chegaralarida dislokasiya va vakansiyalar to'rejaadi, shuningdek, qo'shilmalar konsentriyalanib, atomlarning joylashishi tartibini ko'proq buzadi. Bunda kristallarning yo'nalishlari buzilgan bo'lib, ular bir-biriga nisbatan bir necha o'nlab gradusga burilishi mumkin. Chegara yaqinida kristall panjaraning qiyshayishi oqibatida metallning mustahkamligi ortishi yoki boshqa aralashmalar borligi va nuqsonlarning konsentriyalanishi natijasida kamayishi mumkin. Kristallardagi nuqsonlar metall xossalari ga katta ta'sir qiladi.

**Kristallar anizotropiyasi.** Turli yo'nalishlarda muhit fizik xossalari ning har xil bo'lishi anizotropiya deyiladi. Kristallar anizotropiyasi panjarada atomlarning turli yo'nalishlarda turlicha zichlikda joylashishi bilan tushunriladi. Barcha kristallar anizotrop bo'lib, amorf jismlar (oyna, smola) izotropdir, ya'ni ularning atomlari turli yo'nalishlarda bir xil zichlikka ega.

Anizotropiya xossasi monokristallardan, ya'ni zarralari butun hajmi bo'ylab bir xil joylashgan yakka kristallardan foydalanishda muhimdir. Monokristallar to'g'ri kristall qirralariga ega (tabiiy ko'pyoqliklar shaklida) bo'lib, mexanik, elektrik va boshqa fizik xossalari ga ko'ra ham anizotropdir. Chunonchi, misning monokristalli uchun nagruzkaning qo'yilish yo'nalishiga qarab mustahkamlik chegarasi 120 dan 360 MPa gacha o'zgaradi.

Texnikada ishlatiladigan metall va qotishmalar, odatda, polikristall strukturaga ega, ya'ni ular ko'p va turlicha orientirlangan, to'g'ri kristall qirraga ega bo'lmagan hamda kristallitlar (yoki zarralar) deb ataladigan mayda kristallardan tashkil topgan. Polikristallning har bir zarrasida anizotropiya kuzatiladi. Biroq, turli zarralarda kristallografik tekisliklar turlicha, betartib orientirdar bo'lganligi uchun polikristall turli yo'nalishlarda bir xil xossaga ega bo'lishi hamda anizotropiya kuzatilmassligi (zarralarning o'lchamlari polikristall o'lchamlaridan ancha kichik, miqdori esa nihoyatda ko'p bo'lganda) mumkin. Bu holat ko'pincha polikristall jismlarni (ularni tashkil etuvchi ayrim zarralarning anizotropiya xossasiga ega bo'lishiga qarab) izotrop deb qarashga imkon beradi.

**Metallarni ikkilamchi kristallanishi:** Suyuq holatdan qattiq (kristall) holatga o'tish kristallanish deb ataladi. Kristallanish protsessi

temperaturaga bog'liq bo'lib, ma'lum vaqt ichida sodir bo'ladi. Shuning uchun sovish egri chiziqlari temperatura-vaqt koordinatalarida quriladi. Metallning o'ta sovimasdan nazariy, ya'ni ideal kristallanishi jarayoni  $T^0S$  ga erishilgach, temperatura pasayishi to'xtaydi. Bu kristall - panjaralarning shakllanishida atomlarning qayta guruhlanishi issiqlik ajralib chiqishi hisobiga sodir bo'ladi (kristallanishning yashirin issiqligi ajralib chiqadi) bilan tushuntiriladi. Har bir toza metall (qotishma emas) qat'iy o'zgarmas nu'ha temperaturasi yana pasayadi.

Amalda kristallanish pastroq temperaturada, ya'ni metallning  $T_1$ ,  $T_{n1}$ ,  $T_{n2}$  temperaturalargacha o'ta sovishda sodir bo'ladi (masalan, 1,2 egri chiziqlar). O'ta sovish darajasi ( $\Delta T = T_S - T_n$ ) metallning tabiati va tozaligi hamda sovish tezligiga bog'liq. Suyuq metall qancha toza bo'lsa, u o'ta sovishga shuncha moyildir. Sovish tezligi ortishi bilan o'ta sovish darajasi ko'tariladi, metall zarrachalari esa mayda bo'lib qoladi, bu esa uning sifatini yaxshilaydi. Ishlatilgan chiqarish sharoitida kristallanishning o'ta sovish darajasi ko'pgina metallar uchun 10 dan 300 S gacha yetadi. Sovish tezligi katta bo'lganda u yuz gradusgacha yetishi mumkin.

Kristallanish protsessi ikki bosqichdan iborat: kristallarning paydo bo'lishi (kristallanish murtagi yoki markazlari paydo bo'ladi) va bu markazlardan kristallarning o'sib chiqishi. Qotishmaning o'ta sovish darajasi  $T_n$  dan past bo'lganida suyuq metallning ko'p uchastkalarida o'sishga moyil bo'lgan kristall murtaqlari hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan kristallar avvaliga erkin o'sadi va u yoki bu darajada to'g'ri geometrik shaklga ega bo'ladi. Keyin o'sayotgan kristallar bir-biri uchrashganda ularning to'g'ri shakli buziladi, chunki uchastkalarda yoqlarning o'sishi to'xtaydi. Suyuq metall erkin kiritishi mumkin bo'lgan yo'nalishlaridagina kristall o'sishi mumkin. Natijada avvalgi to'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan kristallar qotgandan so'ng noto'g'ri shaklni oladi. Ular kristallitlar yoki zarralar deb ataladi.

Kristallanish paytida hosil bo'ladigan zarralarning o'lchami faqat o'z-o'zidan paydo bo'ladigan kristallanish markazlari soniga bog'liq bo'libgina qolmay, suyuq metallda doim mavjud bo'ladigan erimagan aralashmalar miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. Bunday erimagan aralashmalar kristallanishning tayyor markazlari bo'lib hisoblanadi. Ularga oksidlar (masalan,  $Al_2O_3$ ), nitridlar, sulfidlar va boshqalar

birikmalar kirdi. Ushbu metallda yoki qotishmada asosiy metall moddalarning o'lchamlariga teng bo'lgan qattiq zarrachalarnigina kristallanish markazlari bo'la oladi. Bunday qattiq zarrachalarning kristall panjarasi tuzilishi va parametrlariga ko'ra kristallanayotgan metall panjasiga yaqin bo'lishi kerak. Bunday zarrachalar qancha ko'p bo'lsa, kristallanayotgan metall zarralari shuncha mayda bo'ladi.

Kristallanish markazlari hosil bo'lishiga sovish tezligi ham ta'sir etadi. Sovish tezligi qancha yuqori bo'lsa, kristallanish markazlari shuncha ko'p paydo bo'ladi va demak, metall zarralar ham paydo bo'ladi.

Mayda zarralari uchun sun'iy kristallanish markazlari hosil qilinadi. Buning uchun suyultirilgan metallga (eritmaga) modifikatorlar deb ataladigan maxsus moddalar kiritiladi. Masalan, magniyli qotishmalarni modifikatsiya qilinganda uning zarralari 0,2-0,3 dan 0,01-0,02 mm gacha, ya'ni 15-20 marta kichiklashadi. Uzunlarni modifikatsiya qilish uchun qotishmaga qiyin eriydigan birikmalar (karbidlar, oksidlar) hosil qiluvchi qo'shimchalar kiritiladi. Masalan, po'latni modifikatsiya qilishda alyuminiy, titan, vanadiy, olomniy qotishmalarni modifikatsiya qilganda esa marganes, titan, vanadiydan foydalaniladi.

Da'van modifikatorlar sifatida sirtqi faol moddalar ham qo'llaniladi. Ular suyuq metallda eriydi. Bu qatlam kristallning yanada o'sishiga to'siqlik qilib, metallning tuzilishini mayda zarrali qiladi.

Metall quymaning tuzilishi. O'suvchi kristallarning shakli uning bir-biriga tegish shartlari bilangina emas, balki qotishmaning tarkibi, qo'shimchalar borligi va sovish rejimi bilan ham belgilanadi. Odatda, kristallar hosil bo'lishi mexanizmi dendrit (daraxtsimon) shaklga ega.

Dendrit kristallanish zarralarning notekis tezlikda o'sishi bilan shakllanadi. Zarralar hosil bo'lgach, ularning rivojlanish atomlar joylashishining zichligi katta va ular orasidagi masofa kichik bo'lgan shakllik hamda panjara yo'nalishlarida sodir bo'ladi. Bu yo'nalishlarda bo'lg'usi kristallning birinchi tartibli o'qlari (1) deb ataluvchi uzun shoxchalar paydo bo'ladi. Keyinchalik birinchi tartibli o'qlardan yangi ikkinchi tartibli o'qlar (2), ikkinchi tartibli o'qlardan esa uchinchi tartibli o'qlar (3) o'sib chiqadi va h.k. kristallana borish davomida yuqori tartibli o'qlar hosil bo'lib, ular asta-sekin suyuq metall egallab turgan oraliqlarni to'ldira boradi.

Po'lat quyma olishning real protsessini ko'rib chiqamiz. Po'lat quymalar metall qoliplarda (izlojnitsalarda) yoki uzluksiz po'lat quyish qurilmalarida sovish yo'li bilan olinadi. Issiqlikning bir sili tezlikda chiqishini ta'minlash mumkin bo'lmaganligi uchun qolipda po'lat butun hajm bo'yicha bir vaqtda qota olmaydi. Shuning uchun po'lat qolipning sovuq devori va tubida kristallana boshlaydi, so'ngra suyuq metallning ichi tomon yoyiladi.

Suyuq metall qolip devorlari 1 ga tekkanda dastlabki paytda o'qlari teng bo'lgan mayda kristallar zonasi 2 hosil bo'ladi.

Qattiq metall hajmi suyuq metall hajmidan kichik bo'lganligidan qolip devori bilan qotgan metall orasida havo qatlami hosil bo'ladi hamda metall devoriga tegishi natijasida devor qiziydi, shuning uchun metallning sovish tezligi kamayadi va kristallar issiqlik chiqayotgan ustunsimon kristallardan tashkil topgan zona 3 hosil bo'ladi. Quymaning ichki zonasi 4 da sekin sovish oqibatida teng o'qib orientirlanmagan katta o'lchamli kristallar hosil bo'ladi.

Quymaning eng oxirida soviydigan yuqori qismida sovish jarayonida metall hajmining kichrayishi oqibatida cho'kish chuqurchasi 6 paydo bo'ladi. Cho'kish chuqurchasi ostidagi zona 5 da metall cho'kish g'ovaklari ko'p bo'lganligidan quymada zichligi past bo'lgan qismi olib tashlanadi. Olib tashlangan qismi qayta eritilishda foydalaniladi.

Quyma bir jinsli bo'lmagan kimyoviy tarkibga ega bo'lib, u qancha katta bo'lsa, quyma shuncha yirik bo'ladi. Masalan, po'lat quymada oltingugurt va fosfor konsentratsiyasi quyma sirtidan markazga tomon va pastdan yuqori tomon ko'payib boradi. Quymaning ayrim zonalar bo'yicha kimyoviy bir jinslanishligi zonallikvasiya deb ataladi. U metallning mexanik xossalariга salbiy ta'sir ko'rsatadi.

**Metallarning allotropik shakl o'zgarishlari.** Allotropiya yoki polimorfizm deb, metallarning qattiq holatga turli kristall shakllarga ega bo'lish xossasiga aytiladi. Bitta kristall shakldan boshqa shaklga o'tish protsessi allotropik o'zgarish deyiladi. Toza metall qizdirilganda allotropik o'zgarish issiqlik yutilishi hisobiga o'zgarish temperaturada sodir bo'ladi, bu esa kristall panjarani qayta qurish uchun ma'lum energiya sarflash zaruriyatini tug'diradi. Temir, qalay, titan kabi ko'pgina metallar allotropik o'zgarishlarga ega. Masalan, temir 911-1392° C temperatura oralig'ida yoqlari markazlashgan kat

yoki panjara (YoMK) ega 9110 S gacha va 1393 dan 1539°C gacha haroratda temir hajmiy-markazlashgan kub (HMK)  $\alpha$ -Fe panjarasiga ega.

Metallning allotropik shakllari  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  va h.k. harflar bilan belgilanadi. Metallning eng past temperaturadagi mavjud allotropik shakli  $\alpha$  harfi bilan belgilanadi, bu harf metallning kimyoviy element xosligiga indeks sifatida quyiladi va h.k.

Allotropik o'zgarishlarda metallning xossalari, ya'ni metall hajmi (bu xoslik, qalay uchun xarakterlidir) va uglerodning eruvchanligi (masalan uchun xarakterli) o'zgaradi.

Metallar tuzilishini o'rganish usullari. Metallar va qotishmalarining tuzilishi makro va mikroanaliz, rentgen, shuningdek diffraktsion (rentgen, magnit, ultratovush) usullari bilan o'rganiladi.

Makroanaliz usuli bilan makrostruktura, ya'ni oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunda yirik bo'lmagan, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va dislokatsiyalar, shuningdek aralashmalarining metallda notekis taqsimlanganligi aniqlandi. Metallning singan joyi, makroshlifli bo'yicha aniqlanadi. Makroshlif metall yoki qotishma namunasi bo'yicha uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog'dan tozalangan, maxsus refaol ta'sir ettirilgan bo'ladi va u 5-10 marta kattalashtiradigan lupa ostida kuzatiladi.

Mikroanaliz yordamida metall yoki qotishmaning strukturasi mikroshliflar bo'yicha aniqlanadi. Mikroshliflar makroanalizga tayyorlangani kabi tayyorlanadi, lekin u oyna kabi qo'shimcha plastmassa shifllar 3000 marta kattalashtiradigan optik mikroskop ostida qaytadan yorug'likda ko'riladi. Metall zarralari turlicha yo'nalishli sababli maxsus refaollar ularga turlicha ta'sir qiladi va shunday mikroskop ostida yorug'lik ham turlicha qaytadi. Qotishmada strukturani hosil qiluvchilar ham refaol ta'sirdan turlicha yeyiladi. Elektron mikroskopda juda yupqa strukturaga ega bo'lgan bloklar, fragmentlar, dislokatsiyalar replika - nusxalar 100 000 marta kattalashtirib ko'riladi. Bu muhim analiz bilan zarralarning o'lchamlari va shakli, strukturani hosil qiluvchilar, metall bo'lmagan aralashmalar va ularning xarakterlari (darzlar, g'ovkalar va h.k.), kerakli tahlil berish sifati aniqlanadi. Mikrostruktura aniq bo'lsa, metall konsentrlarining o'zgarish sabablarini tushuntirib berish mumkin.

Siyrak yer metallar (lantan va lantanoidlar).

Radiofaol metallar (poloniy, radiy, aktiniy, toriy, uran) va boshqalar.

Metallar va ularning qotishmalarini ichki tuzilishi hamda xossalari shuningdek, ularning tuzilishi bilan xossalari orasidagi bog'lanishini o'rganuvchi fan materialshunoslik deb ataladi.

### Metallarning xossalari

Materialshunoslik fanida metallarning fizik, kimyoviy, mexanik, texnologik va ekspluatatsion xossalari o'rganiladi.

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

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

Metallning zichligi hajm birligida joylashgan massa bilan xarakterlanadi. Zichligiga ko'ra barcha metallar yengil ( $4500 \text{ kg/m}^3$  dan kichik) va og'ir ( $4500 \text{ kg/m}^3$ ) dan katta xillarga bo'linadi. Tutli buyumlar yaratishda metall zichligi muhim rol o'ynaydi. Masalan, samolyot va raketosozlikda juda yengil metall va qotishmalardan (alyuminiyli, magniyli, titanli) foydalanishga harakat qilinadi. Bu buyum massasini kamaytirish imkoniyatini beradi.

Suyuqlanish temperaturasi deb, metall qattiq holatdan suyuq holatga o'tadigan temperaturaga aytiladi. Suyuqlanish temperaturasi qarang qiyin suyuqlanadigan (volfram  $3416^{\circ}\text{C}$ , tantal  $2950^{\circ}\text{C}$ , titan  $1725^{\circ}\text{C}$  va boshqalar) va oson suyuqlanadigan (qalay  $232^{\circ}\text{C}$ , qo'rg'oshin  $372^{\circ}\text{C}$ , rux  $419^{\circ}\text{C}$ , alyuminiy  $660^{\circ}\text{C}$ ) 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) gradusida ifodalanadi.

Metallning issiqlik o'tkazuvchanligi deb, uning ko'p qizigan uchastkasidan kam qizigan qismiga issiqlik o'tkazish, xususiyatiga aytiladi. Kumush, mis, alyuminiy ko'p issiqlik o'tkazuvchanligi

shumoliga nisbatan besh marta kichikdir. Detallar uchun materiallar muhofaza ushbu o'tkazuvchanlik katta ahamiyatga ega. Masalan, metall ushbu ushbu o'tkazsa, u qizdirilganda yoki tez sovitilganda (shu ushbu ushbu berishda, payvandlashda) unda darzlar paydo bo'ladi. Metallarning ayrim detallari (dvigatellarning porshenlari, metallarning kurakchalari) issiqlikni yaxshi o'tkazadigan materiallardan tayyorlanishi kerak. SI birliklar sistemasida issiqlik o'tkazuvchanlik  $Vt/(m \cdot K)$  bilan o'lchanadi.

Metallning issiqdan kengayuvchanligi deb, qizdirilganda uning o'lchamlarining kattalashish, sovitilganda esa kichrayish chiziqli kengayish koeffitsiyenti xususiyatiga aytiladi. Issiqdan kengayuvchanlik bilan xarakterlanadi, bu yerda jismlarning temperaturadagi uzunligi Hajmiy kengayish koeffitsiyenti 3 ga teng. Metallarning issiqdan kengayuvchanligi payvandlashda, ushbu ushbu hamda qizdirib hajmiy shtampkovkalashda, quyish qizdirib, shtamplar, prokat valiklari, kalibrlar tayyorlashda, aniq ushbu ushbu hosil qilishda hamda priborlarni yig'ishda, ko'priklar fermalar qizdirib, temir yo'l relslarni yotqizishda hisobga olinishi kerak.

Metallning issiqlik sig'imi deb, qizdirilganda uning ma'lum ushbu ushbu issiqlikni yutish xususiyatiga aytiladi. Issiqlik sig'imi SI birliklar sistemasida  $J/K$  bilan o'lchanadi. Turli metallarning issiqlik sig'imi ularning solishtirma issiqlik sig'imi miqdoriga qarab solishtiriladi. Solishtirma issiqlik sig'imi 1 kg metall temperaturasini  $1^\circ C$  ga ko'tarish uchun kerak bo'ladigan, katta kaloriyada ifodalangan issiqlik miqdoridir (u SI birliklar sistemasida  $J/kg \cdot K$  bilan o'lchanadi).

Metallarning elektor tokini o'tkazish xususiyati ikkita o'zaro qarshilik xarakteristikalar – elektor o'tkazuvchanlik va elektor qarshiligi bilan belgilanadi. Elektor o'tkazuvchanlik SI birliklar sistemasida simens (Sm) da, solishtirma elektor o'tkazuvchanlik  $Sm/m$  da, shunga o'xshash elektor qarshiligi esa  $Om/m$  da o'lchanadi. Yul o'tkazuvchi simlar (mis, alyuminiy) yaxshi elektor o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak. Priborlar va pechlarning elektor qizdirgichlarini tayyorlashda elektor qarshiligi yuqori bo'lgan qizdirgichlar (nixrom, Konstantin, manganin) kerak bo'ladi. Metall temperaturasi ko'tarilishi bilan uning elektor o'tkazuvchanligi kamayadi, temperatura pasayishi bilan esa ortadi.

Metallarning magnit xossalari absolyut magnit singdiruvchanlik yoki magnit doimiysi, ya'ni metallarning magnitlanish xususiyati

bilan belgilanadi. SI birliklar sistemasida magnit doimiyisi O'ntin lita o'lchanadi. Temir, nikel, kobalt va ularning ferromagnit deb ataluvchi qotishmalari yuqori magnit xossalari ega. Magnit xossalari ega bo'lgan materiallar elektrotexnika apparatlarida va magnit tayyorlashda ishlatiladi.

**Kimyoviy xossalari.** Metallar va qotishmalarning kimyoviy xossalari oksidlanishiga yoki turli moddalar: havodagi kislorod, kislotaga hamda ishqor eritmalari va boshqalar bilan birikishga qaratilgan olish xususiyatiga qarab xarakterlanadi. Metallar boshqa elementlar bilan qancha oson birikishga kirishsa, u shuncha tez yeyiladi. Metallarning tashqi agressiv muhit ta'siridan kimyoviy yemirilishiga korroziyalanish deyiladi.

Metallarning korroziyaga, quyindi 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.

**Mexanik xossalari:** Metallarning tashqi kuchlar ta'siriga qarshilik xususiyati uning mexanik xossalari bilan xarakterlanadi. Shuning uchun ham mashina detallarini tayyorlash uchun material tanlashda avvalo uning mexanik xossalari, ya'ni mustahkamligi, elastikligi, plastikliigi, zarbiy qovushqoqligi, qattiqliigi va chidamliligi e'tibor berish kerak. Bu xossalari metallga tashqi kuch (nagruzka) ta'sir ettirib, mexanik sinovlar natijalariga qarab belgilanadi. Tashqi kuchlar statik, dinamik yoki issiqlik (takror o'zgaruvchan) bo'lishi mumkin.

Mexanik xossa deganda materialga yuklangan yuk va miqdoriga javobi (yoki deformatsiya)ga bog'liqligi tushuniladi. Asosiy mexanik xossalarga qattiqlik, mustahkamlik, plastikliik va qattiqlik kiradi.

Materiallarning mexanik xossalari buyumni real yuklanish holatida aks ettiruvchi puxta loyihalangan va tayyorlangan laboratoriya jihozlarida sinaladi. Bu sinovlarda atrof - muhit ta'siri, kuch ta'siri davomiyliigi va tabiatiga alohida e'tibor qaratish zarur. Buyumlar cho'zish, siqish yoki surishga sinalayotganda ta'sir etayotgan kuch doimiy yoki vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Yuklangan kuch soniya yoki bir necha yillar davomida ta'sir ettirilishi

munim. Yuklanish ta'siri davomida yana bir muhim omil temperatura hisoblanadi.

Tashqi kuch ta'sirida qattiq jismda kuchlanish va deformatsiya paydo bo'ladi. Kuchlanish – sinalayotgan namuna ko'ndalang kesim yuzining yuza birligiga to'g'ri keladigan nagruzka kattaligidir. Deformatsiya qattiq jismning tashqi kuchlar tasirida o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirishidir. Detallar cho'zilish (siqilish), egilish, burilish va qirqilish deformatsiyalariga ishlaydi.

Materiallarni mustahkamligi, elastikligi va plastikligini aniqlash uchun dumaloq yoki yassi shakldagi metall namunalari statik cho'zilishga sinaladi. Sinash cho'zish mashinalarida bajariladi. Sinash natijasida cho'zilish diagrammasi olinadi. Bu diagrammaning absissa o'qi bo'ylab deformatsiya kattaligi, ordinata o'qi bo'ylab esa namunaga qo'yilgan nagruzka joylashtiriladi.

Materialning mustahkamligi, ya'ni uning nagruzka ta'sirida yemirilishga qarshilik ko'rsatish xususiyati mustahkamlik chegarasi va oquvchanlik chegarasi bilan xarakterlanadi. Material mustahkamligining muhim ko'rsatkichlaridan yana biri solishtirma mustahkamlikdir. U material mustahkamlik chegarasining material qoldiqiga bo'lgan nisbatiga teng. Mustahkamlik chegarasi (muvaqqat qoldiq),  $\sigma_b$  bu  $\text{Pa}$  ( $\text{N/m}^2$ ) bilan o'lchanadigan namuna yemirilishidan oldingi eng katta nagruzka to'g'ri keladigan shartli kuchlanishdir.  $\sigma_b = P_b / F_0$  bu yerda  $P_b$  - eng katta nagruzka;  $F_0$  - namunaning sinishdan oldingi ko'nadalang kesimi yuzi. Uzilishga bo'lgan haqiqiy qarshilik uzilish vaqtidagi nagruzkaning namuna uzilishidan keyingi minimal ko'ndalang kesim yuzi maydoniga bo'lgan nisbatiga teng, ya'ni bo'lgan kuchlanishdir.

Oquvchanlik chegarasi (fizik bu nagruzka deyarli o'zgarmaganda ham namuna deformatsiyalanadigan eng kichik kuchlanishdir ( $\text{MPa}$  da o'lchanadi), bu yerda oquvchanlik maydonchasi kuzatiladigan nagruzka,  $N$ ) Asosan kam uglerodli po'lat va latun oquvchanlik maydonchasiga ega. Boshqa qotishmalarda oquvchanlik maydonchasi bo'lmaydi. Bunday materiallar uchun qoldiq uzayish namuna hisobiy ko'rsatkichining 0,2% iga teng bo'ladi:

Proportionallik chegarasi ma'lum kuchlanish ( $\text{MPa}$ ) bo'lib, bu kuchlanish kattaroq bo'lganda kuchlanish bilan namuna deformatsiyasi orasidagi proporsionallik cho'ziladi.

Elastiklik chegarasi (shartli) qoldiq deformatsiya namuna dastlabki hisob uzunligi  $l_0$  ning 0,5 ga yetganda nagruzkaga mos keladigan shartli kuchlanishdir. (MPa da): bu yerda elastiklik chegarasidagi nagruzka, N.

Plastiklik – materialning tashqi kuchlar ta'siridan yemirilmasdan, yangi shakl va o'lchamlarga ega bo'lish xususiyati bo'lib, nisbiy uzayish va nisbiy torayish bilan xarakterlanadi.

Nisbiy uzayish - (o'zilgandan keyingi) – cho'zilgandan keyin namunaning hisobiy uzunligi orttirmasining namuna dastlabki hisobiy uzunligiga bo'lgan nisbatidan iborat bo'lib, foizlarda ifodalanadi.

Materialning nisbiy cho'zilishi va torayishi qancha katta bo'lsa, shuncha plastik bo'ladi. Mo'rt materiallarda bu qiymatlar oddiy yaqindir. Konstruksion materialning mo'rtligi ularning salbiy xususini hisoblanadi.

Materialning zarbiy qovushqoqligi, ya'ni uning dinamik nagruzkalarga qarshilik ko'rsatish xususiyati namunani o'zish uchun sarflangan ishning (M/J da o'lchanadi) uning kertilgan joydagi ko'ndalang kesim yuziga bo'lgan nisbatiga tengdir:

Kertilgan kvadrat brusoklar shaklidagi standart namunalar sinish uchun tayyorlanadi (Davlat standarti 9454-78). Namuna mayatnikli kopyorlarda siniladi. Kopyorning erkin tushuvchi mayatnikli namunaga kertikka teskari tomondan uriladi. Bunda bajarilgan ish aniqlanadi:

Zarbiy qovushqoqlikni aniqlash sovuq temperaturalarda ishlaydigan hamda sovuqdan sinadigan materiallar uchun juda muhimdir. Sovuqdan sinish chegarasi, ya'ni materialning qovushqoqlik yemirilishi mo'rt yemirilishiga o'tadigan temperatura qancha past bo'lsa, materialning qovushqoqlik zapasi shuncha ko'p bo'lib, materialning zarbiy qovushqoqligi ham katta bo'ladi. Sovuqdan sinish bu past temperaturalarda zarbiy qovushqoqlikning kamayishidir.

Siklik qovushqoqlik bu materialning takror-o'zgaruvchan nagruzkalarda energiyani yutish xususiyatidir. Siklik qovushqoqligi yuqori bo'lgan materiallar tebranishni tez so'ndiradi. Tebranish o'n muddatdan ilgari yemirilishga sabab bo'ladi. Masalan, siklik qovushqoqligi yuqori bo'lgan cho'yan ba'zi hollarda (stanina va boshqa korpus detallari uchun) uglerodli po'latga nisbatan ancha qimmatli material hisoblanadi.

Materialning qattiqligi deb, unga yanada qattiqroq jismning botib ketishiga qarshilik ko'rsata olish xususiyatiga aytiladi. Keskich, porina, freza kabi metall kesuvchi asboblari, shuningdek sirti moslashtirilgan detallar, yuqori qattqlikka ega bo'lishi kerak. Metallning qattqligi Brinell, Rokvell va Vikkers usullari bilan o'lchalanadi.

Brinell usuli metallning tekis sirtiga toblangan po'lat sharni yordamida nagruzka bilan botirishga asoslangan. Sharning diametri va nagruzka qiymati sinalayotgan metallning qattqligi va qalinligiga qarab belgilanadi. Brinell bo'yicha qattqlik o'lchagich TSh (yordamometr sharikoviy) bilan o'lchanadi. Sinash quyidagicha o'tkaziladi. Qattqligi aniqlanishi kerak bo'lgan namuna sirtida egov yoki churx tosh bilan  $3-5 \text{ sm}^2$  o'lchamli maydoncha tozalanadi. Yordamometr priborning stoliga quyiladi va priborning shpindeliga moslashtirilgan po'lat sharga tekkuniga qadar ko'tariladi. Yuk botiriladi va shar sinalayotgan namunaga botiriladi.

Metall sirtida iz qoladi. Bu iz qancha katta bo'lsa, metall shuncha yumshoq bo'ladi.

Qattqlik NV o'lchovi sifatida nagruzkaning diametri  $D$  va chuqurligi  $t$  bo'lgan iz sirti yuzasiga bo'lgan nisbati olinadi. Iz diametri  $D$  bo'lgan sharchani  $P$  kuch bilan botirish natijasida hosil bo'ladi.

Qattqlikning son qiymati quyidagicha aniqlanadi. Darajalarga belirlangan optik lupa yordamida izning diametri o'lchanadi hamda olingan qiymat bo'yicha Davlat standartiga ilova qilib berilgan jadvaldan qattqlik soni aniqlanadi.

Sinashning oddiyligi va olinadigan natijalarning aniqligi Brinell usulining afzalligi hisoblanadi. Brinell usuli bilan qattqligi  $NV > 450$  bo'lgan materiallarni, masalan, toblangan po'latni o'lchash tavsiya etilmaydi, chunki ulanayotgan paytda shar deformatsiyalanadi va natija oqib chiqmaydi.

Qattiq materiallarni sinash uchun Rokvell usulidan foydalaniladi. Sinash uchun mos konus yoki diametri  $1,59 \text{ mm}$  bo'lgan toblangan po'lat shar botiriladi. Qattqlik birligining shartli qiymati uchlikning  $1/3$  bo'yicha  $0,002 \text{ mm}$  masofaga suriladi. Qattqlik qiymati iz chuqurligi  $h$  bo'yicha aniqlanadi va priborga o'rnatilgan indikator skalyasi bo'yicha hisoblanadi. Barcha hollarda ham dastlabki nagruzka  $R_0 = 100 \text{ N}$  ga teng bo'ladi.

Qattiqligi yuqori bo'lgan metallarni sinashda olmos konusdan foydalaniladi va umumiy nagruzka  $R=R_0+R_1=1500$  N ga yetkaziladi. Qattiqlik "S" shkala bo'yicha hisoblanadi va NRC bilan belgilanadi.

Agar sinash vaqtida po'lat shar olinsa va umumiy nagruzka 1000 N ga yetkazilsa, qattiqlik "V" shkala bo'yicha hisoblanadi va NRC bilan belgilanadi.

Juda qattiq yoki yupqa buyumlarni sinashda olmos konusdan foydalaniladi va umumiy nagruzka 600 N ga yetkaziladi. Qattiqlik "A" shkala bo'yicha hisoblanadi va HRA bilan belgilanadi. Rokvell bo'yicha qattiqlikning belgilanishiga misol: HRS50-qattiqligi 50 bo'lib, "S" shkala bo'yicha o'lchanadi.

Vickers usuli bilan qattiqlikni aniqlashda materialga uchlik sifatida botiriladigan uchidagi burchagi  $136^\circ$  bo'lgan to'rt qirrali olmos piramidadan foydalaniladi. Sinash payida 50 dan 1000 N gacha bo'lgan nagruzkadan foydalaniladi. Qattiqlikning son qiymati quyidagicha aniqlanadi: nagruzka olingach, hosil bo'lgan izning ikkala diagonalining uzunligi o'lchanadi va mikroskop yordamida hamda dioganallar uzunligining o'rtacha arifmetik qiymati bo'yicha jadvaldan unga mos kelgan qattiqlik soni topiladi. Vickers bo'yicha qattiqlikning belgilanishiga misol – HV 500.

Kichik hajmdagi metallar qattiqligini, masalan, metall zarralarining yoki uning strukturasi tarkibiga kiruvchi tashkil etuvchilarning qattiqligini aniqlashda mikroqattiqlik usulidan foydalaniladi. Priborning uchligi (indentor) to'rt qirrali olmos piramida ko'rinishiga ega (Vickers usuli bo'yicha sinaladigan piramidadagi kabi bu piramidaning ham uchidagi burchagi  $136^\circ$  ga teng). Indentordagi nagruzka uncha katta emas, 0,05-5 N ga teng, o'lchamlari esa 5-30 mkm. Sinash yuklash mexanizmi bilan ta'minlangan PMT-3 optik mikroskopida bajariladi. Mikroqattiqlik izning diagonal qiymati bo'yicha baholanadi.

Toliqish deb, takror-o'zgaruvchan kuchlanish ta'siri ostida material shkastlanishining asta-sekin to'planib, darzlar paydo bo'lishiga va yemirilishiga sabab bo'ladigan jarayonga aytiladi. Metall toliqishi metallmas aralashmalar, gaz pufakchalari, turli mahalliy nuqsonlari va hakoazolari bo'lgan ayrim joylarda kuchlanishning konsentratsiyalanishi natijasida yuzaga keladi. Ko'p marta nagruzka ta'sir qilishi natijasida namunaning yemirilishidan hosil bo'ladigan va

tasdiq ko'rinishidan ikki xil bo'lgan qismdan iborat toliqish sinishi asosida hisoblanadi.

Singan joyning tekis sirtga ega bo'lgan bir qismida I darz paydo bo'lgan yerda sirtlarning o'zaro ishqalanishi natijasida hosil bo'ladi (bu o'zaro tekislikning ta'siridan paydo bo'ladi). Singan joyning zarrali sirtga ega bo'lgan boshqa qismini namuna qizdirilayotgan paytda paydo bo'ladi.

Toliqishga sinash maxsus mashinalarda bajariladi. Sinashlar o'rtasida toliqish qarshiligini xarakterlovchi chidamlilik chegarasi aniqlanadi.

Chidamlilik – bu materialning toliqishga qarshi tura olish xossasidir. Chidamlilik chegarasi belgilangan yuklanishlar sikli soniga o'rtasida yemirilmasdan chiday oladigan maksimal kuchlanishdir. Chidamlilik chegarasi bilan mustahkamlik chegarasi o'rtasida quyidagi taqribiy bog'lanish mavjud:

**Texnologik xossalari.** Metallarning bu xossalari sovugan va qizdirilgan holatlarda ularga ishlov berish xususiyatini xarakterlaydi. Metallarning texnologik xossalari ularga ishlov berish usullariga bog'liq ekanligi haqida sifatli ma'lumot beruvchi texnologik xossalarda aniqlanadi. Texnologik sinalgan namuna ko'zdan ko'riniladi. Namunada darzlar, shilingan, singan yoki ko'chgan joylar bo'lmasa, u sinovga bardosh bergan hisoblanadi. Asosiy texnologik xossalarga kesib ishlanuvchanlik, payvandlanuvchanlik, bog'lanuvchanlik, quyilish xossalari va boshqalar kiradi.

Kesib ishlanuvchanlik eng muhim texnologik xossalaridan biri hisoblanadi, chunki ko'pgina xom-ashyolar, 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 osongin ishlanadi. Sirtida tirmalgan 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 yaqin turgan payvand birikmalar hosil qila olish xususiyatidir. U payvandlangan namunani bukish va cho'zishga sinab ko'rib aniqlanadi.

Bolg'alanuvchanlik metallga sovugan yoki qizdirilgan holatda uni yemirilish alomatlarisiz bosim ostida ishlov berish xususiyatidir.

Bolg'alanuvchanlik namunani berilgan darajagacha deformatsiyasiz temirchilik usulida bolg'alab aniqlanadi. Namunaning cho'kch baliandligi, odatda, uning ikkilangan diametriga teng bo'lishi kerak. Agar uning yon sirtida darzlar paydo bo'lmasa, bunday namunani sinovga bardosh bergan, tekshirilayotgan metall esa bosim ostida ishlov berishga yaroqli hisoblanadi.

Materiallarning quyilish xossalari ularning darzsiz bo'shliqlar va boshqa nuqsonlarsiz quyma hosil qila olish xususiyatini xarakterlaydi. Asosiy quyilish xossalariga suyuq holatda oquvchanlik, kirishuvchanlik va likvasiya 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 quyilmalarda kirishuvchanlik bo'shliqlari va g'ovaklari hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Likvasiya qotishmalarning kristallanishida paydo bo'ladigan kimyoviy tarkibining bir jinlimasligidadir. Bu qotishmalar toza metallarga qaraganda qat'iy bir temperaturada emas, balki temperaturasi oralig'ida kristallanish bilan tushuntiriladi. Qotishmaning kristallanish temperatura intervali qancha katta bo'lsa, likvasiya shuncha tez rivojlanadi. Bunda kristallanish temperatura oralig'iga kuchli ta'sir qiladigan qotishma komponentlari (po'lat uchun oltingugurt, kislorod, fosfor, uglerod) likvasiyaga ko'proq moyil bo'ladi.

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

Yoyilishga chidamlilik materialning yeyilishiga, ya'ni ishqalanish tufayli buyum tashqi sirtining yemirilishidan o'lcham va shakli asta-sekin o'zgartirishga qarshilik ko'rsata olish xususiyatidir. Metallarni yeyilishga sinash laboratoriya sharoitida namunalarda, real ekspluatasiya 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.

Ekspluatasion xossalariga shuningdek, sovuqbardoshlik, issiqbardoshlik, antifkasion xossalar va hakoazolalar ham kiradi.

### Uz o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:

1. Metallarga ta'rif bering?
2. Metallarning xossalari sanang va ularni xos xususiyatlarni ta'riflang?
3. Materialning qattiqligi deb nimaga aytiladi va uni o'lchash, qanday asboblari?
4. Metallar necha guruhga ajratiladi?
5. Rangli metallar guruhga kiruvchi metallarning xususiyatlarini ta'riflang?
6. Rangli metallarning mexanik xossalari ta'riflang?
7. Alyuminiy ishlab chiqarish texnologiyasida qanday reaksiyalar sodir bo'ladi?
8. Mis ishlab chiqarish texnologiyasida qanday jarayonlar sodir bo'ladi?

### III BOB. QOTISHMALAR. QOTISHMALAR TO'G'RIDA UMUMIY MA'LUMOT. QOTISHMALARNING XOSSALARI

#### Qotishmalar haqida asosiy ma'lumotlar

Toza metallarning mustahkamlik chegarasi kichik bo'lganligidan mashinasozlikda asosan ularning qotishmalari ishlatiladi. Metall qotishmalari deb, bir necha xil metallarni yoki metallarni metall bo'lmagan jismlar bilan suyuqlantirib (yoki qizdirib) aralashtirish natijasida olingan murakkab moddaga qotishma deyiladi.

Qotishmalarda sodir bo'ladigan protsessni o'rganish, shuningdek qotishmalarning tuzilishini tushuntirish uchun metallshunoslikda komponent, faza, sistema kabi tushunchalardan foydalaniladi. Sistemani hosil qiluvchi moddalarga komponentlar deyiladi. Toza metall bir komponentli sistemani, ikkita metalldan hosil bo'lgan qotishma esa ikki komponentli sistemani hosil qiladi va h.k. Abu jumladan, ko'rilayotgan temperatura oralig'ida tashkil etuvchi qismlarga dissotsiyalanmaydigan barqaror moddalar – kimyoviy birikmalar ham komponent bo'lishi mumkin. Masalan, rangli metall qotishmalari komponentlariga metallar (masalan, rux, mis bilan birikkanda latun hosil bo'ladi), temir uglerodli qotishmalarda komponentlariga tarkibida oz miqdorda metallmas moddalar bo'lgan metallar (temir uglerod bilan birikkanda cho'yan va po'lat hosil bo'ladi) kiradi.

Bir xil tarkibga, bir xil agregat holatiga ega bo'lgan hamda sistemaning boshqa qismlaridan bo'lish sirti bilan ajratilgan sistemaning bir jinsli qismi faza deb ataladi.

Bo'lish sirtidan o'tishda moddaning kimyoviy tarkibi va strukturasi sakrab o'zgaradi. Ma'lum tashqi sharoitlarda (bosim, temperatura) muvozanat holatda bo'luvchi fazalar yig'indisi sistema deb ataladi. Masalan, bir jinsli suyuqlik (suyultirilgan metall) bir fazali sistemadan iborat. Toza metall kristallanishida sistema ikkita fazadan, ya'ni suyuq (suyultirilgan metall) va qattiq (kristallangan metall zarralari) dan tashkil topadi. Yana misol ikki xil kristallning mexanik aralashmasi ikki fazali sistemani hosil qiladi, Chunki har bir kristall o'zining tarkibi va tuzilishi bilan bir-biridan farq qiladi hamda bir-biridan bo'lish sirti bilan ajratilgan bo'ladi. Bir fazali strukturaga ega bo'lgan qotishma deb ataladi. Qotishma strukturasi deyilganda

mikroskop ostida ko'rinadigan fazalarning o'zaro joylashishi, ularning shakli va o'lchamlari tushuniladi.

Qotishmadagi komponentlar suyuq va qattiq eritmalar, kimyoviy tarkimlar va mexanik aralashmalar hosil qilishi mumkin.

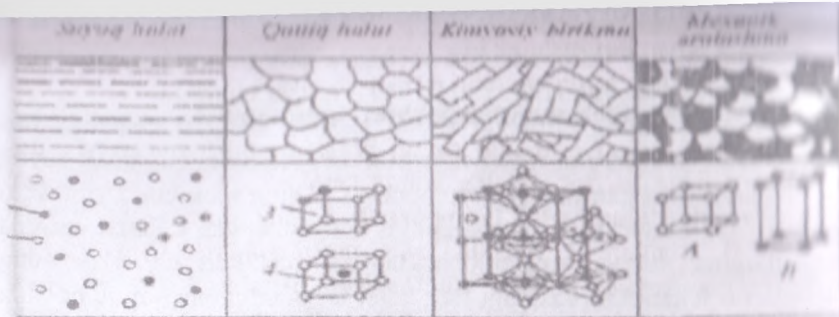
Bir jinsli suyuq eritmalar suyuq holatda istalgan nisbatiga bir-birida eriydigan barcha metallar uchun xarakterlidir. Bir jinsli suyuq eritmada eritiladigan metall (komponent) A ning atomlari 1 erituvchi metall B atomlari 2 orasida tekis taqsimlangan. Faqat ozgina metallariga suyuq holatda cheklangan metallariga o'zlarining tarkimlarini o'lchamlari orasidagi farq katta bo'lganligidan suyuq holatda kristallanish va qotishmalarining qotish jarayonida komponentlarning o'zaro ta'siri turlicha bo'lishi mumkin.

Suyuq holat	Qattiq holat	Kimyoviy tarkim	Mexanik aralashma

Qattiq eritmalar bir jinsli suyuq eritmalarining qattiq holatga o'tishi natijasida hosil bo'ladi. Qattiq eritmada qotishma tarkibiga birinchi moddalardan biri o'zining kristall panjarasini saqlaydi, boshqa modda ayrim atomlar ko'rinishida birinchi moddaning kristall panjarasidan taqsimlanadi.

Qattiq eritmalar ikki xil bo'ladi: o'rin olish qattiq eritmaları va qotish qattiq eritmaları. Qattiq eritmalar turidan qat'i nazar bir fazali bo'ladi.

O'rin olish qattiq eritmalarida kristall panjaradagi bir komponentning atomlari boshqa komponent atomlari bilan o'rin olishadi. O'rin olish qattiq eritmaları temirning xrom, nikel va boshqa elementlar bilan hosil qilgan qotishmalarida kuzatiladi. O'rin olish qattiq eritmaları tartibsiz qattiq eritmalar deb ham ataladi.



Ikkita A va B metalldan tashkil topgan turli qotishmalar elementlar yacheykasining strukturasi va tuzilishi:

1-a metallning atomlari; 2-b metallning atomlari; 3-o'rin olish qattiq eritmasi; 4-singish qattiq eritmasi;

Singish qattiq eritmalarida erigan komponentning atomlari boshqa komponent – eritgich kristall panjarasining atomlari o'rnidagi bo'shliqqa singadi. Singish qattiq eritmaları temirning vodorod, azot, bor bilan qotishmalarida hosil bo'ladi.

Kimyoviy birkmalar. Turli metallardan yoki metall va metallmas moddadan qotishma hosil bo'lganda paydo bo'ladi. Kimyoviy birkma elementlari atomlari sonining nisbati  $A_nB_m$  formula bilan ifodalaniladi. Kimyoviy birkmalar toza metallar kabi o'zgarishsuz suyuqlanish temperaturasi ega bo'lib, odatda, qattiqligi yuqori va anchagina mo'rt bo'ladi.

Ikkita A va B komponentning mexanik aralashmasi qotishma komponentlari kristallanganda qattiq holatda bir-birini eritib olmaydigan hamda kimyoviy reaksiyaga kirishib birkma hosil qila olmaydigan yuzaga keladi. Mexanik aralashma to'yingan ikkita qattiq eritma zarralaridan yoki qattiq eritma zarralari va kimyoviy birkmadan tashkil topishi mumkin. Bunda qotishma yetarli darajada yirik bo'lib, mikrostrukturada aniq ko'rinadigan A va B kristallardan tashkil topadi. Qotishmaning rentgenogrammasi A va B komponentlarning ikkita panjarasi borligini aniq ko'rsatadi.

Metall va qotishmalar tuzilishi o'zgaradigan temperaturalar kritik nuqtalar deb ataladi. Suyuqlanish va qotishda toza metallar bitta kritik nuqtaga, qotishmalar esa ikkita kritik nuqtaga ega bo'ladi. Bu ikkita

... va eritma'da qotishmada suyuq qotishma va kristall deb ataladigan  
... bilan birga mavjud.

### **Mexanik aralashma, kimyoviy birikma, qattiq eritma**

... va sodan ortiq elementlarni (metallarni metallar bilan yoki  
... metallarni metalloidlar bilan) birga suyuqlantirish, qizdirib  
... qotishma va boshqa yo'llar bilan olingan murakkab birikmaga  
... qotishma deyiladi.

Qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarni atom diametrlari  
... bo'lsa, kristall panjara turiga va ularni suyuqlanish temperaturasi-  
... ga ko'ra qotishmalar: mexanik aralashma, kimyoviy birikma va qattiq  
... eritmaga bo'linadi.

1. **Mexanik aralashma.** Agar qotishma tarkibiga kiruvchi  
... elementlarni atomlari kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay, bir-  
... biridan qochsa, qotishma tarkibiga kiruvchi har bir element atomlari  
... qattiq holatda mustaqil kristallar hosil qiladi. Hosil bo'lgan kristall  
... tuzilishi mexanik aralashmasidan tuzilganligi uchun mexanik  
... aralashma deb aytiladi. Qotishmani kristallanish sharoitiga ko'ra  
... mexanik aralashma turli shakl va o'lchamli kristallardan iborat  
... bo'lishi mumkin.

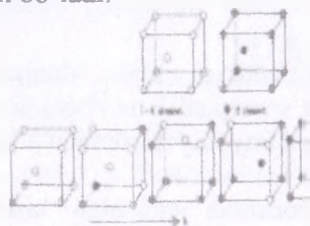
2. **Kimyoviy birikma.** Agar qotishma tarkibiga kiruvchi  
... elementlarning atomlari kristallanish jarayonida o'zaro kimyoviy  
... reaksiya atalar bunday elementlar kimyoviy birikma hosil qiladi.  
... Kimyoviy birikmani kristall panjarasi murakkab, metall va  
... oksidlar birikib hosil qiladi.

3. **Qattiq eritma.** Qotishmaga kiruvchi elementlar biri  
... ikkinchisida erib, qotganda sof metall kabi kristall panjarali struktura  
... hosil qiladi. Misol: Temir  $\rightarrow$  C, Ni, Mg, Si, va boshqa elementlar bilan,  
... Temir  $\rightarrow$  Ni, Zn, Al, Si va boshqa elementlar bilan qattiq eritma hosil  
... qiladi.

Qattiq eritmalar hosil qilishda qotishma tarkibidagi qaysi  
... elementni kristall panjarasi saqlanib qolsa, shu element erituvchi  
... element deb, kristall panjarasi saqlanmagan elementni esa, eruvchi  
... element deb aytiladi va A(V) A-erituvchi, V-eruvchi.

Qotishmalar tarkibiga kirgan elementlarni o'zaro munosabatlariga ko'ra elementlarni eruvchanligi turlicha bo'ladi. Misda nikel, mis va mis xohlagancha eriydi.

Hamma metallar ham bir-birida yaxshi erimaydi. Ba'zilar yaxshi, o'rta, yomon va erimasligi ham mumkin. Rentgen nurlari yordamida tekshirilganda shu narsa aniqlandiki, eruvchi element atomlari bilan erituvchi element atomlari o'rin almashuvi natijasida qattiq eritma hosil bo'ladi.



3-1-rasm Kristall panjaralarda atomlarni joylashish sxemasi

V elementni atomlari A elementni atomlarini siqib chiqaradi va natijada A elementidan V elementi hosil bo'ladi. Atomlari bunday o'rin almashuvi uchun A va V elementlarni kristall panjaralari bir xil bo'lishi va atomlar radiuslari bir-biriga yaqin bo'lishi kerak.

Odatda, qotishmani hosil qiluvchi asosiy komponentlardan tashqari qotishma tarkibida oz miqdorda boshqa elementlar ham mavjud bo'ladi va ularni primeslar deb yuritiladi. Bu primeslar qotishmaga rudani eritib olayotganda yoki qotishma eritilayotganda tushadi. Ular qotishmani xossalariiga aytarli ta'sir etmaydi.

**Qattiq eritmalar** bir jinsli suyuq eritmalarining qattiq holatga o'tishi natijasida hosil bo'ladi. Qattiq eritmada qotishma tarkibiga kiruvchi moddalardan biri o'zining kristall panjarasini saqlaydi, boshqa modda ayrim atomlar ko'rinishida birinchi moddaning kristall panjarasidan taqsimlanadi.<sup>1</sup>

Qattiq eritmalar ikki xil bo'ladi: o'rin olish qattiq eritmaları va singish qattiq eritmaları. Qattiq eritmalar turidan qat'i nazar bir fazali bo'ladi.

O'rin olish qattiq eritmalarida kristall panjaradagi bir komponentning atomlari boshqa komponent atomlari bilan o'rin almashadi. O'rin olish qattiq eritmaları temirning xrom, nikel va boshqa elementlar bilan hosil qilgan qotishmalarida hosil bo'ladi. O'rin olish qattiq eritmaları tartibsiz qattiq eritmalar deb ham atiladi.

Singish qattiq eritmalarida erigan komponentning atomlari boshqa komponent – eritgich kristall panjarasining atomlari orasidagi bo'shliqlarga singadi. Singish qattiq eritmaları temining vodorod, azot, bor bilan qotishmalarida hosil bo'ladi.

**Kimyoviy birikmalar.** Turli metallardan yoki metall va metallar moddadan qotishma hosil bo'lganda paydo bo'ladi. Kimyoviy birikma elementlari atomlari sonining nisbati  $AnBm$  formula bilan ifodalanyladi. Kimyoviy birikmalar toza metallar kabi o'zgarishsiz suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lib, odatda, qattiqligi past va anchagina mo'rt bo'ladi.

Ikkita A va V komponentning mexanik aralashmasi qotishma komponentlari kristallanganda qattiq holatda bir-birini erita olmaydigan holatda ham kimyoviy reaksiyaga kirishib birikma hosil qila olmaydigan holatda yuzaga keladi. Mexanik aralashma to'yingan ikkita qattiq eritma zarralaridan yoki qattiq eritma zarralari va kimyoviy birikmadan tashkil topishi mumkin. Bunda qotishma yetarli darajada mo'rt bo'lib, mikrostrukturada aniq ko'rinadigan A va V kristallardan tashkil topadi. Qotishmaning rentgenogrammasi A va V komponentlarning ikkita panjarasi borligini aniq ko'rsatadi.

Metall va qotishmalar tuzilishi o'zgaradigan temperaturalar kritik nuqtalar deb ataladi. Suyuqlanish va qotishda toza metallar bitta kritik nuqtaga, qotishmalar esa ikkita kritik nuqtaga ega bo'ladi. Bu ikkita kritik nuqta oralig'ida qotishmada suyuq qotishma va kristall deb ataladigan ikkita faza mavjud.

### **Temir-uglerod qotishmasining holat diagrammasi**

Holat diagrammalari qotishmalarning temperatura va komponentlar konsentratsiyasiga bog'liq holda faza holatining grafik tasvirlaridan iboratdir. Holat diagrammalari muvozanat holatlari uchun, ya'ni juda kichik sovish tezligida yoki uzoq muddat qizdirilganda qotishma erishadigan holat uchun quriladi. Qotishmalarning muvozanat holatdagi diagrammalari nazariy diagrammalar hisoblanadi, chunki amalda haqiqiy muvozanat holat juda kam uchraydi. Ko'pincha qotishmalar metamuntazam holatda, ya'ni tekislangan turg'un holatda bo'ladi.

Har qanday qotishmani holat diagrammasini chizish va boshqarishda masshtabda gorizontal bo'yicha qotishmani % miqdori, (chap tomon toza qo'rg'oshin, o'ng tomoni toza surma qotishmalari) qo'yiladi.

Vertikal bo'yicha kritik nuqtalarni hamda surma va qo'rg'oshin erish nuqtasini ( $327^{\circ}\text{C}$ ,  $630^{\circ}\text{C}$ ) masshtabda belgilab chizamiz.

Pastdagi kritik nuqtalarni birlashtirib (246) DE chiziqni yuqoridagi kritik nuqtalarni birlashtirib AV va VS egri chiziqlarini o'z ichiga olamiz. Ikkila egri chiziq V nuqtada ya'ni DE to'g'ri chiziqda kesishadi.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, qotishmalarni qotish boshlanishi nuqtalari har xil bo'lib, qotish va kristallanishi bir nuqtada ekan. Aralashmalarni ichida faqat 13% surma va 87% qo'rg'oshin kristallanishini boshi va oxiri kritik nuqtasi bitta bo'lib, bir nuqtada qotar ekan. Diagrammani tahlil qilamiz. AVS chiziqdan yuqoridagi qotish hamma qotishmalar suyuq holda bo'lib, bu chiziqni likvidus chiziq deb aytiladi, (lotin tilida – suyuq degan ma'noni bildiradi). DVI chiziqni pastki qismida hamma qotishmalar qattiq holatda bo'lib, DVE chiziqni solidius deb aytiladi (solidius- lotincha qattiq degan ma'noni bildiradi).

Holat diagrammasida V nuqtada (13% surma va 87% qo'rg'oshin), surma bilan qo'rg'oshinni kristallanishi bir nuqtada bo'ladi hamda surma va qo'rg'oshin kristallaridan iborat mexanik aralashma hosil bo'ladi.

Bunday qotishmani evtektik aralashma deb aytiladi. Evtektik qotishmalar eng past erish temperaturasiga ega bo'lib mikrostrukturasi yaxshi aralashgan bo'ladi. 13% dan kam surma bo'lgan qotishmani evtetikkagacha va 13% ko'p surma bo'lgan qotishma evtetikadan keyingi qotishma deb yuritiladi.

Evtetikadan keyingi qotishmalarni qotish jarayon VS chiziq bo'ylab suyuq qotishmada surma kristallari ajralib boradi. DE chiziq bo'ylab esa evtetika qota boshlaydi. Evtektikagacha bo'lgan qotishmalarda AV chiziq bo'ylab qo'rg'oshin kristallari ajralib boshlaydi, DE chiziq buyicha esa evtektika qota boshlaydi.

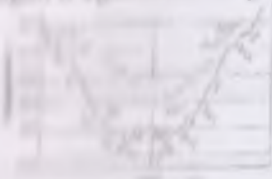
Agarda qotishma sekinroq sovitilsa DV bo'yicha qo'rg'oshin zarralari solishtirma og'irligi og'ir bo'lgani uchun cho'kma shaklida aralashmani pastki qismiga to'planib qolishi mumkin. Bunday hodisani likvasiya deb yuritiladi. Evtetikani esa solishtirma og'irlik kichik bo'lgani uchun yuqori qatlam hosil qiladi. Qotgandan so'ng

bu ko'lgan qotishma quyva buyumlar olish uchun yaroqsizdir, chunki strukturasi bir xil emas. Xuddi shunday hodisani eitektikadan ko'rib qotishmalarda ko'rish mumkin. Bunday qotishmani asta-sekin qotishda, eitektika aralashmasini solishtirma og'irligi katta bo'lgani uchun alohida hosil bo'ladi. Surmaning solishtirma og'irligi kichik bo'lgani uchun quyva yuzida qatlam hosil bo'ladi.

**Temir uglerodli holat diagrammasi.** Yuqorida ko'rilgan fundamental holat diagrammasidan texnikada ko'p foydalaniladigan po'lat va cho'yaning ko'rib chiqamiz. Po'lat va cho'yan tarkibida ozroq uglerod aralashmalarini bo'lishi uni erish nuqtasiga aytarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Funda Fe-C diagrammasi po'lat va cho'yan haqidagi fundamental holat diagrammasi.

Uglerod temir bilan kimyoviy birikma (sement) yoki erkin holda qotish shaklida birikkan bo'lishi mumkin). Shunga binoan ikkita fazaga mavjud sement va grafit. Temir va uglerod aralashmasini qizdirib olib, o'zaro eritib olib, sovuq qizdirganda va sovutganda sodir bo'ladigan o'zgarishlar diagrammasini ko'ramiz<sup>1</sup>.



1. Temir temirni sovush va erish grafit

Grafikda temirni sovush va erish egri chizig'i berilgan. Ma'lumki Fe-1539°C da eriydi. 539°C gacha bir nechta kritik nuqtalarni bo'lishi, temirni qizdirganda bir nechta allotropik shakl o'zgarishi ko'rsatadi. Temirni qizdirganda va sovutganda egri

o'zgarishi temir ma'lum darajaga yetganda birmuncha vaqt davomida temirni poy'onalari bilan ifodalangan. Bu poy'onalar temir qizdirganda ham, qiziganda ham unda qandaydir o'zgarishlari sodir bo'lgani ko'rsatadi.

Temirni qizdirganda sodir bo'ladigan bu o'zgarishlar vaqtida berilgan berilgan issiqlikni o'ziga oladi, sovuganda ro'y beradigan o'zgarishlar vaqtida metallardan issiqlik ajraladi. Temir 768°C dan past bo'lgan holatida magnit xossasiga ega bo'lib kristall panjarasi

<sup>1</sup> Fundamentals of materials science and engineering, 2013. 379-b. Mazmun mohiyatidan

markazlashgan ko'p panjara bo'ladi. Temirni bu shakli  $\alpha$  temir ataladi.

Temperatura  $768^{\circ}\text{C}$  dan oshganda temir magnitsizlanadi va  $\beta$ -shakli o'zgarib temirni  $\beta$ -temir deb yuritiladi.

$900-910^{\circ}\text{C}$  da temirda kristall panjara o'zgarib tomonlari markazlashgan kub shaklini oladi.

Temir va uglerod qotishmalarini o'rganayotganda  $910^{\circ}\text{C}$  da sodir bo'ladigan o'zgarishlar ayniqsa katta ahamiyatga ega. Temirni issiq suv nurlari bilan tekshirganda kristall panjaralarni o'zgarishini ko'rib chiqish mumkin, bunda temirga berilgan issiqlik ana shu o'zgarishga bog'liq bo'lib egri chiziq to'xtab pog'ona hosil qiladi va  $\alpha$ -temirga aylana. Tomonlari markazlashgan panjara temiri  $1400^{\circ}\text{C}$  qizdirilganda o'zgarmaydi va temperatura  $1401^{\circ}\text{C}$  da temirda kristall panjara yene o'zgaradi va markazlashgan kub holiga o'tadi. Suyuq temir sovutib vaqtida hamma o'zgarishlar teskari tartibda takrorlanadi. Metall suyuq holga kelganda kristall panjara cho'ziladi va atomlar tartibsiz harakatda bo'ladi.

Temir qattqlik holatida 2 xil fazoviy kristall panjaraga ega bo'lgan 3 xil ko'rinishda bo'ladi.<sup>1</sup>

Uglerod atomlari temir panjarasida joylashganda uglerod temir bilan qattiq eritma hosil qiladi. ( $\alpha$  Fe)

Bu eritma ferrit deb,  $\alpha$  Fe qattiq eritma austenit deb aytiladi.

Uglerod Fe da yaxshi eriydi. Uglerodni temirda eruvchanlik temperaturaga bog'liq.  $720^{\circ}\text{C}$  da uglerod maksimal 0,05% erishi mumkin. Magnit xossasiga ega, elektrni yaxshi o'tkazadi, tekshirish temperaturada uglerod 0,006% gacha erigan holda bo'ladi. Austenit  $\alpha$  Fe uglerod 2% eriy oladi.  $1130^{\circ}\text{C}$  a-temir anchagina uglerodni eritish qobiliyatiga ega. Termik va kimyoviy termik operatsiyalar bajarish imkoniyatini tug'diradi.

Agarda temirni  $910^{\circ}\text{C}$  dan yuqoriroq temperaturaga qizdirsak, temir yirik donli bo'lgan bo'lsa, mayin strukturaga ega bo'ladi.

1868 yilda rus olimi Chemov tomonidan po'latdagi uglerod miqdoriga qarab kritik nuqtalarni mavjudligi aniqlangan. Temir

<sup>1</sup> William F Smith Foundations of materials science and engineering, 2013, 81-b. Mazmun nolizmatida foydalanildi

Ushbu sug'ur miqdori 6,67% bo'lib, kimyoviy birikma shaklida  $Fe_3C$  deb yuritiladi.

Sementit sug'ur kimyoviy birikma bo'lib, katta miqdordagi bo'lib ketadi.



1130°C - Temir uglerod qotishmalarini bular diagrammasi.

Shuning uchun kurmoqchi bo'lgan diagrammani temir Sementit yoki bo'lmasa temir-uglerod holat diagrammasi deb yuritiladi. Temir uglerod holat diagrammasi yuqorida ko'rilgan uslubda olingan kritik nuqtalar va temperaturalar asosida masshtablarda chiziladi. Tayyor chizilgan Fe -C holat diagrammasini tahlil qilaniz.(3 3-rasm)

ASD chiziq. Likvidus bo'lib, shu

temperatura bo'yida joylashgan hamma qotishmalar suyuq holatda bo'lib chiqib qat Solidus bo'ladi.

Ushbu diagramma xarakterini diagramma murakkab ekanini ya'ni 1 va 2 tipdagi diagrammalar yig'indisidan tashkil topganligini ko'rsatadi. A qotishma Ye nuqtigacha 2 tipdagi va Ye dan Fgacha 1 tipdagi diagramma bo'yida jaryonida aralashmadagi S miqdoridan qat'i qotishma paydo bo'lyab suyuq aralashmalardan qattiq eritmaning 1- qotishma paydo bo'la boshlaydi,(bunda uglerodni kristallari ) buni sementit deb yuritiladi.

Demak, ASD tohasida aralashma ikki fazadan, suyuq aralashma va sementit iborat bo'ladi.

Ushbu chiziq bo'yicha suyuq aralashmadan qattiq Sementitni sementit paydo bo'la boshlaydi.

1130°C da Fe sementitni bir qancha kristallari paydo bo'lib S nuqtada suyuq aralashmadagi qolgan Sementit kristallanadi va evtektik qotishma hosil qilib (4,3%C) 1130°C da qatadi. Demak , YeSF qotishma sementit to'la qotib bo'ladi.

1130°C dan 723°C gacha ikki fazali aralashmadan iborat bo'lib suyuq sementit S nuqtada (4,3% S) bir vaqtning o'zida austenit va sementit qotishma hosil qilinadi.

Ushbu evtektik tarkibida 2-6,7% C bo'ladi bu qotishmani sementit deb yuritiladi.

Ye nuqta temirni uglerod (2%) bilan to'yingan nuqtasi hisoblanadi. Ye nuqtadan chap tomonda yotgan hamma qotishmalar to'la qotgan vaqtda austinitni bir o'zidan iborat bo'lib bunday qotishmalar po'lat guruhini hosil qiladi.

Qotgan qotishmadagi o'zgarishlarni ko'ramiz. GSE, RSK va GRQ chiziqlari ko'rsatib turibdiki qotgan aralashmalarda ham struktura o'zgarishlari yuz beradi.

Qattiq holatdagi o'zgarishlar temir bir modifikatsiyasidan ikkinchi modifikatsiyasiga o'tishda va uglerodni temirda eruvchanligini o'zgarishi hisobiga bo'ladi.

Diagrammada AGSE sohasida austenit(A) bo'lib, qotishma sovushi davomida austenitdan GS chiziq bo'ylab ferrit ajraladi. Ferrit uglerodning  $\alpha$  Fe dagi qattiq eritmasi. Boshqacha qilib aytak  $\gamma$  Fe  $\alpha$  Fe o'tadi. Bundan tashqari temperatura  $1130^{\circ}$  C dan  $723^{\circ}$  S pasayishida uglerodni  $\gamma$  Fe eruvchanligi 2% dan 0.8 % gacha qisqaradi.

Diagrammada SE chiziq bo'yicha austenitdan ikkinchi sementit ajraladi.

Ikkinchi sementit qattiq qotishmadan ajraladi.

GSR sohasi ikki fazadan iborat diagrammani, ya'ni ferrit va bo'linuvchi, o'zgaruvchi austenitdan iborat.

S nuqtada (0.8%C)  $723^{\circ}$  C hamma austenit bo'linib, o'zgarib mayin mexanik aralashma hosil qiladi. ( ferrit va ikkilamchi Sementitdan iborat) evteoid bu sistemada perlit deb ataladi. Demak S nuqtadagi 0.83 % S da bo'lgan po'lat evteoid aralashma deb ataladi. Tarkibida 0.8 % kam uglerod bo'lgan po'latlarni evteoidgacha bo'lgan, po'latlar va tarkibida 0.8 % -2 % S bo'lgan po'latlarni evteoiddan keyingi po'latlar deb ataladi.<sup>1</sup>

RSK chiziq bo'yicha barcha qotishmalarda qolgan hamma austinitni bo'linib erib bo'lib perit hosil bo'ladi. Shuning uchun RSK chiziq perlit hosil qiluvchi chiziq deb yuritiladi. Diagrammadan S va C chiziqlarni bir biriga solishtirsak quyidagilarni ko'ramiz:

1)S nuqtadan yuqori suyuq aralashma, S nuqtadan yuqorisi esa qotgan austinit

<sup>1</sup> William F.Smith Foundations of materials science and engineering, 2013. 78-b. Mazmun mohiyatidan foydalanildi

2) S nuqtada AS va SD chiziqlari uchrashgan bo'lib, suyuq aralashmadan kristall paydo bo'lishini ko'rsatadi.

t nuqtadan GS va SE chiziqlari uchrashgan bo'lib, qotgan aralashmani ikkilamchi kristallanishni ko'rsatadi.

3) S nuqtada 4.3% C li suyuq aralashma bo'lib, kristallanib Ledeburit evtektika hosil qilsa S nuqtada esa, 0,8% C li aralashma katta kristallanib perit hosil qiladi.

4) S nuqta sathida FE evtektik-ladeburit chiziq yotgan bo'lsa, S nuqta sathida esa RK chiziq evtentaid-perit chiziq yotibti.

5) S nuqta birlamchi kristallanish markazi bo'lsa, S nuqta esa qotishmani ikkilamchi kristallanish markazi hisoblanadi.

Temir uglerod qotishmasini suyuq holatdan asta-sekin ( soatiga 10 dan) uy temperaturasiga sovutilib borilganda tubandagi strukturani ko'ramiz. Ferrit, Sementit, austinit, perit va ledeburit.

a) Ferrit (F) uglerodni alfa temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, bu eritmada uglerod 0,3 miqdorda (0da 0,006%) bo'ladi. Ferrit texnik toza temirdir.

Ferritni mexanik xossalari tubandagicha:

Qattiqligi  $NV=8-10 \text{ N/mm}^2$  (Brinell bo'yicha)

Nisbiy cho'ziluvchanligi  $\delta=30-40\%$  t Cho'zilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasi  $\sigma_v=26-30$

v) Sementit (S) temir bilan uglerodni kimyoviy birikmasi ( temir karbidi), bo'lib birikma juda qattiq bo'lib, uni qattiqligi  $Nv=80 \text{ N/mm}^2$

s) Austenit (A) uglerodni gamma temirdagi qattiq birikmasi bo'lib bu eritmada uglerod 2% bo'lishi mumkin.

g) Perlit (P) ferrit bilan sementitni mayda donalarida hosil bo'lgan mexanik aralashma

d) Ledeburit (L) austinit bilan Sementitning mexanik aralashmasi bo'lib, bunday aralashma oq cho'yanni 1130 da qotishidan hosil bo'ladi.

Holat diagrammasini qurish uchun temperatura – konsentrasiya koordinata o'qlarining absissasida beshta qotishma tarkibi nuqtalar bilan belgilanadi va har bir nuqtadan vertikal chiziqlar chiqariladi. Shundan so'ng kritik nuqtalar qotishmalarning sovish egri chiziqlaridan bu vertikal chiziqlar ko'chiriladi. Chap va o'ng tomondagi temperatura koordinatalarida toza metallar – 100 % mis va

100% nikel kristallanishining temperaturalari belgilanadi. Barcha qotishmalar kristallanishining boshlanishi va tugallanishini bildiruvchi temperaturalarni egri chiziq bilan tutashtirib, mis-nikel sistemasi qotishmasining holat diagrammasi olinadi. Bu sistema komponentlari qattiq holatda cheklanmagan miqdorda eriy oladi. Mis va nikel qotishmasi ma'lum temperatura oralig'ida kristallanadi va qotadi. Diagrammada bu oraliq toza mis va nikel suyuqlanish nuqtalarini tutashtiruvchi ikkita chiziq bilan chegaralangan. Yuqorigi chiziq sovishda qotishning boshlanishini yoki qizdirilganla suyuqlanish tugashini bildirsa, pastki chiziq mos ravishda qotish tugashini yoki suyuqlanish boshlanishini bildiradi. Mis – nikel qotishmasining ko'rib o'tilgan holat diagrammasi uchta oblastga ega. Suyuq qotishma mavjud bo'lgan oblast mis va nikelning suyuqlanish nuqtalarini tutashtiruvchi yuqori chiziqdan balanda yotadi. Bu oblastning yuqori chegarasi likvidus, pastki chegarasi solidus chizig'i deb ataladi ("likvidus" lotin tilida suyuq, "solidus" esa qattiq degan ma'noni bildiradi)

Bu holat diagrammasidan qotishma kristallanishida qattiq va suyuq fazalar konsentrasiyasini aniqlash mumkin. Masalan, qotishma 3 uchun  $T_2$  temperaturada fazalar konsentrasiyasi  $m_1$  gorizontal chiziq bilan aniqlanadi, bu chiziq solidus va likvidus chiziqlari bilan kesishguncha davom ettiriladi,  $n_1$  nuqta qattiq faza konsentratsiyasini,  $m$  nuqta esa suyuq faza konsentratsiyasini bildiradi.  $t_3$  temperaturada faza konsentrasiyasi holat diagrammasida  $b_1$  nuqta bilan, suyuq faza konsentratsiyasi esa  $m_1$  nuqta bilan aniqlanadi. Yuqorida aytilganlardan kristallanish protsessida fazalar tarkibi, ya'ni suyuq faza likvidus chizig'i bo'ylab, qattiq faza esa solidus chizig'i bo'yicha o'zgaradi, degan fikr kelib chiqadi. Turli temperaturalarda suyuq eritmada cho'kadigan qattiq eritma kristallarining tarkibi o'zgaradi. U yoki bu qotishma ayrim kristallarining bir jinslimasligi kristallararo yoki dendrit likvasiya deyiladi. Likvidus va solidus chiziqlari orasidagi masofa qancha katta bo'lsa, dendrit likvasiya ham shuncha katta bo'ladi.

## Temir uglerodli qotishmalar, po'latlarning turlari, ishlatilishi. Legirlangan po'latlar

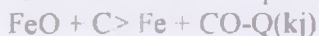
Temir-uglerod qotishmalariga bo'lgan ehtiyojning tobora ortishi ishlab chiqarish usullarini takomillashtirish bilan birga xossalarini yaxshilash maqsadida olib borilayotgan izlanishlar qator muammolarni hal etdi va etmoqda. XIX asrning 30-yillarida rus injeneri P. A. Anosov dunyoda birinchi bo'lib po'latlarning strukturasi o'rganishda mikroskopdan foydalandi. 1868 yilda D.K. Chernov po'latlarni kritik temperaturalar vaziyati va tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liqligini holda struktura o'zgarishlari sabablarini aniqladi. Shu bilan birga D. K. Chernov Fe-S qotishmasining holat diagrammasini tuzish uchun dastlabki zarur muammolarni hal etdi. Shundan bir necha yil keyin fransuz olimi F. Osmond Le-Shatele pirometri yordamida Fe-S qotishmalarining kritik nuqtalari vaziyatini aniqlab, strukturalarga nom berdi. Qotishmalarni ma'lum temperaturagacha qizdirilganda qattiq eritmalar hosil bo'lishini ingliz olimi R. Austen, fransuz olimi Le-Shatele, rus olimi A. A. Baykov va N. T. Gudsovlar aniqladilar.

Golland olimi Rozebom va ingliz olimlari V.Yum-Rozeri, Austenlar D. Gibbsning fazalar muvozanat nazariyasidan foydalanib, Fe-S qotishmasining dastlabki holat diagrammasining birinchi variantini tuzdilar.

Fe-S qotishmalarining holat diagrammasi butun dunyo olimlarining uzoq yillar davomida olib borgan ishlari natijasidir.

Konstruksion po'lat asosini 1,2 foiz uglerod bilan temir va uglerod qotishmalari mavjud. Biroq, po'latlarning aksariyati kam 0,5 foiz uglerod o'z ichiga oladi. Po'lat temir uglerod tarkibi talab darajasiga kamayadi, qadar qaragan temir bilan uglerod va boshqa begona moddalar oksidlovchi tomonidan amalga oshiriladi.

Po'lat ichiga qaragan temir aylantirish uchun eng tez-tez ishlatiladigan jarayon Basic- kislorod jarayon taxminan 30 foizi temir hurda uchun bu jarayon qaragan temir va qadar kislorod nayza joylashtirilgan qaysi bir barrel shaklli chidamli-astarli converter ichiga narxlanadi. Lattani nayza Pure kislorod, temir oksidi hosil qilish uchun suyuq hammomida bilan reaksiyaga. po'lat uglerod keyin karbon monoksit tashkil qilish, temir oksidi bilan reaksiyaga:



kislorod reaksiya boshlanadi oldin, shlaklar hosil upalari (ayniqsa, ohak) nazorat miqdorda qo'shiladi. Bu jarayonda, po'lat uglerod tarkibi keskin bunday oltingugurt va fosfor (Fig. 9,3) kabi aralashmalarning konsentratsiyasi kamayishi bilan birga 22 daqiqa tushirib mumkin.

Konverterdan erigan po'lat stasionar plastinalarni quyma yoki contin uously uzoq bo'limlar vaqti-vaqti bilan kesib qaysi uzoq plitkalar tashlanadigan bo'ladi.

Ma'lumki, temirning uglerodli qotishmalarida uglerod, temir karbidi ( $Fe_3C$ ) yoki grafit tarzda bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra, G'e-S qotishmalari temir karbit va temir-grafitli holat diagrammalariga ajratiladi

Amalda ishlatiladigan Fe-C qotishmalarida uglerodning miqdori 4,5—5% ortmagani uchun Fe- $Fe_3S$  qotishmalarining holat diagrammasini umumiy holda o'rganish bilan kifoyalanamiz.

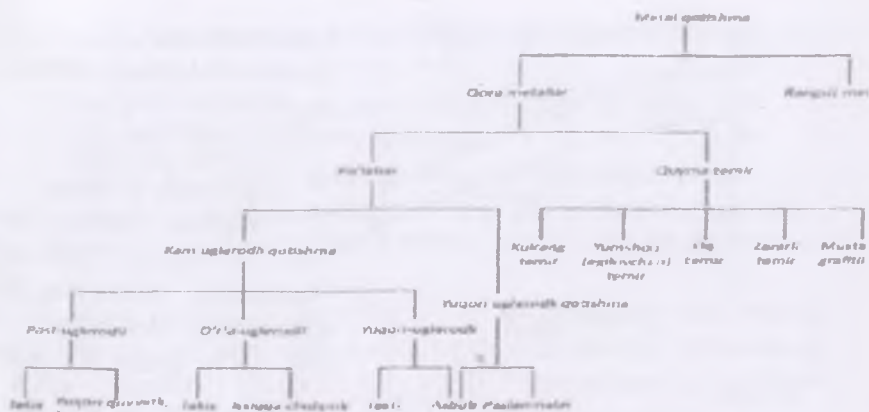
**Temir asosli qotishmalar.** Temir asosli qotishmalar – shunday materiallarki, tarkibida temir asosiy komponent hisoblanadi – boshqa istalgan metallar bilan solishtirganda, ishlab chiqarilishi ko'lami bo'yicha eng ko'p miqdorga ega, bundan tashqari qolgan material turlaridan ko'ra muhandislik konstruksiyasining eng muhim materiali hisoblanadi.

Bu materialning keng tarqalganiga asosiy uchta sabab quyidagilardir:

- 1) Temir birikmalarining yer po'stlog'ida ko'p miqdorda ekanligi;
- 2) Temir va uning qotishmalarini ishlab chiqarish tozalash va qayta ishlash nisbatan arzonligi;
- 3) Temir asosli qotishmalarni fizik va mexanik xossalarini boshqarib keng qo'llash mumkin.

Temir asosli qotishmalarning asosiy kamchiligi – bu ularning korroziyaga moyilligidir.

Quyidagi bo'lumda po'lat va cho'yanlarning turli klasslarini va ularning tarkibi, mikrostrukturasi va xossalari ko'rib chiqiladi. Bu materiallarning klassifikatsiyasi iqtisodiy jihatga asoslangan sxemasi 3.4 rasmda keltirilgan



3.4-rasm. Temir asosli turli qotishmalarning klassifikatsiyasi

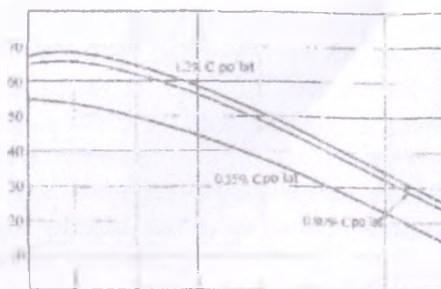
Po'lat, bu mashina va asbobsozlikda, qurilishda, shuningdek turli asboblarda tayyorlashda ishlatiladigan asosiy materialdir. Po'latlar nisbatan arzon bo'lib, ko'p miqdorda ishlab chiqariladi. Po'lat muhim mexanik, fizik-kimyoviy va texnologik xossalar kompleksiga ega. Po'latlar kimyoviy tarkibi, vazifasi, sifati, oksidsizlantirish darajasi va strukturasi ko'ra klassifikatsiyalanadi.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra klassifikatsiyasi. Kimyoviy tarkibiga ko'ra po'latlar uglerodli va legirlangan xillarga bo'linadi. Xossalari asosan uglerod miqdoriga bog'liq bo'lgan po'lat uglerodli po'lat deb ataladi. Uglerodli po'latlar uglerod miqdoriga qarab kam uglerodli (0,25% gacha S), o'rtacha uglerodli (0,25-0,6% S) va ko'p uglerodli (0,6% dan ko'p) xillarga bo'linadi.

Metallurgiya zavodlarida temir rudalaridan avval cho'yan, cho'yandan esa po'latlashlab chiqariladi. Uglerodli po'latlarning asosi temir (97-99,5%) bo'lganligi bilan unda ma'lum miqdorda (Mn,S,Si,P,Ni) va ba'zi tasodifiy qo'shimchalar (Cr,W,Cu) va boshqa elementlar ham bo'ladi. Temir uglerod qotishmalarining xossalari uglerodning ta'siri juda katta. Qotishmada uglerod miqdori ortgan sari uning puxtaligi ortib, plastikligi kamayib boradi.

Uglerodli po'latlarda doimo bo'ladigan elementlar miqdori ma'lum darajada, masalan: Mn-0,7%, Si-0,5%, P-0,005%, S-0,05% dan oshmasligi kerak.

Mashinasozlikda ishlatiladigan po'latlar ishlatish sohasiga va kimyoviy tarkibiga ko'ra guruhlarga bo'linadi. 3.5-rasm.



3.5-rasm.

hlatilishiga ko'ra:  
 Konstruksiya po'latlari;  
 Asbobsozlik po'latlari;  
 kimyoviy tarkibiga ko'ra:  
 Uglерodli po'latlari;  
 Legirlangan po'latlari;  
 Yuqorida keltirilgan 1  
 po'lat davomida toblangan  
 tartensitli temir uglерodli  
 qotishmalar tarkibida( 0.35%  
 dan 1.2% gacha C) mavjud

bo'ladi.<sup>1</sup>

Konstruksiya po'latlar tarkibida 0,6% gacha uglерod bo'ladi. Uglерodli konstruksiya po'latlar sifatiga ko'ra oddiy sifatli po'latlar, sifatli po'latlarga bo'linadi.

a) oddiy sifatli po'latlar - qurilish konstruksiyalari, armaturalari, simlar, parchin mixlar va boshqa buyumlar tarzida iste'molchilarga yuboriladi. Oddiy sifatli po'latlar davlat texnik nazorat 380-60 ga ko'ra 3 guruhga bo'linadi: A, B va V guruhga bo'linadi.

A guruhda mexanik xossalari garantiyalanadi.

B guruhda kimyoviy xossalari garantiyalanadi.

V guruhda mexanikaviy va kimyoviy xossalari garantiyalanadi.

A guruhda po'latlar St xarfi bilan 0,1,2...7 raqamlari bilan markalanadi. Raqam qancha katta bo'lsa po'latlarning mustahkamligi shuncha ortiq bo'ladi. Agarda raqam ishorasidan keyin KP bo'lsa po'lat qaynaydigan po'lat bo'ladi.

Masalan: St0, St1, St2, StZ, St4, St5, Stb, St7

B guruh po'latlar M.K.B St harflari va raqamlari bilan markalanadi.

Masalan: MSt0, MSt7, KSt0, KSt7, BSt1, BSt7

V guruh po'latlar asosan Marten usulida, kislorod haydaladigan konvertor usulida tayyorlanadi. VMSt1, VKSt2

b) sifatli po'latlar. Davlat texnik nazorati 1050-60 ga ko'ra po'latlarning mexanik va kimyoviy xossalari garantiyalanadi. Bu po'latlar kislorod tepasidan haydaladigan asosiy konvertorlarda

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering 406-b. Mazmun mohabatidan foydalanildi

tayyorlanadi. Sifatli po'latlar tarkibidagi marganesning miqdoriga ko'ra ikki guruhga bo'linadi.

I. Guruh po'latlarda marganes miqdori 0,8% bo'ladi.

II. Guruh po'latlarda 1,2% ga yetadi.

III. Guruh po'latlari raqamlar va tegishli miqdorlar bilan;

IV. Guruh po'latlar esa raqamlar va G harfi bilan markalanadi.

Masalan: I guruh po'latlar 05, 05 kp, 08, 10, 15, 20, 25, 30, ..., 85...

II guruh po'latlar 15g, 20g, ..., 70 g markadagi ikki xonali sonlar 100 ga bo'linadi. Shu marka po'lati tarkibidagi uglerodning o'rtacha miqdori chiqadi. G harfi marganesning miqdori oshirilganligini bildiradi.

Masalan: 15g-0,15% uglerod Mn = 0,8-1,2% gacha ekanligi ko'rsatadi.

Yuqoridagi markadagi po'latlardan 10, 15, 20, markali po'latlardan tayyorlangan detallar zarur bo'lgan taqdirda sementitlanadi ya'ni, sirtqi qatlamiga uglerod singdiriladi, 25, 30, 35 markali po'latlar termik ishlanadi bo'shatiladi. Tarkibida oltingugurt hamda fosfor miqdori oshirilgan po'latlar avtomat po'latlar bor. Davlat texnik nazorati - 1414-94 ga ko'ra A12, A20, AZO, A40g markalari mavjud.

Sifatli konstruksion uglerodli po'latlar (Davlat texnik nazorati 1050-94). Ular oddiy sifatli po'latlardan tarkibida oltingugurt, fosfor va boshqa zararli aralashmalar kamligi bilan, har bir markada uglerod miqdori tor chegarada bo'lib, ko'p hollarda kremniy va marganes (Mn) miqdori ko'p bo'lishi bilan farq qiladi.

Po'lat ikki xonali raqamlar bilan belgilanadi. Bu raqamlar uglerod miqdorini foizning yuzdan bir ulushini bildiradi. Bu po'latlar kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari garantiyalangan holda yetkazib beriladi. Oksidsizlantirilish darajasiga ko'ra po'lat qaynaydigan (kp), chala qaynaydigan (ps), qaynamaydigan (indeksi ko'rsatilmaydi) xillarga bo'linadi. Po'latlar markasidagi G harfi undagi marganes miqdori ko'p (1% gacha) ekanligini bildiradi.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013.38-40-b. Maznun mohiyatidan foydalanildi

Uglerodli asbobsozlik po'latlari jumlasiga tarkibida 0,65 dan 1,35% gacha uglerod bo'lgan po'latlar kiradi. Uglerodli asbobsozlik po'latlar sifatli va yuqori sifatli bo'lishi mumkin.

Uglerodli asbobsozlik po'latlari U7, U7A, U8, U8A, ..., U13, U13A harflar bilan markalanadi.

U - uglerodli ekanligini, keyingi raqamni o'nga bo'lsak S ning % miqdori A-harfi sifatli ekanligini ko'rsatadi. Uglerodli asbobsozlik po'latlari tarkibida 0,15-0,35% kremniy, 0,15-0,4% marganes va bundan tashqari sifatli asbobsozlik po'latlar tarkibiga 0,2% xrom, 0,25% nikel, 0,25% mis kiradi. Uglerodli asbobsozlik po'latlarda Mn 0,6% ga yetishi ham mumkin. Bunga G harfi qo'yiladi. U8I, U8GA

**Uglerodli po'latlarning turlari.** Odatda, uglerodli po'latlar ishlab chiqarish usuliga, qaytarilganlik darajasiga, kimyoviy tarkibiga, sifatiga, ishlatilish joylariga va strukturasi ga ko'ra bir necha turga ajratiladi:

ishlab chiqarish usuliga ko'ra — konvertorlarda, marten va elektor pechlarda olingan po'latlar;

qaytarilganlik darajasiga ko'ra — to'la qaytarilgan, qaytarilmagan va chala qaytarilgan po'latlar;

kimyoviy tarkibiga ko'ra — uglerodli va legirlangan po'latlar;

sifati jihatidan oddiy sifatli, sifatli va yuqori sifatli po'latlar;

ishlatilish joyiga ko'ra — konstruksion (qurilish va mashinasozlik), asbobsozlik va maxsus (-korroziyabardosh issiqqa chidamli va boshqalar) po'latlar;

strukturasi ga ko'ra — ferritli, perlitli, fem-perlitli, perlit-ferritli va perlit-sementitli po'latlar.

Konstruksion po'latlar markasidagi ST harflari po'latligini, raqamlar tartib nomerini bildiradi. Sonlar o'rinishi po'latdagi uglerod miqdorining ortishini bildiradi. Po'latning oksidlantirilganligini markasidagi indekslar bildiradi. SP — qaynamaydigan, KP — qaynaydigan, PS — qisman qaynaydigan.

Masalan, ST-2 markasidagi uglerod 0,22% gacha bo'lsa ST6 da 0,49% gacha bo'ladi.

Sifatli po'latlar markalaridagi ikki xonali sonlar yuzga bo'linsa, shu markali po'lat tarkibidagi uglerodning o'rtacha % miqdori kelib chiqadi. G harfi esa Mn marganesining miqdori odatdagi po'latlarnikidan ortiqroqligini bildiradi. Masalan, 10 kp markali po'lat tarkibida 0,1% uglerod borligini, QP indeks qaynaydiganligini,

20 G markasida esa po'lat tarkibida 0,2% uglerod borligini, Mn miqdori 0,8 dan 1,2% oralig'ida ekanligini ko'rsatadi.

Shuni ham qayd etish zarurki, sifatli po'latlar o'z tarkibidagi Mn miqdoriga ko'ra ikki guruhga ajratiladi: birinchi guruhdagi po'latlarda Mn ko'pi bilan 0,8%; ikkinchi guruhdagi po'latlarda 1,2% gacha bo'ladi.<sup>1</sup>

Davlat texnik nazorati 1435—94 ga ko'ra asbobsozlik po'latlari sifatli va yuqori sifatli xillarga ajratiladi. Markadagi U harfi uglerodli asbobsozlik po'latligini bildiradi, raqamlar o'nga bo'linsa, po'lat tarkibidagi uglerodning foiz hisobidagi o'rtacha miqdori chiqadi. Masalan, U10 markali po'latda uglerod o'rtacha 1% bo'ladi. Raqamdan keyingi A harfi esa po'latning tarkibida S, P yo'q darajada bo'lib, bu po'latlar yuqori sifatli asbobsozlik po'latlari ekanligini ko'rsatadi. Masalan, U7 A po'lat tarkibida  $S \leq 0,02\%$ ,  $P \leq 0,03\%$  bo'ladi.

Odatda, po'latlar ishlab chiqarish usullariga, kimyoviy tarkibiga, temir oksididan temirning qaytarilganlik darajasiga, sifatiga, ishlatilish joylariga va strukturasi ga ko'ra ajratiladi.

Ishlab chiqarish usuliga ko'ra konvertorda, marten pechlarda, elektor pechlarda va boshqa usullarda olingan po'latlarga ajratiladi.

Kimyoviy tarkibiga. Po'latlar kimyoviy tarkibiga ko'ra uglerodli va legirlangan po'latlarga ajratiladi. Shuni qayd etish joizki, uglerodli po'latlarda uglerod miqdori 0,3% gacha bo'lsa — kam uglerodli, 0,3—0,5% oralig'ida bo'lsa — ortalama uglerodli, 0,7% dan ortiq bo'lsa — ko'p uglerodli po'latlar deyiladi.

Temir oksididan temirni qaytarilganlik darajasiga ko'ra po'lat FeO dan Fe ni to'la qaytarilgan, chala qaytarilgan va qaytarilmaganlarga ajratiladi. Sifatiga ko'ra po'latlar oddiy sifatli, sifatli va yuqori sifatli po'latlarga ajratiladi.

Ishlatilish joyiga ko'ra po'latlar konstruksion (qurilish va mashinasozlik), asbobsozlik va maxsus po'latlarga ajratiladi.

Po'latning konstruksion mustahkamligini oshirish uchun unga legirlovchi elementlar kiritiladi. Konstruksion po'lat tarkibida kamida 90% hajmi egallovchi ferrit asosiy struktura tashkil etuvchi

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013. 38-40-b. Mazmun mohiyatidan foydalanildi

hisoblanadi. Legirlovchi elementlar ferritda erib, uni mustahkamlab,  $\alpha$ -Fe panjaradan keskin farqlaydigan panjarali elementlar – kremniy, marganes va nikel kabi ferritning qattiqligini (normallangandan keskin oshiradi. Molibden, volfram va xrom kamroq ta'sir ko'rsatadi. Ko'pgina legirlovchi elementlar ferritni mustahkamlab, uning plastikligiga kam ta'sir ko'rsatadi, uning zarbiy qovushoqligini kamaytiradi (nikeldan tashqari). 1% gacha (marganes va xrom bo'lganda po'latning zarbiy qovushoqligi ortadi. Agar marganes va xrom miqdori bundan oshib ketsa, zarbiy qovushoqlik kamayadi, xrom miqdori 3% va marganes miqdori 1,5 % bo'lganda ferrit legirlanmagan holatda bo'ladi.

Po'lat tarkibidagi uglerod miqdori ortishi karbidli fazaning ta'sirini kuchaytiradi, bunda uning dispersligi qotishmaning tarkibi va termik ishlov berilishiga bog'liq bo'ladi. Legirlangan po'latning konstruktiv mustahkamligi ortishiga toblanish chuqurligi katta ta'sir ko'rsatadi. Toblanishining yaxshilanishiga po'latni bir necha elementlar, masalan, Sr+Mo, da Co+Ni, Si+Ni+Mo va boshqa elementlari qo'shilmasi bilan legirlab erishish mumkin.

Po'latning yuqori konstruktiv mustahkamligi undagi legirlovchi elementlarning ratsional miqdori bilan ta'minlanadi. Kerakli darajada toblangandan so'ng ortiqcha legirlash (nikeldan tashqari) po'lat qovushoqligining kamayishiga sabab bo'ladi va uning mo'rt sinuvchanligi yengillashtiradi.

Xrom konstruksion po'latning mexanik xossalari yaxshi ta'min ko'rsatadi. U po'latga 2% gacha miqdorda kiritiladi, u ferrit va smentitda eriydi.

Nikel eng qimmatli legirlovchi element bo'lib, po'latga 1 dan 10% gacha miqdorda qo'shiladi.

Marganes po'latga 1,5% gacha miqdorda kiritiladi. U ferrit bilan sementit orasida u taqsimlanadi. Nikel po'latning oquvchanlik chegarasini oshiradi, lekin po'lat qizdirilishga sezgirligini oshiradi. Shuning uchun zarralarni maydalash maqsadida po'latga nikel bilan birgalikda karbid hosil qiluvchi elementlar ham kiritiladi.

Kremniy karbid hosil qiluvchi element hisoblanmaydi va u po'latga cheklangan miqdorda 2% gacha qo'shiladi. U po'latning oquvchanlik chegarasini oshiradi, uning miqdori 1% dan oshib ketganda po'latning qovushoqligi kamayadi va sovuqda sinuvchanligi ortadi.

Molibden va volfram karbid hosil qiluvchi elementlar hisoblanib, ularning ko'p qismi eriydi. Molibdenning 0,2-0,4% va volframning 0,1-0,3% miqdori ommaviy-legirlangan po'latlarda zarralarning paydo bo'lishiga yordam beradi, qizdirilishini oshiradi va po'latning kuchga bo'li sohasini yaxshilaydi.

Vanadiy va titan kuchli karbid hosil qiluvchi elementlar hisoblanib, ularning tarkibida xrom, marganes, nikel bo'lgan po'latga qizdirilish uchun oz miqdorda (0,3% gacha V va 0,1% Ti) qo'shiladi. Qizdirilganda maxsus qiyin eriydigan karbidlar hosil bo'ladi. Qizdirilganda maxsus qiyin eriydigan karbidlar hosil bo'lgan po'latlarda vanadiy, titan, molibden va volfram miqdori ko'p bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi. Ortiqcha karbidlar hosil bo'lgani bo'ylab joylashganligidan mo'rt sinishga sabab bo'ladi va po'latning qizdirilishini kamaytiradi.

### Rangli metall va ularning qotishmalari. Alyuminiy va uning qotishmalari

Mamlakatimizda xalq xo'jaligini yanada rivojlantirish fan-texnika inqilobini amalga oshirishda rangli metallarning va ularning qotishmalarining ahamiyati kattadir. Chunki, rangli metallarning materiallar xalq xo'jaligining turli sohasida, masalan, aviatsiya sanoati, raketsozlik, elektrotexnika, radiotexnika va boshqalar sohasida juda keng ishlatiladi.

Rangli metallarning asosiy vakillari oltin, kumush, platina, rux, mis, nikel, magniy, alyuminiy, qo'rg'oshin qalay, xrom, vanadiy, kobalt, molibden, niobiy, sirkoniy, lantan va boshqalardir.

Ushbu davlatimizda faqat ba'zi rangli metallar: mis, rux va oltin, juda oz miqdorda esa rux ishlab chiqarilar edi. Asosiy rangli metallar: nikel, xrom, alyuminiy, volfram, qalay va boshqalar esa chet ellardan keltirilardi. Buning uchun tezlik bilan rangli metallar ishlab chiqaradigan yangi texnologik jarayonlar asosida rangli metallar sanoati korxonalarini barpo etildi va rivojlantirildi. Hozirgi kunda rangli metallar sanoati korxonalarini keyin faqat markaziy shaharlardagina barpo etilgan, balki keyinchalik mamlakatimizning ko'pgina boshqa shaharlarida ham qurila boshladi.

Hozirgi kunda rangli metallar sanoati korxonalarida rangli metallar ishlab chiqarish jarayonlarini tezlashtirish uchun rangli metallar qotishmalarini qayta ishlab chiqarish boshladi. Hozirgi kunda rangli metallar qotishmalarini qayta ishlab chiqarish boshladi.

hisoblanadi. Legirlovchi elementlar ferritda erib, uni mustahkamlaydi.  $\alpha$ -Fe panjaradan keskin farqlaydigan panjarali elementlar - kremniy, marganes va nikel kabi ferritning qattiqligini (normallangandan ko'proq) keskin oshiradi. Molibden, volfram va xrom kamroq ta'sir ko'rsatadi. Ko'pgina legirlovchi elementlar ferritni mustahkamlab, uning plastikligiga kam ta'sir ko'rsatadi, uning zarbiy qovushoqligini kamaytiradi (nikeldan tashqari). 1% gacha (marganes va xrom bo'lganda) po'latning zarbiy qovushoqligi ortadi. Agar marganes va xrom miqdori bundan oshib ketsa, zarbiy qovushoqlik kamayadi, xrom miqdori 3% va marganes miqdori 1,5 % bo'lganda ferrit legirlanmagan holatda bo'ladi.

Po'lat tarkibidagi uglerod miqdori ortishi karbidli fazaning ta'sirini kuchaytiradi, bunda uning dispersligi qotishmaning tarkibi va termik ishlov berilishiga bog'liq bo'ladi. Legirlangan po'latning konstruktiv mustahkamligi ortishiga toblanish chuqurligi katta ta'sir ko'rsatadi. Toblanishining yaxshilanishiga po'latni bir necha elementlar, masalan, Sr+Mo, da Co+Ni, Si+Ni+Mo va boshqa elementlari qo'shilmasi bilan legirlab erishish mumkin.

Po'latning yuqori konstruktiv mustahkamligi undagi legirlovchi elementlarning ratsional miqdori bilan ta'minlanadi. Kerakli darajada toblangandan so'ng ortiqcha legirlash (nikeldan tashqari) po'lat qovushoqligining kamayishiga sabab bo'ladi va uning mo'rt sinuvchanligini yengillashtiradi.

Xrom konstruksion po'latning mexanik xossalari yaxshi ta'sir ko'rsatadi. U po'latga 2% gacha miqdorda kiritiladi, u ferrit va smentitda eriydi.

Nikel eng qimmatli legirlovchi element bo'lib, po'latga 1 dan 10 gacha miqdorda qo'shiladi.

Marganes po'latga 1,5% gacha miqdorda kiritiladi. U ferrit bilan sementit orasida u taqsimlanadi. Nikel po'latning oquvchanlik chegarasini oshiradi, lekin po'lat qizdirilishga sezgirligini oshiradi. Shuning uchun zarralarni maydalash maqsadida po'latga nikel bilan birgalikda karbid hosil qiluvchi elementlar ham kiritiladi.

Kremniy karbid hosil qiluvchi element hisoblanmaydi va u po'latga cheklangan miqdorda 2% gacha qo'shiladi. U po'latning oquvchanlik chegarasini oshiradi, uning miqdori 1% dan oshib ketganda po'latning qovushoqligi kamayadi va sovuqda sinuvchanligi ortadi.

molibden va volfram karbid hosil qiluvchi elementlar hisoblanib, zavodlarda ko'p qismi eriydi. Molibdenning 0,2-0,4% va volframning 0,1-0,3% miqdori ommaviy-legirlangan po'latlarda zarralarning yordam beradi, qizdirilishini oshiradi va po'latning kuchini ko'zi xossalari yaxshilaydi.

Vanadiy va titan kuchli karbid hosil qiluvchi elementlar hisoblanib, tarkibida xrom, marganes, nikel bo'lgan po'latga qizdirilishni maydalash uchun oz miqdorda (0,3% gacha V va 0,1% Ti) qo'shiladi. Qizdirilganda maxsus qiyin eriydigan karbidlar hosil bo'lganligidan konstrukcion po'latlarda vanadiy, titan, molibden va volfram miqdori ko'p bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi. Ortiqcha karbidlar hosil bo'lganligidan chiqarilish bo'ylab joylashganligidan mo'rt sinishga sabab bo'ladi va po'latning qizdirilishini kamaytiradi.

### Rangli metall va ularning qotishmalari. Alyuminiy va uning qotishmalari

Mamlakatimizda xalq xo'jaligini yanada rivojlantirish fan-texnika revolyutsiyasini amalga oshirishda rangli metallarning va ularning hosil qilinadigan qotishmalarning ahamiyati kattadir. Chunki, bu konstrukcion materiallar xalq xo'jaligining turli sohalarida, masalan, aviatsiya sanoati, raketasozlik, elektrotexnika, radiotexnika va boshqa tarmoqlarda juda keng ishlatiladi.

Rangli metallarning asosiy vakillari oltin, kumush, platina, rux, niobiy, titan, nikel, magniy, alyuminiy, qo'rg'oshin qalay, xrom, vanadiy, vanadiy, kobalt, molibden, niobiy, sirkoniy, lantan va boshqalardir.

Uzoq davrlar mobaynida faqat ba'zi rangli metallar: mis, rux va boshqalar, juda oz miqdorda esa rux ishlab chiqarilar edi. Asosiy rangli metallar: nikel, xrom, alyuminiy, volfram, qalay va boshqalar esa chet ellardan keltirilardi. Buning uchun tezlik bilan yangi metallar ishlab chiqaradigan yangi texnologik jarayonlar asosida rangli metallar yangi sanoat korxonalarini barpo etildi va rivojlantirildi. Hozirgi kunda asosiy korxonalarini keyin faqat markaziy shaharlardagina barpo etilganidan, balki keyinchalik mamlakatimizning ko'pgina boshqa hududlarida ham qurila boshladi.

Hozirgi kunda asosiy korxonalarida rangli metallar ishlab chiqarish jarayonlarining tegishli rudalari qayta ishlana boshladi. Hozirda

yurtimizda bunday rudalar zapasi juda ko'p bo'lib, u turli metall rudalarining zaxiralari bo'yicha dunyoda eng yuqori o'rinlardan birini egallab turibdi.

Xalq xo'jaligida rangli metallarning va ularning qotishmalarining ahamiyati katta. Rangli metallarga oltin, kumush, platina, mis, alyuminiy, rux, magniy, qo'rg'oshin, qalay, titan, nikel va boshqalar kiradi. Shularning ichida biz alyuminiy va mis qotishmalari to'g'risida qisqacha ma'lumotni ko'rib chiqamiz.

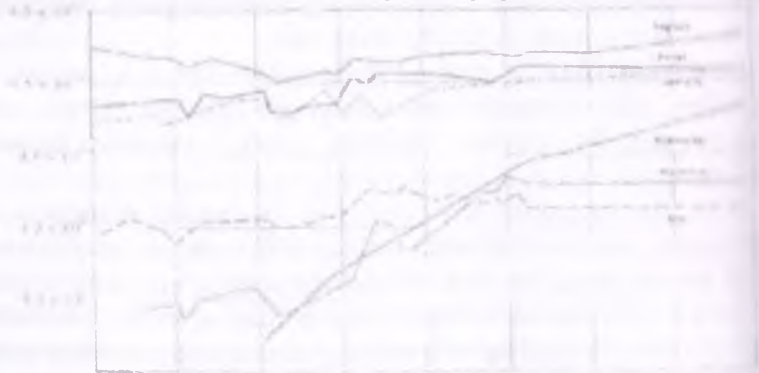
**2. Alyuminiy qotishmalari.** Texnik shartlarga ko'ra 13 ta markali alyuminiy ishlab chiqariladi. Alyuminiylarning bu markali tozalik darajasiga qarab 3 guruhga bo'linadi.

1-guruhga tarkibida 0,0001% qo'shimchalar bo'lgan muhojir toza alyuminiy kiradi va A-999 bilan markalanadi.

2-guruhga juda toza alyuminiylar, jumladan A-995, A-99, A-95, A-95 lar kiradi.

3-guruhga esa texnikaviy jihatdan toza alyuminiylar A-83, A-8, A-7,

A-6, A-5, A-0, AE va Ats kiradi. A-markalarida qo'shimcha element 1% ga yetadi. Sof alyuminiy elektrotexnikada kimyoviy apparatlar alyuminiy qog'oz, elektor simlari ishlab chiqarishda ishlatiladi. Mashinasozlikda esa alyuminiy qotishmalari ishlatiladi.



3.4 rasm. Alyuminiyning olinishi

Sanoat miqyosida alyuminiy olish uchun asosan boksit va nefelin rudalaridan foydalaniladi.

<sup>1</sup> William F Smith Foundations of materials science and engineering, 2013. 34-b. Mazmun muhokimasida foydalanildi.

...ning kimyoviy tarkibi  $\text{Na}_2(\text{K}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  formula bilan ifodalangan. Doksid tarkibida 30—70% glinozem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2-20% temir oksidi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2-50% temir ikki oksidi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va 0,1-10% titan oksidi  $\text{TiO}_2$  bo'ladi. Alyuminiy ishlab chiqarish ikkita asosiy yo'l bilan amalga oshiriladi: boksitdan glinozem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  olinadi va bu glinozem kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) da glinozem eritmasidan elektroliz yo'li bilan metall alyuminiy tiklanadi. 8-10% glinozem, shuningdek,  $\text{AlF}_3$  va NaF qo'shilgan kriolit elektrolit xizmatini o'taydi. Elektroliz jarayonida hosil bo'ladigan suyuq alyuminiy vanna tubida elektrolit eritmasi ostida to'planadi. U alyuminiy xomashyosi deb ataladi. Alyuminiy xomashyosi tarkibida metall (Fe, Sn, Cu, Zn va hokazo) va oksidlar ( $\text{Si}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va hokazo) aralashmalar, shuningdek gazlar — azot, yodurod, karbonat angidrid va isgazlari bo'ladi. Bu xomashyalar, loyushdagi suyuq alyuminiy xomashyosini xlorlab (xlor bilan eritib) ko'tkazish mumkin. Bunda hosil bo'ladigan bug'simon alyuminiy xloridi  $\text{AlCl}_3$  suyultirilgan alyuminiy orqali o'tib, alyuminiy xomashyosining pufakchalarini ilashtirib, alyuminiyda erigan xlor bilan birgalikda ularni olib chiqadi. Xlor bilan rafinirlangandan so'ng alyuminiy quymalari hosil qilinib, ularni qayta ishlashga jo'natiladi.

Davlat alyuminiy (davlat texnik nazorat 11060—94) uchta darajaga bo'linadi: alohida toza (A999 markasi), yuqori darajada toza (A999 markasi bor) va texnik toza alyuminiylar bo'ladi. Yuqoridagi alyuminiy texnik nazoratda 0,15—1% aralashmalar bo'lishiga ruxsat beriladi. Har bir alyuminiy markasi ko'rsatilgan. Markaning nomi alyuminiyning tozaligini bildiradi. Masalan, A8 markasi metallda 99,99% alyuminiy, A99 markasi esa 99,99% alyuminiy borligini bildiradi. Texnik alyuminiy elektroliz vannalarida olinadi. Alyuminiy xomashyosini elektrolitik rafinirlash yo'li bilan yuqori tozalikdagi alyuminiy markasi olinadi.

Alyuminiy — kumushsimon oq rangdagi, elektor va issiqlik o'tkazuvchanligi katta bo'lgan yengil metall; uning zichligi 2700 kg/m<sup>3</sup> tozaligiga qarab suyuqlanish temperaturasi 660—667°C atrofida o'zgaradi. Yumshatilgan alyuminiyning mustahkamligi (tashqi bosim  $\sigma = 80-100$  MPa), qatqligi past (NV 20—40), lekin mustahkamligi yuqori ( $\sigma = 35-40\%$ ). Alyuminiy bosim ostida yaxshi deformatsiyalanadi, lekin kesib ishlanuvchanligi yomonlashadi. Alyuminiy va chuchuk suvda korroziyaga chidamliligi yuqori. Havoda

alyuminiy tez oksidlanib, yupqa pishiq oksid pardasi bilan qoplanadi. Bu parda esa metall qatlamiga kislorod o'tkazmaydi va uni korroziyalanishdan saqlaydi.

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

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

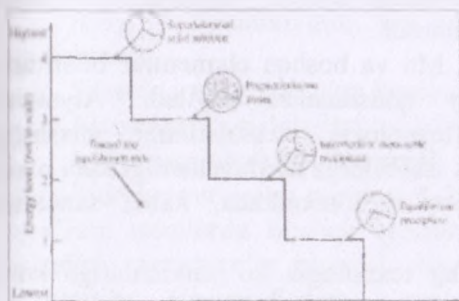
Deformatsiyalanadigan qotishmalar termik ishlash yo'li bilan puxtalanadigan va puxtalab bo'lmaydigan xillarga bo'linadi. Mexanik va termik ishlov beriladigan deformatsiyalanadigan qotishmalar ishlov berish xarakterini ko'rsatuvchi harflar bilan belgilanadi.

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

Termik ishlash yo'li bilan puxtalanadigan qotishmalar termik ishlov berish natijasida yuqori mexanik xossalarga erishadi, korroziyaga qarshiligi yaxshilanadi. Alyuminiyning mis, magniy, marganes bilan qotishmalari (dyuralyumiylar) va alyuminiyning

mis, magniy, marganes hamda rux bilan qotishmalari (yuqori mustahkamlikdagi qotishmalar) keng tarqalgan.

Dyuralyumiynilar D harfi bilan markalanadi, undan keyin turuvchi raqam qotishmaning shartli nomerini bildiradi. Dyuralyumiyni yigirma termik ishlov berish toblashdan, tabiiy yoki sun'iy eskirtirishdan iborat. Toblash uchun qotishmalar 500°C gacha qizdiriladi va suvda sovitiladi. Dyuralyumiyniy xona temperaturasida 5-7 sutka davomida tabiiy eskirtiriladi.



3.5-rasm

Qattiq eritma holatidagi qotishmani toblash jarayonida yuqori darajadagi energiya quyi darajaga qarab pasayib boradi. Ushbu jarayonda qotishmaning ichki energiyasi muvozanat holatiga o'zgarishini yuqoridagi grafikda ko'rish mumkin. 3.5-rasm.

Alyumin qotishmalari 2 guruhga deformatsiyabop va quymabop qotishmalarga bo'linadi.

1) alyumiyniyning deformatsiyabop qotishmalari alyuminning bosim bilan ishlash uchun mo'ljallangan qotishmalari deformatsiyabop qotishma deyiladi.

Bu o'z navbatida termik ishlash yo'li bilan puxtalanib bo'ladigan va bo'lmaydigan qotishmalar bo'ladi.

a) termik ishlash yo'li bilan puxtalanmaydigan alyumin qotishmasi jumlasiga Al-Mp va Al-Mg qotishmalari kiradi.

Al-Mp sistemasidagi qotishmalar AMg harfi bilan markalanadi.

Masalan: AMs, AMg, AMgZ, AMg5, AMg7 va hokazo. Markada raqam magniyning foizdagi miqdorini ko'rsatadi.<sup>1</sup>

b) termik yo'li bilan puxtalanadigan alyumin qotishma bunga eng ko'p ishlatiladigan duralyumiyniy kiradi. Duralyumiyniy tarkibida mis Su va Mg kiradi.

A-Cu-Mg duralyumiyniy harfi bilan belgilanadi, raqamlar bo'ladi.

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering, 2013 424-b. Mazmun mohabatidan foydalanildi



3.6-rasm

Masalan: D1, D6, D16. (D) - Duralyumin ekanligi raqam tartib nomerini belgilaydi. Agar qotishma tarkibiga ruh qo'shilsa, uning puxtaligi yanada oshadi. B95 markasi ko'p ishlatiladi. Alyuminiyning deformatsiyabop qotishmalari uning bolg'alash, prokatlash, shtamplash yo'li bilan ishlanadigan qotishmalari kiradi. Masalan: AK4, AK5,

AK6 raqami tartib nomerini bildiradi.

Alyuminiy Cu, Si, Mg, Mn va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari alyuminiy qotishmalari deyiladi. Alyuminiy qotishmalarining puxtaligi, texnologik xossalarning yaxshiligi, korroziyaga bardoshligi, termik ishlovlarga beriluvchanligi kabi o'ziga xos xususiyatlariga ko'ra ular radiotexnikada, kabel sanoatida, aviasozlikda keng qo'llanadi.

Alyuminiy qotishmalarining texnologik ko'rsatkichlariga ko'ra, ularning bosim bilan ishlovlarga beriladigan qotishmalari yuqori plastiklikka (8-40% gacha) ega bo'ladi. Bu qotishmalarga alyuminiyning Mg va Mn li qotishmalari masalan. AMg, AMg2, AMg5 markalari kiradi. Bu markalarning birinchisida Mn 1-1,6% ni, ikkinchisida esa 0,3—0,8% ni tashkil qiladi.

Alyuminiyning magniyli qotishmalarida magniy miqdori 6% dan oshmaydi (davlat texnik nazorat 4784-74). Bu qotishmalar bir fazali bo'ladi, ulardan sovuqlayin shtamplab turli xil detallar tayyorlanadi. Shuni aytish zarurki, Al — Mg qotishmalari termik ishlovlar bilan puxtalanmaydi. Ularning termik ishlovlar natijasida puxtalanadiganlariga duralyuminiy ko'rsatish mumkin.

Agar toblangan duralyuminiy ma'lum sharoitda saqlansa, korroziyabardoshligi yanada ortadi. Masalan, D16 markalisi (bu yerda D harfi duralyuminiylikini, 16 raqami tartib nomerini bildiradi). Duralyuminiy qotishmasini 450—590°C temperaturada qizdirib suvga tushirib, toblab 3—5 kun chiniqtirilsa, cho'zilishga mustahkamligi 700 MPa gacha ortadi. Undan samolyotlarning lonjeronlari va stringerlari, karkas va boshqalar tayyorlanadi. Alyuminiyning puxtaroq qotishmasiga V95 va V96 markalar kiradi. Masalan, V95 markali qotishmasida 0,2-0,6% Mn, 1,8—2,3% Mg, 14-20% Cu, 5—7% Zn, 0.1 — 0,25% Sr bo'lib, qolgani alyuminiy bo'ladi.

Quyma qotishmalarining davlat texnik nazorat 2685—75 bo'yicha AL1, AL2, ALZ va boshqa markalari bo'lib, ulardan turli shaklli quymlar olinadi.

Quymlar olishda keng ko'lamda foydalaniladigan qotishma silumin deyiladi. Bu qotishma Al-Si birikmasi bo'ladi. Alyuminiyning quyma qotishmalarining 37 ta markasi bo'lib, ular haqida ma'lumotlar tegishli davlat texnik nazoratlarda berilgan.

Duralyuminiy so'zi lotincha, Dur — qattiq so'zi bilan alyuminiy so'zidan tuzilgan bo'lib, qattiq alyuminiy degan ma'noni bildiradi.

Avial —alyuminiyning Mg, Si, Su va Mn lar bilan olingan qotishmasi.

Silumin - alyuminiyning kremniy bilan qotishmasi

Alyuminiy qotishmalari quyidagi guruhlariga bo'linadi:

**1. Alyuminiyning kremniyli qotishmalari.** Bu qotishmalar tarkibida kremniyning miqdori 4-13% gacha bo'lib, undan tashqari ma'lum miqdorda boshqa elementlar ham bo'ladi. Bu guruhga kiruvchi qotishmalar quyilish xossalaring yuqoriligi, oson kesib ishlanishi, payvandlanishi, qoniqarli mexanik xossalari bilan xarakterlidir. Masalan, dvigatel silindr bloklari, karterlari, kompressor korpuslari va boshqalar bu qotishmalardan tayyorlanadi.

**2. Alyuminiyning misli qotishmalari.** Bu qotishmalar tarkibida misning miqdori 4—5% bo'lib, qolgan qismi boshqa elementlardan iborat bo'ladi. Bu qotishmalarni quyilish xossalari pastroq bo'lib, darzlar hosil qilishga moyilroqdir. Shu sababli bu qotishmalardan (AL7 va AL19), unchalik katta bo'lmagan oddiy shaklli quymlar (armaturalar, kronshteynlar) tayyorlashda foydalaniladi.<sup>1</sup>

**3. Alyuminiyning mis kremniyli qotishmalari** (ALZ, AL5, AL6) bu qotishmalarning xossasi I va II guruh qotishmalarinikiga yaqinroq bo'ladi.

**4. Alyuminiyning magniyli qotishmalari.** Bu qotishmalarda magniyning miqdori 12% gacha bo'lib, qisman boshqa elementlar ham bo'ladi. Bu qotishmalarning ham quyilish xossalari pastroq bo'ladi. Lekin, korroziyaga bardoshligi, mexanik xossalari va kesib ishlanishi yaxshi bo'lib, nam atmosfera sharoitida ishlaydigan quymlar olishda foydalaniladi.

<sup>1</sup> Foundations of materials science and engineering, William F. Smith 2013. 435 -b. Mazmun mohiyatidan foydalanildi

**5. Alyuminiyning murakkab tartibli qotishmalari.** Bu qotishmalar tarkibida Cu, Ni, Sr, Zn, Mn, Ti va ma'lum miqdorda boshqa elementlar bo'lib, bu qotishmalar yuqoridagi qotishmalardan puxtaligi o'tga chidamliligi va boshqa xossalari bilan farq qiladi. Masalan, bu guruh qotishmalarining AL 1 markasidan porshenlar, silindr ustyopmalari kabi detallar quyish yo'li bilan tayyorlanadi. Shuni ham qayd etish lozimki, ba'zan kukun metallurgiya yo'li bilan olinadigan alyuminiy qotishmalaridan ham foydalaniladi. Bunday qotishmalarni olish uchun Al - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> asosida olingan kukunlarga zarur elementlar qo'shib, ulardan olingan yarim mahsulotlar yuqori temperaturada qizdiriladi. Masalan, A09-2, A020-1, AN-2,5 markalari nisbatan yuqori temperaturagacha chidamliligi, antifriksionligi bilan boshqa qotishmalardan farq qiladi. Alyuminiy qotishmalarining mikrostrukturası keltirilgan. Bunda refaol sifatida 10 g NaONning 100 sm<sup>3</sup> suvdagi eritmasidan foydalanilgan.

**Alyuminiyning quymabop qotishmasi** - Bu qotishmalar ichida eng ko'p tarqalgan Al-Si sistemasidan qotishmalar bo'lib, ular siluminlar deb ataladi. Siluminlarni ba'zi markalari tarkibida ma'lum miqdorda Su, Mg, Zn, Mn lar bo'ladi. Alyuminiyning quymabop qotishmalari AL harfi va raqamlari bilan markalanadi.

Masalan: AL1, AL2, ALZ.....,AL18 , AL19V

AL2 - normal silumin bo'lib, A-8 magnoliydir.

**Rangli metallning qotishmalari. Mis va uning qotishmalari.** Mis D.I.Mendeleyev davriy sistemasining I guruhiga mansub kimyoviy element. Tartib nomeri 29, atom og'irligi 63, 546. Tabiiy mis ikkita turg'un izotop (65 Cu 69, 1%) va Cu (300,9%) dan iborat. Sun'iy radiofaol izotoplardan 61 Cu va 64 Cu amaliy jihatdan ham muhim hisoblanadi.

Mis muhandislik sohasida muhim metall hisoblanib, toza va qotishmalar shaklida elektrotexnika, mashinasozlik va asbobsozlik sanoatida keng foydalaniladi. Mis va uning qotishmalari legirlangan hamda legirlanmagan tarkibda yuqori darajada elektr, issiqlik o'tkazuvchanlikka va tashqi muhit ta'siriga chidamlilik xossalari ega. Sanoatda misning asosiy qotishmalari bronza va latun muhim ahamiyat kasb etadi.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Foundations of materials science and engineering, William F. Smith 2013 434-b Mazmun mohiyatidan foydalanildi

Mis insoniyatga qadimdan ma'lum rangli metallardan biri bo'lib, uning qotishmalari kishilik jamiyati moddiy madaniyatini o'stirishda katta ahamiyatga ega bo'lgan. 1976 yili Onega ko'li yaqinida joylashgan qirg'oq kareridan og'irligi 200 kg ga yaqin mis yombisi topilgan. Bu sof holdagi mis FAning Kareliya filialiga qarashli tarix, adabiyot va til institutining arxeologiya muzeyida saqlanmoqda.

Mis rudalari. Mis tabiatda sof holda kam uchraydi, uning rudalari asosan ikki asosiy guruhiga bo'linadi:

1. Sulfidlar, ularning tarkibida mis, S bilan birikkan holdagi minerallar;

2. Oksidli birikmalar, ularning tarkibida mis oksidlari mavjud.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, sanoatda ishlatiladigan mis rudalari ichida tabiiy rudalar (tarkibida mis miqdori 99,9%) nihoyatda juda kam ishlatiladi va bu butun jahondagi mis boyligining 5% ini tashkil qiladi. Sulfidli mis birikmalar (rudalar) eng ko'p tarqalgan bo'lib, jahon zaxirasining 80% iga yaqinini tashkil qiladi. Bunday rudalardan eng ko'p tarqalgani xalkoprit (mis kolchedani)  $\text{CuFeS}_2$ , keyin esa xalkozin  $\text{Cu}_2\text{C}$ , bornit  $\text{Cu}_3\text{FeC}_3$  va kovellin  $\text{CuC}$  dir.



3 7-rasm Rudalarni boyitish uchun ishlatiladigan flotaston mashinaning sxemasi.

1 - to'qimodan qilingan tub; 2 - bunker; 3 - qulik; 4 - qushi chiqarish uchun teshik; 5 - suv uchun truba, 6 - bekorchi jinslarni chiqarish uchun teshik; 7 - bekorchi jinslar; 8 - havo uchun truba, denit, magnetit, xalkopirit, kovelin va hokazo birikmalar bor.

Mis oksidli rudalar jahon zaxirasining 15% iga yaqinini tashkil qiladi. Buning vakillariga malaxit  $\text{CuCO}_3/\text{Cu}(\text{OH})_2$ , ko'prit  $\text{Cu}_2\text{O}$ , tenorit (melakonit)  $\text{CuO}$ , azurit  $2\text{SiSO}_3$ ,  $\text{Si}(\text{ON})_2$  va boshqalar kiradi. Sanoatda ishlatiladigan rudalarda misning miqdori 1—2% dan iborat bo'lsa, o'rtacha 0,5% bo'lganda kambag'al rudalar, 3%

va undan ko'p bo'lsa eng boy ruda hisoblanadi. Sanoat miqyosida kambag'al rudalar, albatta, boyitiladi. Mis rudalari tarkibidagi bekorchi jinslar jumlasiga qum, giltuproq, ohaktosh, kvarts, barit, kalsiy va har xil alyuminosilikatlar kiradi. Lekin har xil joylarda qazib olinadigan rudalarning tarkibidagi moddalarning xillari va miqdorlari hamda turli jinslari (komponentlar) har xil bo'lish mumkin.

Mamlakatda mis rudalari asosan Olmaliq shahri hududida qazib olinadi. Rudaning tarkibida kvarts, dala shpati, seritsit, angidrid, pirit, molibdenit bor.

**Mis rudasini boyitish usuli.** Mis rudalarini odatda boyitish uchun uning tarkibidagi keraksiz moddalarni (chiqindilarni) ajratib, mis konsentratlarini hosil qilish uchun tegishli ruda flotasion usulida boyitiladi.

Flotasiya operatsiyalari flotasion mashinalari yordamida bajariladi. Buning uchun avval ishlov beriladigan ruda sharli tegirmonda ezib maydalanadi (bo'lakchalar o'lchamini 0,05—0,5 mm gacha qilib). Keyin esa maydalangan rudaga moysimon sintetik modda qo'shib aralashtiriladi, natijada mis sulfidi sirtida moyli parda hosil bo'ladi, bu holat  $Cu_2S$  ni turli chiqindilardan ajratishga qulay imkoniyat yaratadi,

Ana shunday tartibda tayyorlangan ruda bunkerdan flotasion mashinaning suv bilan to'ldirilgan kamerasi (2) ga tushadi. Mashinaga truba (8) bilan uzluksiz havo berib turiladi, bu havo esa tubdagi teshik (1) orqali o'tib vannaga boradi.

Natijada, yomon ho'llangan ruda bo'lakchalariga havo pufakchalari yopishib ularni vanna suyuqlilik sirtiga ko'pik qatlami (3) sifatida olib chiqadi, bu ko'pik nov (4) orqali chiqariladi va keyin quritiladi. Natijada, tarkibida 15—20% miqdorida mis bo'lgan konsentrat hosil bo'ladi.

Qo'shimcha aralashmalarining bo'lakchalari esa suvda yaxshi ho'llanadi va mashina tubiga (7) cho'kadi, bu cho'kma teshik (6) orqali chiqarib yuboriladi va hokazo.

Amerika Qo'shma Shtatlarida mis taraqqiyot assotsatsiyasi (CDA) tomonidan mis qotishmalari, boshqariladigan ko'rsatish tizimiga ko'ra tasniflanadi. Ushbu tizimda, C79900 uchun raqamlar C10100 C99900 tayinlanishi qotishmalarini tashlash uchun C80000 dan erishilgan qotishmalar va raqamlari asosida

tanlanadi. Tanlangan ba'zi mis qotishmalari uchun kimyoviy tarkibi, odatda mexanik xossalariga qarab ular guruhlariga bo'linadi.

**Misni rudadan ajratib olish.** Hozirgi vaqtda 80% gacha hamma mislar pirometallurgiya usuli bilan rudaning tarkibidan ajratib olinadi, ya'ni sulfidli mis konsentratidan (avval ruda flotasion usulda boyitiladi) eritish orqali olinadi. 20% ga yaqin mis esa turli rudalardan gidrometallurgiya usulidan foydalanib, ya'ni zaruriy ruda turli eritmalar yordamida ishlov berish orqali misni eritmalarga cho'ktirish yoki kimyoviy usul bilan ajratib olinadi. Misni sanoat yo'li bilan olish tartibi yoki usuli juda ko'p. Pirometallurgiya usulida mis ajratib olish uchun tegishli rudalar turli konstruksiyalardagi pechlar yordamida (alangali, elektr, shixtali pechlar, konvertorlar va boshqalarda) eritilib olinadi. Bu usul bilan sulfidli rudalardan mis olish texnologiyasi quyidagilardan iborat. Misni rux, qalay, qo'rg'oshin, temir, marganes va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalariga mis qotishmalari deyiladi. Mis qotishmalarining mexanik hamda texnologik xossalarining yuqoriligi korroziyabardoshligi, yeyilishga chidamliligi sababli sanoatda keng qo'llaniladi. Mis qotishmalari uchta guruhga bo'linadi: latunlar, bronzalar va misning nikel bilan qotishmalari.

Mis qotishmalari kimyoviy tarkibiga ko'ra, latunlarga va bronzalarga ajratiladi:

**Latunlar.** Latun mis bilan ruxning qotishmasi bo'lib, uning texnologik va mexanik xossalari yuqori bo'ladi. Ularning keng foydalaniladiganlari tarkibida rux miqdori 40— 42% bo'ladi. Tarkibida rux 39% bo'lgan latun  $\alpha$  qattiq eritma bo'lib, bunda Cu ning elementar fazoviy kristall panjarasi saqlangan holda ayrim atomlari Zn bilan o'rin almashadi. Shu sababli bu latunlar plastik, puxta va korroziyabardosh bo'ladi. Qotishmaning likvidus va solidus chiziqlarining yaqinligi sababli ular yaxshi quyma xossalarga ham ega bo'ladi. Tarkibida rux miqdori 46% bo'lganlari  $\alpha + 3$  fazaga ega.  $\beta$  faza juda qattiq va mo'rt bo'ladi.

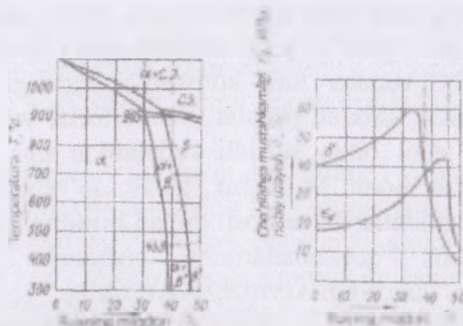
Latunlarning mexanik va texnologik xossalarini yanada yaxshilash uchun ularga ma'lum miqdorda Al, Ni, Si, Mn, R, Fe<sup>1</sup> va boshqa elementlar qo'shib, maxsus latunlar olinadi. Latunlarga qo'shiladigan

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering, 2013 434-435-b. Mu'ammolarni mohiyatidan foydalanildi.

elementlarning turi va miqdori qotishmadan kutilgan xossalarga ko'ru belgilanadi.

Davlat texnik nazorat 2060-73 bo'yicha oddiy latunlar L harfi va raqamlar bilan markalanadi. Masalan, L96 da L harfi latun ekanligini, 96 raqami esa qotishma tarkibida 96% mis borligini bildiradi.

Maxsus latunlarni markalashda L harfidan keyin qotishma tarkibiga kiritilgan elementlar nomlarining bosh harfi, keyin ularning foizlarda miqdori keltiriladi.



3.8-rasm Mis qotishmalarining tarkibidagi rux miqdoriga ko'ra ular strukturasi va mexanik xossalarning o'zgarish grafigi

Shuningdek, latunlarning ayrim markalari, mexanik xossalari va ishlatilish joylari keltirilgan (davlat texnik nazorat 15527—70 va davlat texnik nazorat 17711—72).

3.3-jadval

Markasi	MPa, Kgk/mm	$\delta$ , %	NV, MPa (kgk/mm <sup>2</sup> )	Ishlatilishi
L90 L80	260(26) 320(32)	45 52	530(53) 530(53)	Truboprovod detallari flanetslar, bobishkalar tayyorlashda
L69	320(32)	55	550(55)	Isshqlik almashuvchi agregatlarda
LS59-1L	200(20)	20	800(80)	Vtulkalar, armaturalar, quymalar olishda
LMsS 58-2-2	350(35)	8	80(80)	Antifriktsion detallar (podshipnik, vtulka va boshqalar) tayyorlashda

Masalan, LS59-1 da LS — qo'rg' oshinli latunni, undan keyingi raqam esa mis (59%) va rux (1%) miqdorini bildiradi. Shuni ta'kidlash kerakki, latun tarkibida mis qancha ko'p bo'lsa, uning plastikligi, korroziyabardoshligi shuncha ortadi.

Latunlarning texnologik ko'rsatkichlariga ko'ra ular bosim bilan ishlanadigan (deformasiyaga beriladigan) va quymalar olinadigan xillarga ajratiladi.

Bosim bilan ishlanadigan latunlar (L96, LS59-1, LAJ60-1-1 va boshqalar) yuqori plastik xossaga ega bo'lib ulardan olingan quymalar bosim bilan ishlanib ulardan listlar, lentalar, trubalar tayyorlanadi.

Quyma latunlarning (LK80-3L, LKS80-3-3, LMUJ52-4-1 va boshqalar) oquvchanligi yuqori bo'lib, likvasiyaga kam beriluvchi antifriksion xossaga ega bo'ladi. Bu qotishmalardan podshipniklar, vtulkalar, chervyakli vintlarning xom -ashyolari qoliplarga quyish yo'li bilan tayyorlanadi.

**Bronzalar.** Mis bilan qalay qotishmasi bronza deyiladi. Ma'lumki, qalay qimmatbaho metall bo'lganligi sababli uni tejash hamda qotishma xossalarini zarur tomonga o'zgartirish maqsadida bronza tarkibidagi qalay qisman yoki to'la Al, Fe, P, Zn va boshqa elementlar bilan almashtiriladi. Masalan, Al qo'shish bilan alyuminiyli bronzalar (masalan, BrAB, BrA7), R qo'shish bilan qo'rg'oshinli bronzalar (masalan, BrSZO), berilliy qo'shish bilan berilliyli bronzalar (masalan, BrB2), Si kiritish bilan kremniyli bronzalar (BrKMSZ-1) va boshqalar olinadi. Qalayli bronzalarning cho'zilishga mustahkamligi  $\sigma_b = 150 - 350$  MPa, nisbiy uzayishi  $\delta = 3 - 15\%$  bo'ladi.

Bronzalar davlat texnik nazorat 613-79 bo'yicha harf va raqamlar bilan quyidagicha markalanadi: Masalan, BrA11J6N6, bu yerda Br bronzaligini, A qotishmada alyuminiy 11%, J temir 6%, N nikel 6% ligini bildiradi, qolgan qismi esa misdan iborat bo'ladi.

Bronzalar texnologik ko'rsatkichlariga ko'ra bosim bilan ishlanadigan va quymalar olinadigan bronzalarga ajratiladi. Bosim bilan ishlanadigan bronzalar (BrOTSSNZ-75-1, BrOTSS5-5-5 va boshqalar)dan listlar, sterjenlar, truba va boshqalar ishlanadi, quyma bronzalar (BrAJ9-4L-BrOF10-1 va boshqalar) dan vint, vtulka, chervyak va boshqa detallar xomashyolari quyish yo'li bilan olinadi. Shuni aytish kerakki, mis qotishmalari strukturalarini o'rganishda xuddi qora metallar singari namunalardan shliflar tayyorlanadi va strukturasi mikroskop ostida ko'riladi.



3.9-rasm. Mis qotishmalarining mikrostrukturalari. A- yumshatilgan lotun. B- quyma bronza. V- yumshatilgan bronza.

mikrostrukturalari keltirilgan.

Mis va uning qotishmalarini olish. Hozirgi vaqtda mis tarkibida mis kolchedani ( $\text{CuFeS}_2$ ) bo'lgan sulfid rudalaridan olinadi.<sup>1</sup> Mis rudalarining boyitilgan konsentrati (tarkibida 11—35% Cu bo'lgan) kuydirilib, tarkibidagi oltingugurt kamaytiriladi, so'ngra mis shteyni olish uchun suyuqlantiriladi.

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

E s l a t m a. «Quyish usuli» grafasida quyidagi belgilashlar kiritilgach: 3-qumli loyli qoliplarga, V-suyultiriladigan modellarga, K-kokil, D-bosim ostida; birinchi harfdan keyin keladigan M harfi qotishma quyilayotganda modifikatsiyalangaganini bildiradi.

Mis shteynlari konvertorda suyuqlantiriladi, havo bilan puflanib, tarkibida 1-2% temir, rux, nikel, mishyak va boshqa aralashmalar bo'lgan xomaki mis olinadi. Xomaki mis qo'shilmalardan tozalanadi (rafinirlanadi). Rafinirlangandan so'ng mis miqdori 99,5 - 99,99% ga yetadi (texnik toza birlamchi mis hosil bo'ladi). Toza misning 11 ta markasi mavjud (M006, M06, M1b, M1U, M1, M1r, M1f, M2r, MZr, M2 va MZ). Eng yaxshi M006 mis markasidagi aralashmalarning umumiy yig'indisi 0,01% ga, MZ markasida esa 0,5% ga teng.

Toza pishirilgan misning mexanik xossalari quyidagicha:  $\sigma_v = 220 - 240$  MPa,  $NV = 40 - 50$ ,  $\sigma = 45 - 50\%$ . Toza mis elektrotexnika maqsadlarida ishlatiladi va sim, chiviq, tasma, listlar, polosalar hamda trubalar ko'rinishida ishlab chiqariladi. Mexanik mustahkamligi kam bo'lganligidan toza mis konstruksion material sifatida ishlatilmaydi, balki uning rux, qalay, alyuminiy, kremniy, marganes, qo'rg'oshin bilan qotishmasi ishlatiladi.

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering, 2013. 434-435-b. Ma'mun mohivatidan foydalanildi

**O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Qotishma deganda nimani tushunasiz?
2. Qotishmalarga misol keltiring?
3. Qotishmalarning qanday turlarini bilasiz?
4. Qotishmalarning holat diagrammasi nimaga kerak?
5. Temir- sementit holat diagrammasi nima uchun kerak?
6. Ferrit va austenite nima?
7. Texnik toza temir deb nimaga aytiladi?

## IV BOB. KUKUNLI, MINERALOKERAMIK VA G'OVAKLI MATERIALLAR

### **Kukunli materiallar va ularni olish. Mineralokeramik materiallar va g'ovakli materiallar**

Agar material ma'lum o'lchamlargacha maydalangandan keyin o'z fizik -kimyoviy xossalarini o'zgartirsa, unga shu materialning kukuni deyiladi. Butun maydalanmagan yoki yirik maydalangan materialdan farqli o'laroq kukun materiallarda fizik-kimyoviy jarayonlar tezroq va jadalroq sodir bo'ladi. Misol: butun maydalanmagan temir erish temperaturasi 1539 - 1550 °C tashkil etsa uning kukuni 1350 - 1400 °Cda eriydi. Agar kukun zarracha o'lchamlari yana kichraytirilsa, u yana pastroq 1250-1300 °C da erishni boshlab yuboradi. Ammo shuni aytib o'tish kerakki, faqat erish temperaturasiga qarab kukun materiali degan ta'limotni ilgari surib bo'lmaydi, chunki alyuminiy kukunlari juda mayda holatda ham o'z erish temperaturalarini o'zgartirmaydi. Buning asosiy sababi, undagi oksid pardalar bo'lib, ular kukun maydalangan sari uni himoya qilish qobiliyati orta boradi. Bunda hosil bo'lgan oksid pardaning xossalari muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki oksid pardalar temir kukunlarida ham mavjud bo'lib, uning xossasi alyuminiy oksidiga qaraganda ancha farq qiladi.

Bu usulda tayyorlangan detallar geometrik shaklining aniqligi, yuza g'adir-budurligining kichikligi, yeyilishga chidamliligi metall tejalishi, metall kesib ishlovchi stanok va keskichlarga zarurat yo'qligi, malakali ishchilar talab etmasligi, ish unumining yuqoriligi, maxsus xossali detallar tayyorlanishi va boshqa ko'rsatkichlariga ko'ra mashinasozlikda tobora keng qo'llanilmoqda.

Masalan, kukun materiallaridan avtomobil hamda traktorlarning moy nasosi, shestemyalari, paxta terish mashinalarining shpindellari, sirpanish podshipniklari, kirya asboblari, turli keskichlar kallaklariga kavsharlanadigan qattiq qotishma plastinka va boshqalar tayyorlanadi.

Ma'lumki kukun metallurgiya usulida detallarni tayyorlashda asosiy xomashyo metall va metallmas materiallar kukunlaridir. Ularning strukturasi tayyorlash usuliga bog'liq. Metall va metallmas materiallar kukunlarini sanoat miqyosida tayyorlashda mexanik, kimyoviy va fizika - kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Mexanik usulda kukun olishda shar tegirmonlardan foydalaniladi. Bunda qurilmaning asosiy qismi barabanga cho'yan, po'lat yoki qattiq qotishmadan olingan sharchalar bilan kukunga ishlantirilgan qirindi yoki mayda material bo'laklari solinib berkitiladi. Barabanni ma'lum tezlikda aylantirishda sharchalar yuqoriga ko'tarilib-tushib materialga urilib uni maydalaydi. Xuddi shu maqsadda tebranadigan tegirmonlardan ham foydalaniladi. Kimyoviy va fizik-kimyoviy usullarda metall oksidlaridan metallarni qaytaruvchi gazlar ( $N_2$ , SO) ta'sirida ishlab olingan tuz erimallarini elektrolizlab temir, mis, nikel, kobalt volfran va boshqa metallar kukuni olinadi.

### Kukun materiallarining turlari va xossalari

Metall kukunlarining o'lchamlariga ko'ra ularni juda ham mayda (donining o'lchami 0,5 mkm gacha), juda mayda (donining o'lchami 0,5—10 mkm), mayda (donining o'lchami 10—40 mkm), o'rtacha (donining o'lchami 40—150 mkm) va yirik (donining o'lchami 150—500 mkm) xillarga, zarrachalarining shakliga qarab — yassi, teng o'qli, tolali turlarga ajratiladi.

Kukun materiallarning texnologik xossalariga uning press formadagi cho'kma zichligi, oquvchanligi va presslanuvchanligi kiradi.

Temir kukunlarining masalan, PJ2K, PJ4S va boshqa markalari bo'lib, bulardagi shartli belgilar quyidagilarni bildiradi: PJ — temir kukuni (poroshok jelezniy), raqam kimyoviy tarkibi bo'yicha guruhini, harflar donadorligini, jumladan, «K» yirik (крупный), «S» - o'rtacha (средний), «M» - mayda (melkiy) demakdir.

Kukun materiallardan tayyorlanadigan detallar konstruksiyasi quyidagi talablarga rioya qilingan holda belgilanmog'i lozim.

1. Detallar devorlarining qalinliklari keskin farq qilmasligi.
2. Detallarda uzun va tor ortiqlar, chiqiqlar ariqchalar, o'tkir burchakli o'tishlar bo'lmasligi.
3. Presslash o'qiga tik teshikli ariqchalar bo'lmasligi talab etiladi.

**Olovbardosh loylar:** Olovbardosh loylar tayyorlash uchun asosiy ingrediendlar bu og'irligi 25 dan 45% gacha alyuminiy oksidlari bo'lgan, alyuminiy oksidlari va yuqori darajada tozalangan kremniy aralashmalari dir.

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  sistemasi fazali diagrammagasiga asosan, ko'rsatilgan tarkiblar chegarasidagi hali suyuq faza yaralmaydigan maksimal harorat  $1587^\circ\text{S}$  ( $2890^\circ\text{S}$ )ga teng. Bundan pastroq haroratlarda teng og'ir fazalik tarkib mullit va kremniy oksidi (kristobalit formasida)dan tashkil topgan. Olovbardoshni qo'llash jarayonida kompozitsiyaning mexanik butunligini buzmaydigan, suyuq fazaning kichik miqdorlari ajralishi mumkin.  $1587^\circ\text{S}$ dan baland haroratlarda suyuq fazaning tarkibi kompozitsiya tarkibiga bog'liq bo'ladi. Alyuminiy oksidi qiymatini ko'paytirish maksimal haroratlarda olovbardoshni ekspluatatsiya qilishga yordam beradi, biroq bunda suyuq fazaning kichik miqdorlari yaralishi mumkin.

Olovbardosh loyli g'ishtlar asosan pechlar sirtini qoplashga, ichkarida baland haroratni ushlab turish va konstruksiya elementlarini qizib ketishdan saqlash uchun ishlatiladi, bunday g'ishtlarning pishiqligi hal qiluvchi faktor bo'lmay, konstruksiyani kuchaytirish talab etilmaydi. Olovbardosh loyli g'ishtlarni ishlatishda ularni tartib bilan terish va qurilma muvozanatli chiqishini nazorat qilish zarur.

**Kremnezem (kremniy oksidi) asosidagi olovbardoshlar.** Kremnezem asosidagi, ba'zida "nordon" deyiladigan olovbardoshlar uchun asosiy ingrediend bu kremniy oksididir. Bu turga mansub materiallar siqishga qarshi yetarli mustahkam bo'lib, juda yuqori haroratlarda ishlatishga yaroqlidir. Ularni asosan po'lat va oyna ishlab chiqarish pechlari gumbazlari uchun ishlatishadi. Bunda ruxsat etilgan harorat  $1650^\circ\text{S}$  ( $3000^\circ\text{F}$ )ga yetishi mumkin. Bunday haroratda materialning bir qismi suyuq fazaga o'tadi. Kichik konsentrsiyalarda alyuminiy oksidi mavjudligi material xossalariga fazali diagrammada ko'rsatilgandek salbiy ta'sir ko'rsatadi. Evtektikaning (7,7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) tarkibi kremniy oksidi keskin miqdoriga juda yaqin bo'lgani uchun,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ning kichik miqdorlarda ham qo'shilishi likvidus haroratini sezilarli pasaytiradi, bu esa  $1600^\circ\text{S}$  ( $2910^\circ\text{F}$ )dan baland haroratlarda materialda ancha miqdorda suyuq fazalar bo'lishi mumkin. Shuning uchun kremnezem asosidagi olovbardoshlarda  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miqdori minimum bo'lishi kerak bo'lib, odatda bu qiymat 0,2 dan 1,0% og'irlikni tashkil etadi. Ko'rilayotgan olovbardosh materiallar kremniy oksidida mavjud "nordon shlak" deb ataluvchi shlak mavjudligidan ham qo'rqmaydi. Bunday shlaklarni saqlash uchun ham kremnezem asosidagi olovbardoshlardan foydalaniladi. Biroq bu materiallar, tarkibida  $\text{CaO}$  va  $\text{MgO}$ (asosiy shlaklar) yuqori bo'lgan

shlaklar oldida chidamsizlar, shuning uchun ko'rilayotgan olovbardoshlarning bu muhitlari bilan kontaktiga yo'l qo'ymaslik maqsadga muvofiq.

**Asosiy olovbardoshlar:** Asosan periklaz yoki magniy oksididan (MgO) tashkil topgan olovbardoshlar, asosiy olovbardosh materiallar sinfiga kiradi. Ularda kalsiy, xrom va temir birikmalari mavjud bo'ladi. Kremniy oksidi mavjudligi bu materiallarning yuqori harorat xossalari salbiy ta'sir ko'rsatadi. Asosiy olovbardoshlar tarkibida  $\text{CaO}$  va  $\text{MgO}$  yuqori bo'lgan shlaklar ta'siriga yaxshi chidamlidir. Bu materiallar ba'zi tipdagi ochiq o'chog'lik po'lat eritish pechlari qurishda keng ishlatiladi.

**Maxsus vazifali olovbardosh materiallar:** Ba'zi maxsus holatlarda qo'llaniladigan olovbardosh materiallarning boshqa turlar ham mavjud. Ulardan ba'zilari aytarli yuqori darajada tozalangan metallar oksidlari ishlatilishiga asoslangan bo'lib, ulardan ko'pginasi juda past g'ovaklik bo'lib yaratilishi mumkin. Bu materiallar guruhiga alyuminiy, kremniy, beriliy ( $\text{VeO}$ ), sirkoniy ( $\text{ZrO}_2$ ), mullit ( $3\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ ) oksidlari kiradi. Yana maxsus olovbardosh materiallarni karbidlar, uglerod va grafit asosida olish mumkin. Yuqori elektrik qarshilikli materiallardan tayyorlangan isitish elementlari uchun kremniy karbidi ishlatiladi. Undan isitish pechlari tigellari va ichki detallari yasaladi. Uglerod va grafit yuqori olovbardoshlik xususiyatlariga ega bo'lishiga qaramasdan, aytarli kichik hajmlarda ishlatiladi, chunki ular  $800^\circ\text{S}$  ( $1470^\circ\text{F}$ )dan baland haroratlarda intensiv oksidlanishga moyildirlar. Bundan kelib chiqadiki, maxsus vazifali olovbardoshlar - bu qimmatbaho materiallardir.

**Abrazivlar:** Keramik materiallardan tayyorlangan abrazivlar, o'zidan yumshoqroq bo'lgan materiallarni yanchish, maydalash va kesish uchun ishlangan uskunalar detallari uchun ishlatiladi. Shuning uchun bu guruh materiallariga qo'yilgan talab mustahkamlik yuqori bo'lishi va yeyilishga bardoshli bo'lishi kerak. Bundan tashqari abraziv qismlarini yengil yemirilishini oldini olish uchun bu materialning ma'lum darajada egiluvchan bo'lishi maqsadga muvofiq. Yemirilishga olib keluvchi kuchlar ta'sirida yuqori haroratlar yuzaga keladi, shuning uchun abraziv materiallardan ham ma'lum issiqqa chidamlilik talab etiladi. Abraziv sifatida tabiiy va sun'iy olmoslar ishlatiladi. Biroq bu materiallar ancha qimmat. Kengroq ishlatiladigan

abraziv materiallar bu kremniy karbidi, volfram karbidi, alyuminiy oksidi (korund) va qum shaklidagi kremnezem.



4.1-rasm Alyuminiy oksidi qismchalari asosidagi adgeziv keramika mikrofotografiyasi

Och rangda  $Al_2O_3$  abraziv donalari, kulrang va qora joylar bu biriktiruvchi va g'ovaklar.

Abrazivlar turli shaklda ishlatiladi – abraziv doiralariга surtilgan holatda, qoplam shaklda va erkin granular shaklda. Birinchi holatda abraziv qismchalari doiraga shishasimon keramika yoki organik yelim yordamida qotiriladi. Sirt strukturasi birmuncha g'ovaklilikka ega

bo'ladi. Havo oqimlari yoki suyuq xladagent bilan sirtning termochidam qismchalarini shu g'ovaklar orqali purkab turilishi, o'ta qizib ketishni oldini oladi. Bunday abrazivning mikrostrukturasi 4.1-rasmda ko'rsatilgan, bu yerda modda va g'ovaklarni bog'lab turuvchi granular ko'rinib turibdi.

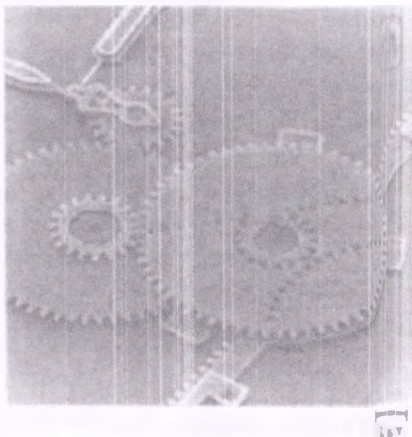
Abraziv qoplamlar qog'oz yoki maxsus matoga qotirilgan abraziv kukunidir. Hanumaga tanish bo'lgan misol bu qumqog'ozdir (shkurka). Bu turdagi adgezivlar yordamida yog'och, keramika va plastmassadan yasalgan mahsulotlar silliqalanadi va sayqallanadi.

**O'zgacha xossali keramik:** Yuqorida muhokama qilingan keramika bu turdagi ishlab chiqariladigan materiallarning katta qismini tashkil etsa ham, oxirgi vaqtlarda o'zgacha xossali keramika deb nomlangan yangi keramik materiallar yaratilmoqda. Hozirgi vaqtda bu materiallar zamonaviy sanoatda o'z o'rnini topmoqda. Jumladan, keramik materiallarning elektrik, magnit va optik xossalari unikal kombinatsiyasi yangi mahsulotlar ishlab chiqishda qo'llanilmoqda. Ulardan ba'zilar 12,18 va 19 boblarda muhokama qilingan. O'zgacha xossali keramika, optik tolalar asosidagi kommunikatsion sistemalarda, mikroelektromexanik sistemalarda, podshipniklar zoldiri uchun material sifatida va bir qator pizelektrik xossali keramik materiallar ishlatilishiga asoslangan uskunalarda ishlatiladi.

**Mikroelektromexanik sistemalar:** Mikroelektromexanik sistemalar (MEMS) kremniy substriga qotirilgan, juda ko'p elektromexanik bilan integrasiya qilingan, ko'pgina miniatyur mexanik komponentlardan iborat "aqli" moslamalardir. Mexanik komponentlari bu mikrosensozlar (datchiklar) va mikrojarayonlar (kuchlanish moslamalari). Mikrosensozlar mexanik, harorat, kimyoviy, optik va boshqa ko'rsatkichlarni o'lchab, atrofdagi muhit holat haqida axborot o'z ichiga olgan. Keyin sistemaning mikroelektron komponentlari to'plangan holatni o'lchaydi va kerakli qarorlar qabul qiladi, so'ng bu qarorlar mikrojarayonlarga yetkaziladi, ular esa pozitsiyalash va harakatlanish, kuchlanish, ko'rsatkichlarni tartibga soladi va filtratsiya kabi funksiyalar bajaradi. Mikrojarayonlar tarkibiga chiroq manbaalari, ko'rsatkichlar, dvigatel va membranalar kiradi; bu barcha komponentlar bir necha mikron atrofida mikroskopik hajmda bo'ladi. MEMS tez tez ishchi uzatkichining tishlik uzatkich elektron tishlik moslamasi ko'rsatilgan.

MEMS yaratish metodikasi kremniy asosidagi integral mikroelektronlar yaratishdan deyarli farq qilmaydi. Jarayon yaxshi ma'lum bo'lgan fotolitografiya, ionlar inrejasiyasi, ishlov berish, mikroelektromexanik texnologiyalaridan iborat. Bundan tashqari, ba'zi mexanik komponentlar mikroskopik stanok ishlovi texnologiyalari ishlatish orqali ishlanadi. MEMS komponentlari – bu puxta ishlangan, mustahkam mikroelektromexanik mahsulotlardir. Bundan tashqari, ular partiyalab ishlanadi. MEMS yaratish texnologiyasi kanxarj va bu texnologiya narxi baland emas.

Hozirgi MEMS yaratishda kremniy ishlatishning ma'lum cheklanishlari mavjud. Gap shundaki, kremniyning parchalanish energiya qiyamati ( $\sim 0.001 \text{ MPa} \cdot \text{cm}^2$ ) aytarli past bo'lib, uning yumshash temperaturasi ( $1600^\circ\text{C}$ ) uncha baland emas, va u namlik va kislorod ta'siriga juda ta'sirchan. Shuning uchun zamonaviy tadqiqotlar yanada mustahkam, issiqqa chidamli, yanada inertroq bo'lgan keramik komponentlar yaratishga qaratilgan. Bu ba'zi MEMS komponentlari uchun juda muhim, ayniqsa katta tezlikda ishlatiladiganlar va mikroelektromexanik uchun. Bu maqsadlar uchun tavsiya etilgan keramik komponentlar – bu kremniy amorf karbonitrili (kremniy karbidi va kremniy karbidi qandimasi), metalloorganik prekursorlar orqali olinadi.



4 2-rasm

MEMS chiziqli  
uzatkichining tishlik  
uzatkich elektron  
skanerlovchi  
mikrofotografiyasi  
ko'rsatilgan. 4 2-rasm. Bu  
moslama yuqori chapdagi  
shesternyaning aylanma  
harakatini reykaning chiziqli  
harakatiga aylantiradi.  
Kattalashtirish taxminan  
x100 MEMSlar akselero-  
metrlar tezlanish/sekinlanish-  
ni o'lchash datchiklari)

yashashda ishlatiladi, ular avtomobil avariyaalarda shishiriladigan xavfsizlik yostiqchalari sensorlari sifatida qo'llaniladi. Bunday qo'llanishda mikroelektron sxemalarning muhim komponenti bo'lib erkin joylashgan mikroo'zaktiradi. Standart qurilmalarga qaraganda xavfsizlik yostiqchalari shishirish sistemasini yoqishda, MEMS lar hajmi kichikroq, vazni yengilroq, ishonchliroq va narxi pastroqdir. MEMS potentsial qo'llash sohalari: elektron displeylar, axborot saqlash bloklari, energiya o'zgartirib beradigan qurilmalar, kimyoviy detektorlar (dori va reparaatlarning kimyoviy va biologik xavfli substansiyalari va skrining uchun), va DNK molekularini ko'paytirish va identifikatsiya uchun mikrosistemalarida. Shubhasiz kelajakda MEMS bilan bogliq, ko'plab hozir ma'lum bo'lmagan texnologiyalar iqtisodiyotni rivojlantirishda katta ahamiyatga ega bo'ladi. Ular oxirgi o'ttiz yilgi mikroelektron integral sistemalar erishgan yutuqlardan ham o'tib ketishi mumkin.

**Optik tolalar:** Zamonaviy kommunikatsiya sistemalarining tengsiz elementi bo'lgan, MEMS xossalarga ega, yangi keramik materiallardan biri bu optik tolalardir. Optik tolalar numi yutish, kamaytirish va parchalashda yiroq, minimal darajada ham yot qo'shimchalar va defektlarda xoli bo'lgan toza kremniy oksididan tayyorlanadi. Optik tolalar tayyorlash uchun, ishlab chiqarishning zamonaviy, yuqori texnologiya sxemasi yaratilgan, bu qo'llanish bilan bog'liq aniq talablarga javob beradigan tolalar olish imkonini berdi

**Sharikopodshipniklarda keramik shariklar.** Keramik materiallar qo'llanishining yana bir sohasi bu sharikopodshipniklar uchun keramik sharlar tayyorlash bilan bog'liq. Bu mahsulotlar orasida halqa bo'ylab sharlar joylashgan ikki oboymadan (tashqi va ichki) iborat. Ilgari sharikopodshipniklarning barcha elementlari, an'anaviy tarzda yuqori qattiqlika ega, juda koroziyaga chidamli, sirlari yuqori silliqlikka yetishi uchun polirovkalanadigan maxsus po'latlardan ishlanar edi. Oxirgi o'n yillikda sharlar ba'zi hollarda po'latni o'rni bosgan <sup>(8,2)</sup> kremniy nitrididan tayyorlanmoqda, chunki kremniy nitridining ba'zi xossalari po'latnikidan afzalroq. Ko'pincha halqachalarni po'latdan yasaydilar, chunki po'lat mustahkamligi kremniy nitridinikidan balandroq. Po'lat halqa va keramik sharlar kombinatsiyasini gibril podshipnik deydi. Kremniy nitridining solishtirma vazni po'latnikidan kam bo'lgani uchun ( $7,8\text{g}/\text{sm}^3$  nisbatan 3,2), gibril podshipniklar vazni an'anaviylarnikidan kamroq. Shunga gibril podshipniklarda markazga intiluvchi kuchlar kamroq bo'lib, natijada ular balandroq aylanish tezliklarida (20dan 40%gacha tezroq) qo'llanishi mumkin. Kremniy nitridining taranglik moduli po'latnikidan yuqori (200FPa ga nisbatan 320). Shuning uchun, bor nitridli sharlar qattiqroq bo'lib, ishlaganda kamroq deformatsiya bo'ladi, natijada shovqin va tebrani sh kamayadi.

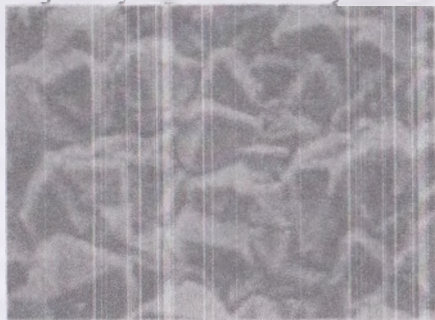
**Olmos:** Olmosning fizikaviy xossalarni uni juda jozibador material sifatida qabul qilishimizga asos bo'ladi. Bu juda qattiq modda (eng qattiq) bo'lib, juda past elektro'tkazuvchanlikka ega. Bu ko'rsatkichlar uning kristallik qurilishi xususiyati va juda mustahkam atomlararo kovalent bog'lanishlari bilan asoslanadi. Olmos metallmas materiallarga xos bo'lmagan, keramiklar uchun g'ayrioddiy issiqlik o'tkazuvchanlikka ega. U ko'rinish va infraqizil diapazonlarda shaffof bo'lib, juda baland nur sindirish ko'rsatkichiga ega.

Aytarli katta donali olmos kristallari zargarlik toshlari sifatida qo'llaniladi. Sanoatda olmoslar boshqa materiallarni kesish va silliqlash uchun ishlatiladi. XX asming 50 yillaridan sun'iy olmoslar olish texnologiyalari ishlangan, hozirgi davrda ular shu darajaga yetdiki, sanoatda ishlatiladigan olmoslarning katta qismini sun'iy olmoslar tashkil etadi. Bunday olmoslarning bir qismi zargarlik ishi talablariga ham javob beradi.

Oxirgi yillarda yupqa plyonka ko'rinishidagi olmoslar olish texnologiyasi yaratildi. Mazkur texnologiya reaksiyani gazli muhitda

o'tkazib, so'ngra taglikka o'tkazishga asoslangan. Bunday yo'l bilan olingan plyonka qalinligi bir millimetrga yetadi. Biroq hozirgi kunga qadar, olmos strukturasi qiyosan aytarli uzunlikda kristall strukturasi tartiblangan plyonka olish imkoni yo'q. Bunday sun'iy olmoslar – ko'plab mayda, yoki aytarli yirik donalardan iborat bo'lishi mumkin bo'lgan polikristalik yaratmalardir; bundan tashqari ularda amorf uglerod va grafit bo'lishi mumkin.

Olmos plyonkalarining mexanik, elektrik va optik xususiyatlari uch o'lchamli olmoslarnikiga yaqin. Materialning bunday xossalari kelajakda yangi materiallar yaratilishiga turtki bo'ladi.



4.3-rasm Olmos plyonkasi sirtining skaner qiluvchi elektron mikrofotografiya

qoplashda foydalaniladi, bu esa ularning shafoligini yo'qotmagan holda mustahkamligini orttiradi. Olmos qoplamalar ovoz kuchaytirgichlar, reproduktorlar va yuqori aniqlikka ega bo'lgan mikrometrlarda ham qo'llanadi.

Olmos plyonkalar shesternya va podshipnik kabi mashina detallarida, optik o'quvchi golovkalar va disklarda shuningdek, yarimo'tkazuvchi moslamalar qavatlarida qo'llaniladi.

**Grafit** :Grafitning kristallik strukturasi qavatlar orasidagi bog'lanish Van-Der-Vaals kuchlari tomonidan ta'minlanadi. Qavatlararo kuch kamligidan, materialning qavatlar orasidan ajralishiga erishish oson, bu grafitning zo'r antifriksion xususiyatlaridan dalolat beradi. Grafit strukturasi da geksagonal qavatlar ga parallel bo'lgan kristalografik yassiliklar tomonga yo'naltirilgan elektro'tkazuvchanlik yuqori bo'ladi. Grafitning boshqa muhim xossalari: yuqori mustahkamligi, bo'lmagan atmosferadagi baland haroratlarda yaxshi kimyoviy muntazamligi, yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi, termik kengayishning past koeffitsienti, harorat

o'zgarishiga ta'sirchan emasligi, turli gazlarga nisbatan adsorbsion xususiyati, stanoklarda ishlanishi yengilligi.

Grafit asosan, elektor pechlarini isitish elementlarini tayyorlashda, elektrodlar va elektryoyli payvandlashda, metallurgiya tigellar uchun material sifatida, keramik va metal qotishmalar uchun qoliplar sifatida, yuqori haroratlardan himoyachi va issiqlik izolyatorlari sifatida, raketa dvigatellari soplolarida, kimyoviy reaktorlarda, elektor kontaktlarda, akkumulyator elektrodlarida va havo tozalash uskunalarida qo'llaniladi.

Bizga yaxshi tanish bo'lgan, turli sohalarda qo'llaniladigan juda ko'p polimer materiallar mavjud. Polimer materiallarni ishlatilish sohasiga qarab sinflash mumkin. Bir qarashda polimer materiallar plastmassalar, elastomerlar (rezinalar), tolalar, qoplamalar, adgezinlar, ko'pik va plyonkalarga bo'linadi. Xossalariqa qarab ba'zi polimerlar bir necha kategoriyalarga bo'linadi. Masalan, plastmassada ko'ndalang aloqalar to'ri mavjud bo'lsa, shishalashning haroratidan baland bo'lgan haroratlarda elastomer bo'lib qo'llanishi mumkin. Tola uchun material, agar undan tola qilinmasa, plastmassa sifati ishlatilishi mumkin. Hozirgi vaqtda keng qo'llaniladigan qattiq qotishmalarni bir karbidli «VK» tipidagi (masalan, VKZ, VK4, VK6 va boshqa markalari), ikki karbidli TK tipidagi (masalan, T15K6, T5K.12) va uch karbidli «TT» tipidagi (masalan, TT17K12, TT20K9) markalari bor. Bu markalardagi qabul etilgan shartli belgilarni quyidagicha tushunmoq lozim. Masalan, VK6 da 94% W<sub>3</sub>S va 6% So bo'ladi. Shuni ta'kidlash joizki, bu yerda «So» volfram karbidlarni o'zaro bog'laydi, binobarin, uning miqdori ortishi bilan puxtaligi ortadi. Xuddi shunday T15K6 markada 15% T1S, 6% So, qolgan 79% WS, TT20K9 markada 20% TIC bilan TaS, 9% So qolgani 71% WS bo'ladi. Qattiq qotishmalarni ishlab chiqarish texnologiyasiga ko'ra, avval metall karbidlari va kobalt kukunlaridan shixta tayyorlab pressformaga kiritishdan oldin unga ma'lum miqdorda plastifikator (kauchuk, parafin yoki glitserin) qo'shilib, presslanuvchanligi yaxshilanadi. So'ngra pressformaga solinib, katta bosimda 60—200 MPa (600—2000 kg/sm<sup>2</sup>) presslanadi.

Tayyorlangan buyum 150-200°C temperaturada vodorod yoki vakuumli pechda ma'lum vaqt quritilib, so'ngra 1350—1480°C temperaturada qizdirib pishirilgach sovitiladi, bunda termik ishlash vaqti tayyorlanuvchi buyum shakli va qalinligiga qarab belgilanadi.

Tayyor mahsulot texnik nazoratdan o'tgach iste'molchilarga jo'natiladi.

Metallardan sof yoki deyarli sof holatda foydalanilmaydi, biroq bazi metallar sof shaklda ham qo'llaniladi. Misol uchun, 99,99 foiz soflikdagi mis, uning yuqori darajadagi elektor o'tkazuvchanlik xossasi ulardan elektor tokini o'tkazuvchi simlar sifatida ishlatiladi. Yuqori soflikdagi alyuminiy (99,99% Al) super alyuminiy deb ataladi va dekorativ maqsadlar uchun ishlatiladi. Biroq, sanoatda metallar va qotishmalarga qo'yilayotgan mustahkamlik, korroziyabardoshlik va boshqa talablarga to'liq javob beradigan materiallarga ehtiyoj ortib bormoqda.

### **O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Kukunli materiallar qanday tayyorlanadi?
2. Kukunli materialdan tayyorlangan detallar qanday markalanadi?
3. Kukun materiallar tayyorlash usullari?

## V BOB. METALL VA QOTISHMALARGA TERMİK VA KIMYOVIY-TERMİK ISHLOV BERISH

### Po'latlarga termik ishlov berish turlari

**1. Yumshatish.** Bu ishlovdan ko'zda tutilgan maqsad po'latning donlarini maydalashtirib strukturasi yaxshilash, ichki zo'riqish kuchlanishlarini yo'qotib, oson kesib ishlanadigan qilishdan iborat. Yumshatishning quyidagi turlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

a) Rekristallizasion yumshatish. Sovuqlayin bosim bilan ishlangan buyumlarning deformatsiyalanib cho'zilgan donlari o'miga teng o'qli donlar olish bilan ichki kuchlanishlarni yo'qotib po'latlarning plastikliгинi o'ttirishda qo'llaniladi.

Buning uchun buyum rekristallanish temperaturasidan 200— 300°C yuqoriroq temperaturagacha (masalan, kam uglerodli po'latlar 600— 700°C gacha) qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlangach, asta sekin sovitiladi;

b) Chala yumshatish. Ba'zi hollarda po'latquymalar va pokovkalarda ichki kuchlanishlarni yo'qotib, mexanik ishlashdan avval strukturasi yaxshilash uchun chala yumshatiladi. Masalan, evtektoidgacha bo'lgan po'lat buyumlar As1 kritik nuqta bilan As3 kritik nuqta oralig'idagi temperaturagacha, evtektoidan keyingi po'lat buyumlar esa As1 kritik nuqta bilan As3 kritik nuqtalar oralig'idagi temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, asta-sekin sovitiladi. Bu ishlovda faqat perlit struktura-sigina qayta kristallanadi, qolgan strukturalar o'zgarmaydi. Shu boisdan ham chala yumshatish deyiladi.

v) Diffuzion yumshatish. Po'lat quymalar (ayniqsa, legirlangan po'latlar) kimyoviy tarkibining notekisligini yo'qotish maqsadida bu xil ishlov beriladi. Buning uchun, masalan, evtektoidgacha bo'lgan po'lat buyumlar As3 kritik temperaturadan 200-300°S yuqori temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada 10-15 soat saqlangach, avval 600°S temperaturagacha keyin esa havoda sovitiladi.

Buyumni yuqori temperaturada bir necha soat tutib turishda austenit donlaridagi uglerod va boshqa elementlar diffuziyalanganda tarkibi tekislanib gomogen struktura hosil bo'ladi. Bunda austenit donlari yiriklashadi. Shuning uchun bu termik ishlovdan so'ng donlarni maydalashtirish maqsadida u qo'shimcha ravishda to'la yumshatiladi.

g) To'la yumshatish. Bu usul yirik donli po'lat quymalar va pokovkalarining donlarini bir tekis, mayda donli qilishda ichki kuchlanishlarni yo'qotish maqsadida qo'llaniladi. Bunda evtektoid va evtektoidgacha bo'lgan po'latlarning markasiga qarab ularni As1 yoki As3 kritik temperaturadan 30-50°C yuqoriroq temperaturagacha qizdirib shu temperaturada ma'lum vaqt saqlangach, asta sekin sovitiladi.

Shuni ham qayd etish lozimki, evtektoiddan keyingi po'latlarni to'la yumshatish uchun ularni As1 kritik temperaturadan bir oz yuqoriroq temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab, sovitilganda ajraluvchi Sementit perlit donlarini parda bilan chulg'ab olib uni mo'rtlashtiradi, shu sababli bu po'latlar to'la yumshatilmaydi

d) Izotermik yumshatish. Bu usul to'la yumshatishdagi kabi maqsadlarda qo'llaniladi. Masalan, evtektoidgacha bo'lgan po'lat As3 kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'latlar esa As1 kritik nuqtadan 30—50°C yuqori temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlangach, zaruriyatga ko'ra, masalan, (60—700°C li muhitga o'tkazilib, shu muhitda austenit ferrit bilan Sementitga batamom parchalanguncha tutib turiladi, keyin havoda sovitiladi. Bu usul to'la yumshatishga qaraganda 3-4 marta unumliroqdir. Masalan, legirlangan po'latlarni to'la yumshatish uchun odatda 18—15 soat vaqt sarflansa, izotermik yumshatishda 3-4 soat yetarli. Bu ishlov ikkita pechda yoki zonali pechlarda amalga oshiriladi.

(ye) Donador perlit olish uchun yumshatish. Evtektoiddan keyingi va legirlangan po'lat buyumlarning plastinika tarzidagi Sementit donlarini mayda donador strukturaga aylantirish maqsadida yumshatiladi. Buning uchun evtektoiddan keyingi po'latlar As1 kritik nuqtadan bir oz yuqoriroq temperaturagacha (750—760°C) qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, asta-sekin sovitiladi. Ma'lumki, po'latni As1 kritik nuqtadan yuqoriroq temperaturagacha qizdirilganda perlit donlari austenitga aylanib, ikkilamchi Sementit esa o'zgarib qoladi.

Tadqiqotlarning ko'rsatishicha austenitda erimagan karbid va boshqa qo'shimchalar po'latni sovitishda qo'shimcha kristallanish markazlari hosil qilib donador struktura olishga ko'maklashadi.

**2. Normallash.** Bu usul qotishmalardagi ichki kuchlanishlarni yo'qotish bilan bir jinsli mayda donli struktura olishda qo'llaniladi. Normallash uchun evtektoidgacha bo'lgan po'lat buyumlarni As3 kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'latlarni esa AsT kritik nuqtadan 30 — 50°S yuqori temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt

tutib turilgach, havoda sovitiladi. Shuni qayd etish lozimki, normallangan kam uglerodli po'latlarning strukturasi ferrit bilan perlitdan iborat bo'lib, xossalari esa yumshatilgan po'latlamikidan bir oz farq qiladi. Shu sababli amalda vaqtning tejalishi hisobiga ish unumdorligini oshirish uchun bunday po'latlar yumshatilmay normallanadi. Normallangan va yumshatilgan o'rtacha uglerodli po'latlarning ( $S=0,3-0,5\%$ ) xossalari bir-biridan farq qilishi sababli normallash yumshatish o'rmini bosa olmaydi.

Konstruksion po'latlarni yumshatishni jarayonlari keng tarqalgan ikki turi mavjud. Bular to'liq yumshatish va chala yumshatishdir.

To'liq yumshatishda evtektoidgacha va evtektoid po'latlarini austenit fazasida ostenit-ferrit chegarasidan  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  yuqorida qizdirish, yuqori haroratda ushlab, turib keyin asta-sekin xona temperaturasigacha sovitiladi. Bunda Po'latlar u ikki fazali ostenit handa Sementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) holatida, evtektoid po'latlari austenit chegarasidan  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  yuqori harorati austenit fazasi hisoblanadi. To'liq toblangandan keyin evtektoid po'latlari ferrit va perlit tuzulishiga ega bo'ladi. Ko'pincha yumshatish ichki kuchlanishlardan ozod qilish uchun qo'llaniladi. Bu jarayon stress yordam deb ataladi. Kam uglerodli po'latlar ( $C=0.3\%$ ) ni yumshatish odatda  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  va  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$  orasida, evtektoid haroratidan past haroratda amalga oshiriladi.

**3. Toblash va bo'shatish.** Ko'p hollarda konstruksion pulatlardan tayyorlangan shesterniyalar, vallar va boshqalarning puxtaligini, asbobsozlik po'latidan yasalgan keskichlarni kesuvchanligini va yeyilishga chidamliligini oshirish maqsadida toblanib, bo'shatiladi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan uglerodli po'latlarni  $\text{As}_3$  kritik nuqtadan  $30-50^{\circ}\text{S}$  yuqoriroq temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, kritik tezlikdan yuqoriroq tezlikda (sovuq suvda) sovitiladi. Shuni qayd etish kerakki, kam uglerodli po'latlarda uglerodning kamligi va austenitning martensit strukturaga o'tish temperaturasining yuqoriligi sababli toblashda austenitning ferrit bilan Sementitga parchalanishi sodir bo'ladi. Shu sababli kutilgan xossaga erishilmaydi. Shuning uchun bu xil po'latlar amalda toblanmaydi, faqat o'rta va ko'p uglerodli po'latlarga toblanadi. Evtektoidgacha va evtektoiddan keyingi po'latlarni toblash uchun ularni  $\text{As}_1$  kritik nuqtadan  $30-50^{\circ}\text{C}$  yuqoriroq temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach tezda (sovuq suvda) sovitiladi. Bunda buyum sirtqi qatlamining o'zak qismiga qaraganda tezroq sovishi ichki zo'riqish kuchlanishlarini vujudga keltiradi.

Agar ichki zo'riqish kuchlanishlari katta bo'lsa, buyum darz ketishi mumkin. Shu sababli po'latlarni toblash rejimini belgilashda ularning markasiga, shakliga, o'lchamlariga, devor qalinligiga katta e'tibor bermoq lozim. Amalda toblash muhiti sifatida sovuq suv, tuz eritmaları, ishqorlardan foydalaniladi. Sovitish suyuqliklari toblashda po'latni 550 - 600°C temperatura oralig'ida sovitilishida austenitning ferrit va Sementit aralashmasiga parchalanishiga yo'l qo'ymay, uni martensitga aylanishi vaqtida (200 - 300°C) sekin sovitmoq lozim. Bunday rejimda austenit batamom martensitga aylanib, ichki zo'riqish kuchlanishlaridan xoliroq bo'ladi.

1-jadvalda amalda ko'p foydalaniladigan sovitkichlar va ularning zarur temperatura oralig'idagi sovitish xarakteristikalari keltirilgan.

5.1-Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinadiki, po'latlarni toblashda foydalaniladigan sovitkichlarning biron-tasi ham yuqorida.

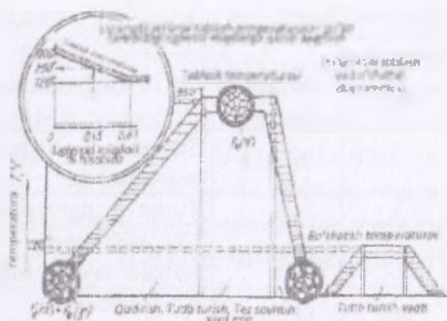
5.1-jadval

<i>Asosiy sovitkichlar xili</i>	<i>Temperatura oralig'idagi sovitish tezligi grad/s</i>	
<b>18-20 S dagi suv</b>	550-600 S 600	200-300 S 270
<b>50 S dagi suv</b>	100	270
<b>10% li osh to'zining suvdagi eritmasi</b>	1100	300
<b>Mineral mashina moyi</b>	150	30
<b>Transformator moyi</b>	120	25

Qayd etilgan talablarga to'la javob bermaydi. Biroq konkret markali po'lat buyumlarni toblashda talabga javob beradigan xillaridan foydalaniladi.

Toblangan po'lat buyumlaridagi ichki zo'riqish kuchlanishlarini yo'qotish va strukturasi yaxshilash maqsadida ular albatta bo'shatiladi. Buning uchun toblangan buyum *As<sub>1</sub>* kritik temperaturadan pastroq temperaturada qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlangach, sovitiladi. Masalan, toblangan po'lat keskichlar 180—200°C temperaturada, zarb bilan ishlaydigan detallar 300—400°C temperaturada bo'shatiladi.

Po'latlarning yumshatish va normallashtirish temperaturalarini uglerod miqdoriga qarab belgilash grafigi.



5.1-rasm Po'latlarning toblan va bo'shatish temperatura ikki uglerod miqdoriga ko'ra belgilash grafigi

5.1-rasmida uglerodli po'latlarning yumshatish normalash temperaturalarini uglerod miqdoriga qarab belgilash afiqi, 5.2- rasmida esa uglerodli po'latlarning blash temperaturasi uglerod miqdoriga ko'ra belgilash, toblangandan keyin quyi temperaturali bo'shatish rejimlari grafigi umumiy holda kelgirilgan.

5.2- jadvalda uglerodli sifatli normallangan po'latlarning mexanik xossalari hamda ishlatilish joylari keltirilgan. 5.3- jadvalda asbobsozlik po'latlarini to'la yumshatish, toblash va bo'shatish rejimlari va qattiqliklari keltirilgan.

Agar po'latlarni termik ishlashda qizdirishning umumiy vaqtini  $\tau_q$  harfi bilan, buyumni zarur temperaturagacha qizdirishga sarflangan vaqti —  $\tau_k$  bilan, uni shu temperaturada tutib turish vaqtini  $\tau_s$  bilan belgilasak,  $\tau_u$  vaqt  $\tau_q$  va  $\tau_s$  vaqtlarning yig'indasiga teng bo'ladi:

$$\tau_u = \tau_k + \tau_s; \text{ daqiqa}$$

Buyumni zarur temperaturagacha qizdirish vaqti esa pech temperaturasiga, buyum materialiga, shakliga, o'lchamlariga va ularning pechga joylash xarakteriga bog'liq. Umumiy holda uni quyidagi empirik formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$\tau_k = 0,1 K_1 \cdot K_2 \cdot A_3 \cdot D,$$

bu yerda  $K_1$  - muhit koeffitsienti (gaz uchun 2, tuz eritmasi uchun 1, metall eritmalari uchun 0,58),  $K_2$  — shakl koeffitsienti (silindr uchun 2, shar uchun 1),  $K_3$  - qizdirish koeffitsiyenti (bir tomonlama qizdirilsa, har tomonlama qizdirilsa 1),  $D$  - buyumning o'lchami (maksimal qirgimning minimal o'lchami), mm

Buyumlarni zarur temperaturada tutib turish vaqti ( $\tau_s$ ) esa uglerodli po'latlar uchun buyum kesimining har bir millimetriga 1,0 - 1,5 daqiqa, legirlangan po'latlar uchun taxminan 2 - 2,5 daqiqa olinadi. Albatta, aniq buyumlar uchun aniqlangan  $\tau_u$  vaqtga tajriba asosida aniqliklar ham kiritiladi

5.2- jadval

Po'latlar markasi	Mexanik xossalari				Ishlatish joyi
	$\sigma$ , MPa	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	$NV$ , kg · k/mm <sup>2</sup>	
10	270-410	27	-	76-118	Sterjen, turba, listlar tayyorlashda
20	348	24	-	-	Turba, listlar tayyorlashda
25	2120	18	50	121-170	Cho'kichlashda, sterjen, turbalar tayyorlashda
35	510	15	45	143-187	Cho'kichlashda, sterjen tayyorlashda
45	588	13	40	170-229	Cho'kichlashda, sterjen, turbalar tayyorlashda
50	617	13	40	174-255	Cho'kichlashda, sterjen tayyorlashda

5.3-jadval

Po'latlar markasi	Yumshatishda		Toblashda			Bo'shatishda	
	Qizdirish temperatura si, S	Qattiqligi NV, kamida	Qizdirish temperatura si, S	Sovitish muhiti	Qattiqligi HR S	Qizdirish temperatura si, S	Qattiqligi HR S
U7, U7A	750-760	187	800-	Suv	61-63	120-	63-60
U8, U8A			820	inoy		200	
U8G, U8GA	750-760	187			62-64		64-60
U9, U9A	750-760	192	780-	Suv	62-65	160-	64-62
U10	760-780	197	800	inoy	62-65	200	64-62
U12	760-780	207	760-	Suv	62-66	160-	65-62
			780	inoy		200	
			760-	Suv		160-	
			780	inoy		200	
			760-	Suv		160-	
			780	inoy		200	

Ilmiy tekshirishlar va kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, austenit strukturali buyum sovitish darajasiga qarab perlit, sorbit va troostit, ignasimon troostit va martensit strukturalarga aylanadi. Quyida bu strukturalar haqida ma'lumotlar keltiriladi.

**Sorbit.** Bu struktura perlit strukturasiga singari ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'lib, donlari maydaroq bo'ladi. Bu

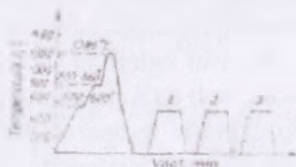
strukturali po'latlarning Brinell bo'yicha qattiqligi  $NV = 2700 - 3200$  MPa oralig'ida bo'ladi.

**Troostit.** Bu struktura ham xuddi sorbit struktura singari ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'lib, donlari sorbitga nisbatan yanada maydaroq. Bu strukturali po'latlarning Brinell bo'yicha qattiqligi  $NV = 3800 - 4200$  MPa oralig'ida bo'ladi.

**Martensit.** Bu struktura uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi  $[Fe_3(S)]$  dir. Bu strukturali po'latlarning Brinell bo'yicha qattiqligi  $NV = 6000 - 6500$  MPa bo'ladi.

Ma'lumki, ko'pchilik legirlovchi elementlar (Su, V, W, Mo, Ti...) Fe —  $Fe_3S$  holat diagrammasidagi  $As_1$  va  $As_2$  kritik nuqtalar vaziyatini birmuncha ko'taradi. Ni va Mn esa kritik nuqtalarni pasaytiradi. Issiqlikni esa uglerodli po'latlarga nisbatan yomonroq o'tkazadi. Shu boisdan ham ularga termik ishlov berib, zarur temperaturagacha sekinroq qizdirib shu temperaturada uzoqroq vaqt tutib turish talab etiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, hamma legirlovchi elementlar (So dan tashqari) toblash kritik tezligini ( $v_k$ ) pasaytirib, inkubatsion davrni oshiradi. Bu esa austenit holatidagi po'latlarni havoda, moyda va boshqa issiqroq muhitlarda sovitishda ham martensit struktura olish imkonini beradi.

5.3-rasmda misol sifatida tezkesar po'lat (R18) dan tayyorlangan keskichni kesuvchan va kam yeyiladigan qilish maqsadida toblab bo'shatishni qanday rejimlarda olib borish zarurligi keltirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, po'lat buyum avval  $500 - 600^\circ C$  temperaturagacha sekinroq tezlikda qizdirilib, shu temperaturada bir oz saqlangach, yanada sekinroq tezlikda  $830 - 860^\circ C$  temperaturagacha qizdirilib shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, so'ngra  $1280^\circ C$  temperaturagacha tezroq qizdirib, shu temperaturada bir oz tutib turilgach, moyda yoki havoda sovitib toblanadi.



5.2-rasm. Tezkesar po'latni toblash va bo'shatish rejimlari

temperaturagacha sekin qizdirishda struktura o'zgarishlari natijasida hosil bo'lgan ichki kuchlanishlar kichik bo'ladi. Bu temperaturadan 1280°C temperaturagacha tez qizdirib bir oz vaqt tutib turilsa, austenit strukturada sementit erib sirtqi qatlami uglerodsizlanmaydi.

Toblangan po'lat odatda 560°C temperaturada 2-3 marta bo'shatiladi. Bunda martensitdan W, V karbidlari ajralib austenitni martensitga o'tishi tufayli po'latning qattiqligi ortib ichki kuchlanishlar yo'qoladi.

Ko'p uglerodli va legirlangan po'lat buyumlar toblanganda 3-15% va ba'zi hollarda undan ham ko'proq qoldiq austenit bo'ladi. Shu sababli po'latlarning xiliga va markasiga qarab quruq muz bilan spirt aralashmasi muhitida (-78,5°C), suyuq kislorodda (-183°C), suyuq azotda (-196°C) ma'lum vaqt tutib turib ishlov berib qoldiq austenit martensitga aylantiriladi.

**Po'latlarni toblash usullari** Yuqorida po'latlarni termik ishlash bilan bogliq bo'lgan nazariy masalalar bilan tanishdik. Endi amalda keng qo'llaniladigan usullar bilan tanishamiz.

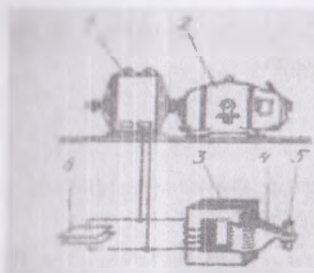
a) Bir sovitkichda toblash. Bu usul uglerodli va legirlangan po'latbuyumlarni toblashda qo'llaniladi. Buning uchun buyum toblash temperaturasigacha qizdirilib, bu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, sovuq suvda yoki moyda sovitiladi. Bunda ichki zo'riqish kuchlari kattaroq bo'ladi.

b) Ikki sovitkichda toblash. Bu usuldan ko'p uglerodli va legirlangan po'latlardan tayyorlangan keskichlar (parma metchik, plashka va boshqalar)ni toblashda foydalaniladi. Buning uchun buyum toblash temperaturasigacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, avval suvda austenitning martensitga aylana boshlanish temperaturasigacha sovitilib, so'ngra moyda yoki havoda sovitiladi. Bu ishlovda austenitni martensitga aylanish jarayoni sekinroq borganligi uchun ichki zo'riqish kuchlari birmuncha kamroq bo'ladi.

v) Izotermik toblash. Bu usul uglerodli va legirlangan po'latlardan tayyorlangan prujina, ressa, bolt kabi detallarni toblashda qo'llaniladi. Buning uchun xomashyo toblash temperaturasigacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlanib turilgach, o'zgarmas temperaturali muhitga, masalan, 250°C--300°C li tuz eritmasi solingan vannaga o'tkazilib po'lat tarkibidagi austenit ferrit bilan sementit aralashmasi parchalanguncha saqlanib, so'ngra havoda sovitiladi.

...ning qisqartirish va qisqartirish hali bo'lgan ignasimon  
hali strukturasi hosil bo'ladi

2) Toblab bo'shatish. Bu usulda sirt yuzalari qattiq, ichki o'zak qismi esa qovushoq bo'lishi zarur bo'lgan detallar (tishli g'ildirak, val, silindrlar, bolg'alar) va keskichlar ishlanadi. Buning uchun xom-ashyo toblash temperaturasi gacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, toblovchi muhitdagi vannaga o'tkazilib chala sovitiladi, so'ngra havoda to'la sovitiladi. Bunda chala sovigan buyum ichki qismining issiqligi hisobiga sirt qatlami bo'shatish temperaturasi gacha toblash bilan yuqori temperaturada bo'shatish po'latning xossalari rindlash deb ataladi. Shuni ham qayd etish lozimki, parma, ruyvorka kabi uzunchoq detallarni sovitish muhitiga tik tushirib uning amplitudasi bug' yoki moy pardalari sirtini qoplab olmasligi uchun aylantirib turish yo'li bilan chala sovitib keyin havoda to'la sovitilmog'i ham



5.3-rasm

1 — generator; 2 — vibrator;  
3 — transformator; 4 —  
rektor; 5 — buyum; 6 —  
kondensator

### Po'latlarning sirt yuzalarini

blash. Katta nagruzka ta'sirida

o'ladigan detallar, masalan, tirsakli val

o'yinlari, tishli g'ildirak ish

izalarining dinamik kuchlarga va

o'yilishga bardoshligini orttirish

aqsadida toblab ishlov beriladi

uning uchun buyum sirtining yuza

qatlami toblash temperaturasi gacha

qizdirilib, shu temperaturada ma'lum

vaqt tutib turilgach suvda yoki moyda

sovitiladi. Natijada sirt qatlami

toblanib, ichki qismi toblanmay

qovushoqligicha qoladi. Buyumlarni toblash temperaturasi gacha

qizdirish uchun ko'pincha yuqori chastotali tokdan, ba'zan gaz

elektrosidan, elektor kontaktli qizdirish qurilmalaridan ham

foydalaniladi.

Yuqori chastotali tokdan foydalanish usuli V. P. Vologdinya  
tomonidan tavsiya etilgan bo'lib, sanoatda 1935 yildan boshlab  
keng qo'llanila boshlandi. Buning uchun buyum induktor deb  
atoluvchi halqasimon mis o'ramli truba 4 ga kiritilib, unga yuqori

chastotali o'zgaruvchan tok yuboriladi. Po'latlarni toblash uchun yuqori chastotali mashina sxemasi:

atrofida o'zgaruvchan magnit maydon hosil bo'lib, uning ta'sirida buyumda yuqori chastotali uyurma tok (fuko toki) hosil bo'lib, ajralayotgan issiqlik hisobiga qisqa vaqt ichida sirt qatlami zarur temperaturagacha qiziydi (chunki ajralayotgan issiqlikning 90% sirt qatlamiga to'g'ri keladi). Keyin esa buyumga induktor teshiklari orqali suv purkab toblanadi. Buyumning kuyindisiz, zarur temperaturagacha qisqa vaqtda qizishi, temperaturani oson rostlanishi, jarayonning avtomatik tarzda boshqarilishi bu usul ning afzalligi hisoblanadi. Shu sabablarga ko'ra bu usul yirik korxonalaridagina qo'llaniladi. Odatda, po'latbuyumlarning sirt qatlamlarini 1-2 mm qalinlikda toblashda chastotasi 15000 - 60000 Gs bo'lgan lampali generatorlar-dan, kalinligi 3 - 10 mm gacha toblashda esa chastotasi 500 - 700 Gs bo'lgan mashina generatorlardan foydalaniladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, toblash chuqurligi tok chastotasi, buyumning solishtirma qarshiligi va magnit kiruvchanlik o'zaro quyidagicha bog'langan.

$$h = 5000 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \cdot \bar{ii}$$

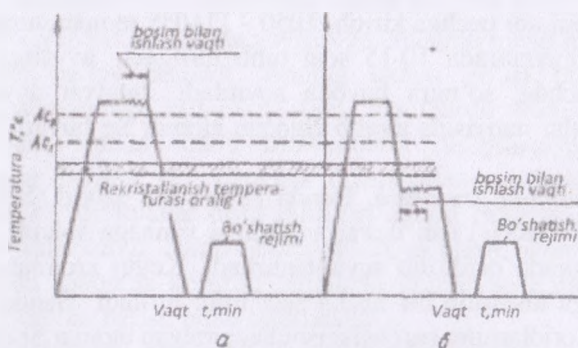
bu yerda  $\rho$  — buyumning solishtirma qarshiligi, Om/sm,  $\mu$  — magnit kiruvchanlik gs/e,  $f$  — tok chastotasi, Gs.

**Toblangan qatlam qalinligini aniqlash.** Ma'lumki, po'latlarni toblashda ular ma'lum temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, kritik yoki undan ham kattaroq tezlikda sovitiladi. Agar bunda buyumning ichki qatlamlari kritik tezlikdan pastroq tezlikda sovisa, bu qatlamlar toblanmay troostit yoki sorbit struktura hosil qiladi. Bu holda toblangan qatlam qalinligini aniqlash uchun uning sirtidan ichki qismiga qarab yarim martensitli strukturagacha bo'lgan qatlam olinib, shu qatlam qalinligi toblangan qalinlik hisoblanadi.

**Po'latlarga termik ishlov berishda uchraydigan nuqsonlar.** Po'latlarga termik ishlov berishda uning markasiga, shakliga va o'lchamlariga qarab ishlov rejimi belgilanib, texnologik xarita qayd etiladi. Bu rejimga qat'iy rioya etish lozim, aks holda sirt yuzalarining oksidlanishi, uglerodsizlanishi, donlarining yiriklashishi, chala toblanishi, tob tashlashi, ba'zan darz ketish

hollari yuz berishi mumkin. Masalan, alangali pechlarda buyumlarga termik ishlov berishda pech bo'shlig'idagi havo kislorodi hisobiga sirt yuzasining oksidlanishi sodir bo'ladi. Toblangan buyumlardagi ichki zo'riqish kuchlanishining (termik va strukturali) katta bo'lishi deformatsiyalanishga, ba'zan darz ketishga olib keladi. Shu boisdan ularni kamaytirish maqsadida termik ishlovlarda texnologik xaritada ko'rsatilgan shart va rejimlarga alohida e'tibor berilmog'i lozim

**Po'latlarga termomexanik ishlov berish.** Po'lat buyumlarning mexanik xossalari oshirish maqsadida ularga termomexanik ishlov beriladi. Buning uchun buyum toblash tepetasigacha yoki  $As_1$  kritik nuqtadagi temperaturadan pastroq temperaturagacha qizdirilib shu temperaturada tutib turish davrida plastik deformatsiyalash yo'li bilan toblab bo'shatiladi. Ishlov berish temperaturasi qarang yuqori va quyi temperaturali ishlovlarga ajratiladi.



5.4-rasm.  
Po'latga termomexanik ishlov berish rejimi:  
a—yuqori temperaturada termomexanik ishlov berish;  
b—past temperaturada termomexanik ishlov berish.

Yuqori temperaturali ishlovlarda buyum  $As_3$  kritik nuqtadagi temperaturadan bir oz yuqoriroq temperaturada, quyi temperaturali ishlovda esa  $As_1$  kritik nuqtadagi temperaturadan bir oz pastroq temperaturada ishlov beriladi. Masalan, uglerodli po'latlarga yuqori temperaturada ishlov berilgandan keyin ularning zarbga qovushoqligi 2—3 marta, cho'zilishga mustahkamligi va oquvchanlik chegarasi taxminan 40% ortadi. Bunda nisbiy uzayish va torayish o'zgar olmaydi. 5-rasmda po'latlarning termomexanik ishlov rejimi sxemasi keltirilgan. Albatta, bu usulda ishlov berish rejimlari konkret markali po'latbuyumlar uchun alohida belgilanadi.

## **Kimyoviy ishlov berish to'g'risida umumiy ma'lumot. Po'latlarni Sementitlash. Po'latlarni azotlash va sianlash**

Og'ir sharoitda ishlaydigan detallar (shtamp, matritsa, kurya truba va boshqalar) ni korroziyaga, issiklikka, kislotalar ta'siriga hamda yeyilishga chidamliligini oshirish maqsadida sirtqi yuzalari Sr, Al, Mo, W, Si va boshqa elementlarga to'yintiriladi. Bu jarayon *diffuzion legirlash* ham deyiladi.

**Xromlash.** Po'lat buyumlar sirt qatlamining qattiqligini korroziya bardoshligini, hamda yeyilishga chidamliligini oshirish maqsadida bu usul qo'llaniladi. Xromlash qattiq, suyuq va gaz muhitlarda bajarilishi mumkin:

**a) Qattiq muhitda xromlash.** Buning uchun xromlanuvchi buyumlarning (parma, razvyortka, klapanlar) yuzalari avval moy, zanglardan tozalanadi. So'ngra metall qutiga tartib bilan avvalo 60-65% ferroxrom ( $FeCr$ ), 30-35% giltuproq va 5% xlorid kislota ( $NS1$ ) yoki ammoniy xlorid ( $NH_4SI$ ) dan iborat aralashma solinadi. Unga po'latbuyum tushirilib quti qopqog'i berkitilib, tirqishlari gil bilan suvaladi. Keyin esa uni pechga kiritib, 1050 - 1150°S temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada 10-15 soat tutib turilgach, avvaliga 700-600°S gacha pechda, so'ngra havoda sovutiladi. Jarayon davomida boruvchi reaksiyalar natijasida ajralib chiqqan atomar Sg buyum sirtiga yutiladi.

**b) Suyuq muhitda xromlash.** Bunda 20% xrom xlorid ( $SrSi_2$ ) va 80% bariy xlorid ( $VaSi_2$ ) dan iborat aralashma vannaga solinib, 950 - 1100°S temperaturada qizdirilib suyuqlantiriladi. Keyin xromlanadigan buyumlar vannaga tushirilib bir necha soat tutib turiladi. Bunda xrom xlorid va bariy xloridlarning parchalanishidan ajralgan atomar Sr detallar sirtiga diffuziyalanib ularga yutiladi.

**v) Gazsimon muhitda xromlash.** Bunda xromlanadigan detallar va ferroxrom maxsus retortda pechga kiritilib, 950 - 1050°C gacha qizdiriladi. So'ngra u orqali xlorid kislota o'tkaziladi. Bunda  $NS1$  ferroxromga ta'sir etib  $SrSi_2$  hosil bo'ladi.  $SrSi_2$  detallarning sirtiga borib tekkanda, undan atomar Sg ajralib, u buyum sirtini xromga to'yintiradi. Bunda xromlash qalinligi 0,04 - 0,10 mm bo'ladi.

**Alyuminiylash.** Buyumlar sirtini alyuminiyga to'yintirish alyuminiylash deyiladi va u quyidagicha amalga oshiriladi:

*a) Qattiq muhitda alyuminiylash.* Muhit sifatida alyuminiy yoki ferroalyuminiy kukuni bilan ammoniy xlorid ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) aralashmasi olinadi. Al bilan sirti to'yintiriluvchi buyumlar ma'lum tartibda po'latkutiga joylanadi. Bunda ajralayotgan gazlarning chiqib ketishi uchun kuti ko'pqog'iga kichkina tirqish qoldiriladi. Qutini pechda 950—1050°C gacha qizdirib bir necha soat shu temperaturada tutib turiladi. Bunda detalning sirtiga 0,1 dan 1,0 mm gacha qalinliqsa Al qorejaadi.

*b) Suyuq muhitda alyuminiylash.* Buning uchun po'lattigel olinib, unga alyuminiy solinadi. 750—800°C qizdirilib suyultirilgach, unga sirti tozalangan buyumlar tushirilib ma'lum vaqt saqlanadi.

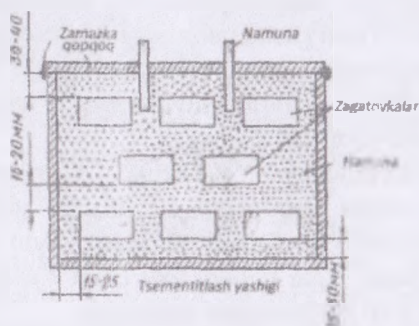
*v) Gaz muhitida alyuminiylash.* Yuqorida ko'rilganidek alyuminiylanuvchi buyumlar retorta deb ataluvchi idishga joylanib, ferroalyuminiy kukuni bilan ko'milib qizdiriladi. Shundan keyin undan xlor yoki vodorod xlorid o'tkaziladi. Agar buyum 980°C da 2 soat tutib turilsa, uning sirti 0,4 - 0,5 mm li Al qatlami bilan qoplanadi.

*Po'latlarni kimyoviy-termik ishlash.* Ko'pincha detal va asboblari (tishli gildiraklar, porshen barmoqlari, chervyaklar, podshipnik roliklari va boshqalar) sirt yuzasining qattiqligini oshirish yo'li bilan ularni korroziyabardosh hamda yeyilishga chidamli qilish maqsadida kimyoviy termik ishlov beriladi. Buning uchun po'lat buyumlarga ma'lum temperaturadagi kimyoviy faol muhitlarda kimyoviy-termik ishlov beriladi. Bunda muhit molekullari dissosiatlanib ajralayotgan atomlar buyum sirt yuzasiga diffuziyalanib hamda qattiq eritma va kimyoviy birikmalar hosil qilib qattqlikni oshiradi. Bu usul kimyoviy faol muhit turiga qarab Sementitlash, azotlash, xromlash deb yuritiladi. Quyida sanoatda ko'proq tarqalgan kimyoviy-termik ishlovlar haqida ma'lumotlar berish bilan cheklanamiz.

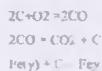
*Po'latlarni sementitlash.* Yuqoridagi ma'lumotlardan ma'lumki, kam uglerodli (odatda  $\text{Sg O,25\%}$ ) va kam legirlangan po'latlardan tayyorlangan detallar va buyumlarning sirt qatlamini uglerodga to'yintirish bilan ularning qattiqligini oshirib, ichki qismini esa qovushoqligicha saqlash uchun sementitlanadi. Po'lat buyumlarning sirt qatlamini uglerodga to'yintirish quyidagi muhitlarda olib boriladi:

*a) qattiq moddalar muhitida sementitlash.* Bu ishlovda uglerodga boy muhit sifatida ko'pincha karbyurizatoridan (75-80% pistako'mir, qolgani karbonat tuzlar  $\text{VaSO}_7$ ,  $\text{Ma}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  aralashmasidan iborat) foydalaniladi. Sementitlash uchun temir qutiga bir oz karbyurizator kiritilib, ustiga buyumlar terilgach, sirtiga yana karbyurizator kiritiladi.

Bunda Sementitlanmaydigan yuzalarga maxsus zamazka qoplanadi. Metall quti shu yo'sinda ko'rsatilgandek to'ldiriladi. Keyin quti qopqog'i yopilib, tirqishlari o'tga chidamli gil bilan suvaladi. So'ngra quti pechga kiritiladi-da, 900-950°C temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada bir necha soat tutib turiladi.



5.5-rasm. Po'latlarni qattiq karbyurizatorli muhida sementitlash sxemasi.



Bunda muhida qolgan kislorod (IV) ko'mir (uglerod) bilan aksiyaga kirishib uglerodning SO<sub>2</sub> hosil bo'ladi. SO<sub>2</sub> gazi barqaror

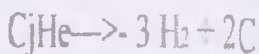
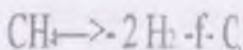
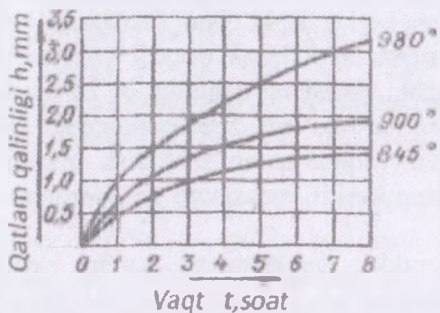
bo'lmagani uchun atom holdagi uglerodni ajratib chiqaradi. Faol atomar uglerod esa buyum sirtiga diffuziyalanib austenitda eriy boshlaydi.

Shu bilan birga karbonat tuzlari ham parchalanib ajralayotgan uglerod (IV)-oksid ko'mir bilan reaksiyaga kirishib uglerod (II)- oksidni, hosil qiladi.  $VaSO_3 \rightarrow VaO + SO_2$   $SO_2 + S = 2SO$ . Ajralgan SO gazi esa parchalanib qutidagi faol atomlari uglerod miqdorini oshirib, Sementitlash jarayonini tezlatadi.

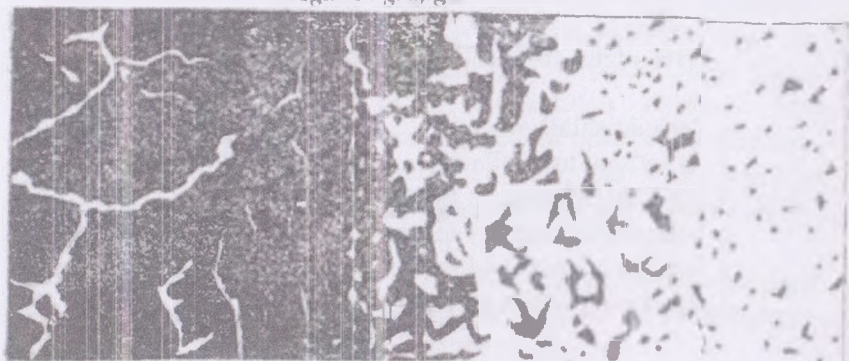
Bu usul oddiyligiga qaramay, ish unumining pastligi, ishlash sharoitining yomonligi kabi kamchiliklari tufayli sanoatda kam qo'llaniladi.

**b) Suyuq muhida sementitlash.** Bu usuldan ko'pincha po'lat buyumlarning sirt yuzalarini Sementitlashda foydalaniladi. Bunda karbyurizator sifatida ko'pincha 75-80 % natriy karbonat, 10-15 % natriy xlorid va 5-10% kremniy karbid tuzlari aralashmasi maxsus vannaga solinib 820 - 850°S temperaturagacha qizdirilib suyultirilgach, unga buyumlar tushiriladi. Vannada boradigan reaksiyalar natijasida uglerod ajralib, buyumning sirtqi qatlarni:  $2Na_2SO_3 + 81S = N328103 + Na_2O + 2SO + S$ . Bu usul yuqoridagi usulga qaraganda unumliroq, buyumning sirt yuzasi esa to'zaroq bo'ladi.

v) *Gaz muhitida sementlash.* Bu usulda 900-950°C temperaturada qizdirilgan pech kamerasidagi buyumdan uzluksiz ravishda tabiiy yoritish, generator gazlari yoki ularning aralashmalari o'tkazib turiladi. Bu sharoitda pech kamerasidagi uglevodorodlar parchalanib ajralayotgan faol atomar uglerod buyumlarning sirtqi qatlamlariga diffuziyalanadi.



5.6-rasm Sementitlangan qatlam qalinligining temperatura va vaqqa qarab o'zgarish grafigi



Evtektoiddan keyingi zona  
(perlit va sementit)

Evtektoid zona  
(perlit)

Evtektoidgacha bo'lgan zona  
(perlit va ferrit)

O'zagi  
(ferrit va perlit)

5.7-rasm

Uglerod buyum yuzasiga qurum tarzida o'tib jarayonning normal borishini qiyinlashtiradi. Bu usul yuqoridagi usullarda ish sharoitining yaxshiligi, oson rostlanishi, jarayonni mexanizatsiyalashtirishi va avtomatlashtirilishi hamda ish unumining 2—3 marta yuqoriligi tufayli sanoatda keng tarqalgan.

Sementitlangan detal ko'ndalang kesim yuzasining mikrostrukturasi. Sementitlangan buyumlarning sirtqi qatlamlari uglerodga to'yingani bilan yetarli qattqlikka ega bo'lmaydi. Shu sababli sirt qattqligini yanada oshirish, ichki kuchlanishlarni yo'qotib strukturasi yaxshilash uchun bu buyumlar toblab bo'shatiladi. Bunday sirt yuzasining strukturasi martensit bilan qisman Sementitdan iborat bo'ladi va qatlam qattqligi ShS - 58-63 bo'ladi. Bunda agar detal uglerodli po'latdan tayyorlangan bo'lsa, ichki qismi strukturasi ferrit va perlitdan, legirlangan po'latlardan tayyorlansa troostit yoki sorbitdan iborat bo'ladi. Po'lat buyum ichki qismining qattqligi po'lat markasiga ko'ra  $NKS = 20-40$  oralig'ida bo'ladi. Sementitlangan qatlam qalinligining temperatura bilan vaqtga qarab o'zgarish grafigi, esa sementitlangan detal ko'ndalang kesim yuzasining mikrostrukturasi bog'liq.

Shuni qayd etish kerakki, azotlangan qatlam qalinligi sementitlangan qatlam qattqligidan 1,5-2 marta ortiq (NV-100 - 1200 kgk/mm<sup>2</sup>) bo'ladi. Lekin tayyorlanadigan detallar o'lchamining bir oz ortishi jilvirlashni talab etadi.

#### **O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Termik ishlash nima?
2. Po'latlarni narmallashtirish maqsad nima?
3. Toblash deb nimaga aytiladi?
4. Toblashning qanday turlarini bilasiz?
5. Kimyoviy termik ishlash nima?
6. Azotlash qayerda ishlatiladi?

## VI BOB. METALL KORROZIYASI VA UNGA QARSHI KURASH USULLARI. KORROZIYA TURLARI VA UNING OLDINI OLISH YO'LLARI

### **Kam uglerodli po'latlar. O'ta mustahkam kam uglerodli po'latlar**

Po'lat– bu temir asosli qotishma bo'lib, tarkibida ma'lum miqdorda boshqa legirolovchi elementlar ham bo'ladi. Po'latlarning mingdan ortiq turlari mavjud bo'lib, ular tarkibi va tayyorlanish jarayonidagi termik ishlovlar bilan farqlanadi. Bu materialning mexanik xossalariga uglerodning miqdori juda sezilarli ta'sir ko'rsatadi, odatda qotishma tarkibida uglerod miqdori 1% gacha bo'ladi.

Po'latlarning eng ko'p tarqalgan ba'zi markalari tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab bo'linadi, bular kam, o'rta va yuqori uglerodli po'latlar. Po'latlarning asosiy turlari ham xuddi shunday tarkibidagi legirolovchi elementlarning miqdoriga qarab bo'linadi.

**Kam uglerodli po'latlar.** Materialning ushbu turi qolgan barcha po'lat turlaridan ko'ra ko'proq ishlab chiqariladi. Kam uglerodli po'latlar odatda qotishmaning 0,25% og'irligicha uglerodga ega va termik ishlovdan martensit struktura hosil qila olmaydi. Ularni faqat sovuqlayin deformatsiya yo'li bilan kuchaytirish mumkin. Bu materiallarning mikrostrukturasi ferritli va perlitli mikroelementlardan to'zilgan. Bu materialni qaerda qo'llash mumkin, axir kam uglerodli po'latlar nisbatan yumshoq va unchalik mustahkam emas, lekin zarbiy qovushoqlik va plastiklik xossalari yuqori.

Ularga stanoklar yordamida oson ishlov bersa bo'ladi, bundan tashqari ularning payvandlanuvchanligi ham yuqori. Shuning uchun ham ulardan mahsulot ishlab chiqarish arzonroq.

Ushbu materiallarning asosiy qo'llaniladigan sohasi – avtomobillarning kuzov detallari, ko'priklar, binolar, quvur o'tkazgichlar va boshqa sohalarda turli profillar (chiziqli, aylana, burchakli) va listlar sifatida qo'llaniladi.

Qora metallarning tarkibi va mexanik xossalari jadvalarda keltirilgan. Ushbu materiallarning mexanik xossalari asosan quyidagi oraliqlarda bo'ladi: oquvchanlik chegarasi 275 MPa (40000 funt/duyum<sup>2</sup>), mustahkamlik chegarasi – 415 dan 550 Mpa gacha (60000 – 80000 funt/duyum<sup>2</sup>), plastikligi – 25%EL.

## O'tamustahkam kam uglerodli po'latlar

Kam uglerodli po'latlarning aosiy guruhlaridan bo'lib o'tachidamli kam uglerodli po'latlar hisoblanadi (HSLA). Ularda ugleroddan tashqari boshqa elementlar ham mavjud, bulardan mis, vanadiy, nikel va molibden umumiy xisobda 10% massa ulushini tashkil etadi. Bu materiallar oddiy qora metallarga nisbatan ancha yuqori mustahkamlik xossalariga ega. Bu materiallarning ko'pchiligi termik ishlov yordamida mustahkamlik chegarasini 480 MPa (70000 funt/duyum<sup>2</sup>) gacha ko'tarish mumkin. Bundan tashqari ular plastikligini saqlagan xolda oson shaklga keltirilishi va dastgoxlarda ishlov berish imkoniyatiga ega. Xuddi shunday qotishmalarning bir nechtasi haqida jadvalda keltirilgan.

### Qora va kamuglerodli o'tamustahkam qotishmalarning tarkibi

6.1-jadval

Nomlarishi <sup>a</sup>		Tarkibi %, massada <sup>b</sup>		
AISI/SAE yoki ASTM raqami	UNS bo'yicha belgilanishi	Uglerod	Marganes	Qolganlar
Qora metallar (kam uglerodli po'latlar)				
1010	G10100	0,10	0,45	
1020	G10200	0,20	0,45	
A36	K02600	0,29	1,00	0,20 Cu (min)
A516, turi 70	K02700	0,31	1,00	0,25 Si
Yuqori mustahkamli kam uglerodli po'latlar				
A440	K12810	0,28	1,35	0,30 Si (max) 0,20 Cu (min)
A633, turi Ye	K12002	0,22	1,35	0,30 Si. 0,08V. 0,02 N. 0,03 Nb
A656, turi 1	K11804	0,18	1,60	0,60 Si. 0,1 V 0,20 Al. 0,015 N.

Izoh: a – (AISI) Amerika temir va po'lat instituti. (SAE) Avtomobil sanoatining injenerlar uyushmasi, (ASTM) Amerika

materiallarni sinash uyushmasi, bundan tashqari (UNS) yagona belgilar sistemasi ham qo'llaniladi.

b – bundan tashqari material tarkibida R - 0,04%, S - 0,05%, Si 0,30% bo'ladi.

Odatiy sharoitlarda HSLA po'latlari qora metallarga nisbatan korroziyaga ancha chidamli. Ular odatda qora metallarning mustahkamligi yetarli bo'lmagan hollarda ishlatiladi (masalan, ko'priklarni konstruksiyalashda, bashen, ustunlar kolonida, ko'p qavatli binolarni qurishda va bosim ostida ishlovchi buyumlarda).

### Ko'p qo'llaniladigan qora va o'tachidamli kamuglerodli po'latlarning mexanik tavsiflari

6.3-jadval

AISI/SAE yoki ASTM raqami	Mustahkamlik chegarasi. MPa (kfun/dyuym <sup>2</sup> )	Oquvchanlik chegarasi. MPa (kfun/dyuym <sup>2</sup> )	Plastikligi, %EL (50 mm asosga 2 (dyuym)	Asosiy qo'llaniladigan sohalari
<b>Oqora metallar (kam uglerodli po'latlar)</b>				
1010	325 (47)	180 (26)	28	Avtomobil kuzovi detallari, mixlar, sunlar
1020	380 (55)	210 (30)	25	Quvurlar, konstruksiyalar, po'latlistlar
A36	400 (58)	220 (32)	23	(ko'prik va bino) konstruksiyalari
A516, turi 70	485 (70)	260 (38)	21	Past haroratda va bosim ostida ishlovchi idishlar
<b>Yuqori mustahkamli kam uglerodli po'latlar</b>				
A440	435 (63)	290 (42)	21	Boltlar yoki parchinlar bilan birlashtiriladigan konstruksiyalar
A633, turi Yc	520 (75)	380 (55)	23	Past haroratda ishlovchi konstruksiyalar
A656, turi I	655 (95)	552 (80)	15	Traktor korpuslari va temiryo'l vagonlari

6.2.b-jadvalda ushbu guruhga mansub po'latlarning toblash va bo'shatishdan keyingi mexanik xossalari keltirilgan.

**Yuqori uglerodli po'latlar.** Yuqori uglerodli po'latlar tarkibida 0,60 dan 1,4 % gacha uglerod bo'ladi. Bu materiallar anchagina qattiq, yuqori mustahkam lekin hech qanday plastiklikka ega bo'lmagan po'latlardir. Ular deyarli har doim mustahkamlangan va bo'shatilgan holatda ishlatiladi. Shu bilan birga ular yuqori yeyilishbardoshlikka ega, ulardan o'tkir qirrali buyumlar tayyorlash mumkin. Ular asboblari tayyorlashda va shakl beruvchi kallaklar yasashda qo'llaniladi. Legirlovchi elementlar sifatida xrom, vanadiy, volfram va molibden qo'shiladi. Ushbu qo'shimchalar uglerod bilan birgalikda juda qattiq va yeyilishbardosh karbidlarni hosil qiladi (Cr23C6, V4C3, WC).

**Qora metallar va qotishmalarning moyda toblangandan va bo'shatilgandan keyingi mexanik xossalari va ularni qo'llanilish sohalari**

6.5-jadval

AISI raqami	UNS bo'yicha belgilanishi	Mustahkamlik chegarasi, MPa (ksi)	Oquvchanlik chegarasi, MPa (ksi)	Plastikligi, %EL (50 mm asosga 2 dyuym)	Asosiy qo'llaniladigan sohalari
<b>Qora metallar</b>					
1040	G10400	605-780 (88-113)	430-585 (62-85)	33-19	Tirsakli vallar, boltlar
1080 <sup>a</sup>	G10800	800-1310 (116-190)	480-980 (70-142)	24-13	Zubila, bolg'alar
1095 <sup>a</sup>	G10950	760-1280 (110-186)	510-830 (74-120)	26-10	Pichoqlar, lezviya, arralar
<b>Qotishmalar</b>					
4063	G40630	786-2380 (114-345)	710-1770 (103-257)	24-4	Prujinalar, uy asboblari
4340	G43400	980-1960 (142-284)	895-1570 (130-228)	21-11	Vtulkalar, samolyotlar uchun quvurlar
6150	G61500	815-2170 (118-315)	745-1860 (108-270)	22-7	Vallar, porshenlar, tishli g'ildiraklar

Izoh: a – yuqori uglerodli po'latlar guruhiga mansub.

Qurilishda ishlatiladigan po'latlar markasi S harfi bilan boshlanadi. Harfdan keyingi raqamlar esa oquvchanlik chegarasini bildiradi.

Muhim markalardan yana biri elektrotexnik po'latlar, rels po'latlari, tezkesar po'latlar guruhlari mavjud.

Ba'zi asbobsozlik po'latlarining tarkibi va qo'llanilish sohasi 6-6 jadvalda keltirilgan. Bu po'latlar kesuvchi asboblari va berilgan shakldagi buyumlarni bosim ostida shakllovchi kallaklarni tayyorlashda, bundan tashqari pichoq, lezviya, prujina hamda o'tamustahkam simlarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

### Oltita asbobsozlik po'latining nomlanishi, tarkibi va asosiy qo'llaniladigan joylari

6.6-jadval

AISI raqami	UNS bo'yicha belgi	Tarkibi, % massa ulushida <sup>a</sup>						Qo'llanilish sohalari
		C	Cr	Ni	Mo	W	V	
M1	T11301	0,85	3,75	0,30 max	8,70	1,75	1,20	Parma, arralar, kesgichlar
A2	T30102	1,00	5,15	0,30 max	1,15	-	0,35	Udarnik, chekanlar
D2	T30402	1,50	12	0,30 max	0,95	-	1,10 max	Qaychilar, cho'zish uchun kallaklar
O1	T31501	0,95	0,50	0,30 max	-	0,50 max	0,30 max	Arralar, kesuvchi asboblari
S1	T41901	0,50	1,40	0,30 max	0,50 max	2,25	0,25	Quvurlar uchun arralar, betonlar uchun parmalar
W1	T72301	1,10	0,15 max	0,20 max	0,10 max	0,15 max	0,10 max	Temirchi asboblari, yog'och bilan ishlovchi asboblari

Izoh: a – qotishmaning qolgan qismi temirdan tashkil topgan. Marganesning miqdori qotishmaning turidan kelib chiqqan holda 0.10 dan 1.4% gacha bo'ladi. Kremniyning miqdori qotishmaning turidan kelib chiqqan holda 0.20 dan 1.2% gacha bo'ladi.

## Zanglamas po'latlar

B.7 jadval

AISI raqami	UNS bo'yicha belgilanishi	Tarkibi, % massa ulushida	Olinish shartlari <sup>1</sup>	Mexanik xossalari			Asosiy qo'llanilgan sohalari
				Mustahkamlik chegarasi, MPa (ksi)	Oquvchanlik chegarasi, MPa (ksi)	Plastikligi, %El (50 mm asosga 2 dyuym)	
<b>Ferritli</b>							
409	S40900	0,08 C, 11,0 Cr, 1,0 Mn, 0,50 Ni, 0,75 Ti	O	380 (55)	205 (30)	20	Avtomobil avtomobil chiqarish trubalarida, qishloq xo'jaligi mashinalarida, avtomobil turar joylarida, avtomobil klapanlarida, fermentatsiya qutqaruvchilarida
446	S44600	0,20 C, 25 Cr, 1,5 Mn	O	515 (75)	275 (40)	20	Yuqori haroratli klapanlar, fermentatsiya qutqaruvchilarida
<b>Austenitli</b>							
304	S30400	0,08 C, 19 Cr, 9 Ni, 2,0 Mn	O	515 (75)	205 (30)	40	Kiyma-ko'yma mahsulotlarida, avtomobil turar joylarida, avtomobil klapanlarida, fermentatsiya qutqaruvchilarida
316L	S31603	0,03 C, 17 Cr, 12 Ni, 2,5 Mo, 2,0 Mn	O	485 (70)	175 (25)	40	Yuqori haroratli klapanlar, fermentatsiya qutqaruvchilarida

<sup>1</sup>Callister William D Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction, Vol. 1 and 2 (409-416 -b Mazmun ichki qismidan foydalanildi)

### **O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

- 1 Kam uglerodli po'latlar nima?
- 2 O'ta mustahkam kam uglerodli po'latlar nima?
- 3 Yuqori uglerodli po'latlar nima?
- 4 Qora o'rta uglerodli po'latlardan nimalarda foydalansh  
mkin?
- 5 Kam uglerodli po'latlarni qo'llash sohalari haqida gapiring.

## VII BOB. METALLMAS MATERIALLAR, YOG'OCH MATERIALLAR, POLIMER MATERIALLAR, XOSSALARI, ISHLATILISHI

### Metallmas materiallar to'g'risida umumiy tushuncha

Mashinasozlikda konstruksion materiallar sifatida metall qotishmalari bilan bir qatorda metallmas materiallardan ham foydalaniladi va ularni qo'llanilish sohalari borgan sari ortib bormoqda. Ma'lumki, metallmas materiallar xili ko'p, lekin sanoatda keng qo'llaniladiganlariga plastik massalar, rezina, lok bo'yoq, yelim, asbest, shisha, keramika va boshqalar kiradi. Metallmas materiallarning puxtaligi, yengilligi, termik va kimyoviy chidamligi, yuqori izolyatsion xarakteristikalari, ayniqsa, texnologik va ekspluatatsion xossalarning yaxshiligi ulardan metallar o'rnida emas, balki zarur materiallar sifatida ham foydalanishni taqozo etadi.

Metallmas materiallar asosiy polimerlar (yuqori molekulyur birikma)dan iborat bo'lib, ular tabiiy va sun'iy xillarga ajratiladi.

Tabiiy polimerlarga sellyuloza, slyuda, asbest, grafit, paxta va boshqalar, sun'iyliklarga polietilen, viskoza, sintetik kauchuk va boshqalar kiradi.

**Plastik massalar.** Plastik massalar tabiiy yoki sun'iy polimerlar asosida olingan materiallar bo'lib, ularni olish yoki qayta ishlashning ma'lum bosqichida yuqori plastiklikka ega bo'ladi. Plastik massalar oddiy va murakkab xillarga ajratiladi. Oddiy plastik massalar yolg'iz polimerlardan iborat bo'lib, ularga polietilen, polistirol, kapron, organik shisha va boshqalar kiradi.

Polimer so'zi to'la ma'noda « ko'p qismlar» degan ma'noni anglatadi. Polimer moddalar tarkibidagi elementlar ko'plab kimyoviy o'zaro bog'langan murakkab tuzilishga ega. Ular birgalikda yaxlit qattiq jism hosil qiladi. Tarkibidagi elementlarning xossalari ko'pincha plastmassalar va elastomerlarga bo'linadi. Plastmassalardan qizdirib qolipda turli shakldagi buyumlarni tayyorlash mumkin. Plastmassalarni 2 ta katta guruhga bo'lib o'rganamiz: 1 termoplastlar, 2 reaktoplastlar. Hozirgi davrda plastmassalar sanoatning turli sohalari uchun muhim material hisoblanib, ularning elektrotokini o'tkazmasligi, elastikligi va buyum tayyorlashda yuqori haroratning zaruriyati yo'qligi

qo'llanilish sohasini kengaytirmoqda<sup>1</sup>. Murakkab plastik massalarda bog'lovchi polimerlardan tashqari to'ldiruvchilar, plastifikatorlar, muntazamizatorlar, katalizatorlar, moylovchilar va bo'yovchi moddalar ham bo'ladi. Ba'zan bog'lovchilar sifatida polimerlar o'rniga bitum, asfalt, sementlardan ham foydalaniladi.

To'ldirgichlar plastmassalarni fizikamexanik, kimyoviy va texnologik xossalarini yaxshilash bilan kam yeyiladigan qiladi. Ularning narxini arzonlashtirish maqsadida tarkibiga 40—80% o'sha to'ldirgichlar sifatida yog'och uni, paxta, qog'oz, asbest, to'qima va shisha tolalari, bo'r, gips, grafit, kaolin va talk kukunlari va boshqa materiallar qo'shiladi.

Plastik massalarning plastikligi, elastikligi va oquvchanligini oshirish maqsadida plastifikatorlar kiritiladi va ilk plastifikatorlar sifatida kamfara, kanakunjut moyi, glitserin, dibutilftolat va boshqa materiallardan foydalaniladi.

Muntazamizatorlar plastik massalarga issiqlik, nur va boshqa faktorlar ta'sirida turg'unligini oshirish maqsadida kiritiladi. Muntazamizatorlar sifatida oltingugurtli birikmalar, fenollar va boshqalar ma'lum nisbatda qo'shiladi.

Katalizatorlar sifatida magneziya, urotropin, ohak va boshqa materiallardan foydalaniladi. Ular polimer materiallarning qotish jarayonini tezlatadi.

Moylovchi moddalar plastmassalarni presslash jarayonini tezlashtirish uchun qo'shiladi. Ularga mum, steorin, transformator moyi va boshqalar kiradi. Bo'yoqlar plastmassaga kerakli rang beradi. Bo'yoq sifatida oxra, rodanin, nigrozin va boshqalardan foydalaniladi.

Plastik massalar xossalariga (molekulararo bog'lanish xarakteriga) ko'ra termoplastik va termorefaol xillarga ajratiladi.

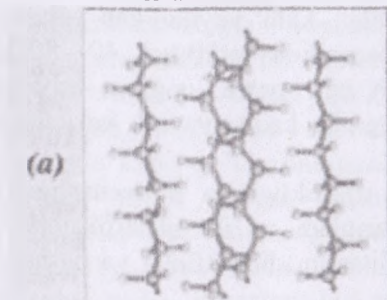
Termoplastik plastmassalarda polimerlar molekulari o'zaro bo'shroq chiziqli bog'lanadi. Ular qizdirilganda yumshab, sovutilganda qotadi. Shu sababli ularni takror qizdirib ishlov beriladi. Bu holda xossalari saqlanadi.

Termorefaol plastmassalar molekulari o'zaro kimyoviy puxta bog'lanadi. Shu sababli ularning xossalari termoplastik, plastik massalardan keskin farqlanadi. Bu plastmassalar qizdirilganda yumshab borib, keyin ma'lum temperaturada suyuqlanmaydigan

<sup>1</sup>William J Smith Foundations of materials science and engineering, 2013.96-98-b Ma'mun mohiyatidan foydalanildi.

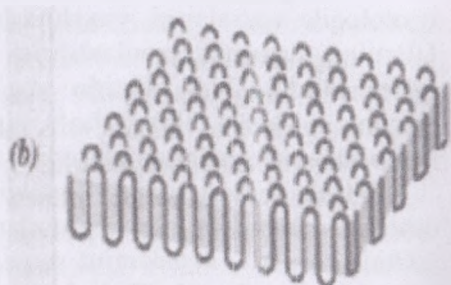
qattiq holatga o'tadi. Shu sababli ular qayta ishlanmaydi. Ular odatda, maydalanib to'ldirgichlar sifatida ishlatiladi. Mashinasozlikda korpus detallari, truba, shkiv, tishli g'ildirak, podshipnik va boshqalarni tayyorlashda foydalaniladi.

Polimerlar va ularning  
strukturasi

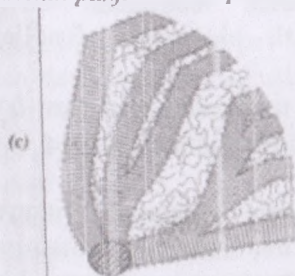


Polimer makromolekularining  
kristall panjara hosil qilishi

Polietylen molekulasining  
tuzilishi

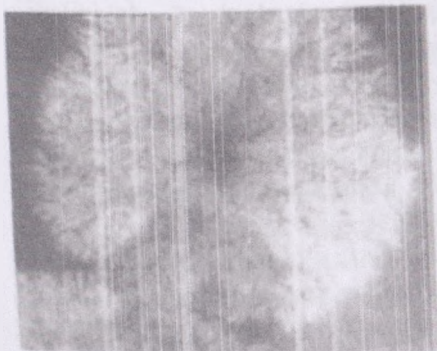


Polimerlarning yarim kristallik  
struktura ko'rinishi



7.1-rasm

Transmission elektron mikroskopiya usulida olingan kauchukdagi sferolitning ko'rinishi. Kristallangan lamelyalar o'lchami 10nm bo'lgan, radial yo'nalishda markazdan tarqalgan murakkab zanjirlardan hosil bo'lgan. (30000 marta kattalashtirilgan). Fotosurat P. J. Phillips tomonidan taqdim etilgan Tabiiy polimerlar

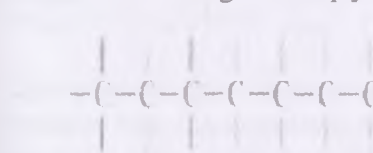


7.2-rasm Polimerlarning mahsulotlarni o'rashda sellofan sifatida qo'llanishi

qadimgi zamondan bizga ma'lum, bular yog'och, rezina, paxta, jun, charm, shoyi. Ularning boshqa turlari (oqsillar, enzimlar, proteinlar va hakoza.) o'simliklar va tirik jonzodlarning biologik va fizeologik jarayonlarida katta rol o'ynaydi<sup>1</sup>.

Tadqiqotlarning zamonaviy usullari polimerlarning tuzilishini o'rganishni imkonini berdi va turli yangi polimerlar kashf etishga sharoit yaratdi. Turmushda ishlatiladigan rezinalar, plastmassalar, tolalar sintetik polimerlar turkumiga kiradi. Va buni rivojlanishi ikkinchi jahon urushidan keyin keskin rivojlangan. Sintetik polimerlarni olinishi tabiiy polimerlardan ko'ra arzonroq ammo lekin xossalari tabiiy polimerlarnikidan bir qancha yuqori bo'lishi mumkin. Ko'p sohalarda polimerlar yog'och va metallarni qoniqarli darajada o'rni bosgan. Metall va keramik materiallar kabi polimerlar xossalari ularning strukturasi bog'liq.

**Polimer molekulari.** Makromolekula, yuqorida keltirilgan molekullardan farqli o'laroq polimer makromolekulari juda katta o'lchamga ega (uzun). Shuning uchun bular makromolekula deb nomlanadi. Makromolekulaning ichidagi atomlar atomlararo kovalent bog' bilan bog'langan. Markaziy uglevodorod zanjiri polimerni usosini tashkil etadi. Uglerod atomlari bir-birlari bilan bir necha bora sxemada ko'rsatilganidek qayta bog'lanadi.



7.3-rasm Uglerod atomlarning sxematik ko'rinishi

Har bir uglerodning qolgan ikkita valent elektronlari o'z navbatida atomlar yoki organik radikallar bilan bog'lanishi mumkin. Makromolekulalarning qaytariladigan qismi elementar zveno deb ataladi. 7.3-rasm

Polimer makromolekulasini olinishida ishtirok etgan monomerning strukturasi elementar zvenoning tuzilishiga yaqin bo'ladi. Shuning uchun monomer va elementar qaytariluvchi zveno terminlari alohida ishlatiladi.

**Plastmassalardan detallar tayyorlash.** Plastik massalardan turli shakldagi va o'lchamdagi detallarni tayyorlashda qator texnologik usullar mavjud bo'lib, ular ichida bosim bilan quyish, siqib chiqarish, presslash usullari ko'proq tarqalgan

<sup>1</sup> Carlson William D. Jr., *Materials Science and Engineering, an Introduction*. Wiley and Sons UK, 2014. (514-522) - mazmun mohiyatidan foydalanildi.

1. Quyish usuli mashinasozlikda termoplastik plastmassalar (polietilen, viniplast, polistiro, poliamid va boshqalar) dan turli shakl va o'lchamdagi detallar tayyorlashda qo'llaniladi. 7.1-rasmda bunday mashinaning tuzilishi va ishlashi sxematik tarzda keltirilgan.

Sxemadan ko'rinadiki, bunker 7 ga kiritilgan granula yoki kukun materialni dozator 8 dan elektor qizdirgich 4 li silindr 5 ga uzatadi.

7.1-jadval

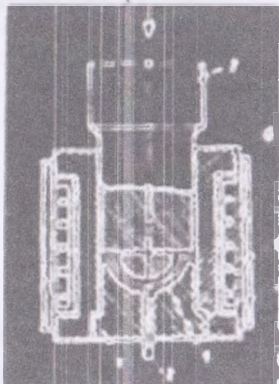
Material	Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	Cho'zili shiga puxtaligi, kgk/m <sup>2</sup>	Nisbiy uzayish i, %	Qattiqligi NV, kgk/mm <sup>2</sup>	Zarbiy qovushq oqligi, kgk/sm <sup>2</sup>	Martens bo'yicha issiqlikka chidamliligi
<b>Termoplastik plastmassalar</b>						
Polietilin	0,93	0,8-1,4	100-300	1,4-2,5	20-160	110
Pliamidlar	1,1-1,4	5-10	100-300	10-15	100-170	80-120
Fotoroplas-4	2,3	1,6-3,1	250-400	3-4	100	260
Plivinil-xlorid	1,5	5-7	250-400	-	100	170
Organik shisha	1,2-1,8	4	4	17	20	80-95
<b>Termorefaol plastmassalar</b>						
Fenolformal degitlar	1,2-1,6	1,5-3,5	1-5	25-30	1 gacha	125
Epoksidlar	1,2-1,7	2,8-7	3-6	-	1 gacha	-
Poldiefirlar	1,3-1,4	4,2-7	2	10-20	1	-
Getinaks	1,0-1,4	8-10	-	25-30	13-15	150
Tekstolit	1,4	6,5-10	1-3	20-35	25-30	120

Plunjer 6 ning chapga yurishida bu material silindning qizigan zonasiga o'tib 150—300° temperaturada qizib suyuqlangach, soplo 3 orqali 10—200 MPa bosimda pressforma 1 bo'shlig'i 2 ni to'ldiradi. 7.4-rasm

U yerda bir necha sekund saqlangandan so'ng plunjer 6 dastlabki joyiga qaytarilgach, pressforma ajratilib detal olinadi. Bu usul serunumligi (5—20 s. da detal olish), mahsulotning geometrik aniqligi va tashqi yuzasining juda tekisligi sababli mexanik ishlov berish talab etilmaydi.

Termoplastlardan tayyorlangan buyumlarni juda yuqori bo'lmagan haroratlarda qayta ishlab boshqa shakldagi buyumlar tayyorlash mumkin. Reaktoplastlardan tayyorlangan buyumlarni qayta eritib boshqa buyum tayyorlash mumkin emas. Bunga uning tarkibidagi elementlarning erish temperaturalaridagi uchuvchanligi,

barqaror xossalarga ega bo'lmashligi va eritish jarayoning zararli ekanligi bilan asoslanadi. Sanoatda termoplastlar kimyo, oziq-ovqat, farmasevtika sohalorida keng qo'llaniladi, reaktoplastlar esa ayrim mexanik xossalarning yuqoriligi sababli elektrotexnika, elektrosimlarining izolyatsiyasi va turli jihozlarning korpuslarini tayyorlashda qo'llaniladi.



7.4-rasm

2. Ekstruder deb ataluvchi chervyakli mashinada siqib chiqarish usulida detallarni tayyorlash 7.6- rasmda uzluksiz ezib chiqarish mashinasining ishlash sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, granula yoki kukunsimon termoplast bunker 1 ga tushirib, u yerdan ish silindri 3 ga o'tadi. Chervyak 2 aylanganda silindr 3 dagi qizdirilgan zona 4 dagi termoplast siqilib matritsa ko'zidan o'tkaziladi. Bu yerda u qizib oquvchan qovushoq holatga o'tadi.

Bunday holatdagi plastik massani uzluksiz aylanayotgan chervyak kallak 6 ning kalibrlangan teshigi orqali ezib chiqaradi. Bu usul chivichlar, turli profilli mahsulotlar, lenta, truba, simni izolyatsiya bilan qoplashda qo'llaniladi.

3. Qizdirib presslash.<sup>1</sup> Bu usuldan termorefaol plastmassalardan turli shakl va o'lchamdagi detallar tayyorlashda foydalaniladi. Bunda pressformaga kiritilgan pressmaterialni oquvchan qovushoq holatga keltirish uchun u zarur temperaturagacha qizdiriladi.

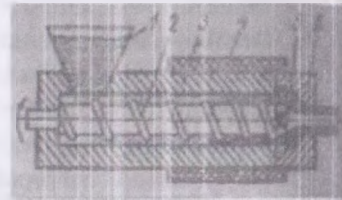


7.5-rasm Bosim bilan quyish 1- bunker 2 — chervyak; 3 — silindr; 4- qizdirilgan zona, 5 — spravka, a — kall,chk

Pressforma tayyorlanuvchi detal konstruksiyasiga ko'ra bir yoki ko'p detallar tayyorlash uchun yaroqli bo'ladi. 7.4rasmda to'g'ri presslash sxemasi keltirilgan.

<sup>1</sup> William F.Smith Foundations of materials science and engineering, 2013.96-98-b mazmun mobivatidan foydalanildi

Matritsa 1 ga pressmaterial 2 yuklanguncha u zarur temperaturagacha qizdirilib, keyin puanson 3 bilan presslanadi. Presslashda ajralib uchuvchi moddalar va namlik buyumda gaz bo'shliqlari hosil qilmasligi uchun puanson 2 — 4s pressfermadan ko'tariladi. Odatda, bu anjal 2 — 3 marta takrorlanadi. Keyin pressmaterial pressformada ma'lum vaqt bosim ostida tutib turiladi. Bunda polimerlash jarayoni to'la kechishi bilan buyum zarur fizik-mexanik xossaga ega bo'ladi. Pressformada material ma'lum vaqt saqlangandan keyin bosim olingach, tayyor buyumi 3 turtkich 2 yordamida press formadan ajratiladi va zarur bo'lsa tozalanadi.



7.6-rasm Uzluksiz ezib ishlash mashinasining sxemasi; mashinasining ishlash sxemasi: 1 — pressforma; 2 — pressforma bo'shliq; 3 — soplo; 4 — elektor qizdirgich; 5 — silindr; 6 — plunjer; 7 — bunker; 8 — dozator.

### Rezina materiallar. Rezina turlari tarkibi xossasi va ishlatilishi

Rezina materiallar. Rezina — sintetik va tabiiy kauchukning kimyoviy o'zgarishi (Vulkanizatsiya qilingan) natijasida hosil bo'lgan mahsulotdir. Vulkanizatsiyalovchi moddalar bilan reaksiyaga kirishgan kauchuklar ichki kimyoviy o'zgarishga duch keladi va natijada rezina hosil bo'ladi.

Rezina yuqori darajada elastik bo'lganligidan, undan yasalgan buyumlar ancha deformatsiyalanishi mumkin. Elastiklik bilan birga rezining cho'zilishga, ishqalanib, yeyilishga qarshiligi yuqori, tebranishlarni yuta oladi, gaz va suv o'tkazmaydi, kimyoviy barqaror, dielektrik xossalari bebaho.

Rezina - turli komponentlar aralashmasi materialga kerakli puxtalik, elastiklik va boshqa xossalari berish maqsadida kauchuk issiqalayin yoki sovuqlayin Vulkanizatsiya kilinadi. Vulkanizatsiyalovchi material sifatida kauchukka 2-3% oltungugurt qo'shiladi. Vulkanizatsiya uzoq muddat davom etadigan jarayon bo'lgani uchun uni tezlashtirish maqsadida 0.5-1,5 % magniy oksidi, rux oksidi va boshqa moddalar qo'shiladi. Tezlatkichlarni faollashtiruvchilar sifatida rux belilasi va magneziiy ishlatiladi.

Rezina buyumlarga kerakli fizik-mexanik xossalar berish uchun kompozitsiyaga to'ldirgichlar qo'shiladi. To'ldirgichlar kukunsimon va gazlama ko'rinishida bo'ladi. Kukunsimon to'ldirgichlarga qurum kaolin, marganes karbonati, bur, talk, bariy sulfati va boshqa moddalar kiradi. Gazlarnasimon kuch to'ldirgichlariga kord va shlangbop to'qimalar kiradi.

Kauchuk oksidlanganda rezina eskiradi, elastikligini yo'qotadi, mo'rt bo'lib qoladi, ya'ni eskirganda fizik-mexanik xossalari tiklanmaydigan darajada o'zgaradi. Shuning uchun rezina aralashmalariga eskirishga qarshi moddalar — vazelin, vosk, parafin, aromatik aminlar qo'shiladi. Kauchuk kukunsimon to'ldirgichlar bilan yaxshi aralashishi uchun hamda unga kerakli darajada yumshoqlik berish uchun steorin, olein kislotalari, kanifol, parafin, qarag'ay smolasi kabi yumshatkichlar qo'shiladi. Oxra, ultramarin kabi buyoklar kauchuk massasining 10% miqdorida qo'shiladi.

Rezina va undan buyumlar tayyorlashda avval xom rezina olinadi. U kauchukning to'ldirgich va Vulkanizatsiyalovchi moddalari aralashmasidan olinadi. So'ngra xom rezina 145-150°C gacha qizdirilib, Vulkanizatsiyalanadi. Issiqlayin Vulkanizatsiya suv bug'lari bilan to'yingan atmosferada maxsus qozonlarda uncha katta bo'lmagan bosim ostida, yo suvda yoki qaynoq havoda o'tkaziladi. Agar rezina buyumlar metall qoliplarda shakllantinsa, shakl berishni Vulkanizatsiya bilan birlashtirish maqsadida press-qoliplar qizdiriladi. Kauchuk Vulkanizatsiyalanganda Vulkanizatsiyalovchi moddalar bilan reaksiyaga kirishadi va elastik rezina hosil bo'ladi.

Kauchuk turi, to'ldirgich miqdori va xiliga qarab turli xossalarga ega bo'lgan buyumlar olinadi. Kislotaga chidamli, moy va issiqlik ta'siriga chidamli rezina xillari bo'ladi. Vulkanizatsiyalangan rezinalarning xossalari kauchuk xarakteristikasi bilan belgilanadi.

SBK (sun'iy butadenadientli kauchuk) dan tayyorlangan rezinalarning mexanik mustahkamligi, sovuqda chidamliligi qoniqarli, issiqda chidamliligi cheklangan, elastikligi nisbatan kichik, oson oksidlanadi, kimyoviy barqarorligi va gaz o'tkazmasligi cheklangan. Rezina barcha turdagi rezina buyumlarni tayyorlashda, ayniqsa avtomobil shinalarini tayyorlashda ishlatiladi.

Neyritli rezinalarning mustahkamligi yuqori, issiqda chidamliligi 110-120°C gacha, benzin va moylarda kam bo'kadi, atmosfera va kimyoviy ta'sirlarga chidamli. Ular asosan moy va benzin ta'siriga

chidamli, shuningdek issiqda chidamli buyumlar tayyorlashda qo'llaniladi, chunonchi ulardan maxsus kiyimlar, kimyo apparaturalari va vallar uchun qoplama, transport tasmalari, aerostat qobiqlari, protivogaz shlemlari, elektor kabellarining qobiqlari, turli yelimlar va materilarini bosuvchi materiallar ishlab chiqariladi.

Polisul fidli rezinalarning mustahkamligi, sovuqda chidamliligi va issiqqa chidamliligi uncha yuqori emas, lekin benzin va moy ta'siriga chidamli, gaz o'tkazmaydi. Ulardan shlanglar, trubalar, benzin, moy va benzol uchun qistirmalar ishlab chiqariladi.

Izoprenli rezinalarning cho'zilish va ishqalanishdagi mustahkamligi, elastikligi va sovuqda chidamliligi yuqori, issiqda chidamliligi cheklangan (80-100°C), oksidlanishi, benzin va moyda bo'kishi yuqori, kimyoviy ta'sirlarga chidamliligi hamda gaz o'tkazmasligi cheklangan, umumiy ishlarda qo'llaniladigan buyumlar ishlab chiqarish uchun yaroqli.

Rezinadan remenlar, tasmalar, shlanglar, salniklar, manjetlar, qistirinalar, shinalar, elektor jihozlarning detallari, aholi ko'plab ishlatadigan buyumlar va hokazolar ishlab chiqariladi.

Xom rezinada 25% dan ortiq Vulkanizatsiylovchi modda bo'lsa, Vulkanizatsiya qilingandan so'ng ebonit (qattiq rezina) olinadi. Ebonitning kimyoviy barqarorligi yuqori, dielektrik xossalari yaxshi, oson ishlov berish mumkin, lekin issiqda chidamliligi past. Kuchsiz tok bilan ishlaydigan apparatura detallarini ishlab chiqarishda, kimyo mashinasozligida ishlatiladi.

Elastomerlarning rezinaga o'xshash xususiyatlari juda ajoyib xususiyatlardan hisoblanadi, chunki u yetarlicha ko'proq darajada deformatsiyaga uchray oladi keyin esa elastik holatga asta o'zining avvalgi holatga qayta oladi. Bu holat polimerdagi bog'lanishlar natijasi bo'lib bu bog'lanishlar deformatsiyalangan konfirmatsiyalarni o'z holatga o'tishi uchun kuch bilan ta'minlaydi. Elastomerlik xususiyatlarni dastlab tabiiy kauchukda kuzatilgan edi. Lekin shunga qaramay oxirgi o'n yillikda juda keng spektordagi xususiyatlarga ega bo'lgan ko'p sonli elastomerlar sintez qilib olindi. Ularning bikirlik (O'zResdavlat texnik nazorat) moduli juda kichkina va ular kuchlanishga bog'liq holda turli xil bo'ladi, chunki kuchlanish deformatsiya egri chizig'i nozik xarakterga ega.

Zo'riqmagan holatda elastomer amorf jism hisoblanadi va yuqori darajada buralgan bog'lanib ketgan va o'ralib ketgan bog'lama

molekulyar zanjirlardan tashkil topgan. Deformatsiya bikirligidagi harakatlanuvchi kuchni ma'lum qismi entropiya deb nomlanuvchi termodinamik parametr hisoblanadi, u sistemalardagi tartib suyuqlik darajasining o'lchovidir; Entropiya tartibsizlik oshishi bilan oshib bormaydi, plastomerning cho'zilishi hisobiga zanjirlar iloji boricha tekislanib olishadi. Sistema esa imkon kadar tartibga kelib qoladi. Agar buralgan holatda yana qaytarilsa entropiya bu holatda yana oshib boradi. Bu entropik holat natijasida ikkita asosiy hodisa yuzaga keladi: Birinchidan, elastomer cho'zilishi natijasida uni temperaturasini ko'tarilishini kuzatish mumkin. Ikkinchidan, temperatura oshishi bilan bikirlik moduli ham oshib boradi.

**Rezinadan buyumlar tayyorlash.** Ma'lumki, rezina juda elastik, kam yeyiladigan xossaga ega bo'lib, tebranishlarni qaytaradigan, gaz va suvda namiqmaydigan kislota, ishqor, moilarga chidamli dielektrik materialdir. Bu xossasi tufayli undan avtomobil, traktor, samolyot pokrishkalari, harakat uzatish tasmalari, salnik, manjet, qistirma, elektroizolyatsion elementlar va boshqalar tayyorlanadi.

Rezina tayyorlashda o'simliklardan olinuvchi tabiiy kauchukka zarur qattiqlik, elastiklik va boshqa xossalarni beruvchi (Vulkanizatsiyalovchi) modda sifatida 4—10% oltingugurt, qo'rg'oshin, benzol va hokazo to'ldirgichlar sifatida talk, bor, kaolin, kremniy va titan oksidlari va boshqalar qo'shiladi.

Vulkanizatsiya jarayonini tezlatuvchi sifatida magniy oksidi, rux va boshqalar ishlatiladi. Rezinaning plastikligi, sovuqqa chidamligini oshirish maqsadida plastifikatorlar sifatida steorin va olein kislotalari, oksidlanishni kamaytirish maqsadida vazelin, parafin va boshqalardan foydalaniladi. Kerakli rang berish uchun oxra, ultramarinlar qo'shib, keyin aralashma 140°S gacha qizdirilsa, kimyoviy reaksiya yuz berib, rezina hosil bo'ladi. Agar kauchukka qo'shilgan oltingugurt miqdori 25%dan ortiq bo'lsa, olingan rezina deyarli puxta va qattiq bo'ladi. Bu xil rezinaga ebonit deyiladi.

Keyingi yillarda kimyo sanoatining rivojlanishi tufayli etil spirti, asetilen, butan, etilen, benzol va boshqa birikmalardan sintetik kauchuk olinmoqda va undan keng foydalanilmoqda.

**Rezinadan buyumlar tayyorlash texnologiyasi.** Rezinalardan turli buyumlar tayyorlash texnologik jarayoni quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Xom rezina tayyorlash.

2. Undan buyumlar ishlab chiqarish.

Xom<sup>1</sup> rezina tayyorlash uchun kauchuk olinib u ma'lum o'lchamda kesib bo'laklarga bo'linadi. Plastikligini oshirish maqsadida 40--50°S gacha qizdirilgan jo'valar orasidan o'tkazib, keyin unga zarur miqdorda komponent kukunlari qo'shiladi. Kukun maxsus qorishtirish mashinasida aralashtrilib tekis plastik massa hosil qilinadi, bunga ham rezina deyiladi. Bunday rezina organik eritmalarda eriydi, kutilgan shaklni oson egallaydi. Agar qizdirilsa, yopishqoq bo'ladi. Xom rezinadan turli qalinlikdagi list, lenta, matolar, har xil shakldagi xomashyo, trubka, chilvir, murakkab shaklli buyumlar tayyorlanadi.

Rezinadan list yoki lenta tayyorlash sxemasi ko'rsatilgan. Xom rezina 3 turli tomonga aylanuvchi jo'va orasidan ezib o'tkaziladi. Bunda ustki va o'rta jo'valar 50--90°C gacha, pastki jo'valar esa 15°C gacha sovitilgan bo'ladi. Jo'valar orasidan chiqayotgan listlar yog'och baraban 1-ga o'rala boradi.

Turli shakldagi buyum xom rezinani matritsa ko'zidan chervyak vint bilan ezib chiqarib tayyorlanadi. Xom rezina zarur temperaturagacha qizdirilgan pressformada 2-10 MN/m<sup>2</sup> bosimda presslanadi. Shuni aytish zarurki, yirik va murakkab shaklli detallar tayyorlashda xom rezina quyish mashinalarida 80-100°C temperaturada qizdirilib 120 MN/m<sup>2</sup> gacha bo'lgan bosimda pressformaga haydaladi.

Yuqoridagi usullarda xom rezinadan tayyorlangan buyumlar zarur fizik-mexanik xossalarga ega bo'lishi uchun, odatda, ular avtoklavlarda 130--150°C temperatura va 0,1--0,4 MN/m<sup>2</sup> bosimda pishiriladi. Vulkanizatsiya natijasida kauchuk plastikligini yo'qotib, buyum puxtaligi ortib zarur fizik-mexanik xossaga ega bo'ladi.

**Moylovchi materiallar** Ishqalanib ishlaydigan detallarning ishqalanish yuzalarini moylashga xizmat qiluvchi materiallar *moylovchi materiallar* deyiladi. Moylar detallarning korroziyabardoshligini oshirish, yeyilishini kamaytirish va ekspluatatsion muddatini uzaytirish uchun xizmat etadi. Moylar

<sup>1</sup> Withani F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013. 537-b. Ma'mun mohivatidan foydalanildi

suyuq, qattiq va qo'shilmali bo'ladi. Suyuq moylarga mineral, o'simlik, hayvon moylari kiradi. Mashinasozlikda ko'p foydalaniladigan moy mineral moylardir. Bu moylarga texnik vazelin, mashina va silindr moylari kiradi. Ular bilan bir qatorda sovun aralashirilgan qattiq moylar (solidol, tavot, texnik vazelin)dan ham foydalaniladi.

Qo'shilmali moylarda sovundan boshqa grafit, talk, slyudalar ham bo'ladi. Moylarni tanlashda ishqalanuvchi detallar konstruksiyasiga, ish sharoitiga (nagruzka, temperatura, muhit), o'zaro ishqalanuvchi materiallarga qaraladi. Moylarning asosiy xarakteristikasiga qovushoqligi, alanganlash temperaturasi kiradi. Eng yuqori qovushoq moy mineral moy bo'lib, uning qovushoqligi 17—22 Pa dir.

**Yelim.**<sup>1</sup> Turli material bo'laklarini o'zaro birlashtirishda yelimlardan keng foydalaniladi. Ularning xillari ko'p, albatta. Masalan, yelimlarga yog'och, kazein, suyak, baliq yelimlari, dekstrin, kraxmal va boshqalar kiradi. Har qanday materialni yelimlab yopishtirishda yuzalarni avval kir, zangdan tozalash, ular tekislab moslangach yaxshi yopishadigan yelimlar tanlash lozim.

Yelimlar Ular turli materiallardan kerakli qattqlikdagi qismlarga ajralmaydigan birikmalar hosil qilish uchun mo'ljallangan. Umuman bunday birikmalar yelimlab yopishtiriladigan materiallardan va ular orasidagi yelim qatlamidan iborat bo'ladi. Yelimlab yopishtirish jarayoni yelimning material sirti bilan ilashishiga asoslangan. Yelimlab yopishtirish usuli buyum tayyorlashni osonlashtiradi va texnologik jarayonini tezlashtiradi.

Yelimli birikmalar ko'p hollarda eng ratsional, ba'zi hollarda birdan-bir mumkin bo'lgan birikma hisoblanadi. Yelimlar ahamiyatining oshishi yelimli birikmalarning parchinli, boltli, payvand va boshqa birikmalarga nisbatan afzalligi bilan belgilanadi. Yelim bilan turli xil materiallarni o'zaro birlashtirish mumkin. Hozirgi zamon yelimlari bilan turli plastik massalar, silikat va organik shishalar, tabiiy va sun'iy terilar, kauchuklar va rezinalar, chinni, keramika, beton, qog'ozlar, turli jins yog'ochlar, ip - gazlama, jun

---

<sup>1</sup> William F.Smith Foundations of materials science and engineering, 2013.97-98-b. Mazmun-mohiyatidan foydalanildi

gazlama, sintetik tolalardan tayyorlangan buyumlar, shuningdek po'lat, kumush, mis, alyuminiyli, magniyli, titanli qotishmalar va boshqa metallar, metallmas materiallar va ularning birikish joylari yelimlab yopishtiriladi.

Sintetik yelimlar asosidagi birikmalarning atmosfera, korroziyaga va chirishga chidamliligi ularning muhim xossalari hisoblanadi. Yelimli birikmalarning afzalliklariga yana quyidagilar ham kiradi, biriktiriluvchi elementlarning kuchsiz birikadigan boltli yoki parchinli birikmalari uchun teshiklarga hojat yo'q. Birikmalarda kuchlanish bir tekis taqsimlanadi; yelimlab yopishtiriladigan detallarning sirti tekis bo'ladi; ommaviy ishlab chiqarishda yelimlab yopishtiriladigan detallarni tayyorlash nisbatan arzon turadi. Shu bilan birga yelimli birikmalar kamchiliklardan ham xoli emas. Notekis ko'chirilganda yelimlab yopishtirilgan birikmalarning mustahkamligi kichik; yelimning asosiy komponentlari organik tabiatli bo'lganligi uchun ko'p yelimlarning issiqda chidamliligi nisbatan past ( $350^{\circ}\text{S}$  gacha).

Sintetik yelimlar avtomobil, aviatsiya, kemasozlik, elektor va radiotexnika, kimyo, yog'ochni qayta ishlash, poligrafiya sanoatida hamda xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida ham turli materiallarni yelimlashda keng miqyosda qo'llaniladi. Bu katta texnik va iqtisodiy samara beradi, turli konstruksiyadagi elementli va buyumlarni tayyorlashni takomillashtirish imkonini tug'diradi. Yelimlar asosan polimelar asosidagi kompozitsiyalardan iborat. Yelimning mustahkamligi siqilishidagiga nisbatan 10-100 marta katta bo'ladi. Yelimlab yopishtirilgan birikmani mustahkamligi ko'p jihatdan temperaturaga bog'liq. Bunda yelim turi va kuchlanish holati xarakteri katta ta'sir ko'rsatadi. Epokslarning issiqda chidamliligi  $60-350^{\circ}\text{S}$  fenoloformaldegidli yelimlarniki  $60-100^{\circ}\text{C}$  fenolpolivinilatsetatli yelimlarning  $200-350^{\circ}\text{S}$ , polimid yelimlarniki  $300-375^{\circ}\text{C}$  ga teng.

### **Yog'och materiallari turlari va xossalari**

Yog'och konstruksion material sifatida sanoatning turli sohalarida (avtomobilsozlikda, mebel sanoatida, qishloq xo'jalik mashinasozligida va boshqa joylarda) ishlatiladi. Yog'ochning afzalligi quyidagilardan iborat: solishtirma mustahkamligi yuqori, zarbiy va titrash nagruzkalariga qarshiligi yaxshi, issiqlik o'tkazuvchanligi kam, chiziqli kengayish temperatura koeffitsiyenti

past (po'latnikiga qaraganda 2-3 marta kam). Yog'och kislota, tuz, moy ta'siriga chidamli. Yog'och kamchiliklariga quyidagilar kiradi: yog'och gigroskopik bo'lganligidan buyum shaklining muntazamligi buziladi; yaxshi yonadi, mexanik xossalari anizotropik. Yog'ochning mexanik xossalari uning namligi va tolalarining yo'nalishiga bog'liq. Yog'och xossalarini solishtirish uchun 15% ga teng standart namlik belgilangan.

Eng ko'p tarqalgan yog'och turlari tolalari bo'ylab statik egilganda quyidagicha mustahkamlik chegaralariga (MPa) ega bo'ladi: zarang - 105, tilog'och-98, qayin-96, qoraqayin-95, qarag'ay - 76, archa -72.

Tabiiy yog'och tilingan binokorlik materiallari ko'rinishida ishlatiladi. Ko'ndalang kesim o'lchamlariga qarab yog'och materiallar to'sinlar (100x100 mm dan katta); brusoklar ko'pi bilan (eni qalinligidan ikki marta katta) taxtalar (eni qalinligidan kamida ikki marta katta) kabi xillarga bo'linadi.

Nina bargli daraxtlardan tilingan yog'och materiallar ko'proq ishlatiladi, chunki ularning mustahkamligi katta, kamroq, chiriydi. Nina bargli va yaproqli qattiq daraxt (dub, shumtol) dan olingan yog'och materiallar kuch tushadigan detallarda ishlatiladi.

Faner - qatlamli yog'och material bo'lib, qirqib olingan shponlarni yog'och tolalarini bir-biriga ko'ndalang joylashtirib, uch va undan ortiq qatlam qilib yopishtirish yo'li bilan hosil qilinadi. Shilingan shpon deb, yog'och gulani aylantirib, undan 0,3-3 mm qalinlikda yo'nib olinadigan yupqa yog'och listlarga aytiladi. Shponlarni yopishtirish uchun fenol-formaldegidli, karbamidli va boshqa yelimlardan foydalaniladi. Yelim turi fanerning suvga chidamliligiga, mustahkamligiga ta'sir qiladi. Oq qayin shponidan fenol-formaldegidli yelim bilan yopishtirib tayyorlangan, bakelizatsiya qilingan faner nisbatan ancha mustahkam va suv ta'siriga chidamli bo'ladi.

Oq qayindan yasalgan fanerning tolalari bo'ylab mustahkamligi  $\sigma_v = 65-80$  MPa.

Presslangan yog'och suv bug'larida oldindan 100-105°S temperaturagacha bug'langan yoki issiq gazlar bilan qizdirilgan brusok va taxtalarni metall qoliplarda presslash yo'li bilan olinadi. Hosil bo'lgan yog'och shaklini qotirib quyish uchun uni bosim ostida 100-120°S temperaturagacha 5-8% namlik hosil bo'lguncha

qizdiriladi. Zarbiy nagruzkalar ostida ishlaydigan mashina detallarini (kulachoklar, vtulkalar, podshipniklar va hokazolar tayyorlashda presslangan yog'och rangli metallar, plastmassalar) o'rnini bosa oladi.

Yog'och payraxalaridan yasalgan plita yog'och payraxalarini bog'lovchi modda bilan birga issiqlyayin presslash yo'li bilan olinadi. Bir qatlamli, uch qatlamli va faner yoki qog'oz bilan qorejagan plitalar ishlab chiqariladi. Bunday plitalar qurilishda, mebel ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Yog'och tolali plitalar maydalangan yog'ochga bog'lovchi moddalar qo'shib tayyorlanadi. Temperatura va bosim ostida yog'och tolalari bir-biriga presslanadi va hamma yo'nalishlari bo'yicha mustahkamligi bir xil bo'lgan materialga aylanadi. Yog'och tolali plitalar qurilishda, avtobus hamda vagon ichlarini bezashda va hokazolarda ishlatiladi.

**Yog'och materiallarga qo'yilgan talablar.** Yog'och materiallarga qo'yiladigan talablar tegishli DS bilan belgilanadi. DS da yog'och materiallarning o'lchamlariga, joiz nuqsonlariga, ishlov berish sifatiga, o'lchash usuliga, navlarga ajratish, markalash va hisoblashga nisbatan qo'yiladigan talablar ko'rsatiladi.

Xalq xo'jaligining turli sohalarida asosiy yog'och materiallar – turli xodalar, taxta materiallari, bruslar, fanerlar (randalangan, tilingan, yo'nulgan, yelimgangan fanerlar va h.), duradgorlik plitalari, yog'och payraxali plitalar keng ishlatiladi.

**Xoda** shox-shabbalari kesilgan, po'stlog'i tozalangan daraxt tanasining bir qismidir. Xodalar 3 guruhga bo'linadi, ya'ni ingichka (kichik diametrli) xodalar - diametri 8-13 sm gacha; o'rtacha xodalar (o'rtacha diametrli) - diametri 14-24 sm gacha; yo'g'on (katta diametrli) xodalar - diametri 25 sm va undan yo'g'on bo'ladi.

Xodalarning asosiy uzunligi 6,5 m bo'lib, qurilishda ishlatiladigan xodalar ko'pincha 4-7 m uzunlikda tayyorlanadi.

**Taxta materiallar.** Yo'g'on xodalar pilorarnalar, tasma arrali, disk arrali dastgohlar yordamida tilinib har xil taxta materiallar hosil qilinadi. Bunday taxtalarining qalinligi 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 32, 40, 45, 50, 60, 70, 75, 100 mm va eni 80 dan 250 mm gacha (10 mm dan oralatib) bo'ladi.

**Faner** - g'o'lalarni tilish, randalash, yo'nish yo'li bilan olinadigan yupqa yog'och-taxta material. Tayyorlash usuliga qarab tilingan, randalangan, yo'nulgan, yelimgangan fanerlar bo'ladi. Tilib, randalab olinadigan fanerlar eman, shumtol, yong'oq, qayrog'och, zarang, nok

va boshqa qimmatbaho yog'ochlardan tayyorlanadi. Fanerlar har xil duradgorlik ishlarida, mebelsozlikda qoplama material sifatida ishlatiladi.

Randalangan fanerlar - faner randalovchi maxsus dastgohlarda yog'ochlarni randalash yo'li bilan hosil qilinadi. Bunday fanerlarning qalinligi 0,8-1,5 mm, eni 80 mm va undan ortiq, uzunligi 100 mm va undan ziyod bo'ladi.

*Tilingan fanerlar* - burang yoki bug'lash natijasida mo'rt bo'lib oladigan ba'zi yog'och g'o'lalarini tilish yo'li bilan hosil qilinadi. Yo'g'on g'o'lalarni radial yo'nalishda tilish yo'li bilan olinadigan fanerlar boshqa yo'nalishda tilib olingan fanerlarga qaraganda yuqori baholanadi. Chunki radial yo'nalishda tilingan fanerlarda o'zak nurlari juda chiroyli tekstura hosil qiladi. Bu holda fanerlar qimmatbaho mebellar tayyorlash va qoplash maqsadida ishlatiladi. Tilingan fanerlarning qalinligi 0,8-2 mm gacha bo'ladi. Fanerning namligi 10 % bo'lishiga ruxsat etiladi.

*Yo'nilgan fanerlar (shponlar)* yo'nuvchi dastgohlarda tayyorlanadi. Yo'nilgan fanerning qalinligi 0,3-3,5 mm gacha, eni esa g'o'laning uzunligiga teng bo'ladi.

Butun g'o'lani yo'nilganda spiralsimon shpon hosil bo'ladi. Shu yo'l (usul) bilan zarang, kareliya qayinidan "qush ko'zi" deb ataluvchi chiroyli gulli shpon olinadi.

*Yelimgan fanerlar* yo'nilgan shponlarni bir-biriga yelimplash yo'li bilan tayyorlanadi. Bunday faner 3-15 tagacha bo'lgan to sondagi shpon varaqlaridan tayyorlanadi.

Fanerlar kazeinli, albuminli yelimplar bilan va sintetik smolalar bilan yelimplanadi.

Yelimgan fanerlar taxta materiallarga qaraganda qator afzalliklarga ega:

1. Hamma yo'nalishlarda puxtaligi bir xil.
2. Taxta materialga nisbatan kam tob tashlaydi. Ro'y bergan tob tashlash yelimplash yo'li bilan oson bartaraf etiladi.
3. Kam yoriladi. Yoriqlarning bir tomondan ikkinchi tomonga o'tishi mutlaqo ro'y bermaydi.
4. Faner taxtalarining o'lchami katta bo'lganligi uchun taxta materiallarni yig'ib birlashtirishga hojat qolmaydi, ishlar qisqaradi, osonlashadi.
5. Oson egiladi (xususan, buklangandan so'ng).

## 6. Teshish uchun qulay va h.

**Duradgorlik plitalari.** Bir-biriga yelimlab yopishtirilgan yoki yopishtirilmagan reykalardan yig'ilgan va ikki tomoniga bir yoki ikki qavat shpon yopishtirilgan yog'och shchit duradgorlik plitasi deb ataladi. Duradgorlik plitalari chiroyli gulli, randalangan fanerlar bilan ham qoplanadi. Bular plitaning bir tomoniga yoki ikki tomoniga qoplanadi.

Duradgorlik plitalarining qalinligi 16 dan 50 mm gacha, eni 1220 dan 1525 mm gacha, uzunligi 1800 dan 2500 mm gacha qilib tayyorlanadi.

Plitalardan shchitli mebellar, eshik, to'siq, tokchalar, divan va boshqalar tayyorlanadi.

**Yog'och payraxali plitalar.** Yog'ochni qayta ishlash korxonalarida xoda va g'o'lalarni tilish, randalashda, faner va shchit tayyorlashda ko'plab qipiq, payraxa, taxta, reyka va fanerlarning chiqindilari hosil bo'ladi. Ulardan plitalar tayyorlashda foydalanish mumkin. Plita tayyorlash texnologiyasi quyidagicha.

Yog'ochga ishlov berish dastgohlarida hosil bo'lgan payraxa, qipiq va boshqa yog'och chiqindilari plita tayyorlash sexiga yuboriladi. Bu yerda katta o'lchamdagi yog'och chiqindilar maydalanadi va tebranma elaklarda elanib changdan tozalanadi. Tozalangan taxtalar maydalanib, payraxalar bilan birgalikda quritkichga yuboriladi. Bu yerda payraxa namligi 4-6 % ga tushguncha quritilib, aralashtirgichga yuboriladi va sintetik smola bilan aralashtiriladi. Sintetik smolaning miqdori quruq payraxa og'irligining 6-8 % ini tashkil etadi.

Hosil qilingan aralashma tayyorlanadigan buyum va mebel qismlarining shakl hamda o'lchanlariga ega bo'lgan maxsus qoliplarga to'kib yoyiladi va tekislanadi. Yoyilgan payraxaning qalinligi tayyorlanadigan buyumning qalinligi va zichligiga qarab har xil bo'ladi. Qolip sovuq pressga o'tkazilib, unda payraxani 40-45 mm qalinlikgacha presslanadi. So'ngra issiq pressga o'tkaziladi. Issiq pressda presslash 140 °C gacha haroratda olib boriladi. Tegishli korxonalarda yog'och payraxali plitalar tayyorlash bilan bog'liq bo'lgan texnologik jarayon yarimavtomat va avtomat imiyalarda bajariladi.

**Yog'ochlarda uchraydigan nuqsonlar.** Tegishli sanoat korxonalarida hosil qilinadigan yoki tayyorlanadigan yogoch materiallar hamma vaqt ham yuqori sifatli bo'lavermaydi.

Yog'och materiallarning navi, sifati, texnik xossalarini pasaytiruvchi, ishlatilish sohasini cheklovchi, xizmat muddatini qisqartiruvchi, ishga yaroqsiz holga keltiruvchi tabiiy holda mavjud bo'lgan yoki keyinchalik yuzaga kelgan bu xil kamchiliklar yog'ochlarning nuqsonlari deyiladi.

Yog'ochlarda uchraydigan nuqsonlarning aksariyati asosan o'sish davrida yuzaga keladi, ba'zan esa material tayyorlash, tashish, saqlash, undan foydalanish vaqtida ham paydo bo'ladi.

Yog'och materiallarda tabiiy mavjud bo'lgan va keyinchalik paydo bo'ladigan nuqsonlar - ko'zlar, yog'och rangining buzilishi, chirish, turli yoriqlar, hasharotlar bilan shikastlanish shular jumlasidandir.

**Yog'ochning xossalari.** Yog'ochning qarag'ay, archa, tilog'och, oq qarag'ay, kedr, zirk, arg'uvon, oq qayin, qora qayin, tog' teragi, terak, yong'oq, chinor, nok, zarang, eman, shumtol, qayrag'och kabi bir necha turlari xalq xo'jaligining turli sohasida ishlatiladi.

Yog'ochning ishlatilishi uning fizik va mexanik xossalariga, foydalanish sharoitiga, miqdoriga va hokazolarga bog'liq bo'ladi. Texnika yuksak taraqiy etgan hozirgi davrda yog'och materiallardan foydalanish doirasi yanada kengayib bormoda.

**Yog'ochning fizik xossalari.** Tegishli materialning butunligiga ta'sir etmaydigan va uning kimyoviy tarkibini o'zgartirmaydigan xossalari, ya'ni uning rangi, tovlanishi, tob tashlashi, yegilishi, tabiiy guli (teksturasi), hidi, nam tortishi, quruvchanligi, zichligi, nam o'tkazuvchanligi, issiqlik va tovush o'tkazuvchanligi, elektor o'tkazuvchanligi yog'ochning fizik xossalari deb ataladi.

**Yog'ochning rangi** yog'och materiallarning turlari va sifatlarini aniqlashga imkon beradigan muhim xossalaridan biridir. Yog'ochning rangi, avvalo, uning turiga va o'sish sharoitiga bog'liq. Ko'pgina yog'ochlar (qayin, tol, arg'uvon, terak, archa) oqish rangli bo'lib, nursiz izlari bo'ladi. Eman, shumtol-jigarrang, qora qayin, akatsiya-och qizg'ish, yoki och-qoramtir bo'ladi.

Aksariyat daraxtlar kesilgandan so'ng ularning yog'ochi qoramtir bo'lib qoladi. Bu narsa havo tarkibidagi kislorodning ta'siri natijasidir. Yog'ochning tovlanishi (yaltiroqligi). Yog'och nurlarning yo'nalishi

va zichligiga bog'liq holda tovlanadi. Yog'ochning tovlanishini sun'iy ravishda orttirish uchun loklash, polituralash va mumlash mumkin.

*Yog'ochning teksturasi* (tabiiy guli). Randalash, yo'nish jarayonida yog'och tolalari, o'zak nurlari va yillik halqalari kesilishi natijasida yog'ochning teksturasi namoyon bo'ladi. Shuni aytish kerakki, yog'och materiallarning zichligi qanchalik yuqori bo'lsa, ularning teksturasi (tabiiy guli) ko'pincha bir xil ko'rinishda bo'ladi. Lekin turli bargli daraxtlarning tuzilishi bir-biridan farq qilganligi sababli ularning teksturasi ham har xil ko'rinishda bo'ladi. Yog'ochning teksturasi yillik halqalarining eniga, ertangi va kechki yog'ochlik qismining ranglaridagi farqiga, tolalarning yirik, mayinligi va yo'nalishiga ham bog'liq bo'ladi. Yog'ochni kesish yo'nalishi teksturaning o'zgarishida katta o'rin tutadi.

O'zak nurlari va yillik halqalari aniq bilinadigan yog'ochlarning tabiiy gullari juda chiroyli bo'ladi. Teksturalari chiroyli bo'lgan yog'ochlardan mebel korxonalarida pardozi material sifatida, qoplama material-shpon tayyorlashda keng foydalaniladi. Yong'oq, nok, chinor, shumtol, eman kabi yog'ochlar radial va tangental yo'nalishda tilinganda chiroyli ko'rinish (gul) lar hosil bo'ladi.

Yog'ochlarda sun'iy gullar ham hosil qilinadi. Buning uchun tolalarning yo'nalishiga parallel qilib yoki ma'lum burchak ostida bo'yoqlar surtiladi.

*Yog'ochning hidi*. Yog'ochlar tarkibidagi smolalar, efir moylari, ishlash kislotalaridan qaysi birining mavjudligiga va miqdoriga bog'liq holda har xil hidli bo'ladi.

Yog'ochning o'zak qismi o'tkir hidli bo'lib, unda yuqoridagi moddalar ko'p bo'ladi. Yangi kesilgan, shuningdek ninabargli daraxtlar yanada o'tkir hidli bo'ladi. Yog'och qurigan sayin hidsizlanib, ba'zan hidi o'zgarib boradi. Yog'och hidining bunday o'zgarib borishi uning tarkibidagi turli moddalar miqdorlarining o'zgarishi orqali sodir bo'ladi. Hidning o'zgarishi yog'ochning buzilishiga ham bog'liq bo'ladi.

*Yog'ochning namligi*. Yog'ochlarning namligi deb, solishtirma namlik miqdorining mutlaq quruq yog'och namuna massasiga bo'lgan nisbatini aytiladi. Mutlaq quruq yog'och esa tajriba sharoitida olingan namunani quritish javonlarida (pechlarida) quritish orqali hosil qilinadi.

Korxonada sharoitida yog'ochlarning namligi, asosan, tartibda tortish va elektor usuli bilan aniqlanadi. Tortish usulida namlik quyidagi formula bilan topiladi:

$$W = [(m - m_0) / m_0] \cdot 100,$$

bunda:  $t$  – namunaning quritishdan oldingi massasi;  $t_0$  – shu namunaning mutlaq quruq holatgacha quritilgandan keyingi massasi. Tortish usulida mutlaq namlikni aniqlash uchun tegishli yog'och materiallardan 20x20x30 mm o'lchamli namunalar tayyorlab, tekshirish maqsadga muvofiqdir. Tayyorlangan namunalar notekisliklardan va yog'och qipqlaridan tozalanadi, keyin 0,01 g gacha aniqlikda tortib,  $103 \pm 2$  °C harorati quritish javonida quritiladi. Quritish jarayoni 12-24 soatgacha davom etishi (yog'och tuziga bog'liq holda) yoki juda tez amalga oshirilishi (bu uncha aniq usul emas) mumkin. Yog'ochlarning elektor o'tkazuvchanligiga asoslangan elektor nam o'lchagich yordamida ham ularning namligini aniqlash mumkin. Yog'ochlarning namligiga qarab ular: ho'l, chala quruq, ochiq havoda quritilgan, xonada quritilgan va mutlaq quruq xillarga ajratiladi. Yangi kesilgan daraxtning namligi uning tuziga, kesilgan vaqtiga qarab 40 % va undan yuqori bo'ladi, masalan, bo'l yog'ochning namligi 23 % dan ortiq; chala quruq yog'ochning namligi 18-23 %, ochiq havoda qurigan yog'ochning namligi 12-18 %, xonada quritilgan yog'ochning namligi 8-12 % bo'ladi. Mutlaq quruq yog'ochning namligi 0 % bo'lib, tajriba sharoitidagina hisil qilinadi.

**Yog'ochning og'irligi** uning turiga, tuzilishiga va namligiga bog'liq. Yog'ochning solishtirma va hajmiy og'irligi bo'ladi.

**Solishtirma og'irlik** - hech qanday g'ovaklari, namligi, havo bo'lmagan yog'ochning mutlaq og'irligi hisoblanib,  $g/sm^3$  da ifodalalanadi. Hamma turdagi yog'ochlarning solishtirma og'irlik – taxminan 1,5 ga teng bo'ladi.

**Hajmiy og'irligi** deb yog'ochning g'ovaklari, namligi, havo, smolasi va qattiq moddasi bilan birgalikdagi og'irligiga aytiladi.

Bu og'irlik yog'ochning asosiy sifatlarini, mexanik xossalarni ifodalovchi ko'rsatkich bo'lib, katta amaliy ahamiyatga ega. Turli yog'ochlarning hajmiy og'irligi har xil bo'ladi. Hatto, turli joylarda o'sgan bir turdagi daraxt yog'ochining hajmiy og'irligi ham bir xil bo'lmaydi.

**Yog'ochlarning mexanik xossalari.** Yog'och materiallarning turli tashqi kuchlar ta'siriga qarshilik ko'rsata olish yoki buzilmaslik (o'zgarmaslik) xususiyati ularning mexanik xossalari deb ataladi.

Qurilishda turli inshootlarda, muhandislik konstruksiyalarida yog'ochlar turli kattalikdagi statik va dinamik siquvchi, cho'zuvchi, eguvchi, kesuvchi yoki yoruvchi kuchlar ta'sirida bo'lishi mumkin. Bunday kuchlar turli omillarning ta'siri (yuklar, kishilar, mashina va mexanizmlar, qor va shamolning ta'siri) tufayli vujudga keladi. Yog'och materiallarning tashqi kuch ta'sirida shakl va o'lchamlarini o'zgartirishi uning deformatsiyalanishi deb ataladi. Bunday defortmasiyalar elastik va plastik ko'rinishda bo'lishi mumkin. Yog'ochlarning mexanik xossalariga yana ularning puxtaligi (bikrligi), qattiqligi, elastikligi, qovushqoqligi, mo'rtligi, yoriluvchanligi va mixlanuvchanligi kiradi.

**O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Yog'och materiallarini ishlatilish sohasi?
2. Plastmassalarni turlari?
3. Rezina materiallarini turlari?
4. Lak bo'yoq materiallari
5. Yog'ochning namligi va og'irligi haqida gapirib bering.

## VIII BOB. METALLURGIYA JARAYONI TO'G'RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR, DOMNA PECHINING TUZILISHI. DOMNA PECHINING MAHSULOTLARI

### Metallurgiya to'g'risida umumiy tushuncha. Domna pechining tuzilishi. Domna pechini mahsulotlari

Metallurgiya pech devorlarining materialini tanlash uchun, bu pechda ajraluvchi shlak xarakterini bilish lozim. Agarda, asosli pechda kislota xarakterli shlak hosil bo'lsa, yoqi, aksincha, kislota xarakterli pechda asosli shlak hosil bo'lsa, u paytda pech devori bu shlak bilan reaksiyaga kirishib, tezda yeyiladi, ishdan chiqadi va jarayonning borishi buziladi.

Domna pechning mahsulotlari xalq xo'jaligida va sanoatda qo'llaniladi.

**Domna pech ishining texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari.** *Domna pechdan olinadigan mahsulotlar:*

1) *Cho'yan* - oq cho'yan-qayta ishlanadigan, kulrang cho'yan-qymakorlik va ferroqotishmalar olinadi.

2) *Shlak-izolyatsiya* va qurilish materiallari olish uchun ishlatiladi.

3) *Domna gazi* - havo qizdirilishi uchun bug' qozonlari va binolarni qizdirishga sarflanadi.

4) *Koloshnik changi* - aglomeratsiya qilib domna pechiga solinadi.

Har qanday domna pechining ishiga baho berish uchun bir sutkada qancha cho'yan ishlab chiqara olinishi va bu maqsad uchun qancha yoqilg'i sarflanishini bilish lozim.

Ma'lumki, pechning ish unumi, avvalo, uning foydali hajmiga bog'liq. Pechning kubmetrda ifodalangan foydali hajmining shu pechda bir sutkada olingan cho'yanning tonnada ifodalangan miqdoriga bo'lsak, pech hajmidan foydalanish koeffitsiyenti chiqadi.

$$K = V/R \text{ m}^3/\text{tn}$$

bu yerda: K-pechning foydalanish koeffitsenti;

V-pechning foydali hajmi;

R-pech bir sutkada ishlab chiqargan cho'yan miqdori;

pech hajmidagi foydalanish koeffitsiyenti qancha kichik bo'lsa pechning ish unumi shuncha yuqori bo'ladi.

Hozirgi zamon domna pechlari juda katta inshootlar bo'lib, bo'yi 70 m (foydali balandligi 35 metrgacha) yetadi, hajmi esa 2000....5000 m<sup>3</sup> dan oshadi. Bitta domna pechida sutkasiga 10000 t dan ko'proq cho'yan ishlab chiqariladi. Domna pechlari, barcha shixta pechlari kabi, qarshi oqim jarayonida ishlaydi, ya'ni yoqilg'i (koks), ruda va flyus domna pechining tepasidan tushiriladi. Ular o'z og'irligi ta'sirida pechning tubiga tomon uzluksiz tushib turadi, pechning tubidan esa yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan mahsulotlar - yuqori temperaturali gazlar tepaga uzluksiz ko'tarilib turadi. Domna pechi beshta asosiy qismdan, gorn, zaplechik, raspar, shixta va koloshnikdan iborat.

**Gorn.** Domna pechining bu qismida yoqilg'i yonadi, suyuq cho'yan va shlak yig'iladi. Gorning tubi *leshchad* deb ataladi, suyuq cho'yan ana shu leshchad (1) ga oqib tushadi. Gornida leshchad sathidan sal balandga cho'yan qirqish uchun teshik (2), undan yuqoriroqqa esa shlak chiqarish uchun teshik qilingan.

Gorning yuqoridagi qismida aylana bo'ylab furmalar (3) o'rnatilgan, bu furmalar soni o'n oltila va undan ortiqroq bo'ladi, yoqilg'ining yonishi uchun zarur bo'lgan havo pechga ana shu furmalar orqali haydaladi. Qizdirilgan havo furmalariga halqa truba (10) dan keladi. Gornida temperatura 1800°C dan oshadi.

**Zaplechik.** Domna pechining bu qismi - katta asosi, tepaga qaragan kesik konus shaklida bo'lib, unda temperatura 1900°C ga yetadi va metall bilan shlak suyuqlanishda davom etadi.

**Raspar.** U domna pechining keng qismi bo'lib, silindr shaklidir. Rasparda temperatura 1400°C va undan yuqoriroq bo'ladi. Domna pechining bu qismida metall suyuqlanadi va shlak hosil bo'la boshlaydi.

**Shixta.** Domna pechining eng asosiy va eng katta (uzun) qismi bo'lib yuqoridan pastga tomon kesik konus shaklida bo'ladi.

Pechning bu qismida mavjud xomashyolar quriydi va rudalar darz ketadi. Shixtaning koloshnik tomonidagi qismida temperatura (ishlangan gazni chiqarish trubasi oldida) 200-300°C ni tashkil qilsa, shixta pastida (raspar tomonidagi qismida) esa temperatura 1200-1300°C ni tashkil qiladi.

Shixtaning yuqori (400-600°Cda) va pastki qismida (900-950°C da) temir oksidlariga uglerod oksid (SO) ta'sirida temir quyidagi sxema bo'yicha tiklanadi, ya'ni;



**Koloshnik.** Koloshnik domna pechining eng ustki qismi bo'lib, unga shixta solish apparati o'rnatiladi. Pechga shixta porsiyalab tushiriladi, pechga tushiriladigan shixtaning har bir porsiyasi kolosha deb ataladi. Koloshnik degan termin ana shundan kelib chiqqan bo'lib, koloshnik so'zi koloshadon degan iborani anglatadi.

Shixta solish apparati shixtani bir tekisda taqsimlash uchun xizmat qiladi va pech gazlarining atmosferaga chiqishiga, atmosfera havosining esa pechga kirishiga yo'l qo'ymaydi.

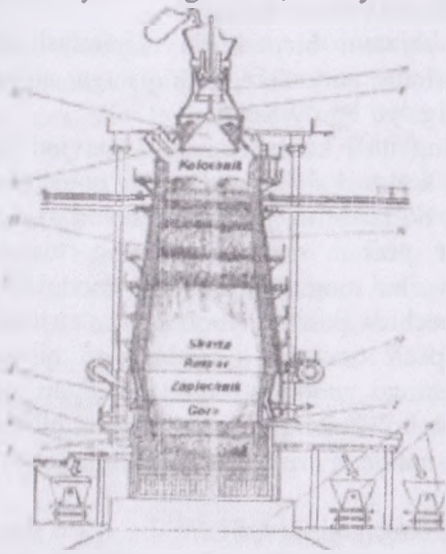
Shixta solish apparatining turli konstruksiyalari mavjud bo'lib, ulardan konus (12)dan iborat konstruksiyasidir. Bunday konstruksinon apparat shixtaning yirikroq bo'laklarini pechning devorlari tomon, maydaroq bo'laklarini esa pechni devorlari tomon tushiriladi, shixtaning zichligi pech devorlar tomonida kattaroq, modelzida esa kichikroq bo'ladi. Domna pechida pastdan yuqoriga ko'tarilayotgan gazlarning ko'pi, odatda, pech devorlari yonidan, oz qismi esa modelzidan o'tadi. Shixtaning yuqorida aytib o'tilgan tarzda taqsimlanishi gazlarning pech ko'ndalang kesini bo'yicha bir tekisda o'tishiga sharoit yaratadi, natijada rudadan metall ancha to'la qaytariladi.

Domna pechi koloshnigining yon devoriga truba (7) o'rnatilgan bo'lib, pechda hosil bo'ladigan yonuvchi gazlar, karbonat anhidrid chang, havo bilan kirgan azot va boshqalar aralashmasi ana shu trubadan gaz tozalash apparatiga yuboriladi. Bu gazlar aralashmasi domna gazi yoki koloshnik gazi deb ataladi. Koloshnik gazining pechdan chiqish oldidagi temperaturasi 300°S ga yetadi.

Domna pechining temir - betondan ishlangan og'ir fundamenti bo'ladi. Pechning shixtasi ana shu fundamentga o'rnatilgan kolonnalariga tayanch halqa (9) orqali mustahkamlangan. Domna pechining devori (13) yuqori sifatli shamot g'ishtdan terilgan bo'lib, 15-20 mm qalinlikdagi po'lat kojux (14) bilan qoplangan

Gorn, zaplechik, raspar va shixta hajmlarining yig'indisi domna pechining foydali hajmi deyiladi. Hozirgi ba'zi domna pechlarining foydali hajmi 5000 m<sup>3</sup> dan oshadi.

**Domna pechining yordamchi qurilmalari.** Domna pechiga juda ko'p miqdorda shixta metallari solib turiladi, domna pechining ish unumini oshirish uchun esa unga haydladigan havo ma'lum temperaturagacha qizdirib olinadi. Shixta materiallarini keltirish va ularni domna pechiga solish, yoqilg'ining yonishi uchun zarur bo'lgan havoning qizdirish va uni domna pechiga haydash ishlari domna pechining yordamchi qurilmalari vositasida bajariladi. Domna pechi, yuqorida aytib o'tilganidek, 8-10 yil to'xtovsiz ishlaydi.



8.1-rasm. Domna pechi

Domna pechining unday uzoq vaqt ishlashini ta'minlash uchun uning yordamchi qurilmalari juda muvafqiyatli bo'lishi zarur. Domna pechining yordamchi qurilmalari jumlasiga ko'tarish va to'kish mexanizmlari, yuyish saroy (maydoncha) va havo qizdirgichlar, gaz ozalash apparatlari, havo haydash mashinalari va boshqalar kiradi.

Domna pechidan olinadigan mahsulotlar jumlasiga cho'yan, shlak, domna gazi va koloshnik

kiradi. Bu mahsulotlarning har biri bilan alohida tanishib o'tamiz.

**Cho'yan.** Cho'yan domna pechidan olinadigan asosiy mahsulotdir. Uning tarkibida 2,14% dan 4,5% gacha uglerod, 0,50% dan 4,25% gacha kremniy, 0,2% dan 3,5% gacha marganes, 0,10% dan 1,30% gacha fosfor, 0,02% dan 0,20% gacha oltingugut va juda oz miqdorda boshqa ba'zi elementlar bo'ladi. Binobarin, cho'yan temir bilan uglerodning murakkab qotishmasidir. Ishlatilish sohasiga ko'ra, cho'yan uchta asosiy guruhga bo'linadi: qayta ishlanuvchi

cho'yan, quymakorlik cho'yani va ferrocotishmalar (maxsus cho'yanlar) dir.<sup>1</sup>

*Domna pechi. Domna pechidan olinadigan mahsulotlar. Qayta ishlanuvchi cho'yan.* Bu cho'yan domna pechidan olinadigan barcha cho'yanning 80% dan ortig'ini tashkil etadi. Qayta ishlanuvchi cho'yan tarkibidagi uglerodning hammai yoki ko'p qismi temir bilan kimyoviy birikkan holda, ya'ni temir karbid (Sementit)  $Fe_3S$  holda bo'ladi. Uning suyuqlik holatida oquvchanligi past, shuning uchun u qolipning nozik joylarini yaxshi to'ldira olmaydi. Bunday cho'yanning sinuq joyi oqish tusda bo'lganligi uchun oq cho'yan deb ham ataladi. Oq cho'yan qayta ishlanib, undan po'lat olinadi. Uning qayta ishlanuvchi cho'yan deb atalishining sababi ham ana shundadir.

Po'lat olish usuliga ko'ra, qayta ishlanuvchi cho'yan uch turga: marten, bessemer, tomas cho'yanlariga bo'linadi. Marten cho'yani M-1 va M-2 bilan, bessemer cho'yani B-1 va B-2 bilan, tomas cho'yanni esa T-1 bilan modellanadi.

Quymakorlik cho'yani. Quymakorlik cho'yani domna pechidan olinadigan hamma cho'yanning taxminan 18% ga yaqinini tashkil etadi. Bu cho'yanning suyuq, holatida oquvchanligi yuqori bo'ladi va qolipning nozik joylarini ham yaxshi to'ldiradi, shu sababli u har xil quymalar olish uchun ishlatiladi. Uning quymakorlik cho'yani deb atalishining sababi ham ana shundadir.

Quymakorlik cho'yani tarkibida uglerodning ko'p qismi erkin holatda, grafit tarzida bo'ladi va sinuq joyi kulrang tusda ko'ringanligi uchun kulrang cho'yan deb ham ataladi.

Domna pechida quymakorlik cho'yani hosil qilish uchun shixtada yetarli miqdorda qum tuproq bo'lishiga erishish kerak. U tarkibidagi grafitning qanday shaklda bo'lishiga qarib, kulrang, oddiy, juda puxta va bog'lanuvchan cho'yanlarga bo'linadi. Oddiy kulrang cho'yan grafit plastinkalari shaklida bo'ladi; bu cho'yan SCh harflari va ikki xonali ikkita son bilan modellanadi, masalan, SCh-12-28. Bu modeldagi SCh harflari (ruscha seriy chugun so'zlarining birinchi harflari) kulrang cho'yan ekanligini, birinchi son (12) cho'zilishidagi

<sup>1</sup> Foundations of materials science and engineering, William F Smith 2013.114-116 -b Maznun mohiyatidan foydalanildi

mustahkamlik chegarasini MPa hisobida, ikkinchi son (28) esa egilishidagi mustahkamlik chegarasini (MPa hisobida) bildiradi.

Juda puxta cho'yanda grafit shar shaklida bo'ladi, bu cho'yan VCh-harflari (ruscha vo'sokoprochno'y chugun so'zlarining birinchi harflari) va ikkita son bilan markalanadi. Masalan, VCh-45-5. Bu markadagi VCh harflari juda puxta cho'yanni, birinchi ikkita son (45 soni) cho'yanning cho'zilishidagi mustahkamlik chegarasini (MPa hisobida), ikkinchi son (5 soni) esa nisbiy uzayishini (%) ifodalaydi.

Bolg'alanuvchan deganda, bu cho'yanni faqat bolg'alash yo'li bilan ishlab bo'ladi, deb tushunish yaramaydi. Bu nom shu cho'yanning kulrang cho'yanga qaraganda plastikroq bo'lganligi uchun berilgan nomdir, demak u shartlidir.

Bolg'alanuvchan cho'yanda grafit-bodroq shaklida bo'ladi, bu cho'yan ham ikkita harf ketma-ket keladigan ikkita son bilan markalanadi. Masalan, KCh 50-4. KCh harflari (ruscha kovkiy chugun so'zlarining birinchi harflari) cho'yanning bolg'alanuvchan cho'yan ekanligini birinchi ikki son (50) cho'yanning cho'zilishidagi mustahkamlik chegarasini ( $\text{N/mm}^2$  hisobida) ikkinchi son (4) esa nisbiy uzayishini (% hisobini) anglatadi.

Ferroqotishmalar (maxsus cho'yanlar). Bunday cho'yanlar tarkibida kremniy va marganes miqdori odatdagi cho'yanlardagiga qaraganda ancha ko'p bo'ladi. Ferroqotishmalari uch turga bo'linadi: ferrosilitsiy yaltiroq cho'n va ferromarganes. Ferroqotishmalar cho'yandan po'latlashda temir II oksididan temimi qaytarish, shuningdek po'latni legirlash uchun ishlatiladi. Cho'yanning yuqorida aytib o'tilgan turlaridan tashqari, legirlangan cho'yanlar deb ataladigan xili ham bo'ladi: xrom, nikel, mis, titan, molibden va boshqa elementlar ham kiradi. Bu elementlar cho'yanning fizik-mexanik xossalari yaxshilaydi. Legirlangan cho'yanlardan tirsakli vallar, prokatlash stanlarining jo'valari, kompressor detallari, porshen halqalari, shesterniyalar va boshqa detallar quyiladi.

Cho'yanlarning tuzilishi va xossalari uning tarkibidagi elementlarga bog'liq holda turli xususiyat (xossa) larga ega bo'lishi mumkin.

Lekin keyingi vaqtlarda cho'yanlar metallurgiya sanoatida yangi standartlar bo'yicha ishlab chiqarilmoqda:

A) kulrang cho'yan quymasi Davlat texnik nazorati 1412-79;

B) Bolg'alanuvchi cho'yan quymasi Davlat texnik nazorati - 1215-79;

V) Yuqori mustahkamli cho'yan quymasi Davlat texnik nazorati - 7293-79;

G) Antifriksion cho'yan quymasi Davlat texnik nazorati -1885-79.

Bularning bunday turli navlari zaruriy, sanoat korxonalarida keng foydalanilmoqda.

Ma'lumki, kulrang cho'yanlar yaxshi quymalik xossasiga ega bo'lib, o'rtacha mustahkamlikka ega.

Yangi standartga ko'ra, bunday cho'yanlarning SCh-10, SCh-15, SCh-18, SCh-20.....SCh-40, SCh-45, (ikki xonalari raqamlar yuqorida bahgilangandek cho'zilishdagi mustahkamlik chegaralarini ifodalaydi) nomlari ishlab chiqarilmoqda.

Bunday navli kulrang cho'yanlardan turli bloklar, barabanlar, podshipnik korpuslari, stoykalar, tishli va chervyakli g'ildiraklar, roliklar kojuxlar, krishqalar, vtulkalar, staninalar, 930°C gacha temperatura ta'sirida ishlaydigan pechlarning detallari, nasoslarning korpuslari, katoklar, yulduzchalar va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi.

Bolg'alanuvchi cho'yanlar, asosan, oq cho'yanlarni termik ishlov berish orqali hosil qilinadi va mashinasozlikning turli sohalarida juda keng ishlatiladi.

Bolg'alanuvchi cho'yanlarda, asosan, turli armatura va trubkalarni ulash qismlari, richaglar, kulachoklar, shkiplar, rukoyatkalar, plastinkali zanjirlar, mufta kolodkalari, kontrgaykalar kabi detal va qismlar ishlab chiqariladi.

Kremniyning ta'siri. Kremniy cho'yanda grafit hosil bo'lish (grafitlanish) jarayonini kuchaytiradi, shuning uchun cho'yanning tuzilishiga, ayniqsa, katta ta'sir etadi. Kremniy cho'yanning suyuq holatda oquvchanligini oshiradi va demak, kulrang cho'yan hosil bo'lishiga yordam beradi. Binobarin, tarkibidagi kremniy miqdorini tuzilishi va mexanik xossalari turlicha bo'lgan cho'yanlar hosil qilishi mumkin.

Marganesning ta'siri. Marganes cho'yanga kremniyning aksicha ta'sir etadi, ya'ni u grafitlanish jarayoniga to'sqinlik qiladi - oq cho'yan hosil bo'lishiga olib keladi. chunki marganes uglerod bilan

birikib,  $Mn_3C$  tarkibli karbit hosil qiladi va uglerodning erkin holatda ajralib chiqishiga to'sqinlik qiladi.

Fosforning ta'siri. Fosfor grafitlanish jarayoniga uncha ta'sir etmaydi, cho'yanning suyuq holatida oquvchanligini oshiradi. Bu jihatdan olganda fosfor foydali element hisoblanadi. Ammo u cho'yanning puxtaligini pasaytirib, mo'rtligini oshiradi, chunki u nisbatan oson ( $950^{\circ}C$  da) suyuqlanadigan uchlama evtektika hosil qiladi, bu evtektika esa cho'yanning qotishi paytida ko'p fosforli austenit sementit va temir fosfor ( $Fe_3P$ )dan iborat bo'ladi. Ko'p fosforli cho'yanning suyuq holatda yaxshi oquvchan bo'lishiga sabab ham oson suyuqlanadigan ana shu uchlama evtektikadir.

Oltinugurtning ta'siri. Oltinugurt cho'yanning suyuq holatida oquvchanligini pasaytiradi va quymaning kirishuvchanligini oshiradi. Oltinugurt ham, xuddi marganes kabi, grafitlanish jarayoniga to'sqinlik qiladi, ya'ni oq cho'yan hosil bo'lishga olib keladi. Demak cho'yanda oltinugurt bo'lishi ma'qul emas, ya'ni u zararli elementdir.

Shlak. Shlak domna pechidan olinadigan qo'shimcha mahsulot bo'lib, uning miqdori olinadigan cho'yan og'irligining taxminan 60 foizini tashkil etadi. Shlak asosiy (asos xarakterida) yoki kislotali (kislota xarakterida) bo'ladi. Kislotali slak tarkibida ko'p miqdorda qum tuproq va ozroq ohak, asosiy slak tarkibida esa, aksincha ko'p miqdorda ohak va oz miqdorda qum tuproq bo'ladi. Domna shlagi juda arzon va yuqori sifatli qurilish materiali tarzida ishlatiladi. Masalan, asosiy slakdan sement, beton va g'isht tayyorlanadi, kislotali slakdan odatda, issiqlik izolyatsiyasi materiali sifatida foydalaniladi, bu materialga esa slak paxtasi deb ataladi va suyuq holatdagi kislotali slakdan bosim ostida bug' yoki havo o'tkazish yo'li bilan olinadi.

Domna gazi. Bu gazni koloshnik gazi ham deb ataladi. Koloshnik gazi ham domna pechidan chiqadigan qo'shimcha mahsulotdir. Uning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha: (26-32)%  $SO_2$ ; (1,0-4,5) %  $N_2$ ; (0,2-0,4)%  $SN_4$ ; (8-10)%  $CO_2$  va (56-63)%  $N_2$ . Koloshnik gazi ko'p miqdordagi yonuvchi gazlar bo'lganligi uchun u yuqori kaloriyalı yoqilg'i sifatida ishlatiladi. Ma'lumki, domnadan chiqqan gazlar aralashmasiga domna changi ham qo'shilgan bo'ladi, shuning uchun ular ishlatilishidan oldin maxsus apparatlarda ana shu changdan tozalanadi. Tozalangan  $1 m^3$  domna gazi yonganda o'рта hisob bilan

4500 kJ issiqlik chiqadi. Changdan tozalangan gazdan havo qizdirgichlarda, marten pechlarida, bug' qozonlarida va boshqalarda yoqilg'i sifatida foydalaniladi. Domna pechida yoqiladigan koksning har tonnasidan 4000 m<sup>3</sup> chamasi koloshnik gazi chiqadi.

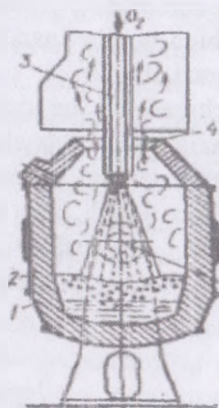
Koloshnik changi. Domna pechidan chiqadigan bu qo'shimcha mahsulot shixta materiallarining domna gaziga qo'shilib chiqadigan juda mayda zarrachalaridan iborat. Koloshnik changi domna gazini maxsus apparatlarda tozalash vaqtida yig'ilib qoladi. Bu changdan aglomerat tayyorlash uchun qo'shimcha xomashyo sifatida foydalaniladi, chunki uning tarkibida ma'lum, miqdorda ruda va koks bo'ladi.

### **Po'lat olishning zamonaviy usullari, kislorodli konvertor, Marten va elektor pechlarida po'lat ishlab chiqarish**

**Po'lat olish texnologiyasi.** Ma'lumki, po'latni cho'yandan asosan tarkibidagi Elementlarni miqdori bilan farq qiladi. Hozirgi vaqtda po'latni cho'yandan uning tarkibagi elementlarini ma'lum miqdorda kamaytirish yo'li bilan olinadi. Po'lat cho'yanga nisbatan bu yuqori kimyo fizik xususiyatga ega, po'lat yaxshi quyma material, qattqlikka ega, yaxshi kesiladi. Shuning uchun mashinasozlikda har turdagi detallar tayyorlashda po'lat asosiy material hisoblanadi.

Qadim zamonlarda ham qattiq po'lat olishgan, ammo juda oz miqdorda. Sanoatni tez suratlar bilan o'sishi po'latga bo'lgan talabni kuchaytiradi. Po'lat ishlab chiqarishni birinchi 1856 yili Angiliyalik Genri Bessemer kashf etadi. Bessemer konvertori tashqi, tomoni nok shaklida bo'lib, ichki devori o'tga chidamli materialdan yasab, tashqi tomoni 20-25 mm po'lat list bilan qoplangan. Konvertorni o'rta qismi po'lat halqa bilan uralgan bo'lib, bu halqalarda konvertorni tayanchi hisoblangan.

**Kislorodli konvertorlarda po'lat olish.** Shunga ko'ra keyingi vaqtlarda konvertorlar kislorodda ishlatilmoqda. Kislorod konvertorlarida olingan po'latlarni sifati ancha yuqori bo'ladi.



8.2-rasm. Konvertor sxemasi.

1. konvertor devori.

2. Po'lat kobik. 3. Kislorod kanali. 4. Bo'g'iz

Kislorod ustki qismidan sovutiladigan rmlar orqali kislorod haydalib, uni ko'tarish t tushirish dvigateli yuritma yordamida jariladi. Furma kanali metall sirtidagi 300-10 mm uzoqlikda joylashgan. Berilayotgan slorodni bosimi 10-20 atm tezligi 97-99 %, r tonna po'lat olish uchun bir daqiqada 2.2-5 m<sup>3</sup> kislorod haydaladi. Jarayon uzoqligi 20-30 daqiqa. Hozir slorodli konvertorlarni hajmi Vq100-300 t. nimo hajmi 500 t ligi ham mavjud.

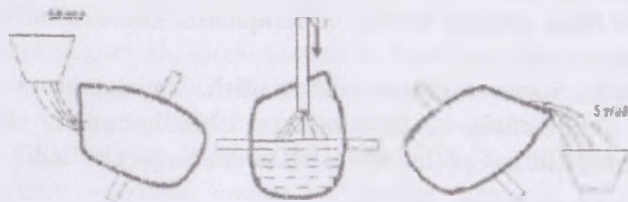
Kislorodli konvertorlarni ish jarayoni avtomatlar bilan jihozlangan bo'lib, hamma jarayonlar avtomatik tarzda nazorat qilinadi. Konvertorni tayanchi yordamida 0-360 gradusga burilishi mumkin.

Konvertorni skrap (temir-tersak), cho'yan, flyus bilan to'ldirish konvertorni bu yuqori qismidagi bo'g'izidan. po'lat va shlakni quyib olish uchun yon tomonidagi novdan foydalaniladi

Shixta tarkibi suyuq oq cho'yan, po'lat temir-tersagi, ohaktosh, temir rudasi, boksit, dala shpati bo'lishi mumkin.

Konvertorga quyilayotgan cho'yanni temperaturasi 1250-1400 °C. Kislorod konvertorlarida temperatura katta bo'lgani uchun 20-30 % temir ruda va skrapdan foydalanish mumkin.

Jarayon boshida konvertorni gorizantal holatga keltirilib shixtaga solinadi. (8.3-rasm.)



8.3-rasm. Konvertorni gorizantal holatga keltirib shixtaga solish

So'ng oq ho'yan uyiladi va konvertorni vertikal olatga eltirib

kislorod bera boshlanadi, shu bilan

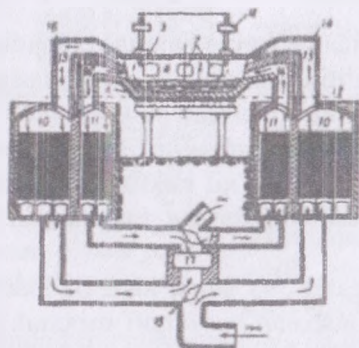
birga shlak hosil qiluvchi komponentlar ham solinadi. (ohak, boksit.

temir rudasi) furma yuzi bilan metall yuzasining oralig'i 0.3-0.8 m uzoqlikda bo'lishi kerak.

**Po'latni Marten pechlarida ishlab chiqarish.** Marten pechlarini asosiy qismi vannadir. Bu cho'zinchoq idish yoki eritish bo'shlig'i bo'lib, metall bu vannani tubida joylashadi. Pechning devorlari o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan. Pechni oldi qismida shixta materiallarni yuklash uchun darcha bor. Orqa devorida erigan po'latni chiqarish uchun teshik va nov mavjud. Pechni ish qismi yerdan 4.5-8 m balandlikda joylashgan, bu esa tarnov ostiga katta hajmdagi kovshni quyishga imkon beradi. (8.4- rasm.)

Marten pechlarida metallni eritish uchun katta temperatura kerak buning uchun havo va gaz qizigan holda beriladi. Qizdirishni to'rtta regeneratrlar bajaradi.

Regeneratrlar o'tga chidamli g'ishtlardan vertikal kanalchalar shaklida terilgan bo'lib, pechning har tomonida ikkitadan joylashgan. Regeneratrlarning ustki bo'shlig'i erish kamerasini tepa qismi bilan birlashgan bo'lib, pastki qismi kiritish yoki chiqarish trubalari bilan birikkan.



8.4-rasm. Marten pechining

skemasi

1-Eritilgan metall, 2-shlak, 3-gaz regeneratrlari, 4-pech tubi, 5-Shixta yuklanadigan darcha, 6-Havo regeneratrlari, 7-Havo kanali, 8-Yongandan hosil bo'ladigan mahsulotni chiqaruvchi kanal.

Pechning vannasiga haydaluvchi sovuq gaz va havo qizigan gaz regeneratrlarining katak - katak kanallaridan o'tib, asta sekin qizitadi. Sovuq havo ham ikkinchi qizigan havo regeneratrlarining katak-katak kanallaridan o'tib qiziydi.

Marten pechlarida katta temperatura kerak buning uchun metallni erishi uchun havo va gaz qizigan holda beriladi. Pechni vannasiga haydaluvchi sovuq gaz va havo qizigan gaz reaksiyalarini katak-katak kanallaridan o'tib, asta - sekin qiziydi, sovuq havo ham ikkinchi qizigan havo ta'sirida qiziydi.

Jarayonni boshlanishida pechga haydaladigan gaz bilan havo 1100-1300 °C gacha qizdirilib so'ng yuboriladi. Regeneratorlardan haydalayotgan havo va gaz pechning bo'g'zida o'zaro aralashib, yonadi va natijada materiallar ma'lum vaqt o'tgandan so'ng eriydi. Havo regeneratlari kattarak bo'lib, pechga ko'proq havo beradi. Chunki ortiqcha havo pechning ichidagi cho'yan va skrap uglerodini va boshqa elementlarini oksidlaydi.

Har 20-30 daqiqada havo va gazning yo'nalishi avtomatik ravishda o'zgartirilib, pechga borayotgan havo va gazning qizish darajasi tezlashadi.

Qizdirilgan gazning qizdirilgan havoda yondirilishi natijasida pechning ishchi yuzasida temperatura 1800-1900 °C ga yetadi, bu esa po'lat ishlab chiqarish uchun yetarlidir.

Agarda marten pechlarining tabiiy gaz yoki mazut yordamida qizdirilsa, gazlarning qizitib beruvchi kameralarning hojati bo'lmaydi.

Marten pechlarining hajmi har xildir. Eng ko'p tarqalgan turlari 50 t dan 175 t gacha bor, ammo ish hajmi 500 tonnani sig'diradigan pechlar ham mavjud.

Alangali regeneratordagi pechlarida pechning hajmiga, ishlatilayotgan shixta tarkibiga, yoqilg'i turiga, eritiluvchi po'latning markasiga qarab bir sutkada 2-5 marta Po'lat eritib olish mumkin.

**Marten pechlarida po'lat eritishni afzalligi:** Marten pechlarini ish unumi 20-30% oshirish mumkin. Har xil tarkibli cho'yanlarni va metall chiqindilarini qayta ishlash va ulardan belgilangan tarkibli po'lat olish mumkin.

Bu usulda eritilgan po'lat gazlar va shlak kam bo'ladi, demak konvertorlarda olingan po'latga nisbatan bu yuqori mexanik xossaga ega.

Marten pechida ishga yaroqli po'lat 103% gacha yetadi.

**Elektor pechlarda po'lat olish.** Marten pechlarida olingan po'latlar yonilg'i tarkibidagi elementlar bilan to'yinib qoladilar. Shuning uchun bu yuqori sifatli po'lat olib bo'lmaydi. Hozirgi vaqtda elektor pechlarida legerlangan po'latlarni eritib olish sanoatimiz ehtiyoji uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Elektor pechlarida oksidlovchi alanga bulmasligi va havoni kamligi pechning ichida sifatli po'lat olish uchun yaxshi atmosfera bo'lishini ta'minlaydi. Bundan tashkari pechda juda bu yuqori

temperaturani hozir bo'lgan po'latni tarkibidagi olingugurtni to'la yo'qotishga imkon beradi.

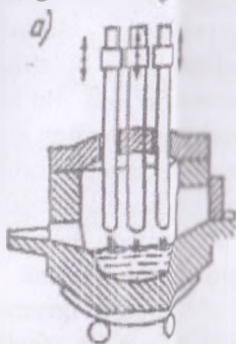
Elektor pechlarda jarayonni boshqarish aniq bo'lganligi uchun berilgan tarkibli po'latni olish mumkin.

Hozirgi vaqtda elektor pechlari bilan kam uglerodli po'latni eritib olish mumkin. Ishlatiladigan elektor pechlari 2 xil bo'lib: 1. Elektor yoy pechlari, 2. Induksion elektor pechlari.

Elektor yoy pechlari (9-rasm), tuzilishi sodda, boshqarish qulay. Elektor energiyasidan foydalanish koeffitsienti turli markadagi po'latlarni arzon shaxta materiallardan olish mumkin. Shunday afzallik tomonlari uchun salohatda keng ishlatiladi.

Bu pechlar:

- a) vertikal joylashgan elektor yoy pechlariga bo'linadi.
- b) gorizontal joylashgan elektor yoy pechlari.



8 5-rasm. Elektor yoyli pechning sxemasi

Bu konstruksiyadagi pechlarda shixta materiallari tez eriydi, chunki issiqlikni metallga ta'siri yuqori bo'ladi.

Elektor pechlarini devorlari ham yuqori temperaturaga chidamli materiallardan qilinib, asosli va kislotaxarakterli bo'lishi mumkin (magnezit, dinos). Pechning tubi va devori magnezit g'ishtidan, gumbazi esa limon g'ishtidan qilinadi.

Bir tonna po'lat olish uchun 700-800  $\text{kWh/soat}$  elektor energiyasi va 5-10 kg grafit elektrod, 15-20 kg ko'mir elektrod sarflanadi. Grafit elektrod ko'mir elektrodga

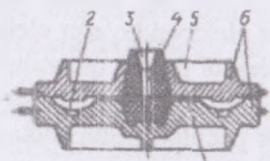
qaraganda katta temperaturaga chidamli, elektor tokiga qarshiligi kam. Elektor yoy pechlarini ish hajmi 0,5-500 tonnagacha. O'rtacha pechlarini 25-100 tonna o'rtasida. Elektor pechlari bilan sutkasiga 3-6 martagacha po'lat eritib olish mumkin.

**Po'lat olishni kombinatsiyalashgan usuli.** Hozirgi vaqtda po'latlarni dubleks jarayon deb ataladigan yo'l bilan tayyorlash keng ishlatilmoqda. Bu usulda po'lat 2 yoki 3 ta pechda ketma-ket eritiladi. Bunday usulni kombinatsiyalashgan usul deb ataladi. Po'lat eritishda 2 ta pechdan foydalanilsa dubleks jarayoni, 3 ta pechdan foydalanilsa tripleks jarayoni bo'ladi. Bunday jarayonni foydalanishdan maqsad kimyoviy tarkibi aniq bo'lgan po'latni konvertorlarda olish qiyin.

elektor pechlarda esa qimmatga tushadi. Shuning uchun konvertorlarda po'latni eritib, uni kimyoviy tartibga keltirish. Ko'proq elektor pechlarda bajariladi chunki shixtani eritish uchun energiya ko'p sarf bo'lmaydi 800-850 kvt soat o'miga 150-200 kvt soat sarflanadi.

**Quyimakorlikning maxsus usullari.** Hozirgi zamon mashinasozlik va asbobsozlik sanoati quymalariga maxsus talablar, ya'ni mustahkamligini, o'lchamlari aniqligi, yuzasining tozaligi qo'yiladi. Bunday talablarga bir martalik qoliplarda olingan quymalar javob bermaydi. Bu talablarga javob beradigan usullar quyimalarni quyimachilikni maxsus usuli bilan –metall qoliplarda pust qoliplariga quyish, bosim ostida quyish, markazdan qochma kuch ta'sirida quyish va boshqalar bilan amalga oshiriladi.

**Metall qoliplarga quyish.** Bu usulni mohiyati shundan iboratki, erigan metall qolip aralashmasidan tayyorlangan qoliplarga ko'yilmasdan, metall qoliplarga quyiladi. Qolipni ichki bo'shlig'ini o'lchamlari, quymani tashqi o'lchamiga monand bo'ladi. Po'lat va cho'yan quyimalardan ichi bo'sh, teshik quyimalar olish uchun sterjen qumtuproqdan, rangli metallar uchun esa sterejen metallardan qilinadi. Metall qoliplarga quyilgan quyimalar bu yuqori mexanik xossalarga, bir xil strukturali hamda aniq o'lchamli bo'lib quyiladi, yuzasi toza bo'lganligi uchun ba'zan quymani mexanik ishlamasdan ham foydalanish mumkin. Metall qoliplarda olinadigan quyimalarni kamchiligi tashqi va ichki tuzilishi murakab bo'lgan shakldagi quyimalarni olish qiyin, chunki metall ko'p cho'kadi.



8 6-rasm. Metall qoliplar  
1-qolip bo'shlig'i, 2-gaz chiqaruvchi teshik, 3- quyish sistemasi kanali, 4- Sterjen, 5-qovurg'u, 6-qolip bo'laklari.

Yupqa devorli quyimalarni olish qiyin, chunki suyuq metall, metall qolipga tegib oqish va quyilish xususiyati yomonlashad.

Kulrang cho'yanlarni metall qoliplarga kuyganda yuza qismi okarib qoladi. Natijada uni ishlash kiyishlashadi. Metall qoliplarni konstruktrasiyasi juda ham turlichadir. Oddiy quyimalar uchun metall qoliplar ikki qismdan iborat bo'lib, yuqorigi va ostki qoliplar. (8 6-rasm.)

**Bosim ostida quyish.** Bu metodni mohiyati shundan iboratki, suyuq metall qoliplariga mashina porsheni yordamida bosim ostida 800-1000 atm yoki qisilgan havo bilan to'ldirishga asoslangan.

Bunda quymani quyimoqdan tozalansa, mexanik ishlov bermasdan ishlatish mumkin.

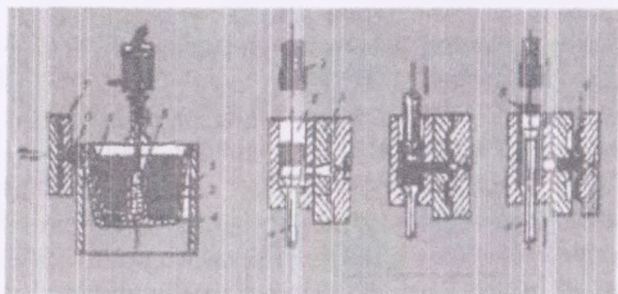
Hozirgi vaqtda bosim ostida avtomobillarni yupqa devorli detallari, samolyot, elektor mashinalarining detallari har xil priborlar, radioapparat detallari va boshqalar quyilmoqda.

Bu usul bilan rangli metall qotishmalari, po'lat, o'tga chidamli, zanglamas po'latlar. Murakkab po'lat quymalarini oddiy usul bilan aniq o'lchamda olish qiyin. Chunki po'latni quyilish xususiyati yomon, bunday detallar bosim ostida yaxshi quyiladi.

Bu usulda quyilgan buyumlar o'lchamlari va shakllari aniq bo'ladi. Shu xususiyati bilan bosim ostida quyish keyingi vaqtlarda keng tarqalmoqda. Ammo bu usulni ikkita kamchiligi bo'lib, ular:

1. Qolip uchun juda qimmatbaho legerlangan po'latlar kerak.
2. Quymalarni o'lchamlari, og'irligi, gabariti chegaralangan bo'ladi.

Bosim ostida quyish uchun ishlatiladigan mashinalar ikki xil bo'lib, metallni qolipga kompressorli hosil kilgan bosim kameraga qisilgan havo orqali beriladi va ikkinchi porshenli mashinalar.



8.7-rasm Mashina porshenini hosil qiluvchi bosim bilan ishlaydigan mashina sxemasi

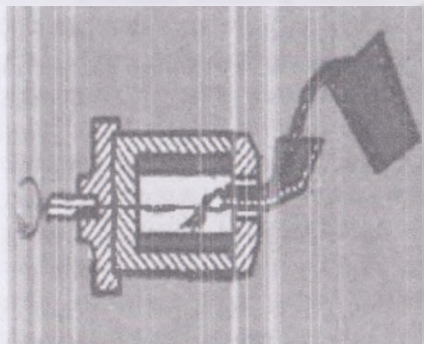
1. Yuqoridagi porshen, 2. Silindr, 3. Ostki porshen, 4. Qolip bo'shlig'i, 5. Qolip ikkinchi yarmi, 6. Qolip birinchi yarmi, 7. Quyish sistemasi, 8. Quyma, 9. Kiritish kanali, 10. Suyuq metall.

Markazdan qochma usulda quyish usulida metall(suyuq) tez aylanib turgan qolipga quyishga asoslangan bo'lib, asosan aylanma shakldagi jismlar buyumlar quyiladi(truba, falents va boshqalar).

Bu usul bilan mustahkam sifatli quyma olish mumkin. Chunki markazdan ko'chirma kuch ta'siri natijasida suyuq metall ichidagi gazlar metallmas qotishmalar quymani ichki bo'shlig'iga chiqarib yuboriladi. Faqat likvatsiyaga moyil bo'lgan qotishmalarda har xil qatlamli quymlar hosil bo'lishi mumkin.



8.8-rasm. Vertikal o'q bo'yicha aylanuvchi mashina sxemasi



8.9-rasm. Gorizantal o'q bo'yicha aylanuvchi mashina sxemasi

Markazdan qochma usulda qolipni aylanishi bo'yicha ikki usul bo'lib, qolip gorizantal o'q bo'yicha va vertikal o'q bo'yicha aylanishi mumkin.

Gorizantal o'q bo'yicha aylanuvchi markazdan ko'chirma mashinalarda ko'proq uzun detallar trubalar, vodoprovod va kanalizasiya trubalar traktor vkladishlari va boshqalar olinadi.

Bu usulda uzunligi va qalinligi bo'yicha bir xil detallar qo'yiladi. Ba'zi vaqtlarda qolip suv bilan sovutilib turish mumkin.

Vertikal markazdan ko'chirma mashinalarda kalta detallar qo'yiladi. Bunda detalni tashqi shakli silindirik bo'lib, ichki yuzasi esa paraboloid shakli buyum ancha yupqa bo'lsa, shuncha silindr shaklda bo'ladi. Qoliplar metall yoki qum tuproqdan bo'lishi mumkin. Qolipni aylanish tezligi, quymaning sifati shakli va kimyoviy tarkibiga qarab belgilanadi va u 250-1500 ayl/min o'rtasida bo'ladi. Quymani diametri qancha katta bo'lsa, tezlik shuncha kichik bo'ladi.

**O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Domna pechida nima ishlab chiqaradi?
2. Domna pechi qanday qismlarga bo'linadi?
3. Domna pechining yordamchi qurilmalariga nimalar kiradi?
4. Po'lat deb nimaga aytiladi?
5. Konvertor usulida po'lat olish nimaga asoslangan?
6. Kislorod tepasidan xaydaydigan konvertor usulida qanday ustunliklar bor?
7. Marten pechi qanday ishlaydi?
8. Marten usulida qanday jarayonlar bor?

## IX BOB. QUYMAKORLIK, QUYISH MATERIALLARI, QUYMAKORLIK TEXNOLOGIYASI. PO'LATLARNI QUYISH USULLARI

### Po'latlarni ustidan quyish. Po'latlarni ostidan quyish. Po'latlarni uzluksiz quyish

Ma'lumki, ko'pgina mamlakatlarda, chunonchi, Misr, Gresiya, Xitoy va boshqa joylarda olib borilgan arxeologik qidirishlar shuni ko'rsatadiki, odamlar oramizdan 5000 yil muqaddam ham turli maqsadlar uchun turli metallar va qotishmalardan quyma buyumlar tayyorlaganlar. Asrlar osha bu san'at avlodlardan-avlodlarga o'tib, rivojlana bordi va rivojlanib bormoqda.

Qadimgi Rossiyada mis va bronzalardan ko'plab quymalar ishlab chiqarilgan bo'lsada, cho'yan quymalar ishlab chiqarish XV-XVI asrlarda boshlangan. Masalan, 1586 yilda mashhur rus quymakori Andrey Choxov rahbarligida bronzadan og'irligi 40 t ga yaqin, stvolining kalibri 73 mm, uzunligi esa 5,34 m bo'lgan juda katta zambarak quyildi va unga «Tsar-pushka» degan nom berildi.

Dastlabki cho'yan quyish korxonalari XVII asrda Tula atrofida, XVIII asrda esa Uralda qurilgan. Po'lat quymalari ishlab chiqarish XIX asr boshlarida boshlanib, konvertorlar, marten pechlari yaratilgandan keyin tez sur'atlar bilan rivojlana boshladi.

XIX asrning ikkinchi yarmigacha quymakorlik ilmiy asosga ega emas edi. Quymakorlikning ilmiy asoslari rus olimlaridan A.S. Lavrov, N.V. Kalakutskiy, P.P. Ansonov, P.M. Obuxov, D.K. Chernov, A.A. Baykov va boshqalarning tadqiqotlari tufayligina yaratildi.

Suyuqlatirilgan metall (qotishma) va metalmas materiallardan qoliplarga quyish yo'li bilan turli shakldagi xom-ashyo, buyum yoki detallar hosil qilishga quymakorlik, quymakorlik mahsulotiga esa quyma deb ataladi. O'tkazilgan tadqiqotlar hamda kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, turli mashina detallarining og'irlik jihatidan qarib 40-80%i quyma trazida olinadi. Bu usul orqali metallardan bolg'alash, shtamplash usullari bilan tayyorlash qiyin bo'lgan va ba'zi mutlaqo tayorlab bo'lmaydigan turli og'irlikdagi (hatto 300 t dan ham ko'proq) xilma-xil quymalar, chunonchi, avtomobil va traktorlarning silindrlar bloki, dastgoh staninlari olinadi. Murakkabligi o'rtacha detalni prokatdan mexanik ishlashda 75% gacha, shtamrejagan xomashyoni

ishlashda 50% gacha, cho'yan quymani ishlashda esa 20% gacha metall qirindiga aylanadi. Ana shu keltirilgan texnik - iqtisodiy afzalliklarga ko'ra, quymakorlik mashinasozlikda muhim o'rin to'radi.

Ishlab chiqariladigan quymaning turiga, seriyasiga va boshqa ko'rsatkichlarga qarab quymakorlik korxonalarining quyidagi turlari mavjuddir:

1. Individual korxonalar bo'lib, bunda ishlab chiqariladigan quymalarning turi tez-tez o'zgarib turadi.

2. Seriyalab quyma ishlab chiqaruvchi korxonalar bo'lib, bunda ishlab chiqariladigan quymalar turi tez-tez o'zgar olmaydi.

3. Ko'plab quymalar ishlab chiqaruvchi yirik korxonalar bo'lib, bunda quymalar ming-minglab, ya'ni seriyalab ishlab chiqariladi.

*Qoliplar klassifikatsiyasi.* Quymakorlik sanoatida quyma detallar ishlab chiqarish uchun, asosan quyidagi qolip turlaridan foydalaniladi:

a) *Bir martalik qoliplar* bo'lib, asosan, qum va gilni suv bilan qorishtirib tayyorlanadi;

b) *Muvaqqat qoliplar* bo'lib, yuqori temperaturaga chidamli materiallarni (shamot, magnezit, qum, asbest va boshqalarni) gil bilan qorishtirib tayyorlanadi;

v) *Doimiy qoliplar* bo'lib, asosan, cho'yan va po'latdan (ba'zi mis va alyuminiy qotishmalaridan) tayyorlanadi;

Shuni ham qayd qilish kerakki, qoliplar unga metall quyishidagi holatiga ko'ra nam va quruq xillarga bo'linadi.

*Nam qoliplar* quymalar olish siklini qisqartirib, narxini arzonlashtiradi. Lekin qoliplar nam bo'lganligi tufayli zich va puxtalikka ega bo'lmaydi.

*Quruq qoliplar* puxta qoliplar bo'lib, quymani g'ovaklik va boshqa nuqsonlarda xoli qiladi.

Qolipga quyiladigan aralashmalarning puxta, plastik, gaz o'tkazuvchan, o'tga chidamli, siqiluvchan, metallarga yopishmaydigan va tannarxi arzon bo'lishi talab qilinadi.

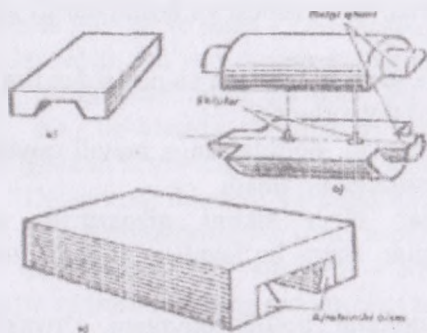
Qolip aralashmasidan qoliplar turli usullar bilan tayyorlanadi. Qoliplar turi va ko'rinish (konstruksiya)lari jihatidan quymaning shakli, o'lchamlari va soniga bog'liq holda loyihalalanadi va tayyorlanadi. Bundan tashqari, quymakorlik sanoatida yaxlit modellar ham ishlatiladi. Boshqacha qilib aytganda, modellar konstruksiyasi tayyorlanadigan quymaning konfiguratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

*Model komplektiga* asosan model, modelning tag taxtasi, sterjen yashiklari, model plitalari, nazorat andazalar, shibba, opoka, lineyka va boshqa moslamalar kiradi, lekin bularning ichida eng muhim modeldir.

*Model komplekti materiallar* sifatida esa yog'ochlardan (ba'zi gips va sementdan), metall qotishmalaridan va plastmassalardan foydalaniladi. Metall modellari har xil muhitlarga chidamli bo'lib, uzoq vaqt ishlatilganda ham o'z o'lchamlarini saqlaydi, qolipda aniq iz hosil qilib, aniq shaklli va o'lchamli quymlar olinishini ta'minlaydi. Shuning uchun ham bunday materiallar qimmatligiga qaramay, ulardan model va sterjenlar tayyorlashda keng foydalaniladi.

Mashina yordamida qolip tayyorlashda quymaning modeli, quyish sistemasining modellari elementlari va opoka o'rnatiladigan metall model plitasi hisoblanadi.

*Opokalar* deb qolip materiallarida model aksini olishga ko'maklashuvchi ramaga aytiladi. Opokalar konstruksiyasiga ko'ra, ajraluvchi, ajralmaydigan, qovurg'asiz va qovurg'ali bo'lishi mumkin.



9.1-rasm. a-yaxlit model; b-ikki pallali model; v-ajraluvchi model

ajraluvchi holdagi birikmalardir. Albatta, modelning shakli quymaning shakliga o'xshash bo'ladi, o'lchamlari esa kattaroq qilinadi (ya'ni material turiga bog'liq bo'ladi), chunki qolipga quyilgan metall qotish jarayonida ma'lum daraja (miqdor)da kirishadi.

Quyimakorlik sanoatida qolip tayyorlash uchun foydalaniladigan va eng ko'p ishlatiladigan ba'zi qotishmalarning chiziqda kirishuvchi darajasi 9.1-jadvalda keltirilgan.

### Model tayyorlash.

a'lumki, quymakorlik noatida biror quyma detal ish uchun avval uning odelini tayyorlash kerak. unday modellarning turli yog'och, metall, qotishma, shu jumladan plastik va boshqa materiallardan tayyorlanadi.

9.1-rasmda ulkaning yog'ochdan ikki pallali qilib tayyorlangan modeli tasvirlangan bo'lib.

**Ba'zi qotishmalar uchun chiziqli kirishuv darajalarining  
qiymatlari**

Qotishmalar nomi	Chiziqli kirishuv darajasi, %	Qotishmalar nomi	Chiziqli kirishuv darajasi %
Kul rang cho'yan	1,0-0,3	Qalayli bronza	1,4-1,6
Oq cho'yan	1,7-2,0	Latun	1,3-1,8
Uglerodli po'lat	2,0-2,5	Ko'p kremniyli-alyuminiyli qotishmalar	0,2-1,2
Marganesli po'lat	2,8-3,0	Magniy qotishmalari	1,0-1,6
Titan va uning qotishmalari	1,5-2,3	Qalaysiz bronza	2,3-2,5
		Ruxli qotishmalar	0,3-1,2

Jadvalda keltirilgan qotishmalarning erkin chiziqli kirishuvini ( $\Delta l_{v,k}$ ) foiz hisobida quyidagi formula yordamida hisobga olinadi;

$$\Delta l_{v,k} = \frac{l_m - l_x}{l_m} \cdot 100 \text{ da}$$

$l_m$  - modelning uzunligi, mm;

$l_x$  - quymaning uzunligi, mm

Shuni qayd qilish lozimki, hajmli va erkin kirishuvchi darajalar turli metall, qotishma va metallmas materiallar uchun turlicha bo'lishi amalda tasdiqlangan. Shuning uchun turli materiallardan modellari tayyorlash jarayonida bu parametrlarini ham hisobga olish zarur, aks holda tayyorlangan quyma detal (buyum) o'lchamlari ko'zlangandek bo'lmaydi.

Model tayyorlashda uning qolipidan oson chiqishi lozimligi ham nazarda tutiladi. Modelning qolipdan chiqarish oson bo'lishi uchun uning vertikal yuzalari ma'lum darajada davlat texnik nazoratga muvofiq, qiya qilib tayyorlanadi. Bu qiyalik yog'och modellari uchun  $0^{\circ}15'$  dan  $3^{\circ}$  gacha, metall modellar uchun esa  $0^{\circ}20'$  dan  $1^{\circ}30'$  gacha bo'ladi.

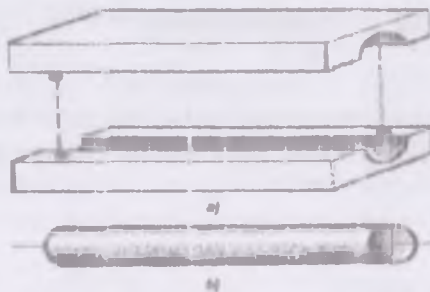
Yog'och modellar qarag'ay, archa, zarang, olxa, lipa, buk kabi qattiq daraxt navlaridan, metall modellar esa turli qotishmalardan tayyorlanadi.

Yog'och modellar nam tortmasligi uchun ular bo'yoqlar bilan bo'yaladi. Har xil qotishmalardan olinadigan quymalarning modellari

turli rangga bo'yaladi. Masalan, cho'yan va po'lat modellari 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 modelda bo'rtiqchalar qoldiriladi. Bunday tayanchlarning sirti qora rangga bo'yaladi.



9.2-rasm Sterjen yashigi (a) va shu yashik yordamida tayyorlangan sterjen (b) Sterjenlar qolipga qaraganda og'irroq sharoitda ishlaydi.

qo'lda tayyorlanadi va bunda yog'och qoliplardan foydalaniladi, yirik seriyalab va ko'plab ishlab chiqarishda esa metall qoliplardan (metallardan yasalgan sterjen yashiklardan) foydalanib, mashinalarda tayyorlanadi. Sterjen tayyorlashda xuddi model tayyorlashdagi kabi, quymaning qotish jarayonida kirishuvchi albatta hisobga olinadi, ya'ni sterjenning o'lchamlari quymada hosil qilinishi kerak bo'lgan bo'shliqning o'lchamlaridan kichik qilinadi.

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 uning orasiga karkas (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 tayyorlash.**  
erjenlar bo'shliq yoki (vol (teshikli) qo'yimalar ishlagina ishlatiladi. Ular axsus qoliplar (sterjen shiklari) yordamida tayyorlanadi.

9.2-rasmda sterjen shigi «a» va hosil lingan sterjen «b» da tasvirlangan. Yakkalab va kichik seriyalab ishlab chiqarishda sterjenlar

Sterjen tayyorlanadigan materiallarning (aralashmaning) asosiy tarkibiy qismlarini kvarts 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 temperaturada 5-10 soat davomida quritiladi, natijada sterjenning puxtaligi zarur darajaga yetkaziladi.

Sterjenlar qolipga modeldagi turli figuralar yordamida hosil qilingan tayanchlar, shuningdek, maxsus tirgaklar yordamida o'rnatiladi.

Qolipga suyuq metall quyilganda tayanchlar (tirgaklar) suyuqlanadi-da, quymaga aralashib ketadi. Bunday tayanchlar, asosan, asosiy quyma materialga nisbatan pastroq temperaturada eriydigan uglerodli po'lat, cho'yan va boshqa qotishmalardan yasaladi.

Qo'yma buyum (detallarni hosil qilish uchun quyiladigan qotishmalarning temperaturalarini quyidagicha qabul qilingan. Masalan, po'lat uchun 1500+1600°C, bolg'alanuvchi cho'yan uchun 1380-1450°C, kul rang cho'yan uchun 1260-1400°C, bronzalar uchun 1100-1150°C, alyuminiy qotishmalar uchun 700-780°C, magniyli qotishmalar uchun 680-780°C va hokazo.

Shu boisdan quyiladigan quyma devori qanchalik yupqa bo'lsa, quyiladigan metall yoki qotishmaning temperaturasi shuncha yuqori bo'lishi talab qilinadi.

**Quymalar olishning maxsus turlari.** Sanoat miqyosida quymalar olishning maxsus usullariga: suyuqlantirilgan metall yo qotishmalarni qoliplar (kokillar)ga quyish, markazdan qochirma quyish, bosini ostida quyish, suyuqlanuvchan modellardan foydalanib quyish va maxsus qobiqli qoliplarga quyish kabilar kiradi. Ana shu usullarini qisqacha ko'rib o'taylik.

*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, alyuminiy qotishmalar va magniy qotishmalari uchun esa ajraluvchi metall sterjenlardan foydalaniladi. Suyuq metall kokillar ustidan, yonidan

yoki ostidan quyilishi mumkin. Kokillarga 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 unumini oshirishga, quyma sirtining sifatini hamda uning mexanik xossalarini yaxshilashga, kesib ishlash uchun qoldiriladigan ortiqcha qalinligini kamaytirishga imkon beradi.

*Markaz qochirma quyish* usulida silindrsimon jismlar shaklidagi quyimlar, masalan, truba, vtulka, shkiv, g'ildirak, shesternya, mufta disklarning xomashyolarini olish uchun qo'llaniladi. Bu usulning mohiyati shundaki, suyuq metall gorizontaal yoki vertikal o'z atrofida 1000 ayl/min tezlik bilan aylanuvchi qolipga quyiladi. Qolipning va demak, qolipga quyilgan suyuq metallning aylanishi natijasida hosil bo'ladigan markazdan qochma kuchlar metallni qolib devoriga siqadi. natijada metall darhol qotib, qolip shakliga kiradi.

Markazdan qochirma quyish usulida olingan quymalarning zichligi va mexanik xossalari, shuningdek, bu usulning foydali ish unumi yuqori ( $\eta$ ) bo'ladi. Bu usulda quyma buyum (detal)lar olish uchun ishlatiladigan qoliplar, asosan, metall yoki qotishmalardan tayyorlanadi va ko'pincha ma'lum bir texnologik jarayonni bajarish vaqtida doimiy suv bilan sovutilib turiladi.

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

Bu usulda quyish uchun mashinalar porshenli va kompressorli bo'lishi mumkin. Porshenli mashinalarda suyuq metall qolipga porshen (plunjer) bosimi ostida, kompressorli mashinalarda esa siqilgan havo bosimi ta'sirida haydaladi va tegishli formadagi quyimlar hosil qilinadi.

*Suyuqlanuvchi model yordamida quyma olish usulida* quyma olish uchun oson suyuqlanuvchi materialdan-parafin, steorin, mum (bitum) va boshqalardan turli quymaning modeli tayyorlanadi. Buning

uchun esa po'lat, bronza yoki latundan model etaloni yasaliib, bu etalonni oson suyuqlanuvchi qotishmaga botirish yo'li bilan press-qolip tayyorlanadi. Ana shu press-qolip suyuqlantirilgan parafin, steorin, mum (bitum) bilan 3-6 atm ( $303-606 \text{ kn/m}^2$ ) bosim ostida to'ldirilib, juda aniq model hosil qilinadi. Shu usulda tayyorlangan bir necha model blok qilib yig'iladi va quyish tizimiga tutashtiriladi.

Keyin esa bu yig'ilgan modellar bloki suyuq shisha yoki gidrolizlangan etil silikat ( $\text{Si}_2\text{N}_5\text{O}_4$ ) Si eritmasi bilan kvarts kukuni qotishmasiga 2-3 marta botirib olinadi, bunda modellar bloki sirtida 2-3 mm qalinlikdagi o'tga chidamli silliq qoplam hosil bo'ladi. Natijada, modellar bloki havoda 2-3 soat davomida quritilgandan keyin opoka ichida atrofi qolip aralashmasi bilan zich qilib to'ldiriladi. Opoka, ichidagilar bilan birga, mufelli pechda qzdiriladi, bunda modellar va quyish sistemasi suyuqlanadi hamda tashqariga oqib chiqadi, natijada modellar va quyish sistemasi o'mi bo'shab qoladi, ya'ni tayyor holga keladi. Bu qolip  $800-900^\circ\text{S}$  gacha qizdiriladi, bunda qolip puxtalanadi va metall quyish uchun tayyor holga keladi. Bunday qolipga suyuq metall odatdagi usul bilan ham, modeldan qochirma usul bilan ham quyilishi mumkin. Bu usul bilan quyilganda hosil qilinadigan quyma zich bo'ladi, demak, uning mexanik xossasi yaxshilanadi.

Tegishli usulda quymalar olish murakkab bo'lishiga va olinadigan quymalar qimmat turishiga qaramay, ko'pgina hollarda o'zini oqlaydi, chunki olingan quymalar shu qadar aniq bo'ladiki, ularni kesib ishlashga hatto zarurat ham qolmaydi yoki kesib ishlash, jilvirlash, jilolashdangina iborat bo'ladi. Suyuqlanuvchan modellar yordamida (og'irligi 3 kg gacha) buyumlar (detallar), masalan, samolyot va avtomobilning kichik detallari, tikuv mashinasi detallari, kesuvchi asboblari, o'lchash asboblari va boshqa detallar quyiladi.

Qobiq qoliplar yordamida quymalar olish uchun ko'pincha qotishmalardan, masalan, cho'yandan quymaning ikkinchi pallali modeli (qolip ikki simmetrik qismdan iborat bo'lgan holda tayyorlanadi, ya'ni avval qolipning birinchi yarmi, keyin ikkinchi yarmi bir xil texnologik jarayonda bajariladi) yasaladi, modelning har bir pallasi metall plitaga mahkamlanadi. Ana shu model asosida qobiq qolip (qolipning yarmi) tayyorlanadi. Qolip materiali sifatida kvarts qumi kukuni bilan bakelit (fenol-formal degid smolasi) kukuni (pul verbakelit) aralashmasidan foydalaniladi. Natijada, ma'lum bir

texnologik jarayon orqali tayyorlangan qobiqlar (ikkita yarim qoliqlar) o'zaro birlashtiriladi va tayyor qobiq qoliqli hosil bo'ladi. Bu qolipga suyuq metall kiradigan teshik ochiladi, yashik vertikal holatda o'rnatilib, atrofi qum bilan zich qilib to'ldiriladi va shundan keyin suyuq metall yoki qotishma quyiladi.

Quyimalarda ichki bo'shliqlar hosil qilish zarur bo'lgan hollarda qobiq (qolipning yarmi) qoliplarga maxsus mashinalar yordamida tayyorlangan qobiq sterjenlar o'rnatiladi. Bunday qoliqlar istalgan quyimakorlik qotishmasidan quymalar olishga imkon beradi. Bunday qoliqlar olingan quymalarining o'lchamlari aniq chiqadi.

Hozirgi vaqtda qobiq qoliqlar tayyorlash jarayonlari mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan. Bunday qurilmalar soatiga 500 ga yaqin qobiq tayyorlash imkonini beradi. Shunday qilib, yuqoridagi quyimakorlik sexlarida ishlatiladigan maxsus ilg'or tahlil qilish tufayli shunday xulosaga kelish mumkinligi, bu usul (metod)larning tobora keng joriy qilinishi quymalar o'lchamlarining aniqligi, yuza tekisligini oshirmoqda, quymalar puxtaligining bir necha baravar ortishi amalda tasdiqlanmoqda.

Quymaning tannarxi korxonaning xarakteriga, quymaning materialiga, murakkabligiga, o'lchamlariga, og'irligiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq bo'ladi.

Quyma olish uchun suyuq metall va qotishmalarni tayyorlash. Ma'lumki, quyimakorlik sexlarida quyma buyumlari turli formaga ega bo'lgan qoliplarga suyuq metall va qotishmalarni quyish orqali hosil qilinadi. Buning uchun quyimakorlik sexlarida metall va qotishmalarni suyuqlantirish uchun ishlatiladigan tegishli konstruksiyadagi pechlardan foydalaniladi. Qanday pechlar turi (konstruksiyasi)dan foydalanish metall va qotishmalarning xiliga bog'liq bo'ladi. Masalan, cho'yanni suyuqlantirish uchun, asosan vagrankadan, po'latni suyuqlantirish uchun kichik konvertor, kichik marten pechi, elektor yoy pechlari, induksion pechlardan, rangdor qotishmalar suyuqlantirish uchun esa elektor yoy pechlari, qarshilik pechlari, induksion pechlar va boshqalardan foydalaniladi.

Yuqorida qayd qilganimizdek, quyimakorlik cho'yani, odatda, vagranka deb ataladigan pechda suyuqlantiriladi. Vagranka domna pechi jarayonida ishlaydi. Kojuxi po'lat listlarni parchinlash yoki payvandlash yo'li bilan tayyorlanadi. Ichki qoplarni shamot g'ishtidan teriladi. Vagrankaning furlari teshigidan shixta tushirish

darchasigacha bo'lgan qismi shixta deb, furnalar teshigidan pastki qismi esa gorn deb ataladi. Hozirgi vagrankalarning bo'yi 9-10 m ga, shixtasining diametri esa 3 m gacha yetadi. Vagrankalarning ish unumi 1 soatda suyuqlantirib olinadigan cho'yan miqdori bilan belgilanadi va pechning diametriga qarab, 25 tonnagacha suyuq cho'yan olish mumkin.

Bunday vagranka cho'yanning suyuqlantirilishi quyidagicha: cho'yan suyuqlantirishda shixtaning metall qismi-quymakorlik cho'yani korxonada chiqindisi, mashina siniqlari va ozroq miqdorda temir-tersakdan iborat bo'ladi. Yoqilg'i sifatida, asosan, koks ishlatiladi. Flyus sifatida ohaktosh, dolomit, asosli marten shlaklari va boshqa materiallardan foydalaniladi. Vagrankada koks, metall shixta va flyus maxsus darcha orqali tushiriladi. Koksning yonishi uchun zarur bo'lgan havo (ba'zan kislorod bilan boyitilgan havo) bosim ostida halqasimon trubaga va undan furnalar orqali gorniga beriladi. Hosil bo'lgan suyuq cho'yan gornning qiya tubidan maxsus nov orqali kovshlarga tushiriladi, kovshlardan esa qoliplarga quyib chiqiladi va tegishli konfiguratsiyali quyma buyum hosil qilinadi.

Quymakorlik korxonalarida po'latni 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 suyuqlashtirish usulidan foydalaniladi. Masalan, po'lat dastlabki konvertorda, so'ngra elektor pechda suyuqlantiriladi va bu jarayon dupleks jarayoni deb ataladi.

Agar metall ketma-ket uch agregatda, masalan vagranka, konvertor va elektor pechda suyuqlantirilsa, bunday jarayon tripleks jarayoni deyiladi. Bronza elektor yoy pechlarida, alyuminiy qotishimalari esa qarshilik pechlarida suyuqlantiriladi.

Metallarni suyuqlantirishda ba'zan tigelli pechlardan ham foydalaniladi. Tigellarning sig'imi 50 kg da 300 kg gacha bo'ladi.

Yuqoridagi pechlarda suyuqlantirilgan metallar kovshlar, kovshlardan esa qoliplarga quyiladi.

Suyuq metall qoliplarga ikki usulda quyilishi mumkin:

A) suyuq metall kovshlar qoliplar oldida keltiriladi;

B) kovsh qo'zg'almas holatda bo'lib, qoliplar maxsus konveyerda kovsh ostida surib turiladi.

Qoliplarga quyilgan metall sovigach, qoliplar maxsus mashinalar yordamida sindirilib, quymalar ajratib olinadi, quyish sistemasida qotgan metall qirqib tashlanadi va quymalar turli usullarda, masalan, shartli tegirmon, pitra purkash mashinasi, pitra otish mashinasida qum donalari, yopishgan kuyundi va boshqalardan tozalanadi. Tozalangan quyimlar texnik nazoratdan o'tkaziladi va nuqsoni bo'lgan quyimlar ajratilib, brakka chiqariladi.

Quymalar olishda ishlatiladigan asosiy qotishmalar. Ma'lumki, har qanday qotishmadan quymalar hosil qilish mumkin yoki quyma olish uchun har qanday qotishma ham yarayveradi. Ammo quymalarning sifati texnik standart talablariga javob berish uchun quymalar olinadigan qotishmalar suyuq holatda oquvchi, kam kirishuvchan, bir strukturali, metallmas aralashmalardan xoli bo'lishi va suyuqlanish temperaturasi juda yuqori bo'lmashligi 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 oquvchanlik to'g'ri proporsional holda o'zgarib boradi.

Hozirgi quymakorlik sanoatida turli quymalar olishda rangli qotishmalar va cho'yan, po'latlardan tashqari, bazi cho'yan qotishmalaridan ham foydalaniladi. Masalan, SCh-12-28, SCh-15-32, SCh-18-36 modeli cho'yan puxtaligi pastroq va o'rtacha detallar, masalan, metall kesish dastgohlarining tayanchi, asosi, kojuxli, qutisi va qopqoqlari, supporti, karetkasi va shu kabi detallar uchun, SCh-21-40, SCh-24-44, SCh-28-48 modeli cho'yan esa mashinalarining muhim detallari, masalan, stanina korpus, bug' mashinasi silindrlari, tormoz barabanlari, friksion mufta disklari va shu kabilar uchun ishlatiladi. Juda yuqori sifatli cho'yan quyimlar olish uchun, suyuqlantirish vaqtida cho'yanga po'lat sinqilari yoki maxsus elementlar qo'shiladi, shuningdek, quymalar maxsus tarzda termik ishlanadi. Puxtaligi, yeyilishga chidamliligi va korroziyaga bardoshlilik yuqori bo'lishi talab qilinadigan quymalar legirlangan cho'yandan quyiladi. Quymalarning sifati cho'yanni modifikatsiyalash yo'li bilan ham oshiriladi. Cho'yanlarni modifikatsiyalash uchun suyuq cho'yanni qoliplarga quyish oldidan unga ozroq silikokalsiy, magniy, alyuminiy, titan yoki boshqa maxsus elementlar qo'shiladi. Cho'yan tarkibidagi grafit yoki perlit donalari maydalashadi. Natijada juda puxta cho'yan hosil bo'ladi va quymalarning, mexanik xossalari

yaxshilanadi. Modifikatsiyalanish lozim bo'lgan cho'yan kam (2,8-3,2%) uglerodli va kam (1-1,5%) kremniyli bo'lishi kerak 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, plastikli va zarbiy qovushqoqligi) jihatidan cho'yan quyimlaridan ustun turadi. Quymakorlik uchun ishlatiladigan po'latdan 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 quymalarining mexanik xossalarini pasaytiradi, quymakorlik uchun ishlatiladigan po'latdan iloji boricha bu elementlarning bo'lmasligi maqsadga muvofiqdir.

Standartga ko'ra, quymakorlik po'latlari vakillariga 15L, 20L, 25L.....55L kabi modellar kiradi. Bulardagi L harfi (liteynaya), ya'ni quymakorlik po'lati ekanligini, raqamlari esa tegishli po'latlar tarkibidagi o'rtacha uglerod miqdorini bildiradi. Bu po'latlarda cho'zilishdagi mustahkamlik chegaralari ( $\sigma_v$ ) har xildir, ya'ni 15L modeli po'lat uchun:

$\sigma_v$ -400 Mn/m<sup>2</sup>, nisbiy uzayishi  $\delta$ -24%, zarbiy qovushqoqligi Q-0,5 Mj/m<sup>2</sup>; 55L uchun esa  $\sigma_v$ -600 Mn/m<sup>2</sup>,  $\delta$ -10% va Q-0,25 Mj/m<sup>2</sup> ga tengdir.

Quymalar olishda SCh-Ni, Mo, V va boshqa elementlar bilan legirlangan po'latlar ham keng ishlatiladi.

Quymakorlikda eng ko'p ishlatiladigan rangli qotishmalar metallarning quymabop qotishmalari kiradi. Masalan: mis qotishmalardan bronza va latun, alyuminiy qotishmalardan siluminlar, Al-Si-Al-Si-Si, Al-Mg qotishmalari, magniy qotishmalaridan esa Mg-Al-Zn, Mg-Al qotishmalari va boshqalar ana shular jumlasidandir.

Quymakorlik korxonalarida ishlatiladigan bronzalar ikki guruhga bo'linadi; a) qalayli; b) qalaysiz bronzalar.

Latunlar (mis bilan rux qotishmasidir)dan oddiy latunlar quymalar olishda kam ishlatiladi, chunki ularning texnologik va mexanik xossalari ancha past bo'ladi. Quyma buyum (detal)lar olish uchun oddiy va maxsus latunlar guruhidan, asosan, maxsus latunlardan foydalaniladi. Bunday maxsus latunlar olishda oddiy

latunlarga qalay, alyuminiy, kremniy, nikel, marganes, temir, qo'rg'oshin kabi elementlar ma'lum miqdorda qo'shilgan bo'ldi. Latunlarga 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%i po'latlardan, 2-3%ga yaqini bolg'alanuvchan cho'yanlardan va juda oz qismi rangli metall qotishmalaridan olinmoqda.

### Quymalarda uchraydigan asosiy nuqsonlar

Ma'lumki, quymakorlik sanoatida hosil qilinadigan quymalarda ba'zan turli nuqsonlar, ya'ni kimyoviy tarkibi va strukturasining notekisligi, cho'kish bo'shligi, g'ovaklik, gaz pufaklari, likvasiya kabi nuqsonlar uchraydi. Bunday nuqsonlar quyidagicha hosil bo'ladi, ya'ni quyma soviyotganda uning hajmi ma'lum darajada kichrayadi, natijada quymaning yuqoridagi qismida *cho'kish bo'shlig'i* deb ataladigan bo'shliq hosil bo'ladi. Bundan tashqari, suyuq eritmada erigan gazlar metall qotayotganda ajralib chiqib *g'ovaklar*, *gaz pufaklari* hosil qiladi. Yuqoridagi quymalarning nuqsonlari sharoitga qarab, quymaning ustki qismi yoki butun hajmga tarqalgan holda bo'lishi mumkin.

Kimyoviy jihatdan turli jinslilik, ya'ni eritmadagi yoki qotishmadagi qo'shimchalarning quymada notekis taqsimlanish hollari ham bo'ladiki, bu hodisa *likvasiya* va u tegishli qotishmaning mexanik xossalarini pasaytiradi. Likvasiya 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 sachrashi va tomchilar tarzida quymaga yopishib qolishidan hosil bo'ladigan notekislikdir. Endi yuqorida keltirilgan quymadagi ba'zi nuqsonlarning oldini olish uchun sanoat miqyosida qo'llaniladigan chora-tadbirlar bilan tanishishni zarur deb hisoblaymiz.

Quymada *cho'kish bo'shlig'i* hosil bo'lmasligi uchun qolipda *probil* deb ataladigan maxsus bo'shliqlar qilinadi. Qolipga suyuq metall quyilganda u qolipni to'ldirib, probilga o'tadi va cho'kish bo'shlig'i quymada emas, balki probilda hosil bo'ladi, probil esa quymadan kesib tashlanadi.

Quymada gaz pufakchalari hosil bo'lmasligi uchun: suyuq metallni qolipga quyishdan oldin unga maxsus qaytargichlar, masalan, ferrosilitsiy, ferromarganes, ferroalyuminiy, silikokaltsiy, qo'shiladi, qolipda gaz chiqish kanallari soni ko'paytiriladi, quyish yo'llari to'g'ri tanlanadi, metallning qolipga quyish vaqtidagi temperaturasi to'g'ri belgilanadi.

Quymalarda uchraydigan nuqsonlardan darz ketishi hamda yorilishlar ko'pincha quymaning notekis sovishidan kelib chiqadi. Mayda darzlar, yorilishlar, sirtqi g'ovakliliklar va shu kabilar metallizator yordamida suyuq metall purkash yo'li bilan tutilishi mumkin.

Bundan tashqari, quymada ko'p miqdorda metallmas qo'shilmalar-shlak, qolip aralashmasi, shuningdek, pech va kovishning o'tga chidamli qoplamalaridan o'tadigan qo'shilmalar quymaning tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlari jumlasiga kiradi.

Qolipga qo'yilgan qotishma (masalan, suyuq cho'yan)ning sovish tezligi katta bo'lsa, quymaning sirtqi qatlami oqarib qoladi, ya'ni oq cho'yanga aylanadi. Kesib ishlanishi lozim bo'lgan cho'yan quymalari uchun bu hodisa nuqson hisoblanib, nuqsonlar bilan kesib ishlash qiyinlashadi. Bunday nuqsonni yo'qotish uchun quymalar (termik ishlash orqali) albatta yumshatilishi kerak.

#### **O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Po'latlarni ustidan quyish usulida qanday afzalligi va kamchiligi bor?
2. Po'latlarni ostidan quyish usulida qanday afzalligi va kamchiligi bor?
3. Po'latlarni uzluksiz quyish usulida qanday afzalligi va kamchiligi bor?
4. Quymakorlik deb nimaga aytiladi?
5. Quymalar ishlab chiqarish texnologiyasi to'g'risida ma'lumot bering?
6. Model tayyorlash texnologiyasini izohlang?
7. Sterjen tayyorlash texnologiyasini izohlang?

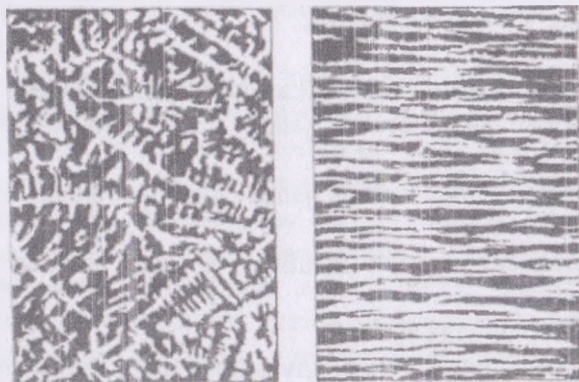
## X BOB. METALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH. METALLARNI PROKATLASH, BOLG'ALASH VA HAJMIY SHTAMPLASH

### Metallarni bosim bilan ishlash

Konstruksion metallarni tashqi kuch tasirida plastik defarmatsialash natijasida kutilgan shakilga keltirish, o'z holatga zarar yetkazmasdan texnologik jarayoniga aytiladi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan po'latlarning 90 % rangli metal va ular qotishmalarining 50 % dan ortiqrog'i bosim bilan ishlanmoqda. Texnikaviy metallar ichida eng plastigi qo'rg'oshindir. Qalay, alyuminiy, mis, rux va temirni ham qizdirilmay bosim bilan ishlash mumkin. Ma'lumki, turli metallarni plastikligi har xil bo'ladi. u metallarni ichki tuzilishiga kimyoviy tarkibiga strukturasi va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liq. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, agar ular siquvchi kuchlar ta'sirida ishlansa, plastik defarmatsiya oson kechadi.

Metallarni sovuq holda bosim bilan ishlash jarayonida strukturaviy o'zgarish oqibatida uning puxtaligi, qattiqligi, elastikligi ortib, plastikligi kamayib boradi (10.1-rasm).



10.1-rasm. Metallarni strukturaviy o'zgarishi.  
a) ishlov berilgungacha; b) ishlov berilgandan keyin.

Bunday fizik puxtalanishga naklep deb ataladi.

Metallarning kristallana boshlanish temperaturasi quyidagi formula bilan aniqlanadi

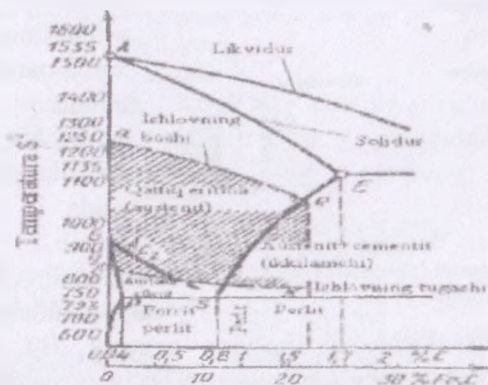
$$T_p = a \cdot$$

$$T_{abs}$$

bu yerda:  $T_{abs}$  - metallning absolyut suyuqlanish temperaturasi.

Temir uchun  $T_p$ - temperatura  $\alpha=450^0$  C, mis uchun  $28^0$  C alyuminiy uchun  $100^0$ C. Metallarni qizdirib bosim bilan ishlash uchun ularni xiliga, markalanishiga qarab to'la qayta kristallanish kechadigan temperaturada qizdirilishi kerak.

Masalan: evtektoidgacha bo'lgan po'latlar uchun bu temperatura  $A_3$  dan yuqori, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar uchun  $A_1$  da bir oz yuqoriroq temperaturada qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlanib, so'ngra ishlov beriladi (10.2-rasm).



10.2-rasm. Temir-uglerod holat diagrammasi.<sup>1</sup>

formula bilan aniqlanadi.

$$T = \alpha KD \sqrt{D}$$

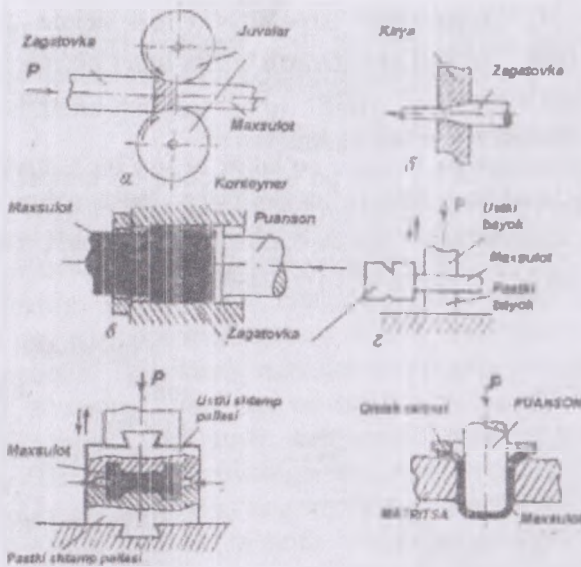
bu yerda  $\alpha$ -tayyorlamani pech ichida joylash xarakterini hisobga oluvchi koeffitsent.

K-tayyorlamaning kimyoviy tarkibini hisobga oluvchi koeffitsent

D-tayyorlama diametri (kvadrat bo'lsa, tamonlar o'lchami) mm. Mashinasozlik sanoatida metallarni bosim bilan ishlashning quyidagi usullari keng tarqalgan (10.3-rasm)

Metallarni  
tun hajmi  
y'icha zarur  
mperaturagacha  
zdirish uchun  
rflangan vaqt pech  
mperaturasiga,  
ing materialiga  
akliga bog'liq.  
N. N.  
obroxovning  
tavsiyasiga ko'ra bu  
vaqtni quyidagi

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013.118-121-b Mazmun-mohiyatidan foydalanildi



10.3-rasm. Metallarni bosim bilan ishlash usullarining asosiy turlari.

ashinasozlik noatida etallarni bosim bilan ishlashning iydagi usullari ng tarqalgan.

**okatlash** nda qizdirilgan yyorlamani yorokatlash ashinasining irama-qarshi monga lanuvchi indirik jo'valari asida ezib tkazib,

ishlanadi. Bunda tayyorlaning

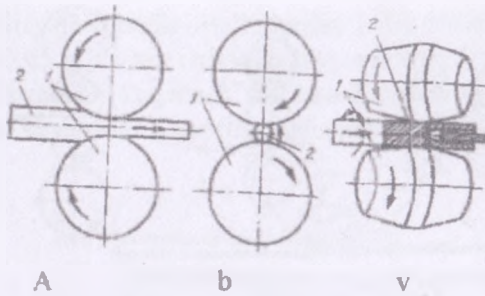
ko'ndalang kesim yuzasi kichrayib, bo'yiga uzayadi. Bu usulda varaqali chiviqlar, turli ko'ndalang kesimga ega bo'lgan mahsulotlar tayyorlanadi.

Ma'lumotlarga qaraganda, ishlab chiqarilayotgan po'latlarning 80% ortiqrog'i, rangli metallarning 40-50% prokatlanadi.

Prokatlash quyidagi usullarga bo'linadi.

1. Bo'ylama prokatlash - bu usulda tayyorlama prokat stanining qarama - qarshi tomoniga aylanuvchi jo'valar orasidan ezib o'tkazilib, ishlanadi. Natijada uning ko'ndalang kesmi kichrayib uzunligi ortadi (10.4-rasm, a).

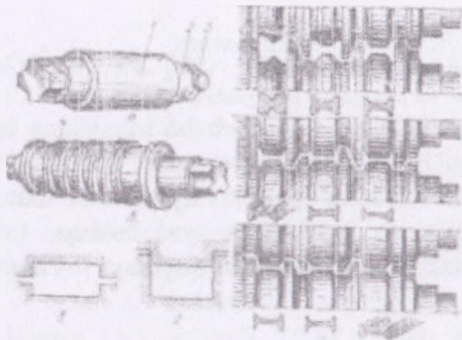
2. Ko'ndalangiga prokatlash bu usulda tayyorlama prokat stanining bir tomoniga aylanuvchi jo'valari orasidan ezib o'tkazilib ishlanadi. Bunda tayyorlama jo'valarining aylanishi tomoniga qarama-qarshi aylanib, bo'ylama o'qqa tik yo'nalishda plastik deformatsiyalanadi (10.4-rasm, b).



10.4-rasm. Prokatlash usullari sxemasi:  
a-bo'yiga; b va v -ko'ndalangiga; 1-jo'valar; 2-  
tayyorlama.

Metallarni okatlovchi ashinalarga proklatlash anlari deyiladi. 10.5-sm a va b da okatlash stani valarining tekis va yiqli xillari keltirilgan. Tekis silindrik jo'valardan li:stlarni prokatlashda, jo'valarning o'yiqli

xillari yordamida har xil profilli sortamentlar tayyorlashda foydalaniladi 10. 5-rasm v va g da ochiq va yopiq kalibrlar ko'rsatilgan. 10.4-rasm, d da qo'sh tavrning bo'ylama prokalanishi



10.5-rasm. Proklatlash jo'valari va kalibrleri:

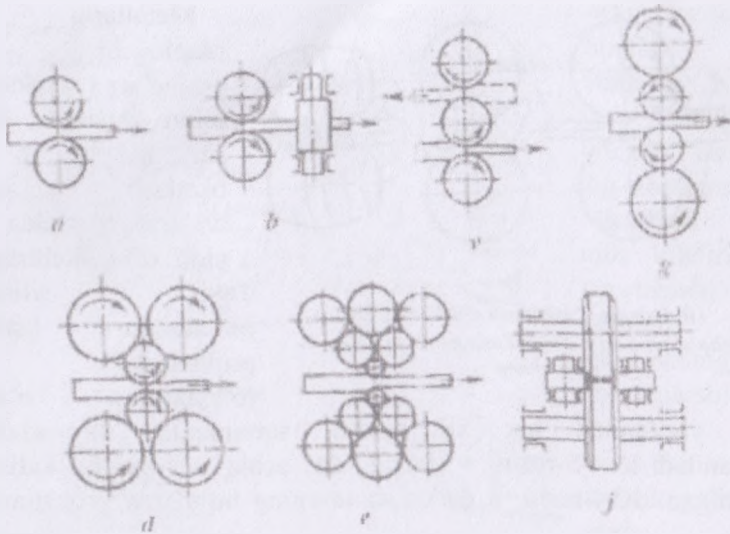
a-silliqliq listlar proklatlash jo'valari; 1-bochka; 2-bo'yin; 3-tref; b-sortli buyumlar jo'valari; 4-o'yiqliq va ochiq kalibr; g-yopiq kalibr; d- qo'shtavr balkalarni tayyorlashdagi kalibrlash jo'valari.

mi sol sifatida keltirilgan.

Prokat stanlari jo'valarining soniga ko'ra ularni ikki, uch, to'rt va ko'p jo'vali xillarga ajratiladi 10.6-rasm.

**Kiryalash (cho'zish)** - bunda tayyorlama, uning ko'ndalang kesmidan kichik bo'lgan filer teshigidan tortib o'tkaziladi (5-rasm). Bu usulda turli diametrdagi chiviqlar, simlar, quvurlar va profilli bos'haq shakldagi mahsulotlar olinadi.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013 118-121-b Nazmun-mohiyatidan foydalanildi



10 6-rasm. Prokat stanlari:

a-ikki jo'vali; b-gorizontal va vertikal o'rnatilgan v-uch jo'vali; g-to'rt jo'vali; d-olti jo'vali; e-ko'p jo'vali; j-universal.

Bu usul prokatslash yo'li bilan tayyorlab bo'lmaydigan ingichka simlar taxminan 0,1 dan 10mm gacha, quvurlari esa 0,5-150 mm gacha olinadi. Kiryalash kuchining qiymati tayyorlama materialiga, o'lchamlariga deformatsiyalash darajasiga va boshqa omillarga bog'liq. Kiryalash cho'zish kuchi qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$P = \kappa \cdot F \cdot \sigma_s H(\kappa \varepsilon)$$

bu yerda  $\kappa$ -kiryalash koeffitsienti (masalan, po'latni kiryalash uchun  $\kappa = 0,5-0,7$ ).

F-kirya teshigining ko'ndalang kesim yuzasi,  $\text{mm}^2$ .

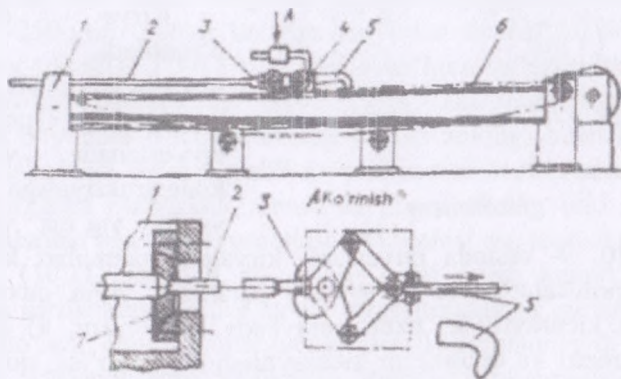
$\sigma_s$  - materialning cho'zilishga ko'rsatgan vaqti qarshiligi. Pa

Amalda kiryalash kuchini kamaytirish uchun kirya ko'zining tayyorlama bilan tegish yuzasi mineral may bilan tayyorlanadi.

Tayyorlamani kiryalash mashinalariga kiryalash stanlari deyiladi. Kiryalash stani ishchi guruhga bo'linadi, zanjirli va barabanli. Zanjirli kirya (25-rasm) diametri 150 mm ga ega bo'lgan turli uzunlikdagi metall chivichlar, turli profilli mahsulotlar, turubalar tayyorlanadi.

Kiryalash tezligi po'latlardan kalta chiviqlar (5-8 m) tayyorlashda 0,03-0,65 m/s uzun chiviqlar tayyorlashda 1,5-2 m/s bo'ladi.

Barabanli kiryalash stoklari diametri 0,002-10 mmgacha simlar, kichik kesimli turli profilli mahsulotlar tayyorlanadi.



10.7-rasm

Kiryalash ish qismi yuqori qattqlikka ega bo'lgan asbobsozlik materialidan tayyorlanadi.<sup>1</sup>

Bu materiallar korroziyaga bardoshli bo'lib ishlatish jarayonida metall keramik qattiq qotishmalar VK8, T15K6 va asbobsozlik po'latlar U7, U12, ShX15, X12M va boshqa material ishlatiladi.

10.7-rasmda oboymaga o'rnatilgan kiryaning bo'ylama kesimi keltirilgan Kirya-asbob xarakterli 4 ta zonadan iborat.

I. zona (A uchastka). Bu zona tayyorlamaning kirya ko'ziga kirish konusi ( $\beta$ ) deyiladi. Uchi o'tkirlangan tayyorlama bu konus orqali kiryaga kiritiladi. Bunda kirya  $\beta = 40 - 60^\circ$  oralig'i olinadi.

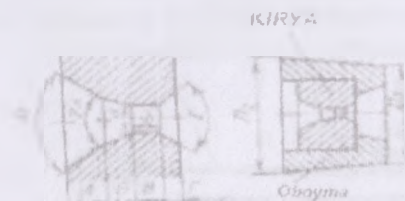
II. zona (B uchastka). Bu zona ish konusi ( $\alpha$ ) deyiladi. Tayyorlama bu zonada plastik deformatsiyaga beriladi. Bu zonaning uzunligi  $l = (0,5 - 0,7)d_{3, \text{uzunlik}}$ .

Konus burchagi ( $\alpha$ ) tayyorlama qattqligiga, ishqalanish kuchiga qarab belgilanadi.

III zona (V uchastka). Tayyorlama bu zonada kalibrlanib, aniq shakl va o'lchamli yuzasi tekis mahsulotga aylanadi. Zonaning eni

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013.118-121-b Mazur-un-mohiyatidan foydalanildi

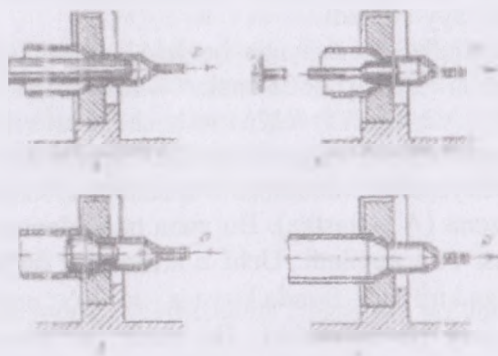
$V=(0,3-1,0)d_k$  IV zona (G uchastka). Bu zona chiqish konusi ( $\gamma$ ) deyiladi. Bu zona kiryalab olinuvchi mahsulot sirtini tiralish darz ketishdan saqlaydi. Zona burchagi



$$\gamma = 60 - 90^\circ C.$$

10.8-rasm

bo'ladi. 10.9- rasmda quvurlarni kiryalash sxemalari keltirilgan. Ishlash opravkalarda va opravkasiz bajariladi. Agar quvur devori qalinligini kichraytirish, uzun opravkada (10.9-rasm, a) quvurning tashqi diametri va qalinligini kichraytirish zarur bo'lsa, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi opravkada (10.9-rasm, b va v) va diametrinigina kichraytirish zarur bo'lsa, opravkasiz ishlov beriladi (10.9-rasm, g).



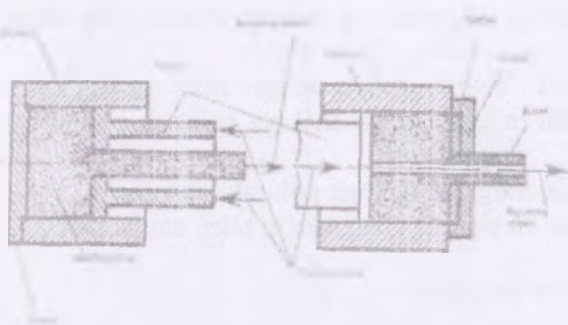
10.9-rasm

### Preslash

**Preslash** - bunda tayyorlama avval silindr konteynerga kiritilib, uning matritsa deb ataluvchi asbobi ko'zidan transop yordamida siqib chiqariladi. Bu usulda turli o'lchamli chiviqlar, simlar, quvurlar va turli profilli boshqa mahsulotlar tayyorlanadi. Tayyorlamani metall

yoki qotishmalarni ma'lum tempraturagacha qizdirib uni matritsa teshigidan siqib chiqarish jarayoniga presslash deyiladi. Presslash jarayonida teshik orqali siqib chiqarilgan metallarning ko'ndalang kesmi shu tekis shakliga – doira, to'rtburchak, oltiburchak yoki biror shaklga kiradi. Bu usulda rangli metall qotishmalaridan po'latlardan diametri 3-250 mm gacha bo'lgan chiviqlar diametri 20-400 mm gacha devor qalinligi 1,5-12 mm gacha bo'lgan quvurlar va boshqa har xil profilli mahsulotlar tayyorlanadi. Bu usul bilan ishlab chiqarilgan buyumlar o'lchamlarining yuqori aniqligi bilan ham farq qiladi. Presslashdan oldin tegishli tayyorlamalar bosim bilan ishlash tempraturasigacha qizdiriladi. Sanoatda presslashning ikki xil usuli mavjud. Bulardan biri to'g'ri presslash, ikkinchisi esa teskari presslash usullaridir. (10.11- rasm, a, b). Shuni qayd qilish kerakki teskari presslashda sarflanadigan kuch to'g'ri presslashdagiga qaraganda 20-30% kam bo'ladi, chunki konteynerda metall ishqalanmaydi. Teskari presslashda chiqindi ham kamayadi. Presslash jarayonida tegishli pressning siqish darajasi quydagicha ifodalanadi.

$$n = \frac{F - f}{F} \cdot 100$$

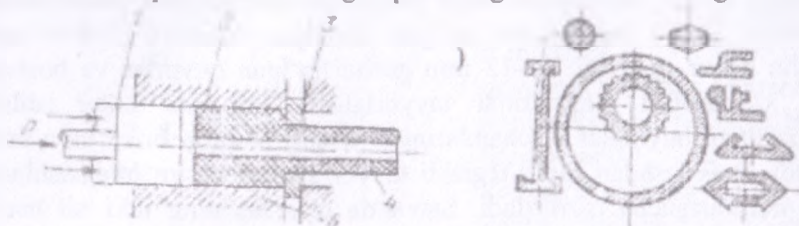


10.10-rasm

dyuralyumini uchun 4-6 m/s, alyumin uchun 8 m/s, mis va uning qotishmalari uchun 12-15 m/s bo'ladi. Presslash jarayonida ishlatiladigan matritsalar, asosan 3X2V8, 38XMYu.A markali ligirlangan po'latlar va qattiq qotishmalardan tayyorlanadi. Presslash jarayoni asosan turli gorizontl va vertikal presslarda olib boriladi. Presslash kuchi 1500-30000Mn ga teng bo'ladi.

Bunda:  
 F- quymaning kesim yuzi,  
 f – presslangan kesim yuzi.  
 Presslash jarayonida matritsaning teshigidan chiqish tezligi quydagicha:

Presslash yo'li bilan mahsulotlar olishda amalda ko'proq gidravlik presslardan foydalaniladi, chunki bularning konstruksiyasi oddiy bo'lib, tezligi onson rostanadi. Gidravlik gorizantal presslarning presslash kuchi 600-60000 t, vertikallarini 300-1000t dir. 11- rasmda presslab olinadigan profillarga misollar keltirilgan.



10.11-rasm. Presslash yo'li bilan olinadigan buyumlar profili:  
a-quvurlar tayyorlash; b-presslash yo'li bilan olinadigan buyumlar profili

### Bolg'alash

**Bolg'alash** - bu jarayonda zarur temperaturada qizdirilgan tayyorlamani bolg'aning pastki boek muxrasiga bolg'alashda sondonga qo'yib, bolg'aning ustki boek muxrasi bilan zarbalanadi. Bu usulda val, shatun, tishli g'ildiraklar va boshqa detallarning chala mahsulotlari olinadi.

Qizdirilgan metallni bolg'a muxrasining zarbi yoki press muxrasining bosim kuchi ta'sirida zarur shaklga keltirish jarayoniga bolg'alash deb ataladi.

Bolg'alash natijasida olingan buyumga **pokovka** deyiladi.

Bolg'alanish darajasi va siqilish koeffitsienti bilan aniqlanadi,

$$n = \frac{F_1}{F_2} \text{ bo'lib, bunda}$$

$F_1$  - pokovkaning bog'lanishdan oldingi ko'ndalang kesim yuzi,

$F_2$  - pokovkaning ko'ndalang kesim yuzi.

Muhim pokovkalar uchun bolg'alanish koeffitsiyenti 3-5 va undan ba'zan yuqori bo'ladi.

Bolg'alash yo'li bilan xilma xil shakl va o'lchamli bir necha yuz gramdan 350 t gacha ba'zan esa undan og'ir pokovkalar tayyorlanadi.

Erkin bolg'alashdagi asosiy jarayonlar.

**Cho'ktirish** bu jarayonda tayyorlamaning bo'yini kichraytirib uning hisobiga ko'ndalang kesim o'lchamlari kattalashtiriladi. 10.12 - rasm, a.

Tayyorlamaning bir joyigina cho'ktirilsa buni mahalliy cho'ktirish deyiladi.

**Cho'zish** - bu jarayonda tayyorlamaning ko'ndalang kesimini kichraytirish hisobiga bo'yini uzaytiriladi 10.12 - rasm, b.

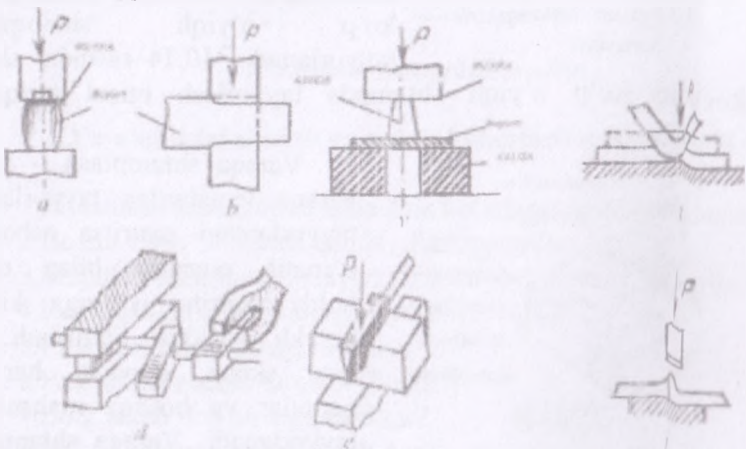
**Teshish** - bu jarayonda tayyorlamadan ma'lum hajmdagi metall teshgich bilan siqib chiqarilib, teshik ochiladi 10.12 - rasm, v.

**Bukish** - bu jarayonda tayyorlama turli moslamalar yordamida zarur konturga bukib o'tkaziladi 10.12 - rasm, g.

**Burash** - bu jarayonda tayyorlamaning bir qismi ikkinchi qismga nisbatan ma'lum burchakka buriladi 10.12 - rasm, d.

**Kesish** - bu jarayonda tayyorlamaning bir qismi ikkinchi qismdan kesib ajratiladi 10.12 - rasm, e.

**Payvandlash** bu jarayonda zarur temperaturagacha qizdirilgan kam uglerodli po'lat tayyorlamalarni usma - ust qo'yib qiya yuzalari bo'yicha payvandlash uchun ular bolg'a yoki press ostida siqiladi 10.12 - rasm, j.

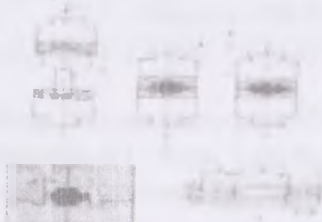


10.12-rasm Bosim bilan ishlash usullari

## Shtamplash

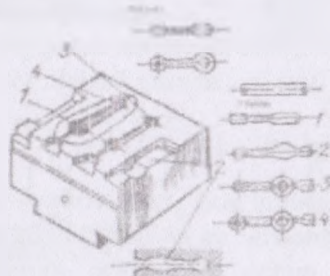
**Shtamplash** – bu jarayonida ko'pincha zarur temperaturagacha qizdirilgan tayyorlama shtampning pastki palla bo'shlig'iga qo'yilib, bolg'a o'rnatilgan shtampning ustki pallasi bilan zarbalanadi. Bu sharoitda tayyorlama defarmatsiyalanib, shtamp bo'shlig'ini to'ldiradi. Shtamplashda turli shaklli mahsulotlar olinadi.

Hajiniy shtamplashda tayyorlama shtamp bo'shlig'iga o'tkazilib plastik deformaesiyalanib shtamp bo'shlig'i to'ldiriladi. Shtamplar narxining qimmatligi, pokovka og'irligi 250-500 kg dan oshmasligi va kam seriyada ishlab chiqarish uchun ma'qul emasligi uning kamchiligi hisoblanadi.



10.13-rasm. Shtamplash jarayoni

pakovkasini ko'p o'yiqli shtampda tayyorlash misol tariqasida ko'rsatilgan.



10.14-rasm. Shatun ishlab chiqarish

tayyorlashdir.

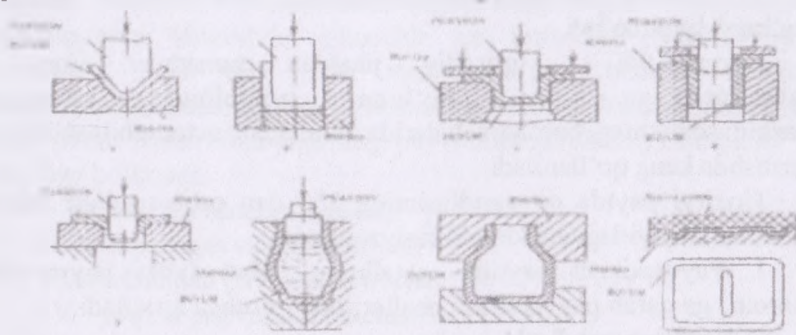
Shakl hosil qilish guruhiga egish, botirish, bort qayirish bort chiqarish, bo'ttirish, siqish, zarblash va boshqa jarayonlar kiradi. Qirg'ish-varaqalardan ma'lum o'lchamli chala zagatovka kesib olish. Qirg'ib olish - chala tayyorlamalardan zarur shakldagi tayyorlama

Metallarni hajmiy shtamplashda foydalaniladigan asbob shtamp deyiladi. Ular konstruksiyasiga ko'ra ochiq va yopiq xillarga ajratiladi.

Amalda oddiy shakilli pokovkalar bir o'yiqli aniq shtamlarda, murakkab shakllari esa ko'p o'yiqli shtamlarda tayyorlanadi. 10.14-rasmda shatun

Varaqa shtamplash – bunda varaqa lentalaridan tayyorlangan tayyorlamani matritsa asboboga o'rnatib puanson bilan ezgan holda matritsa ko'ziga kiritib, kerakli shaklga keltiriladi. Bu usul skoba, qopqoq, har xil qanotlar va boshqa mahsulotlar tayyorlanadi. Varaqa shtamplash jarayoni yupqa devorli buyumlar

kesib olish. O'yib tushirish-varaqadan aylana kvadrat yoki boshqa shaklli zagatovkalar o'yib tushirish. Egish-varaqa tayyorlamadan egik buyum hosil qilish. Botirish-yassi tayyorlamadan kovak buyum hosil qilish. Bort qayirish-yassi tayyorlamani sirtqi konturi bo'ylab bort hosil qilish. Bort chiqarish - teshik konturi bo'ylab bort hosil qilish. Bo'rttirish - havola zagatovka ichidan teng taqsimlangan kuch ta'sir ettirish yo'li bilan uning shakli yoki o'lchamlarini o'zgarishi. Siqish - havola tayyorlama ochiq uchining perimetrini kichraytirish. Zarblash - varaqaviy tayyorlamada metallni cho'zish hisobiga do'ngliklar hosil qilish.



10 15-rasm Shtamplash usullari

### O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:

1. Metallarni bosim bilan ishlashda ko'zda tutilgan maqsad nima?
2. Bosim bilan ishlashda qanday fizik xossalari bor?
3. Metall donalarining muayan tartibda joylashuvi nima deyiladi?
4. Rekristallanish deb nimaga aytiladi?
5. Prokatlash deb nimaga aytiladi?
6. Prokatlash nechta turga bo'linadi?
7. Bolg' alash deb nimaga aytiladi?
8. Bolg' alashning nechta usuli bor?
9. Hajmiy shtamplash nima?
10. Hajmiy shtamplash usullari?

## XI BOB. METALLARNI PAYVANDLASH. PAYVANDLASH TURLARI VA PAYVAND BIRIKMALARI

### Payvandlash to'g'risida umumiy tushuncha

Payvandlash - materiallarning ajralmas birikmalarini hosil qilishdek texnologik jarayon bo'lib, bunda payvandlanuvchi jismlar orasida

- 1) ularni qisman yoki umumiy qizdirish yoki
- 2) plastik deformatsiyalanishi yoki
- 3) qizdirish va deformatsiyalanishning birga ta'siridan atomlararo bog'lanish barpo bo'ladi.

Payvandlash - iqtisodiy jihatdan samarador ijori ish unumdorligiga ega bo'lgan texnologik jarayonlar mashinasozlikning barcha sohalarida, jumladan avtomobilsozlikda va qurilishda keng qo'llaniladi.

Hozirgi paytda payvandlashning 150 dan ortiq usullari mavjud bo'lib, ular quyidagicha klassifikasiya qilinadi:

I. Payvandlash paytida metallning holati (yoki payvandlash sharoiti) ga qarab payvandlash usullari ikki guruhga ajratiladi;

1. Eritib payvandlash.

2. Bosim bilan payvandlash.

II. Fizik belgalari bo'yicha payvandlash uch sinfga bo'linadi:<sup>1</sup>

1. Termik sinf (elektor yoy yordamida payvanllash, gaz yordamida payvandlash va boshqa usullar).

2. Termomexanik sinf (kontakt, diffuzion payvandlash va boshqa usullar).

3. Mexanik sinf (sovuqlayin, ultratovush payvandlash va boshqa usullar).

III. Payvandlashda foydalanadigan energiya turlari bo'yicha elektr, kimyoviy, mexanik, nurlarga asoslangan payvandlash usullari bo'ladi.

Payvandlangan konstruksiyalarda quyidagi payvand birikmalari uchraydi: uchma-uch, ustma-ust, burchakli, tavrli, yon (tores) va boshqalar.

<sup>1</sup> William F. Smith Foundations of materials science and engineering. 2013.201-205-4. Mazmun-mohiyatidan foydalanildi.

Fazoda payvand choklari quyi, gorizontal, vertikal va ship turlariga ajratiladi. Payvand birikmalar ularga ta'sir etuvchi kuchlarning yo'nalishiga qarab bo'ylama, ko'ndalang va qiya joylashgan bo'ladi. Bajirilish xarakteriga qarab choklar uzluksiz va uzlukli bo'ladi. Chizmalarda choklarni belgilashda quyidagi shartli belgilar qo'llanadi: E - elektor yoy, G - gaz yordamida, Kt -kontakt, Av - avtomatik flyus ostida, Z -himoya gazlari muhitida payvandlash usullari va boshqalar.

Payvandlanuvchanlik to'g'risida tushunchalar.

**Payvandlanuvchanlik** - konstruksion materiallarning texnologik xossasi bo'lib, materiallarning belgilangan payvandlash texnologiyasi sharoitida ishonchli va iqtisodiy jihatdan tejimli birikmalar hosil qila olish xususiyatlaridir, bunday birikmalar mahsulotning konstruksiyasi va undan foydalanish shartlariga to'la javob bera olsun. Materiallar ularning payvandlanuvchanligi bo'yicha to'rt guruhga bo'linadi:

- I- yaxshi payvandlanuvchan;
- II-qoniqarli payvandlanuvchan;
- III-cheklangan payvandlanuvchan;
- IV - yomon payvandlanuvchan.

Materiallarning payvandlanuvchanliga yomonlashib borishi bilan birikmada darz, bo'shliq, shlak kiritmalari kabi nuqsonlarning hosil bo'lishiga moyillik ortadi.

Payvand konstruksiyaning texnologiyasi deganda materiallarning tanlanishi va konstruktiv yechim shunday bo'lishi kerakki, ular payvandlash ishlarini turli usullar bilan har xil rejimda bajara olish mumkinligiga yo'l qo'yib, shuningdek, texnologik jarayon amallarining ko'pchilik mexanizatsiyalashgan va avtomatlashtirilganlik darajalari hamda ish unumdorligi imkoniyat boricha yuqori, payvandlash materiallari va ish turlarining tannarxi pastroq, payvandlash deformatsiyalari va kuchlanishlari minimal darajada bo'lsin. Texnologiklikni ta'minlash uchun yuqorida keltirilgan va boshqa barcha omillar chuqur tahlil qilinishi zarur.

### **Elektor yoyi yordamida payvandlash usuli**

Elektor yoyi yordamida payvandlash usuli Payvandlashning termik sinfiga oid va mavjud payvandlash usullari ichida eng

tarqalgandir, yetarli darajada avtomatlashtirilgan, turli o'lchamdagi har xil konstruksiyalarni ishlab chiqarish imkoniyatlariga ega. Bunda issiqlik manbai sifatida elektrodlar yoki elektrod bilan payvandlanayotgan xomashyolar orasida yonadigan elektor yoyi xizmat qilib, yoy payvandlanadigan xomashyolar chekkalarini qizdirish va suyuqlantirish vazifasini amalga oshiradi. Elektor yoyi - ionlashgan gaz muhitidaga katta quvvatli elektor razryadidir.

Elektor yoyi yordamida payvandlash quyidagi usullar bo'yicha bajariladi:

1) Ko'lda (dastabki) elektor yoyi yordamida payvandlash.

2) Flyus qatlami ostida elektor yoyi yordamida avtomatik payvandlash.

3) Flyus qatlami ostida elektor yoyi yordamida yarim avtomatik payvandlash.

4) Himoya gazlari muhitida elektor yoyi yordamida payvandlash.

Qo'lda payvandlashning o'zi quyidaga ikki turga bo'linadi;

1. Erimaydigan (W yoki ko'mir, grafit) elektrod bilan payvandlash yoki N.N.Benardos (1882-y.) usuli bo'yicha payvandlash.

2. Eruvchan (metall) elektrod bilan payvandlash yoki N.G.Slavyanov (1888-y.) usuli bo'yicha payvandlash.

Slavyanov usuli keng qo'llanilib, elektrod turli metallardan tayyorlanib, usti qoplamali bo'ladi. Qoplamaning vazifasi payvandlash zonasini havo ta'siridan himoya qilish, elektor yoyining muntazam yonishini ta'minlash, zararli kiritmalarni payvandlash vannachasidan chiqarib yuborish hamda payvand chok metallini legarlashdan iborat.

So'nggi yillarda kukunli to'ldirgichga ega bo'lgan maxsus elektrodlar qo'llanila boshlandi.

Tok manbalariga o'zgaruvchan tokda payvandlash uchun payvandlash transformatorlari (TS-500, TShS-3000-1, ...), o'zgarmas tokda payvandlash uchun esa payvandlashni tashkil qiluvchilari (PSO-120, PSM-1000-4,...) yoki agregatlari (ASB-300-7,...), payvandlash to'g'rilagichlari (VSS-120-4, VKS-500-1) kiradi.

Qo'lda elektor yoyi yordamida payvandlash texnologik rejimi quyidagi parametrlar bilan ifodalanadi: payvandlash tokining kuchi  $J$ , A; elektrodlar diametri  $d$ , mm; yoyning uzunligi,  $l$ , mm; yoyning kuchlanishi, Uyoy (Uyoy 30-60 V, ba'zan 50-70 V),

Payvandlash tezligi, V, m/soat. Bu parametrlarni to'g'ri tanlash va boshqarish orqali katta ish unumdorligiga payvandlashga sarf-harajatlarning minimal bo'lishiga erishiladi.

**Flyus ostida elektor yoyi yordamida** avtomatik va yarim avtomatik payvandlashda elektor yoyi maydalangan yirik kukun ko'rinishidagi flyus qatlami ostida yonib suyuq metall vannachasi havodagi kislorod va azot ta'siridan himoyalangan, elektrod simi yoy zonasiga belgilangan tezlikda uzatilib turadi, yoyning chok bo'ylab surilishi mexanizatsiyalashgan (yarim avtomatik usulda bu ish qo'lda bajariladi).

Avtomatik payvandlash seriyali va keng ko'lamli ishlab chiqarishda to'g'ri chiziqda katta uzunlikdaga yoki halqasimon choklarni pastki holatda bajarishda qo'llaniladi. Buning uchun ABS, A-1401, TS17M, ADS-1000-2 tipidagi maxsus payvandlash avtomatlar yaratilgan. Yarim avtomatik payvandlash kalta, uzlukli va egri chizikli choklarni bajarishda foydalanilib, bunda PSh-54, PSh-5-U, PDSM-500M, PDR-500 M tipidagi shlangli yarim avtomatlar xizmat qiladi. **Elektor yoyi yordamida himoya gazlari muhitida payvandlash.** Bunda elektrod, yoy va payvand vannachasi himoya gazlari I (argon, geliy, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> va boshqalar) oqimi bilan havodagi kislorod va azot ta'siridan himoyalangan bo'ladi. Argon-yoy payvandlash usuli eruvchan va erimaydigan elektrodlar bilan o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda, SO<sub>2</sub> payvandlash esa eruvchan elektrod bilan o'zgarmas tokda bajariladi. Bu usullarning qoplamali elektrod bilan va flyus ostida payvandlash usullariga qaraganda bir qator afzalliklari mavjud (havo ta'siridan yuqori darajada himoyalalanish, jarayonni turli fazoviy holatlarda bajarish mumkinligi va boshqalar).

Elektor - **shlak usulida payvandlash** usuli katta qatqlikdagi (50- 2000 mm) detallarni payvandlash uchun mo'ljallangan va yirik gabaritli mahsulotlar (bug' qozonlarining barabanlari, gidropresslaming korpus detallari va boshqalar) ni ishlab chiqarishda qulay hisoblanadi. Bunda elektor toki suyuq shlakka o'tayotib katta miqdorda issiqlik chiqaradiki, u elektrod simi payvandlanuvchi detallar qirralarini eritish va payvandlash choki hosil qilishga yetarli bo'ladi.

**Plazma yordamida payvandlashda** juda yuqori temperatura (10.000-20.000 °C) ga ega bo'lgan plazma yoy ustuni orqali gazlar (azot, argon, vodorod, geliy va boshqalar) ni o'tkazish

paytida maxsus plazmotronlarda hosil qilinib, undan har xil metallarni payvandlab biriktirishda yoki kesishda, naplavka qilishda yoki detal yuzalarini boshqa metallar bilan qoplashda foydalaniladi.

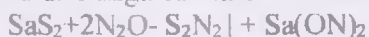
**Elektron-nur yordamida payvandlashda** katta energiya quvvatiga (5000-6000°C) ega bo'lgan elektronlar oqimidan foydalaniladi. Amalda bu usul radioelektronika va priborsozlikda qiyin eruvchan metallar (W, Mo, Ti va boshqalar)ni payvandlashda, shuningdek materiallarga o'lchamli ishlov berishda qo'llaniladi. Bu usulning kamchiligi - jarayonning vakuum sharoitida olib borilishidir.

**Lazer yordamida payvandlashda** energiya manbasi sifatida yo'naltirilgan o'tkir lazer nuri oqimi xizmat qiladi. Lazer qurilmalari vakuum talab qilmaydi. Bu payvandlash usuli ham radioelektron sohasida qo'llaniladi.

#### **Gaz yordamida payvandlash va kesish.**

Gaz yordamida payvandlashda payvandlanayotgan xomashyolar qirralarini va qo'shimcha metall simni eritish uchun yonuvchi gazning kislorod bilan aralashmasining yonishida qosil bo'lgan issiqlikdan foydalaniladi.

Yonuvchi gazlar sifatida asetilen, vodorod, tabiiy gaz (94%  $\text{SN}_4$ ), benzin va kerosin bug'lari xizmat qiladi. Eng ko'p asetilen qo'llanilib, uni asetilen generatorlarida yoki stasionar qurilmalarda kal'siy karbididan unga suv ta'sir ettirilishda hosil qilinadi:



Asetilen generatorlari quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) ish jarayoni bo'yicha - «karbid suvga», «suv karbidga va kontakt sistemalari bo'yicha ishlovchi,
- 2) gazning bosimi bo'yicha - past, o'rta va yuqori bosimli;
- 3) o'rnatilishi bo'yicha - stasionar va ko'chma.

Asetilen generatorlari xavfsizlik maqsadida suv zatvorlari bilan ta'minlanadi. Asetilen gazi 1,6 MPa (16 kgk/sm<sup>2</sup>) bosimda oq rangga bo'yalgan ballonlarda saqlanishi mumkin. Kislorod 15 MPa (150 kgk/sm<sup>2</sup>) bosimida havo rangli ballonlarda keltiriladi. Gaz ballonlari ventill va reduktorlarga ega bo'ladi.

**Gaz gorelkalarida** yonuvchi gaz kislorod bilan aralastirilib, undan chiqib yondirilganda gaz alangasi hosil qilinadi. Gaz gorelkalari bir necha belgilar bilan klassifikatsiya qilinib, eng ko'p injektorli, kamroq injektorsiz gorelkalar uchraydi.

Gaz aralashmasida asetilen va kislorodning o'zaro hajmiy nisbatlariga qarab uch xil alanga hosil bo'ladi:

1. Normal alanga ( $O_2 : S_2N_2 = 1,1, 1,2$ ), asosan po'latlarni, ba'zan rangli metallarni payvandlashda qo'llaniladi.

2. Oksidlovchi alanga ( $O_2 : S_2N_2 = 1,2...1,5$ ), ko'pincha latunlarni payvandlashda va naplavka qilishda foydalaniladi.

3. Uglerodga to'yintruvchi alanga ( $Og : S_2N_2 = 0,8...0,9$ ), cho'yanlarni, rangli metallarni, qattiq qotishmalarni payvandlash va naplavka qilishda foydalaniladi.

Normal gaz alangasining tuzilishida uch qism ajratib ko'rsatiladi, uning payvaddovchi qismida temperatura 3200 °S gacha yetadi. payvandlanayotgan metallning qalinligaga mos ravishda payvandlash texnikasi (chap va o'ng usullarda payvandlash) va rejimi (payvandlash sinii diametri y, asetilen sarfi  $A = k \cdot s, m^3/soat$ , alanga quvvati) belgolanadi.

Ishlab chiqarish sharoitida payvandlashdan tashqari metall xomashyo va konstruksiyalarni kesib ajratish zarurati ham paydo bo'ladi. Buning uchun termik kesishning elektor yoy, plazma, gaz-kislorod usullaridan foydalanish mumkin. Gaz-kislorod yordamida kesish usuli ko'proq uchrab, u ba'zi metallarning kislorod oqimida yonib ko'p miqdorda issiqlik ajratib chiqarish xususiyatiga asoslangan. Metallning yonish jarayoni - kislorod vositasida kesish zonasidan chiqib ketadigan oksidlarning hosil bo'lishidir. Metallar ma'lum shartlar  $t_{al} < t_e < t_m$  va boshqalar) bajarilgandagina kesilishi mumkin.

Kesish qo'lda UR, RR-53, Raketa-1, Mayak 1-02 tipidagi gaz keskich (rezak) lari yordamida va ASSh-2, MDM-2, PP-1, PP-2 va boshqa tipdaga mashinalar vositasida bajariladi.

Gaz-kislorod kesish usulining boshqa turi kislorod-flyusli kesish deb atalib, u yuqori legirlangan po'latlar, cho'yanlar, mis qotishmalari uchun qo'llaniladi. Bunda kesish zonasiga temir asosidagi flyus kiritiladi va maxsus UFR yoki URXS tipidagi rezaklar zarur bo'ladi. Gaz-kislorod yordamida kesish qalinligi 5..300 mm bo'lgan xomashyo va konstruksiyalarni kesishda samaradorli hisoblanadi.

**Elektor kontakt usulida payvandlash** payvandlanuvchi xomashyolarning bir-biriga tegib turgan joyi (kontakt) dan elektor toki o'tganida ajralib chiqqan issiqlik ( $Q = kJ^2Rt$ )dan foydalanishga

asoslangan. Kontakt joyida plastik holatgacha yoki suyuqlanishgacha qizdirilgan xomashyolarga mexanik bosim ta'sir ettirilganda ular ajralmas ishonchli, mustahkam birikma hosil qiladilar.

Tok manbai sifatida payvandlash transformatori xizmat qilib, uning ikkilamchi chulg'ami elektrodlanga ulanganida elektrodlar va xomashyolar orqali kichik kuchlanishdagi (0,5-30 V) katta kuchli (bir necha ming A atrofida) tok oqib o'tadi.

Kontakt payvandlashning quyidagi usullari bor:

1. Uchma-uch payvandlash (qarshilik bilan va suyuqlantirib payvandlash turlari uchraydi; bundan tashqari A.M.Ignatev usulida kesuvchi asboblarning qismlari o'zaro payvandlanadi).

2. Nuqtaviy payvandlash (turlari: bir va ko'p nuqtali, relefli va T-simon payvandlash).

3. Rolikaviy (chokli) payvandlash.

Uchma-uch payvandlashda uning rejim parametrlari tokning zichligi  $j$ , A/mm<sup>2</sup>; qizigan elementlarni cho'ktirishdagi bosim  $r$ , kg/mm<sup>2</sup>; tokning o'tish vaqti  $t$ , s orqali ifodalanadi. Bu usulda po'lat, mis, latundan trubasimon mahsulotlar, relyeslar, temir-beton armaturasi, kesuvchi asboblari va boshqalar MS-2008 (MSM-150) va boshqa tipdagi mashinalarda payvandlanadi.

Nuqtaviy payvandlashda payvandlanuvchi xomashyolar ustma-ust yig'ilib, mis va uning asosida (M1, BrX08) tayyorlangan elektrodlar orasiga o'rnatiladi. Payvandlanuvchi xomashyolar qalinligi 0,5 -g 5 mm. Nuqtaviy payvandlash mashinasi (MT1618 va boshqalar) bir va ko'p elektrodli (bir yo'la 50 tagacha) payvandlash imkoniyatiga ega. Bu usul avtomobil va aviatsiya sanoatida, priborsozlikda, qurilishda keng qo'llaniladi.

Roliklar bilan payvandlashda xomashyolar ikki aylamb turuvchi disk ko'rinishidagi rolik - elektrodlar orasiga joylashtirilib, biroz bosiladi. Payvandlanuvchi xomashyolar qalinligi 0,25 -g 4,0 mm; payvandlash tezligi 0,5-6 m/min; elektrodlar diametri 40 -g 350 mm. Payvandlash mashinasi tipi MSh1601 va boshqalar. Bu usul bak, truba, har xil idishlar va germetik (zich) mahsulotlarni ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.

Diffuzion payvandlash tekis va silliq yuzalarning bir-biriga tekkizilganda ular orasida diffuziya tufayli atomlararo bog'lanishning barpo bo'lishiga asoslangan. Payvandlash vakuum sharoitida payvandlanuvchi detallarni induktordan o'tkazilgan tok vositasida

qizdirish va bosim (25 MPa gacha) bilan 5-20 daqiqa davomida ushlab turish orqali bajariladi. Diffuzion payvandlash usuli turli materiallarni (po'latni Al, W, Ti, Mo, metall keramika bilan, keramikani Su, Ti, Nb bilan) kosmik texnika, radioelektronika, priborsozlik va boshqa sohalarida payvandlashda qo'llanilib, bu usulning bir qator afzalliklari ko'rsatiladi.

**Ul'tratovush yordamida payvandlash** magnitostriksiya -ba'zi kristallik moddalar (permaloy Fe-Ni, permendiyur So-Fe) ning o'zgaruvchan magnit maydoni ta'siridan o'zining chiziqli o'lchamlarini o'zgartirish hodisasiga asoslangan. Bu o'zak yordamida elektrik tebranishlarni mexanik tebranishlarga aylantirish imkoniyatini beradi. Mexanik tebranishlar chastotasi 20...30 kGs ni tashkil etib, ular payvandlash zonasida metallning yupqa qatlarni qizdiradi, oksid plyonkalarini buzilishiga va bunday qatlamlarning plastik deformatsiyalanishiga olib keladi.

Payvanddanuvchi xomashyolar tayanch elektrodga joylashtirilib, ular to'lqin uzatkich uchligiga kuch bilan yaqinlashtirilganda mustahkam payvand birikma hosil bo'ladi (M, 283-284; 303-304)

Ul'tratovush yordamida bir va har xil jinsli materiallarni priborsozlik, radioelektronika hamda mashinasozlikning ba'zi sohalarida o'zaro biriktirib turli konstruksiyalarda ishlab chiqariladi.

**Ishqalab payvandlashda** xomashyolar yon yuzalarining bir-biriga ishqalanishidan ajralib chiqqan issiqlikdan, ya'ni payvandlash joyida mexanik energyaning issiqlik energiyasiga aylanishidan foydalaniladi. Payvandlash rejimining parametrlari: xomashyolardan birining aylanish chastotasi ( $n$ ), cho'ktirish paytidaga solishtirma bosim ( $r$ ) va cho'ktirish miqdori ( $\Delta l$ ). Payvandlash uchun maxsus mashinalar yaratilgan bo'lib, ularda pog'onali vallar, puansonlar, kesuvchi asboblarning dastaklari payvandlanadi.

**Sovuqlayin payvandlash** katta darajadagi plastik deformatsiya hisobiga amalga oshiriladi. Bunda deformatsiya zonasi oksid plyonkalari va adsorbsiya tufayli kirib qolgan qo'shimchalardan tozalanib, metallar yuzalari orasida atomlararo bog'lanish yuz beradi. Bu usulda alyuminiy, mis, nikel, qalay, qo'rg'onish, rux va ularning qotishmalari payvandlanadi; kabellarning alyuminiy g'iloflari,

sim va shinalarni birlashtirishda elektromontaj ishlarida foydalaniladi.

**O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Payvandlash jarayoni nimaga asoslangan?
2. Payvandlashda qanday birikmalar mavjud?
3. Payvandlashning qanday turlari bor?
4. Payvandlash deb nimaga aytiladi?
5. Payvand choklarining turlari?
  6. Ikki metallni biriktirish turiga nima deyiladi?
7. Payvandlash deb nimaga aytiladi?
8. Benardos usuli qanday usul hisoblanadi?

## XII BOB. METALLARGA MEXANIK ISHLOV BERISH TO'G'RISIDA MA'LUMOT. METALLARNI MEXANIKAVIY KESIB ISHLASH TURLARI, METALL KESISH STANOKLARI VA ASBOBLAR

### Kesib ishlash to'g'risida tushuncha

Keskichning, parmaning, freza va boshqa kesuvchi asboblarning ishlash jarayoni ponaning ishlashiga asoslangan. Kesuvchi asboblarning qanday qism va elementlardan iboratligi, ularning geometrik parametrlari, kesish jarayonining asosiy elementlari, kesishda hosil bo'ladigan kuchlar va boshqalarni eng oddiy kesuvchi asbob tokarlik keskichi misolida ko'rib chiqamiz.

Keskichning asosiy qism va elementlari. Keskich, asosan uch qismdan - kallak, tana va tubdan iborat. Keskichning kallagi ish qismi hisoblanadi, tubi keskichni tayanchga o'rnatish, tanasi esa keskich tutqichga mahkamlash uchun xizmat qiladi. Keskichning asosiy elementlari jumlasiga oldingi yuza, bosh ketingi yuza, yordamchi ketingi yuza, bosh kesuvchi qirra yordamchi kesuvchi qirra va keskichning uchi kiradi. Keskichning oldingi yuzasi qirindi chiqarish uchun xizmat qiladi; bosh ketingi yuza xomaki detalning kesish yuzasiga tomon, yordamchi ketingi yuza esa xomaki detalning yo'nalgan yuzasiga tomon qaragan bo'ladi. Keskichning bosh kesuvchi qirrasini oldingi yuza bilan bosh ketingi yuzaning kesishuvidan, yordamchi kesuvchi qirrasini esa oldingi yuza bilan yordamchi ketingi yuzaning kesishuvidan hosil bo'ladi.

Keskichning geometrik parametrlari. Metallarni kesishda keskichning geometrik parametrlari muhim ahamiyatga ega. Keskichning geometrik parametrlariga, asosan, uning burchaklari kiradi. Keskichning burchaklarini aniqlash uchun esa kesish tekisligi, bosh tekislik, normal tekislik, bosh va yordamchi kesuvchi tekisliklardan foydalaniladi.

Kesish yuzasiga urinma qilib, bosh qirradan o'tkazilgan tekislik kesish tekisligi deb, bo'ylama va ko'ndalang surish yo'nalishlariga parallel qilib o'tkazilgan tekislik esa bosh tekislik deb ataladi. Keskichning bosh kesuvchi qirrasidan kesish tekisligiga perpendikulyar tarzda o'tkazilgan tekislik normal tekislik deyiladi. Bosh kesuvchi qirraning bosh tekislikdagi proyeksiyasiga tik qilib

o'tkazilgan tekislik bosh kesuvchi tekislik deb, yordamchi kesuvchi qirraning bosh tekislikdagi proyeksiyasiga tik qilib o'tkazilgan tekislik esa yordamchi kesuvchi tekislik deb ataladi. Keskichda quyidagi burchaklar; bosh ketingi burchak  $\alpha$ , o'tkirlik burchagi  $\beta$ , oldingi burchak  $\gamma$ , kesish burchagi  $\delta$ , rejadagi bosh burchak  $\phi$ , rejadagi yordamchi burchak  $\phi$ , keskich uchining rejadagi burchagi  $\varepsilon$ , yordamchi ketingi burchak  $\theta$ , shuningdek bosh kesuvchi qirraning qiyalik burchagi  $\lambda$  bo'ladi.

Bosh ketingi burchak. Keskichning ketingi yuzasi bilan kesish tekisligi orasidagi burchak bosh ketingi burchak deb ataladi va  $\alpha$  bilan belgilanadi.  $\alpha$  burchak yo'nalayotgan yuza bilan keskich orasidagi ishkanishni kamaytirish uchun zarur. Bosh ketingi burchak bosh kesuvchi tekislikda o'lchanadi va amalda, 6-12° bo'ladi.

O'tkirlik burchagi keskichning oldingi yuzasi bilan bosh ketingi yuzasi orasidagi burchak o'tkirlik burchagi deb ataladi va  $\beta$  bilan belgilanadi.  $\beta$  burchak qanchalik katta bo'lsa, keskichning kesuvchi qismi shuncha puxta va issiqlikning kesuvchi qirradan chetlanilishi shuncha yaxshi bo'ladi. O'tkirlik burchagi bosh kesuvchi tekislikda o'lchanadi.

Oldingi burchak. Keskichning oldingi yuzasi bilan normal tekislik orasidagi burchak oldingi burchak deb ataladi va  $\gamma$  bilan belgilanadi. Oldingi burchak ham bosh kesuvchi tekislikda o'lchanadi. Agar  $\alpha < 90$  bo'lsa, oldingi burchak musbat ( $y$ ), agar  $\alpha > 90$  bo'lsa, oldingi burchak nol ( $y=0$ ),  $\alpha > 90$  bo'lganda esa oldingi burchak manfiy ( $-y$ ) bo'ladi.  $y$  burchak odatda, +25° dan -10° gacha qilib olinadi.

Kesish burchagi. Keskichning oldingi burchagi bilan kesish tekisligi orasidagi burchak kesish burchagi deyiladi va  $\delta$  bilan belgilanadi. Kesish burchagi bosh kesuvchi tekislikda o'lchanadi.  $\delta$  burchak, rasmdan ko'rinib turibdiki, bosh ketingi burchak bilan o'tkirlik burchagi yig'indisiga teng:

Agar oldingi burchak, musbat bo'lsa  $\delta < 90^\circ$ , oldingi burchak manfiy bo'lsa,  $\delta > 90^\circ$  oldingi burchak nol bo'lganda esa  $\delta = 90^\circ$  bo'ladi.

Rejadagi bosh burchak. Bosh kesuvchi qirraning bosh tekislikka tushirilgan proyeksiyasi bilan bo'ylama surish yo'nalishi orasidagi burchak rejadagi bosh burchak deb ataladi va  $\phi$  bilan belgilanadi.

Rejadagi yordamchi burchak. Yordamchi kesuvchi qirraning bosh tekislikdagi proyeksiyasi bilan bo'ylama surish yo'nalishi orasidagi burchak rejadagi yordamchi burchak deyiladi va  $\phi$  bilan belgilanadi.

Keskichning uchining rejadagi burchagi. Bosh va yordamchi kesuvchi qirralarning bosh tekislikdagi proyeksiyalari orasidagi burchak keskich uchining rejadagi burchagi yoki, to'g'ridan-to'g'ri keskich uchidagi burchak deb ataladi va  $\epsilon$  bilan belgilanadi.

Rejadagi uchala burchakning yig'indisi  $180^\circ$  ga teng bo'ladi.

Yordamchi ketingi burchak. Yordamchi kesuvchi qirradan bosh tekislikka tik qilib tushirilgan tekislik bilan ketingi yuza orasidagi burchak yordamchi ketingi burchak deb ataladi va  $\theta$  bilan belgilanadi.  $\theta$  burchak yordamchi kesuvchi tekislikda o'lchanadi.

Bosh kesuvchi qirraning qiyalik burchagi. Keskichning uchidan bosh tekislikka parallel qilib o'tkazilgan to'g'ri chiziq bilan bosh kesuvchi qirra orasidagi burchak bosh kesuvchi qirraning qiyalik burchagi deyiladi va  $\lambda$  bilan belgilanadi. Keskichning uchi bosh kesuvchi qirraning eng yuqori nuqtasi bo'lganda  $\lambda$  ni musbat deb, keskichning bosh kesuvchi qirrasini bosh tekislikka parallel bo'lganda  $\lambda$  ni nol deb, keskichning uchi bosh kesuvchi qirraning eng pastki nuqtasi bo'lganda esa  $\lambda$  ni manfiy deb hisoblash qabul qilingan.

Qirindining kay yo'nalishda chikish  $\lambda$  ning qiymatiga bog'liq;  $\lambda$  ning qiymati manfiy bo'lsa, qirindi yo'nalgan yuza tomon yo'nalishda,  $\lambda$  ning qiymati musbat bo'lganda esa teskari yo'nalishda chikadi.  $\lambda$  ning manfiy bo'lishi keskichning kesuvchi qirrasini puxtaligini oshiradi.

Kesish jarayonining asosiy elementlari. Kesish jarayonining asosiy elementlari jumlasiga kesish tezligi, surish qiymati, kesish chuqurligi, kesib olinayotgan qatlamning eni va qalinligi kiradi.

Kesish tezligi. Yo'nalayotgan yuzaning bosh harakat yo'nalishida keskichning kesuvchi qirrasiga nisbatan vaqt birligi ichida o'tgan yo'li kesish tezligi deb ataladi va  $V$  bilan belgilanadi. Kesish tezligi daqiqasiga metr hisobida (m/min) o'lchanadi. Agar asosiy harakat aylama bo'lsa, kesish tezligi quyidagicha aniqlanadi;

$$V = \frac{\pi Dn}{1000}$$

bu yerda  $D$  – yo'nalayotgan xomaki detalni diametri, mm;  $n$  – xomaki detalning daqiqasiga aylanishlar soni.

Agar bosh harakat ilgariylanma - kaytar bo'lsa, kesish tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$v = \frac{L}{1000 t y}$$

bu yerda L-keskichning yo'nish uzunligi; mm, t y -yo'nish vahti,min.

Surish qiymati. Keskichning xomaki detal bir marta aylanganda surish harakati yo'nalishida siljish oralig'i surish qiymati deb ataladi. Surish S bilan belgilangan va mm hisobida o'lchanadi.

Kesish chuqurligi. Keskichning bir o'tishida xomaki detaldan kesib olingan qatlarning qalinligi kesish chuqurligi deb ataladi. Kesish chuqurligi t bilan belgilanadi va mm hisobida o'lchanadi. Bo'ylama yo'nishda kesib olinadigan qatlarning qalinligi va, demak kesish chuqurligi quyidagicha aniqlanadi;

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ mm,}$$

bu yerda D - xomaki detalning diametri, mm, d-xomaki detalning keskich bir o'tishida yo'nilgandan keyingi diametri, mm.

Kesib olinadigan qatlarning eni va qalinligi. Yo'nilayotgan va yo'nalgan yuzalar orasida kesish yuzasi bo'ylab o'lchangan oraliq kesib olingan qatlarning eni deyiladi va b bilan belgilanadi. Kesib olingan qatlarning eniga tik qilib, kesish yuzalarining ketma-ket ikki vaziyati orasida o'lchangan masofa kesib olingan qatlarning qalinligi deb ataladi va a bilan belgilanadi.

Surish s bilan kesib olingan qatlarning eni b, shuningdek, kesish chuqurligi t bilan kesib olingan qatlarning qalinligi a turlicha qiymatlarga ega. Kesishning bu elementlari rejadagi bosh burchakga bog'liq uchburchaklardan s bilan a orasidagi bog'lanishni aniqlash mumkin; arc sin mm.

Yuqorida keltirilgan bog'lanishlar keskich o'zining uchi markazlari chizig'iga (o'qiga) to'g'ri keladigan qilib o'rnatilgan hol uchungina to'g'ri,  $\alpha$  ning ortishi bilan a ortadi, b esa kamayadi.  $\alpha$  90 bo'lganda ak s va bt bo'ladi.

Kesib olinadigan qatlam ko'ndalang kesimining nominal yuzi nRIm to'rtburchaklikning yuziga, ya'ni kesish chukurligi bilan surish yoki kesib olinadigan qatlam qalinligi bilan eni ko'paytmasiga teng bo'ladi va  $\varphi$  bilan belgilanadi; fkt • ska • b mm.

Kesib olinadigan qatlam ko'ndalang kesimining haqiqiy yuzi  $nR\pi$  to'rtburchaklikning yuziga teng Kesib olinadigan qatlam ko'ndalang kesimining haqiqiy yuzi  $\varphi x$  bilan belgilanadi va nominal yuzaning taxminan 98 foizini tashkil etadi. Binobarin,  $\varphi$  ning 2 % yo'nalgan yuzada qoladi; bu yuza qoldiq kesim deb ataladi. Yo'nalgan yuzaning tozaligi ( notekisligi ) ana shu qoldiq kesimning balandligi  $h$  ga bog'liq  $h$  qanchalik katta bo'lsa, yo'nalgan yuzaning tozaligi shunchalik past, notekisligi esa shunchalik yuqori bo'ladi.

Vaqt birligi ichida kesib olinadigan metallning hajmi. Metallarni kesib ishlash unumi vaqt birligi ichida yo'nalgan metall hajmiga  $u, t$  va  $s$  ga bog'liq bo'ladi va  $Q$  bilan belgilanadi. Vaqt birligi sifatida min kabul qilinsa,  $Q$  taxminan quyidagicha bo'ladi;  $Q_{ku} \bullet t \bullet s \text{ sm}^3/\text{min}$ .

### **Kesish jarayonida keskichga ta'sir etuvchi kuchlar**

Kesish jarayonida keskichning xomaki detal botishi va yo'naliyotgan yuzadan qirindining ajralishiga metall qarshilik ko'rsatadi. Binobarin, keskichga ana shu qarshilik kuchlarini yenga oladigan kuch ta'sir ettirish kerak. qarshilik kuchlari esa kesichni, yo'nalayotgan metallni va dastgoh qismlarini deformatsiyalaydi. Shu sababli, kesish jarayonida har xil sabablarga ko'ra hosil bo'ladigan kuchlarning miqdorini bilish nihoyatda muhim. Bu esa, o'z navbatida, kesishning eng samarali rejimlarini aniqlashga imkon beradi. Kesish jarayonida metallning kesishga ko'rsatadigan qarshilik kuchlari; kesib olinadigan qatlarning deformatsiyalanishga ko'rsatadigan qarshilik kuchidan, qirindining xomaki detal sirtidan ajralishga ko'rsatadigan qarshilik kuchidan va qirindining keskich oldingi yuzasiga va keskich ketingi yuzasining kesish yuzasiga ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan kuchlardan iborat. Keskichga ta'sir etuvchi barcha kuchlarning teng ta'sir etuvchi  $R$  uchta tashkil etuvchi kuchga; kesish kuchi  $R$  va radial kuch  $R$  ga ajratilishi mumkin.

Kesish kuchi keskichga yuqoridan bosh harakat yo'nalishida, kesish yuzasiga urinma bo'lib ta'sir etadi, ya'ni keskichni pastga tomon bosadi.

Surish kuchi yo'nalayotgan xomaki detal o'qi bo'ylab, surish yo'nalishiga teskari yo'nalishda ta'sir etadi.

Radial kuch xomaki detal radiusi bo'ylab, xomaki detal o'qiga tik yo'nalishda ta'sir etadi.

Kesish kuchi  $R_z$ , o'z qiymati jihatidan, tashkil etuvchi kuchlarning eng kattasi bo'ylab, xomaki detal va keskich materialiga surish s va kesish chuqurligi t ga bog'liq bo'ladi.

### **Asosiy metall kesuvchi stanoklar va ularning ishlatilishi**

Xomashyoni kesuvchi asbob yordamida ishlov berish jarayonida qirindi ajratish orqali kerakli formada va talab qilinadigan aniqlik darajasiga keltiruvchi mashina metall kesuvchi stanoklar deyiladi.

Metall kesish stanoklari eksperimental ilmiy-tadqiqot instituti (EKIMS) klassifikatsiyasiga ko'ra, seriyalab ishlab chiqarilayotgan barcha stanoklar to'qqizta guruhga bo'linadi. Har qaysi guruh, o'z navbatida, stanoklarning bir necha tipini uz ichiga oladi. Ko'pgina hollarda metall kesish stanoklari turli belgilariga qarab klassifikatsiyalanadi:

1. Ixtisoslashtirish darajasi bo'yicha universal stanoklar, xilma-xil detallar ishlashda har xil amallarni bajaradi. Ayniqsa, ko'p xil ishlar bajarishda foydalaniladigan stanoklar keng universal stanoklar deb ataladi.

2. Shakllari bir-biriga o'xshash, ammo o'lchamlari har xil detallar ishlash uchun mo'ljallangan ixtisoslashtirilgan stanoklar.

3. Keng nomenklaturadagi detallarda ma'lum amallarnigina bajarish uchun mo'ljallangan keng vazifali stanoklar.

4. Faqat bir tip o'lchamdagi, detallar ishlash uchun mo'ljallangan maxsus stanoklar.

5. Avtomatizatsiyalash darajasi bo'yicha qo'l bilan boshqariladigan yarim avtomatli, avtomatik liniyalar (xomashyoni avtomatik ravishda stanokdan-stanokka transportirovka qilib birlashtiruvchi sistema) kiradi.

6. Stanoklar og'irliklariga ko'ra yengil (10 KN gacha), o'rtacha (100 KN gacha) va og'ir (1 MN dan ortik) stanoklarga bo'linadi. Og'ir stanoklar, o'z navbatida, yirik (100-300 KN), og'ir (300-1000 KN) va juda og'ir (noyob) (1000 KN dan og'ir) stanoklarga bo'linadi.

7. Aniqlik darajasi bo'yicha stanoklar 5 klassga bo'linadi. N klass — normal aniqlikdagi stanoklar; bu klassga universal stanoklarning ko'pchiligi kiradi. P klass — oshirilgan aniqlikdagi stanoklar, bu

stanoklar normal aniqlikdagi stanoklar asosida tayyorlanadi. Ammo stanokda muhim detallarni tayyorlashda yig'ish hamda rostlash sifatiga nisbatan yuqori talablar qo'yiladi. V klass — yuqori aniqlikdagi stanoklar; stanoklarning yuqori aniqligiga ayrim uzellarning maxsus konstruksiyasi, detallarning tayyorlanishiga»: uzellarini va butun stanokni yigishi hamda rostlash sifatiga nisbatan yuqori talablar qo'yilishi hisobiga erishiladi. A klass — ayiqsa yuqori aniqlikdagi stanoklar; bunday stanoklar tayyorlashda V klass stanoklari tayyorlashdagiga qaraganda ham qattiqroq talablar qo'yiladi. S klass — A va V klass stanoklari detallarning aniqligini belgilovchi detallar tayyorlash uchun mo'ljallangan nihoyatda aniq stanoklar; boshqacha qilib aytganda, master-stanoklar. V, A va S klass stanoklari tegishli aniqlikni ta'minlashi uchun ular temperaturasi va namligi avtomatik ravishda o'zgarmas qilib turiladigan holda ishlatiladi.

8. Stanoklar texnologik belgilari va ishlatiladigan asboblari qarang, tokarlik parmalash, yo'nish, jilvirlash, randalash, pardozlash, tish va rezba Qirqish: frezerlash, o'yish kabi turlarga bo'linadi.

Hamma mavjud metall kesuvchi stanoklar 9 guruhga bo'linib, har bir guruh esa, o'z navbatida, 9 tip (podguruh) lardan iborat bo'ladi. Bularga stanoklarning vazifasi, avtomatizatsiyalash darajasi va boshqalarini xarakterlaydigan hamda metall kesish korxonalarida eng ko'p ishlatiladigan 4 guruhga kiruvchi stanoklarni kiritish mumkin.

Korxonalarda ishlab chikariladigan ko'p seriyali stanokning modeli uchta yoki to'rtta (ba'zan, harflar qo'shilgan) raqam bilan belgilanadi. Birinchi raqam stanokning guruhini, ikkinchi raqam tipini, eng oxirgi bitta yoki ikkita raqam stanokning xarakterni o'lchamlaridan birini bildiradi. Birinchi raqamdan keyingi harf stanokning takomillashganligini, barcha raqamlardan keyingi harf esa baza modelining funkatsiyasini (shakl o'zgarishini) ko'rsatadi. Masalan, 2 A 135 modeli stanokni olaylik. Bunda 2 raqami stanokning ikkinchi guruhga kirishini—parmalash stanogi ekanligini, A harfi stanokning takomillashtirilganligini bildiradi: 1 raqami stanokning birinchi tipga oidligini — vertikal-parmalash stanogi ekanligini; oxirgi ikkita raqami esa parmalanishi mumkin bo'lgan eng katta teshik diametrining 35 mm ekanligini kursatadi; 1336A modeli tokarlik — revolver stanogini olaylik. Bunda 1 raqami tokarlik stanokligini, 3- revolverligini, 36-ishlov beriladigan silindrik

xomashyoning diametrini, A harfi stanokning modifikatsiyasini ifodalaydi.

2N150 modeli vertikal-parmalash stanogini olaylik. Bunda 2 raqami — parmalash stanogi ekanligini, N harfi modifikatsiyalanganligini, 1— vertikalliligini, 50—eng katta parmalash diametrini ifodalaydi. 1K62 modeli stanokda esa 1— tokarlik stanogi ekanligini, K — modifikatsiyalanganligini, 6— tokarlik stanogi ekanligini, 2—stanok markazlarining balandligi 200 mm ga tengligini ifodalaydi. Ixtisoslashtirilgan va maxsus stanoklarning modellari bir yoki ikkita harf bilan belgilanadi, bu harflarga stanok modelining tartib nomerini bildiruvchi raqamlar ham qo'shilgan. Masalan, YeZ-9 shifri «Komsomolets» nomli Yegorevsk stanoksozlik zavodi ishlab chiqaradigan, tishli reykarlar, qirqish uchun ishlatiladigan ixtisoslashtirilgan stanok ekanligini bildiradi va hokazo.

Shuni qayd qilib o'tish kerakki, yuqorida nomlari keltirilgan stanoklar, asosan, aylanma harakat qilish orqali u yoki bu texnologik jarayonini bajarishi mumkin. Shuning uchun bunday stanoklarga aylanma harakat berishga turli tasmali (tekis va ponasimon), tishli (to'g'ri, qiyshiq, konik kabi) hamda friksion, zanjirli, chervyakli uzatmalardan, stanoklarga ilgariylanma-kaytar harakatni hosil qilish uchun esa vint-gayka, reykali uzatmalardan keng foydalaniladi.

Metall kesishda asosiy amallarni bajarish uchun ishlatiladigan tokarlik parmalash, frezerlash, jilvirlash stanoklarining asosiy uzellari, funksiyalari hamda qaysi sohada ishlatilishlari bilan qisqacha tanishamiz.

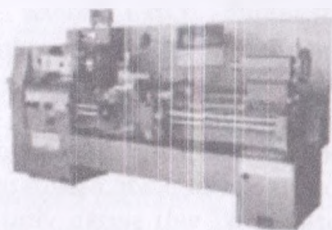
### **Tokarlik-vint qirqish stanoklari**

Tokarlik-vint qirqish stanoklari xilma-xil ishlarni bajarish uchun mo'ljallangan. Bu stanoklarda shakldor yuzalar yo'nish, silindrik va konussimon teshiklarni yo'nib kengaytirish; ko'ndalang kesim yuzalarni yo'nish; tashqi va ichki rezbalar qirqish; teshiklar parmalash, zenkerlash va razvyorkalash; xomashyolarni qirqib tushirish, qisman kesish va boshqa ishlarni bajarish mumkin.

Tokarlik vint qirqish stanoklarining asosiy parametrlari ishlov beriladigan xomashyoning staninadan yuqoridagi eng katta diametri va stanok markazlari orasidagi eng katta masofadir, markazlar orasidagi eng katta masofa ishlov beriladigan detalning maksimal uzunligini belgilaydi. Tokarlik-vint qirqish stanoklarining bu asosiy

parametrlaridan tashqari ularning tegishli DSLarda belgilangan muhim o'lchamlari ishlov beriladigan xomashyoning supportdan bo'lgan eng katta diametri, shpindelining maksimal aylanish chastotasi, shpindel teshigidan o'ta oladigan protokning eng katta diametri. Shpindel markazining o'lchami keskichning maksimal balandligidir. Sanoatimizda asosan, 160—1250 mmli xomashyoga ishlov bera oladigan va markazlari oralig'i 12500 mm bo'lgan tokarlik-vint qirqish stanoklari ishlab chiqariladi.

Seriyalab tokarlik stanoklari ishlab chiqarish dastlab, 1929 yilda Moskvadagi «Krasnuy proletariy» zavodida boshlandi. 1932 yilda ishlab chiqarilgan DIP-200 tokarlik-vint qirqish stanogi o'sha vaqt uchun eng progressiv bo'lgan va uning tezliklar qutisi shesteriya



12.1-rasm. Tokarlik-vint qirqish stanogi

(tishli g'ildiraklardan tuzilgan edi. Bu model shundan keyin bir pecha marta modernizatsiyalashtirildi (takomillashtirildi), natijada 1D62M 1A62 va boshqa modeli stanoklar yaratildi. 1954 yildan boshlab shu zavodda normal va yuqori aniqlikdagi 1K62 stanogi seriyalab ishlab chiqarila boshladi. Bu stanok asosida har xil turdagi ixtisoslashtirilgan stanoklar yaratildi. Chet el stanoksozligida tokarlik stanoklari kopirovkalash qurilmalari bilan jihozlanadi. Bu hol maxsus shakldor keskichlar va kombinatsiyalashtirilgan yo'nib kengaytirish asboblari ishlatilmay turib, murakkab shakldor profillarni ishlashga imkon beradi va stanoklarni rostlash ishlarini ancha osonlashtiradi. Ikki-uch kopirovkalash supportlari bor tokarlik kopirovkalash stanoklari mavjudki, ularda sirtqi, ichki va ko'ndalang kesim yuzalariga ishlov berish mumkin. Tokarlik-vint qirqish stanoklari aniqligini oshirish, boshqarilishini takomillashtirish, surish tezlik diapazonini oshirish, texnologiya asbob-uskunalarini yanada yaxshilash yo'lida rivojlantirilmoqda. Tokarlik-vint qirqish stanoklarida xomashyoning aylanishi bosh harakat, keskichli supportning harakati esa surish harakatidir. Boshqa barcha harakatlar yordamchi harakatlar jumlasiga kiradi. Tokarlik-vint qirqish stanogi amalda bir tipli kompanovkaga ega. bunday kompanovkaga 1 K62 (41-rasm) stanogi misol bo'la oladi. Uning asosiy uzellari jumlasiga stanina (2), oldingi (shpindelli) babka (1), fartuk (4), keskich tutgichli- support (3),

orqa babka (5), oldingi babkaga tezliklar qutisi (1, surish qutisi (8) joylashtirilishi mumkin. *Stanina* stanokning barcha asosiy uzellarini o'rnatish uchun xizmat qiladi va stanokning asosi hisoblanadi. *Oldingi babka* staninaning chap qismiga mahkamlangan bo'ladi. Oldingi babkada stanokning tezliklar qutisi bo'ladi, tezliklar qutisining asosiy qismi shpindel bo'lib, u dumalash yoki sirpanish podshipniklarida aylanadi. Shpindel, odatdi, boshidan oxirigacha konussimon teshikdan iborat bo'lib, chiviq material (xomashyo) ana shu teshikdan o'tkaziladi. *Orqa babka* markazlarga o'rnatilib, yo'nalayotgan xomashyoni tutib turish, shuningdek, teshiklar parmalash va ularga ishlov berish parma, zenker, razvyortkalarni) hamda rezba qirqish ishlariga mo'ljallangan asboblarni (metchik, plashkalarni) mahkamlash uchun xizmat qiladi, orqa babka stanina yo'naltiruvchilari bo'ylab surila oladi. *Surish qutisi* shpindeldan yoki alohida yuritmadan surish yoki vali surish vintiga aylanma harakat uzatish, shuningdek, tegishli surishga erishish yoki rezba qirqishda muayyan qadam hosil qilish maqsadida aylanish chastotasini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Bunga surishlar qutisining uzatish nisbatini o'zgartirish yo'li bilan erishiladi. Surishlar qutisi almashtiriladigan sbesternyalari bor gitara vositasida stanok shpindeli bilan bog'langan. *Fartuk surish* vali va surish vintining aylanma harakatini supportning to'g'ri chizikli ilgariylanma harakatiga aylantirish uchun mo'ljallangan. Support kesuvchi asbobni mahkamlash va unga surish harakatini berish uchun xizmat qiladi. 1K62 tokarlik-vint qirqish stanogining asosiy xarakteristikalari quyidagicha: ishlov beriladigan xomashyoning staninadan yuqoridagi eng katta diametri 400 mm, ishlov beriladigan xomashyoning supportdan yuqoridagi eng katta diametri 220 mm, shpindel teshigi orasidan o'tkazilib, ishlov beriladigan chiviqning eng katta diametri 38 mm. Shpindelning tezliklari soni 23, shpindelning chastotalari chegarasi- 32,5—2000 ayl/min, bo'ylama surish qiymatlari chegarasi 0,07—4.16 mm/ayl, ko'ndalang surish qiymatlari chegarasi 0,035—2,08 ayl/min; qirqiladigan rezbalar raqami, metrik rezba uchun 1-192 mm; dyumli rezba uchun 1 ga 24—2 uram; modulli rezba uchun 0.5-48P mm, pitchli rezba uchun 96—1 pitch. Elektor dvigatelining quvvati 10 kv, elektor dvigateli valining aylanish chastotasi 1450 ayl/min, gabarit o'lchamlari /2522—3212/ X1166X1324 mm dan iborat.

## Parmalash stanoklari

Bunday konstruksiyadagi stanoklar teshiklu parmalash, teshiklarga metchik yordamida rezbalar qirqish, teshiklarni kengaytirish va ularni pritrlash, listli materialdan disklar qirqib olish va boshqa ishlar uchun mo'ljallangan. Bu amallar parna, zenker, razkyortka va boshqa shularga o'xshash asboblardan bajariladi.

Universal parmalash stanoklarining kuniyagi tiplari mavjud. Bir shpindelli stolliparmalash stapoklari kichik diametrli teshiklarga ishlov berish uchun ishlatiladi. Bu stanoklar priborsozlikda keng tarqalgan. Ularning shpindellari katta chastota bilan aylanadi. Vertikal parmalash stanoklari (1-rasm) (stanoklarning asosiy va eng ko'p tarqalgan-tipi) nisbatan kichik o'lchamli detallarga teshiklar parmalash uchun ishlatiladi. Ishlov beriladigan teshikning o'qi bilan asbobning o'qini to'g'ri keltirish uchun bu stanoklarda xomashyoni asbobga nisbatan surish ko'zda tutilgan.

Radial-parmalash stanoklari katta o'lchamli xomashyo (detal)larga teshiklar parmalash uchun mo'ljallangan. Radial parmalash stanoklarida teshiklarning o'qlarini asbobning o'qi bilan to'g'ri keltirish uchun stanokni shpindeli o'zgaras detalga nisbatan siljiriladi.

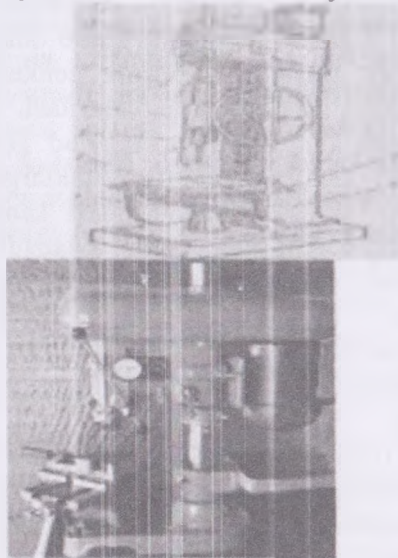
Ko'p shpindelli parmalash stanoklari; bu stanoklar ish unumini bir shpindelli stanoklarga qaraganda anchagina oshirishga imkon beradi.

Chuqur parmalash uchun ishlatiladigan gorizontallik parmalash stanoklari. Parmalash stanoklari guruhiga markazning ko'ndalang kesim yuzalarida markaz teshiklar hosil qilish uchun ishlatiladi. Parmalash stanoklarinipg asosiy o'lchamlari quyidagilar: eng katta shartli parmalash diametri, shpindel konusining o'lchami, shpindelning oralig'i, shpindelning eng katta yurish yo'li, shpindelning ko'ndalang kesimidan stolgacha bo'lgan eng katta masofa, shpindelning ko'ndalang kesimidan fundament plitasigacha bo'lgan eng katta oraliq va boshqalar.

Ana shu yuqorida keltirilgan stanoklarning tiplaridan 2N118 vertikal-parmalash stanogining xarakteristikasi quyidagichadir:

Parmalanishi mumkin bo'lgan teshikning eng katta diametri 18 mm, shpindel konusi Morze 2 shpindelning o'q bo'ylab siljishi mumkin bo'lgan eng katta masofa 150 mm, shpindelsh oralig'i 200 mm, shpindel-1 ning ko'ndalang kesim yuzasidan stolgacha bo'lgan masofa 0 : 650 mm chegarasida o'zgarishi mumkin, shpindelning

aylanish chastotasi 177—2840 ayl./min; shpindelning aylanish chastotalari soni—9; surish qiymati 0,1—0,56 mm/ayl. surishlar soni —6; bosh harakat elektor dvigatelining quvvati 1,5 kv; valining aylanish chastotasi 1420 ayl./min; stanokning massasi 450 kg.



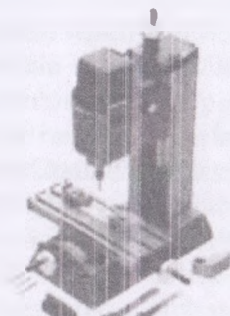
12.2-rasm

Surish harakati esa shpindeldan tishli gildiraklar, surishlar qutisi, tishli uzatma, mufta, chervyakli juft va reykali uzatma orqali shpindel gilzasiga uzatiladi.

### Frezalovchi stanoklari

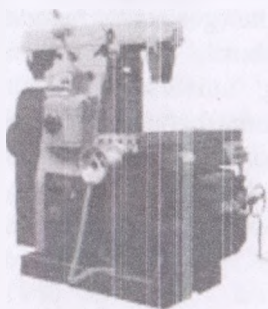
Frezalash stanoklarida har xil shakldagi sirtqi va ichki yuzalarga hamda shakldor aylanma yuzalarga ishlov berish, to'g'ri va vintli ariqchalar ochish, sirtqi va ichki rezbalar Qirqish, tishli gildiraklar ishlash kabi ishlarni bajarish mumkin.

Bu guruh stanoklari konsolli frezalash (gorizontal, vertikal, universal va keng universal) stanoklariga, konsolsiz vertikal-frezalash stanoklariga, bo'ylama-frezalash stanoklari (bir va ikki tirgakli stanoklar)ga, uzluksiz ishlaydigan (karuselli va barabanli) frezalash stanoklariga, nusxa olish, kopirlash-frezalash stanoklari (konturli va hajmli frezalash stanoklari)ga, graverlash-frezalash stanoklariga, ixtisoslashtirilgan stanoklar (rezba frezalash, shponka frezalash, shlots frezalash stanoklari va boshka stanoklar)ga bo'linadi.



12.2-rasm

Hozirgi zamon frezalash stanoklarida bir ancha progressiv konstruktiv yangiliklar bor: osh harakat bilan surish harakati yuritmalari bir-biridan ajratilgan, stolni (barcha o'nalishlarda) tez surish mexanizmi mavjud, ezliklar va surishlar bitta dasta bilan oshqariladi. Stanoklarda uzellar va detallarga nifikatsiyalanadi.



12.3-rasm

Gorizontal ko'n solli frezerlash stanogi:

- 1 — shpindel;
- 2 — opravka;
- 3 — freza;
- 4 — halka;
- 5 — xartum; 6 — stol;
- 7 — aylanuvchi qism;
- 8 — yo'naltiruvchi;
- 9 — konsol;
- 10 — stanina

Bunday konstruksiyadagi stanoklarning konsolli deb atalishiga sabab shuki, stanokning stoli staninaning yo'naltiruvchilari bo'ylab yuqoriga va pastga siljiy oladigan konsolga o'rnatilgan. Konsolli-frezalash stanoklariga gorizontal-frezalash (12.3-rasm), vertikal-frezalash stanoklari, universal va keng universal stanoklar kiradi. Asosiy bajariladigan ishlar uchun mo'ljallangan frezalash stanoklarining asosiy o'lchami stolning ish yuzasidir. Vertikal va gorizontal konsolli frezalash stanoklari stolining ish yuzasi quyidagi o'lchamlarda tayyorlanadi: 125x500, 160x630, 200x800, 250x1000, 320x1250, 400x1600, 500x2000 mm. Stanoklarning universal-frezalash va keng universal modifikatsiyalarida kengligi 200-400 mm ni stol bor. Gorizontal konsolli frezalash stanoklarida shpindelning o'qi gorizontal vaziyatda joylashgan bo'lib, stoli o'zaro perpendikulyar uch yo'nalishda siljiydi. Universal konsolli frezalash

stanoklari tashqi ko'rinishi jihatidan gorizontol frezalash stanoklaridan farq qilmaydi, desa bo'ladi. Ammo ularda buriluvchi stol bo'ladi, bu stol bir-biriga perpendikulyar uch yo'nalishda surila olishdan tashqari, o'zining vertikal o'qi atrofida 45° burchakka burilishi ham mumkin. Bu holda<sup>1</sup> vintli ariqchalar ishlashga va qiyshiq tishli shesternyalar qirqishga imkon beradi. Vertikal konsolli-frezalash stanoklari tashqi ko'rinishi jihatidan gorizontol konsolli-frezalash stanoklaridan shpindeli o'qining vertikal joylashganligi va xartumining yuqligi bilan farq qiladi. Gorizontol stanoklarda Xartum frezalash halqasini tutib turuvchi -kronshteynni mahkamlash uchun xizmat qiladi. Keng universal konsolli frezalash stanoklarida universal konsolli frezalash stanoklarida farqli o'laroq, gorizontol hamda vertikal o'qlar atrofida burila oladigan qo'shimcha shpindel bo'ladi. Ikkita (gorizontol hamda vertikal) shpindelli va gorizontol o'q atrofida burila oladigan stoli keng universal stanoklar ham bor. Keng universal-frezalash stanoklarida shpindel ishlov berilayotgan xomashyoga nisbatan istalgan burchak ostida o'rnatilishi mumkin. Gorizontol, vertikal va universal - frezalash stanoklari konsolli frezalash stanoklarinng asosiy modifikatsiyalari bo'lib, umumiy, asosiy ishlar uchun mo'ljallangan stanoklardir.

### **Universal konsolli-frezalash stanogi**

6M82 markali universal konsolli-frezalash stanogi har xil frezalash ishlarini bajarganda, jumladan vintli ariqchalar frezallashda stanokning stoli o'zining vertikal o'qi atrofida burila oladi. Bu stanokdan bitta-bitta mahsulot ishlab chiqarishda ham, seriyalab mahsulot ishlab chiqarishda ham foydalaniladi.

Stanokning asosiy xarakteristikasini stolining yuzasining o'lchami 320x1250mm, stolning siljishi mumkin bo'lgan eng katta masofa: bo'ylama siljishida 700mm, ko'ndalang (mexanik) siljishida 240 mm va ko'ndalang (dastlab) siljirilishida 260mm, vertikal yo'nalishda siljishida 380 mm, stolining burilishi mumkin bo'lgan eng katta burchak 45° shpindelning aylanishi chastotalari soni 18 (31, 1600ayl/min), stolining surilish qiymatlari soni 18 (bo'ylama yo'nalishida 25-1250 mm/min, ko'ndalang yo'nalishida 25-1250 mm/min) va vertikal yo'nalishda 83-400 mm/min, bosh harakat elektor dvigatelning quvvati N-7 kv., aylanish chastotasi  $p$  -

1440ayl/min; surishlar uchun elektor dvigatelning quvvati N-17kvt., aylanish chastotasi P-1420 ayl/min, stanokning gabarit o'lchamlari 2260X1745X. 1660 mm. Stanokning asosiy qismlari quyidagilardan iborat: fundament plitasi – stanina; staninaning vertikal yo'naltiruvchilari bo'ylab siljiydigan konsol; konsolning yo'naltiruvchilari bo'ylab gorizontal siljiydigan ko'ndalang salazkalar (sirpangichlar); stolni salazkalarning doirasimon yo'naltiruvchilari bo'ylab har tomonga 45° burchakka burish imkonini beruvchi shkalali buriluvchi qismi; buriluvchi qisning yo'naltiruvchilari bo'ylab siljiydigan bo'ylama stol; frezalar halqasining ichini tutib turish uchun mo'ljallangan kronshteynni mahkamlashga xizmat qiladigan xartum; bosh harakat elektor dvigatel; shpindel; tezliklar qutisi; boshqarish mexanizmi bo'lgan surishlar qutisi ham konsol bilan bog'laydigan va stanokning bika 651+652+620 oshirib, tutib turuvchi tirgaklar. Iste'molchining maxsus buyurtmasi bilan tayyorlab beriladigan tirgaklar, stoykalar faqat og'ir ishlarni bajarishdagina o'rnatiladi. Bu stoykalarni ishlatish stanokni boshqarish bir qadar yomonlashtiradi. Stanokda bo'ladigan bosh harakat – freza shpindelning aylanma harakati bo'lib, bu harakat elektor dvigatel 54134 211000 P (1440 ayl/min) olinadi, elektor dvigatel tezliklar qutisi orqali shpindelga o'n sakkiz xil aylanish chastotasi beradi. Shpindelning aylanish, yo'nalishi elektor dvigatelni reverslash yo'li bilan o'zgartiriladi. Surish harakati ayrim elektor dvigatelidan N-17 kvt., P-1440 ayl (min) olinadi. Stanokning surishlar qutisi stolni; shpindel o'qidagi perpendikulyar bo'lgan bo'ylama yo'nalishda, shpindel o'qiga parallel bo'lgan ko'ndalang yo'nalishda va vertikal yo'nalishda mexanik ravishda siljitish imkonini beradi. Maxsus mavjud bo'lgan blokirovka qurilmalari bir vaqtning o'zida bir necha harakatni ishga solishi imkon bermaydi.

### **O'z-o'zini tekshirish va mustahkamlash uchun savollar:**

1. Kesib ishlash deb nimaga aytiladi?
2. Kesib ishlashning nechta turi mavjud?
3. Kesib ishlash rejimlarining elementlariga nimalar kiradi?

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. "Materialshunoslik asoslari" F.R.Norxodjayeov 2007
2. "Konstrukcion materiallar texnologiyasi" V.A. Mirboboyev T.: «O'qituvchi» - 2004
3. "Materialshunoslik" I.Nosirov. Toshkent. 1993
4. Materiallarni kesib ishlash, kesuvchi asboblar va stanoklar. A.S.Iskandarov T.: «Fan va texnologiya « 2004
5. Foundations of materials science and engineering, William F.Smith 2013
6. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
7. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
8. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

## GLOSSARIY

№	O'zbek tili	Izoh
1	Metallar	Temperatura pasaygan sari elektor o'tkazuvchanligi ortadigan issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, bog'lanuvchan va o'ziga xos yaltiroqlikka ega bo'lgan elementlar moddalar deb ataladi.
2	Kristall panjara	Kristallarni tashkil etgan zarrachalar shu kristallarni hajmida batartib geometrik tarzda joylashadi, bu joylashish kristall panjara deb aytiladi
3	Metallarning qattiqligi	Bir metallning boshqa bir qattiqroq metallni botishiga qarshilik ko'rsatish xossasiga aytiladi
4	Qora metallar	asosan temir, hamda uning qotishmalari (cho'yanlar, po'latlar)
5	Rangli metallar	temirdan boshqa barcha metallar guruhi (mis, rux, alyuminly va b )
6	Metallning puxtaligi	metallning deformatsiyaga ko'rsatadigan qarshiligi;
7	Allotropiya	Metallarning qattiq holatga turli Kristall shakllarga ega bo'lish xossasiga aytiladi
8	Metall qotishmalar	Bir necha xil metallarni yoki metallarni metall bo'lmagan jismlar bilan suyuqlantirib (yoki qizdirib) aralashtirish natijasida olingan murakkab modda.
9	Qattiq eritmalar	Bir jinsli suyuq eritmalarining qattiq holatga o'tishi.
10	Kimyoviy birikmalar	Turli metallardan yoki metall va metallmas moddadan hosil bo'lgan qotishma.
11	Mexanik aralashmalar	Komponentlar suyuq holatda bir-birida eriydigan, qattiq holatda erimaydigan va o'zaro kimyoviy birikma hosil qilmaydigan qotishmalar;
1213	Qotishmalarining holat diagrammalari	Qotishmalar holatining harorat va konsentratsiyaga qarab o'zgaruvini ko'rsatuvchi diagramma
14	Uglerodli asbobsozlik	Turli kesim, o'lchov asboblari va shtamplar

	po'latlari	tayorlash uchun ishlatiladigan sifatli va yuqori sifatli po'latlar
15	Legirlangan po'latlar	Tarkibida ataylab qo'shilgan elementlar (masalan, xrom, nikel, molibden, volfram, vanadiy va b) yoki ortiqcharoq miqdorda doimiy qo'shimchalar bo'lgan po'latlar
16	Olovbardosh po'latlar	yuqori ( $550^{\circ}\text{C}$ danbaland) haroratlarda gazlar ta'siri ostida yemirilmaydigan po'latlar;
17	Metallarning mexanik xossalari	Tarkibida ataylab qo'shilgan elementlar (masalan, xrom, nikel, molibden, volfram, vanadiy va b) yoki ortiqcharoq miqdorda doimiy qo'shimchalar bo'lgan po'latlar
18	Kukun materiallar	Metall va metallmas materiallar kukunlari kukunli materiallar deyiladi
19	Qattiq qotishmalar	Tarkibi juda maydavolfram korbida va kobalt elementi aralashmalaridan iborat bo'lgan, qattiqligi va ishqalanib yemirilishga chidamliligi yuqori darajada bo'lgan materiallar.
20	Mineralokeramik qattiq qotishmalar	o'z tarkibida alyuminiy oksidi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) bo'lgan mineral materialni preslash va pishirish yo'li bilan olinadigan materiallar.
21	Quyma qattiq qotishmalar	Detallarning tez yeyladigan ish yuzalariga gaz alangasi yoki elektr-yoyi yordamida suyuqlantirilib qo'yiladigan materiallar.
22	Termik ishlash	- qotishmalarni ma'lum haroratlarga qizdirish, shu haroratlarda ma'lum vaqt tutib turish, so'ngra esa ma'lum tezlik bilan sovitish yo'li bilan uning tuzilishini (strukturasini) va xossalarni o'zgartirish jarayoni;
23	Po'latni yumshatish	Po'latni ma'lum haroratgacha qizdirib, shu haroratga zarur payt tutib turilgandan keyin sekin sovitish jarayoni;
24	Po'latni normallash	O'z tarkibida alyuminiy oksidi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) bo'lgan mineral materialni preslash va pishirish yo'li bilan olinadigan materiallar.

25	Plastmassalar	Organik polimer bog'lovchilar asosida olinadigan sun'iy materiallar.
26	Termikishlash	qotishmalarni ma'lum haroratlarga qizdirish, shu haroratlarda ma'lum vaqt tutib turish, so'ngra esa ma'lum tezlik bilan sovitish yo'li bilan uning tuzilishini (strukturasini) va xossalarini o'zgartirish jarayoni;
27	Po'latni yumshatish	Po'latni ma'lum haroratgacha qizdirib, shu haroratga zarur payt tutib turilgandan keyin sekin sovitish jarayoni;
28	Po'latni normallashtirish	O'z tarkibida alyuminiy oksidi ( $Al_2O_3$ ) bo'lgan mineral materialni preslash va pishirish yo'li bilan olinadigan materiallar.
29	Martensit	Austinetni taxminan $240^{\circ}C$ gacha sovitganda hosil bo'ladigan, uglerodning alfa temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasidan iborat, juda qattiq va mo'rt struktura
30	Metallning sovish egri chizig'i	Metallning sovish jarayonida uning issiqligining o'zgarishini ko'rsatadigan grafik tasvir;
31	Metall donalari	Muntazam geometrik shakli buzilgan kristallitlar;
32	Likvidus nuqtasi	Qotishmaning kristallana boshlash haroratini ko'rsatuvchi nuqta,
33	Solidus nuqtasi	o'z tarkibida alyuminiyoksidi ( $Al_2O_3$ ) bo'lgan mineral materialni preslash va pishirish yo'li bilan olinadigan materiallar.
34	Payvandlash	Iqtisodiy jihatdan samaradori joriy ish unumdorligiga ega bo'lgan texnologik jarayonli mashinasozlikning barcha sohalarida, jumladan avtomobilsozlikda va qurilishda keng qo'llaniladi.
35	Kesib ishlanuvchanlik	- Metall va qotishmalarning payvandlashda puxta va zich birikma hosil qila olish xususiyati;

MUNDARIJA

<b>KIRISH</b>	<b>3</b>
<b>I BOB. MATERIALSHUNOSLIK VA KONSTRUKSION MATERIALLAR FANINING RIVOJLANISHI VA MEHNAT TA'LIMIDAGI O'RNI</b>	<b>5</b>
Materialshunoslik va konstruksion materiallarni o'rganish, fanning maqsad va vazifalari	5
Metallarning kristallanishi, metall allotropik shakl o'zgarishlari	7
<b>II BOB. METALL VA METALLMAS MATERIALLAR. QORA VA RANGLI METALLAR, METALLARNING XOSSALARI</b>	<b>27</b>
Metallarning xossalari	28
<b>III BOB. QOTISHMALAR. QOTISHMALAR TO'G'RSIDA UMUMIY MA'LUMOT. QOTISHMALARNING XOSSALARI</b>	<b>38</b>
Qotishmalar haqida asosiy ma'lumotlar	38
Mexanik aralashma, kimyoviy birikma, qattiq eritma	41
Temir-uglerod qotishmasining holat diagrammasi	43
Temir uglerodli qotishmalar, po'latlarning turlari, ishlatilishi. Legirlangan po'latlar	51
Ranqli metall va ularning qotishmalari. Alyuminiy va uning qotishmalari	59
<b>IV BOB. KUKUNLI, MINERALOKERAMIK VA G'OVAKLI MATERIALLAR</b>	<b>74</b>
Kukunli materiallar va ularni olish. Mineralokeramik materiallar va g'ovakli materiallar	74
Kukun materiallarining turlari va xossalari	75
<b>V BOB. METALL VA QOTISHMALARGA TERMİK VA KIMYOVIY-TERMİK ISHLOV BERISH</b>	<b>85</b>
Po'latlarga termik ishlov berish turlari	85
Kimyoviy ishlov berish to'g'risida umumiy ma'lumot. Po'latlarni Sementitlash. Po'latlarni azotlash va siqitlash	96
<b>VI BOB. METALL KORROZIYASI VA UNGA QARSHI KURASH USULLARI. KORROZIYA TURLARI VA UNING OLDINI OLISH YO'LLARI</b>	<b>101</b>
Kam uglerodli po'latlar. O'ta mustahkam kam uglerodli po'latlar	101
O'ta mustahkam kam uglerodli po'latlar	102
<b>VII BOB. METALLMAS MATERIALLAR. YOG'UCH MATERIALLAR, POLIMER MATERIALLAR, XOSSALARI, ISHLATILISHI</b>	<b>110</b>
Metallmas materiallar to'g'risida umumiy tushuncha	110
Rezina materiallar. Rezina turlari tarkibi xossasi va ishlatilishi	116
Yog'och materiallari turlari va xossalari	122

<b>VIII BOB. METALLURGIYA JARAYONI TO'G'RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR. DOMNA PECHINING TUZILISHI. DOMNA PECHINING MAHSULOTLARI</b>	<b>131</b>
Metallurgiya to'g'risida umumiy tushuncha. Domna pechining tuzilishi. Domna pechini mahsulotlari	131
Po'lat olishning zamonaviy usullari, kislorodli konvertor, Marten va elektor pechlarida po'lat ishlab chiqarish	139
<b>IX BOB. QUYMAKORLIK. QUYISH MATERIALLARI, QUYMAKORLIK TEXNOLOGIYASI.</b>	<b>148</b>
<b>PO'LATLARNI QUYISH USULLARI</b>	<b>148</b>
Po'latlarni ustidan quyish. Po'latlarni ostidan quyish. Po'latlarni uzluksiz quyish	148
Quyimalarda uchraydigan asosiy nuqsonlar	160
<b>X BOB. METALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH. METALLARNI PROKATLASH, BOLG'ALASH VA HAJMIY SHTAMPLASH</b>	<b>162</b>
Metallarni bosim bilan ishlash	162
Bolg'alash	170
Shtamplash	172
<b>XI BOB. METALLARNI PAYVANDLASH. PAYVANDLASH TURLARI VA PAYVAND BIRIKMALARI</b>	<b>174</b>
Payvandlash to'g'risida umumiy tushuncha	174
Elektor yoyi yordamida payvandlash usuli	175
<b>XII BOB. METALLARGA MEXANIK ISHLOV BERISH TO'G'RISIDA MA'LUMOT. METALLARNI MEXANIKAVIY KESIB ISHLASH TURLARI, METALL KESISH STANOGLARI VA ASBOBLAR</b>	<b>183</b>
Kesib ishlash to'g'risida tushuncha	183
Kesish jarayonida keskichga ta'sir etuvchi kuchlar	187
Asosiy metall kesuvchi stanoklar va ularning ishlatilishi	188
Tokarlik-vint qirgish stanoklari	190
Parmalash stanoklari	193
Universal konsolli-frazalash stanogi	194
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR</b>	<b>198</b>
<b>GLOSSARIY</b>	<b>199</b>

**Ergashev Dilshod Unarovich  
Abduqodirov Gayrat  
Tursunboyev Nurbek Islombekovich**

**MATERIALSHUNOSLIK VA  
KONSTRUKSION MATERIALLAR  
o'quv qo'llanma**

**Toshkent - "INNOVATSIYA-ZIYO" – 2019**

**Muharrir Xo'saidov F.B.**

Nashriyot litsenziyasi A1 № 023, 27.10.2018  
Bosishga 5.12.2019 da ruxsat etildi Bichimi 60x90.  
"Times New Roman" garniturasida  
Ofset bosma usulida bosildi  
Shartli bosma tabog'i 13 Nashr bosma tabog'i 12,75.  
Adadi 100 nusxa

