

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

F. R. NORXUDJAYEV

METALLSHUNOSLIK ASOSLARI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

*Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent – 2007*

34.2 q 22

*Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv metodik
birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi
Kengash nashrga tavsiya etgan*

Taqrizchilar:

*N.S. Salijonova – texnika fanlari doktori;
A. Nazarov – Mirzo Ulug'bek nomidagi sanoat kasb-hunar kolleji
kasb ta'limi bo'yicha direktor o'rinbosari, maxsus fan o'qituvchisi.*

20 07 A 4222	Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston Mb
-----------------	----------------------------------------------

HO 33496
391

O'quv qo'llanma «Prokat ishlab chiqarish», «Qora va rangli metallarga ishlov berish» mutaxassisligi bo'yicha ta'lim olayotgan kasb-hunar kolleji talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, metallarning kristall tuzilishi, plastik deformatsiyalanishi, xossasi, qotishmalarni holat diagrammasi, temir qotishmalari, po'lat va cho'yanlar, metall va qotishmalarning termik va kimyoviy-termik ishlash texnologiyasi, kukun metallurgiyasi asosida qattiq qotishmalar olish haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

N 030108000-162 – 2007
360/04/-2006

ISBN 978-9943-05-044-0

© Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007-y.

KIRISH

Metallarning insoniyat taraqqiyotida alohida o'rni bor, albatta. Zamonaviy hayotni ularsiz tasavvur qilish qiyin. Ming yillar avval inson metallardan foydalanishni va ularni tabiiy birikmalardan olishni o'rganib olgan. D.I.Mendeleyev davriy sistemasining to'rtidan uch qismini metallar tashkil etadiki, ularning o'ndan ortig'i sanoat va ishlab chiqarishda keng ko'lamda ishlatilib kelinadi. Qolganlarining esa turli sohalarda ishlatish salmog'i asta-sekin oshib bormoqda.

Fan-texnika taraqqiyotining o'sishi natijasida sanoatning barcha tarmoqlari, ayniqsa, mashinasozlik, metallurgiya sanoati rivojlanib bormoqda. Bu sanoat korxonolari ishlab chiqarilayotgan metallarning asosiy iste'molchisi hisoblanadi. Shu sababli uning rivojlanishi arzon, puxta, ishlatish qulay bo'lgan yangidan-yangi metallarni izlab topish, ularning xossalarini zaruriy yo'nalishda o'zgartirish texnologiyasini ishlab chiqishni taqozo etadi.

Bu vazifalarni yechishda, avvalo, texnika va texnologiya sohasidagi, jumladan, «Prokat ishlab chiqarish», «Qora va rangli metallarga ishlov berish» mutaxassisligi bo'yicha kasb-hunar kollejarida tahsil olayotgan talabalarni «Metallshunoslik asoslari» fanidan chuqur bilim olishlarini ta'minlash va ular uchun materiallar xossalarini atroflicha tahlil qila olish imkoniyatini yaratish zarur.

Metallning tarkibi, tuzilishi hamda xossalari o'rtasidagi amaliy bog'lanishlarni o'rganadigan fan *metallshunoslik* deb ataladi. Materialning tarkibi deganda, shu materialning qanday kimyoviy elementlardan tashkil topganligi tushuniladi. Kundalik turmushimizda materiallar aksariyat, birgina kimyoviy elementdan emas, balki ko'p elementlarning majmui yoki birikmasidan iboratdir. Bularga misol qilib, metall asosli qotishmalarni kiritish mumkin.

Qotishmalar metall va nometall elementlardan tashkil topgan moddalar hisoblanadi. Qotishmalar toza metallarga nisbatan xossalari jihatidan ustun turadi. Ba'zi qotishmalar zichligini kattaligi, yuqori bosim va haroratlarga chidamliligi bilan, ba'zilari esa yuqori plastikligi, yaxshi shtamplanuvchanligi va payvandlanuvchanligi bilan ajralib turadi.

Materiallarning xossalari deganda, uning kimyoviy, fizik, mexanik va boshqa jihatlari tushuniladi.

Umuman «Metallshunoslik asoslar» fani qora va rangli metallarni, ularning kristallanishi, metall va qotishmalarni ichki tuzilishi, xossalari, markalanishi, ishlatilishi hamda sanoatda qo'llaniladigan metall materiallari haqida asosiy bilimlarni beradi va shu bilan birga uglerodli, legirlangan, asbobsozlik, maxsus po'lat, cho'yanlar, rangli metall va qotishmalarga hamda ularga termik, kimyoviy-termik va boshqa ishlov berish texnologiyalarini o'rgatadi.

Bu fan fizika, kimyo, metallurgiya, konstruksion materiallar texnologiyasi va boshqa shunga o'xshash fanlar bilan uzviy bog'langan.

Yangi texnika, materiallar, ilg'or texnologik jarayonlarni yaratish, ularni ishlab chiqarishga joriy qilish asosida fan-texnika taraqqiyotini, ayniqsa, sanoatni rivojlantirish ushbu fan oldiga quyidagi vazifalarini hal etishni qo'yadi: metall mahsulotlarini sifat va assortimentini yaxshilash; yangi konstruksion materiallar, metall kukunlari asosida tanlanadigan qoplama va buyumlar ishlab chiqarishni ko'paytirish; talab etilgan xossalar majmuiga yangi kompozitsion materiallar ishlab chiqarishni rivojlantirish; kam chiqindi chiqadigan, kam operatsiyali texnologik jarayonlarini qo'llash; metall xossalari keskin yaxshilashni ta'minlaydigan ishlov berish texnologiyalarining samarali usullaridan foydalanish va boshqalar.

Metallshunoslik asoslari fani taraqqiyotida juda ko'plab olimlarning izlanishlari, ixtirolari alohida o'rin tutadi. Angliyada avval G.Bessemer (1856), so'ngra S. Tomas (1878), Fransiyada esa P.Marten (1864) kabi ixtirochilar po'lat olishning yangi usullarini yaratishi bunga yorqin misoldir.

XVIII asr oxiri XIX asr boshlariga kelib mashinasozlik juda taraqqiy etishi natijasida, metallarga bo'lgan talab oshib ketdi.

«Metallshunoslik asoslari»ni fan sifatida takomillashishida rus olimi D.K. Chernov (1839 – 1921)ning fazalar o'zgarishi haqidagi nazariyasi juda katta turtki bo'lgan bo'lsa, bu fanning rivojlani-shiga A.Ledebur (nemis olimi)ning metallar strukturasi tushun-chasi, ingliz fiziklari F.Laves hamda V.Yum-Rozerning yangi fazalarni kashf etishi muhim ahamiyat kasb etdi. Metallshunoslik taraqqiyotiga, ayniqsa, ilmiy-tadqiqotlarning yangi usullarining kashf etilishi katta ta'sir etdi. Rentgen nurlarining metallar kristall tuzilishini o'rganishga qo'llanilishi, metall strukturasi metal-lografiya usulida (mikroskoplar yordamida) o'rganish bu soha rivojiga katta samara berdi. Bu kabi izlanishlar natijasida kristal-lanish nazariyasi yuzaga keldi.

Ichki yonuv dvigatellarining kashf etilishi, shuningdek, avto-mobil sanoati, temir yo'l transporti hamda havo flotining taraqqiyoti materiallar xossalari yaxshilashni, uni qayta ishlash sanoatining takomillashishini taqozo etdi. Natijada takomillashgan domna va po'lat eritadigan marten pechlari barpo etildi, sanoat miqyosida prokatlangan yarim fabrikat va materiallar ko'plab ishlab chiqarila boshlandi.

Po'latlarni payvandlash mumkin ekanligini olimlar — N.N. Benardos va N.G Slavyanov ilmiy asosda isbotlab berdi. Ikki elektrod o'rtasida yoy hosil qilish kashfiyoti esa metall qotish-malarni eritish imkonini berdi.

Materiallar mustahkamligi va puxtaligini oshirish bilan bog'liq bo'lgan yangi usullar yuzaga keldi. Termik ishlov ta'sirida plastik deformatsiyalanish, ya'ni termomexanik ishlov usuli, korroziyaga bardosh, olovga bardosh hamda maxsus magnit xossalari ega bo'lgan, hattoki avvalgi ma'lum geometrik formalarini «esida» saqlab qoladigan qotishmalar kashf etildi.

Hozirgi ilmiy-texnika taraqqiyoti puxta va yengil materiallar ishlab chiqarishni va bu metallshunoslik fani oldiga qo'yilgan asosiy vazifa — turli komponentlardan iborat bo'lgan materiallarni ishlab chiqarishning ilmiy asoslarini yaratishni taqozo qiladi. Chunki mashina mexanizmlarining yangi konstruksiyalari oldiga, ularda qo'llanilgan materialning solishtirma og'irligini kamaytirish, tezlikni oshirish, ishlab chiqarish jarayonining ekologik tozaligini ta'minlash, konstruksiyaning ishlash muddatini oshirish kabi talablar qo'yimoqda.

I BOB.

METALLARNING TUZILISHI VA XOSSALARI

1.1. METALLAR VA ULARNING ASOSIY XOSSALARI

Metall va ularning qotishmalari ishlab chiqarishda asosiy material sanaladi va ular metall yaltiroqligiga ega plastik modda hisoblanib, ularning qotishmalarini fanda ikkita guruhga bo'lish qabul qilingan:

1. Temir va uning qotishmalari. Ularga po'lat va cho'yanlar kiradi.

2. Qolgan barcha metallar, ya'ni Al, Cu, Ti, Ni, Mo, V, Cr, Mn, Mg, Co, Ag, Sn, W, Hg, Pb, Au va boshqalar rangli metallar deyiladi.

Sanoatda ko'proq qora metallar ishlatiladi. Konstruksion va asbobsozlik materiallarining kamida 90—95% i temir asosli qotishmalardan tayyorlanadi. Chunki temir yer yuzida ko'p tarqalgan, narxi arzon, yuqori texnologiya va mexanik xossalarga ega bo'lgan metalldir. Rangli metall va qotishmalarning narxi temirga nisbatan ancha qimmat. Kobalt, nikel, marganes kabi metallar ham temir guruhidagi metallarga kiritiladi.

Rangli metallar xossasiga va ishlatilishiga qarab, bir necha guruhlarga bo'linadi:

1) kichik solishtirma og'irlikka (zichlikka) ega yengil rangli metallar, bular Be, Mg, Al, Ti va boshqalar;

2) oson eriydigan rangli metallar — Zn, Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi va boshqalar;

3) qiyin eriydigan rangli metallar, ularni erish temperaturasi temirga (1539°C) nisbatan yuqori—Ti, Cr, Jr, Mo, W, V va boshqalar;

4) kimyoviy inertlikka ega bo'lgan nodir metallar — Ph, Pd, Ag, Os, Pt, Au va boshqalar;

5) atom texnikasida qo'llaniladigan uran metallar — U, Th, Pa;

6) siyrak yer metallari — La, Nd, Pr va boshqalar;

7) ishqor yer metallar — Li, Na, K bo'lib, ular asosan yadro reaktorlarida issiqlik tashuvchi vazifasini o'taydi.

Barcha metallar va ularning qotishmalari kristall jismlardan iborat. Metallarda atomlar (ionlar) ma'lum tartibda, amorf jismlarning atomlari esa betartib joylashgan.

Metallar qattiq holatda va qisman suyuq holatda quyidagi xossalarga ega bo'ladi:

- yuqori issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka;
- musbat elektr qarshilikni temperatura koeffitsientiga;
- termoelektron emissiyasiga, ya'ni qizdirilganda o'zidan elektron chiqarish qobiliyatiga;
- yaxshi metall yaltiroqligiga;
- yaxshi plastik deformatsiyalanish qobiliyatiga va boshqalarga.

Yuqorida qayd etilgan xossalar moddaning metall holatini ko'rsatadi.

Oddiy struktura holatidagi toza metallar kichik mustahkamlikka ega bo'lib, talab qilingan xossani ta'minlay olmagan uchun, ular sanoatda kam, qotishmalar esa ko'proq qo'llaniladi. *Qotishma* deb, kamida ikkita va undan ortiq metallar yoki nometallardan tashkil topgan moddaga aytiladi.

Qotishmalarni hosil qiluvchi kimyoviy elementlar *komponentlar* deyiladi. Qotishma kamida ikkita va undan ortiq komponentlardan tashkil topadi va bularga po'lat, cho'yan, latun va bronzani misol tariqasida sanab o'tish mumkin.

Metall qotishmaning tuzilishi toza metallnikiga qaraganda ancha murakkabdir.

«Metallshunoslik asoslari» fanida «sistema» (tizim), «faza» va «struktura» degan tushunchalar ko'p ishlatiladi.

Sistema — muvozanat holatdagi fazalarning yig'indisi.

Faza — bir xil tarkibga, kristall tuzilishga, xossaga va agregat holatga ega bo'lgan sistemaning bir xil (gomogen) tarkibiy qismidir.

Struktura — metall va qotishmalardagi fazalarning shakli, o'lchovi va o'zaro joylashish xarakterini ko'rsatuvchi tomonidir.

1.2. METALLARNING KRISTALL TUZILISHI

Sanoatda turli xil detallarni tayyorlash uchun metall tanlashda, uning kimyoviy tarkibi, tuzilishi, mexanik, fizik-kimyoviy va texnologik xossalarini bilish, shuningdek, undan foydalanish sharoitlarini, mashinalarning ishlash xususiyati hamda puxtaligiga ta'sir qiluvchi kuch va boshqa omillarni hisobga olish zarur.

Atomlar o'zaro joylashishiga qarab, amorf va qattiq jismlarga bo'linadi. Kristall jismlar qizdirilganda ma'lum temperaturagacha (suyuqlanish temeperaturasigacha) qattiq kristall holatda, keyin bu temperaturadan ozgina ko'tarilganda esa, ular suyuq holatga o'tadi. Amorf jismlar qizdirilganda katta temperatura oralig'ida yumshaydi; avval ular qovushqoq bo'lib, so'ngra suyuq holatga o'tadi.

Metallarning kristallik strukturasi bayon qilish uchun kristall panjara tushunchasidan foydalaniladi. Kristall panjara — xayoliy fazoviy to'r bo'lib, uning tugunlarida metall hosil qiluvchi atomlar (ionlar) joylashadi. Kristallni hosil qiluvchi modda zarralari (ionlar, atomlar) fazoda davriy ravishda takrorlanib turadigan ma'lum geometrik tartibda, amorf jismlarda esa atomlar fazoda betartib, xaotik tarzda joylashgan. Bunday jismlarga shisha, smola, kanifol, yelim kabilar kiradi.

Moddalarning kristall panjara tugunlarida joylashgan zarrachalarning xiliga, ularni o'zaro bog'lovchi kuchlarga ko'ra molekulyar, atom, ion va metall bog'lanishlarga ajratiladi.

Molekulyar bog'lanishda kristall panjara tugunlaridagi molekularlar o'zaro molekulyar kuchlar hisobiga bog'lanadi. Bu bog'lanish moddalariga asosan metallmas materiallar, organik va bir qancha anorganik moddalar kiradi va ushbu moddalar molekularini o'zaro bog'lovchi kuchlar kichikligi sababli ular unchali puxta va qattiq bo'lmaydi, oson suyuqlanadi.

Atom bog'lanishda kristall panjara tugunlarida joylashgan atomlar o'zaro tortishish kuchlari hisobiga bog'lanadi. Bu bog'lanishdagi moddalarga olmos, kremniy va ba'zi neorganik birikmalar kiradi, ular juda qattiq, suyuqlanish temperaturasi yuqori, amalda hech qanday eritmalarda erimaydi.

Ion bog'lanishda kristall panjara tugunlarida musbat va manfiy zaryadli ionlar ketma-ket tartibda joylashib, o'zaro elektrostatik

tortishish kuchlari hisobiga bog'lanadi. Bu bog'lanishli moddalarga ko'pgina tuzlar, ba'zi oksidlar misol bo'lib u moddalar molekulyar bog'lanishdagi moddalarga nisbatan puxtaroq, suyuqlanish temperaturasi esa yuqoridir.

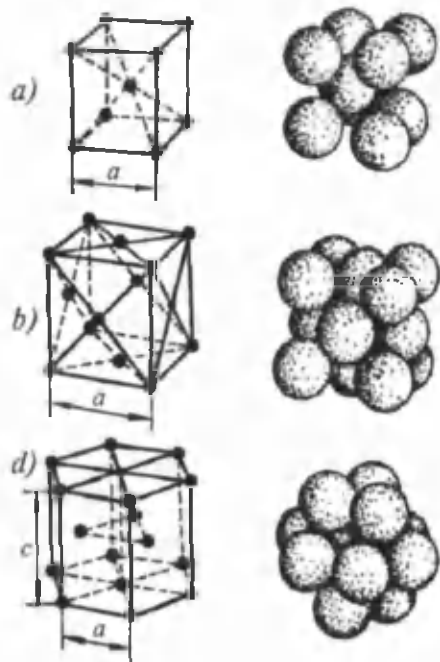
Metall bog'lanishda kristall panjara tugunlarida metall atomlarining musbat ionlari joylashib, ular orasida esa elektronlar erkin harakat qilib o'zaro bog'lanadi. Ana shu metall bog'lanishdan kelib chiqib, metallda kristall panjara quyidagicha shakllanadi. Metall suyuq holatdan qattiq holatga o'tayotganda atomlar orasidagi masofa qisqaradi, ularning o'zaro ta'sir kuchi ham ortadi. Atomlarning o'zaro ta'sirlashish xarakteri, ularning tashqi elektron qobiqlarining tuzilishi bilan aniqlanadi. Atomlar yaqinlashganda bir atomning valentli elektronini boshqa atomning musbat zaryadlangan yadrosiga o'tishi natijasida tashqi qobiqda joylashgan elektronlarning o'z atomlari bilan bog'lanishi yo'qoladi. Hech bir atomga tegishli bo'lmagan erkin elektronlar hosil bo'la boshlaydi va qattiq holatdagi metall erkin elektronlar bilan qurshab olingan musbat ionlardan tashkil topgan strukturadan iborat bo'ladi.

Metalldagi bog'lanish elektrostatik kuchlar bilan amalga oshiriladi, ionlar va erkin elektronlar o'rtasida elektrostatik tortishish kuchlar hosil bo'lib, bu kuchlar ionlarni to'plab turadi. 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.

Sanoatda ishlatiladigan metallarda quyidagi kristall panjaralar keng tarqalgan: (1.1-rasm): hajmi markazlashgan kub panjara (1.1-*a* rasm); yoqlari markazlashgan kub panjara (1.1-*b* rasm); geksagonal (olti yoqli prizma ko'rinishidagi) panjara (1.1-*d* rasm).

Hajmi markazlashgan kub panjarada 9 ta atom bo'lib, ulardan 8 tasi panjaraning uchlarida, 1 tasi markazida joylashgan. Bunday panjaraga xrom, volfram, vanadiy, 1400°C dan yuqori va 900°C gacha temperaturada temir (Fe) ega bo'ladi (1.1-*a* rasm).

Yoqlari markazlashgan kub panjarada 14 ta atom bo'lib, bulardan 8 tasi kub uchlarida va 1 tadan har bir yoq markazida joylashgan. Bu panjaraga 900°C dan 1400°C gacha temperatura



1.1- rasm. Fazoviy kristall panjaralar:

- a* — hajmi markazlashgan kub panjara;
b — yoqlari markazlashgan kub panjara;
d — geksogonal panjara.

oralig'ida Fe hamda Cu, Ni, Al va boshqalar ega bo'ladi (1.1-*b* rasm).

Olti yoqli prizma ko'rinishidagi geksogonal panjarada 17 ta atom, bundan 12 tasi prizma uchlarida, 2 tasi prizma asoslari markazida, 3 tasi prizma ichida joylashadi. Bunday panjara magniy, rux kabi metallarda uchraydi (1.1-*d* rasm).

Har xil turdagi kristall panjaralarda atomlarni egallagan joyi, ya'ni zichligi har xil. Masalan, yoqlari markazlashgan kub va geksogonal panjaralarda atomlar 74%, hajmi markazlashgan kub panjarada esa 68% joyini egallaydi.

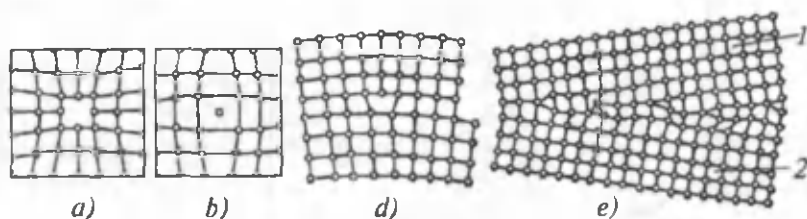
Kristall panjaraning o'lchamlari panjarani davri (parametr) orqali xarakterlanadi. *Panjara davri* — elementar yacheyka tomonlaridagi atomlar orasidagi masofadir va bu nanometrlarda o'lchanadi ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}=0,1\text{\AA}$). Kub panjaraning davri kub tomoni bilan, geksogonal panjaraniki olti burchakning tomoni va prizmaning balandligi bilan xarakterlanadi.

Bundan tashqari, elementar kristall yacheyka koordinatsion son bilan ham ifodalanadi. Koordinatsion son tanlangan atomga nisbatan eng yaqin turgan atomlar sonidir. Hajmi markazlashgan kub panjarada koordinatsion son 8 ga, yoqlari markazlashgan kub kristall va geksogonal panjarada esa bu son 12 ga teng bo'ladi.

1.3. KRISTALL PANJARADAGI NUQSONLAR

Kristall panjarada atomlarning noto'g'ri joylashishi oqibatida, kristallarda doim nuqsonlar mavjud. Kristall tuzilishidagi nuqsonlar geometrik belgilariga ko'ra nuqtaviy, chiziqli va sirtqi bo'ladi (1.2-rasm). Ma'lumki, atomlarning kristall panjara tugunlari atrofida tebranma harakat amplitudasi ortadi. Ushbu kristall panjaraning ko'pgina atomlari bir xil amplituda bilan tebranadi.

Biroq, ayrim atomlarda o'rtacha energiyadan ko'proq energiya hosil bo'lib, ular bir joydan boshqa joyga suriladi. Sirtqi qatlam atomlari juda oson surilib, sirtga chiqadi. Bunday atomning egallagan o'rni *vakansiya* deyiladi (1.2-*a* rasm).



1.2- rasm. Kristallardagi nuqsonlar:

a — vakansiya; *b* — singdirilgan atom;

d — chegaraviy chiziqli dislokatsiya;

e — 1 va 2 zarra chegarasida atomlarning noto'g'ri joylashishi.

Ma'lum vaqt o'tgach, bu yerga qo'shni qatlamning atomlaridan biri suriladi va h.k. Vakansiya kristallning ichki qismiga siljiydi. Harorat ko'tarilishi bilan vakansiyalar soni ortib, ular ko'pincha bir tugundan ikkinchi tugunga suriladi. Metallarda sodir bo'ladigan diffuzion jarayonlarda vakansiyalar muhim rol o'ynaydi.

Kristall panjara tugunidagi atom (1.2-*b* rasm) va o'rnini almashtirgan atom nuqtaviy nuqsonlarga kiradi. Kristall panjarada bir metall atomining o'rnini boshqa begona atom egallab olganda o'rnini almashtirgan atom hosil bo'ladi.

Kristall panjarada nuqtaviy nuqsonlar mahalliy qiyshayishlar hosil qiladi.

Chiziqli nuqsonlar kristall panjaraning bir qismi boshqa qismiga nisbatan bir 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 qismida go'yo ortiqcha atom tekisligi (ekstrotekislik) yuzaga keladi. Surilish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan elektrotekislik chekkasi *chegara* yoki *chiziqli dislokatsiya* deb ataladi (1.2-d rasm). Dislokatsiyaning uzunligi bir necha ming atom oralig'i masofasiga teng bo'lishi mumkin. Dislokatsiya eng kichik o'lchamga ega bo'lib, bir necha atom oralig'iga tengdir.

Dislokatsiya zonasida kristall panjara elastik buzilgan bo'ladi, chunki bu zonadagi atomlar o'zining muvozanat holatiga nisbatan surilgan. Dislokatsiyalar uchun ularning yengil suriluvchanligi xarakterlidir. Bu holat dislokatsiyani hosil qiluvchi atomlarning muvozanat holatga surilishiga intilishi bilan tushuntiriladi. Dislokatsiyalar metallarning kristallanishi jarayonida, plastik deformatsiyalanganda, termik ishlov berilganda va boshqa holatlarda hosil bo'ladi.

Sirtqi nuqsonlar ayrim kristallar orasidagi bo'linish chegarasidan iborat (1.2-e rasm) bu bo'linish chegarasida kristall atomlari hajmining boshqa yerdagiga nisbatan noto'g'riroq joylashishi oqibatida kuzatiladi. Bo'linish chegaralarida dislokatsiya va vakansiyalar to'planadi, atomlarning joylashish tartibi ko'proq buziladi. Bunda kristallarning yo'nalishlari buzilib, ular bir-biriga nisbatan bir necha o'nlab gradusga burilishi mumkin. Kristall panjaradagi nuqsonlar metall xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Kristallar anizotropiyasi. Metallarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri kristall panjara tekisliklarining turli yo'nalishlarida mexanik xossalarining bir xil emasligidir. Metallarning bu xossasi *anizotroplik* deyiladi. Bu panjaraning turli tekisliklarida atomlarning turli zichlikda joylashganligi va atomlar orasidagi masofalarning bir xil emasligi bilan tushuntiriladi.

Anizotropiya xossasi monokristalllarda, ya'ni zarralari butun hajm bo'ylab bir xil joylashgan yakka kristallarda joylanishda muhimdir. Monokristallar to'g'ri kristall qirralarga ega bo'lib, mexanik, elektr va boshqa fizik xossalariga ko'ra ham anizotropdir. Masalan, mis monokristallining mustahkamligi panjaraning tekisligida 140 MPa bo'lsa, ikkinchi tekisligida 330 MPa, plastikligi esa turlicha. Metallarga termik ishlov berish yo'li bilan

panjaraning barcha tekisliklarida bir xil xossalarga erishish mumkin. Anizotropik metallning magnit va elektr xossalari, allotropiya kabi xossalari o'zgartirish imkonini beradi.

1.4. DIFFUZIYA

Metall va metall qotishmalarda ro'y beradigan juda ko'plab jarayonlar diffuziya orqali amalga oshadi.

Diffuziya deganda kristall jismdagi atomlarni shu moddaga tegishli o'rtacha atomlar orasidagi masofadan kattaroq masofaga surilishi tushuniladi.

O'z holicha ro'y beradigan diffuziya (samodiffuziya) bu kristall panjaradagi atomlarning alohida hajmdagi miqdorini (konsentratsiyani) o'zgartirishi bilan bog'liq bo'lmagan jarayondir.

Geterodiffuziya – kristall jismlarda miqdorni (konsentratsiyani) o'zgartirish bilan bog'liq bo'lgan diffuziyadir. Bu diffuzion jarayon yuqori qo'shimchalarga ega qotishmalarda sodir bo'ladi.

Bir qancha mumkin bo'lgan diffuziya mexanizmlari mavjud va ularga quyidagilar kiradi: siklik, almashtirish, vakansiyali, uzellar orasidagi va boshqalar.

Siklik mexanizmida atomlar guruhini birgalikda siljishi orqali diffuziya hodisasi kechadi (1.3-a rasm, to'rtta atom). Bunday diffuziya katta energiya talab qilmaydi, lekin amaliy jihatdan kamdan-kam hollarda ro'y beradi.

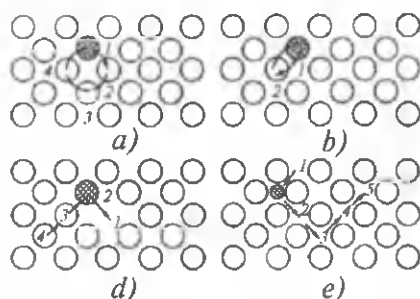
Almashtirish mexanizmida ikkita qo'shni atomlar guruhi o'zni bilan almashadi (1.3-b rasm), bu diffuziya siklik mexanizmning xususiy holidir.

Vakansiyali mexanizm esa atom vakansiyasining o'rnini egallash bilan bog'liq mexanizm hisoblanadi (1.3-d rasm).

Uzellar orasidagi mexanizm esa, atomning yaqin uzellar orasiga o'tishidir (1.3-e rasm). Uzellar orasidagi mexanizm bo'yicha diffuziya, masalan, uglerodni diffuziyasida, temir-uglerod qotishmasidagi azotni diffuziyasida kuzatiladi. Metallarda ko'proq diffuziya vakansiyali mexanizm orqali ro'y beradi.

Diffuziya tezligi uning koeffitsienti bilan aniqlanadi. Harorat oshishi, atomlarning issiqlik harakatini tezlashtirib, diffuziya tezligini oshiradi. Diffuziya jarayoni uning energiyasini faollashtiruvchisiga bog'liq bo'lib, u kristall panjarada atomlarning

energiya bog‘liqligini xarakterlaydi. Diffuziya metallni kristall nuqsonlari to‘plangan joyda, ayniqsa, donachalar chegarasi va yuzasida oson kechadi.

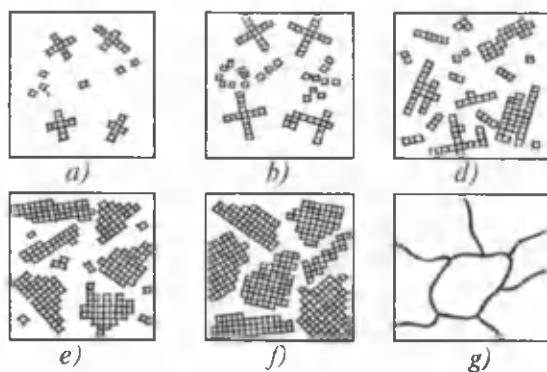


1.3- rasm. Metallning kristall panjarasida atomlarni siljish mexanizmlari.

1.5. METALL VA QOTISHMALARNING KRISTALLANISHI

Metall va qotishmalarning suyuq holatdan qattiq holatga o‘tish jarayoni *kristallanish* deb ataladi. Bu jarayon bilan bog‘liq o‘zgarishlar ko‘p jihatdan metallarning xossalarini belgilab beradi.

Kristallanish jarayoni dastavval, rus olimi D.K.Chernov tomonidan o‘rganilgan. Kristallanishning mohiyati shundan iboratki, suyuq metallda atomlar uzluksiz harakatlanadi, harorat pasayishi bilan harakat sekinlashadi, atomlar o‘zaro yaqinlashib, kristallanish markazlari deb ataladigan kristallarga guruhlanadi. Shundan



1.4- rasm. Metall kristallanishining ketma-ketlik bosqichlari.

so'ng bu markazlarga yangi hosil bo'lgan kristallar birikadi va bir vaqtda yangi markazlar ham paydo bo'ladi. Shunday qilib, kristallanishda ikkita markaz paydo bo'lib, bu markazlar atrofida kristallarning o'sish bosqichi tashkil topadi. Metallarning kristallanish jarayoni sxemasi 1.4-rasmda ko'rsatilgan. Bu sxema tahlil qilinsa, avvaliga kristallar hech qanday to'siqsiz o'sadi (1.4-a rasm), ular panjaraning to'g'ri tuzilishini saqlaydi. Kristallarning keyingi harakatida, ular o'zaro to'qnashadi va kristallarning hosil bo'lgan guruhlari noto'g'ri shaklga kiradi, lekin har bir kristallning o'z ichki shakli to'g'riligicha qoladi. Kristallarning bunday guruhlari, *donachalar* deyiladi (1.4-b rasm). Turli o'lchamli donachalarning chegaralari 1.4-d rasmda ko'rsatilgan. Donachalarning o'lchamlari metallning ekspluatatsion xossalariga ta'sir qiladi. Yirik donachali metallning zarbga qarshiligi past, bunday metallga ishlov berish yo'li bilan mayda g'adur-budirlikdagi sirt hosil qilish juda qiyin. Zarralarning (donachalarning) o'lchami kristallanish markazlarining soniga va ularning o'sish tezligiga bog'liq. Kristallanish markazlari qancha ko'p bo'lsa, metall zarralari shuncha mayda bo'ladi.

Kristallanish vaqtida hosil bo'ladigan donachalarning o'lchami faqat o'z-o'zidan vujudga keladigan kristallanish markazlari soniga emas, balki suyuq metallda doim mavjud erimagan aralashmalar miqdoriga ham bog'liqdir. Bunday erimagan aralashmalar kristallanishning tayyor markazlari vazifasini o'taydi. Ularga oksidlar, nitradlar, sulfidlar va boshqa birikmalar kiradi.

Ushbu metall yoki qotishmada asosiy metall atomlarining o'lchamlariga teng qattiq zarrachalargina kristallanish markazlari bo'la oladi. Bunday qattiq zarrachalarning kristall panjarasi tuzilishi va parametrlariga ko'ra, kristallanayotgan metall panjarasiga yaqin bo'lishi lozim. Bu zarrachalarning soni qancha ko'p bo'lsa, kristallanayotgan metall zarrachalari shuncha maydalashadi.

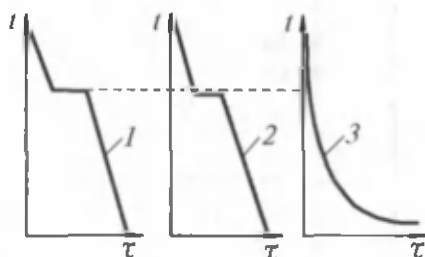
Kristallanish markazlarining hosil bo'lishiga sovish tezligi ham ta'sir etadi. Sovish tezligi qancha yuqori bo'lsa, kristallanish markazlari shuncha ko'pyadi va metall zarralar ham mayda bo'ladi.

Mayda donachalar olish uchun sun'iy kristallanish markazlari hosil qilinadi. Buning uchun suyultirilgan metallga modifikatorlar deb ataladigan maxsus moddalar solinadi. Masalan, magniyli

qotishmalarni modifikatsiyalanganda, uning zarralari 0,2—0,3 dan 0,01—0,02 *mm* gacha kichiklashadi. Quymalarni modifikatsiyalash uchun qotishmaga qiyin eriydigan birikmalar (karbidlar, oksidlar) hosil qiluvchi qo‘shimchalar qo‘shiladi. Masalan, po‘latni modifikatsiyalashda aluminiy, titan, vanadiy, aluminiyli qotishmalarni modifikatsiyalashda esa marganes, titan, vanadiydan foydalaniladi.

Kristallanish jarayoni temperatura t ga bog‘liq bo‘lib, ma‘lum vaqt τ ichida sodir bo‘ladi. Shuning uchun kristallanish egri chiziq-lari $t-\tau$ koordinatalarda quriladi (1.5- rasm).

O‘ta sovumasdan turib, metall kristallanishining ideal jarayoni 1 egri chiziq bilan tasvirlangan. Avvalambor harorat bir tekis pasayadi — egri chiziq pastga qarab ketadi. Kristallanish haroratiga yetgach, haroratning pasayishi to‘xtaydi, egri chiziqda gorizont-al yuzacha hosil bo‘ladi.



1.5- rasm. Kristallanishda sovish egri chiziq-lari:

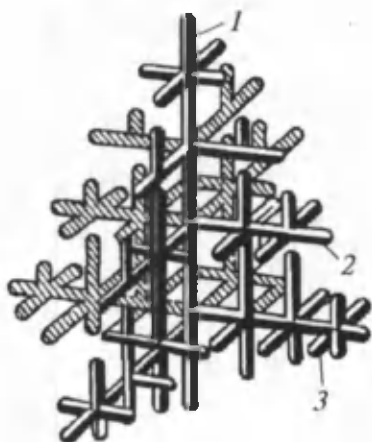
- 1 — nazariy egri chiziq;
- 2 — metallarning o‘ta sovib kristallanish egri chizig‘i;
- 3 — metallmas materialning kristallanish egri chizig‘i.

Bu atomning guruhlanishi issiqlik ajralib chiqishi orqali sodir bo‘lishi bilan tushuntiriladi. Qotish tugashi bilan egri chiziq yana pastga qarab ketadi, chunki harorat pasayadi. Amalda kristallanish boshqacha kechadi, chunki metall qotish haroratida hali suyuq holatda bo‘ladi, kristallanish ancha past temperaturada boshlanadi, ya‘ni kristallanish o‘ta sovish bilan bog‘liqdir. Kristallanishning ideal va haqiqiy haroratlari orasidagi farqqa *o‘ta sovish darajasi* deyiladi. Metallning o‘ta sovish bilan kristallanishiga 2-egri chiziq mos keladi. Metallmas materiallarning qotishi egri chiziq bo‘yicha kechadi, unda kristallanishning aniq ajralib turadigan temperaturasi yo‘q, qotish sekin kechadi. Shunday qilib,

o'ta sovish darajasi donachalarning o'lchamlarini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi.

O'suvchi kristallarning shakli, ularning bir-biriga tegish shartlari bilangina emas, balki qotishmaning tarkibi, qo'shimchalar borligi va sovish tartibi bilan ham belgilanadi. Odatda, kristallar hosil bo'lish mexanizmi dendrit (daraxtsimon) xarakterga ega (1.6- rasm).

Dendrit kristallanish donachalarning notekis tezlikda o'sishi bilan xarakterlanadi. Donachalar hosil bo'lgach, ularning rivojlanishi atomlar joylashishining zichligi katta va ular orasidagi masofa kichik tekislik hamda panjara yo'nalishlarida vujudga keladi. Bu yo'nalishlarda bo'lg'usi kristallning birinchi tartibli o'qlari (1) deb ataluvchi uzun shaxobchalar 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 (1.6-rasm).

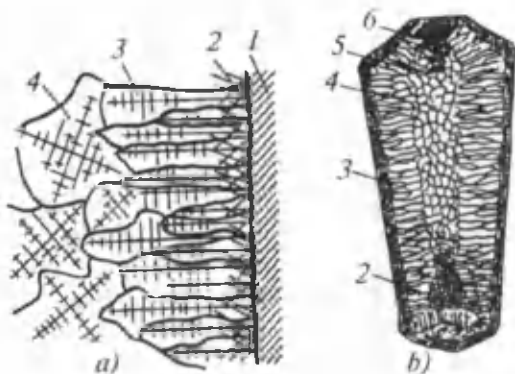


1.6-rasm. Kristallning dendrit o'sishi sxemasi.

Suyuq metall qolip devorlariga (1) tekkanda dastlabki paytda o'qlari teng mayda kristallar zonasi (2) hosil bo'ladi (1.7-rasm). Qattiq metall hajmi suyuq metall hajmidan kichik bo'lganligidan, qolip devori bilan qotgan metall orasida havo qatlami vujudga keladi hamda metall devorga tegishi natijasida devor qiziydi,

metallning sovish tezligi kamayadi va kristallar issiqlik chiqayotgan tomonga qarab o'sadi.

Bunda daraxtsimon yoki ustunsimon kristallardan tashkil topgan zona (3) hosil bo'ladi. Quymaning ichki zonasida (4) sekin sovish oqibatida teng o'qli ma'lum yo'nalishga ega bo'lmagan katta o'lchamli kristallar hosil bo'ladi.



1.7-rasm. Po'lat quymaning tuzilish sxemasi:

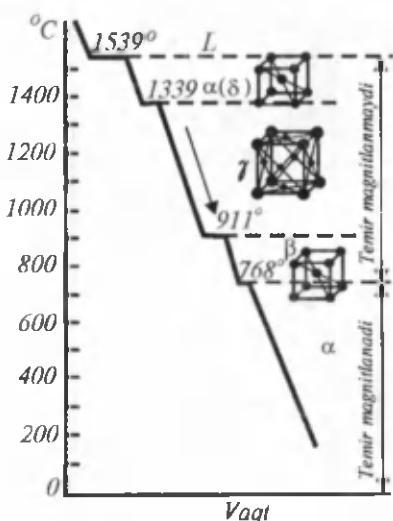
a — quymaning tashqi qismida dendritlarning joylashishi, *b*— quymaning tuzilishi; 1—qolip devori; 2—mayda teng o'qli kristallar; 3—daraxtsimon kristallar; 4—teng o'qli katta o'lchamli oriyentirlanmagan kristallar; 5—cho'kish g'ovaklari; 6— cho'kish bo'shlig'i.

Quymaning eng oxirida, soviydigan yuqori qismida sovish jarayonida, metall hajmining kichrayishi oqibatida cho'kish chuqurchasi (6) paydo bo'ladi. Cho'kish chuqurchasi ostidagi zonada (5) metall cho'kish g'ovaklari ko'p bo'lganligidan quymada zichligi kichik zona hosil bo'ladi. Buyum olish uchun quymaning cho'kish chuqurchasi hamda zichligi kichik qismi olib tashlanadi. Olib tashlangan qism qayta eritishda foydalaniladi.

Ba'zi metallarda fazoviy kristall panjaralar barqaror bo'lmaydi. Ular ikkita va undan ham ko'p shakllarga ega bo'lishi mumkin. Bu o'zgarish temperatura, bosimning o'zgarishi va boshqa aralashmalar borligi tufayli yuzaga kelishi mumkin.

Bitta metallning turli shakllardagi kristall panjaralarga ega bo'lishiga *allotropiya* deyiladi. Allotropik o'zgarishlar temir, qalay, titan, kobalt kabi metallarda ko'rinadi. Mis, alyuminiyda allot-

ropik o'zgarishlar kuzatilmaydi. Allotropiyaning mohiyati shundan iboratki, qizdirilganda qattiq metallda yangi kristallanish markazlari, bu esa yangi panjara paydo bo'lishiga olib keladi. Panjara yuzaga kelayotganda u qizdirilsa, issiqlik yutiladi, sovitilganda esa issiqlik ajralib chiqadi. Shuning uchun kristall panjara shakllanganda harorat o'zgarmay qoladi, egri chiziqdagi to'g'ri uchastka bu holatga mos keladi (1.8- rasm). Temirdagi allotropik o'zgarishlar texnikada muhim ahamiyatga ega. Suyultirilgan toza temirning xona haroratigacha sovitish egri chiziqlari 1.8-rasmda ko'rsatilgan. 1539°C haroratigacha temir suyuq holatda bo'ladi.



1.8-rasm. Temirdagi allotropik o'zgarish sxemasi.

Kristallanish 1539°C temperaturada boshlanadi va δ — temir hosil bo'ladi. Bu temir $2,53 \cdot 10^{-10} m$ o'lchamli hajmi markazlashgan panjaraga ega bo'lib, bu panjara 1392 va 911°C haroratlar oralig'ida yangi modifikatsiyaga — $3,65 \cdot 10^{-10} m$ o'lchamli yoqlari markazlashgan kub panjarali γ — temirga aylanadi.

Temir 911°C dan past haroratda $2,9 \cdot 10^{-10} m$ o'lchamli hajmi markazlashgan panjarali magnitsiz shaklga α — temir hosil bo'lib, so'nggi harorat turg'unlik yuzaga keladi, unda $2,87 \cdot 10^{-10} m$ o'lchamli hajmi markazlashgan panjara saqlanadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. «Metallshunoslik asoslari» fani nimani o'rganadi?
2. «Metallshunoslik asoslari» fanini rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlarni bilasizmi?
3. Metall nima?
4. Metallning umumiy xossalarini bilasizmi?
5. Qora va rangli metallar haqida nimalarni bilasiz?
6. Metallarning kristall tuzilishi nima?
7. Kristall panjara nima?
8. Qanday kristall panjara turlarini bilasiz?
9. Koordinatsion son nima?
10. Kristall panjaradagi nuqsonlarning qanday turlarini bilasiz?
11. Nuqtali nuqson nima?
12. Dislokatsiya deganda nimani tushunasiz?
13. Vakansiya nima?
14. Sirtqi nuqsonlar haqida nimalarni bilasiz?
15. Kristallanish markazlari haqida gapirib bering.
16. Metallarning sovishini grafik asosda tushuntirib bering.
17. Diffuziya deganda nimani tushunasiz?

II BOB.

METALLAR STRUKTURASINI O'RGANISH USULLARI VA XOSSALARI

2.1. METALLAR STRUKTURASINI (TUZILISHINI) O'RGANISH USULLARI

Metall va qotishmalarning tuzilishi makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek, defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqot qilinadi.

Makrotahlil usuli bilan makrostruktura, ya'ni oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek, aralashmalarning metallda notekis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo'yicha o'rganiladi.

Makroshlif metall va qotishma namunasi, uning bir tomoni jilvirlangan, yog'dan tozalangan, maxsus reaktivlar ta'sir ettirilgan bo'ladi va 5—10 marta kattalashtiradigan lupa ostida kuzatiladi. Mikrotahlil yordamida metall yoki qotishmaning strukturasi mikroshliflar bo'yicha aniqlanib, ular makrotahlilga tayyorlangani kabi tayyorlanadi, lekin u oyna kabi jilolanadi. Shliflar 2000 marta kattalashtiriladigan optik mikroskop ostida qaytgan yorug'likda ko'riladi. Qotishmada struktura hosil qiluvchilar ham reaktiv ta'sirdan turlicha yeyiladi. Elektron mikroskopda juda yupqa strukturaga ega bo'lgan bloklar, fragmentlar, dislokatsiyalar replika-nusxalar 100000 marta kattalashtirilib o'rganiladi. Bu muhim tahlil bilan zarralarning o'lchamlari, shakli, strukturani hosil qiluvchilar, metallmas aralashmalar va ularning xarakterlari, termik ishlov berish sifati aniqlanadi.

Rentgen tahlili yordamida metallarning atom strukturasi, kristall panjaralarning turi va parametrlari, shuningdek, ularning ichkarisidagi nuqsonlar o'rganiladi. Bu taxlil kristall panjara atomlari qatori rentgen nurlarining difraksiyasiga (qaytarilishiga)

asoslangan bo'lib, u nuqsonlarni metallni sindirmay aniqlash imkonini beradi.

Magnit usulda magnitli metallardagi (po'lat, nikel va boshqalar) 2 mm gacha chuqurlikda joylashgan nuqsonlar aniqlanadi. Buning uchun sinayotgan buyum magnitlanadi; buyum sirti temir kukuni bilan qoplanadi, sinchiklab tekshiriladi va magnitsizlantiriladi. Nuqson atrofida bir jinsli bo'lmagan maydon yuzaga keladi, natijada magnit kukuni nuqson shaklini ko'rsatib turadi. Magnit induksion usul ko'pincha termik ishlov berilgan qotishmalardagi struktura o'zgarishlarga baho berishda ishlatiladi.

Ultratovushli usul bilan amalda istalgan o'lchamdagi buyum va metallning sifatini samarali tekshirish mumkin. Impulslu, ultratovushli defektoskoplarda ultratovush to'lqini shchup-taratgichdan tekshirilayotgan buyumlarga yuboriladi. Ultratovush u yoki bu nuqsonga duch kelganda, undan qaytadi. Bunda qaytgan to'lqinlar qabul qilinib, kuchaytiriladi va ko'rsatuvchi indikatorga uzatiladi. Ultratovushdan butun holicha saqlab qolish zarur bo'lgan rotorlar, relslar, pokovkalar kabi buyumlarni tekshirishda foydalaniladi.

Oxirgi yillarda metallni metallurgiya sifatini baholashda, sinish jarayonining qonuniyatini o'rganishda va boshqa holatlarda fraktografiya metodlari qo'llaniladi. *Fraktografiya metodi* – metallarni sinishi, tuzilishi haqidagi soha bo'lib, sinish mexanizmlarini xarakterlaydi.

Sinish deganda metallning yemirilishi natijasida hosil bo'ladigan yuza tushuniladi. Sinish turi yuklanish sharti, kristall tuzilishi, metallni (qotishmani) mikrostrukturasi orqali aniqlanadi.

Sinish makro va mikro darajalarida maxsus asboblarda yordamida o'rganiladi. Sinishni optik mikroskopda, o'rtacha kattalash-tirishda o'rganish *fraktografiya* deyiladi.

Sinishni mayin strukturali tomonlarini elektron zarrabinda o'rganish esa *mikrofraktografiya* deyiladi.

Bundan tashqari metall va qotishmalarning tuzilishini o'rganishda fizik metodlardan (issiqlik, hajm, elektr, magnit) ham foydalaniladi.

Bu tadqiqotlar asosida metall va qotishmalarga turli ishlov berilganda ro'y beradigan jarayonlar bilan uning fizik xossalari o'zgarishining o'zaro bog'liqligi yotadi.

2.2. METALL QOTISHMALARNING FIZIK VA KIMYOVIY XOSSALARI

Metallning fizik xossalari uning rangi, zichligi, suyuqlanish harorati, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqlikdan kengayuvchanligi, issiqlik sig'imi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xossalari va boshqalar kiradi.

Metallni rangi deb, metallning unga tushgan yorug'lik nurlarini qaytara olish xususiyatiga aytiladi. Masalan, mis qizg'ish ranglarni, aluminiy kumushsimon oq ranglarni qaytaradi.

Metallning zichligi hajm birligida joylashgan massa bilan xarakterlanadi. Zichligiga ko'ra, barcha metallar yengil va og'ir turlarga bo'linadi. Turli buyumlar yasashda metall zichligi muhim rol o'ynaydi. Masalan, samolyot va raketosozlikda juda yengil metall va qotishmalardan (aluminiy, berilliy, magniy, titan qotishmalardan) foydalanishga harakat qilinadi. Bu buyum massasini kamaytirish imkonini beradi.

Metallning suyuqlanish harorati deb, uni qattiq holatdan suyuq holatga o'tadigan temperaturasi aytiladi. Suyuqlanish temperaturasi qarab, qiyin suyuqlanadigan (volfram 3416°C, tantal 2950°C, titan 1725°C va boshqalar) va oson suyuqlanadigan (qalay 232°C, qo'rg'oshin 327°C, rux 419°C, aluminiy 660°C) metallarga bo'linadi. Quyma buyumlar, payvandlanadigan va kavsharlantirilgan birikmalar termoelektrik asboblari va boshqa buyumlar tayyorlash uchun metall tanlashda suyuqlanish temperaturasi katta ahamiyatga ega.

Metallning issiqlik o'tkazuvchanligi deb, uning ko'p qizigan qismidan kam qizigan qismiga issiqlik o'tkazish xususiyatiga aytiladi. Kumush, mis, aluminiy kabi metallar yaxshi issiqlik o'tkazuvchidir. Temirning issiqlik o'tkazuvchanligi aluminiyga nisbatan uch marta, misga nisbatan besh marta kichik. Detal va buyumlar uchun material tanlashda issiqlik o'tkazuvchanlik muhim.

Mashinalarning ayrim detallari (dvigatellarning porshenlari, turbinalarning kurakchalari) issiqlikni yaxshi o'tkazadigan materiallardan tayyorlanishi kerak. *Metallning issiqdan kengayuvchanligi* deb, qizdirilganda uning o'lchamlarining kattalashish, sovitilganda esa kichrayishi bilan bog'liq bo'lgan chiziqli kengayish koeffitsientiga aytiladi:

$$\alpha = \frac{(l_2 - l_1)}{[l_1(t_2 - t_1)]}$$

Bunda: l_1 va l_2 — jismning t_1 va t_2 haroratlardagi uzunligi. Hajmiy kengayish koeffitsienti α ga teng. Metallarning issiqdan kengayuvchanligi payvandlashda, bolg'alashda hamda qizdirib hajmiy shtamplashda, quyish qoliplari, shtamplar, prokat juvalari, kalibrar tayyorlashda hamda priborlar yig'ishda, ko'priklar termalar qurishda, temir yo'l relslarini yotqizishda hisobga olinishi lozim.

Metallning issiqlik sig'imi deb, qizdirilganda uning ma'lum miqdordagi issiqlikni yutish xususiyatiga aytiladi. Issiqlik sig'imi $J/^{\circ}K$ bilan o'lchanadi. Turli metallarning issiqlik sig'imi miqdoriga qarab solishtiriladi. Solishtirma issiqlik sig'imi 1 kg metall temperaturasi $1^{\circ}C$ ga ko'tarish uchun kerak bo'ladigan, katta kaloriyada ifodalangan issiqlik miqdoridir. Metallarning elektr tokini o'tkazish xususiyati ikkita o'zaro qarama-qarshi tavsif-nomalar — elektr o'tkazuvchanlik va elektr qarshiligi bilan belgilanadi. Tok o'tkazuvchi simlar (mis, alyuminiy) yaxshi elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak. Priborlar va pechlarning elektr qizdirgichlarini tayyorlashda elektr qarshiligi yuqori qotishmalar (nixrom, konstantan) kerak bo'ladi. Metall haroratining ko'tarilishi bilan uning elektr o'tkazuvchanligi kamayadi, harorat pasayishi bilan esa ortadi.

Metallarning magnit xossalari absolyut magnit singdiruvchanlik yoki magnit doimiysi, ya'ni metallarning magnitlanish xususiyati bilan belgilanadi. Temir, nikel, kobalt va ularning ferromagnit deb ataluvchi qotishmalari yuqori magnit xossalariga ega. Magnit xossalariga ega materiallar elektrotexnika apparatlarida va magnitlar tayyorlashda ishlatiladi.

Metallarning kimyoviy xossalari

Metall va qotishmalarning kimyoviy xossalari, bu — ularning oksidlanishga, tashqi muhit, havo, namlik, kislota va boshqalarning ta'siridan yemirilishga qarshi tura olishidir. Aytib o'tilgan omillar ta'siridan hosil bo'lgan kimyoviy yemirilishga *metallarning korroziyasi* deyiladi.

Kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya ham bor. Kimyoviy korroziya elektr toki o'tmaydigan muhitda (masalan, quruq gaz, benzinda) ro'y beradi. Dvigatellar chiqarish klapanlarining, termik ishlov berish pechlari ichki armaturasining oksidlanishi shunday korroziya hisoblanadi. Elektrokimyoviy korroziya tok o'tkazuvchi muhitning (namlik, nam havo, kislotalar, ishqorlar va boshqalar) metallga ta'siri oqibatida yuz beradi. Metall va qotishmaning tarkibi bir xil emasligi tufayli bunday korroziya yuzaga keladi. Turli jinsli elementlar elektrolit bilan kontaktda bo'lganda galvanik tok paydo bo'ladi, elementlardan biri katod, ikkinchisi anod vazifasini o'taydi. Anod vazifasini o'taydigan element yemiriladi. Barcha metall va qotishmalar elektrodli potensialga ega. Elektrodli potentsiali turlicha ikkita metall biriktirilsa, potentsiali kichik metall yemiriladi. Amalda korroziya po'lat va cho'yaning zanglashi, misni yashil rangli, latunni qora rangli oksid pardasi bilan qoplanishida sodir bo'ladi.

Yemirilish xarakteriga ko'ra, korroziya umumiy, mahalliy va kristallitlararo xillarga bo'linadi. Korroziyaga qarshi kurashish uchun korroziyaga bardosh metallar, metall bo'lmagan materiallar (lak, bo'yoq, emal), shuningdek, oksid pardalari (qoraytirish, fosfatlash), kimyoviy barqaror qotishmalar va boshqalarni qoplash usullaridan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda agressiv, yuqori harorat va tezliklar bilan birga katta kuch ta'sir etadigan muhitlarda metallardan foydalanishning solishtirma ulushi ortdi. Korroziyaga bardosh, issiqqa bardosh qotishmalarga talab ortib bormoqda. Yuqorida sanab o'tilgan korroziya turlari alohida himoya vositalari bilan ihotalaniladi. Bularga misol, ingibitorlardir. Ingibitorlar korroziyani sekinlatuvchi turli organik va anorganik moddalar hisoblanadi.

2.3. METALL VA QOTISHMALARNING MEXANIK XOSSALARI

Metall va qotishmalarning mexanik hossalari ularning tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olish xususiyatini belgilaydi. Mexanik xossalari metallarning kimyoviy tarkibiga, strukturasi, texnologik ishlov berish usuli va boshqa omillariga bog'liq. Mexanik xossalari ma'lum, metallarga ishlov berish vaqtida hamda konstruksiya, mexanizmlarning ish jarayonida, ularning o'zini qanday tutishi

haqida hukm yuritish mumkin. Metallarga ta'sir etish xarakteriga ko'ra, uch xil tashqi yuklanish bo'ladi: statik yuklanish doimiy yo'sinda yoki juda sekin o'sib boruvchi kuch ko'rinishida ta'sir qiladi; dinamik yuklanish zarb xarakteriga ega bo'lib, bir onda ta'sir qiladi; siklik yoki o'zgaruvchan ishorali yuklanish qiymati yoki yo'nalishi yoxud ham qiymati, ham yo'nalishi bir yo'la o'zgaruvchan kuchlardir.

Yuklanish ta'siridan qattiq jismda, ya'ni metallarda kuchlanish va deformatsiya paydo bo'ladi. Kuchlanish — sinalayotgan namuna, ya'ni ko'ndalang kesim yuzining yuza birligiga to'g'ri keladigan yuklanish kattaligi hisoblanadi.

Deformatsiya metallning tashqi kuchlar ta'siridan o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirishidir. Cho'zilish, siqilish, egilish, buralish, qirqilish deformatsiyalari mavjud. Ular metallni yemiradi. Qoldiq deformatsiyalarga yo'l qo'ymaslik uchun metallarning mexanik xossalarni bilish zarur. Hozirgi zamon sinash usullari bu xossalarning tavsifnomalarini, ularning turli mashina va mexanizmlar tayyorlash uchun yaroqligini aniqlash imkonini beradi.

Metallarning asosiy mexanik xossalarga mustahkamlik, qattiqlik, elastiklik, zarbiy qovushqoqlik kiradi.

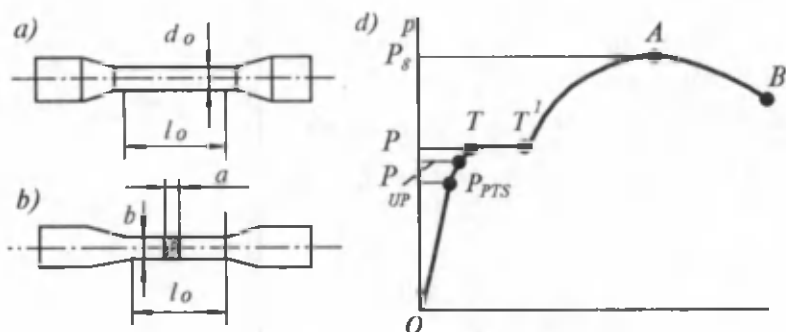
Mustahkamlik — metallning kuchlar ta'siri ostida yemirilishga yoki qoldiq deformatsiya paydo bo'lishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir. Solishtirma mustahkamlik katta ahamiyatga ega, u mustahkamlik chegarasining metall zichligiga nisbati sifatida topiladi. Po'latning mustahkamlik chegarasi aluminiynikidan katta, lekin solishtirma mustahkamligi kichik.

Qattiqlik — metallning o'zidan qattiqroq jism ta'siridan sirti deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir. *Elastiklik* — metallning kuch ta'siri to'xtatilgach, o'zining dastlabki shaklini tiklash xossasidir. *Zarbiy qovushqoqlik* — metallning dinamik kuchlar ta'siridan yemirilishga qarshilik ko'rsatish xossasidir.

Cho'zilishga statik sinash

Bunday sinovlar bilan metallarning proporsionallik, elastiklik chegaralari va plastikligi aniqlanadi. Buning uchun shakli va o'lchamlari davlat standarti tomonidan belgilangan yassi va silindrik ko'rinishdagi namunalar tayyorlanadi (2.1- rasm).

Diametri $d_0=10$ mm, hisobiy uzunligi $l_0=10 d_0$ bo'lgan, namunalar normal, uzunligi $l_0=5 d_0$ bo'lgan namunalar qisqa namunalar hisoblanadi. Cho'zilishiga sinishda namuna asta-sekin o'sib boruvchi yuklanish bilan uzilguncha cho'ziladi. Bunda МПБ-2 turidagi uzish mashinalaridan foydalaniladiki, mashinalar maxsus, o'zi yozar pribor bilan jihozlangan bo'lib, avtomatik ravishda deformatsiyalanish egri chizig'ini chizib beradi, bu egri chiziqqa *cho'zilish diagrammasi* deyiladi. Diagrammalardan biri 2.1-d rasmda ko'rsatilgan. Mo'rt metallarning cho'zilishi diagrammasida oquvchanlik maydonchasi yo'q. Diagrammada metall va qotishmalarning biri qator sifatlarni aniqlash imkonini beradigan xarakterli qismi va nuqtalar qayd qilinadi.



2.1- rasm. Cho'zilishga statik sinash:

a va b — cho'zilishga sinaladigan standart namunalar;
 d — kam uglerodli po'latdan yasalgan namunaning
 cho'zilish diagrammasi.

Diagrammaning $O—P_{ps}$ qismida namunaning uzayishi kuchning ortishiga proporsional ravishda bo'ladi. Yuklanish bilan deformatsiya orasidagi proporsionallik qonuni saqlanadigan yuklanish P_{ps} ga proporsionalik chegarasidagi kuch deyiladi. Yuklangan P_{ps} dan ortganda $P_{ps}—P_{el}$ uchastkasida qoldiq deformatsiya paydo bo'la boshlaydi. Namuna dastlabki, hisobiy uzunligining 0,005—0,05 bo'lgunga qadar qoldiq deformatsiyaga erishadigan kuch P_{el} ga *elastiklik chegarasidagi kuch* deyiladi.

Diagrammalarda R_{el} nuqtasidan yuqoridagi qismidan sezilarli qoldiq deformatsiya paydo bo'ladi va cho'zilish egri chizig'i to'g'ri chiziqdan ancha og'adi. Namuna hisobi uzunlikni 0,2% ga qadar

qoldiq deformatsiya hosil qiluvchi yuklangan P_{oq} ga *oquvchanlik chegarasidagi kuch* deyiladi. Egri chiziqning gorizontal qismiga *oquvchanlik maydonchasi* deyiladi. Bunday maydoncha kam uglerodli po'latdan yasalgan detallarda kuzatiladi. P_{oq} ga tegishli nuqtadan yuqorida yuklanish A nuqtagacha ortib boradi, bu nuqta maksimal kuch P_v ga mos keladi, undan keyin diagramma egri chizig'i pasayib boradi, bu namunada bo'yin hosil bo'lib, uning uzilishi bilan bog'liq. Namunani uzish uchun kerak bo'lgan eng katta kuch P_v *mustahkamlik chegarasidagi kuch* deb ataladi.

Bo'yin hosil bo'lgach, yuklanish B nuqtagacha kamayadi, namuna cho'ziladi va uziladi. Plastik materiallarga bo'yin hosil qilib uziladi. Cho'zilish diagrammasining asosiy nuqtalariga mos keluvchi yuklanishlar metallning deformatsiyalanishiga bo'lgan qarshiligining quyidagi tavsifnomalarini (MPa larda) aniqlash imkonini beradi: proporsionallik chegarasi — σ_{ps} yuklanishlar bilan deformatsiyalar orasida to'g'ri proporsionallik saqlanadigan eng katta kuchlanish:

$$\sigma_{ps} = \frac{P_{ps}}{F_0}$$

Bunda: F_0 — namunaning ko'ndalang qismi yuzasi, mm²;

Elastiklik chegarasi — σ_{el} deb, deformatsiya ma'lum qo'yim bilan xarakterlanadigan, birinchi marta ma'lum kichik qiymatga erishadigan kuchlanishga aytiladi:

$$\sigma_{el} = \frac{P_{el}}{F_0}$$

Oquvchanlik chegarasi — σ_{oq} yuklanish yanada ortmaganda ham namuna deformatsiya ortib boradigan kuchlanishdir:

$$\sigma_{oq} = \frac{P_{oq}}{F_0}$$

Mustahkamlik chegarasi — σ_v deb, namuna uzilishidan oldingi yuklanishining namunaning boshlang'ich ko'ndalang qismi yuzasiga nisbati sifatida topiladigan kuchlanishga aytiladi.

$$\sigma_v = \frac{P_v}{F_0}$$

Statik cho'zishda metallarning plastikligini aniqlash

Statik cho'zishda metallarning plastikligini ham aniqlash mumkin. *Metallning plastikligi* deb, statik yuklanishda qoldiq deformatsiya olish xossasiga aytiladi.

Nisbiy uzayishi va nisbiy torayishi metallarning plastik ko'rsatkichlari hisoblanadi. Nisbiy uzayishi δ namuna uzilgandan keyingi qoldiq deformatsiyaning namuna boshlang'ich uzunligiga nisbati (foizlarda ifodalangan) sifatida topiladi:

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

Bunda: l_1 — namunaning uzilgandan keyingi uzunligi, *mm*;
 l_0 — namunaning dastlabki (hisobiy) uzunligi, *mm*.

Nisbiy torayish ψ namunaning uzilgandan keyingi ko'ndalang qismi yuzasining boshlang'ich ko'ndalang qismi yuzasiga nisbati (foizlarda ifodalangan) sifatida topiladi:

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

Bunda: F_0 — namunaning dastlabki ko'ndalang qismi yuzasi *mm*²;
 F_1 — namunaning uzilgan yerdagi ko'ndalang qismi yuzasi, *mm*².

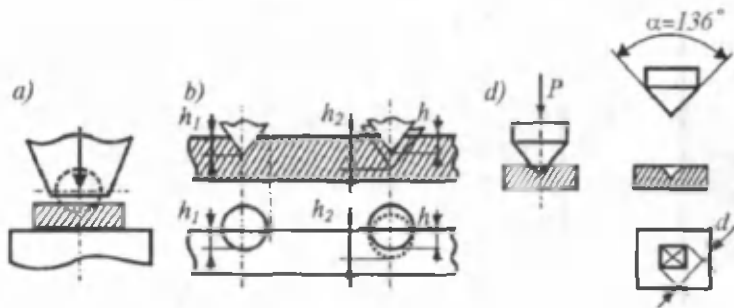
Fan-texnika taraqqiyotini jadallashtirish ko'p jihatdan metallarning xossasini keskin yaxshilashga bog'liq. Hozirgi kunda olimlarning e'tibori metallarning mustahkamligini oshirish usullarini topishga qaratilgan. Shu bilan birga metallarning qattiqligi ham muhim mexanik xossa hisoblanadi. Qattiqlikni sinashning bir nechta usullari mavjud.

Qattiqlikni sinash usullari

Qattiqlikni sinash mexanik xossalarni aniqlashning eng sodda va tez usullaridan ekanligi, ishlab chiqarish sharoitida keng tarqalgan. Qattiqlikni sinashning turli usullari bor. Quyida, ulardan eng keng tarqalganlari keltirilgan.

Qattiqlikni Brinell usuli bilan o'lchash

Bu usulning mohiyati shundan iboratki, geometrik 2,5; 5 yoki 10 *mm* li toblangan po'lat sharcha mos ravishda 1,87; 7,5 va 30 *kN*



2.2- rasm. Qattqlikni o'lash.

a — Brinell usuli bilan; b — Rokvell usuli bilan;
d — Vickers usuli bilan.

yuklanish bilan sinalayotgan sirtga botiriladi. Namuna sirtida qoladigan iz diametr bo'yicha qattqlik aniqlanadi (2.2-a rasm). Iz diametri darajalariga bo'lingan maxsus lupa bilan o'lchanadi. Amalda iz diametri bo'yicha HB bilan belgilangan qattqlik sonini aniqlash imkonini beradigan jadvallardan foydalaniladi. Bu usul asosan toblanmagan metall va qotishmalarning (prokat, pakovka, quyma va hokazolarning) qattqligini aniqlashda qo'llaniladi va ushbu usul bilan o'lchangan qattqlik buyicha metallning cho'zishidagi mustahkamligi haqida hukm chiqarish mumkin, chunki qattqlik bilan mustahkamlik o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud: pakovka va prokatlar uchun $\sigma_v = (0,34-0,36)HB$, po'lat quymalari uchun $\sigma_v = (0,3-0,4)HB$, kulrang cho'yan uchun $\sigma_v = 0,12HB$.

Shunday qilib, qattqlik qotishmalarning mustahkamlik asoslarini belgilovchi tavsifnoma bo'lib xizmat qiladi.

Qattqlikni Rokvell usuli bilan o'lash

O'lchash sinalayotgan metallga 1,59 mm diametrlil po'lat shar-chani yoki burchagi 120° bo'lgan konussimon olmos uchlikni botirish yo'li bilan amalga oshiriladi (2.2-b rasm). Brinell usulidan farqli ravishda Rokvell usulida qattqlik sharcha yoki uchlik izining diametri bo'yicha emas, balki uning botish chuqurligi bo'yicha aniqlanadi. Uchlikni ketma-ket qo'yiladigan ikki xil yuklanish ta'sirida botiriladi. Dastlab $100 H$, keyin uzil-kesil $1000, 600, 1500 H$ ga teng yuklanishlar bilan botiriladi. Qattqlik hosil qilingan iz chuqurligini o'lchab aniqlanadi. Qattiq metallarning qattqligini aniqlash uchun $1500 H$, toblanmagan po'lat, bronza,

latun va boshqa yumshoq metallarning qattiqligini aniqlash uchun 1000 H ga teng tashqi yuklanishlar qo'yiladi. O'ta qattiq metallarni sinash uchun olmos uchliklari 600 H tashqi yuklanish bilan botiriladi. Botish chuqurligi avtomatik tarzda o'lchanadi, qattqlik esa A , B , C_E shkalalaridan biri bo'yicha aniqlanadi. Rokvell bo'yicha qattqlikni belgilanishi 2.1-jadvalda ko'rsatilgan.

2.1- jadval

Rokvell bo'yicha qattqlikni belgilashlar

Sinov	Kuch, H	Shkala bo'yicha hisob	Qattqlik sonining belgilanishi
Olmos konus bilan	1500	C	HRC
Olmos konus bilan	600	A	HRA
Po'lat sharcha bilan	1000	B	HRB

Rokvell bo'yicha qattqlikni aniqlash keng qo'llaniladi, chunki bu usul bilan ham yumshoq metallarni, ham qattiq metallarning qattqligini o'lchash mumkin.

Vickers usuli bilan qattqlikni o'lchash

Bu usul yumshoq metallarning ham, shuningdek, juda qattiq metall va qotishmalarning qattqligini ham o'lchash mumkin va u juda yupqa sirtqi qatlamlarning (qalinligi 0,3mm gacha bo'lgan) hamda sementitlangan, sianlangan, azotlangan va boshqa yupqa sirtqi qatlamlarning qattqliklarini o'lchash uchun tavsiya etiladi. Bunda sinalayotgan namunaga uchidagi burchagi 136° bo'lgan (2.2-d rasm) bo'lgan to'rt qirrali olmos piramida botiriladi. Bunday sinov vaqtida 50 H dan 1200 H gacha bo'lgan tashqi yuklanishlardan foydalanish mumkin. Hosil qilingan izning diagonali mikroskop ostida o'lchanadi. Vickers bo'yicha qattqlik soni HB quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$HB = 0,19 \frac{P}{d^2}.$$

Bunda, P — tashqi kuch, H ; d — izning diagonal uzunligi, mm. Amalda qattqlik HB maxsus jadvallardan aniqlanadi.

Zarbiy qovushqoqlikka sinash

Statik sinashlardan tashqari buyumlar yo'nalishi o'zgaruvchan zarbiy (dinamik) kuchlar va yuqori temperaturalar ta'siriga ham sinaladi.

Metall zarbiy qovushqoqlikka maxsus mayatnikli koprda sinaladi. Sinash uchun standart kertilgan namuna kopr tayanchlariga o'rnatiladi. Belgilangan massaga ega mayatnik ma'lum balandlik H ga ko'tariladi va shu holatda qotirib qo'yiladi, u lo'kidondan ozod qilinganda pastga tushib, namunani sindiradi va yana qandaydir h balandlikka ko'tariladi. Zarbiy qovushqoqlik KC (J/sm^2) namunani sindirish uchun sarflangan mayatnik bajargan ish bilan aniqlanadi:

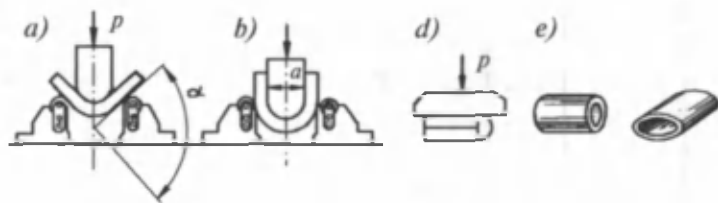
$$KC = \frac{A}{F}$$

Bunda: A — namunani sindirishga sarflangan ish bo'lib, mayatnikning uringuncha va uringandan keyingi energiyasining farqi sifatida aniqlanadi, J ; F — namunaning singan joydagi ko'ndalang kesim yuzasi, sm^2 .

2.4. METALL VA QOTISHMALARNING TEXNOLOGIK HAMDA EKSPLUATATSION XOSSALARI

Texnologik xossalalar

Metall va qotishmalarning texnologik xossalari sovuq holatda va qizdirilganda, ularga ishlov berish xususiyatini xarakterlaydi. Texnologik xossalari, ularga u yoki bu ishlov berish usullariga yaroqli ekanligi haqida sifatli ma'lumot beruvchi texnologik namunalarda aniqlanadi (2.3-rasm).



2.3- rasm. Texnologik namunalalar:

a — ma'lum burchakka egish; b — tomonlari parallel bo'lguncha egish; d — tomonlari tutashguncha egish; e — trubalarni pachoqlanishga sinash.

Asosiy texnologik xossalarga payvandlanuvchanlik, bolg'alanuvchanlik, ishlanuvchanlik, quymakorlik xossalari va boshqalar kiradi.

Payvandlanuvchanlik deb, payvandlanadigan sirtlarning plastik yoki suyuq holatgacha qizdirib, ajralmas mustahkam birikmalar hosil qila olish xususiyatiga aytiladi. Kam uglerodli po'lat yaxshi, cho'yan va rangli metallar esa yomon payvandlanadi. Bu juda muhim xossa hisoblanadi, chunki payvandlash metall inshootlarni birliktirishda yuqori ish unumini, samaradorlikni, puxtalikni ta'minlovchi asosiy jarayon hisoblanadi.

Bolg'alanuvchanlik deb, metallning bosim ostida bolg'alanib va prokatlanib ishlanuvchanlik xossasiga, ya'ni qizdirilgan holatda yoki sovuq holatda zarb yoki bosim ta'sirida kerakli shaklga kirish xususiyatiga aytiladi.

Ishlanuvchanlik deb, metallni kesib ishlov berish mumkinlik xossasiga aytiladi.

Ko'pincha metallning texnologik xossalari sifatli yoki solishtirma baho berish uchun texnologik namunalardan foydalaniladi (2.3-rasm).

Namunalarni sinash metallning aniq ish sharoitidagi kabi deformatsiyaga uchrash xususiyatini ko'rsatadi. Egilishga, o'ralishga, siqib chiqarishga, cho'kishga sinash namunalari shunday namunalar hisoblanadi. Yassi, shakldor va maxsus prokatlar, trubalar, payvand choklarni tayyorlashda darzlar, yorilish hamda sinishlarning oldini olish maqsadida egilishga sinash uchun namunalar tayyorlanadi. Namunalarni ma'lum burchakka, tomonlari parallel bo'lguncha, tomonlari tutashguncha egish turlari bo'ladi (2.3-rasm).

Shuningdek, trubalarni pachoqlanishga sinash uchun ham namunalar tayyorlanadi (2.3-rasm). O'ralishga sinash uchun namunalar diametri 0,2 dan 10 mm gacha bo'lgan qora va rangli metallardan yasalgan simlardan foydalaniladi. Sim bo'lagi diametri ma'lum opravkaga yoki xuddi shunday simga 5 tadan 10 tagacha o'ram hosil bo'lguncha o'raladi. Siqib chiqarishga mo'ljallangan namuna metallning sovuq holda shtamplash va cho'zishga yaroqligini aniqlash uchun xizmat qiladi. Cho'kishga sinash namunasi sovuq metallning sinalishida kerakli shaklni olishga yaroqligini aniqlash imkonini beradi.

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

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

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

Kimyoviy notekislik qotishmalarning kristallanishida paydo bo'ladigan kimyoviy tarkibining bir jinslimasligidir. Bu qotishmalar toza metallarga qaraganda, qat'iy bir temperaturada emas, balki temperatura oralig'ida kristallanishi bilan tushuntiriladi. Qotishmaning kristallanish temperatura intervali qancha katta bo'lsa, kimyoviy notekislik shuncha tez rivojlanadi, bunda kristallanish temperatura oralig'iga yuklanish ta'sir qiladigan qotishma komponentlari (po'lat uchun S, O, P, C) kimyoviy notekislikka ko'proq moyil bo'ladi.

Ekspluatatsion xossalar

Bu xossalar mashinaning ish sharoitiga bog'liq holda maxsus sinovlar o'tkazib aniqlanadi. Ekspluatatsion xossalardan eng muhimi yeyilishga chidamlilikdir.

Yeyilishga chidamlilik materialning yeyilishga, ya'ni ishqalanish tufayli buyum tashqi sirtining yemirilishidan o'lcham va shaklini asta-sekin o'zgartirishga qarshilik ko'rsata olish xossasidir. Metallarni yeyilishga sinash laboratoriya sharoitida namunalarda, real ekspluatatsiya sharoitda esa detallarda o'tkaziladi. Namunalarni sinashda ishqalanish sharoiti real sharoitga yaqin qilib olinadi.

Namuna yoki detallarning yeyilish kattaligini turli usullar bilan, chunonchi o'lchamlarni o'lchash, namunalarni tortib ko'rish kabi usullar bilan aniqlanadi.

Ekspluatatsion xossalarga, sovuqqa bardoshlik, issiqqa bardoshlik, antifriksion xossalar va boshqalar ham kiradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Makrotahlil deganda nimani tushunasiz?
2. Mikrotahlil nima?
3. Elektron mikroskopda metallarning nimasi tadqiq qilinadi?
4. Rentgen tahlili yordamida nima o'rganiladi?
5. Ultratovush usuli nima?
6. Metall va qotishmalarning fizik xossasi deganda nimani tushunasiz?
7. Ba'zi bir metallarni suyuqlanish temperaturasini ayting.
8. Kimyoviy xossa deganda nimani tushunasiz?
9. Korroziya nima va uning qanday turlarini bilasiz?
10. Korroziyaga qarshi qanday kurashiladi?
11. Metall va qotishmalarning mexanik xossalriga nimalar kiradi?
12. Qattqlik nima va u qanday usullarda o'lchanadi?
13. Cho'zilishga statik sinashni tushuntirib bering.
14. Plastiklik nima?
15. Zarbiy qovushqoqlik qanday aniqlanadi?
16. Texnologik xossa deganda nimani tushunasiz?
17. Yeyilishga chidamlilik haqida gapirib bering.

III BOB.

METALLARNING PLASTIK DEFORMATSIYALANISHI, QAYTA KRISTALLANISHI

3.1. METALLARNING DEFORMATSIYALANISHI

Jismning o'lchami va shakli unga qo'yilgan tashqi kuchlar ta'sirida o'zgarishiga *deformatsiya* deyiladi.

Deformatsiyani tashqi kuchlar (jismga qo'yilgan yuklanishlar) hamda turli fizik-mexanikaviy jarayonlar yuzaga keltirib, unga jismlarni qizdirishda (sovitishda) bir xil bo'lmagan holda kengayishi (torayishi), faza o'zgarishlarda hajmning o'zgarishi va boshqalar kiradi.

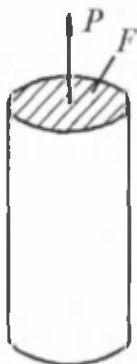
Deformatsiya ikki xil bo'ladi: elastik va plastik.

Elastik deformatsiya deganda jismga qo'yilgan yuklanishlar ta'siri olib tashlangandan keyin, uning boshlang'ich o'lchami va shakli holatiga kelishi tushuniladi.

Plastik deformatsiya deb, yuklanishlar ta'siri olingandan so'ng, jism o'lchami va shaklini boshlang'ich holatga kelmasligiga aytiladi.

Jismda hosil bo'ladigan u yoki bu deformatsiya turiga kuchlanishlar katta ta'sir ko'rsatadi. Kuchlanishlar asosan jismga qo'yilgan kuchga (kuch qanchalik katta bo'lsa, kuchlanish shunchalik kattadir) va jism o'lchamiga (jismning ko'ndalang kesim yuzasi qanchalik katta bo'lsa, unda shunchalik kichik kuchlanish yuzaga keladi) bog'liq.

Sterjenni o'q bo'ylab cho'zishda (3.1-rasm) uni ko'ndalang kesim yuzasidagi kuchlanish (σ) cho'zuvchi kuch P ni sterjenni ko'ndalang kesim yuzasiga



3.1- rasm. Kuchlanishni aniqlovchi sxema.

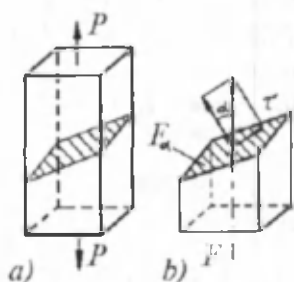
F nisbati bilan topiladi: $\sigma = \frac{P}{F}$:

Kuchlanish birligi Megapaskalda (MPa) o'lchanadi.

Texnikada ko'proq kuchlanishlarning quyidagi birliklari ishlatilishi mumkin:

$$1 \text{ Kg. kuch/mm}^2 = 9,806665 \text{ MPa} = 10 \text{ MPa.}$$

Cho'zilgan sterjenni (3.2-rasm) qiya yuzasiga ta'sir etayotgan kuch P kesim tekisligiga perpendikulyar emas. Bu kuchlanishni ikkita tashkil etuvchilarga ajratish mumkin: normal kuchlanish σ (kesim tekisligiga perpendikulyar) va kesim tekisligiga ta'sir qiluvchi urinma kuchlanish τ .



3.2- rasm. Sterjen o'qiga qiya bo'lgan kesimda normal σ va urinma τ kuchlanishlarning hosil bo'lish sxemasi.

Normal kuchlanishlar cho'zuvchi va siquvchidir. Kuchlanishlar ta'sirida material zarrachalari orasidagi masofa ortadi (zarralar bir-biridan uzoqlashadi) yoki kamayadi (yaqinlashadi). Bu esa materialni yemirilishiga olib keladi.

Shartli va haqiqiy kuchlanishlar ham mavjud. Shartli kuchlanishlarni hisoblashda kuchni detal yoki namunani boshlang'ich kesim yuzasiga bo'lingani olinadi. Bunda deformatsiya jarayonida kesim yuzasining o'zgarishi e'tiborga olinmaydi. Haqiqiy kuch-

lanishlarni hisoblashda esa, ta'sir qiluvchi kuchni deformatsiya natijasida, real o'zgargan kesim yuzasiga nisbati sifatida olinadi.

Shu bilan birga jismda turli sabablarga ko'ra kuchlanishlar hosil bo'ladi. Bu kuchlanishlarni *ichki qoldiq kuchlanishlar* deyiladi va u issiqlik yoki termik (bu kuchlanish tez qizdirish yoki sovutish natijasida buyumning yuza qatlami va o'zagini bir xil bo'lmagan kengayishi va torayishi oqibatida hosil bo'ladi), fazali (faza o'zgarishlarda hajmni bir xilda o'zgarmasligi oqibatida paydo bo'ladi), strukturali (struktura o'zgarishlarini bir xilda bo'lmashligi natijasida hosil bo'ladi) bo'lishi mumkin. Ichki qoldiq kuchlanishlarning vujudga kelishi kristallanish jarayonida, bir xilda bo'lmagan deformatsiyalashda, termik ishlashlarda kuzatiladi.

3.2. DEFORMATSIYALANISH JARAYONINING FIZIK MOHIYATI

Elastik deformatsiya

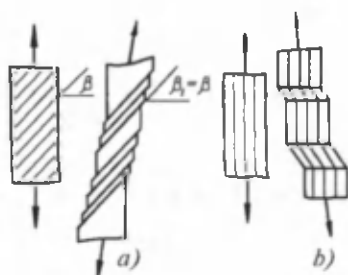
Kristallni elastik deformatsiyalashda ta'sir qilayotgan kuchlanish atomlarni muvozanat holatidan uncha uzoq bo'lmagan masofaga siljishiga olib keladi, natijada kristall panjaradagi atomlar orasidagi masofa kattalashadi, siljishda esa kichrayadi.

Atomlar orasidagi masofa qanchalik kattalashsa, kristalldagi elastik deformatsiya miqdori shuncha kattalashadi.

Muvozanat holatdan atomlar siljishi natijasida, atomlarning o'zaro tortishuvchi va itaruvchi kuchlari orasidagi balans buziladi. Kuch ta'siri olingandan so'ng, atomlar o'zining muvozanat holatiga keladi. Natijada metallning vaqtinchali shakli va xossasining o'zgarishi kuzatiladi.

Plastik deformatsiya

Kristallni deformatsiyalashdan oldin elastik deformatsiya hosil bo'ladi, so'ngra kuchlanishning oshishi bilan kristallning bir qismini boshqa qismiga nisbatan siljishi kuzatiladi. Bu esa plastik, qoldiq deformatsiyani hosil qiladi. Siljish urinma kuchlanishni ma'lum kritik qiymatidan τ_{kr} oshgan qiymatida ta'sir qilish oqibatida sodir bo'ladi.



3.3- rasm. Sirpanish (a) va juftlanish (b) orqali hosil bo'lgan plastik deformatsiyani sxemasi:
 θ - siljish burchagi.

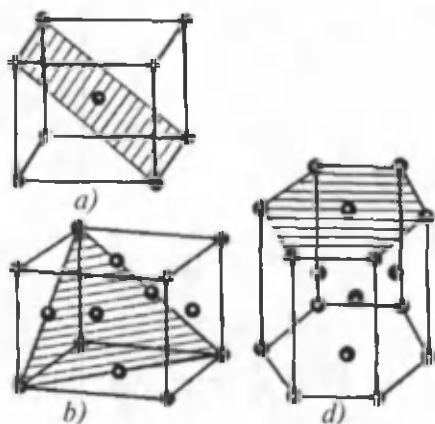
Kristallning bir qismini boshqa qismiga nisbatan siljishi sirpanish yoki juftlanish jarayonida kuzatiladi.

3.3- rasmda sirpanish va juftlanish deformatsiyasining sxemasi ko'rsatilgan. Sirpanish — kristallning bir qismini parallel ravishda boshqa qismiga nisbatan tekislik bo'yicha siljishi bo'lib, unga *sirpanish* yoki *siljish tekisligi* deyiladi. Sirpanishda parallel

tekisliklar bo'yicha kristall qatlamlarining siljishi bir xil bo'lmagan masofada turadi. Natijada deformatsiyalangan kristallni kristallografik yo'nalishi o'zgarmasdan qoladi (3.3-*a* rasm).

Sirpanish atomlar upakovkasi zichligi uncha katta bo'lmagan tekisliklarda oson kechadi.

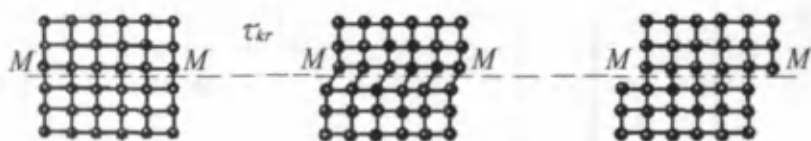
Qo'shni parallel zich upakovka qilingan tekisliklar orasidagi o'zaro bog'liqlik kuchlari kam upakovka qilingan atomlar tekisliklar orasidagiga qaraganda kichik. Shuning uchun siljishga qarshilik kamroq bo'lib, uni osonlashtiradi. 3.4-rasmda har xil turdagi kristall panjaralarning sirpanish tekisliklari sxemasi ko'rsatilgan.



3.4- rasm. Turli shakldagi panjaralarda sirpanishni kristallografik tekisliklari sxemasi.

Kristall panjarada sirpanish tekisligi va yo'nalishlari qanchalik ko'p bo'lsa, metallni plastik deformatsiyalanish qobiliyati shunchalik kattadir. Chunki, deformatsiya ma'lum tekisliklar orqali yuzaga kelib, bunda urinma kuchlanish asosiy rol o'ynaydi. Maksimal urinma kuchlanish sirpanish tekisligiga ta'sir etayotgan kuchlar yo'nalishi 45° ga tenglikda kuzatiladi. Shuning uchun sirpanish ketma-ketlik tarzida hosil bo'ladi.

Ideal kristallda (3.5-rasm) $M - M$ tekislik bo'yicha bir atom qatlamni boshqa atom qatlamiga nisbatan bir vaqtning o'zida bitta atom masofasiga surish (siljitish) uchun hisob-kitoblarga qaraganda juda katta kritik urinma kuchlanish τ_{kr} zarur. Bu kuchlanishni kristallning nazariy mustahkamligi deyiladi.

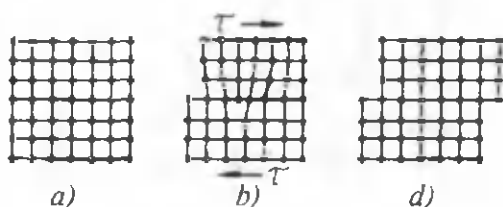


3.5- rasm. Ideal (nuqsonsiz) kristallda sirpanish orqali ro'y beradigan plastik deformatsiya sxemasi:

MM — sirpanish tekisligi; τ — urinma kuchlanish.

Real kristallarda bir atom masofasiga surish kuchlanishni nazariy qiymatidan yuz, hatto ming marta kichik qiymatlarda kuzatiladi. Real metallda kristallning nazariy mustahkamligi bilan surish kuchlanishi qiymati orasidagi farq deformatsiyani hamma atomlar tekisliklarini bir vaqtning o'zida siljishi orqali emas, balki sirpanish tekisliklari bo'ylab dislokatsiyalarning surilishi orqali tushuntiriladi.

3.6-rasmda kristallda vintli dislokatsiyaning siljishi ko'rsatilgan. Kristallni yuqori qismida qo'shimcha yarim tekislik bo'lib (3.6-*b* rasm), u sirpanish tekislikda dislokatsiya chizig'i bilan tugallangan. Dislokatsiyani hosil bo'lishi katta energiya talab qiladi va u oson suriladi.



3.6-rasm. Sirpanishda vintli dislokatsiyalarni harakatlanish sxemasi.

Urinma kuchlanish (τ) strelka bo'ylab ta'sir etganda dislokatsiya nisbatan chapdan o'ngga suriladi. Urinma kuchlanish doim ta'sir etib turgan holda, dislokatsiya estafeta ko'rinishida to sirtga chiqmaguncha bir atom guruhidan boshqasiga suriladi. Bunda kristallni o'ng yon qirrasida bitta atom masofasiga teng balandlikdagi pog'ona hosil bo'ladi (3.6-*d* rasm).

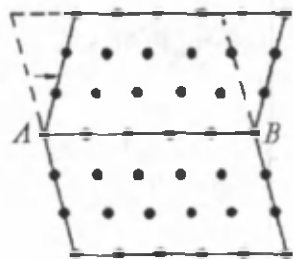
Odatda sirpanish tekisliklarida o'nlab dislokatsiyalar joylashgan. Bu dislokatsiyalarni urinma kuchlanishlar ta'sirida surilishi plastik deformatsiyani jadallashtiradi. Dislokatsiya harakati yangi

dislokatsiyalarni hosil qiladi. Shunday qilib, kristallda dislokatsiyalar soni ko'payadi. Juda ko'p dislokatsiyalarni harakatlanishi natijasida sirpanish amalga ohsa, u holda katta plastik deformatsiya kuzatilishi mumkin.

Deformatsiyalangan kristallda dislokatsiya zichligi 10^3 — $10^6 \frac{1}{\text{sm}^2}$ bo'lsa, kuchli deformatsiyalangan metallda uning qiymati $10^{12} \frac{1}{\text{sm}^2}$ ga tengdir.

Deformatsiyaning oshishi bilan sirpanishlar bosqichi boshlanadi. Bu bosqichda dislokatsiyalar o'zaro tutashuvchi tekisliklarda harakatlanadi. Ularning harakatlanishiga ham qarshilik, ham zichligi oshadi. Dislokatsiyalarni harakatlanishiga to'sqinlik qilish natijasida, ko'p sirpanishlar bosqichida sirpanishlar qiyinlashadi va uning harakatlanishi davom etishi uchun ta'sir qiluvchi kuchlanishlar qiymatining oshishini talab qiladi, natijada deformatsion puxtalanish vujudga keladi. Bu holat jarayonida deformatsiya oxirigacha saqlanadi.

Sirpanishdan tashqari plastik deformatsiya juftlanish orqali ham hosil bo'ladi. Juftlanish orqali deformatsiya sxemasi 3.3-a rasmda ko'rsatilgan. Juftlanish shundan iboratki, kristallning bir qismini boshqa qismiga nisbatan simmetrik holda tekislikka nisbatan yangi holatga o'tishi bo'lib, *juftlanish tekisligi* deyiladi.



3.7- rasm. Kristallni juftlanish sohasida atomlarni joylashish sxemasi.

Kristallni juftlanish sohasida atomlarning joylashish sxemasi 3.7-rasmda ko'rsatilgan. Bundan ko'rinib turibdiki, juftlanish tekisligi *AB* kristallni ikkita turli yo'naltirilgan qismga ajratadi. Pastki qismda juftlanish yaqqol ko'rinib turibdi.

Sirpanish yoki juftlanish orqali deformatsiyalanish metallarda, ularning kristall panjarasi turiga bog'liqdir.

Hajmi markazlashgan va yoqlari markazlashgan kub kristall panjaralarda deformatsiya sirpanish orqali borsa, geksagonal zich upakovka qilin-

gan panjaralarda esa deformatsiya ham sirpanish, ham juftlanish orqali yuzaga keladi.

Metallarni plastik deformatsiyalashda sodir bo'ladigan hamma ichki o'zgarishlar metallni puxtalanishga olib keladi. Bu ichki o'zgarishlarga kristall panjarani qiyshayishi, dislokatsiya zichligi va vakansiyaning oshishi, makro va mikrostrukturaning o'zgarishi va boshqalar kiradi. Metallni plastik deformatsiya ta'sirida puxtalanishiga *puxtalash (naklep)* deyiladi.

Puxtalash detalni puxtalash uslubi sifatida keng ishlatilib, bu usulda detallarni sovuq holda bosim bilan ishlashda foydalanadi.

Plastik deformatsiya metallning fizik xossasini o'zgarishiga sabab bo'ladi, ya'ni elektr qarshilikning oshishiga, zichligining kamayishiga va magnit xossalarning o'zgarishiga olib keladi. Puxtalangan metallar ko'proq korroziya yordamida ekspluatatsiya vaqtida yemirilishi mumkin.

3.3. PLASTIK DEFORMATSIYALANGAN METALLNING STRUKTURASI VA XOSSASIGA QIZDIRISHNING TA'SIRI

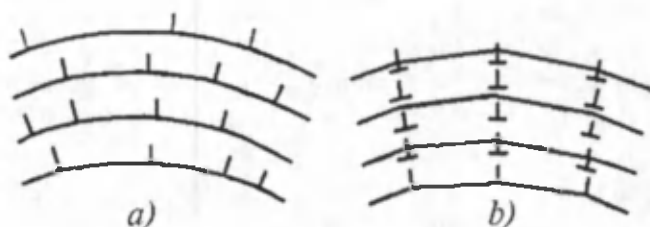
Plastik deformatsiyalangan metall holatining barqaror emasligi, uning erkin energiyasini oshishiga olib keladi. Puxtalangan metall kichik erkin energiya bilan muvozanat holatiga o'z holicha o'tishga harakat qiladi va metallarda atomlarni harakatlanishi, surilishi (diffuziya) orqali ro'y beradi. Bu jarayonlarni rivojlanishiga katta ta'sir etuvchi omil harorat hisoblanadi. Xona haroratida strukturani o'z holicha o'zgartiruvchi atomlarni harakatlanuvchanligi yetarli bo'lmaydi va metall puxtalangan holatdagi xossasini ma'lum vaqt saqlab turadi.

Deformatsiyalangan metallning harorati oshishi bilan qaytish va rekristallanish (qayta kristallanish) yuzaga keladi.

Qaytish deb, deformatsiyalangan metallni qizdirish jarayonida uning xossalarni deformatsiyalangan oldingi holatga kelishiga aytiladi. Buning oqibatida qattqlik va puxtalik 20—30 % ga pasayadi, plastiklik ortadi.

Qaytish ikki bosqichda kechadi: past temperaturali qaytish birinchi tur yoki *hordiq* deyilsa, yuqori haroratligi esa, qaytishni ikkinchi turi yoki poligonizatsiyalash deyiladi (Poligonizatsiyalash — lotincha, *ko'p burchak* ma'nosini bildiradi). Hordiq vaqtida

asosan, nuqtali nuqsonlar, vakansiyalar soni kamayadi. Hordiq deformatsiyalangan metallning mikrostrukturasi o'zgartirmaydi, ichki qoldiq kuchlanish qisman olinadi, kristall panjaraning qiyshayishi to'g'rilanadi, elektr qarshilik kamayadi va metallning zichligi oshadi. Kristallni deformatsiyalashda asosan dislokatsiyalar zichligi ko'payadi. 3.8-*a* rasmda deformatsiyalangan kristall panjarasining qismi ko'rsatilgan. Deformatsiyalangan kristallda dislokatsiyalarning taqsimlanishi betartibdir. Dislokatsiya kerakli harakatga keltiruvchi haroratgacha qizdirilganda, uni qaytadan taqsimlanishi ro'y beradi (3.8-*a* rasm).



3.8- rasm. Poligonizatsiyalash sxemasi:

- a* — deformatsiyadan so'ng dislokatsiyaning taqsimlanishi;
b — deformatsiyadan so'ng dislokatsiyadan tashkil topgan devor.

Deformatsiyalangan metallni yuqori haroratgacha qizdirilsa, uning rekristallanishi tufayli xossasi va strukturasi birdaniga o'zgaradi.

Rekristallanish — yangi deformatsiyalanmagan donachalarning hosil bo'lish va o'sish jarayonidir.

Birlamchi rekristallanish — deformatsiyalangan donachalar atrofida yangi deformatsiyalanmagan donachaning yuzaga kelish va o'sish jarayoni hisoblanadi.

Rekristallanish markazlari dislokatsiya zichligi katta va kristall panjara ko'proq qiyshaygan joylarda uchraydi. Asosan, bu markazlar deformatsiyalangan donachalar chegarasida vujudga keladi. Temperatura oshishi bilan yangi markazlar hosil bo'ladi, bu markazlardan yangi donachalar o'sadi va deformatsiyalangan struktura yo'qolguncha davom etadi. Sovuq holda deformatsiyalangan metallning rekristallanishi quyidagicha tushuntiriladi: deformatsiya vaqtida panjaraning notekis qiyshayishi vujudga

keladi va bu yerda kuchlanishlarning taqsimlanishi ham bir tekisda bo'lmaydi. Beqaror kuchlanish tufayli qiyshaygan panjara qizdirilganda kristall panjarada barqaror donachalar kurtagi paydo bo'ladi. Keyinchalik esa kristall panjaraning qiyshayishi to'g'rilanadi. Sovuq deformatsiyalash oqibatida yuzaga keladigan strukturani qaytadan tiklashda birlamchi rekristallanishdan foydalaniladi.

Rekristallangan donacha hosil bo'ladigan eng kichik qizdirish harorati *rekristallanishning boshlanish harorati* deyiladi. Berilgan metall uchun erish temperaturasiga o'xshab rekristallanishni boshlanish temperaturasi doimiy emas. Bu kattalik dastlabki deformatsiya darajasiga, qizdirish davomiyligiga, metallning tozaligiga va boshqa omillarga bog'liqdir. Rekristallanishning boshlang'ich haroratiga metallning dastlabki deformatsiyasi katta ta'sir ko'rsatadi. Har xil metallar uchun rekristallanish harorati turlicha. Masalan, temir uchun — 450°C, mis uchun — 270°C, aluminiy uchun — 100°C, nikel uchun — 400°C, molibden uchun — 900°C, volfram uchun — 1200°C, qo'rg'oshin uchun esa — 30°C va hokazo.

Rekristallanish harorati rus olimi A.A.Bochvar tomonidan taklif etilgan formula orqali topiladi:

$$T_{rc} = 0,4 \times T_{er}$$

T_{er} — metallni erish harorati, °C; 0,4 — koeffitsient texnik toza metallarga tegishli hisoblanadi. O'ta toza metallar uchun koeffitsient 0,25—0,3 qilib olinadi, ya'ni

$$T_{rc} = (0,25-0,3) T_{er}$$

Plastik deformatsiyalangan metallning deformatsiyadan oldingi strukturasi tiklash uchun bu metallni rekristallanish haroratidan yuqori haroratigacha qizdirishni *rekristallizatsion yumshatish* deyiladi.

Metallarga rekristallanish haroratidan yuqori haroratda ishlov berish *qizdirib, bosim bilan ishlash* deyiladi.

Rekristallanish haroratidan past haroratda ishlov berish esa *sovuq holatda bosim bilan ishlash* deb ataladi.

Metallarni bosim bilan ishlashga bolg'alash, kiryalash, preslash va boshqalar kiradi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. *Deformatsiya deb nimaga aytiladi?*
2. *Elastik va plastik deformatsiya nima?*
3. *Kuchlanish-chi?*
4. *Kuchlanish qanday birlikda o'lchanadi?*
5. *Normal va urinma kuchlanishni tushuntiring?*
6. *Ichki qoldiq kuchlanish deb qanday kuchlanishga aytiladi?*
7. *Elastik deformatsiyaning fizik mohiyatini tushuntirib bering.*
8. *Plastik deformatsiya nimaning hisobiga hosil bo'ladi?*
9. *Sirpanish va juftlanish nima?*
10. *Dislokatsiyalar zichligi deformatsiyaga qanday ta'sir ko'rsatadi?*
11. *Qaytishni tushuntiring.*
12. *Rekristallanish haqida tushuncha bering.*
13. *Poligonizatsiyalash nima?*
14. *Rekristallizatsion yumshatish deb nimaga aytiladi?*

IV BOB.

QOTISHMALAR NAZARIYASINING ASOSLARI

4.1. QOTISHMALAR HAQIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR

Mashinasozlikda sof metallardan foydalanish nihoyatda cheklangan. Hamma vaqt ham ular samarali va kerakli xossalarga, qattiqlikka ega bo'lavermaydi. Ularning elektr xossalari harorat o'zgarishiga bog'liq, issiqlikdan kengayish koeffitsienti esa nihoyatda yuqori va hokazo. Toza metallardan farqli ravishda istalgan, oldindan belgilangan xossali qotishmalar olish mumkin.

Qotishmalar, bu — metallarning metal yoki metallmaslar bilan birikishidan yuzaga keladigan kristall moddalar hisoblanadi. Masalan, cho'yan va po'lat temirning uglerod bilan, latun esa misning rux bilan qotishmasidir. Qotishmani tashkil etuvchilar uning *komponentlari* deb ataladi. Qotishmalar ikki, uch va to'rt komponentli bo'lishi mumkin. Ularga yuqori talablar qo'yiladi. Issiqlik va atom energetikasida qiyin suyuqlanadigan va mustahkam materiallar kerak. Elektronika, yarim o'tkazgichlar va lazer texnikasining taraqqiyoti juda toza qotishmalardan foydalanishni taqozo etadi. Mashinasozlik, avtomatika va boshqa sohalar uchun zaruriy fizik-kimyoviy xossalarni o'zida mujassamlashtirgan qotishmalar kerakdir. Bunday qotishmalarni yerdagi mavjud sharoitlarda olish nihoyatda og'ir. Masalan, *Al* bilan *W* ning nihoyatda qiyin suyuqlanadigan qotishmasi kosmik orbital stansiyasida olingan.

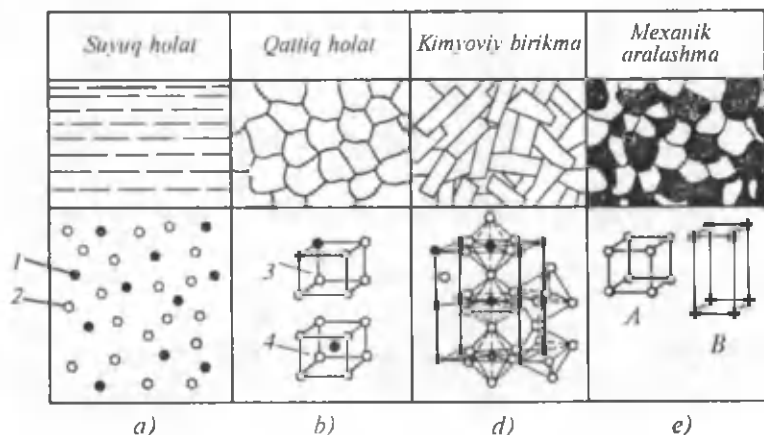
Bir xil tarkibga, bir xil agregat holatiga ega hamda sistemaning boshqa qismlaridan bo'lish sirti bilan ajratilgan sistemaning bir jinsli qismi *faza* deb ataladi.

Bo'lish sirtidan o'tishda moddaning kimyoviy tarkibi va strukturasi sakrab o'zgaradi. Ma'lum tashqi sharoitlarda (bosim, harorat) 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) fazalardan tashkil topadi.

Bir fazali strukturaga ega qotishma *bir jinsli* (gomogenli), bir necha fazadan tashkil topgan strukturali qotishmalar esa *ko'p jinsli* (geterogenli) qotishma deb ataladi.

Qotishma strukturasi deyilganda, mikroskop ostida ko'rindigan fazalarning o'zaro joylashishi, ularning shakli va o'lchamlari tushuniladi.



4.1- rasm. Ikkita A va B metalldan tashkil topgan turli qotishmalar elementar yacheykasining strukturasi va tuzilishi:

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

Bir jinsli suyuq eritmalar (4.1- rasm) suyuq holatda, istalgan nisbatda 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 metallargina suyuq holatda cheklangan miqdorda eriydi. Kristallanish va qotishmalarining qotish jarayonida komponentlarning o'zaro ta'siri turlicha bo'lishi mumkin. 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 panjarasida taqsimlanadi.

Qattiq eritmalar ikki xil bo'ladi: o'rin olish qattiq eritmaları va singish qattiq eritmaları. Qattiq eritmalar bir fazali. *O'rin olish qattiq eritmalarining* kristall panjarasidagi 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 vujudga keladi va ular tartibsiz qattiq eritmalar deb ham ataladi. Chunki eriydigan elementning atomlari panjaraning istalgan tugunida erituvchi atomlari bilan almashinishi mumkin. Singish qattiq eritmalarda erigan komponentning atomlari boshqa komponent eritgich kristall panjarasining atomlari orasidagi bo'shliqqa singadi (4.1-*b* rasmga qarang). Singish qattiq eritmaları temirning vodorod, azot, bor bilan qotishmalarida hosil bo'ladi. Kimyoviy birikmalar (4.1-*d* rasm) turli metallardan yoki metall va metallmas moddalarning qotishmasidan paydo bo'ladi. Kimyoviy birikma elementlari atomlari sonining nisbati $A_n B_m$ formula bilan ifodalanishi mumkin.

Kimyoviy birikma bir jinsli kristall jism bo'lib, atomlari tartibli joylashgan kristall panjaraga ega, bu panjara esa birikmani hosil qiluvchi elementlar panjarasiga o'tmaydi. Toza metallar kabi o'zgarmas suyuqlanish haroratiga ega, odatda, qattiqligi yuqori va anchagina mo'rt.

Ikkita *A* va *B* komponentning mexanik aralashmasi (4.1- rasm) qotishma komponentlari kristallanganda, qattiq holatda bir-birini erita olmaganida hamda kimyoviy reaksiyaga kirishib birikma hosil qila olmaganida yuzaga keladi. Mexanik aralashma to'yingan ikkita qattiq eritma zarralaridan yoki qattiq eritma zarralardan va kimyoviy birikmadan 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. Bu ikkita nuqta oralig'ida qotishmada *suyuq qotishma* va *kristall* deb ataladigan ikkita faza mavjud.

4.2. QOTISHMALARNING HOLAT DIAGRAMMASI

Qotishmalarning tuzilishi toza metallarga nisbatan murakkab va kristallanish jarayonlari toza metallarning kristallanish jarayonlaridan keskin farq qiladi.

Qotishmalar toza metallarga o'xshash qat'iy bir temperaturada kristallanmaydi, balki kristallanishning temperatura oralig'iga boshlang'ich va oxirgi ikkita kristallanish haroratiga ega. Bu haroratlarda oralig'ida ikkita faza, suyuq qotishma paydo bo'la boshlagan kristallar mavjud bo'ladi. Kristallanish jarayoniga qarab, quyib olinadigan, bolg'alash metallari va olinadigan boshqa buyumlar belgilanadi, metall va qotishmalarni termik ishlov berish tartiblari tanlanadi. Shuning uchun ham kristallanish haroratlarini bilish kerak. Metallarning kristallanish haroratlari aniqlangan va jadval-larga kiritilgan, qotishmalarning kristallanish harorati, ularning komponentlari miqdoriga bog'liq va ular turlicha bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari, qotishmalarning xossalari ularning strukturasiga ham bog'liq. Shu sababli qotishmalarning strukturasi, uning kimyoviy tarkibi bilan haroratga qarab o'zgarishini, kristallanishning boshlang'ich va oxirgi haroratlarini holat diagrammasidan o'rganish maqsadga muvofiqdir.

Qotishmalarning holati diagrammasi deb, qotishmalarning holatini temperatura va kimyoviy tarkibiga qarab o'zgarishini ko'rsatuvchi chizma tasavvuriga (grafikka) aytiladi. Bunday grafiklar asosan termik tahlil yordamida tuziladi. Holat diagrammasi qotishma nazariyasining muhim qismini tashkil etadi.

Holat diagrammalari muvozanat holatlar uchun, ya'ni juda kichik tezlikda yoki uzoq vaqt qizdirilganda qotishma erishadigan holat uchun quriladi. Ko'pincha bu diagramma *muvozanat diagrammasi* deb ham ataladi, chunki u ayni sharoitda (ma'lum harorat va ma'lum miqdorda) qanday fazalar muvozanatda turganligini ko'rsatadi.

Qotishmalarning muvozanat holatidagi holat diagrammalari nazariy diagrammalar hisoblanadi, chunki amalda haqiqiy muvozanat holat juda kam uchraydi. Qotishmalarning holat diagrammalari quyidagicha:

1) Qattiq holatda komponentlari cheksiz miqdorda eriydigan hol uchun qotishmalarning holat diagrammasi.

2) Toza komponentlardan mexanik aralashmalar hosil qiluvchi qotishmalarning holat diagrammasi.

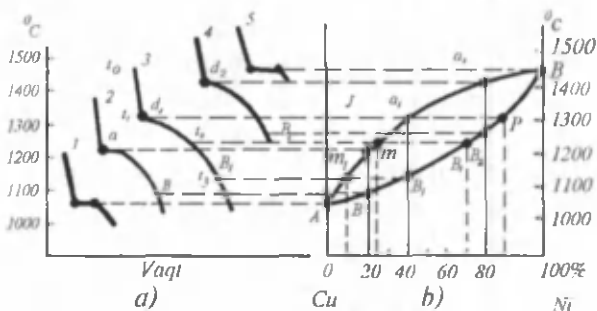
3) Qattiq holatda komponentlar cheklangan miqdorda eriydigan hol uchun qotishmalarining holat diagrammasi.

4) Kimyoviy birikmalar hosil qiluvchi qotishmalarning holat diagrammalari.

Qattiq holatda komponentlari cheksiz eriydigan hol uchun qotishmalarning holat diagrammasi

Cu — Ni sistemasi qotishmasining holat diagrammasi. Mis va nikel istalgan proporsiyada birikib, qattiq qotishmalarning uzluksiz qatorini hosil qiladi, chunki nikel atomlari kristall panjaradagi barcha mis atomlari o'rnini egallash xususiyatiga ega. Misning suyuqlanish temperaturasi 1083°C , nikelniki esa 1445°C ga teng.

Cu — Ni sistemasi qotishmasining quyidagi miqdordagi besh xil tarkibi uchun sovitish egri chiziqlari: 100% Cu, 80% Cu + 20% Ni, 60% Cu + 40% Ni; 20% Cu + 80% Ni, 100% Ni (4.2-*a* rasm).



4.2- rasm. Mis-nikel qotishmasining holat diagrammasi.

Toza metallar (1- va 5- egri chiziqlar) bitta kritik nuqtaga, qotish (kristallanish) temperaturasiga, qotishmalar esa (2-, 3-, 4- egri chiziqlar) ikkita kritik nuqtaga ega. Qotishmalar toza metallardan farqli ravishda ma'lum temperatura oralig'ida kristallanadi. Masalan, qotishma (3) ning kristallanishi t_1 haroratda (a nuqtada) boshlanadi, bu haroratda suyuq qotishmadan qattiq eritmaning dastlabki kristallari ajralib chiqib boshlaydi, kristallanish esa t_2 harorat (b_1 nuqta) da tugaydi. Bu haroratda suyuq qotish-

maning so'nggi tomchisi qotadi. Qotishmalar kristallanishining tugashi turli haroratlari qattiq faza tarkibi uzluksiz o'zgarib borishidan dalolat beradi.

Holat diagrammasini (4.2-*b* rasm) qurish uchun harorat miqdor koordinata o'qlarining absissasida beshta qotishma tarkibi nuqtalar bilan belgilanadi va har bir nuqtadan vertikal chiziqlar chiqariladi. Shundan so'ng kritik nuqtalar qotishmalarining sovish egri chiziqlaridan bu vertikal chiziqlarga 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, *Cu-Ni* sistemasi qotishmasining holat diagrammasi olinadi. Bu sistema komponentlari qattiq holatda cheklanmagan miqdorda eriy oladi. *Cu* va *Ni* qotishmasi ma'lum temperatura oralig'ida kristallanadi va qotadi. Bu temperatura oralig'i chegarasida bir vaqtning o'zida ikkita faza, ya'ni suyuq qotishma va mis hamda nikel qattiq eritmasining kristallari mavjud bo'ladi. Oraliq, toza mis va nikel suyuqlanish nuqtalarini tutashtiruvchi ikkita chiziq bilan chegaralanadi.

Yuqorigi chiziq sovishda qotishning boshlanishini yoki qizdirilganda suyuqlanish tugashini bildirsa, pastki chiziq mos ravishda qotish tugashini yoki suyuqlanish boshlanishini bildiradi. *Cu-Ni* qotishmasining ko'rilayotgan holat diagrammasi uchta qismga ega. Suyuq qotishma mavjud qism mis va nikelning suyuqlanish nuqtalarini tutashtiruvchi yuqori chiziqdan balandda yotadi. Kristall qattiq eritmalar mavjud qism pastki chiziqning ostida yotadi va chiziqlar orasida bir vaqtning o'zida suyuq va qattiq eritmaning kristallari — ikki fazali qism joylashadi. Bu sohaning 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 miqdorini aniqlash mumkin. Masalan, qotishma (3) uchun t_2 temperaturada fazalar miqdori mn_1 gorizontaal chiziq bilan aniqlanadi, bu chiziq *solidus* va *likvidus* chiziqlari bilan kesishguncha davom ettiriladi. n_1 nuqta qattiq suyuq faza miqdorini, m nuqta esa suyuq faza miqdorini bildiradi. t_3 haroratda qattiq faza miqdori holat diagrammasida b_1 nuqta bilan, suyuq

faza miqdori esa m_1 nuqta bilan aniqlanadi. Yuqoridagi fikrlardan suyuq faza likvidus chizig'i, qattiq faza esa solidus chizig'i bo'ylab o'zgaradi, degan xulosa kelib chiqadi. Kristallanishning dastlabki vaqtida paydo bo'lgan kristall o'qlari, odatda, qiyin suyuqlanadigan komponent (nikel) bilan, o'qlar orasidagi bo'shliq keyinroq to'ladi va yengil suyuqlanadigan komponent (mis) bilan to'yinadi. U yoki bu qotishma ayrim kristallarining bir jinsmasligi *kristallararo* yoki *dendritli likvatsiyasi* deyiladi. Likvatsiya — bu *kimyoviy notekislik* ham deb ataladi. Likvidus va solidus chiziqlari orasidagi masofa qancha katta bo'lsa, dendritli likvatsiya ham shuncha kattalashadi. Dendritli likvatsiya qotishmaga salbiy ta'sir qilib, u qotishma tarkibini tekislash maqsadida uzoq muddat qizdirish bilan yo'qotiladi. Qotishma tarkibi unda sodir bo'ladigan diffuzion jarayon tufayli tekislanadi.

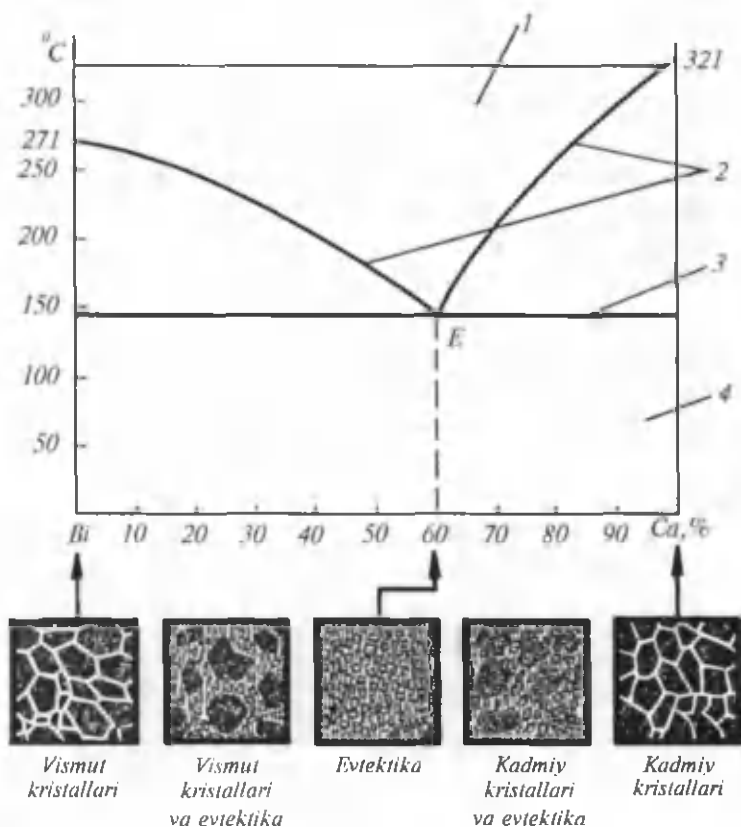
Qattiq qotishmalarga, shuningdek, Cu-Au, Ag-Au, Ni-Au, Fe-Cr, Fe-Va, Bi-Sb va hokazo qotishmalar ham kiradi. Boshqa qotishmalar yuqorida ko'rsatilgan holat diagrammasi ko'rinishida kristallanadi, bu qotishmalarning ikkala komponenti ham suyuq va qattiq holatlarda cheksiz eriydi, ham kimyoviy birikmalar hosil qilmaydi.

Toza komponentlardan mexanik aralashmalar hosil qiluvchi qotishmalarning holat diagrammasi

Vismut — kadmiy (Bi-Cd) sistemasi qotishmasining holat diagrammasi (4.3-rasm). Suyuq qotishma mavjud bo'lgan qism vismut va kadmiyning suyuqlanish nuqtalarini *E* nuqta orqali tutashtiruvchi siniq to'g'ri chiziq bilan yuqoridan chegaralangan. *E* nuqtada qotishma (40% vismut va 60 % kadmiy) bir xil likvidus va solidus temperaturalarga ega. Sistemaning qolgan barcha qotishmalari pastdan solidusning gorizontaal chizig'i bilan chegaralangan temperatura orlig'ida qotadi va suyuqlanadi. *E* nuqtada qotishmada vismut va kadmiyning o'zaro ma'lum tartibda joylashgan juda mayda kristallari bo'ladi. Bu qotishma *evtektika* deb ataladi («evtektika» grekchadan *oson suyuqlanadigan* degan ma'noni bildiradi).

Evtektika deb, suyuq qotishmadan bir vaqtda kristallanadigan ikki yoki undan ko'p kristall turlari hosil qiladigan mexanik

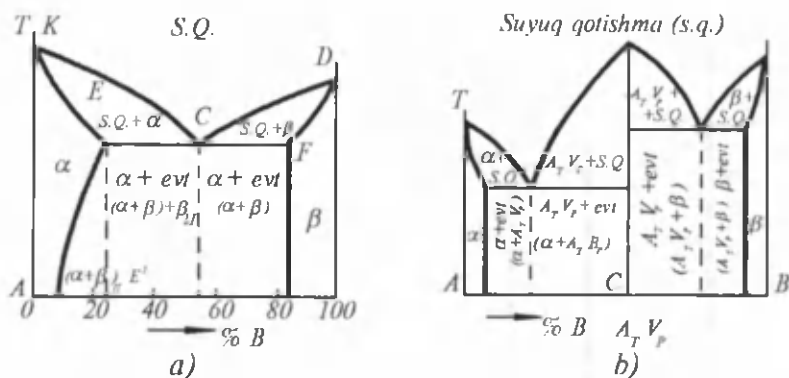
aralashmaga aytiladi. Tarkibi 40 % gacha vismutli qotishmalar, shuningdek, evtektika nuqtasi *E* dan chap tomonda yotuvchi qattiq qotishmalar evtektikadan oldingi, *E* nuqtadan o'ng tomonda yotuvchi va tarkibida 40% dan ortiq vismut bo'lgan qotishmalar evtektikadan keyingi qotishmalar deb ataladi. Evtektikadan oldingi qotishmalar vismut kristallari bilan evtektika aralashmasidan (vismut kristallari+kadmiy kristallari) tashkil topadi, evtektikadan keyingi qotishmalar esa kadmiy kristallari bilan evtektika aralashmasidan iborat bo'ladi. Zn-Sn, Pb-Ag, Ni-Cr, Cr-Mn, Cu-Bi, Ac-Si sistemasidagi qotishmalar ham, ushbu holatda, ko'rinishda kristallanadi.



4.3- rasm. Vismut-qadmiy qotishmasining holat diagrammasi:
 1 — suyuq qotishma; 2 — likvidus chizig'i; 3 — solidus chizig'i;
 4 — vismut va kadmiy kristallarining mexanik aralashmasi.

Qattiq holatda komponentlari cheklangan miqdorda eriydigan hol uchun qotishmalarning holat diagrammasi

4.4-rasmda ko'rsatilgan bunday diagrammalarda sistema uchta fazaga ega: suyuq eritma, B komponentning A komponentdagi qattiq eritmasi (uni α deb ataymiz) va A komponentning B komponentdagi qattiq eritmasi (uni β bilan ataymiz). Diagrammaning KCD chizig'i likvidus, $KECFD$ chizig'i esa solidus chizig'ini hosil qiladi. α kristallar suyuq qotishmadan KC likvidus chizig'i bo'ylab, β kristallar esa CD chizig'i bo'ylab ajraladi. Qotishma KE solidus chizig'i bo'ylab α kristallar hosil bo'lib, DF chizig'i bo'ylab esa β kristallar qotadi, α va β fazalarning bir vaqtda kristallanib mexanik aralashma hosil bo'lishi ECF solidus chizig'i bo'ylab sodir bo'ladi. C nuqtadagi tarkib qotishmasi qotgandan so'ng evtektika deb ataladi, u birgina $\alpha + \beta$ kabi mexanik aralashmadan tashkil topgan. Evtektika nuqtasi C ga nisbatan chap tomonda EC chizig'ida yotuvchi qotishmalar tarkibi qotgandan so'ng evtektikadan oldingi qotishma deb ataladi va $\alpha +$ evtektika ($\alpha + \beta$) strukturasi; C nuqtadan o'ng tomonda CF chizig'ida yotuvchi qotishma tarkibi qotgandan so'ng evtektikadan keyingi qotishma deb ataladi va $\alpha +$ evtektika ($\alpha + \beta$) strukturaga ega bo'ladi.



4.4- rasm. Komponentlari qattiq holatda cheklangan miqdorda eriydigan hol uchun
(a) hamda A va B komponentlar kimyoviy birikma hosil qiladigan hol uchun (b) qotishmalarning holat diagrammasi.

EC chizig'i qattiq holatda *B* komponentining *A* komponentda cheklangan miqdorda erishini ko'rsatadi, *B* komponentning erishi harorat pasayishi bilan kamayadi. *FM* chizig'i *A* komponentning *B* komponentda erishini va bu erish temperatura pasayishi bilan o'zgarmliligini ko'rsatadi.

B komponentning *A* da chegaraviy eruvchanligi *E* nuqta bilan, *A* komponentning *B* da eruvchanligi esa *F* nuqta bilan belgilanadi. *S* nuqtadan chap tomonda (yoki *M* nuqtadan o'ngda) yotuvchi qotishmalar kristallanganda qattiq holatda *B* komponentning (yoki *A*) barcha miqdori istalgan haroratda qattiq eritmada, bunday qotishmalar strukturasi esa α (yoki β) zarralardan tashkil topadi.

Tarkibi *C* va *E* nuqtalar orasida yotuvchi (*B* komponentning *A* da eriydigan chegaradan tashqari) qotishmalarda qotish vaqtida paydo bo'ladigan kristallar temperatura *EC* chizig'idan pasayganda *B* komponenti bilan o'ta to'yinadi, shuning uchun ulardan ortiqcha kristallar ajralib chiqib boshlaydi. *M* nuqta miqdorining β kristallari ana shu ortiqcha kristallardir.

Ular ikkilamchi (β_{II}) kristallar deb ataladi. To'la sovitilgandan so'ng bunday qotishmalar *S* nuqta tarkibining α kristallari va β_{II} kristallardan tashkil topgan strukturaga, ya'ni $\alpha + \beta_{II}$ ega bo'ladi. Qotgandan so'ng $\alpha + \text{evtektika}$ ($\alpha + \beta$) strukturaga ega bo'lgan *EC* chizig'idagi qotishmalarda α kristallardan β kristallar ajralib chiqadi hamda to'la sovitilgandan so'ng struktura $\alpha + \text{evtektika}$ ($\alpha + \beta$) + β_{II} ko'rinishni oladi.

Kimyoviy birikmalar hosil qiluvchi qotishmalarning holat diagrammalari

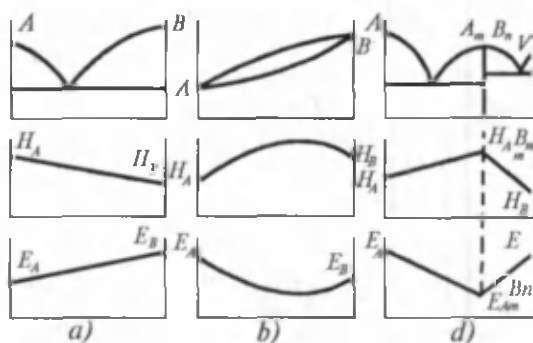
A va *B* komponentlarning kimyoviy birikmasiga ega qotishmalar (4.4-*b* rasm) murakkab holat diagrammasiga ega bo'ladi. Kimyoviy birikma $A_m B_n$ bilan belgilanadi. Bu ushbu birikmada *A* komponentning *m* atomlariga *B* komponentning atomlari to'g'ri kelishini ko'rsatadi. Ushbu sistema uchta fazaga ega: suyuq eritma, *B* komponentning *A* komponentdagi qattiq eritmasi (α faza) va *A* komponentning *B* komponentdagi qattiq eritmasi (β faza).

Ushbu diagramma ikkita sistema diagrammalaridan tuzilgandek: *A* komponent- $A_m B_n$ kimyoviy birikma hamda *B* komponent

$A_m B_n$ kimyoviy birikma. C nuqtadan chap tomonda evtektika $\alpha + A_m B_n$ hosil bo'ladi. Qotishmada C nuqtadan o'ngda B komponent $A_m B_n$ kimyoviy birikmada bo'ladiganga qaraganda ko'proq. Demak bu qotishmalarda $A_m B_n + \beta$ evtektika yuzaga keladi.

Qotishma xossalari bilan holat diagrammasining turi orasidagi bog'lanish

Holat diagrammasining turi va qotishma xossalari bilan aniqlanadigan qotishma tarkibi va strukturasi orasida ma'lum bog'lanish mavjud (H.S. Kurnakov qoidasi) (4.5-rasm). Mexanik aralashmalarda qattqlik H , elektr o'tkazuvchanlik E kabi xossalar chiziqli o'zgaradi (4.5-a rasm). Qattiq eritmalarda ularning xossalari egri chiziq bo'yicha o'zgaradi (4.5-b rasm). Kimyoviy birikmalarda esa ularning xossalari siniq chiziqlar bilan ifodalanadi (4.5-d rasm). Kimyoviy birikmaga mos keluvchi miqdorda hossalari egri chizig'ida xarakterli o'zgarish kuzatiladi. Bu kimyoviy birikmalarning individual xossalarga ega ekanligi bilan tushuntiriladi. Kimyoviy birikmalar, ularni tashkil etuvchi komponentlar xossalariidan keskin farq qiladi. Holat diagrammalariga qarab qotishmalarning texnologik xossalari ham aniqlash mumkin, bu buyum tayyorlash uchun material tanlashni yengillashtiradi.



4.5- rasm. Mexanik aralashma (a), qattiq eritma (b), kimyoviy birikma (d) turdagi qotishmalar uchun tarkib-holat diagrammasi:

A va B — qotishma komponentlari, $A_m B_n$ — kimyoviy birikma,
 H — qattqligi, E — elektr o'tkazuvchanlik.

4.3. TEMIR-SEMENTIT HOLAT DIAGRAMMASI

Temir-uglerodli (Fe-C) qotishmalarni va termik ishlov berish jarayonlarini o'rganish 1868- yilda e'lon qilingan D. K. Chernovning «Lavrov va Kalakuskiyning po'lat va po'latdan ishlangan qurollar» haqidagi maqolaning tanqidiy tahlili hamda ushbu soha bo'yicha olimning o'z tadqiqotlariga oid maqolasi bilan boshlanadi. Olim birinchi bo'lib po'latda kritik nuqtalar borligini ko'rsatdi va temir-sementit diagrammasi haqida dastlabki tushunchani berdi. Keyinchalik temir-uglerodli qotishmalarni o'rganishga hamda temir-uglerod diagrammalarini tahlil qilishga F. Osmond, Le-Shatale (Fransiya), R. Austen (Angliya), A.A. Baykov va N.T. Gudsov (Rossiya), Rozenbaum (Gollandiya), P. Gerens (Germaniya) va boshqalarning ishlari bag'ishlandi.

Temir va uglerod (Fe-C) qotishmalarning strukturasi va xossalari bog'liq asosiy komponentlar hisoblanadi. Toza temir kumushsimon oq rangdagi metall, suyuqlanish harorati 1539°C ga teng. Temir ikkita α va γ polimorf modifikatsiyaga ega. α modifikatsiya 911°C dan past va 1392°C dan yuqori haroratda, γ modifikatsiya esa $911-1392^{\circ}\text{C}$ haroratlar oralig'ida mavjud. Harorat va uglerod miqdoriga bog'liq holda Fe-C li qotishmalarning quyidagi struktura tashkil etuvchilari mavjud:

1. Ferrit (F) — uglerodning α — temirga singdirilgan qattiq eritmasi. Xona haroratida α — temirda uglerod 0,005% gacha eriy oladi; eng ko'p eruvchanlik 727°C haroratda bo'lib, 0,002% ga teng. Ferritning qattiqligi past ($HB\ 80-100$) va mustahkamligi kichik ($\sigma_v=250\text{ MPa}$), lekin plastikligi yuqori ($\delta=50\%$, $\varphi=80\%$).

2. Austenit (A) uglerodning γ — temirga singdirilgan qattiq eritmasi. U temir-uglerodli qotishmalarda faqat yuqori haroratlardagina mavjud bo'ladi. Uglerodning γ — temirdagi eng ko'p eruvchanligi 1147°C da bo'lib, 2,14% ga teng. 727°C da esa 0,8%. Bu harorat Fe-C li qotishmalarda austenitning barqaror mavjud bo'lishligining pastki chegarasidir. Austenitning qattiqligi $HB\ 160-200$, plastikligi juda yuqori ($\delta=40-50\%$).

3. Sementit (S) temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi (temir karbidi Fe_3C). Sementitda, 6,67% uglerod bor. Uning suyuqlanish harorati 1600°C atrofida, juda qattiq ($HB-800$) mo'rt va amalda umuman plastik emas. Sementit barqaror emas,

ma'lum sharoitlarda $Fe_3C \rightarrow 3Fe + C$ reaksiya bo'yicha grafit ko'rinishda erkin uglerod ajralib parchalanadi.

4. Grafit (*G*) — erkin uglerod bo'lib, yumshoq (*HB-3*) va mustahkamligi past. Grafit aralashmalarining shakli o'zgarishi bilan qotishmaning mexanik va texnologik xossalari ham o'zgaradi.

5. Perlit (*P*) tarkibida 0,8% uglerod mavjud ferrit va sementitning mexanik aralashmasi. Perlit plastikasimon va zarrasimon (globulyar) bo'lishi mumkin. Bu sementitning shakliga (plastinka yoki zarralarga) bog'liq perlitning mexanik xossalarini belgilaydi. Xona haroratida zarrali, ya'ni donali perlitning mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 800 \text{ MPa}$ ga, nisbiy cho'zilishi $\delta = 15\%$, qattiqligi *HB* 160 ga teng.

Perlit quyidagicha hosil bo'ladi: sementit plastinkasi yoki austenit zarrasi chegarasida o'sa boshlaydi yoxud metallmas aralashma kristallanish markazi bo'lib hisoblanadi. Bunda qo'shni qismlarda uglerod kamayadi va ularda ferrit hosil bo'ladi. Bu jarayon sementit va ferritning parallel plastinkalari va donachalaridan (zarralaridan) tashkil topuvchi perlit zarrasi (donachasi) vujudga kelishiga olib keladi. Qancha yirik sementit ajralib chiqsa, perlitning mexanik xossalari shuncha yomonlashadi.

6. Ledeburit (*L*) - tarkibida 4,3% uglerod bo'lgan austenit va sementitning mexanik aralashmasi (evtektika). Ledeburit suyuq qotishmaning 1147°C haroratda qotishidan hosil bo'ladi. Uning qattiqligi *HB* 600—700 ga teng, juda mo'rt. 727°C haroratda austenit perlitga aylanganligidan, bu o'zgarish ledeburit tarkibiga kiruvchi austenitni ham qamrab oladi. Buning natijasida 727°C haroratda ledeburit austenitning sementit bilan aralashmasi emas, balki perlitning sementit bilan aralashmasidan iborat bo'ladi.

Fe-C li qotishmalarda yuqorida sanab o'tilgan struktura tashkil etuvchilardan tashqari oksidlar, nitridlar, sulfidlar, fosfidlar, ya'ni kislorod, azot, oltingugurt va fosfor bilan hosil qilingan birikmalar ko'rinishidagi keraksiz metallmas aralashmalar ham bo'lishi mumkin.

Temir-sementit holat diagrammasida Fe-C li qotishmalarning kristallanish jarayonlari, hamda suyuq qotishmani xona temperaturasigacha sekin sovitganda, uning strukturasidagi o'zgarishlar o'rganiladi.

Diagramma (4.6-rasm) toza temirdan sementitgacha (6,67% C) bo'lgan miqdorli qotishmalarning faza tarkibi va strukturasi ko'rsatadi. Tarkibida 0,02 dan 2,14% gacha uglerod bo'lgan Fe-C qotishmalar *po'lat*, 2,14 dan 6,67% gacha uglerod bo'lgan Fe-C qotishmalarga esa *cho'yan* deb ataladi.

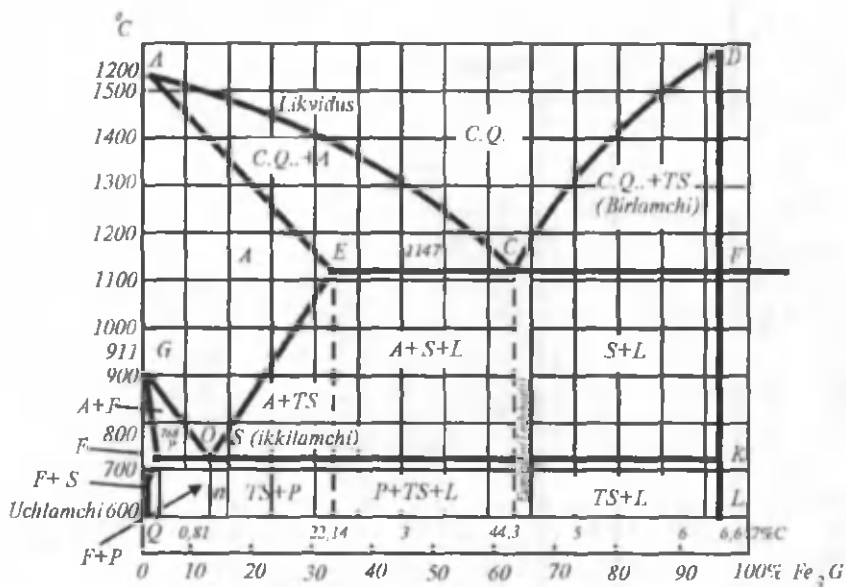
Fe-Fe₃C diagrammasi sodda holda ko'rsatilgan. Birlamchi kristallanish, ya'ni suyuq qotishmaning qotishi AC likvidus chizig'iga mos keluvchi temperaturalarda boshlanadi. Bu diagrammadagi A nuqta temirning suyuqlanish (qotish) temperaturasi 1539°C ga mosdir. D nuqta esa sementitning suyuqlanish (qotish) temperaturasi 1600°C ga to'g'ri keladi.

AECF solidus chizig'i oxirgi qotish haroratiga mos. AC chizig'iga mos keluvchi haroratlarda suyuq qotishmadan austenit, CD chizig'iga mos keluvchi haroratlarda esa birlamchi sementit kristallanadi. 1147°C haroratda va uglerod miqdori 4,3% bo'lganda C nuqtada suyuq qotishmadan bir yo'la austenit va birlamchi sementit kristallanib, evtektika-ledeburit hosil qiladi.

AE solidus chizig'iga mos kelgan haroratlarda tarkibida 2,14% gacha uglerodli qotishmalar uzil-kesil qotadi va austenit hosil bo'ladi. ECF solidus chizig'ida, tarkibida 2,14 dan 6,67% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar uzil-kesil evtektika (ledeburit) struktura hosil qilib qotadi. Struktura avvalroq suyuq qotishmadan hosil bo'ladi: 2,14—4,3% uglerod bo'lganda austenit, 4,3—6,67% uglerod bo'lganda birlamchi sementit yuzaga keladi (4.6-rasmga qarang).

Birlamchi kristallanish natijasida 2,14% gacha uglerod miqdorili barcha qotishmalarda, ya'ni po'latlarda bir fazali struktura-austenit, 2,14% dan ko'p uglerod miqdorili qotishmalarda, ya'ni cho'yanlarda birlamchi kristallanishda ledeburit evtektikasi kuzatiladi.

Ikkilamchi kristallanish (qattiq holatda o'zgarish) — GSE, PSK va GPQ chiziq'larga mos keluvchi haroratlarda kuzatiladi. Qattiq holatda o'zgarish temirning bitta allotropik modifikatsiyadan boshqasiga (α dan β ga) o'tishi tufayli hamda uglerodning austenit va ferritda eruvchanligi o'zgarishiga bog'liq holda ro'y beradi. Harorat pasayishi bilan eruvchanlik kamayadi. Qattiq qotishmalardan ortiqcha uglerod sementit ko'rinishida ajralib chiqadi.



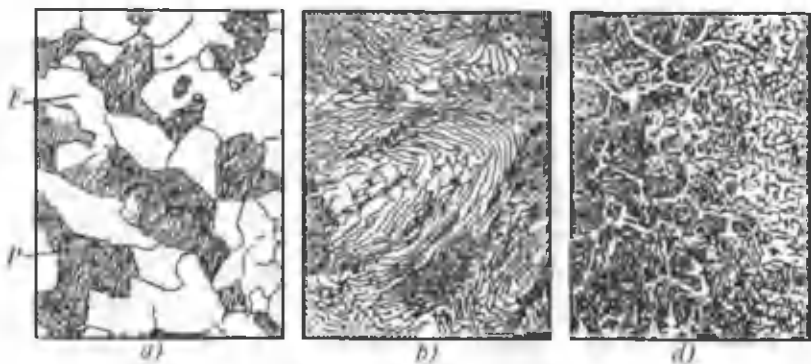
4.6-rasm. Temir-sementining holat diagrammasi
(sodda ko'inishda):

A — austenit, P — perlit, L — ledeburit, F — ferrit, S — sementit

Diagrammaning *AGSE* qismida austenit mavjud. Qotishma sovitilganda austenit *GS* chizig'iga mos keluvchi haroratda ferritni, *CE* chizig'iga mos keluvchi haroratlarda esa ikkilamchi sementitni ajratib chiqarib parchalaydi. *Ikkilamchi sementit* deb, qotishmadan ajralib chiqadigan birlamchi sementitdan farqli ravishda, qattiq eritmadan ajralib chiqadigan sementitga aytiladi.

Diagrammaning *GSP* qismida ferrit va parchalanadigan austenit aralashmasi bor. *GP* chizig'ida pastda faqat ferrit mavjud. *PQ* chizig'iga mos keluvchi temperaturagacha sovitilganda ferritdan uchlamchi sementit ajralib chiqadi. *PQ* chizig'i harorat pasayishi bilan ferritda uglerodning eruvchanligi (727°C haroratda) 0,02% dan (xona haroratida) 0,005% gacha kamayishini ko'rsatadi.

Uglerod miqdori 0,8% va harorat 727°C bo'lganda, *S* nuqtada barcha austenit parchalanadi va ferrit hamda sementitning mexanik aralashmasi perlitga aylanadi. Tarkibi 0,8% uglerodli po'lat *evtektoidli po'lat* deb ataladi (4.7-rasm). Tarkibida 0,02 dan 0,8% gacha uglerod bo'lgan po'latlar evtektoiddan oldingi



4.7-rasm. Po'latlar mikrostrukturasi:

a — 500 marta kattalashtirilgan evtektoidgacha bo'lgan po'lat-ferrit (oq uchastkalar) va perlit (qora uchastkalar); *b* — evtektoidli po'lat-perlit (100 marta kattalashtirilgan) *d* — evtektoiddan keyingi to'r ko'rinishidagi po'lat-perlit va sementit (200 marta kattalashtirilgan).

(4.7-*a* rasm), 0,8 dan 2,14% gacha uglerodli po'latlar esa evtektoiddan keyingi po'latlar deb (4.7-rasmda) ataladi.

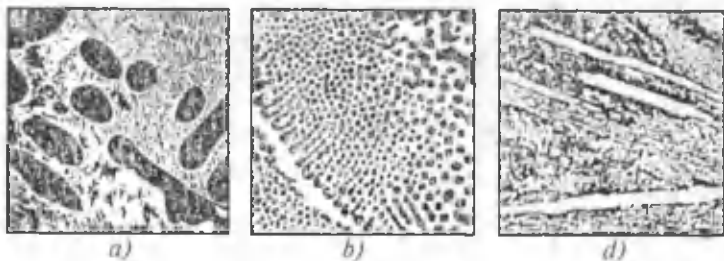
SE chizig'iga mos keluvchi temperaturalarda sistemaning istalgan qotishmasida qolgan austenit parchalanadi va ferrit hamda sementitning mexanik aralashmasidan iborat perlit hosil qiladi. *PSK* chizig'i perlitli o'zgarish chizig'i deb ataladi.

SE chizig'iga mos haroratlarda austenit uglerod bilan to'yingan bo'lib, harorat pasayganda undan ikkilamchi sementit ko'rinishidagi ortiqcha uglerod ajralib chiqadi.

Tarkibida 4,3% uglerod bo'lgan cho'yan evtetik oq cho'yan deb ataladi (4.8-rasm). Tarkibida 2,14 dan 4,3% gacha uglerod bo'lgan cho'yanlar evtektikadan oldingi, uglerod miqdori 4,3 dan 6,67% gacha bo'lsa, evtektikadan keyingi oq cho'yanlar deb ataladi.

Harorat 727°C ga etganda (*PSK* chizig'i) tarkibidagi uglerod evtektoiddagi darajagacha kamaygan (0,8%) austenit perlitga aylanadi. Uzil-kesil sovigandan so'ng evtektikadan oldingi oq cho'yanlar perlit, ledeburit (perlit + sementit) va ikkilanchi sementitdan tashkil topadi. Bunday cho'yan tarkibida uglerod miqdori qancha ko'p bo'lsa, unda perlit shuncha kam, ledeburit esa shuncha ko'p bo'ladi. 727°C dan past haroratda evtektik oq cho'yan (4,34°C) faqat ledeburitdan iborat. Tarkibida 4,3% dan ko'p uglerod bo'lgan evtektikadan keyingi oq cho'yan, to'la sovigandan so'ng birlamchi sementit va ledeburitdan iboratdir.

Ledeburitni *PSK* chizig'idan past temperaturada sovitilgandan so'ng, uning tarkibiga kiruvchi austenit perlitga aylanadi, ya'ni xona temperaturasida ledeburit sementit va perlit aralashmasidan iboratdir. Bunda sementit yaxlit matrisa hosil qilib, unda perlit koloniyalari joylashadi. Ledeburitning bunday tuzilishi, uning juda qattiqligi ($HB > 600$) va mo'rtligiga sabab bo'ladi.



4.8-rasm. 500 marta kattalashtirilgan oq cho'yan mikrostrukturasi:
a — eitektikadan oldingi cho'yan-perlit (qora uchastkalar) va ledeburit (ikkilamchi sementit strukturada ko'rinmaydi);
b — evetik cho'yan-ledeburit (perlit va sementit aralashmasi);
d — eitektikadan keyingi cho'yan — sementit (oq plastinalar) va ledeburit.

4.4. TEMIR-GRAFIT HOLAT DIAGRAMMASI

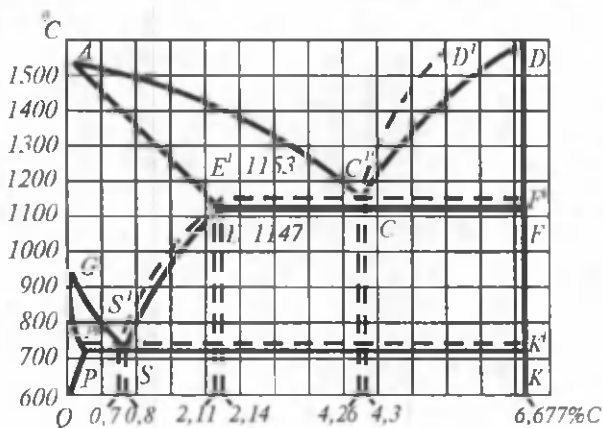
Qotishma nisbatan tez sovitilganda suyuq cho'yanning kristallanish jarayonida sementit hosil bo'ladi. Temir — sementit sistemasi metastabil, ya'ni beqaror sistema hisoblanadi, chunki ma'lum sharoitlarda sementit austenit va grafit (plastikasimon) ko'rinishdagi uglerodga parchalanadi. Juda sekin sovitilganda qotishmaning kristallanish jarayonida undan grafit ko'rinishdagi uglerod ajraladi. Temir-grafit sistemasi stabil sistema hisoblanadi.

Temirning uglerodli qotishmalarida grafitning kristallanish jarayoni *grafitlanish* deb ataladi. U qattiq holatda ham yuzaga kelishi mumkin, chunki sementit yuqori temperaturalarda beqarordir:

- 1) sementitning parchalanishi va uglerod atomlarining austenitda erishi;
- 2) austenitda grafitlanish markazlarining hosil bo'lishi;
- 3) austenitdagi uglerod atomlarining grafitlanish markazlariga tomon diffuziyalanishi;

4) grafit ajralishining o'sishi.

4.9-rasmda uzluksiz chiziqlar bilan temir-sementit metastabil diagrammasi, shtrix chiziqlar bilan temir-grafit stabil diagrammasi tasvirlangan. Temir-sementit diagrammasi bo'yicha cho'yanlar qismida oq cho'yanlar, temir-grafit diagrammasi bo'yicha kulrang cho'yanlar olinadi. Temir-grafit diagrammasida $E^1C^1F^1$ va $P^1S^1K^1$ gorizontal chiziqlar birmuncha yuqori, S^1D^1 va E^1S^1 qiya chiziqlar esa temir-sementit diagrammasidagi mos chiziqlarga nisbatan chap tomondan yotadi. Temir-grafit diagrammasida AC^1D^1 chizig'i likvidus chizigi hisoblanadi, kotishma AC chizig'i bo'yicha sovitilganda austenit, C^1D^1 shaxobchasi bo'yicha esa birlamchi grafit ajralib chiqadi. 1153°C haroratda $E^1C^1F^1$ solidus chizig'ida grafit va austenitdan tashkil toptan evtektika vujudga keladi. U *grafitli evtektika* deb ataladi. S^1E^1 chiziq harorat pasayishi bilan austenitda uglerodning erishi kamayishini ko'rsatadi. Harorat pasayganda temir-grafit sistemasida austenitdan ikkilamchi grafit ajralib chiqadi. To'la sovitilgan struktura ferrit va grafitdan tashkil topadi.



4.9-rasm. Temir-grafit holat diagrammasi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qotishma deganda nimani tushunasiz? Unga misol keltiring.
2. Qattiq eritma nima?
3. Kimyoviy birikmaga misol keltiring.

4. Qotishmalarning holat diagrammasini sharhlang.
5. Qattiq holda komponentlari cheksiz eriydigan hol uchun qotishmalarning holat diagrammasini tushuntirib bering.
6. Vismut-kadmiy holat diagrammasining o'ziga xos tomonlarini ko'rsating.
7. Temir-sementit holat diagrammasi nima uchun kerak?
8. Ferrit va austenit nima? Perlit, sementit deganda nimani tushunasiz?
9. Grafit va Ledeburit haqida gapirib bering.
10. Holat diagrammasidagi qanday chiziqlarni bilasiz?
11. A_c , A_r , A_{c_2} , A_{r_2} , A_{c_m} , A_{r_m} nima?
12. Texnik toza temir deb nimaga aytiladi?
13. Temir-grafit holat diagrammasini sharhlang.
14. Cho'yanning qattiq va mo'rt bo'lishiga sabab nima?

V BOB.

TEMIR-UGLERODLI QOTISHMALAR

5.1. CHO'YAN VA PO'LATNI ISHLAB CHIQRISH HAQIDA MA'LUMOT

Cho'yan va po'lat ishlab chiqaradigan hozirgi zamon metallurgiya korxonasi murakkab kompleksdan iborat (5.1-rasm) bo'lib, ular quyidagilardan tashkil topgan:

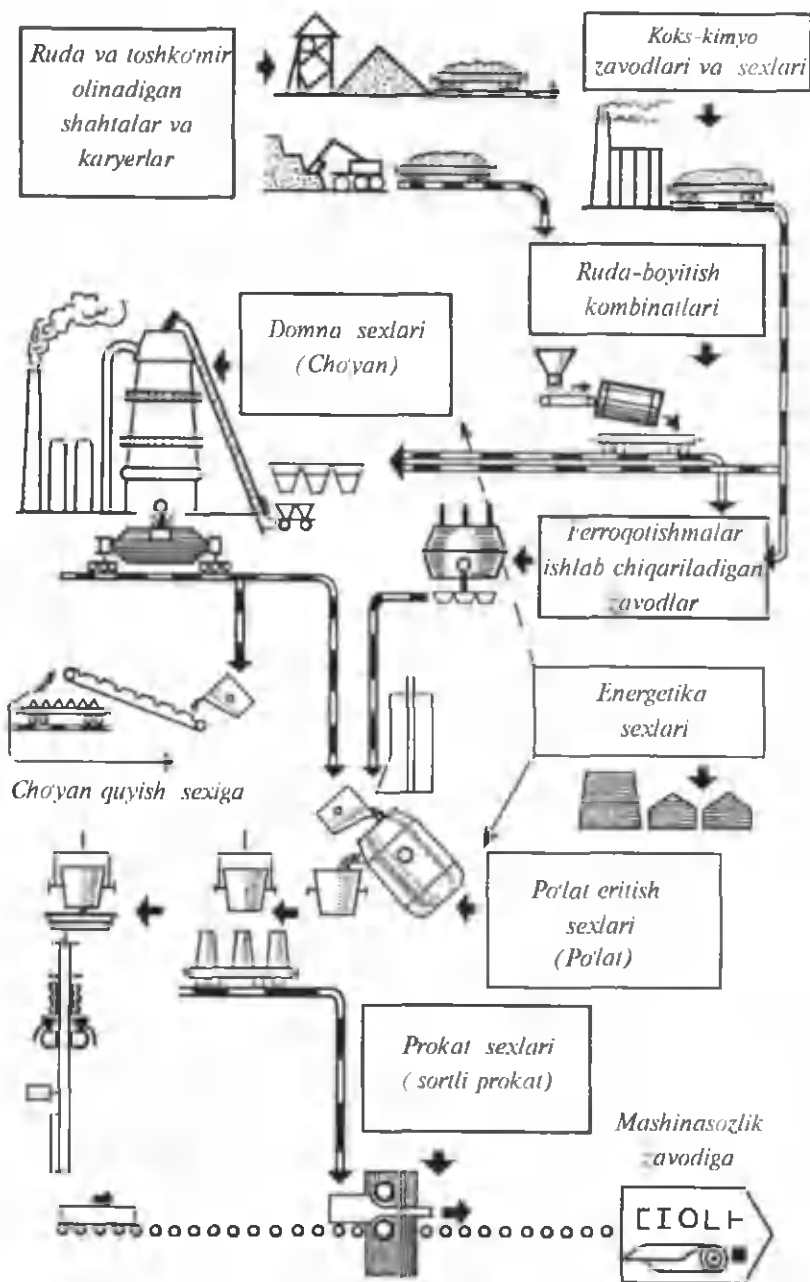
1. Ruda, toshko'mir, flyus, o'tga chidamli materiallar qazib olinadigan shaxta va karyerlar.

Cho'yan va po'lat ishlab chiqarishda temir rudasi asosiy xomashyo hisoblanadi. Temir rudasi tarkibida qayta ishlash uchun zarur miqdorda temir bo'lgan tog' jinsidir. Muhim temir rudalariga magnit, qizil, qo'ng'ir, shpatli temirtoshlar va temirli kvarsitlar kiradi. Tarkibida 70% temir mavjud magnit temirtosh, 65% gacha temirli qizil temirtosh eng boy rudalar sirasiga kiradi.

Flyuslar, asosan ohaktosh (CaCO_3) cho'yan eritishda zarur mahsulotdir, ular rudani domna pechlarida suyultirish jarayonida undan bekorchi jinslarni uzil-kesil chiqarib tashlash uchun xizmat qiladi.

Yonilg'i cho'yan va po'lat ishlab chiqarishda muhim material. Eng ko'p qo'llaniladigan yonilg'ilarga quyidagilar kiradi: koks, mazut, tabiiy gaz, koks gazi, domna (kaloshnik) gazi. Metallurgiya pechlari havo qizdirgichlar, metall yig'gichlar, kovshlar, havo va gaz trubalarining devorlari, trubalari o'tga chidamli materiallardan teriladi. Chunki ular yuqori harorat hamda katta kuchlar ta'sirida bo'lishidan tashqari, bevosita suyuq metall, shlak va gazlar ta'sirida ham bo'ladi. Shuning uchun o'tga chidamli materiallar yuqori haroratda suyuqlanmasligi, termik jihatdan chidamli hamdir. O'tga chidamli materiallar g'isht, har xil shaklli buyumlar va kukun tarzida tayyorlanadi. O'tga chidamli materiallarga asosan dinas magnezit, dolomit g'ishtlari kiradi.

2. Bekorchi jinslarni chiqarib, ruda tozalanadigan va suyuqlantirishga tayyorlanadigan hamda rudaga nisbatan tarkibida temir



5.1-rasm. Hozirgi zamon metallurgiya ishlab chiqarishining sxemasi.

ko'p bo'lgan mahsulot-konsentrat olinadigan ruda boyitish kombinatlari.

Rudada temir oksidlaridan tashqari, bekorchi jinslar, chunonchi, kremnezem, tuproq, oltingugurt, fosfor va boshqa aralashmalar bo'ladi. Ularni suyultirilishda qisman yo'qotish zarur. Shuning uchun rudadagi temir miqdorini ko'paytirish maqsadida, u boyitiladi. Ruda yuvish, magnit yordamida va qizdirish usullari bilan boyitiladi.

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

4. Energetika sexlari. Bu sexlarda elektr energiyasi olinadi va uzatiladi, domna jarayonlarida havo puflash uchun zarur bo'lgan siqilgan metallurgiya korxonalaridan chiqadigan gazlar tozalanadi.

5. Cho'yan va ferro qotishmalarni eritish domna sexlari; Cho'yan domna pechlarda suyuqlantirib olinadi. Domna pechi shaxta tipidagi pechdir. Uning ichi o'ta chidamli g'isht bilan urib chiqiladi, yuqori qismi po'lat qobiq bilan berkitib qo'yiladi. Hozirgi zamon domnalarining balandligi 60 m ga yetadi. Dunyodagi eng yirik domna pechi Cherepovesk metallurgiya zavodida qurilgan.

Uning balandligi 100 m dan ortiq, pechning diametri 19 m, foydalilik hajmi $5580 m^3$ ga teng. Bu domnaning yillik ish unumi 4,5 mln tonnani tashkil etadi.

6. Turli ferroqotishmalar ishlab chiqaradigan zavodlar.

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

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

Hozirgi zamon po'lat ishlab chiqarishi ikki bosqichli sxemaga asoslangan, unda domna pechlarida cho'yan eritiladi, hamda turli usullar bilan po'lat olinadi. Cho'yandan konverter, marten kabi metallurgiya agregatlarida qayta ishlanib, po'lat olinadi. Ularda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar tufayli cho'yandagi ba'zi aralashmalar oksidlanadi va ular eritish jarayonida shlakka

hamda gazlarga o'tkaziladi. Natijada kerakli kimyoviy tarkibga ega po'lat olinadi.

Marten pechlar va konverterlarda olingan po'latlarning pech gazlari bilan birmuncha ko'proq to'yinganligini, ko'p legirlangan asbobsozlik va maxsus xossali po'latlar olishning cheklanganligi tufayli yanada takomillashgan usullar ustida izlanishlar olib borish natijasida XIX asr oxiri XX asr boshlarida elektr pechlarda po'lat olish usuli yaratildi (Rossiyada dastlabki elektr pech 1909- yilda Obuxov zavodida qurilgan).

Elektr pechlar tuzilishining oddiyligi, turli muhitlarda vakuumda ishlay olishi, temperaturaning yuqoriligi va oson rostlanishi, arzon shixta materiallardan yuqori sifatli uglerodli va maxsus xossali po'latlar olish imkonini berdi. Po'lat ishlab chiqarishchda foydalaniladigan elektr pechlarni ikki asosiy guruhga ajratish mumkin:

1. Elektr yoy pechlar;
2. Induksion elektr pechlar.

Elektr yoy pechlari uch fazali o'zgaruvchan tok bilan ishlaydi. Ular uchta vertikal joylashgan elektrodlardan iborat va ular bilan metall o'rtasida elektr yoyi paydo bo'ladi. Suyuqlantirish jarayoni pechga qarab, 2,5—8 soat davom etadi.

Induksion elektr pechlardan yuqori sifatli, korroziyaga bardosh, yuqori temperaturaga chidamli va boshqa maxsus xossali po'latlar olishda foydalaniladi. Qayta ishlangan cho'yan, quyma cho'yan, domna ferroqotishmalari, po'lat quymalar, hamda prokatlar qora metallurgiyaning asosiy mahsulotlari hisoblanadi. Ferroqotishmalar tarkibida marganes, kremniy, vanadiy, titan kabi metallar ko'p bo'lgan temir qotishmasidir. Ular cho'yandan po'lat olish va legirlangan po'lat ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ferroqotishmalarga tarkibi 9-13% Si va 3% gacha Mn bo'lgan ferrotsilisiy, tarkibida 70—75% Mn va 2% gacha Si bo'lgan domna ferromarganetsi, tarkibida 10—25% Mn va 2% gacha Si bo'lgan yaltiroq cho'yan kiradi.

Qoliplar va kristallizatorlarda olingan po'lat quymalar bosim ostida ishlanadi (prokatlanadi, bolg'alanadi). Prokat bevosita konstruksiyalarda (ko'priklar, binolar, temir-beton konstruksiyalar, temir yo'l izlari, mashina staninalari va hokazolarda) qirqib, detallar tayyorlash, bolg'alash va shtamplash uchun xomaki mahsulot sifatida ishlatiladi.

5.2. QUYILGAN QOTISHMALARDAN QUYMALAR OLISH USULLARI

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, turli mashina detallarining og'irligi jihatidan qariyb 50% dan ortiqrog'i, traktorsozlikda 60% va stanoksozlikda esa 80% ga yaqini metall va uning qotishmalaridan quyma tarzida olinadi. Quymakorlikda bolg'alash, shtamplash, kesib ishlash va boshqa usullarda tayyorlanishi qiyin bo'lgan yoki mutlaqo tayyorlanib bo'lmaydigan murakkab shaklli, turli o'lchamdagi metall quymalari oson olinadi.

Suyultirilgan metallni qolipga quyish usuli bilan qilinadigan detal yoki zagotovka *quyma* deb ataladi. Quyish qolipning konfiguratsiyasi detal yoki zagotovka ko'rinishiga ega. Suyuq metall quyish qolipiga quymakorlik sistemasi deb ataladigan kanallar sistemasi orqali qo'yiladi. Suyultirilgan metall qotishma qolipni erkin, ya'ni og'irlik kuchi, markazdan qochirma kuch yoki tashqi bosim ostida majburiy to'ldirishi mumkin. Quymalardagi ichki teshiklar, kanallar va bo'shliqlar quyish qolipi ichiga metall qo'yishdan oldin qo'yiladigan uzak (sterjenlar) yordamida hosil qilinadi. Quyma kristallanib, so'ng o'zaklar chiqarib olinadi. Qumli aralashmalardan tayyorlanadigan qolip va o'zaklar bir marta, metall yoki o'tga chidamli materiallardan yasaladiganlari esa doim ishlatishga yaraydi.

Quymalarni quyish usulini ikkita guruhga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga bir marta ishlatiladigan qoliplarda quymalar olish usuli kiradi.

Bunday qoliplarga qotishma bir marta quyiladi, so'ngra quymani olish uchun u buziladi (quruq yoki nam qoliplarga quyish, qobiqli qoliplarga quyish va boshqalar). Ikkinchi guruhga ko'p marta ishlatiladigan metall qoliplarda quyma olish usullari kiradi. Bunda suyuq qotishma qolipga bir necha yuz martadan tortib, bir necha o'ng ming martagacha quyilishi mumkin (metall qolipga (kokil) quyish, markazdan qochma usulida quyish va boshqalar).

Yuqorida ko'rib o'tilgan quyish usullarining har biri vazifasi va ishlatilish sohasiga ega. Har bir usul ishlab chiqarish hajmi, quymaning aniqligi, sirtining silliqligiga bo'ladigan talablar, quyish qotishmalarning texnologik xossalari, texnik-iqtisodiy ko'rsatkich-

lar bilan belgilanadi. Quyib tayyorlangan qotishmalarni eritishda suyultirish pechlariga metall shixta, ferroqotishmalar, ligaturalar va flyuslar solinadi.

Metall shixta texnik toza metall quymalaridan, metall parchasidan, ishlab chiqarish chiqindilaridan iborat.

Ligatura yordamchi qotishma bo'lib, suyultirilgan metallga suyultirish jarayonida kuygan kimyoviy elementlar o'rnini to'ldirish uchun qo'shiladi. Masalan, cho'yan va po'lat quyishda bir yo'la metallni qaytaradigan ferroqotishmalar (ferromarganes, ferrosilisy va boshqalar) ligatura bo'lib xizmat qiladi. Flyuslar kerakli fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan shlak hosil qilish uchun xizmat qiladi (cho'yan eritishda ohaktosh flyus vazifasini bajaradi).

Shlak suyultirish jarayonida metallni oksidlanishdan saqlaydi, shixtaga metall bilan birga tushib qolgan va suyultirish jarayonida yuzaga keladigan kerakmas aralashmalarni chiqarib tashlash uchun xizmat qiladi.

Quyma qotishmalarnig xossalarini yaxshilash uchun suyultirish jarayonida, suyultirilgandan so'ng, quyish kovshlarida yoki bevosita qoliplarda qotishmalar modifitsirlanadi, legirlanadi va rafinirlanadi (begona zarrachalardan tozalanadi).

Modifitsirlash qotishma suyultirilgandan so'ng, suyuq qotishma foizning yuzdan yoki undan bir bo'lagi qadar modifikatorlar kiritishdan iborat.

Modifikatorlar qo'shimcha kristallanish markazlarini hosil qilishi, qotishmaning mayda zarrali tuzilishini, uning mexanik xossalarini yuqoriligini ta'minlaydi. Cho'yan va po'lat uchun silikokalsiy, ferrosilisy va boshqalar modifikator vazifasini o'taydi. Legirlash, bu qotishmaning ichki tuzilishini o'zgartirish hisobiga (olovbardoshlik, yeyilishga chidamlilik, korroziyaga bardoshlik va boshqalar) berish uchun suyuq qotishmaga turli kimyoviy elementlar (Cr, Ni, Cu, Mo, Va, W, Ti, Co va boshqalar) qo'shishdan iborat.

Rafinirlash qotishmani keraksiz va zararli aralashmalardan tozalashdir. Cho'yan va po'latdagi zararli aralashmalar (oltingugurt, fosfor) marganes va ohaktosh bilan rafinirlanib yo'qotiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. *Po'lat deb nimaga aytiladi?*
2. *Cho'yan haqida tushuncha bering.*
3. *Cho'yan ishlab chiqarishni sharhlang.*
4. *Qanday temir rudalarini bilasiz?*
5. *Flyus nima?*
6. *Koks haqida nimalarni bilasiz?*
7. *Po'lat qanday pechlarda eritiladi?*
8. *Quymalar olish texnologiyasini aytib bering.*
9. *Modifikator nima?*
10. *Legirlash deganda nimani tushunasiz?*
11. *Po'lat va cho'yanlar necha °C da eriydi?*
12. *Rafinirlash haqida ma'lumot bering.*

VI BOB. PO‘LATLAR VA CHO‘YANLAR

6.1. CHO‘YANLAR

Tarkibida 2,14—6,67% gacha uglerod bo‘lgan temir-uglerod qotishmasiga *cho‘yan* deyiladi. Cho‘yanlar po‘latdan uglerod miqdorining ko‘pligi, yaxshi quyilish xossalari bilan farq qiladi. Cho‘yan po‘latdan arzon va oddiy sharoitlarda bosim ostida ishlab bo‘lmaydi. Cho‘yan tarkibida Fe va C dan tashqari Si, Mn, P va C aralashmalari bo‘ladi. Maxsus xossaga ega cho‘yanlar tarkibida Ni, Cr, Cu, Mo kabi legirovchi elementlar mavjud.

Qotishma tarkibidagi uglerodning holati va shakli cho‘yan strukturasi va xossalarini belgilaydi, ana shunga qarab cho‘yan turlari quyidagicha bo‘lishi mumkin:

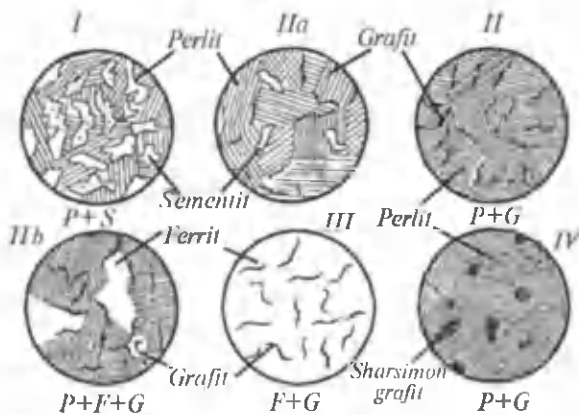
a) agar uglerod qotishmada, asosan, kimyoviy birikma holida bo‘lsa, bunday qotishmalar *oq cho‘yanlar* deb ataladi;

b) agar qotishmada uglerod sof grafit holida bo‘lsa, grafitning shakliga qarab, qotishma kulrang, bolg‘alanuvchan, yuqori *mustahkamlikka ega* (juda puxta cho‘yan) *cho‘yanlar* deyiladi.

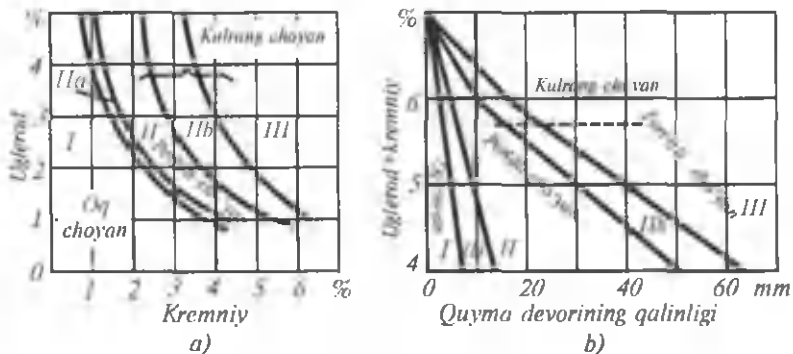
Cho‘yan tarkibidagi uglerod karbiti (Fe_3C) grafit (C) hamda qattiq eritma Fe(C) holatida bo‘ladi. Cho‘yanlar metall asosiga ko‘ra perlit, ferrit va perlit-ferrit strukturalarga ega bo‘lishi mumkin. Demak, cho‘yanlarning mexanik xossalari bir tomondan grafit shakliga, ikkinchi tomondan temir asosiga bog‘liq bo‘ladi (6.1- rasm).

Cho‘yan strukturasi uglerod va kremniyning birgalikda ta’siri diagrammada ko‘rsatilgan (6.2-*a* rasm). Diagrammaning absissa chizig‘i bo‘ylab cho‘yandagi kremniy miqdorini, ordinata o‘qi bo‘ylab esa uglerod miqdorini ko‘rsatish mumkin. Diagramma uzluksiz chiziqlar bilan beshta bo‘limga ajratiladi.

Bo‘limlarning belgilanishi 6.1-rasmda keltirilgan cho‘yan strukturalariga mos keladi. Bu diagrammadan foydalanib, devorining qalinligi 50 mm li quymalar olish uchun uglerod va kremniy miqdorini hamda zarur mikrostrukturani aniqlash mumkin.



6.1- rasm. Cho'yan mikrostrukturasi.



6.2- rasm. Uglerod va kremniy miqdori (a), sovish tezligi (b) ga ko'ra cho'yanning struktura diagrammasi.

Cho'yan strukturasi hosil bo'lishi quymani sovish tezligiga ta'sir ko'rsatadi, bu tezlik quymani sovish tezligi ortishi bilan kamayadi. Quymani sovish tezligi ortishi bilan cho'yan strukturasi sementit miqdori kamayishi bilan esa grafit miqdori ortadi. Cho'yan quymani kimyoviy tarkibi bir xil bo'lgan holda devorlari turlicha quymalarning mikrostrukturasi, mexanik xossalari ham turlichadir (6.2-b rasm). Bu diagrammada bo'limlarning belgilanishi ham 6.1-rasmda keltirilgan strukturalarga va 6.2-a rasmda keltirilgan bo'limlarga mos keladi.

Mn — marganes cho'yanda erib, ferrit va sementit bilan qattiq eritmalar hosil qiladi. Marganes ma'lum darajada cho'yanning

grafitlanishiga to'sqinlik qiladi. Mn oltingugurtning cho'yanga zararliligini neytrallaydi. Kulrang cho'yanda marganes miqdori odatda 0,5—0,8% bo'ladi.

Fosfor cho'yanning grafitlanish jarayoniga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi. 0,1—0,3% miqdordagi fosfor qattiq cho'yanda erigan holatda uchraydi va u cho'yanning mo'rtligini, uning suyuq holatda oquvchanligini va yoyilishga chidamliligini oshiradi, lekin ishlanuvchanligini yomonlashtiradi. Muhim quymalar olish uchun cho'yanda 0,2—0,3% gacha fosfor bo'lishiga yo'l qo'yiladi. Ishqalanishga ishlaydigan quymalarda fosfor miqdori 0,7—0,8% gacha, yupqa devorli quymalar va badiiy quymalarda fosfor miqdori taxminan 1% bo'lishi mumkin.

Oltinugurt — S zararli aralashma bo'lib, qotganda temir sulfidi (FeS) hosil qiladi, cho'yanni quyish xossalarini yomonlashtiradi. U yuqori haroratlarda cho'yanning mo'rtligini oshirib, mustahkamligini kamaytiradi, ya'ni qizigan holda sinuvchanligini oshiradi. Oltinugurt miqdoriga qaraganda 5—7 marta ko'p Mn qo'shish bilan S ning zararli ta'siri neytrallanadi. Cho'yanda S 0,12% gacha, mustahkamligi yuqori cho'yanlarda esa ko'pi bilan 0,03% S bo'lishiga ruxsat etiladi.

Legirlovchi elementlar — Cr, Ni, Mo, Ti, Mn, Cu va boshqalar cho'yanning xossalarini yaxshilaydi.

Oq cho'yan. Oq cho'yan tarkibidagi uglerod sementit holdaligi uchun, u juda qattiq va mo'rt, uni amalda kesib ishlatish qiyin. Bunday cho'yanlar mashina qismlarini tayyorlashda ishlatilmaydi. Lekin qattqlik yuqori bo'lsa, ishqalanishdagi yemirilish kamayishi mumkin.

Oq cho'yanlarning bir qismi po'lat eritish uchun ishlatiladi. Shuning uchun ham *qayta ishlanuvchi cho'yan* deb ataladi. Oq cho'yanning bir qismi bog'lanuvchan cho'yan olishga sarflanadi.

Kulrang cho'yan. Bu cho'yanlarning quyilish xossalari yaxshi, yumshoq asboblarda ishlov berish mumkin, yeyilishga qarshilik ko'rsata oladi, shuning uchun ham ular *quymakorlik cho'yanlari* deb ataladi. Kulrang cho'yanning asosiy tarkibi Fe-C-Si bo'lsa-da, undagi qo'shimchalar — marganes, fosfor va oltingugurt uning xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi. Kulrang cho'yanlarning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha: C=2,4—3,88%, Si=1,0—5,0%, Mn=0,5—0,8%, P=0,2—0,4%, S<0,12%.

Kulrang choʻyan suyultirilgan metallga, sementitning parchalanishiga hamda grafit koʻrinishida uglerod ajralib chiqishiga yordam beruvchi moddalar qoʻshish yoʻli bilan olinadi. Kulrang choʻyan uchun kremniy grafitizator rolini oʻtaydi. Choʻyanga taxminan 5% kremniy kiritilganda kulrang choʻyanning sementiti toʻla parchalanadi va plastik ferritli asosga ega boʻlib, grafit aralashmali struktura hosil qiladi. Kremniy miqdori kamayishi bilan perlit tarkibiga kiruvchi sementit qisman parchalanadi va grafit aralashmalari boʻlgan ferrit-perlitli struktura yuzaga keladi. Kremniy miqdori yanada kamayganda, grafit aralashmali perlitli asosga ega kulrang choʻyan strukturasi shakllanadi.

Kulrang choʻyanlarning mexanik xossalari metall asosga, shuningdek, grafit aralashmalarning shakli va oʻlchamlariga bogʻliq. Perlit asosli kulrang choʻyanlar esa plastikroqdir. Kulrang choʻyanning mikrostrukturasi 6.3-a rasmda tasvirlangan.

Choʻyanlar strukturaning metall asosiga koʻra, perlitli, ferritli, ferrit-perlitli, perlit-ferritli turlarga ajratiladi. Bu choʻyanlarning GOST 1412—85 boʻyicha quyidagi markalarini keltiramiz: CЧ 10, CЧ 15, CЧ 18, CЧ 20, CЧ 21, CЧ 24, CЧ 30, CЧ 35, CЧ 40, CЧ 45. Masalan, CЧ 12 ferrit-perlitli, CЧ 15 perlit-ferritli va CЧ 30, CЧ 35 lari perlitli strukturaga ega.

Bu choʻyanlarning markalardagi CЧ (серый чугун) harflari kulrang choʻyanligini, undan keyingi raqam esa choʻyanning mustahkamlik chegarasini bildiradi. Masalan, CЧ 10 choʻzishdagi vaqtinchalik qarshiligi 100 MPa ga teng.

Bu choʻyanlarning ishlatilishiga kelsak, CЧ 10, CЧ 15, CЧ 18 dan kam yuk koʻtaradigan mashina va uskuna vositalari, qurilish konstruksiya elementlari, CЧ 21 dan CЧ 35 gacha choʻyanlardan dvigatel bloklari, ularning qopqoqlari, porshen va silindrlar tayyorlanadi.

Juda puxta yoki mustahkamligi yuqori choʻyan

Bunday choʻyanlarda oq choʻyandagi sementitning parchalanishi natijasida yuzaga kelgan grafit donachalarining shakli sharga yaqin, yaʼni grafitning solishtirma yuzasining eng kichik holatidir (6.3 -b rasm).

Shuning uchun bunday cho'yanlar yuqori plastiklikka ega bo'lib, ularning mexanik xossalari po'latning xossalariga yaqinlashadi. Grafit strukturasi shakli shar shakliga o'tishi uchun suyuq metallga ishqoriy yoki ishqoriy yer metallar (0,03—0,07%) qo'shiladi. Masalan, juda oz miqdorda (0,05%) magniy qo'shilsa, grafit strukturasi shakli sharga yaqin, metall asos esa oldingi tur cho'yanlaridagi kabi perlitli, ferritli yoki perlit-ferritli bo'lishi mumkin. Shuning uchun cho'yanning struktura tarkibi ferrit-grafit, ferrit-perlit-grafit yoki perlit-grafitdan tashkil topishi mumkin.

Grafit strukturasi shar shaklidagi cho'yanlarning mexanik xossalari uglerodli quyma po'latlarning xossalariga yaqin. Juda puxta cho'yanlarni suyuq holda yaxshi oquvchanlikka egaligi uchun, ularni kesib ishlash oson. Bunday cho'yanlarning o'rtacha kimyoviy tartibi quyidagicha: C=2,7—3,6%; Si=1,6—2,7%; Mn=0,5—0,6%; P=S<0,1%. Juda puxta cho'yanlar ham kulrang cho'yanlar kabi ВЧ (високопрочний чугун) bilan belgilanadi va undan keyingi son uzilishdagi vaqtinchalik qarshilikni ko'rsatadi. Bu cho'yanlarga ВЧ 35, ВЧ 45, ВЧ 60, ВЧ 80, ВЧ 100 va boshqalarni misol qilish mumkin.

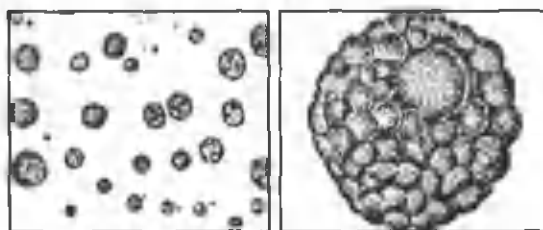
Juda puxta cho'yanlarning mustahkamligini yanada oshirish, barqarorlashtirish maqsadida ularga termik ishlov beriladi. Bunday cho'yanlar po'lat ishlatiladigan sohada qo'llanilishi mumkin. Masalan, ulardan avtomobil va traktorlarga tirsakli vallar, kuch ko'taradigan g'illoflar, press traversalari, metallurgiya sanoatida juvalash uskunalarining vallarini tayyorlash mumkin.

Bolg'alanuvchan cho'yan. Bu kulrang cho'yanga nisbatan ancha plastik cho'yanning shartli nomi bo'lib, hech qachon bolg'alanmaydi. Uning quymalari perlit-sementit strukturali oq cho'yan quymalarini uzoq muddat yumshatish yo'li bilan olinadi. Quyma devorlarining qalinligi 40—50 mm dan oshib ketmasligi kerak. Yumshatish vaqtida oq cho'yanning sementiti pag'a-pag'a (bodroqsimon) ko'rinishdagi grafitlar hosil qilib parchalanadi (6.3-d rasm). Devorining qalinligi 50 mm dan katta quymalarni yumshatishda plastinka ko'rinishdagi keraksiz grafitlar hosil bo'ladi.

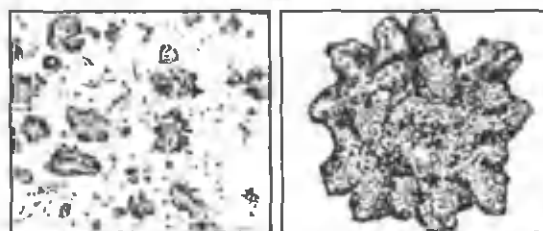
Metall asosining strukturasi bog'liq holda ferritli va perlitli bolg'alanuvchan cho'yan mavjud. Ferritli bolg'alanuvchan



a)



b)



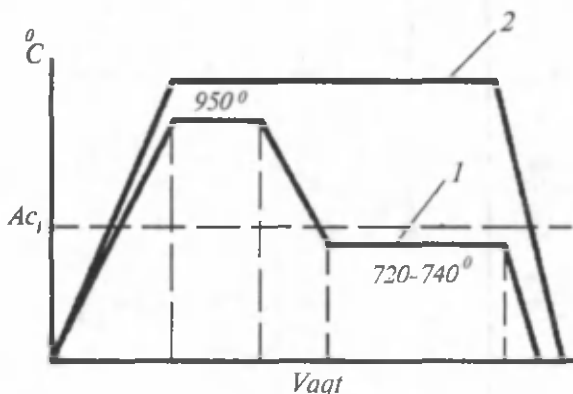
d)

6.3-rasm. Turi shakldagi grafitli cho'yan mikrostrukturasi:
a — kulrang plastikasimon grafit; *b* — juda puxta cho'yandagi
 sharsimon grafit; *d* — bolg'alanuvchan cho'yandagi pag'a-pag'a
 ko'rinishdagi grafit.

cho'yanlar tarkibidagi $C=2,4-2,8\%$; $Si=0,8-1,4\%$; $Mn=0,3-0,4\%$; $S=0,08-0,1\%$; $P<0,2\%$ li oq cho'yanlarni dupleks-jarayon orqali suyultirib olinadi. Yumshatishda oksidlanishdan saqlash uchun oq cho'yan quymalari maxsus metall qutilarga joylanib, qum, po'lat, qirindi yoki shamot bilan to'ldiriladi. Oq cho'yanni yumshatish uchun 20—25 soat davomida $950-1000^{\circ}C$ temperaturagacha sekin qizdirish va uni bu temperaturada 10—15 soat davomida uzoq muddat ushlab turishdan iborat. Ushlab turish jarayonida grafitlanishning birinchi bosqichi kechadi.

Bunda evtektik va ortiqcha ikkilamchi sementit parchalanadi. Ikkilamchi sementit bu haroratda oz miqdordadir. Ushlab

turishning oxiriga kelib, grafitlanishning birinchi bosqichi tugaydi, cho‘yan austenit hamda yumshatish uglerodidan tashkil topadi. Shundan so‘ng temperatura 720–740 °C gacha kamaytiriladi va 25–30 soat davomida ushlab turiladi (6.4-rasm, 1-tartib).



6.4-rasm. Oq cho‘yanni bo‘shatish sxemasi.

Bu vaqtda grafitlanishning ikkinchi bosqichi kuzatiladi, bu jarayonda perlitning sementiti parchalanadi. Ferritli bolg‘alanuvchan cho‘yanni singan joyi ko‘rinishiga qarab, *qora o‘zakli cho‘yan* deb ham ataladi. Unda ferrit asosli grafitli aralashma ko‘p bo‘lganligidan u qora xira rangda bo‘ladi.

Perlitli bolg‘alanuvchan cho‘yanlar, asosan, vagrankalarda suyultirilgan oq cho‘yandan olinadi. Buning uchun oq cho‘yan quyidagi kimyoviy tarkibga ega bo‘lishi kerak: C=2,8-3,4%; Si=0,5-0,8%; Mn=0,4-0,5%; P=0,2% va S=0,2%. Uglerod miqdorini kamaytirish uchun yumshatish oksidlovchi muhitda amalga oshiriladi. Buning uchun quymalar ustiga metall zaki yoki maydalangan temir rudasi sepiladi. Yumshatish tartibini taxminan 1000 °C haroratgacha qizdirish, bu temperaturada uzoq muddat ushlab turish (grafitlanishning birinchi bosqichi) va xona temperaturasigacha uzluksiz asta-sekin sovitishdan iborat (6.4-rasm, 2-tartib). Bolg‘alanuvchan cho‘yan КЧ (ковкий чугун) undan keyingi birinchi son uzilishdagi vaqtinchalik qarshilikni (MPa) ko‘rsatsa, ikkinchi son plastiklikni (% larda) ko‘rsatadi. Masalan, КЧ 30-6, КЧ 35-8, КЧ 37-12, КЧ 45-7, КЧ 60-3 va boshqalar.

Bolg'alanuvchan cho'yan avtomobil, qishloq xo'jalik va mashinasozlikda keng ishlatiladi. Undan orqa ko'priknig karteri, tormoz kolodkalari, qishloq xo'jalik mashinalariga ke-suvchi apparatlarning barmoqlari, tishli g'ildiraklar va boshqa detallar tayyorlanadi. Korroziyaga qarshiligi yaxshi. Shuning uchun bu cho'yan nam havo, o'txona gazi va suv muhitida yaxshi ishlaydi.

6.2. PO'LATLAR

Po'latlar sanoatda, mashinasozlikda, avtomobilsozlikda, asbobsozlikda, qurilishda va boshqa sohalarda ishlatiladigan asosiy materialdir. *Po'lat* deb, tarkibida 0,02—2,14% gacha uglerod miqdoriga ega Fe-C qotishmasiga aytiladi. U muhim mexanik, fizik-kimyoviy va texnologik xossalar majmuiga ega.

Po'latlar kimyoviy tarkibi, vazifasi, sifati, oksidsizlantirish darajasi va strukturasi ko'ra tasniflanadi va kimyoviy tarkibiga ko'ra, uglerodli va legirlangan turlarga bo'linadi.

Uglerodli po'lat deb, tarkibida 2,14% gacha uglerod bo'lgan va Si, Mn, S va P ga ega temir-uglerod qotishmasiga aytiladi. Uning asosiy xossasi uglerod miqdoriga bog'liq bo'ladi. Uglerodli po'latlar uglerod miqdoriga qarab kam uglerodli (0,25% gacha C), o'rtacha uglerodli (0,25-0,6% C) va ko'p uglerodli (0,6% dan ko'p C) turlarga bo'linadi.

Legirlangan po'lat tarkibida odatdagi aralashmalardan tash-qari, uning xossalarini belgilovchi legirlovchi elementlar ham mavjud. Qo'shilgan legirlovchi elementlar miqdoriga qarab, legirlangan po'latlar uchta guruhga bo'linadi: kam legirlangan (legirlovchi elementlarining umumiy miqdori 2,5% gacha); o'rtacha legirlangan (legirlovchi elementlari 2,5 dan 10% gacha) va yuqori legirlangan (legirlovchi elementlari 10% dan ortiq) po'latlardir. Legirlangan po'lat uglerodli po'latda yo'q xossalarga ega, uglerodli po'latdagi kamchiliklar legirlangan po'latda bo'lmaydi.

Vazifasiga qarab, po'latlar konstruksion, asbobsozlik hamda maxsus xossalarga ega po'latlarga bo'linadi.

Konstruksion po'latlar deb, mashina detallari, priborlar va qurilish konstruksiyalari tayyorlashda ishlatiladigan po'latlarga

aytiladi. Bu po'latlarga maxsus xossaga ega po'latlar ham, ya'ni yeyilishga chidamli, prujinali, korroziyaga issiqqa chidamli po'latlar ham kiradi.

Asbobsozlik po'latlar deb, turli xil asboblari (kesish, o'lash asboblari, shtamplar) tayyorlashda ishlatiladigan, yuqori qattqlikka (60—65 HRC), yeyilishga chidamlilikka ega uglerodli va asbobsozlik po'latlarga aytiladi. Asosan, bu po'latlarga evtetektoiddan keyingi yoki ledeburitli po'latlar kiradi.

Maxsus po'latlarga issiqqa chidamli, zanglamas, yeyilishga chidamli po'latlar kiradi.

Sifatiga ko'ra po'latlar oddiy sifatli, yuqori sifatli va oliy sifatli turlarga bo'linadi. Po'latning sifati deyilganda, u chiqariladigan metallurgiya jarayoni bilan belgilanadigan xossalari yig'indisi tushuniladi. Po'latlarning sifatini aniqlashda zararli aralashmalar normasi — oltingugurt, fosfor hamda gazlar asosiy ko'rsatkich hisoblanadi.

Oddiy sifatli po'latlarda 0,06% gacha S va 0,07% gacha P, yuqori sifatli po'latlarda 0,035% gacha S va 0,035% gacha P, oliy sifatli po'latlarda esa ko'pi bilan 0,015% S va 0,025% P mavjud.

Oksidsizlantirilish darajasiga ko'ra, po'latlar qaynamaydigan, chala qaynaydigan va qaynaydigan turlarga bo'linadi.

Oksidsizlantirish deb, suyuq po'latdan kislorodni chiqarish jarayoniga aytiladi. Agar po'lat oksidsizlantirilmasa, uning plastikligi kichik va qizdirilgan holda bosim ostida ishlov berilganda mo'rt material kabi yemiriladi.

Marganes, aluminiy hamda kremniy bilan pechda va kovshda yaxshi oksidsizlantirilgan po'latlarga *qaynamaydigan po'latlar* deyiladi. Bu po'latlar qolipda gaz ajratib chiqarmasdan, ya'ni qaynamasdan qotadi, bunda quymalarning yuqori qismida cho'kish bo'shlig'i vujudga keladi. Bunday po'latning yirik quymalaridagi dendritli likvatsiyasi, ularni prokatlash yoki bolg'lashda yo'l-yo'l struktura hosil bo'lishiga olib keladi. Bu mexanik xossalarning anizotropiyasini keltirib chiqaradi.

Qaynaydigan po'latlar faqat marganes bilan oksidsizlantiriladi. Bunday po'latlarda, ularni qolipga quyishdan oldin, ko'p miqdorda kislorod bor, quyma qotganda kislorod qisman uglerod bilan reaksiyaga kirishadi va uglerod II oksidi CO pufaklari

ko'rinishda ajralib chiqadi. Bunda po'lat go'yo «qaynayotganday» ko'rinadi va ularda cho'kish bo'shlig'i bo'lmaydi, arzon turadi. Ular kam uglerodli qilib eritiladi, ularda kremniy juda oz, gazzimon aralashmalar miqdori ko'proq bo'ladi. Bunday po'lat quymalarini prokatlashda uglerod oksidi bilan to'lgan gaz pufaklari metall bilan to'ladi. Avtomashina kuzovi uchun mo'ljallangan bunday po'latdan tayyorlangan listlar sovuq holda yaxshi shtamlanadi.

Chala qaynaydigan po'latlar oksidsizlantirish darajasiga ko'ra, qaynamaydigan va qaynaydigan po'latlar orasida turadi. Ular qisman pechda va kovshda, qisman metalldagi uglerod hisobiga qolipda oksidsizlantiriladi.

Strukturasiga ko'ra, po'latlar yushmatish va normalashdan keyingi holatlarida tasniflanadi. Yushmatilgan holatida po'latlar strukturasi ferrit va perlit bo'lgan evtektoiddan oldingi; strukturasi perlitdan tashkil topgan evtektoidli; strukturasi austenitdan ajralib chiqadigan ikkilamchi karbidli evtektoiddan keyingi; strukturasi birlamchi karbidlar ledeburitli; austenitli, ferritli turlarga bo'linadi.

Normalashdan keyingi strukturasi ko'ra, po'latlar quyidagi asosiy klasslarga bo'linadi: perlitli, martensitli, austenitli, ferritli.

Uglerodli po'lat tarkibida temir va ugleroddan tashqari kremniy, marganes, oltingugurt, fosfor, kislorod, azot, vodorod kabi doimiy aralashmalar ham bo'lib, ular po'lat xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Uglerod miqdorining 0,4% dan ortib ketishi va 0,3% dan kamayib ketishi po'lat kesib ishlanuvchanligining yomonlashishiga olib keladi. Uglerod miqdorining ortishi issiq va sovuq holatda bosim ostida ishlov berishda texnologik plastikligini kamaytiradi, uning payvandlanuvchanligini, ya'ni materiallarning berilgan xossalar bo'yicha ajralmaydigan birikma hosil qilish xususiyatini yomonlashtiradi.

Uglerodli po'latda kremniy aralashmasi, odatda 0,4% gacha, marganes esa 0,5—0,8% bo'ladi. Si va Mn po'latlarda foydali aralashmalar hisoblanadi. Kremniy po'latning oquvchanlik chegarasini oshiradi, bu esa po'latning cho'zilishga moyilligini kamaytiradi. Shuning uchun sovuq holda shtamplashga mo'ljallangan po'latlarda Si miqdori kam bo'lishi kerak.

Marganes po'latning plastikligini kamaytirmagani holda, mustahkamligini oshiradi va yuqori haroratlarda mo'rtligini, kislorod va oltingugurtning zararli ta'sirini kamaytiradi.

Oltingugurt po'latda zararli aralashma hisoblanib, uning miqdori po'lat sifatiga qarab 0,06% dan oshmasligi zarur. S temirda erimaydi. U temir bilan temir II sulfidi (FeS) kimyoviy birikmasini hosil qiladi. FeS birikmasi temir bilan suyuqlanish temperaturasi 988°C bo'lgan evtektik qotishma (evtetika) hosil qiladi.

Evtetika, asosan, po'latlarda zarralar chegarasi bo'ylab joylashadi. Po'lat 1000—1300°C haroratgacha qizdirilganda evtektika suyuqlanadi va metall zarralari orasidagi bog'lanish buziladi, ya'ni aralashmalarining kristallar chegarasi bo'ylab suyuqlanishi tufayli mo'rtlashadi.

Cho'g'langanda sinuvchanlik hodisasi bolg'alash yoki prokatchashda ro'y berishi mumkin. Chug'langanda sinuvchanlik tufayli deformatsiyalangan metallning evtektika joylashgan yerlarda ezilishlar va darzlar paydo bo'ladi. Po'lat tarkibiga marganes bo'lganda qiyin eriydigan marganes sulfidi MnS yuzaga keladi. Qotgan po'latda MnS zarralari ayrim aralashmalar ko'rinishida joylashadi. Bu esa oson eriydigan, evtektika va chug'langanda sinuvchanlik hodisasiga yo'l qo'ymaydi. Lekin sulfidlar po'latning plastikligi, zarbiy qovushqoqligi va chidamlilik chegarasini kamaytiradi, korroziyaga bardoshlilik va payvandlanuvchanligini yomonlashtiradi.

Fosfor po'latdan zararli qo'shimcha bo'lib, uning miqdori po'latning sifatiga qarab 0,08% dan oshib ketmasligi zarur. Fosfor ferritda erib, ular kristall panjarasini buzadi va zichlaydi. Bunda qotishmaning mustahkamlik va oquvchanlik chegaralari ortadi, lekin uning plastikligi va qovushqoqligi kamayadi. P po'latning sovuqda sinuvchanlik chegarasini va qotishmaning likvatsiyaga moyilligini oshiradi. Gazlar po'latda qisman eriydi va oksid hamda nitrid ko'rinishidagi mo'rt nometall aralashmalar ko'rinishida mavjud bo'ladi. Aralashmalar nitrid va oksidlar ko'rinishida zarralar chegarasi bo'ylab to'planadi, sovuqda sinuvchanlik chegarasini oshiradi, chidamlilik chegarasi va mo'rt yemirilishga qarshiligini pasaytiradi. Masalan, po'latga qizdirib bosim ostida ishlov berishda mo'rt oksidlar deformatsiyalanmaydi, balki uvalanadi va metallni yumshatadi.

6.3. UGLERODLI LEGIRLANGAN PO'LATLAR. KONSTRUKSION UGLERODLI PO'LATLAR

Uglerodli po'lat ishlatilishi va sifatiga ko'ra tasniflanadi. Ishlatilishiga ko'ra, konstruksion va asbobsozlik po'latlari bor.

Tarkibida ko'pi bilan 0,6% (ayrim hollarda 0,85% gacha yetadi) uglerod bo'lgan po'latlarga *konstruksion uglerodli po'latlar* deyiladi. Bu po'latlar sifatiga ko'ra, oddiy sifatlil va sifatlil, maxsus vazifali guruhlarga bo'linadi. Oddiy sifatlil po'latlar muhim bo'lmagan qurilish konstruksiyalarini, mahkamlash detallarini, listlarni, trubalarni, parchin mixlar, relslar, vallar, flanetslar, kulachoklar va hokazolarni tayyorlashda ishlatiladi. Sifatlil konstruksion po'lat plastikligi yuqori, zarbga qarshiligi katta detallarni, chunonchi, tishli g'ildiraklar, vintlar, sementatsiya qilinadigan detallar tayyorlashda ishlatiladi. Sifatlil po'latda oddiy po'latdagiga nisbatan oltingugurt va fosfor kamroq. Oddiy sifatlil konstruksion uglerodli po'latlar GOST 380—71 ga muvofiq ishlab chiqariladi. Ular kislorodli konvertorlarda, marten pechlarda suyultiriladi va uchta: A, B, B guruhga bo'linadi. A guruhdagi po'latlar mexanik tavsifnomalari bo'yicha (6- jadval), B guruhdagilari kimyoviy tarkibi bo'yicha, B guruhdagilari ham kimyoviy tarkibi, ham mexanik xossalari bo'yicha yetkazib beriladi. Ularning mexanik xossalari mustahkamlik chegarasi va plastikligi bilan belgilanadi.

B guruhdagi po'latlarning quyidagi markalari mavjud: БСт, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6. Ulardagi uglerodning miqdori mos ravishda (% larda): ko'pi bilan 0,23; 0,06 — 0,12; 0,09 — 0,13; 0,14 — 0,22; 0,18 — 0,28; 0,23 — 0,37; 0,36 — 0,45. Bu po'latlarda 0,04% oltingugurt, 0,05% fosfor bor, bu miqdor A guruhdagi po'latlardagidan bir muncha kamdir. B guruhdagi po'latlarning xossalari yaxshilangan.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra, po'lat ikki guruhga, chunonchi, Mn miqdori ko'p guruhlarga bo'linadi, GOST 1050-74 ga ko'ra, sifatlil po'latlarning quyidagi markalari belgilangan: 0,5 кп, 08 кп, 08,10 кп, 10, 10 пс, 15, 20 кп, 20 пс, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г. Po'lat markasidagi ikkita raqam uglerod foizining yuzga bo'linib olingan o'rtacha miqdorini, Г harfi esa Mn miqdori ko'p — 0,9—1,2% gacha ekanligini bildiradi. 55ΠΠ markali po'lat (yuza toblanadigan)

A guruhdagi uglerodli po'latlarning mexanik xossalari

Markasi	Mustahkamlik chegarasi, MPa	Qattiqligi, HB	Nisbiy uzayishi, %
Cm 0	Kamida 320	—	22
Cm 1	320—400	—	33
Cm 2	340—420	210	31
Cm 3	350—470	220	27—25
Cm 4	420—520	240	25—23
Cm 5	500—620	270	21—19
Cm 6	600—720	308	16—14
Cm 7	700 va undan ortiq	330	11—10

1—2 mm chuqurlikda, ya'ni sementitlash o'rnini bosa oladigan darajada toblanadi.

Sifatli konstruksion po'lat texnikada ko'p ishlatiladi. U oddiy po'latdan mustahkamligining kattaligi, plastikligi va zarbiy kuchga qarshiligi katta ekanligi bilan farqlanadi. Agar oddiy sifatli po'latlarning maksimal mustahkamligi 700 MPa ga teng bo'lsa, sifatli po'latlarda bu ko'rsatkich 1100—1150 MPa ni tashkil etadi. Qattiqligi esa 185 HB ga teng.

Quyida turli markadagi po'latlarning ishlatilish sohalari keltirilgan:

Po'latning 05кп va 08кп markalari sovuq holatda yuqori plastikligi bilan ajralib turadi, shuning uchun ular sovuq holatda shtamplashda cho'zilish uchun qo'llaniladi. 10кп, 10, 15кп, 15, 20 markali po'latlar juda plastik, yaxshi payvandlanadi, bolg'alanadi, shtamplanadi, sementitlanadi, mustahkamligi esa uncha yuqori emas, ular truba, gayka, vtulka, mustahkamligi 230—250 MPa bo'lgan shpilkalar tayyorlashda ishlatiladi.

Po'latning 25, 30, 35 markalari maxsus termik ishlovdan so'ng valiklar, shaybalar, o'qlar, birlashtirish muftalari, silindrlar, presslar, bolg'alar, gaykalar kabi juda katta kuchlar tushadigan detallar tayyorlashda ishlatiladi. Bu po'latlarning mustahkamligi 280—320 MPa ga teng.

O'rtacha uglerodli po'latlarga 40, 45, 50 markali po'latlar kiradi. Bunday po'latlar yuqori mustahkam yoki sirtining qattiqligi yuqori, shuningdek, o'rtacha yuklangan, lekin ishqalanib yeyilmaydigan detallar tayyorlash uchun mo'ljallangan. Bunday po'latda yuza toblanadi. Payvandlanuvchanligi yaxshi emas, toblanmagan holdagi mustahkamligi $\sigma_v = 340-380$ MPa. Toblangandan so'ng mustahkamligi 580—600 MPa gacha ortadi. Bunday po'latdan gaykalar, shatunlar, tortqilar, rigachlar yasaladi. Ayniqsa, 45 markali po'lat ko'p ishlatiladi. Undan tirsakli vallar, vtulkalar, shatunlar, porshen halqalari yasaladi.

Yuqori uglerodli po'latlarning 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 markalari mustahkamligi va qattiqligining yuqoriligi bilan ajralib turadi va prokat stanlarining vallari, shtoklar, tros simlarini tayyorlash uchun ishlatiladi. Mn miqdori ko'p 60Г, 65Г, 70Г markali po'latlar chuqurroq toblanadi, yeyilishga chidamli, prujina, resorlar tayyorlashda ishlatiladi.

Konstruksion uglerodli po'latlarga oltingugurt (0,3% gacha), fosfor (0,15% gacha) miqdori ko'p avtomatbop po'latlar ham kiradi. Ularning o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, ularga, kesib yaxshi ishlov berish mumkin, chunki oltingugurt va fosfor po'latning plastikligini keskin kamaytiradi. Mexanik ishlov berishda qisqa va siniq qirindi hosil bo'lishi tezyurar stanok-avtomatlar uchun juda muhimdir. Ishlov berilgan detallarning sirti toza va tekis chiqadi. Ular mexanik xossalari juda yuqori bo'lishi talab etilmaydigan muhim bo'lmagan detallarni (barmoqlar, vtulkalar, mahkamlash detallari va boshqalar) tayyorlash uchun mo'ljallangan. Bu po'latlar A12, A20, A30, A35, A40 ko'rinishda markalanadi. Sonlarni 100 ga bo'lsak, uglerodning miqdori kelib chiqadi.

6.4. LEGIRLANGAN KONSTRUKSION PO'LATLAR

Legirlangan konstruksion po'latlar sanoatda traktor va qishloq xo'jalik mashinasozligida, avtomobil ishlab chiqarishda, og'ir va transport mashinasozligida keng miqyosda, stanoksozlikda, asbobsozlik va boshqa sohalarda kamroq, og'ir yuklanadigan metall konstruksiyalarda ko'proq ishlatiladi. Legirlangan po'lat tarkibida odatdagi aralashmalardan tashqari, uning xossalarini belgilovchi legirlovchi elementlar ham mavjud.

Legirlovchi elementlarga xrom, volfram, vanadiy, molibden, nikel, shuningdek, ko'proq miqdorda kremniy va marganes kabi elementlar kiradi. Legirlangan po'latlardan foydalanish metall sarfini kamaytiradi, buyumning puxtaligini va uzoq muddat ishlashini oshiradi.

Legirlovchi elementlarning miqdoriga ko'ra, po'latlar kam legirlangan (unda legirlovchi elementlar 2,5% gacha), o'rtacha legirlangan (legirlovchi elementlar 2,5—10% gacha) va yuqori legirlangan (legirlovchi elementlar 10% dan ko'p) turlarga bo'linadi (temirning miqdori 45% dan ortiq).

Agar po'latda qancha ko'p legirlovchi element va detal o'lchamlari qancha kichik bo'lsa, po'latning narxi shuncha qimmat bo'ladi. Ayniqsa po'latda Ni, Mo, W va Co miqdori ko'p bo'lsa, u shunchalik qimmatbahodir.

Qurilishda kam legirlangan, mashinasozlikda esa legirlangan po'latlar keng miqyosda ishlatilib kelinmoqda.

Bu po'latlar asosan quyidagi legirlovchi elementlarga ega:

Mn=0,8—1,8%; Si=0,4—1,2%; Cr=0,8—2,5%; Ni=1,0—4,5%; Mo=0,15—0,4%; W=0,5—1,2%; V=0,06—0,3%; Ti=0,03—0,09%; B=0,002—0,005%. Quyida legirlovchi elementlarning po'lat xossalriga ta'siri ko'rsatilgan:

1) Xrom po'latning qattiqligi va mustahkamligini oshiradi, plastikligini esa ozgina kamaytiradi. Xrom miqdori 13% dan ortsa, po'lat korroziyabardosh bo'ladi.

2) Nikel po'latning mustahkamligi, plastikligi, korroziya bardoshligi va zarbga qarshiligini oshiradi.

3) Tarkibida 0,12% volfram bo'lsa, po'latning qattiqligi va qizdirilgan holatdagi chidamligi keskin oshadi.

4) Vanadiy po'latning zichligini, mustahkamligini, mayda donli bo'lishini, zarb ta'siriga, ishqalanib eyilishga, uzilishga qarshiligini oshiradi.

5) Kobalt issiq bardoshligini va magnit singdiruvchanligini oshiradi.

6) Molibden qizdirilgan holatdagi chidamliligini, elastikligini, yuqori temperaturalarda oksidlanishga qarshiligini oshiradi.

7) 1% dan ortiq bo'lmagan kremniy po'latning plastikligini kamaytirmagan holda mustahkamligi, egiluvchanligi, kislotaga bardoshligi va magnit singdiruvchanligini oshiradi.

8) 1% va undan ortiq marganes miqdori po'latni plastikligini kamaytirmagan holda yeyilishga chidamliligini oshiradi.

9) Aluminiy kuyindi hosil bo'lishiga bardoshligini oshiradi.

10) Titan po'latni mustahkamligini yaxshilaydi, kristallararo korroziyalanishini kamaytiradi.

11) Niobiy korroziyaga qarshiligini va kislotaga bardoshligini ko'paytiradi.

12) Sirkoniy po'latga mustahkamlik beradi, donachalarining mayda bo'lishiga yordamlashadi.

13) Seriy mustahkamligi va plastikligini oshiradi.

14) Mis korroziyalanishini kamaytiradi.

Ba'zida po'latga nodir metallardan sirkoniy, tantal, selen va boshqalar ham qo'shiladi.

Legirlangan po'latni markalashda legirlovchi elementlar quyidagi harflar bilan belgilanadi: X—xrom, H—nikel, B—volfram, A—azot, Ф—vanadiy, Г—marganes, Д—mis, П—fosfor, М—molibden, К—kobalt, С—kremniy, Ю—aluminiy, С—sirkoniy, Э—selen, Б—niobiy va boshqalar. Bu harflar raqamlar bilan birgalikda po'latning markasini bildiradi. Bu belgilashlardan tashqari, davlat standarti tomonidan po'latlarning butun boshli guruhini xarakterlovchi harflar ham qabul qilingan. Ш—sharikli podshipnikbop, P—tezqirqar, E—magnitlanadigan va Э—elektrotexnik.

Raqam va harflar birgalikda legirlangan po'latning tavsifnomasini bildiradi. Agar markaning oldida ikkita raqam bo'lsa, foizning yuzdan bir bo'lagiga teng uglerod miqdorini bildiradi. Marka oldida raqam bo'lmasa, uglerod 1% va undan ortiqdir. Harflardan keyingi raqamlar mazkur legirlovchi elementning miqdorini ko'rsatadi. Harfdan keyin raqamlar bo'lmasa, mazkur element miqdori 1% va undan kamdir. Marka oxiridagi A harfi po'lat yuqori sifatli ekanligini, unda oltingugurt va fosfor miqdori kam ekanligini bildiradi. Masalan, 12X2H4A—legirlangan po'latda 0,12% uglerod, 2% xrom, 4% nikel mavjud ekanligi va sifati yuqori ekanligini bildiradi. Г13—legirlangan po'lat tarkibida 1% va undan ortiq uglerod va 13% marganes bor. P, Ш, Э harflari bilan belgilanadigan po'lat guruhlarning markalanish qoidasi boshqacharoq. Maxsus suyultirish usullari bilan po'latlar quyidagicha belgilanadi:

ВД — vakuum-yoy yordamida, ЭЛ — elektron-nur yordamida va hokazo.

Konstruksion legirlangan po'latlarning sifatli, yuqori sifatli va juda yuqori sifatli turlari mavjud. Yuqori sifatli po'lat markasining oxiriga A harfi, juda yuqori sifatli po'lat markasining oxiriga defis orqali III harfi qo'yiladi. Masalan, 12XH3A po'lat yuqori sifatli, 30XГC-III po'lati esa juda yuqori sifatlidir. Sifatli po'latda 0,25% gacha, yuqori sifatli po'latlarda esa 0,015% gacha oltingugurt bo'lishiga ruxsat etiladi.

Konstruksion legirlangan po'latlarning ishlatilish sohasi juda keng. Qattiqligi, mustahkamligi, korroziyaga qarshiligi yaxshi xromli po'latlar juda ko'p ishlatiladi. Bu po'latlarning quyidagi markalari bor: 15X, 20X, 30X, 45X, 40X, 40XЦva boshqalar 45Г2, Г13 markali po'lat temir yo'l strelkalarini, traktor gusinisalarining traklarini tayyorlashda qo'laniladi, 45Г2 markali po'latdan boltlar tayyorlanadi.

Kremniy va xrom-kremniyli po'latlarning 50C2, 33XC markalari qattiq va elastik, prujina hamda resorlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan. Xrom-molibdenli po'latlarning 20XMA, 30XMA markalari juda mustahkam, yaxshi payvandlanadi, shtamplanadi, qimmat turganligidan ular ko'pincha xrom-kremniyli po'latning 25XГCA, 30ГCA markalari bilan almashtiriladi. Xrom-vanadiy po'latlarning 45XΦ, 45XΦA kabi markalari juda mustahkam, eyilishga chidamli, avtomobillarning detallari, o'qlar, vallar tayyorlashda ishlatiladi.

Xrom-nikel, xrom-nikel-molibdenli po'latlarning 40XH2MA, 13X3HΦA, 45XH2MΦA va boshqa markalari muhim rol o'ynaydi. Ular mashinalarning tishli g'ildiraklari, shatun kabi muhim detallarini, turbina detallarini tayyorlashda ishlatiladi. Ularning eyilishga chidamliligi yuqori. Legirlangan konstruksion po'latlarga sharikli podshipnikbop po'latlar ham kiradi. Uni asbobsozlik po'latlari qatoriga kiritsa ham bo'ladi, chunki uning tarkibida taxminan 0,95% uglerod bor. Bu po'latning ШX6, ШX15, ШX15ГC markalari mavjud. Raqam xromning miqdorini (foizning o'ndan bir ulushida) ko'rsatadi.

Kam legirlangan po'lat qurilishda ishlatiladi. U uglerodli po'latga nisbatan mustahkamroq, zarbiy kuchlar ta'siriga qarshi tura oladi. Bu po'latdan foydalanish konstruksiyaning massasini 15—30% kamaytirish imkonini beradi. Kam legirlangan po'latlarning quyidaga markalari mavjud: 14Г2, 10Г2C2, 10Г2C9,

16Г2АФД, 09Г2С, 15ХСНД, 15Г2СФ va boshqalar. Legirlangan asbobsozlik po'latlari kesish, o'lchash, zarb berish va shtamplash asboblarini tayyorlashda ishlatiladi. Bu po'latdan yasalgan asbobning sifati uglerodli po'latdan yasalgan asbobnikidan yuqori hamda qattiqroq, yeyilishga chidamlidir.

6.5. ASBOBSOZLIK PO'LATLARI

Asbobsozlik po'latlari kesish, o'lchash va shtamplash kabi asboblarni tayyorlash uchun mo'ljallangan. Ishlash sharoitiga qarab bunday po'latlarga quyidagi talablar qo'yiladi: kesish asboblari (keskichlar, parmalar, metchiklar, frezalar va hokazolar) uchun mo'ljallangan po'latlarning qattiqligi, yeyilishga va issiqqa chidamliligi yuqori, o'lchash asboblari uchun mo'ljallangan po'latlar qattiq, yeyilishga chidamli hamda asbobning shakli va o'lchamlari uzoq muddat o'zgarmasligini ta'minlaydigan darajada bo'lishi lozim; shtamplar (sovuq va issiq holatda deformatsiyalanadigan) uchun mo'ljallangan po'latlarning mexanik xossalari yuqori haroratlarda ham o'zgarmasligi darkor. Qizdirib shtamplanadigan po'lat sirtida ko'p marta qizdirish va sovitish natijasida darzlar paydo bo'lmasligi kerak.

Asbobsozlik po'latlarida uglerodning miqdori 0,7% va undan yuqori. Ular o'zining qattiqligi, mustahkamligining yuqoriligi bilan ajralib turadi, asboblar va shtamplar tayyorlashda foydalaniladi. Sifatiga ko'ra, po'latlar sifatli va yuqori sifatli po'latlarga bo'linadi.

GOST 1435-74 ga muvofiq Y7, Y8, Y8Г, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13 markasi sifatli; Y7A, Y8A, Y8GA, Y9A, Y10A, Y11A, Y12A, Y13A markasi yuqori sifatli po'latlar bo'ladi.

Y harfi asbobsozlik po'lati ekanligini, A—yuqori sifatligini, Г—marganes miqdori ko'pligini, raqam esa foizning o'nga bo'lingan bo'laklaridan uglerodning o'rtacha miqdorini bildiradi. Sifatli po'latda oltingugurt miqdori 0,03%, yuqori sifatli po'latda esa 0,02%, fosfor mos ravishda 0,035 va 0,03% miqdorda bo'ladi. Sifatli va yuqori sifatli po'latlarning qattiqligi bir xil, lekin yuqori sifatli po'latlarning mo'rtligi kamroq, zarbiy kuchlarga yaxshigina qarshi tura oladi, toblashda nuqson kam. Yuqori sifatli po'latlar elektr pechlarda, sifatli lari esa martenlarda va kislorodli konven-

torlarda suyuqlantiriladi. Toblangan asbobsozlik po'latining qattiqligi 63 HRC₃ ga teng.

Quyida turli markadagi uglerodli asbobsozlik po'latlarining ishlatilish sohasi keltirilgan:

— Y7, Y7A — turki va zarblar ta'sirida ishlovchi, qattiqligi o'rtacha, qovushqoqligi yuqori bo'lishi talab etiladigan asboblardan va buyumlar (zubilolar, slesarlik (chilangarlik) va temirchilik bolg'alari, shtamplar, tamg'alar, masshtabli chizg'ichlar, yog'ochga ishlov beradigan asboblardan, tokarlik stanoklarining markazlari va boshqalar) ni tayyorlashda ishlatiladi;

— Y8, Y8A, Y8Г, Y8ГA — qattiqligi yuqori, qovushqoqligi yetarli darajada bo'lishi talab etiladigan asbob va buyumlar (zubilolar, kernerlar, matritsalar, puansonlar, metall qirqadigan qaychilar, otvertkalar, duradgorlik asboblari, o'rtacha qattiqlikdagi burg'ular) tayyorlashda ishlatiladi;

— Y9, Y9A — bir oz qovushqoq va yuqori darajada qattiq bo'lishi talab qilinadigan asboblardan (kernerlar, shtempellar, tog' jinslariga ishlatiladigan zubilolar, duradgorlik asboblari) uchun ishlatiladi;

— Y10, Y10A — kuchli turki va zarblar ostida ishlamaydigan, bir oz qovushqoq va yuqori darajada qattiq bo'lishi talab etiladigan asboblardan (randalash keskichlari, frezalar; metchiklar, razvertkalar, plashkalar, tog' jinslari olishda ishlatiladigan burg'ular, metall qirqadigan arralar, egovlar tayyorlashda, taroqsimon asboblardan) uchun mo'ljallangan;

— Y11, Y11A, Y12, Y12A — qattiqligi yuqori bo'lishi talab etiladigan asboblardan (egovlar, frezalar, parmalar, ustaralar, plashkalar, soatsozlik asboblari, xirurgiya asboblari, metall qirqadigan arralar, metchiklar) tayyorlashda ishlatiladi;

— Y13, Y13A — nihoyatda qattiq bo'lishi talab qilinadigan asboblardan (ustaralar, shaberlar, cho'zish asboblari, parmalar, egovlar tayyorlashda ishlatiladigan zubilolar) uchun ishlatiladi.

Uglerodli asbobsozlik po'latlarining kamchiliklari ham mavjud:

1) bir vaqtning o'zida ham qattiq, ham mustahkam va plastik bo'la olmaydi;

2) issiqlikdan kengayish koeffitsienti yuqori;

3) 200°C temperaturagacha qizdirilganda qattiqligi hamda harorat ko'tarilganda mustahkamligi kamayadi;

4) agressiv muhitlarda, atmosferada va yuqori haroratlarda korroziyaga bardoshligining pastligi;

5) elektrotexnik xossalari ham past;

6) buyum massasi ortadi, ular qimmatlashadi, bu po'latning mustahkamligi yuqori bo'lmaganligidan loyihalash murakkablashadi.

Bu kamchiliklar buyumning ekspluatatsion xossalariga ko'pda ta'sir qilmaydigan hollarda foydalaniladi.

Asbobsozlik po'latlariga qo'shiladigan legirlovchi elementlar uning issiqqa bardoshligini (W, Mo, Co, Cr), toblanuvchanligini (Mn), qovushqoqligini (Ni), yeyilishga chidamligini (W) oshiradi.

Uglerodli asbobsozlik po'latlariga qaraganda legirlangan po'latlarning quyidagi afzalliklari bor: toblanuvchanligi yaxshi, yumshatilgan holatda plastikligi yuqori, toblanganda mustahkamligi katta, kesish xossalari ancha yuqori.

Kam legirlangan asbobsozlik po'latlari tarkibida 2,5% gacha legirlovchi elementlar mavjud, qattiqligi katta (HRC 62-69), yeyilishga chidamliligi yuqori, lekin issiqqa bardoshligi past (200-260°C). Uglerodli po'latlardan farqli ravishda ular murakkab shaklli asboblari tayyorlashda ishlatiladi.

X, 9X, XBF, XBCF kabi kam legirlangan po'latlarda asosiy legirlovchi element xromdir. X xromli po'lat faqat xrom bilan legirlanadi. Xrom miqdorining ko'pligi po'latning qizishini oshiradi. X markali po'lat moyda 25 mm qalinlikkacha to'la qiziydi.

Y10 markali po'lat esa faqat 5 mm qalinlikkacha qiziydi. Xromli po'lati tokarlik, randalash va yo'nish keskichlarini tayyorlashda ishlatiladi. 9X po'lati xromdan tashqari kremniy bilan ham legirlanadi.

XBF po'lati xrom, volfram va marganes bilan legirlangan; qizish chuqurligi 45 mm gacha, undan yirik va uzun protyajkalar, uzun metchiklar va razvertkalar tayyorlashda ishlatiladi.

XBCF po'lati murakkab legirlangan po'lat bo'lib, 9XC va XBF po'latlariga qaraganda toblanuvchanligi va qizdirilish qalinligi yaxshi. Moyda sovitilganda u 80 mm qalinlikkacha to'la toblanadi. XBCF po'latidan dumaloq plashkalar, razvertkalar, yirik protyajkalar va kesuvchi boshqa asboblari tayyorlashda qo'llaniladi.

Ko'p legirlangan asbobsozlik po'latlari tarkibida volfram, xrom va vanadiy miqdori ko'p (asosiy legirlovchi elementining 18% ini tashkil qiladi); issiqqa bardoshligi yuqori (600-640°C). Ulardan

mustahkamligi yuqori po'latlar va qiyin ishlanadigan boshqa materiallarga ishlov berish uchun mo'ljallangan yuqori unum bilan ishlaydigan kesish asboblari tayyorlashda foydalaniladi. Bunday po'latlar *tezkesar asbobsozlik po'latlari deb* ataladi. Tezkesar po'latlar boshqa po'latlarga qaraganda issiqqa bardoshligi bilan ajralib turadi, ya'ni martensit strukturani saqlagan holda va o'z navbatida yuqori haroratda yuqori qattiqlikka, mustahkamlikka va yeyilishga chidamlilikka ega. Bu po'latlar martensit strukturasi 600—650°C haroratgacha saqlaydi, shuning uchun ularni qo'llaganda kesish tezligini 2—4 martagacha va asbobni bardoshligi 10—30 martagacha issiqqa bardosh po'latlarga nisbatan oshadi.

Tezkesar po'latlarda asosiy legirlovchi elementlarga birinchi navbatda volfram va molibden kiradi va P harfi bilan belgilanadi, undan keyingi raqam volfram miqdorini bildiradi. Bu po'lat markalarida xrom (4%) va vanadiy (2%) miqdori ko'rsatilmaydi. Ba'zi tezkesar po'latlarga qo'shimcha ravishda molibden, kobalt va ko'p miqdorda vanadiy qo'shiladi. Bunday po'lat markalarida mos ravishda M, K, Φ harflari va ularning miqdorlarini ko'rsatuvchi raqamlar ilova qilinadi.

P9, P18, P6M5, P10K5 Φ 5 va boshqa markadagi tezkesar po'latlar ko'p tarqalgan. O'lchov asboblari tayyorlashda kimyoviy tarkibi GOST 5950-73 da ko'rsatilgan X, XBF va boshqa markali po'latlar ishlatiladi. O'lchov asboblari uchun ishlatiladigan po'latlar yuqori qattiqlikka, yeyilishga chidamlilikka ega bo'lishi, doimiy o'lchamini saqlashi va yaxshi silliqanishi lozim. Yengil sharoitlarda ishlatiladigan kichik o'lchamli (ko'ndalang kesimi 25—30 mm li), oddiy shaklli sovuq holatda deformatsiyalangan shtamplar Y10, Y11, Y12 markali uglerodli po'latlardan, ko'ndalang kesimi 75—100 mm li murakkab shaklli shtamplar hamda og'ir sharoitlarda ishlaydigan shtamplar chuqurroq qiziydigan X, XBF markali po'latlardan tayyorlanadi.

Qattiqligi, yeyilishga chidamliligi yuqori, toblash jarayonida kam deformatsiyalanadigan asboblari tayyorlashda chuqurroq qiziydigan, yeyilishga chidamli po'latlardan, masalan, xrom miqdori ko'p X12 Φ 1 (11—12,5% Cr, 0,7—0,9 V) po'latdan foydalaniladi. Katta zarbiy kuchlar ta'sir qiladigan asboblari (pnevmatik zubilo, metallni sovuqlayin kesuvchi qaychilarning kesuvchi pichoqlari)ni tayyorlashda uglerod miqdori kam,

qovushqoqligi katta 4XC, 6XC, 4XB2C kabi po'latlar ishlatiladi. Qizdirib deformatsiyalangan bolg'a shtaplari 5XHM, 5XFM, 5XHB po'latlaridan tayyorlanadi. Bu po'latlardagi uglerod miqdori bir xil bo'lib (0,5—0,6%), xrom bilan legirlanadi. Bunday miqdordagi uglerod kerakli darajada yuqori zarbiy qovushqoqlik olishga imkon beradi; xrom po'latning mustahkamligini va qizish qalinligini oshiradi. Bu po'latlarga qovushqoqligini oshirish va qizishini yaxshilash maqsadida nikel qo'shiladi. W va Mo po'latning qattiqligi hamda issiqqa bardoshligini oshiradi, mo'rtligini kamaytiradi. Mn arzon legirlovchi element bo'lganligidan Ni o'rniga ishlatiladi.

6.6. MAXSUS KONSTRUKSION PO'LATLAR

Korroziyabardosh, issiqbardosh, yeyilishga chidamli kabi alohida xossalarga ega ko'p legirlangan (10% dan ortiq) po'latlar maxsus konstruksion po'latlar sirasiga kiradi.

Korroziyabardosh po'latlar

Korroziyabardosh (yoki zanglamaydigan) *po'latlar* deb, agressiv muhitlarda yuqori kimyoviy barqaror po'latlarga aytiladi. Bular kam yoki o'rtacha uglerodli po'latlarni — xrom, nikel, titan, aluminiy, marganes bilan legirlab olinadi. Korroziyaga qarshi xossalari po'latga ko'p miqdorda xrom yoki xrom — nikel qo'shib hosil qilinadi. Xromli va xrom-nikelli po'latlar ko'p tarqalgan. Xromli po'latlar arzon, lekin xrom-nikelli po'latlarning korroziyabardoshligi yuqori. Zanglamaydigan po'latda xrom miqdori kamida 12% bo'lishi kerak (6.2-jadval).

Xrom miqdori me'yoridan kam bo'lganda korroziyaga qarshilik ko'rsata olmaydi, chunki uning elektrod potentsiali manfiy bo'ladi. Po'latlarning korroziyabardoshligi kerakli termik va mexanik ishlov berishdan keyin ortadi. Masalan, 12X13 po'latning korroziyaga bardoshligi termik ishlovdan keyin ortib, uning qattiqligi HRC 52—55 ga etadi. 12X17 po'lati yanada korroziyabardoshroq. Kislotali muhitlarda ham yaxshi ishlaydi. Payvandli konstruksiyalar uchun bu po'lat tavsiya etilmaydi, chunki payvandlash vaqtida po'lat 900—950°C dan yuqoriroq qizdirilib, tez sovitilganda (payvandlashda) uning sirtidagi zarra-

larda xrom kamayadi (12% dan kam). Bu zarralar chegarasida xrom karbiti ajralib chiqishi bilan tushuntiriladi. Natijada kristallararo korroziya yuzaga keladi.

Kristallararo korroziya metallarning austenit zarralari chegarasi bo'ylab korrozion yemirilishning alohida, juda xavfli ko'rinishidir. Austenit zarralari chegara uchastkalarida xrom kamayishi hisobiga elektrokimyoviy potensial kamayganda va korroziyalovchi muhit mavjud bo'lganda zarralar chegarasi anodga aylanib qoladi.

Bu turdagi korroziyaning oldini olish uchun titan bilan legirlangan 08X17T, 15X25T po'latlar ishlatiladi. 08X17T, 15X25T po'lati qanday maqsadlarda ishlatilsa, 12X17 po'lati ham shunday maqsadlarda, shuningdek, payvand konstruksiyalarda ham ishlatiladi.

Xrom-nikelli po'latlar tarkibida xrom va nikel ko'p, uglerod esa kam bo'lib, austenitli po'latlar sinfiga kiradi. Austenitning bir fazali strukturasi hosil qilish uchun po'lat (masalan, 12X18H9) suvda 1100—1150°C haroratda toblanadi. Bunday po'latning mustahkamligi juda yuqori bo'lmasa-da, korroziyaga bardoshligi yuqori. Mustahkamligini oshirish uchun po'lat sovuq holatda plastik deformatsiyalanadi. U sovuq holatda cho'zilgan list va lenta ko'rinishda turli detallar tayyorlashda ishlatiladi. 12X18H9 po'lat qizdirilganda ferrit klassidagi xromli po'latga o'xshash kristallararo korroziyaga moyil bo'ladi. Kristallararo korroziyaning oldini olish uchun po'lat titan bilan legirlanadi (masalan, 12X18H9T po'lati yoki undagi uglerod miqdori kamaytiriladi). Austenit sinfiga xrom-nikelli zanglamaydigan po'latlar xromli po'latlarga nisbatan korroziyaga bardoshliroq. Ular kimyo, neft, oziq-ovqat sanoatida, avtomobilsozlikda, transport mashinasozligida, qurilishda keng ishlatiladi. Qimmat turadigan nikelni tejash maqsadida, u qisman marganes bilan almashtiriladi. Masalan, 12X18H9 po'lati o'rniga 10X14Г14H4T po'lati tavsiya etiladi. Austenit-ferrit klassidagi 08X2W6M2T po'lati sirka kislotali sulfat hamda fosfat kislotasi kuchli agressiv muhitlarda ishlaydigan detal va payvandlangan konstruksiyalar tayyorlashda qo'llaniladi. Austenit martensitli po'lat klassidagi 09X15H8Ю markali po'latdan og'ir kuchlar tushadigan detallar tayyorlashda foydalaniladi.

Yuqori haroratlarda metallar va qotishmalar atrofdagi gaz muhiti bilan reaksiyaga kirishadi, bu esa gaz korroziyasini (ok-

sidlanishni) yuzaga keltiradi va materialni yemiradi. Yuqori harorat (400—900°C) hamda oksidlovchi gaz muhitida ishlaydigan detal va konstruksiyalar maxsus issiqqa bardosh po'latlardan tayyorlanadi. *Issiqbardoshlik* (yoki kuyindi hosil bo'lishga chidamli) deganda yuqori haroratda havo yoki gaz muhitida materialning korroziya ta'siridan emirilishiga qarshi tura olish xususiyatiga aytiladi. Issiqbardosh po'latlarga tarkibida alyuminiy, xrom, kremniy bo'lgan po'latlar kiradi. Bunday po'latlarda yuqori haroratlarda kuyindi hosil bo'lmaydi. Masalan, tarkibida 30% Cr li xromli po'lat 1200°C haroratgacha bardosh bera oladi. Oz miqdorda Al qo'shilsa, xromli po'latlarning issiqqa chidamliligi ortadi. Bunday materiallarning yuqori haroratlarga chidamliligi, ularning sirtida legirolovchi elementlar (xrom, aluminiy, kremniy)ning oksidlardan iborat zich himoya pardasi yuzaga kelishi bilan tushuntiriladi.

Issiqbardosh po'latlar

Har xil turdagi yuqori temperaturali qurilmalar, gaz turbinolari va pech detallarini tayyorlashda issiqbardosh ferritli (12X17, 15X25T va boshqalar) va austenitli (20X23H13, 12X25H16Г7AP, 36X18H25C2 va boshqalar) po'latlar ishlatiladi.

Issiqqa chidamli po'latlar

Issiqqa chidamli po'latlar nisbatan unchalik qimmat bo'lmaganligi uchun yuqori temperaturali texnikada keng qo'llaniladi. Issiqqa chidamli po'latlarning ishchi temperaturasi 500—750°C, ularning tarkibi qanchalik murakkab va qancha legirolovchi elementlar ko'p bo'lsa, bu po'latlarni issiqqa chidamliligi shuncha yuqori bo'ladi.

Perlit klassli po'latlar 500—850°C haroratdan yuqori bo'lmagan holatda, uzoq vaqt ishlaydigan (10000—200000 soat) energetika qurilmalarining detallari va qismlari perlit klassli issiqqa chidamli kam legirlangan va uglerodli po'latlardan tayyorlanadi (6.3-jadval). Agar ishchi temperatura 400°C dan va bosimi 0,8 MPa dan oshmasa, normallangan uglerodli po'latlarni quyidagi markalari ishlatiladi: po'lat 12K, 15K, 18K, 22K (GOST 5520-79). Bu po'latlar list va truba ko'rinishda tayyorlanadi.

Ba'zi zanglamaydigan po'latlarning kimyoviy tarkibi (legirlovchi elementlar bo'yicha) va mexanik xossalari

Po'lat	Asosiy elementlar miqdori, %				Mexanik xossalari			
	C	Cr	Ni	Boshqa elementlar	σ_r	$\sigma_{0.2}$	δ	ψ
					MPa		%	
Martensit klassli po'latlar								
20X13	0,16—0,25	12—14	—	—	850	650	15	50
30X13	0,26—0,36	12—14	—	—	950	700	15	50
40X13	0,36—0,45	12—14	—	—	1150	900	12	50
Martensit-ferrit klassli po'latlar								
12X13	0,09—0,15	12—14			750	500	20	65
Ferrit klassli po'latlar								
12X17	0,12	16—18	—	—	520	350	30	75
15X 17M25	0,15	24—27	—	5C—0,9 Ti	540	—	40	70
015X 25T	0,015	16,—18,5	—	0,—0,5Nb	450	280	30	60
Austenit klassli po'latlar								
12X18- H9	0,12	17—19	8—10	—	520	360	30	75
10X 14Г 14H4T	0,10	13—15	2,5—4,5	5C—0,6 Ti 13—15 Mn	620	280	45	60
10X 14AГ15	0,10	13—15	—	0,15—0,25Ni 14—16% Mn	750	300	45	55
10X17- H13M3	0,1	16—18	12—14	5C—0,7 Ti	580	280	40	60
Austenit-ferrit klassli po'latlar								
08X 21H6- M2T	0,08	20—22	5,5— 6,5	1,8—2,5 Mo 0,2—0,4 Ti	750	450	50	55
Austenit-martensit klassli po'latlar								
09X15- H8Ю	0,09	14—16	7—9	0,7—1,3 Al	1250	1000	20	50

«K» harfi «kotyol» deganini, son esa uglerodning miqdorini 0,1 foizdaligini ko'rsatadi. Bu po'latlarning mexanik xossalari quyidagicha: $\sigma_v = 360/490 \text{ MPa}$, $\sigma_{0,2} = 220/280 \text{ MPa}$, $\delta = 24-19\%$. Bularda uglerod miqdori qancha ko'p bo'lsa, uning chidamliligi shunchalik yuqori, plastikligi shunchalik kichikdir. Ishchi harorati 600°C bo'lgan mas'uliyatli, bug' o'tuvchi va bug' hosil qiluvchi trubalar asosan, Cr, V, Mo va Nb kabi elementlarga ega kam legirlangan po'latlardan tayyorlanadi (GOST 20072-74).

Martensit va martensit-ferrit klassli po'latlar

Gaz trubinalari va bug' qurilmalari (lopatka, mahkamlash detallari, trubalari va boshqalar)ning detallari va qismlari yuqori xromli (8-13% Cr) po'latdan tayyorlanadi. Bular W, Mo, V, Nb va B bilan qo'shimcha legirlangan, (6.2-jadval) va issiqqa chidamli bo'lishi bilan birga, issiqqabardosh hamdir.

Po'latlar xromning miqdoriga qarab, martensitli (10—11% gacha Cr ga ega) yoki martensit-ferritli (11-13% Cr) klassga tegishli bo'ladi va ularni strukturasi martensit, S—ferrit, $M_{23}C_6$, M_6C , M_3C , MC turdagi karbidlardan hamda Laves fazasidan Fe_2W (Fe_2Mo) iborat. Bu po'latlarda yuqori issiqqa chidamlilik qattiq eritmani puxtalash, karbid va nitermetallid fezalarni hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi, bularning ishchi temperaturasi $580-600^\circ\text{C}$ gacha boradi.

Ishqalanish sharoitida ishlaydigan mashina detallarini tayyorlash uchun yoyilishga chidamli maxsus po'latlar ishlatiladi. Ularga sharikli podshipnikli, grafitlangan, tarkibida ko'p marganes bo'lgan po'latlar kiradi.

Sharikli podshipnikbop po'latlar. Juda ko'p mashinalarni (stanoklar, avtomobillar, traktorlar, vagonlar, elektrodvigatellar va boshqalar) mas'uliyatli detaliga dumalash podshipnigi kiradi.

Sharikli podshipnikbop po'latlar (ШХ6, ШХ9, ШХ15) dumalash podshipniklarining sharik va roliklarini tayyorlashda qo'llaniladi. Kimyoviy tarkibi va strukturasi ko'ra, bu po'latlar asbobsozlik po'latlari klassiga kiradi. Ular tarkibida taxminan 1% C va 0,6—1,5% Cr bor. O'lchami 10 mm gacha bo'lgan detallar tayyorlash uchun ШХ6 (1,05—1,15% C va 0,4—0,7% Cr) po'lati, o'lchami 18 mm dan katta detallar tayyorlash uchun ШХ15 (0,95—1,05% C va 1,3—1,65% Cr) po'lati, grafitlangan

600°C haroratda issiqqa chidamli po'latlarni kimyoviy tarkibi (legirlovchi elementlar bo'yicha) va xossasi

Po'lat	Elementlar tarkibi, %					Uzoqqa chidamlilik chegarasi, MPa	
	C	Cr	Mo	V	Boshqa elementlar	600 σ_{10^4}	600 σ_{10^5}
Perlit klassli po'latlar							
12X1MΦ	0,08—0,15	0,9—1,2	0,25—0,35	0,15—0,30	—	80	60
15X1M1Φ	0,1—0,16	1,1—1,4	0,9—1,1	0,2—0,25	—	85	65
12X2MΦCP	0,08—0,15	1,6—1,9	0,5—0,7	0,2—0,35	0,4-0,7 Si; <0,005% B	85	65
Martensit va martensit-ferrit klassli po'latlar							
15X11MΦ	0,12—0,19	10—11,5	0,6—0,8	0,25—0,40	—	97	—
18X12BMБΦP	0,15—0,22	11—13	0,4—0,6	0,15—0,30	0,4-0,3 Nb 0,4-0,7 W <0,003 B	180	150
18X12BMБΦP	0,15—0,22	11—13	0,4—0,6	0,15—0,30	0,15-0,3 B 0,55-0,85 W 0,5-1,0 Ni; 0,5-1,0 Mn; <0,08 B	180	140

po'latdan (uglerod miqdori ko'p, tarkibida 1,5—2% C va 2% gacha Cr bor) ishqalanish sharoitida ishlaydigan porshen halqalari, porshenlar, tirsakli vallar va boshqa shakldor quymalar tayyorlashda ishlatiladi. Grafitlangan po'lat strukturasi ferrit-sementitli aralashma va grafit mavjud. Grafit miqdori termik ishlov berish tartibi va uglerod miqdoriga qarab o'zgarishi mumkin. Grafitlangan po'lat toblangandan keyin, bir yo'la toblangan po'lat va kul rang cho'yan xossalariga ega bo'ladi. Bunday po'latda grafit moylovchi material rolini o'ynaydi.

Marganes miqdori ko'p Г13Л po'lat tarkibida 1,2% C va 13% Mn bor. U temir yo'l krestovinalari, gusenitsa zvenolari va hokazolar tayyorlashda ishlatiladi. Bir fazali austenit strukturasi ega bo'lganda bu po'latning yeyilishga chidamliligi maksimal qiymatga yetadi. Bunga po'latga 1000—1100°C haroratda toblab, havoda sovitish orqali erishiladi. Toblangan po'latning qattiqligi kam (HB200), kuchli puxtalangandan so'ng, uning qattiqligi HB 600 gacha oshadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday cho'yan turlarini bilasiz?
2. Bolg'alanuvchan cho'yan qanday olinadi?
3. Cho'yanlar mikrostruktura jihatdan nimasi bilan bir-biridan farq qiladi?
4. Kulrang cho'yan cho'yanlar ichidagi qaysi xossasi bilan ajralib turadi?
5. Olingugurt va fosfor cho'yan xossasiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
6. Uglerodli po'latlar uglerod miqdoriga qarab, qanday turlarga bo'linadi?
7. Maxsus po'latlarga qanday po'latlar kiradi?
8. Kremniy va marganes po'lat xossasiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
9. Legirlangan po'latlar qayerda ishlatiladi?
10. Plashka qaysi po'latdan tayyorlanadi?
11. Tezkesar po'lat haqida nimalarni bilasiz?
12. Korroziyagabardosh po'lat deb qanday po'latga aytiladi?
13. Issiqqa chidamli po'lat qanday po'lat?
14. Shtamplash asboblari uchun po'lat markasini tanlang.
15. Karbid nima?
16. Evtektoidli po'lat qanday strukturaga ega?

VII BOB.

METALL VA QOTISHMALARGA TERMIK VA KIMYOVIY-TERMIK ISHLOV BERISH ASOSLARI

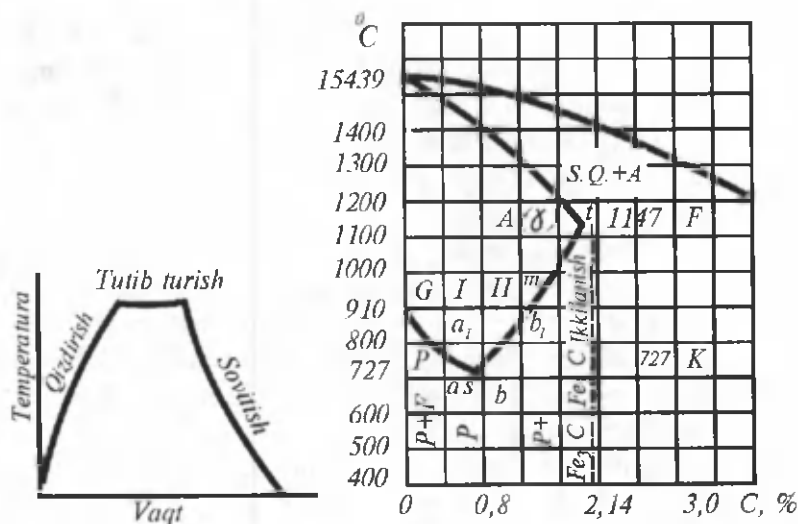
7.1. TERMIK ISHLOV BERISH NAZARIYASI

Temir-uglerodli qotishmalarning ichki strukturasi va xossalari o'zgartirish uchun ularni qizdirish va sovitish bilan bog'liq jarayonlar *termik ishlov berish* deb ataladi. Termik ishlov berishdan maqsad temir-uglerodli qotishmalarga ishlatish jarayonida talab qilinadigan xossalar berishdan iborat. Termik ishlov berish natijasida mexanik xossalarning yaxshi tomonlari fizik-kimyoviy xossalar bilan qo'shilib, qotishmaning magnitlanish xossasi yaxshilanadi, korroziyabardoshligi ortadi.

Termik ishlov berishning istalgan jarayoni harorat — vaqt koordinatalarida tasvirlanishi mumkin (7.1-rasm). Qotishmani maksimal qizdirish harorati (t_{max}), qizdirilgan temperaturada tutib turish vaqti hamda qizdirish (V_1) va sovitish (V_2) tezliklari termik ishlov berish parametrlari hisoblanadi. Termik ishlov berish asosida metall va qotishmalarni qizdirish hamda sovitish jarayonida yuzaga keladigan fazaviy va struktura o'zgarishlar yotadi. Bu o'zgarishlar ma'lum kritik nuqtalar bilan xarakterlanadi. Qotishma I xona haroratidan boshlab 727°C gacha asta-sekin qizdirilganda, unda fazaviy o'zgarishlar bo'lmaydi (7.1-*b* rasm). 727°C haroratda perlit austenitga aylanadi (*a* nuqta). Diagrammadagi *a* nuqta *pastki kritik nuqta* deb ataladi va Ac_1 (sovitishda Ar_1) bilan belgilanadi, *c* va *e* harflar o'zgarishlar mos ravishda po'latni qizdirish yoki sovitishda ro'y berilishini, bu harflar indeksidagi bir raqami *PSK* chizig'ini hosil qiluvchi nuqtalarni bildiradi. Qotishma I yanada qizdirilganda ferrit zarralari austenitda eriydi.

Austenitning erishi yuqori kritik nuqta deb ataluvchi *a* nuqtada (δ c chizig'ida) tugaydi, qizdirishda Ac_3 , sovitishda Ar_3 bilan belgilanadi. Agar evtektoidli qotishma II qizdirilsa, perlit 727°C haroratda S nuqtada (*PSK* chizig'i) austenitga aylanadi. Bunda

Ac_1 va Ac_3 kritik nuqtalar bir-birining ustiga tushadi. Qotishma III zonada perlit $727^\circ C$ haroratda austenitga (δ nuqta) aylanadi. Qotishma III yanada qizdirilganda sementit (ikkilamchi) austenitda eriydi. *SE* chiziqda yotuvchi b_1 nuqtada erish jarayoni tugallanadi. Bu nuqta Ac_m orqali belgilanadi. Shunday qilib, temir-sementit diagrammasida *PSK* chizig'ini hosil qiluvchi kritik nuqtalar qizdirilsa Ac_1 va Ar_1 , δ S chizig'i bo'yicha Ac_3 va Ar_3 , *SE* chizig'i Ac_m orqali belgilanadi. Kritik nuqtalarni bilish po'latlarga termik ishlov berish jarayonini o'rganishni yengillashtiradi.



7.1- rasm. Temir-sementit holat diagrammasining «po'lat» bo'limi:

- I — evtektoidgacha bo'lgan po'lat; II — evtektoidli po'lat;
- III — evtektoiddan keyingi po'lat.

Qizdirilganda po'latlarda bo'ladigan o'zgarishlar

Termik ishlov berishda po'latni qizdirish austenit olish uchun zarur. Po'latni kritik nuqta Ac_1 gacha qizdirganda, uning evtektoidgacha bo'lgan strukturasi perlit va ferrit zarralaridan iboratdir. Ac_3 nuqtada perlit moyda zarrali austenitga aylanadi. Ac_1 dan Ac_3 nuqttagacha qizdirilganda ortiqcha ferrit austenitda eriydi va Ac_3 nuqtada (δ S chizig'i) bu o'zgarish tugaydi. Ac_3 dan yuqorida po'lat strukturasi austenitga aylanadi.

Qizdirilganda evtektoiddan oldingi po'lat ham shunday o'zgaradi, faqat oldingisidan farqi shundaki, Ac_1 nuqtadan Ac_m nuqttagacha yanada qizdirilganda ortiqcha sementit (ikkilamchi) austenitda eriydi. Ac_m nuqtadan yuqorida (*SE* chizig'i) struktura faqat austenitdan iborat, yangi hosil bo'lgan austenit, hatto bitta zarra chegarasida ham bir jinsli bo'lmaydi. Oldin sementit plastinkali joyda ferrit plastinkali joyga nisbatan uglerod miqdori ancha ko'p.

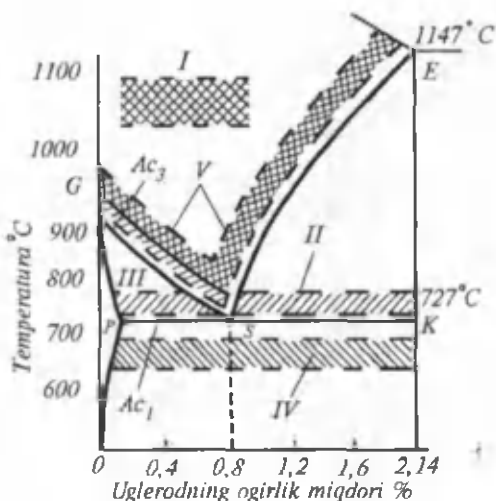
Kimyoviy tarkibini bixillashtirish hamda bir xil austenit olish uchun evtektoiddan oldingi po'lat yuqori kritik nuqta Ac_1 dan keyin ham qizdiriladi, diffuzion jarayonlar tugallanishi uchun bu haroratda bir muncha muddat ushlab turiladi.

Perlitning austenitga o'zgarish jarayoni tugagach, ko'p miqdorda mayda austenit zarralari yuzaga keladi. Bu zarralar *austenitning boshlang'ich zarralari* deb ataladi. Po'lat yanada qizdirilganda yoki ko'proq tutib turilganda austenit zarralari (donchalari) o'sadi. U yoki bu termik ishlov berish natijasida po'latda hosil bo'lgan zarra (donacha) o'lchamlari *haqiqiy* (donachalar) *zarrachalar* deb ataladi.

Uglerodli po'latda donachalarning (zarralarning) o'sishiga temperatura, qizdirish muddati, po'latdagi uglerod miqdori, po'latni suyuqlantirishda uni oksidlantirish usullari ta'sir qiladi. Marganesdan boshqa legirlovchi elementlarning qo'shilishi qizdirish vaqtida austenit donachasining o'sishini tormozlaydi. Donachaning o'sishiga titan, vanadiy, molibden, volfram va xrom kabi karbid hosil qiluvchi elementlar katta to'sqinlik qiladi. Ular toblash temperaturalari intervalini kengaytiradi va po'latni qizdirish sharoitini yengillashtiradi. Legirlangan po'latlarning uglerodli po'latlarga nisbatan afzalligi ham shundan iborat.

Po'latni sovitishdagi o'zgarishlar (austenitning o'zgarishlari)

Austenit faqat *SE* chizig'idan yuqoridagi haroratlardagina barqaror (7.2-rasm). Bu chiziqdan past bo'lgan temperaturalar-gacha sovitilganda, u parchalana boshlaydi. Agar po'lat asta-sekin va uzluksiz sovitilsa, evtektoiddan oldingi po'latlarda ferrit, evtektoiddan keyingi po'latlarda ikkilamchi sementit ajralib chiqqach, uglerod evtektoid tarkibida 0,83% ga teng bo'ladi.



7.2- rasmi. Turli xil yumshatish va normallashtirish uchun qizdirish temperaturasi sohasi: I — to'la yumshatish; II — chala yumshatish; III — gomogenlovchi (diffuzion) yumshatish; IV — past haroratli yumshatish; V — normallashtirish.

Austenit perlitga aylana boshlaydi, ya'ni uglerodning α -temirdagi qattiq eritmasi α — temirga va sementitga parchalanadi. Agar austenit katta tezlikda sovitilsa, yangi mayda donachali ferrit-sementitli aralashma paydo bo'lishi bilan austenit o'ta soviydi. Bunda sovitish tezligi qancha katta bo'lsa, ferrit-sementitli aralashma, ayniqsa sementit plastinkalari shuncha mayda donachali va yengil bo'lib, bir yo'la bu strukturaning qattiqligi anchagina ortadi. Natijada hosil bo'lgan strukturalar perlitga nisbatan ancha maydalashadi. Ularni mustahkamligi, plastikligi va qattiqligiga qarab farqlash mumkin. Plastiksimon perlitda $\sigma_v = 620$ MPa, $\sigma = 20\%$, 163 HB, donador (zarrasimon) perlitda esa $\delta_v = 820$ MPa, $\delta = 15\%$, 228 HB ga teng bo'ladi.

7.2. YUMSHATISH VA NORMALLASH

Yumshatish

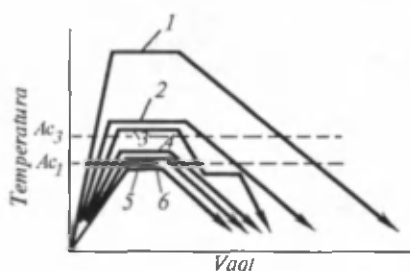
Quyish, prokatlash, bolg'alash va boshqa ishlov berishlardan so'ng zagotovka notekis soviydi. Natijada bir jinsli struktura hosil bo'lmaydi, turli joylarida zagotovkaning xossalari turlicha, ichki

kuchlanishlar paydo bo'ladi. Bundan tashqari, likvatsiya tufayli quymaning kimyoviy tarkibi ham bir xil bo'lmaydi. Bu nuqsonlarni yo'qotish uchun termik ishlov beriladi, unga yumshatish va normallashtirish kiradi.

Yumshatish zagotovka yoki buyumni kerakli haroratgacha qizdirish, shu haroratda ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovitishdan iborat: uglerodli po'latlar soatiga 200°C , legirlangan po'latlar esa soatiga $30\text{--}100^{\circ}\text{C}$ tezlik bilan sovitiladi. Bundan qoldiq kuchlanishlarsiz barqaror struktura olinadi.

Yumshatishdan maqsad ichki kuchlanishlarni yo'qotish, strukturaning bir xilligiga erishish, ishlov berishni yaxshilash hamda keyingi termik ishlov berish operatsiyasiga tayyorlashdan iborat.

Qanday xossaligi po'lat olinishiga qarab, turli xil yumshatish usullaridan foydalaniladi (7.2-rasm).



7.2- rasm. Turli xil yumshatish tartiblari: 1 — diffuzion yumshatish; 2 — to'la yumshatish; 3 — izotermik yumshatish; 4 — chala yumshatish; 5 — sferoidlovchi yumshatish; 6 — rekristallazitsion yumshatish.

Diffuzion (gomogenlovchi) yumshatishdan po'lat va shakldor quymalarning kimyoviy ko'p jinsligini kamaytirish uchun foydalaniladi. Ayniqsa, legirlangan po'latdan olingan quymalar bir xil tuzilishga ega emas. Tuzilishining bir xil emasligi, karbidli va dendritli likvatsiyalar tufayli yuzaga keladi, chunki karbid hosil bo'ladigan joylarda yoki dendritlarning o'rta qismida legirlovchi elementlar to'planadi. Quymalarning kimyoviy tarkibini birxillashtirish uchun, ular yuqori temperaturagacha qizdiriladi, bunda elementlar atomlarining harakati juda tezlashadi. Natijada atomlar kimyoviy elementlar ko'p to'plangan joylardan kamroq joylarga suriladi. Bunday diffuziya tufayli quymaning hajmi bo'yicha kimyoviy tarkibi tekislanadi.

Po'lat $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ temperaturagacha qizdiriladi, shu temperaturada $10\text{--}20$ soat mobaynida tutib turiladi, so'ngra $600\text{--}650^{\circ}\text{C}$ gacha sekin sovitiladi (7.2-rasm, 1-egri chiziq). Diffuzion

yumshatishda po'lat donachalari o'sadi, bu nuqson mayda donacha hosil bo'lguncha qayta yumshatish (to'la yumshatish) bilan yo'qotiladi. Po'lat yuqori mexanik xossalarga ega bo'ladi.

To'la yumshatishda (7.2-rasm, 2-egri chiziq) donachalarni maydalashtirish va ichki kuchlanishlarini yo'qotish maqsadida evtektoidgacha bo'lgan po'latlar uchun, asosan pokovka va quymalarga issiqlayin bosim ostida ishlov berilgandan keyin foydalaniladi. Bunga po'latni yuqori kritik nuqta Ac_3 dan 30—50°C yuqori temperaturada qizdirib, sekin sovitish bilan erishiladi. To'la yumshatishda po'latning qattiqligi va mustahkamligi kamayadi, strukturasi bir muncha yaxshilanadi va plastinkasimon perlit vujudga keladi.

Po'lat Ac_3 haroratdan yuqori haroratda qizdirilganda perlit austenitga aylanadi. Bu quyidagichadir: boshlang'ich bosqichda austenitning mayda kristallari paydo bo'lib, ular harorat ko'tarilishi bilan o'sadi. Harorat Ac_3 dan ozgina (30—50°C ga) ko'tarilganda austenitning kristallari hali mayda bo'ladi. Keyinchalik Ac_1 dan past temperaturagacha sovitilganda ferrit-perlit turdagi bir jinsli mayda zarrali struktura yuzaga keladi. Bunda bitta austenit donasi (zarrasi) chegarasida bir necha perlit zarralarini uchratish mumkin. Ular o'zlari yuzaga kelgan austenit zarralaridan ancha mayda bo'ladi.

Uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallarni qizdirish harorati holat diagrammasida (7.3-rasm) legirlangan po'latlar uchun ma'lumotnoma keltirilgan, ularning kritik nuqtalari Ac_3 holatiga qarab aniqlanadi.

Chala yumshatishda po'lat SK chizig'idan 30—40°C ga yuqoriroq haroratgacha, taxminan 750—760°C gacha qizdiriladi. Asbobsozlik uglerodli po'latlar uchun yumshatish birdan-bir termik ishlov berish usuli hisoblanadi. Bunda donador perlitning yuzaga kelishi natijasida po'latning ishlanuvchanligi yaxshilanadi va kuchlanishi kamayadi.

Evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar donador perlit olinguncha yumshatiladi. Qizdirilib, belgilangan haroratda 3—5 soat tutib turilgach, pech bilan birgalikda asta-sekin sovitiladi.

Izotermik yumshatish (7.2-rasm, 3-egri chiziq) da austenit ferrit-sementitli aralashmaga o'zgarma haroratda parchalanadi.

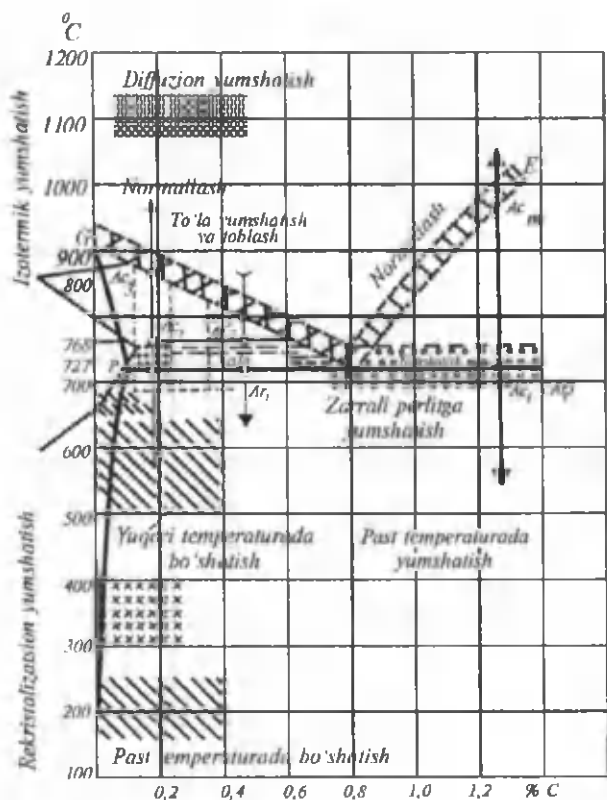
Bu bilan u boshqa yumshatish turlaridan farq qiladi. Yumshatishning boshqa turlarida bunday parchalanish harorat uzluksiz pasayishi sharoitida, sovish davrida sodir bo'ladi. Austenit parchalanib bo'lgach, sovish tezligining ahamiyati deyarli qolmaydi, shuning uchun izotermik tutib turishdan keyin sovitish havoda o'tkaziladi. Izotermik yumshatishda konstruksion po'latlar A_c nuqtadan $50-100^{\circ}\text{C}$ dan yuqori haroratgacha qizdiriladi.

Po'lat tutib turilgach, suyultirilgan tuzda asta-sekin A_r nuqtadan pastroq haroratgacha ($680-700^{\circ}\text{C}$, 7.2-rasmga qarang) sovitiladi. Bu haroratda austenit perlitga to'la aylangunga qadar izotermik ushlab turiladi, so'ngra tinch havoda sovitiladi. O'lchamlari uncha katta bo'lmagan legirlangan po'latdan yasalgan buyumlar izotermik yumshatilganda termik ishlov berish muddati to'la yumshatishga qaraganda 2-3 marta tezlashadi. Yirik buyumlarda vaqtdan yutishning iloji yo'q, chunki buyum xajmi bo'yicha haroratni tekislash uchun ko'p vaqt kerak. Izotermik yumshatish murakkab legirlangan po'latlarning, masalan, 18X2H4BA po'lat qattiqligini kamaytirish va kesib ishlov berilishini yaxshi usuli hisoblanadi.

Sferoidlovchi yumshatish (7.2-rasm, 5-egri chiziq) natijasida plastinkali perlit zarrali sferoidlangan perlitga aylantiriladi. Bu po'latlarni kesib ishlov berishini yaxshilaydi. Zarrali perlit olish uchun yumshatish quyidagi tartibda o'tkaziladi: po'lat A_c nuqtadan bir oz yuqoriroq haroratgacha qizdirib, avval 700°C gacha, so'ngra $550-600^{\circ}\text{C}$ gacha, keyinchalik havoda sovitiladi. Sferoidlovchi yumshatish tarkibida 0,65% dan ko'proq uglerod mavjud. ШХ15 markali sharikli podshipnikbop po'latlarni yumshatishda qo'llaniladi.

Rekristalizatsion yumshatish (7.2-rasm, 6-egri chiziq) sovuq holatga prokatlashda, cho'zishda yoki shtamplashda metallning plastik deformatsiyasi tufayli paydo bo'ladigan qattiqlashgan qismi (naklep) ni yo'qotish uchun qo'llaniladi.

Metallning sovuq holatdagi plastik deformatsiyasi tufayli mustahkamlanishiga *puxtalash* deyiladi. Sovuq holatda metallni prokatlashda, shtamplashda, cho'zishda uning zarralari deformatsiyalanib, maydalanadi. Bu metallning qattiqligini oshiradi, plastikligini kamaytirib, mo'rt qilib qo'yadi. Puxtalanishning mohiyati ham shunda.



7.3- rasm. Uglorodli po'latni yumshatish, normallash, toblash va bo'shatish uchun qizdirish intervallari ko'rsatilgan holat diagrammasi.

Rekristallizatsion yumshatishda po'lat A_{c1} nuqtadan past haroratgacha ($650-700^{\circ}\text{C}$) qizdiriladi, so'ngra asta-sekin sovutiladi. Metall $650-700^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilganda (rekristallizatsion yumshatish) atomlarning diffuzion qo'zg'aluvchanligini oshiradi va qattiq holatda ikkilamchi kristallizatsion jarayonlar (rekristallanish) yuzaga keladi.

Deformatsiyalangan zarralar chegaralarida yangi kristallanish markazlari paydo bo'lib, ular atrofida qaytadan panjarani ko'ramiz. Deformatsiyalangan eski zarralar o'rnida yangi teng o'qli zarralar o'sib chiqadi va deformatsiyalangan struktura to'la yo'qoladi. Bunda metallning dastlabki strukturasi va xossalari tiklanadi.

Normallash

Po'latni Ac_3 va Ac_m kritik nuqtalardan 30—50°C haroratgacha qizdirib, ushbu haroratda ushlab turish hamda tinch havoda sovitishga *normallash* deyiladi (7.3-rasm). Normallashda ichki kuchlanishlar kamayadi, po'lat qayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarining yirik zarrali strukturasi maydallashadi.

Po'latni normallash yumshatishga qaraganda ancha qisqa termik ishlov berish jarayoni hisoblanadi, shuning uchun u unumlidir. Shuning uchun uglerodli va kam legirlangan po'latlar ko'pincha yumshatilmay, normallashadi.

Po'latdagi uglerod miqdori ortishi bilan yumshatilgan va normallashgan po'latlar orasidagi farq ortadi. Tarkibida 0,2% gacha uglerodli po'latlarni normallash maqsadga muvofiqdir. Tarkibida 0,3—0,4% uglerodli po'latlarni normallashganda qattqlik ortadi, buni e'tiborga olmoq zarur. Shuning uchun yumshatishni har vaqt normallash bilan almashtirib bo'lmaydi.

Normallashdan so'ng qotishmalar mayda zarrali strukturaga aylanadi va yumshatilgandagiga qaraganda birmuncha kattaroq mustahkamlik va qattqlikka ega bo'ladi. Yirik zarrali strukturani tuzatish, po'latning kesib ishlanuvchanligini hamda toblash oldidan uning strukturasi yaxshilash uchun normallashdan foydalaniladi.

7.3. TOBLASH VA BO'SHATISH

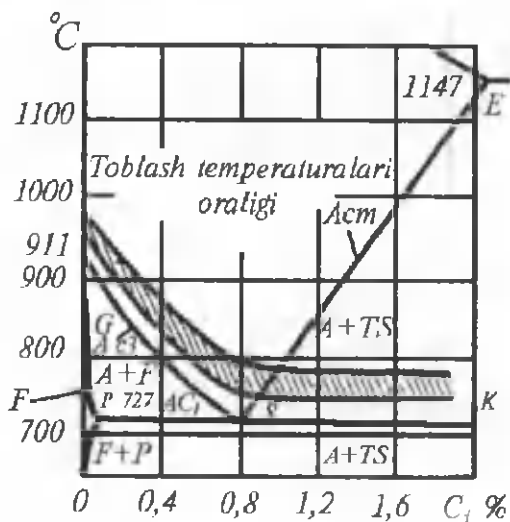
Po'latning qattqligi, mustahkamligi va elastikligini oshirish uchun toblashdan foydalaniladi. U po'latni fazoviy o'zgarishlardan yuqoriroq haroratgacha qizdirish, bu haroratda ushlab turish, so'ngra tez sovitishdan iborat.

Austenit *SE* chizig'idan yuqori haroratlarda ustivordir (7.4-rasm). Tez sovitilganda austenit parchalanadi. Agar sekin sovitilganda (yumshatishda) perlit, tez sovitilganda austenit mayda donachali ferrit-sementit aralashmasi ko'rinishidagi yangi struktura hosil bo'ladi. Sovitish tezligi qancha kattalasha, zarralar shuncha mayda bo'lib, uning strukturasi xossalari bo'yicha perlitdan keskin farq qiladi. Strukturaning hosil bo'lishi sovitilish

tezligiga bog'liq. Nisbatan sekinroq, masalan, havoda sovitilganda austenit sorbit strukturasi aylanadi. Moyda sovitilganda troostit hosil bo'ladi. Sorbit 600 dan 500 °C gacha harorat oralig'ida yuzaga keladi. Undagi ferrit-sementit plastinkalari perlit plastinkalaridan maydaroq. Troostit sovitish jarayonining yanada pastroq haroratlarida (500—200°C) vujudga keladi. Troostitning ferrit-sementitli plastinkalari sorbitnikidan yanada maydaroq. Troostit sorbitdan qattiqroq. Masalan, sorbitning qattiqligi HB 250—300 bo'lsa, troostitning HB 350—450 ga teng. Ikkala struktura ham mexanik aralashmadan (ferrit bilan sementit aralashmasi) iborat. Suvda sovitilganda (eng katta sovitish tezligida) uglerodli po'latda austenit 250—200°C haroratgacha saqlanadi, so'ngra birdaniga martensit deb ataladigan yangi strukturaga o'tadi. Lekin uglerod miqdori yuqori holatlarda austenit to'la xolda martensitga aylanmaydi. Bu saqlanib qolgan qismi *qoldiq austenit* deb yuritiladi.

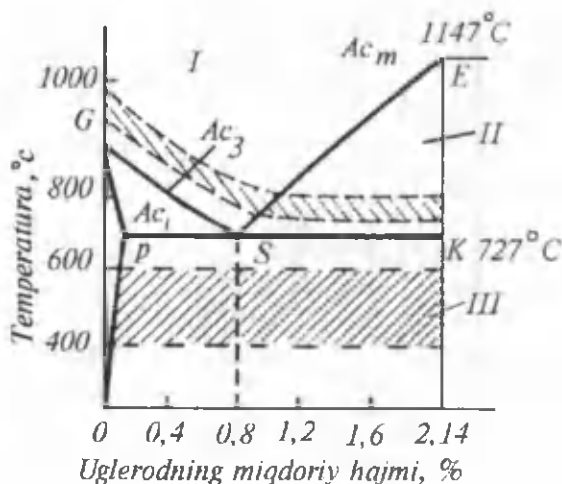
Martensit o'z strukturasi va xossalari bilan sorbit hamda troostitdan farq qiladi. U uglerodning α — temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasi bo'lib, xarakterli ninasimon strukturaga ega. Martensit eng qattiq mo'rt struktura, qattiqligi 600—700 HB (62—72 HRC₃) ga teng, zarbiy qovushqoqligi esa nolga yaqin. Martensit magnitlanuvchan va o'zida qoldiq magnetizm saqlaydi, shuning uchun tayyorlangan magnitlar martensit holatgacha toblanadi. Toblash evtektoiddan oldingi po'latni Ac₃ kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'latni Ac₁ nuqtadan 30—50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, ushbu temperaturada ushlab turish va turli suyuqliklarda (suvda, moyda, tuz eritmaları va boshqalarda) tez sovitishdan iborat. Uglerodli po'latlarni toblash uchun 18°C li harorat tavsiya etiladi. Sovitilish tezligiga qarab, toblashda martensitdan tashqari sorbit va troostit vujudga kelishi mumkin. Ular kichik sovitilish tezligida paydo bo'ladi. Martensit hosil bo'ladigan sovitilish tezligiga *toblashning kritik tezligi* deyiladi.

Toblash haroratini tanlash. Po'latni toblashda qizdirish harorati kimyoviy tarkibga bog'liq. Ac₃ chiziqdan 30—50°C yuqoriroq haroratgacha qizdiriladigan evtektoiddan oldingi po'latlarda (7.5-rasm) austenit yuzaga keladi, keyinchalik toblashning kritik tezligidan kattaroq tezlik bilan sovitilganda, u martensitga aylanadi. Bunga *to'la toblash* deyiladi.



7.4- rasm. Po'latni toblashda qizdirish harorati oraliqlari.

Po'lat Ac_3 — Ac_1 oraliqdagi haroratgacha qizdirilganda martensit strukturasi toblashdan qolgan, toblangan po'lat qattiqligini kamaytiruvchi ferrit saqlanadi. Bunday toblash *chala toblash* deb ataladi.



7.5- rasm. Po'latni toblash va bo'shatishda haroratlar oraliqi:
I— to'la toblash; II—chala toblash; III—yuqori bo'shatish.

Evtektoiddan keyingi po'latni toblash uchun Ac_1 chizig'idan $30-50^{\circ}C$ ga yuqoriroqqacha qizdirish eng yaxshi harorat hisoblanadi. Bunda qizdirganda ham, soviganda ham po'latda sementit saqlanadi va u qattqlikning oshishiga yordam beradi, chunki sementit martensitga qaraganda qattiqroq. Evtektoiddan keyingi po'latni SE chizig'idan yuqori darajagacha qizdirish befoyda, chunki bunda Ac_3 chizig'idan yuqoriroqqacha toblashdagi nisbatan, qattqligi kamroq: Ac_3 chizig'idan yuqorida erigan sementit bo'ladi. Katta haroratgacha qizdirib, keyin sovitilsa, katta ichki kuchlanishlar paydo bo'lishi mumkin.

Sovitish tezligi. Martensit strukturasi hosil qilish uchun austenit barqarorligi kichik $550-650^{\circ}C$ harorat oralig'ida po'latni tez sovitish yo'li bilan austenitni o'ta sovitish lozim. Martensit o'zgarishlar bo'ladigan temperatura zonasida ($250^{\circ}C$ dan pastroq) sekin sovitish maqsadga muvofiqdir, chunki yangi kristall panjara olish bilan bog'liq holda paydo bo'ladigan struktura kuchlanishlar tekislanishiga ulgirishi mumkin, lekin martensit qattqligi kamaymaydi. Toblash yaxshilanishi uchun toblash muhitini (suv, tuzlarning suvdagi eritmaları, mineral moy) tanlash muhim ahamiyatga ega. Legirlangan po'latlar moyda toblanadi.

Po'latning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi

Toblanuvchanlik po'latdagi uglerodning miqdoriga bog'liq. Uglerod qancha ko'p bo'lsa, po'lat shuncha yaxshi toblanadi. Uglerod miqdori juda kam ($0,3\%$ dan kam) bo'lgan po'latlar toblanmaydi.

Po'latning toblanish chuqurligi, uning qanday qalinlikda toblanishi bilan xarakterlanadi. Bu toblangan po'latning eng muhim xossasidir. Detal butun qalinligi bo'yicha toblanganda toblash va bo'shatishdan so'ng, uning butun kesimi bir xil strukturaga aylanadi. Yuza toblanganda sirtga yaqin joylashgan qatlamlar bilan ichki qatlamlar strukturasi bir-biridan keskin farq qiladi: ichki qatlamlar toblangan qatlamga qaraganda yumshoqroq, mustahkamligi ham kamroq. Toblanish chuqurligi toblanishning kritik tezligiga bog'liq. Toblanish chuqurligiga qizdirish harorati va toblash muhiti ham ta'sir qiladi. Martensit miqdori kamida 50% li bo'lgan qatlamlar toblangan deb qabul qilinadi.

Po'latni toblash turlari

Sovitish usuliga ko'ra, bitta, ikkita muhitlarda (uzlukli), bosqichli va izotermik toblash turlari mavjud. Bitta muhitda toblash oddiy, shakli uncha murakkab bo'lmagan buyumlarni toblashda qo'llaniladi.

Evtektoiddan keyingi po'latlar, agar detal shakli oddiy bo'lsa, bitta muhitda toblanadi. Uzlukli toblashda buyum avval bitta muhitda (masalan, suvda), so'ngra moyda yoki havoda sovitiladi. Bosqichli toblashda avval tuzli vannada tez sovitiladi (vanna harorati martensit o'zgarishlarning boshlanishiga mos keluvchi 240—250°C dan ancha yuqoriroq), so'ngra shu haroratda tutib turiladi va havoda sovitiladi. Sovitishdagi ozgina uzilish detalning butun kesimi bo'ylab haroratning tekislanishiga imkon beradi, bu esa toblash jarayonida yuzaga keladigan kuchlanishlarni kamaytiradi.

Kesimi uncha katta emas (8—10 mm) uglerodli po'latdan yasalgan detallar bosqichli tarzda toblanadi. Toblash kritik tezligi uncha katta emas po'latlardan yasalgan buyumlarning kesimi katta bo'lsa, bosqichli usulda toblanadi. Bosqichli toblashdagi kabi izotermik toblashda detallar martensit o'zgarishlar boshlanadigan temperaturadan yuqoriroq darajagacha qizdirilgan muhitda sovitiladi, lekin bu haroratda uzoq muddat, austenit to'la parchalanguncha ushlab turiladi.

Martensitga o'xshamaydigan, lekin qattiqligi bo'yicha troositga yaqinroq turadigan, lekin ancha mustahkam va plastik struktura hosil bo'ladi, keyin havoda sovitiladi.

Izotermik toblashning afzalligi shundan iboratki, katta qovush-qoqlikka erishiladi, darzlar vujudga kelmaydi, tob tashlashlar minimal darajada bo'ladi. Murakkab shaklli buyumlar izotermik usulda toblanadi.

Toblashda sovitish usuli ham muhim ahamiyatga ega, chunki bunda katta ichki kuchlanishlar yuzaga kelib, detalni qiyshaytirishi mumkin.

Shuning uchun sovitish muhitini to'g'ri tanlash bilan birga detalni sovitish muhitiga botirish lozim.

Masalan, cho'ziq uzun buyumlar (parma, metchik kabilar) qiyshaymasligi uchun qat'iy vertikal holatda botirilishi lozim.

Bo'shatish

Bo'shatish termik ishlov berishning yakunlovchi operatsiyasi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (Ac_1) past haroratgacha qizdirish, shu haroratda ushlab turish hamda sekin yoki tez sovitishdan iborat. Bo'shatishdan maqsad po'latdagi kuchlanishni ketkazish yoki yo'qotish, qovushqoqligini oshirib, qattiqligini kamaytirishdir. Bo'shatish uchun po'lat 150—600°C haroratgacha qizdiriladi. Qizdirish haroratiga ko'ra, past, o'rtacha va yuqori haroratda bo'shatish turlari mavjud.

Past haroratda bo'shatishda toblangan po'lat 150—250°C gacha qizdiriladi. Ma'lum vaqt (1—3 soat) ushbu haroratda tutib turilganda, detal bo'shatilgan martensit strukturasi oladi. Past haroratda bo'shatilganda toblashda yuzaga kelgan kuchlanishlar yo'qotiladi. Agar po'latda qoldiq austenit anchagina bo'lsa, past haroratda bo'shatilgandan so'ng qattiqligi 2—3 birlikka ortishi mumkin. Past haroratda bo'shatish asbobsozlik po'latlari sementitlangandan, sirtqi toblangandan keyin qo'llaniladi.

Toblangan po'latni o'rtacha haroratda bo'shatish uchun 350—450°C haroratgacha qizdiriladi. Natijada troostit strukturasi ko'rish mumkin. Bunday bo'shatishdan so'ng, buyumlarning elastikligi yaxshi, qovushqoqligi yetarli darajada ta'minlanishi bilan birga qattiqligi (41—46 HRC) va mustahkamligi nisbatan katta bo'ladi. Shuning uchun prujina va resorlar o'rtacha haroratlarda bo'shatiladi.

Yuqori haroratda bo'shatishda toblangan buyumlar 450—650°C gacha qizdiriladi. Shunday qizdirilib, ma'lum vaqt tutib turilgach, sorbit strukturasi kuzatiladi. Normallashtan keyin olingan sorbitdan farqli ravishda yuqori temperaturada bo'shatishdan so'ng sementit donador strukturaga aylanadi. Bu zarbiy qovushqoqlikni keskin oshiradi. Shuning uchun foydalanayotgan paytda zarbiy kuchlar tushadigan mashina detallari yuqori temperaturalarda bo'shatiladi.

Toblash bilan yuqori haroratda bo'shatish birgalikda *po'latning xossalari yaxshilash* deb ataladi. Bo'shatish harorati qancha yuqorilasa, zarbiy qovushqoqlik shuncha kattalashadi, lekin ba'zi konstruksion po'latlarda zarbiy qovushqoqlikning kamayishi ham kuzatiladi. Bu nuqson *bo'shatish mo'rtligi* deyiladi, u bo'sha-

tishdagi sovitish tezligiga bog'liq bo'lib, martensitning sorbitga notekis aylanishi bilan tushuntiriladi. Uglerodli po'latlardan yasalgan detallar qaytadan qizdirilganda bo'shatish mo'rtligi kuzatilmaydi. Legirlangan po'latlar uchun bo'shatish mo'rtligi qaytalay beradi, shuning uchun bo'shatish mo'rtligiga moyil po'latlardan yasalgan buyumlarni qiziydigan sharoitda ishlatib bo'lmaydi.

7.4. TERMİK İSHLOV BERISHDA YUZAGA KELADIGAN NUQSONLAR

Yumshatish va normallashtirishdagi nuqsonlar. Yumshatish va normallashtirishda quyidagi nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin: oksidlanish, uglerodsizlanish, metallning o'ta qizishi va kuyishi.

Alangali pechlarda qizdirilganda po'lat detallarning sirti pechdagi gazlar bilan reaksiyaga kirishadi. Natijada metall oksidlanadi va detallarda metallning kislorod bilan kimyoviy birikmasidan iborat kuyindi yuzaga keladi. Harorat ko'tarilishi va tutib turish vaqti ortishi bilan oksidlanish keskin o'zgaradi va ko'payadi. Kuyindi hosil qilish natijasida metallning bir qismi yo'qolishi bilan birga, detallning sirti shikastlanadi. Kuyindi ostidagi po'lat sirti yoyilgan va notekis bo'lib, metallga kesuvchi asbob bilan ishlov berishni qiyinlashtiradi. Detal sirtidagi kuyindini sulfat kislotaning suvdagi eritmasi bilan yuvib, pitra purkash qurilmalarida yoki barabanlarda ishqalab ketkaziladi.

Uglerodsizlanish, ya'ni detal sirtidagi uglerodning kuyishi po'lat oksidlanganda kuzatiladi. Uglerodsizlanish konstruksion po'latlarning mexanik xossalari keskin kamaytiradi. Bundan tashqari toblash darzlari paydo bo'ladi, ya'ni detal tob tashlashi mumkin.

Detallarni oksidlanishdan saqlash uchun pechlarning ichiga oksidlanishdan himoya qiluvchi gazlar kiritiladi.

Po'latlar kerakli haroratdan yuqori darajada qizdirilganda va uzoq muddat tutib turilganda, unda zarralar tez o'sadi, bunda yirik kristalli struktura kuzatiladi. Bu hodisaga *o'ta qizdirish* deyiladi. O'ta qizdirish natijasida po'latning plastik xossalari pasayadi. O'ta qizdirilgan po'latni toblash vaqtida darzlar paydo bo'ladi. Metallga yumshatish yoki normallashtirish kabi termik ishlov berish yo'llari bilan uning qizdirishini yo'qotish mumkin.

Metall suyuqlanish haroratiga yaqin haroratda uzoq muddat pechda qolib ketsa, kuyadi. Kuyishning fizik mohiyati shundan iboratki, atrof-muhitdagi kislorod yuqori harorat ta'sirida metall ichiga kirib, zarralar chegarasida oksidlarni yuzaga keltiradi. Natijada zarralar orasidagi mexanik bog'lanish kuchsizlanadi, metall plastikligini yo'qotib, mo'rt bo'ladi. Kuyish tuzatib bo'lmaydigan nuqson hisoblanadi.

Toblashda vujudga keladigan nuqsonlar

Toblash uchun qizdirish va toblash jarayonida quyidagi nuqsonlar vujudga kelishi mumkin: darzlar, deformatsiyalanish va tob tashlash, uglerodsizlanish, yumshoq dog'lar, qattiqligining past bo'lishi.

Toblash darzlari termik ishlov berish jarayonida paydo bo'ladigan, tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlardir. Ular katta ichki kuchlanishlarda kuzatiladi. Katta o'lchamli shtamplarda toblash darzlari, hatto moyda toblanganda ham yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun shtamlarni 150—200°C gacha tez bo'shatib sovitish kerak.

Konstruksiyasida o'lchami keskin o'zgaruvchan sirtlari, mexanik ishlov berishdan keyin qolgan dag'al tirnalgan joylari, o'tkir burchaklari, yupqa devorlari va hokazolari bo'lgan detallarda noto'g'ri qizdirish (o'ta qizdirish) va juda tez sovitish natijasida darzlar paydo bo'ladi.

Detallarning deformatsiyalanishi va tob tashlashi qizdirish va sovitish vaqtida strukturasi va shu strukturasi bilan bog'liq hajmiy o'zgarishlarining notekisligi natijasida, metallda paydo bo'ladigan ichki kuchlanishlar tufayli ro'y beradi.

Detal sirtining uglerodsizlanishi va oksidlanishi, asosan, uni toblash uchun qizdirganda pechdagi gaz yoki suyultirilgan tuzlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida sodir bo'ladi. Kesuvchi asboblarda bunday nuqsonning bo'lishi juda xavfli, chunki u asbobning puxtaligini bir necha marta kamaytirib yuboradi.

Yumshoq dog'lar detal yoki asbob sirtidagi qattiqligi past qismlaridir. Bu nuqsonlar sirtida kuyindi yoki ifloslangan, uglerodsizlangan joylari bo'lgan detallar toblash muhitida sovitilganda, shuningdek, detal toblash muhitida keragicha tez harakatlantirilmaganda va detal sirtida bug' ko'ylagi hosil bo'lganda yuzaga keladi.

Asboblarni toblashda ko'pincha qattiqlikning yetarli emasligi kuzatiladi. Qattiqlikning yetarli bo'lmashligiga toblash muhitida kerakli darajada tez sovitilmasligi, toblash haroratining pastligi, toblash uchun qizdirilganda yetarlicha tutib turmaslik sababdir. Bu nuqsonni yo'qotish uchun detal yuqori haroratda bo'shatilib, qaytadan toblanadi.

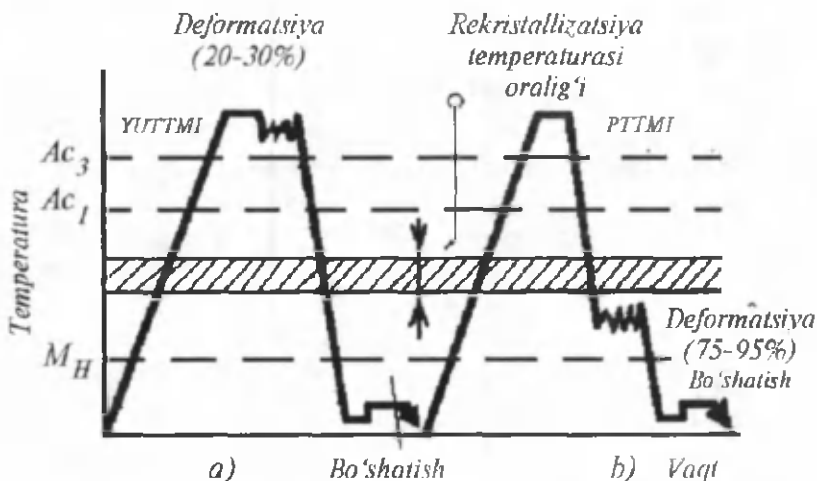
Toblash uchun detal o'ta qizdirilganda metall zarralari yiriklashadi, mexanik xossalari esa yomonlashadi, haddan ziyod mo'rtlashadi. Detallarni qaytadan toblashdan oldin donachalarini kichiklashtirish maqsadida ularni yumshatish kerak.

7.5. PO'LATNI TERMOMEXANIK ISHLASH

Termomexanik ishlash (TMI) po'latning plastikligini saqlagan holda, plastik deformatsiyalash bilan mustahkamlovchi termik ishlov berish (toblash, bo'shatish) ni birlashtiruvchi mustahkamlashning yangi metodidir. TMIda po'lat austenit holatida deformatsiyalanadi, keyinchalik tez sovitilib, toblangan po'lat strukturasi (martensit) shakllantiriladi, bunda austenitni puxtalash sharoiti kuzatilib, shu munosabat bilan po'latning mexanik xossalari ortadi. TMIdagi plastik deformatsiyalarni prokatlash, bolg'alash, shtamplash kabi detallarga bosim ostida ishlov berish bilan hosil qilish mumkin. Termomexanik ishlashning yuqori haroratli termomexanik ishlash (YuTTMI) va past haroratli termomexanik ishlash (PTTMI) turlari mavjud (7.6-rasm).

YuTTMIda po'lat Ac_3 nuqtadan yuqori haroratgacha qizdiriladi va bu haroratda plastik deformatsiyalanadi (deformatsiyalanish darajasi 20—30%) va toblanadi. PTTMIda po'lat Ac_3 nuqtadan yuqori haroratgacha qizdiriladi, austenit nisbatan turg'un haroratgacha (lekin rekristallanish haroratidan pasayib ketmasligi kerak) sovitiladi, bu haroratda plastik deformatsiyalanadi (deformatsiyalanish darajasi 75—95%) va toblanadi. Ikkala holda ham toblash past haroratda bo'shatiladi. PTTMI usulida o'ta sovitilgan austenitli yuqori darajada barqaror po'latlarga (legirlangan po'latlarga) ishlov berish mumkin.

Oddiy toblashga qaraganda, TMIda po'latning mexanik xossalari yuqori bo'ladi. PTTMIda eng katta mustahkamlikka ($\sigma_b = 2800-3300$ MPa, $\delta = 6\%$) erishiladi. Oddiy toblash va



7.6- rasm. Po'latni termomekhanik ishlash sxemasi:
 a — yuqori haroratda; b — past haroratda.

past haroratda bo'shatilgandan so'ng mustahkamlik chegarasi $\sigma_b = 2000-2200$ MPa ga, $\delta = 3-4\%$ dan oshmaydi.

7.6. KIMYOVIY-TERMİK ISHLOV BERISH

Kimyoviy-termik ishlav berish jarayonlari po'lat sirtqi qatlamining tarkibi, strukturasi va xossalarini o'zgartirish maqsadida unga bir yo'la ham kimyoviy, ham termik ishlav berishdan iborat. Kimyoviy-termik ishlav berish diffuziyalanishga, ya'ni po'lat detalni turli kimyoviy elementlarga boy muhitda qizdirilganda, shu kimyoviy element atomlarining temir kristall panjarasiga singishiga asoslangan. Bu ishlav berishning sementitlash, nitrosegmentitlash, sianlash, diffuzion metallash kabi usullari mavjud.

Sementitlash — Ac_3 nuqtadan yuqoriroq haroratgacha ($930-950^\circ C$) qizdirib, po'lat sirtini optimal konsentratsiyagacha ($0,8-1\%$) uglerod bilan diffuzion to'yintirish jarayonidir; bunday toblangandan so'ng detal sirtining qattiqligi ortadi ($58-60$ HRC₃), o'zagi esa qovushqoqligicha qoladi. 10, 15, 20 markali kam uglerodlangan ($0,1-0,18\%$) hamda kam uglerodli legirlangan po'latlar sementitlanadi. Uglerodlovchi muhit sifatida qattiq karbyurizatorlar (pista ko'mir, soda bilan birgalikda torf koksi va boshqalar); suyuq (benzol, pirobenzol, kerosin va boshqalar);

gazsimon (tabiiy gaz, uglerod oksidi va boshqalar) karbyurizatorlar bo'lib xizmat qiladi. Qizdirganda karbyurizatorning parchalanishi natijasida yuzaga keladigan uglerod atomlari po'latning sirtqi qatlamiga singib, uni uglerodlaydi. Gaz bilan sementitlash unumli va samaralidir, bunda sementitlangan qatlam qalinligi 3 mm gacha yetadi.

Azotlash — po'latning sirtqi qatlamini diffuzion yo'l bilan azotga to'yintirishdir. U sirtning qattiqligini, yeyilishga chidamliligini hamda havoda, suvli, bug'li va hokazo muhitlarda korroziyalanishga qarshiligini oshiradi. 500—600°C haroratda azotlash sirtning qattiqligini, 600—800°C da azotlash esa korroziyalanishga chidamliligini oshiradi. Azotlash ammiakli muhitda bajariladi; ammiak parchalanganda ajraladigan azot atomlari sirtqi qatlamga singadi. Legirlangan po'latlarni azotlash samaralidir. Azot legirlovchi elementlar bilan juda qattiq nitridlar hosil qiladi. Sirtning qattiqligi 1100 HB ga yetadi. Azotlashda qattiqlik shu darajada oshadiki, toblashga hojat qolmaydi.

Nitrosementitlash va sianlash — po'lat sirtini bir yo'la uglerod va azotga to'yintirishdan iborat. Jarayon gazli muhitda yoki suyultirilgan sianid tuzlari muhitida kechadi. Birinchi holda jarayon *nitrosementitlash*, ikkinchi holda *sianlash* deb ataladi. Nitrosementitlashda buyumning yeyilishga chidamliligi ortadi, sianlashga nisbatan ancha samaralidir. Gaz bilan sianlashda (nitrosementitlashda) buyum uglerodlovchi gaz (90—98%) va ammiak (2—10%) aralashmasidan iborat gaz muhitida qizdiriladi.

800—950°C haroratda o'tkaziladigan yuqori haroratli hamda 550—600°C da o'tkaziladigan past haroratli gaz bilan sianlashda sirtqi qatlam asosan uglerod bilan, past haroratda sianlashda esa azot bilan to'yintiriladi. Yuqori haroratda sianlash konstrukcion po'latdan yasalgan buyumlarning qattiqligini oshiradi; buyum 0,2—1 mm qalinlikda sianlanadi. Bunday sianlashdan keyin detal toblanadi, so'ngra past temperaturada bo'shatiladi. Past haroratda sianlash tarkibida 50% endogaz, 50% ammiak bo'lgan muhitda yoki trietanolamin muhitida 5—10 soat davom etadi. Bunday ishlov berish natijasida po'lat sirtida yeyilishga chidamliligi yuqori 0,15—0,2 mm qalinlikda karbonitrid qatlami hosil bo'ladi. Legirlangan po'latlarda bunday qatlamning qattiqligi 500—1100 HB ga teng.

Diffuzion metallash — po'lat sirtqi qatlamini Al, Cr, Si bilan to'yintirishdir; ular o'z navbatida mos ravishda alitirlash, xromlash

va kremniylash (silitsiylash) deb ataladi. Aluminiy bilan metallashda detallarning olovbardoshligi oshiriladi. Bunday detallarni 1200°C haroratda ham ishlatish mumkin. Silitsiylash olovgabardoshlikni $800\text{--}850^{\circ}\text{C}$ haroratgacha oshiradi, ishqalanib yoyilishga chidamliligini, ba'zi kislotalarda korroziyabardoshlikni ham oshiradi.

Xromlash qattiqligini ($1600\text{--}1800$ HB), kuyindi hosil bo'lishiga chidamliligini, korroziyabardoshligini kuchaytiradi. Diffuzion metallashda, metallar temir bilan o'rin almashinuvchi qattiq eritmalar hosil qiladi. Metallarning diffuziyasi uglerod yoki azot diffuziyasiga nisbatan qiyin kechadi, shuning uchun diffuzion metallash jarayonlari yuqori temperaturalarda, chunonchi alitirlash $900\text{--}1200^{\circ}\text{C}$, silitsiylash $1050\text{--}1100^{\circ}\text{C}$, xromlash $1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ haroratlarda kechadi. Diffuzion metallashdan foydalanish texnik jihatdan samarali, iqtisodiy jihatdan foydalidir. Uglerodli po'latlardan yasalgan va sirti xrom, aluminiy yoki kremniy bilan to'yintirilgan detallar $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ haroratda ham olovbardosh bo'ladi, bu esa ularni qimmatbaho legirlangan olovbardosh po'latlardan tayyorlashga nisbatan ancha foydalidir.

Borlash — po'lat sirtini bor bilan to'yintirishdir. Borlashda detalning qattiqligi ortadi (2000 HB gacha), abraziv ta'sirida eyilishga va korroziyaga chidamliligi ham ortadi. Borlangan po'lat issiqqa chidamli (900°C gacha), olovbardosh (800°C gacha), lekin juda mo'rtidir. Ko'pincha o'rtacha uglerodli po'lat $850\text{--}900^{\circ}\text{C}$ haroratda borlanadi, bunda bor qatlami qalinligi $0,15\text{--}0,35$ mm ga teng. Borlash ikki usulda: elektroliz va gaz usullari bilan bajariladi.

Elektroliz usulida tigelga 950°C haroratda suyultirilgan bura $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_6$ bilan birga grafit sterjeni (anod) va ishlov beriladigan detal (katod) joylashtiriladi. Bura parchalanganda hosil bo'ladigan bor atomlari po'lat sirtiga diffuziyalanadi.

Gazli borlash diboran B_2H_6 va vodorod H_2 dan tashkil topgan gaz aralashmasida amalga oshiriladi. Borlangan qatlamning qalinligi $0,3$ mm dan oshmaydi, qattiqligi $1800\text{--}2000$ HB ga teng. Trak, gaz-neft nasoslarining vtulkalari kabi tez yeyiladigan detallar borlanadi. Sulfidlash po'lat sirtini oltingugurt bilan, ko'pincha uglerod va azot bilan birgalikda to'yintirishdir. Bu yeyilishga qarshilikni oshiradi. Sulfidlash chuqurligi $0,2\text{--}0,3$ mm.

Po'lat detallarning sirtini plastik deformatsiyalab puxtalash

Mashina detallari va inshootlarning sirtini plastik deformatsiyalab puxtalash ilg'or texnologik jarayon bo'lib, ularning uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlovchi samarali usuldir. Bu usulda detal sirti murakkab yoki rolik bostirib deformatsiyalanadi. Detailarga pitra purkash mexanik ishlov berilgandan keyin, maxsus pitra purkagichlarda bajariladi. 0,2—1,5 mm diametrli pitralar po'latdan yoki oq cho'yandan yasaladi. Tez o'chib keladigan pitralar urilib, plastik deformatsiya hosil qiladi (0,15—0,40 mm chuqurlikda parchalanish hosil bo'ladi). Sirtqi qatlam yanada qattiqroq, unda siqilish kuchlanishi kuzatiladi. Bunday puxtalashdan keyin detallarning xizmat muddati o'n marta oshadi.

Payvand birikmalarning sirtini puxtalash keng tarqalgan. Natijada +30°C dan -70°C haroratli iqlim sharoitlarida ekspluatatsion mustahkamligi keskin ortadi. Masalan, Riga vagonsozlik zavodida elektr seksiya aravalarining 220 ta payvandlangan ramalari shunday usulda puxtalangan edi. Ular 220 ming km yo'l bosib, turli iqlim sharoitlarida yuqori ekspluatatsion mustahkamlikka ega ekanligini ko'rsatadi: +30°C dan -70°C harorat oralig'ida darzlar paydo bo'lmagan. Plastik deformatsiyalanganda resorning mustahkamlik chegarasini 5—6 marta, oquvchanlik chegarasini esa 3—7 marta oshirishga erishildi, bunda mumkin deformatsiyalar maksimalashadi. Toliqish sharoitida ishlaydigan avtomobil o'rama prujinalarining xizmat muddati 50—60 marta, tirsakli vallarniki esa 25—30 marta ortadi. Payvand birikmalarning sirtini puxtalash muhim ahamiyatga ega, chunki bunday birikmalar sanoatda juda keng tarqalgan.

7.7. LEGIRLANGAN PO'LATLARGA TERMIK ISHLOV BERISHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

Legirlangan po'latlarga termik ishlov berishning o'ziga xos texnologik tomonlari bor. Ular qizdirish temperaturalari va sovitish tezliklari, ushlab turiladigan haroratlar hamda sovitish usullari orasidagi farqlardan iborat. Legirlangan po'latlarning issiqlik o'tkazuvchanligi kichikdir, shuning uchun ularni, ayniqsa, tarkibida volfram bo'lganda ehtiyotkorlik bilan qizdirish lozim. Legirlan-

gan po'latlarning kritik nuqtalari bir xil emas va ular uglerodli po'latlarnikidan keskin farq qiladi. Ba'zi legirlangan po'latlarda bu nuqta yuqori, ba'zilarida pastroq joylashgan.

Kritik nuqtalar Ac_1 va Ac_3 ni, demak, qizdirish temperaturasini (yumshatish, toblashda) oshiruvchi elementlarga volfram, vana-diy, mis, kremniy, titan kabilar kiradi. Shuning uchun tarkibida mazkur elementlar mavjud legirlangan po'latlar, ancha yuqori haroratlarda termik ishlanadi. Kritik nuqtalarni pasaytiruvchi elementlarga Ni va Mn kiradi. Marganesdan boshqa barcha legirlovchi elementlar po'latlar donachasining o'sishiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun tarkibida marganes bo'lgan legirlangan po'latlardan boshqalari o'ta qizishga moyil emas, ularni ancha yuqori haroratgacha qizdirish mumkin.

Legirlangan po'latlarni belgilangan haroratda uzoq muddat tutib turish talab etiladi, shuning uchun ham ularni uzoq muddat qizdirish lozim. Uzoq muddat tutib turishda mexanik xossalari yaxshilanadi, chunki bunda legirlovchi elementlarning karbidlari to'laroq eriydi. Termik ishlov berishda sovitish tezligi o'ta sovitilgan austenitning kritik tezligiga bog'liqdir. Shuning uchun ham ko'pgina legirlangan po'latlar moyda, ya'ni uglerodli po'latlarni sovitish tezligidan past tezlikda martensit ko'rinishigacha toblanadi.

Yuqori legirlangan po'latlarda uglerod miqdori ko'p bo'lganda o'z-o'zidan toblanishga moyillik kuchli, kam legirlangan, kam uglerodli po'latlarda esa austenit donachalarining perlitga aylanishga qarshiligi kattaligidan, bu xususiyat kuchsizroq. Tarkibida volfram, molibden, vanadiyli legirlangan (asbobsozlik) po'latda karbidlar $500-600^{\circ}\text{C}$ haroratgacha o'z qattiqligini saqlaydi, uglerodli po'latda $200-240^{\circ}\text{C}$ haroratda martensit parchalanadi, shu munosabat bilan ularning qattiqligi ham kamayadi. Cho'g'langan holatda chidamliligini saqlashi, legirlangan po'latlarning eng muhim xossalaridandir, bunday xossasiz kesuvchi asbob kesish xususiyatini yo'qotib qo'yadi. Volfram va vanadiy qizdirilganda donachalarning o'sishini qiyinlashtiruvchi va o'ta qizishga moyillikni kamaytiruvchi mustahkam karbidlar vujudga keladi. Vanadiy cho'g'langan holiday chidamlilikni va bo'shatishdagi ikkilamchi qattiqlik samaradorligini oshiradi.

Xrom tezqirqar po'latni katta qattiqlikka toblanish xossasini oshiradi va toblanish kritik tezligini shu darajada pasaytiradiki,

po'lat havoda ham toblanuvchan bo'ladi. Uglerod ham po'latga toblanuvchanlik xususiyatini beruvchi elementlardan hisoblanadi. Tezqirqar po'lat sekin qiziganda, uglerodsizlanishga va darz paydo bo'lishga moyilligidan bosqichma-bosqich; avval 820—850°C gacha sekin, so'ngra 1220—1290°C gacha tez qizdiriladi.

Uglerodsizlanishning oldini olish maqsadida uzil-kesil qizdirishni tuz eritmalari solingan vannalarda bajarish maqsadga muvofiqdir. Toblash haroratida minutning bir ulushi qadar ushlab turiladi, sovitish ba'zan havoda o'tkaziladi. Toblangandan so'ng po'lat strukturasi birlamchi martensitga aylanmagan 30—40% qoldiq austenit va murakkab karbidlar bo'ladi. Toblangandan so'ng, tezqirqar po'latning qattiqligi yuqori bo'lmaganligidan va ichki kuchlanishlar mavjudligidan bo'shatiladi. Uning muhim tomoni shundanki, buyum 560°C haroratda ikki, uch marta bo'shatiladi va har safar 1 soatdan ushlab turiladi. Hozirgi vaqtda bir marta bo'shatiladi, ammo -80 — 100°C haroratda sovuq bilan ishlov beriladi. Bu qoldiq austenitning martensitga aylanishiga olib keladi.

Shunday qilib, bo'shatishdan so'ng uglerodli po'latlardagi kabi qattiqlik kamaymaydi, balki ortadi. Toblash va bo'shatish natijasida tezqirqar po'latda bo'shatilgan martensit va karbidlardan iborat struktura hosil bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Termik ishlash nima?
2. Austenit po'latda qachon hosil bo'ladi?
3. Yumshatish deb nimaga aytiladi? Yumshatishning qanday turlarini bilasiz?
4. Normallash deb nimaga aytiladi?
5. Toblash deb nimaga aytiladi? Toblashning qanday turlarini bilasiz?
6. Martensit haqida gapirib bering.
7. Qanday toblash muhitlarini bilasiz?
8. Bo'shatishning nechta turi mavjud? Bo'shatishdan maqsad nima?
9. Kimyoviy-termik ishlash nima?
10. Sementitlash deganda nimani tushunasiz?
11. Azotlash qayerda ishlatiladi?
12. Nitrosegmentlash bilan sianlashni farqlab bering?
13. Diffuzion metallash deganda nimani tushunasiz?
14. Silitsiyash nima?

VIII BOB.

RANGLI METALLAR VA QOTISHMALAR

8.1. ALUMINIY VA UNING QOTISHMALARI

Aluminiy (Al) — kumushsimon oq rangdagi, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi katta, yengil metalldir; uning zichligi 2700 kg/m^3 , tozaligiga qarab suyuqlanish harorati $660\text{--}667^\circ\text{C}$ chegarada o'zgaradi. Yumshatilgan aluminiyning mustahkamligi kichik ($\sigma_v = 80\text{--}100 \text{ MPa}$), qattiqligi past (HB 20—40), lekin plastikligi yuqori ($\delta = 30\text{--}45\%$). Aluminiy bosim ostida yaxshi ishlanadi, payvandlanadi, lekin kesib ishlanishi yomon. Atmosfera va chuchuk suvda korroziyaga chidamliligi yuqori. Havoda aluminiy tez oksidlanib, yupqa pishiq oksid pardasi bilan qoplanadi. Bu parda esa metall qatlamiga kislorod o'tkazmaydi va uni korroziyalanishdan saqlaydi.

Aluminiy tarkibida aluminiy oksidi bo'lgan boksit, neftelin, alunit kabi rudalardan olinadi. Boksit $\text{Na}_2(\text{K}_2)\text{O—Al}_2\text{O}_3\text{—}2\text{SiO}_2$ formula bilan ifodalanib, tarkibida 30—70% glinozem (Al_2O_3), 2—20% kremnozema (SiO_2), 2—50% temir ikki oksidi (Fe_2O_3) va 0,1—10% titan oksidi (TiO_2) mavjud. Al ishlab chiqarish ikkita asosiy jarayondan tashkil topadi: boksitdan glinozem (Al_2O_3) olinadi va suyultirilgan kriolit (Na_2AlF_6) da glinozem eritmasidan elektroliz usuli bilan metall aluminiy tiklanadi. 8—10% glinozem, shuningdek, AlF_3 va NaF qo'shilgan kriolit elektrolit xizmatini o'taydi. Elektroliz natijasida yuzaga keladigan suyuq aluminiy vanna tubida elektrolit qatlami ostida to'planadi. U aluminiy xomashyosi deb ataladi. Al xomashyosi tarkibida metall (Fe, Si, Cu, Zn va hokazo) va nometall (Cl, Al_2O_3 va hokazo) aralashmalar, shuningdek, gazlar — kislorod, vodorod, karbonat angidrid va is gazlari bo'ladi. Bu aralashmalar kovshdagi suyuq aluminiy xomashyosini xlorlab ketkazadi. Bunda bug'simon aluminiy xloridi AlCl_3 suyultirilgan aluminiy orqali o'tib, aralashma zarralarining pufakchalarini ilashtirib, aluminiyda erigan gazlar bilan birgalikda ularni olib chiqadi. Xlor bilan

rafinirlangandan (tozalangandan) so'ng, aluminiy quymalari iste'molchilarga jo'natiladi.

Tozaligiga ko'ra, aluminiyning juda toza — A999 (99,999% A), yuqori darajada toza — A995 (99,995% A), A99 (99,99% A), A97 (99,97% A), A95 (99,95% A) va texnik toza — A85, A8, A7, A6, A5 va AO (99,0% A) davlat standarti bo'yicha turlari bor.

Aluminiyning boshqa metall va nometallar (mis, marganes, magniy, kremniy, temir, nikel, titan, berilliy va boshqalar) bilan qotishmalari konstruksion materiallar sifatida keng qo'llaniladi. Al qotishmalarida toza aluminiyning yaxshi xossalari bilan birga, legirlovchi qo'shimchalarning yuqori mustahkamlik xossalari mujassamlangan. Legirlash va termik ishlov berish natijasida aluminiyning mustahkamligi σ_v 100 dan 500 MPa gacha, qattiqligi HB 20 dan 150 gacha oshadi. Barcha Al qotishmalari deformatsiyalanadigan va quymakorlik turlarga bo'linadi.

Deformatsiyalanadigan aluminiy qotishmalari

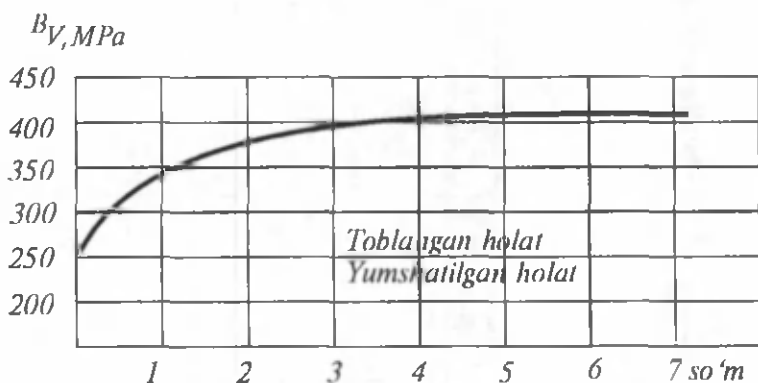
Deformatsiyalanadigan aluminiy qotishmalari shtamplash, presslash, bolg'alash orqali listlar, tasmalar, shakldor profillar, simlar va turli detallar olishda ishlatiladi. Deformatsiyalanadigan aluminiy qotishmalari kimyoviy tarkibiga ko'ra, 7 guruhga bo'linadi, ularning tarkibida 2—3 ta va undan ham ko'proq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

Deformatsiyalanadigan qotishmalar termik ishlash yo'li bilan puxtalanadigan va puxtalab bo'lmaydigan turlarga bo'linadi. Mexanik va termik ishlov beriladigan deformatsiyalanadigan qotishmalar ishlov berish xarakterini ko'rsatuvchi harflar bilan belgilanadi (8.1- jadval).

Termik ishlash yo'li bilan puxtalab bo'lmaydigan qotishmalarga Al ning Mn bilan (AMu) hamda magniy va marganes bilan (AMu) qotishmalari kiradi. Ularning mustahkamligi juda past, korroziyaga chidamliligi yuqori, payvandlanuvchanligi, plastikligi yaxshi (8.1-jadval).

Termik ishlash yoʻli bilan puxtalanadigan qotishmalar termik ishlov berish natijasida yuqori mexanik xossalarga erishadi, korroziyaga qarshiligi yaxshilanadi. Aluminiyning mis, magniy, marganes bilan qotishmalari (dyuraluminiy) va aluminiyning mis, magniy, marganes hamda rux bilan qotishmalari (yuqori mustahkamlikdagi qotishmalar) keng tarqalgan.

Dyuraluminiy D harfi bilan markalanadi, undan keyin turuvchi raqam qotishmaning shartli nomerini bildiradi. Dyuraluminiyga termik ishlov berish toblashdan, tabiiy yoki sunʼiy eskirtirishdan iborat. Toblash uchun qotishmalar 500°C gacha qizdiriladi va suvda sovutiladi. Dyuraluminiy xona haroratida 5–7 sutka davomida tabiiy eskirtiriladi. Dyuraluminiy tabiiy eskirtirishda mustahkamligining oʻzgarishi 8.1-rasmda koʻrsatilgan. Sunʼiy eskirtirish 150–180°C haroratda 2–4 soat davomida bajariladi. Mustahkamligi bir xil boʻlgani holda, tabiiy eskirtirilgan dyuraluminiyning plastikligi, korroziyaga chidamliligi sunʼiy eskirtirilganlariga qaraganda yuqoridir. Toblashda aluminiy qotishmalarini qizdirishning oʻziga xos tomoni shundan iboratki, harorat +5°C aniqlikda saqlanishi, oʻta qizib ketishiga yoʻl qoʻymaslik va termik ishlov berishda yuqori samaraga erishishdan iborat. Dyuraluminiy samolyotsozlik sanoatida va qurilishda koʻp ishlatiladi. Masalan, D16 markali qotishmadan samolyotlarning qoplamalari, lonjeronlari, avtomashinalarning kuzovlari yasaladi.



8.1- rasm. Tabiiy eskirtirishda dyuraluminiy mustahkamligining oʻzgarishi.

Deformatsiyalanadigan aluminiy qotishmalari

Markasi	List qalinligi	Mustahkamlik chegarasi, MPa	Nisbiy cho'zilishi	Ishlatilishi
Termik ishlanganda mustahkamlanmaydigan				
AM1M	0,5—10	90	18—22	Kam yuklanish tushadigan detallar, payvandlangan va parchinlab tayyorlangan konstruksiyalar, cho'zish yo'li bilan olinadigan detallarda
AM42M	0,5—10	170	16—18	Payvand va klapan konstruksiyalarning o'rtacha yuklanish tushadigan detallarida, korroziyaga chidamliligi juda yuqori konstruksiyalarida
AM42M	0,5—10	270	3—4	
AM43M	0,8—10	190—200	15	
AM45M	0,8—10	280	15	
Termik ishlanganda mustahkamlanadigan				
Д1А	5—10,5	360	12	Mustahkamligi o'rtacha detal va konstruksiyalarda
Д16А	5—10,5	420	10	O'zgaruvchan yuklanganda ishlaydigan yuqori mustahkamlikdagi detal va konstruksiyalarda
Д16А	0,5—10	435	11	100°C gacha bo'lgan temperaturada ishlaydigan yuklanish tushadigan detallarda
В95А	5—10,5	500	6	

Quyimakorlik aluminiy qotishmalari

Quyimakorlik qotishmalar tarkibida deformatsiyalanadigan qotishmalardagi kabi legirlovchi elementlar mavjud, faqat ularning miqdori ko'proq. Quyimakorlik qotishmalar shakldor quymalar olish uchun ishlatiladi. Bu qotishmalarning 35 ta markasi (АЛ) ishlab chiqariladi, ularning kimyoviy tarkibiga ko'ra, 5 ta guruhga bo'lish mumkin. Masalan, kremniyli aluminiylar (АЛГ, АЛУ, АЛ9) yoki magniyli aluminiylar (АЛ8, АЛВ, АЛ22 va АЛ boshqalar) mavjud. Quyimakorlik aluminiy qotishmalar АЛ harflari va raqamlar bilan markalanadi. Raqam qotishmani shartli nomini ko'rsatadi.

Aluminiy va kremniy asosidagi qotishmalar *siluminlar* deb ataladi. Siluminlarning mexanik va quyimakorlik xossalari yaxshi, suyuq holatda oquvchanligi yuqori, kirishuvchanligi kichik, mustahkamligi yetarli darajada katta, plastikligi qoniqarli. Aluminiy va magniy asosida tayyorlangan qotishmalarning solishtirma mustahkamligi, korroziyaga chidamliligi yuqori, kesib yaxshi ishlanadi.

Quyimakorlik aluminiy qotishmalarining xossalari quyish usuli va termik ishlov berish usuliga bog'liq. Quyishda qotayotgan quymani sovitish tezligi yoki uni toblashdagi sovitish tezligi katta ahamiyatga ega. Umuman sovitishni tezlatish mustahkamlik xossalarini oshiradi. Shuning uchun kokilga (metall qolipga) quyilgan qotishmalarnig mexanik xossalari qum-gilli qolipga quyilgan qotishmalarnikidan yuqori bo'ladi (8.2-jadval).

Aluminiy quyimakorlik qotishmalari deformatsiyalanadigan qotishmalarga nisbatan dag'al va yirik zarrali strukturaga ega. Bu ularning termik ishlash tartibini belgilaydi. Toblash uchun silumin 520—540° haroratgacha qizdiriladi va qo'shimchalar to'la erishi uchun uzoq muddat (5—10 soat) ushlab turiladi. Sun'iy eskirtirish 150—180° da 10—20 soat davomida bajariladi.

8.2. MIS VA UNING QOTISHMALARI

Sanoatda qo'llanishiga ko'ra, mis rangli metallar ichida birinchi o'rinlardan birini egallaydi. Bu uning issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi, plastikligining yuqoriligi bilan ajralib turadi.

Quyumbop aluminii qotishmalari

Markasi	Quyish usuli	Termik ishlov berish turi	Mustahkamlik chegarasi MPa	Qattiqligi NV	Ishlatilishi
АЛ2	3M, BM KM, KД. 3M, BM K	Yumshatish	150—160 140—150	50 50	Kam yuklanish tushadigan detallar (priborlarning korpusi, kronshteynlar va hokazoilar) da
АЛ4	3, B, K, Д, 3, B, Д, 3, B, 3M, BM	Eskirtirish toblash va to'la eskirtirish	150 200 230	50 70 70	Yuklanish tushadigan yirik detallar (kompressorlar, karterlar, bloklarning korpuslari) da
АЛ9	3, B, K, Д, 3, B, K, Д, 3, B, 3M, BM	Yumshatish toblash va to'la eskirtirish	170 140 160	50 45 50	O'rtacha yuklanish tushadigan murakkab shakldagi detallar (silindlar golovkasi, porshenlar, ilashish muftasi karterlari va hokazolar) da
АЛ1 OB	K, 3	Eskirtirish	150—170	80—90	Yuqori temperaturada ishlaydigan detallarda
АЛ8	3, B, K	Toblash	290	60	Vibratsion yuklanish qabul qiluvchi katta yuklanish tushadigan detallarda

Misga sovuq va issiq holatdagi bosim ostida yaxshi ishlov berish mumkin, uning korroziyabardoshligi ham yuqori. Rudalarda misning miqdori uncha ko'p emas, 0,5 dan 5% gacha, shuning uchun ruda boyitiladi. Avval konsentrat olinadi, so'ngra u oltin-gugurt miqdorini kamaytirish maqsadida o'tda pishiriladi, keyin qaytarish pechlarida suyuqlantiriladi. Olingan mis shteyni konvertorda yana qayta suyuqlantiriladi va tarkibida 98,4—99,4 % mis bo'lgan xomaki mis olinadi. Shundan keyin zararli arlashmalarni chiqazib yuborish maqsadida, u rafinatsiya qilib tozalanadi. Bunda mis miqdori 99,5—99,95% ga yetadi.

Shunday qilib, tozalangan mis elektroliz qilinadi va sof elektrotexnik mis olinadi. Zararli aralashmalarning miqdoriga qarab misning oltita markasi bor: M00dan (tarkibida 99,99% mis) M4 gacha (mis 99% bo'ladi).

Toza mis pushti-qizil rangda bo'lib, zichligi $8,93 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish harorati 1083°C . Pishirilgan holda $\sigma_v = 250 \text{ MPa}$, $\delta = 45\text{--}60\%$, qattiqligi 60HB.

Elektr o'tkazuvchanligi yuqoriligidan, mis elektr va radio-texnika sanoatida simlar montaj va o'ram simlari, pribor va apparatlarning tok o'tkazuvchi detallarini tayyorlashda, elektr vakuum texnikasida keng qo'llaniladi, konstruksion material sifatida kamdan-kam hollarda ishlatiladi. Sanoatda misning boshqa elementlar bilan qotishmalari — latun va bronza ko'p ishlatiladi.

Latunlar

Misning 4% dan 45%gacha miqdorda rux bilan qotishmasiga *latun* deyiladi. Latunning mexanik xossalari, masalan, mustahkamligi misnikiga qaraganda yuqori, kesib va bosim ostida yaxshi ishlov berish mumkin. Latunning nisbatan arzon turishi, uning afzalligi hisoblanadi. Sababi, latunning tarkibidagi rux misga nisbatan ancha arzondir.

Tarkibida 45% rux bo'lgan latunning maksimal mustahkamligi $\sigma_v = 350 \text{ MPa}$, tarkibida 32% rux bo'lgan Л68 markali latunning maksimal plastikligi $\delta = 55\%$ ga teng. Tarkibiga ko'ra, oddiy va maxsus latunlar mavjud: oddiy latunning tarkibida faqat mis bilan rux bor; maxsus latunnikida esa ulardan tashqari nikel, qo'r-

g'oshin, qalay, kremniy va boshqa elementlar ham uchraydi. Maxsus latunlar mustahkamligining yuqoriligi, korroziya-gabardoshligi va texnologik xossalarning yaxshiligi bilan ajralib turadi.

Ishlatishiga ko'ra, quyma va deformatsiyalanadigan (bosim ostida ishlov beriladigan) latunlar mavjud. Latunni markalashda quyidagi belgilar qabul qilingan: Л harfi latunligini, undan keyingi raqam esa qotishma tarkibidagi mis miqdorini bildiradi. Masalan, Л62 markali latunning tarkibi 62% mis, qolgani ruxdan iborat. Maxsus latunlarni markalashda legirovchi elementlarni quyidagicha belgilash qabul qilingan: А-aluminiy, Мu-marganes, К-kremniy, О-qalay, С-qo'rg'oshin, Н-nikel, Ж-temir. Л harfidan keyingi dastlabki ikki raqam mis miqdorini, qolgan raqamlar esa aralashmalarining miqdorini bildiradi. Masalan, ЛМuЖ52-4-1 markali latun tarkibi 52% mis, 4% marganes, 1% temir, qolgani ruxdan iborat.

GOST 15527-070 (СТСЭВ 379-76) ga muvofiq oddiy latunlarning quyidagi markalari ishlab chiqariladi: Л96, Л90, Л85, Л70, Л68, Л63, Л60. Tarkibida 90, 80, 70 va 68% mis bo'lgan latunlar ko'proq ishlatiladi. Л90, Л85 markali latunlar *tompak* deb yuritiladi.

Latunning bosim ostida ishlov beriladigan Л68 va Л70 markalari gilza patronlari, Л90 va Л85 markalari esa tasma, truba, radiatorlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Maxsus quyma latunlar (GOST 17711-80) vtulkalar, podshipniklar (masalan, latunning ЛАЖ60-1-1Л markasi), quyma armaturalar, kema armaturasining detallari tayyorlash uchun ishlatiladi. Mashinasozlikda korroziyabardosh detallar uchun ЛK80-3Л, ЛA67-2,5 va hokazo markali latunlar qo'llaniladi. Bosim ostida ishlov berib, truba, sim pokovkalar tayyorlash uchun ЛA77-2, ЛAH-6-5, ЛO70-1 markali maxsus latunlardan foydalaniladi.

Latunlarga sovuq va issiq holatda yaxshilab ishlov berish mumkin. Ichki kuchlanishlarni yo'qotish uchun sovuq holatdagi bosim ostida ishlov berib tayyorlangan buyumlar 400—500°C haroratda yumshatiladi. Yumshoq latun olish uchun u 600—700°C haroratgacha qizdiriladi va sekin sovutiladi. Qattiq latun olish uchun esa tez sovitish zarurdir.

Bronzalar

Misning qalay, aluminiy, nikel kabi elementlar bilan hosil qilgan qotishmasi *bronz*a deb ataladi. Tarkibiga ko'ra qalayli va qalaysiz bronzalar mavjud. Bronzalar yaxshi quymakorlik xossalriga ega, ularning cho'kishi boshqa quymalarnikiga qaraganda uch marta kichik. Ularga bosim ostida va kesib ishlov berish mumkin. Ko'pgina bronzalar korroziyagabardoshligining yaxshiligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari ular antifriksion qotishma sifatida keng ko'lamda ishlatiladi, ularni markalash tamoyili latunlarnikiga o'xshash. Bp harfi bronzani bildiradi. Bp harfidan keyin keladigan harflar qotishma tarkibiga kiradigan elementlarni, raqamlar esa elementlarning % da ifodalangan miqdorini bildiradi. Masalan, BpOЦC8-4-3 markali bronza tarkibida 8% qalay, 4% rux, 3% qo'rg'oshin, qolgani misdan iborat qalayli bronzadir. Qalayli bronzalarning mexanik ($\sigma_v=150/350$ MPa, $\delta=3/15\%$, 60—90 HB), antifriksion xossalari, korroziyagabardoshligi yuqori, yaxshi quyiladi va kesib ishlov beriladi. Qalayli bronzalarning sifatini, chunonchi, antifriksion xossasini va ishlanuvchanligini yaxshilash uchun unga qo'rg'oshin, quymakorlik xossasini yaxshilash uchun rux, quymakorlik, mexanik va antifriksion xossalarini ko'tarish uchun fosfor qo'shiladi.

Vazifasiga ko'ra, quymakorlik va deformatsiyalanadigan qalayli bronzalar bor. GOST 5011-83 ga ko'ra quyma bronzalarning quyidagi markalari mavjud: BpOЦCH4-7-5-1, BpOЦC3-12-5, BpOЦC4-5-17. Ular dengiz va chuchuk suv sharoitida ishlaydigan mashina detallarini, antifriksion detallar (podshipniklarning vkladishlarini) tayyorlash uchun ishlatiladi. BpOФ65-1,5 — prujina, membrana, antifriksion detallar uchun qo'llaniladi; BpOЦ4-3, BpOЦC4-4-2,5 — yassi va silindrik prujinalar, antifriksion detallar tayyorlash uchun foydalaniladi.

Qalay qimmat va kamyob material bo'lganidan, qalaysiz bronzalardan, chunonchi tarkibida misdan tashqari aluminiy yoki kremniy, beriliy, qo'rg'oshin, temir va boshqa elementlar bo'lgan bronzadan foydalaniladi. GOST 18175-78 ga muvofiq aluminiyli bronzalarning quyidagi markalari mavjud: BpA5, BpAJЖ9-2, BpAJЖMц-10-3-1, BpAJЖH10-4-4. Bronzalarning bu markalari pokovkalar, trubalar, simlar va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Marganesli bronzalarning mustahkamligi kamroq, lekin plastikliги yuqori, korroziyaga qarshiligi yaxshi, 400—500°C haroratda ham mexanik xossalarini saqlaydi. Aluminiyli bronzalar mexanik xossalari, korroziyaga qarshiligiga ko'ra qalayli bronzalardan ustun, lekin uning quymakorlik xossalari pastroq.

Kremniyli bronzalarning БрКМц 3-1, БрКН 1-3, БрКМц 3-1 markalari qalayli va berilyli qiimmat bronzalarning o'rnini bosadi. Ular bosim ostida, kesib yaxshi ishlanadi, payvandlanadi, elastiklik va korroziyabardoshlik xossalari yuqori. Ulardan 250°C haroratgacha, agressiv muhitlarda ishlatiladigan prujinalar va priborlarning prujinalanuvchi detallarini tayyorlashda ishlatiladi. БрС30 markali qo'rg'oshinli, qalay qo'shilgan БрОС2-5-1,5, БрОС8-12 markali bronzalar korroziyaga qarshi xossalarining va issiqlik o'tkazuvchanligining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Ular og'ir yuklanadigan podshipniklar tayyorlashda ishlatiladi. БрС30 markali bronzadan turbina va boshqa tezyurar mashinalarning podshipniklarini ishlab chiqarishda foydalaniladi.

8.3. TITAN, MAGNIY VA ULARNING QOTISHMALARI

Titan va uning qotishmalari

Ilmenit (TiO_2 , FeO_2), rutil (TiO_2)lar asosiy titan rudalari hisoblanadi. Titanomagnetit ($FeTiO_3$, Fe_3O_4) ilmenit olinadigan muhim manbadir. Rudani boyitib konsentrat olinadi, konsentratga maxsus ishlov berib, undan titan (IV)-xlorid $TiCl_4$ olinib, rafinatsiya qilinadi. Texnik toza titan tarkibida 99,18—99,65% Ti bo'ladi.

Titan kumushsimon oq metall, zichligi 4,5 g/sm³, suyuqlanish temperaturasi 1670°C ga teng. Texnik toza titanning BT1-00, BT1-0, BT1-1 markalarida ko'pi bilan 0,1% aralashmalar mavjud. Uning mustahkamligi $\sigma_v=300-500$ MPa, nisbiy cho'zilishi $\delta=20-30\%$ ga teng. Titanda aralashmalar qancha ko'p bo'lsa, u shuncha mustahkam, plastikliги esa kamroq. Texnik titanga bosim ostida ishlov berish mumkin, argon muhitida payvandlanadi, lekin kesib ishlov berish ancha qiyin.

Titanning eng muhim afzalligi, uning mexanik xossalarining yuqoriligi bilan birga, agressiv muhitlarda (azot, xlor va fluor

kislotalari muhitida) korroziyaga chidamli va zichligi kam. Belgilangan mexanik xossalari titan qotishmalarini olish uchun, u xrom, aluminiy, vanadiy, molibden, qalay va boshqa metallar bilan legirlanadi. Titan qotishmalarining issiqqabardoshligi yaxshi, ularni 600—700°C gacha haroratlarda ishlatish mumkin.

Mashinasozlikda konstruksion materiallar sifatida texnika titanidan tashqari, BT6, BT14 markali deformatsiyalanadigan titan qotishmalari, BT5Л, BT14Л, BT21Л markali quyma qotishmalar, termik ishlov berib puxtalanadigan va puxtalanmaydigan titan qotishmalaridan foydalaniladi. Titan qotishmalarining tarkibi va ishlatilishiga qarab, ularga ishlov berishda yumshatish, toblash, eskirtirish va kimyoviy-termik ishlov berish (sementitlash, azotlash va hokazo) nazarda tutiladi. Mexanik xossalari ko'ra, titan qotishmalari mustahkamligi normal, yuqori mustahkamlikdagi, olovbardosh, mustahkamligi oshirilgan turlarga bo'linadi.

Titan qotishmalarining ishlatilish sohasi juda katta: aviatsiyada (samolyotlarning qoplamalari, disklar, kompressorlarning kurakchalari va boshqalar); raketosozlikda (dvigatellarning korpusi, siqilgan va suyuqtirilgan gaz ballonlari); kimyoviy mashinasozlikda (xrom va uning eritmaları muhitida ishlaydigan uskunalar, azot kislotasida ishlovchi detallar); kemasozlikda (dengiz kemalarining qoplamasi titan qotishmalaridan ishlanadi, shuning uchun ular bo'yalmaydi); energiya mashinasozligida (disklar, stasionar turbinalarning kurakchalari); kriogen texnikasida ishlatiladi. Avtomobil sanoatida ishlatiladigan titan qotishmalari avtomobil va dizel dvigatellarining massasini kamaytirish, ularning aylanish chastotasini va quvvatini oshirish imkonini beradi.

Magniy va uning qotishmalari

Magniy sanoatda ishlatiladigan eng yengil metallidir. Uning zichligi $1,74 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish harorati 651°C , quyma holatdagi mustahkamligi $\sigma_v = 100-120 \text{ MPa}$, $\delta = 3,6\%$. U tarkibida 28,8% magniyli magnezitdan, 21,7% magniyli dolomitdan va boshqa magniyli rudalardan olinadi. Metall ko'rinishidagi magniy suyuqtirilgan tuzlarni elektroliz qilib olinadi. Elektr pechlarda qayta suyuqlantirib rafinatsiya qilingandan keyin, tarkibida 99,82—

99,92% magniy bo'lgan sof magniy olinadi. Magniyning korroziyaga chidamliligi juda kichik, shuning uchun texnikada cheklangan miqdorda qo'llaniladi. Sanoatda magniy aluminiy, marganes, rux va boshqa metallar bilan qotishma ko'rinishida ishlatiladi. Magniy qotishmalariga kesib ishlov berish mumkin, mustahkamligi ham nisbatan yuqori ($\sigma_s = 20-400$ MPa). Magniy qotishmalariga seriy, sirkoniy kiritiladi; ular qotishmani mayda donachali qiladi, mexanik xossalarini yaxshilaydi. Bundan tashqari, berilliy, toriy kabi nodir metallar ham qo'shiladi. Quyma va deformatsiyalanadigan magniy qotishmalari mavjud.

Quyma magniy qotishmalari tarkibida Al, Zr, Mn kabi metallar bor. GOST 2581-78 ga muvofiq quyidagi markalari belgilangan: MJ5, MJ6, MJ7, MJ10, MJ12. MJ harflari quyma magniy qotishmasini, raqamlar esa tartib nomerini bildiradi. MJ12 markali qotishma benzobaklarning bo'g'zini tayyorlashda, MJ5 va MJ6 markali qotishmalar dvigatel karterlarining uzatmalar qutisi, moy pompasining og'ir yuklangan detallarini tayyorlashda, MJ10 markali qotishma olovbardoshligidan 300°C gacha bo'lgan temperaturada ishlaydigan quymalar olishda, MJ12 markali qotishma esa dinamik kuchlar tushadigan sharoitda yuqori darajada germetik va mustahkam bo'lishi talab qilinadigan detallar tayyorlashda ishlatiladi.

Magniyning deformatsiyalanadigan (bosim ostida ishlov beriladigan) qotishmalarning kimyoviy tarkibi quyma qotishmalarnikidan kam farq qiladi. Bularning MA1, MA3, MA12, MA14 kabi markalari mavjud. Bosim ostida qizdirilgan holda ishlov beriladi, yaxshigina payvandlanadi, kesib ishlov berish oson. Ularning solishtirma mustahkamligi kattaligidan samolyotsozlikda shassi g'ildiraklarini, turli richaglarni, priborlarning korpuslarini; raketasoqlikda raketalarning korpuslarini, yonilg'i va kislorod baklarini; elektr va radiotexnikada televizor va priborlarning korpuslarini tayyorlashda qo'llaniladi.

Magniy qotishmalari neytronlarni yutganligi uchun, uran bilan o'zaro ta'sirlashmaganligidan atom reaktorlarida trubasimon issiqlik ajratib chiqaruvchi qobiqlar tayyorlashda ishlatiladi. Ularga termik ishlov beriladi: 420°C haroratda yumshatiladi, shu temperaturada 12—16 soat tutib turilgandan so'ng, havoda so-

vitaladi. Deformatsiyalanadigan qotishmalarda ichki kuchlanishlarni yo'qotish va plastikligini oshirish uchun ular 300—350°C haroratda yumshatiladi.

8.4. QALAY, QO'RG'OSHIN, RUX VA ULARNING QOTISHMALARI

Qalay — suyuqlanish temperaturasi past (231°C), plastikligi yuqori oq yaltiroq metall. Kavsharlar, mis qotishmalari (bronza) va antifriksion qotishmalar (babbitlar) tarkibida ishlatiladi.

Qo'rg'oshin — suyuqlanish harorati past (327°C), plastikligi yuqori ko'kimtir kulrang metall. Mis qotishmalari (latun, bronza), antifriksion qotishmalar (babbitlar) va kavsharlar tarkibiga kiradi.

Rux — kulrang oq metall bo'lib, quyilish va korroziyalanishga qarshi xossalari yuqori, suyuqlanish temperaturasi 419°C. Mis qotishmalari (latun) va qattiq kavsharlar tarkibiga kiradi.

Kavsharlar. Kavshar ikkita detalni kavsharlab birlashtirishda, ularni o'zaro bog'lovchi (oraliq) metall yoki qotishmadir. O'zaro birlashtiriladigan metallarga nisbatan kavsharlarning suyuqlanish harorati past. Birlashtiriladigan metallarni ozgina qizdirish natijasida metall strukturasi o'zgarish bo'lmasligi, kavsharlarning payvandlashga nisbatan afzalligidir.

Suyuqlanish haroratiga ko'ra, kavsharlar past (145—450°C), o'rtacha (450—1100°C) va yuqori (1100—1850°C) haroratda suyuqlanadigan turlarga bo'linadi (8.3-jadval).

Past haroratda suyuqlanadiganlarga qalay qo'rg'oshinli (ПОС), qalayli, kam surmali (ПОССу) va boshqa kavsharlar kiradi. Mis-ruxli (latunli) kavsharlar o'rtacha (905—985°C), temir asosli ko'p komponentli kavsharlar yuqori (1190—1480°C) haroratda suyuqlanadigan turlarga kiradi.

Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlar sanoatning barcha sohalarida qo'llaniladi. Past temperaturada qalayning mo'rtligini kamaytirish uchun kavsharlarga surma qo'shiladi. Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlar nam muhitda korroziyaga chidamsiz. Bunday sharoitda kavsharlangan birikmalarni lak-bo'yoq qoplamasi bilan himoyalash zarur.

Qalayli kavsharlarning mustahkamligi, plastikligi, korroziyaga chidamliligi yuqori. Ular radiotexnikada va elektron apparatlarni

kavsharlashda, mis-ruxli kavsharlar (latunlar) ko'pchilik metallarni kavsharlashda keng qo'llaniladi (8.4-jadval).

Kavsharlangan birikmalarning puxtaligini oshirish uchun mis-ruxli kavsharlarga qalay, nikel va marganes qo'shiladi. Qo'shilgan qalay latunning suyuqlanish temperaturasi kamaytiradi, korroziyaga chidamliligini oshiradi, kavsharning suyuq holda oquvchanligini yaxshilaydi. Vertikal devorida payvand choklari bo'lgan murakkab buyumlarni kavsharlashda pastasimon va kukun kavsharlar ishlatiladi.

Yengil suyuqlanadigan pastasimon kavsharlar odatda, uchta qismdan: kukunsimon kavshar, flyus va qotirgichdan tashkil topadi. Masalan, Поп ПОССу 30—2 (70%) kavshari, vazelin (20%), benzol kislotasi (1,2%), ammoniy xlorid (1,2%) va emulgator ОП-7 (0,6%) tarkibli kavshar, po'lat, mis va nikelli buyumlarni kavsharlash uchun ishlatiladi.

Qiyin eriydigan kukunsimon kavsharlar kesuvchi asboblarni ishlab chiqarishda qattiq qotishmali plastinkalarni kavsharlashda ishlatiladi. Kavshar tarkibi 40% ferromarganes, 10% ferrosilisy, 20% cho'yan qirindisi, 5% mis qirindisi, 15% maydalangan oynadan iborat bo'lib, 1190—1300°C da suyuqlanadi.

Ruxning qo'llanilishi

Rux atmosfera sharoitida va chuchuk suvda korroziyaga chidamlidir. Shuning uchun rux tunukalarni va ulardan yasalgan buyumlarni korroziyaga qarshi qatlam bilan qoplash uchun ishlatiladi.

Toza rux poligrafiya va avtomobil sanoatida, ЦБОО markali ruxdan elektrotexnikada o'zgarimas tok manbalari tayyorlashda qo'llaniladi.

Shakldor quymalar olish uchun tarkibida 4% Al, 0,5—3,5% Cu, 0,1% Mg bilan ЦАМ qotishmasidan foydalaniladi. Oson suyuqlanishi va suyuq holda oquvchanligi tufayli ЦАМ qotishmasidan bosim ostida quyib sirti qo'shimcha ishlov berishi talab etmaydigan quymalar olish, tarkibida 9—11% aluminiy, 1—2% mis, 0,05% magniy bo'lgan deformatsiyalanadigan ЦАМ9—1,5 rux qotishmalari po'lat va aluminiyli bimetal antifriksion tas-malar olish uchun qo'llaniladi.

Qalay-qo'rg'oshinli va qalayli kavsharlar

Markasi	Asosiy komponentlar (qolgani qo'rg'oshin), %		Suyuqlanish temperaturasi		Ishlatilishi
	Qalay	Boshqa elementlar	Solidus	Likvidus	
ПОС-90	90	—	183	220	Oziq-ovqat idishlarini va tibbiyot apparatlarini kavsharlash va oqartirish
ПОС-61	60	—	183	190	Elektr va radio apparatlarini, bosmaxona sxemalarini kavsharlash va oqartirish
ПОС-40	40	—	183	238	Ruxlangan temirdan yasalgan detallarni kavsharlash
ПОС-61m	60	2% mis	183	192	Ingichka mis simni va folgani kavsharlash
ПОССУ-50-0,5	50	0,5% gacha	183	216	Samolyot radiatorlarini kavsharlash
ПОССУ-50-0,5	30	—	183	255	Ruxlangan listlar va radiatorlarni kavsharlash
ПОССУ - 40-2	40	1,5-2,0% surma	185	185	Sovitish qurilmalarini kavsharlash
ПОССУ-18-2	18	—	186	270	Avtomobil sanoatida kavsharlash
ПОССУ-4-6	4	5-6% surma	244	270	Samolyotsozlik sanoatida kavsharlash va oqartirish
П250А	80	20% rux	200	280	Aluminiy qotishmalaridan yasalgan detallarni kavsharlash

Mis-ruxli kavsharlar

Markasi	Asosiy komponentlar (qolgani rux), %		Suyuqlanish temperaturasi °C		Ishlatilishi
	Mis	Boshqa elementlar	Solidus	Likvidus	
ПМЦ-36	36	—	800	825	Tarkibida ko'pi bilan 68% mis bo'lgan bronza va latunni kavsharlash
МПЦ-48	48	—	850	865	Tarkibida 68% dan ortiq mis bo'lgan bronza latunni kavsharlash
ПМЦ-54	54	—	876	880	Po'lat, latun, mis qotishmalarini kavsharlash
Л 63	63	—	—	905	
Л 68	68	—	—	938	
ЛЖМц-57-1,5-0,75	57	1% dan marganes, temir,	865	873	Asboblarni kavsharlash
ЛНМц-50-2	50	2% dan nikel, marganes	849	872	
МцН-48-10	48	10% nikel	—	985	Cho'yanni kavsharlash

8.5. ANTIFRIKSION QOTISHMALAR

Antifrikсион qotishmalar mashina va mexanizmlarning ishqalanuvchi sirtlarining puxtaligini oshirish uchun mo'ljallangan. Sirpanish podshipniklarida val bilan podshipnik vkladishlari o'rtasida ishqalanish ro'y beradi. Shuning uchun vkladishga valni yeyilishdan saqlash bilan birga, o'zi ham kam yeyiluvchi, optimal moylash sharoitini yuzaga keltirib, ishqalanish koeffitsientini kamaytiruvchi material tanlanadi. Shularga asosan antifrikсион material yetarli darajada ham mustahkam, ham plastik bo'lishi kerak, unda tayanch (qattiq) aralashmalar bo'ladi. Ishqalanishda plastik asos qisman yeyiladi. Bunday ishqalanish butun podshipnik sirti bo'ylab emas, moy plastik sirti yeyiladigan joylarida tutib turiladi.

Antifriksion materiallar sifatida babbittlar, bronzalar, cho'yanlar, aluminiy va rux antifriksion qotishmalari, kukunsimon materiallar, plastmassalar qo'llaniladi.

Babbittlar. Bu qalayli, qo'rg'oshinli asosga ega oq antifriksion qotishma. Qo'rg'oshin asosli kalsiyli babbittlardan ham foydalaniladi. Qalayli va qo'rg'oshinli babbittlarda mis, surma va boshqalar; kalsiyli babbittlarda magniy, natriy va boshqa aralashmalar mavjud. Babbit tarkibi 8.5 va 8.6 jadvallarda keltirilgan. Qalayli babbittlarni Б88, Б83С, Б16, БН, БС6 va boshqa markalar; kalsiyli babbittlarning БКА, БКЧ, БКШ va boshqa markalari mavjud.

Qalayli babbittlarning Б88 va Б83С markalari (Б harfidan keyngi raqam qalayning foizlarda ifodalangan miqdorini bildiradi) eng sifatli babbittlardan hisoblanadi. Bu babbittlar vallarning juda katta aylanish chastotalariga bardosh bera oladi, ular katta kema dvigatellari turbinalarining podshipniklari uchun, trubanasoslar, trubokompressorlar, elektrodvigatellar podshipniklari uchun ishlatiladi. Bunday babbittlarning zarbiy kuchlarga qarshiligi yaxshi, ishqalanish koeffitsienti kichik (surkov materiali bilan). Qo'rg'oshinli babbittlarning Б16, БН, БС6 markalari kamroq yuklanadigan mashinalar uchundir.

Kalsiyli babbittlar qalayli va qo'rg'oshinli babbittlarga qaraganda ancha arzon. Ba'zi kalsiyli babbittlarda qalayning yo'qligi, uning sarfini qisqartiradi. Og'ir ishlar uchun (katta bosim tushadigan sharoitda) babbittlardan foydalanib bo'lmaydi, chunki ular tez yeyiladi. Bunday hollarda bronzalar qo'l keladi.

Antifriksion bronzalarning qalay va qo'rg'oshin asoslilari ko'proq ishlatiladi. Bronzalarning БрОС 5-25, БрОС 4-4-4, БрОФ 6,5-1,5, shuningdek, БрС30 markalari keng tarqalgan.

БрС30 markasining yeyilishga qarshiligi yuqori, katta bosimga va tezliklarga bardosh beradi. Bu bronzaning asosiy massasi qattiq tashkil etuvchidan iborat bo'lib, unda yumshoq aralashmalar ham joylashgan, shuning uchun bunday bronzadan yasalgan podshipniklar valga ishqalanib moslashuvi qiyinlashadi, lekin katta kuchlarga bardosh beradi. Qalaysiz bronzalarning mexanik xossalari quyidagicha:

$$\sigma_v = 400-600 \text{ MPa}; \delta = 2-20\%.$$

Qalayli va qo'rg'oshinli babbtlarning kimyoviy tarkibi
(massasi bo'yicha, % da)

Markasi	Sb	Cu	Cd	Sn	Boshqa elementlar	Vazifasi
B88	7,3—7,8	2,5—3,5	0,8—1,1	Qolgani	0,17—0,25	Og'ir yuklangan mashinalar
B83C	10—12	5,5—6,6	—	—	0,15—0,25 Ni	Bug' turbinalari, turbanasoslar
BH	13—15	1,5—2,0	0,1—0,7	9—11	0,1—0,5 Ni	O'rtacha yuklangan mashinalar
B16	15—17	1,5—2,0	—	15—17	0,5—0,9 As	Avtomobil motorlari
BC6	5,5—6,5	0,1—0,3	—	5,5—6,5	—	—

8.6- jadval

Kalsiyli babbtlarning kimyoviy tarkibi (massasi bo'yicha, % da)

Markasi	Cu	Na	Sn	Mg	Al	Vazifasi
BKA	0,95—1,15	0,7—0,9	—	—	0,5-0,2	Vagonlarning, teplovoz dizellari
BK	0,3—0,55	0,2—0,4	0,6—0,4	0,5—2,1	—	tirsakli vallari-
BK2Ш	0,65—0,9	0,7—0,9	0,11—0,16	1,5—2,1	—	ning podshipniklari

Antifriksion cho'yanlar aylanishlar chastotasi kichik vallar podshipniklarining vkladishlarini tayyorlashda qo'l keladi. Kulrang antifriksion cho'yanlarning AC4-1, AC4-2, bolg'alanuvchan cho'yanlarning AK4-1, AK4-2, shuningdek, yuqori mustahkamlikka ega cho'yanlarning ABЧ-1, ABЧ-2 markalari ishlatiladi, ular perlitli asosga ega, grafit miqdori ko'proq.

Ruxli antifriksion qotishmalarning ЦАМ 10—5 va ЦАМ 9,5—1,5 markalari tarkibida Al va Cu dan tashqari 0,03—0,06% Mg bor. Ulardan quyma ko‘rinishida polzunlar, vtulkalarning mono-metall vkladishlarini tayyorlashda qulay. Deformatsiyalanadigan ЦАМ5,5—1,5 qotishmasidan po‘lat bilan aluminiy qotishmalarining bimetall polosalarini olish uchun, antifriksion xossalari va mustahkamligi yuqoriligidan (120°C haroratda $\sigma_v = 250\text{--}400$ MPa) ishqalanish uzellarida (temperatura 120°C dan oshib ketmaganda) bronzalar o‘rnida ishlatilishi mumkin.

Aluminiyli antifriksion qotishmalar tarkibida qalay, mis, nikel, kremniy mavjud. Bu qotishmalardan yasalgan podshipniklar ham katta kuchlarda, ham yuqori tezliklarda (15—20 m/s) ishlaydi. Qotishmalarning AO3-1, AO3-2, AO20-1, AH-2,5, ACM markalari bor. Oxirgisi traktor tirsakli vallarining podshipniklarida БрС30 markali bronza o‘rnida ishlatilishi mumkin. Bu podshipniklar ham katta kuch va aylanma tezliklarda ishlaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. *Aluminiy haqida nimalarni bilasiz?*
2. *Dyuraluminiy nima?*
3. *Quymakorlik aluminiy qotishmalari qayerlarda ishlatiladi?*
4. *Mis haqida bilganlaringizni ayting.*
5. *Latun nima? Latun qayerda ishlatiladi?*
6. *Bronza va uning qanday turlarini bilasiz? Bronza qanday markalanadi?*
7. *Magniy va uning qanday qotishmalari mavjud?*
8. *Titanning xossalarini sanab bering.*
9. *Magniy qayerda ishlatiladi?*
10. *Qalay haqida nima bilasiz?*
11. *Qo‘rg‘oshin va rux qayerda ishlatiladi?*

IX BOB.

KUKUN METALLURGIYASI USULI BILAN OLINADIGAN QOTISHMALAR

9.1. KUKUN METALLURGIYASI

Detal va buyumlarning materiallarini metall kukunlaridan tayyorlash *kukun metallurgiyasi* deb yuritiladi. Kukun metallurgiyasi usullariga yildan-yilga ko'proq e'tibor berilmoqda, chunki ular issiqqa bardosh, yemirilishga chidamli, qattiq, belgilangan magnit xossalari barqaror, o'ziga xos fizik-kimyoviy, texnologik xossalarga ega materiallar va detallar olish imkonini beradi, bunday xossali materiallarni quyib yoki bosim ostida ishlov berib olib bo'lmaydi. Detal va buyumlarni kukunsimon materiallardan tayyorlash jarayoni metall kukunini, shixtani tayyorlash, presslash va zagotovkani pishirishdan iborat.

Kukunlarni tayyorlashning barcha usullarini shartli ravishda ikki guruhga, ya'ni mexanik va fizik-kimyoviy usullarga ajratish mumkin. Materialning kimyoviy tarkibini o'zgartirmasdan kukun olish imkonini beradigan mexanik usullar, o'z navbatida yana ikki kichik guruhga bo'linadi: 1) qattiq holatda sharli, uyurmali va vibratsion tegirmonlarda maydalash; 2) metallarning eritmalardan granuliyatsiyalash va suyuq metallni to'zitish (sochish) usuli bilan kukunlar olish.

Kukun olishning fizik-kimyoviy usuli metallarning oksidlari va karbidlaridan, ularni qaytarishdan iborat. Kukun olishning mexanik usullari barcha metall-keramik qattiq qotishmalarning asosiy qismi qattiq va mo'rt materiallar uchun yaroqlidir. Bu kukunlarga qiyin suyuqlanadigan metall karbidlari, ya'ni volfram, tantal, titan karbidlarining kukunlari kiradi. Ularning qattiqligi olmos qattiqligiga yaqinlashadi.

Sharli tegirmonlarda, konus yoki vibratsion aralashtirgichlarda amalga oshiriladigan quruqlayin aralashtirish hamda spirt, benzin yoki distillangan suvda aralashtirishdan iborat suyuq holatda aralashtirish turlari mavjud. Suyuq holatda aralashtirishda bir

jinsli aralashma olish mumkin. Kukunlardan zagotovka va buyumlarni shakllantirish bir yoki ikki tomonlama mundshtukli presslash yo'li bilan amalga oshiriladi. Presslash kukunining tarkibi va buyumning vazifasiga karab, gidravlik yoki mexanik presslarda 150—800 MPa bosim ostida bajariladi. Buyumlarni shakllantirishning boshqa usullari ham mavjud, masalan, metall kukunlardan tasmlarni prokatlash.

Pishirish asosiy komponent suyuqlanadigan temperaturaning 0,6—0,8 qismiga teng haroratda qizdirib, shu haroratda 1—2 soat ushlab turishdan iborat. Pishirish turli konstruksiyali pechlarda, chunonchi qalpoqli, mufel, konveyer, vakuum pechlarda, pech-vannalarda amalga oshiriladi. Dastlabki uchta usulda maxsus himoya atmosferasidan (vodorod, dissosiyalangan ammiak, argon, azot) yoki maxsus sepmalardan foydalaniladi. Ba'zan induksion yoki kontaktli qizdirish usulidan ham foydalanish mumkin. Bunda tok bevosita pishiriladigan buyum orqali o'tkaziladi. Buyumlarga aniq shakl va xossalar, shuningdek, aniq o'lchamlar berish uchun buyumga termik, kimyoviy-termik hamda fizik-kimyoviy usullar bilan ishlov beriladi.

9.2. QATTIQ QOTISHMALAR VA MINERAL-KERAMIKA

Ishlab chiqarilishiga ko'ra, quyma va metall-keramik qattiq qotishmalar bo'ladi. Quyma qotishmalar detal va asbob sirtiga suyultirib yoki kavsharlab yopishtirishga yaroqli holda, diametri 5—10, uzunligi 200—300 mm bo'lgan chiviqlar ko'rinishida olinadi.

Metall-keramik qotishmalar volfram, tantal va titan karbidlari kukunlarini kobalt bilan birga pishirib olinadi. Sanoatda bir karbidli volframli (BK), ikki karbidli titan-volframli (TK) va uch karbidli titan-tantal-volframli (TTK) metall-keramik qotishmalar ishlab chiqariladi (9.1 -jadval)

Quyma qattiq qotishmalar

Suyultirilib yopishtiriladigan qattiq qotishmalar: quyma, zarrador (stalinit) va elektrodhop turlarga bo'ladi.

Tarkibida volfram elementining yo'qligi, ularning o'ziga xos tomoni hisoblanadi (9.2- jadval).

Metall-keramik qattiq qotishmalarning kimyoviy tarkibi va fizik-mexanikaviy xossalari

Qotish- malar guruhi	Markasi	Massasi bo'yicha tarkibi, %				MPa	Zichligi, $1 \cdot 10^3$	Rokvell bo'yicha qattiqligi (A shkala)
		WC	TiC	TaC	Co			
Volframli	BK2	98	—	—	2	1100	15,0-15,4	90,0
	BK3	97	—	—	3	1000	15,0-15,3	89,0
	BK3M	97	—	—	3	1100	15,0-15,3	91,0
	BK4	96	—	—	4	1350	14,9-15,1	98,0
	BK4B	96	—	—	4	1400	14,9-15,1	88,0
	BK6	94	—	—	6	1450	14,6-15,0	88,5
	BK6M	94	—	—	6	1400	14,8-15,1	90,0
	BK6B	94	—	—	6	1350	14,8	87,5
	BK8	92	—	—	8	1600	14,4-14,8	87,5
	BK8B	92	—	—	8	1700	14,4-14,8	87,5
	BK10	90	—	—	10	1600	14,2-14,6	87,0
	BK15	85	—	—	15	1800	13,9-14,1	86,0
	BK20	80	—	—	20	1900	13,4-13,7	84,5
	BK25	75	—	—	25	2000	12,9-13,2	83,0
Titanvol- framli (TK)	T30K4	66	30	—	4	900	9,5-9,8	92,0
	T15K6	79	15	—	6	1150	11,0-11,7	90,0
	T14K8	78	14	—	8	1250	11,2-12,0	89,0
	T5K10	84	6	—	10	1350	12,3-13,2	88,5
	T5K12B	83	5	—	12	1600	12,8-13,3	87,0
Titantan- tal- volframli (TTK)	TT7K12	81	4	3	12	1600	13,0-13,3	87,0
	TT10K8	82	3	7	8	1400	13,5-13,8	89,0
	TT10K- 8B	82	3	7	8	1550	13,5-13,8	89,0

Sormayt va BK2, BK3 qotishmalari — stellitlar, xivichlar va kukun ko‘rinishida tayyorlanadi. Ular yangi yoki yeyilgan detallar va shtamplarga, metall qirqadigan keskichlar, tokarlik stanoklarining markazlari kabi asboblarga suyultirilib yopishtiriladi. Suyultirilib yopishtirish atsetilen-kislorodli alanga yoki elektr yoyi yordamida amalga oshiriladi. Sirtiga suyultirilib yopishtiriladigan detal yoki asboblarning qimmat turadigan legirlangan po‘latlarni tejash maqsadida, oddiy uglerodli po‘latlardan tayyorlanadi. Yuqorida aytib o‘tilgan qotishmalar po‘lat detallarga ham, cho‘yan detallarga ham suyultirilib yopishtiriladi. Quyma qattiq qotishmalar bilan qoplangan detal va asboblarning puxtaligi 12 va undan ham ko‘p marta ortadi.

Donador qotishma stalinit ekskavator detallari, parmalash iskanalarining eyilishga chidamliligini oshirish uchun stellitlar o‘rnida qo‘llaniladi. Benardos ko‘mir yoki grafit elektrod bilan hosil qilinadigan elektr yoyi yordamida suyultirilib yopishtirib, elektrod bop qattiq qotishmalar donador qotishmalarga o‘xshab ishlatiladi. Ular diametri 5—6 mm bo‘lgan, grafit, ferroqotishma, bor karbid bilan iborat maxsus tarkib bilan suvalgan elektrod ko‘rinishidadir. Suyultirilib yopishtirish uchun taklif qilingan quyma qotishmalardan biri relitdir. Uning qattiqligi 89HRA ga teng. Volfram kamyob bo‘lganligidan hozirgi vaqtda relit kamdan-kam qo‘llaniladi.

9.2- jadval

Quyma qattiq qotishmalarining kimyoviy tarkibi va xossalari

Qotishma	Asosiy komponentlarning massasi bo‘yicha tarkibi, % da						Qattiqligi IIR C ₁	Suyuqlanish temperaturasi, °C
	Cr	Mn	Ni	Si	C	Re		
Sormayt №1	28	1,5	4,0	3,5	2,8	60,2	50-55	1275
№2	15	1,0	1,8	1,8	1,7	78,7	41-42	1300
Stalinit	17	15,0	—	2,0	9,0	57,0	57-58	1250

Metall-keramik qattiq qotishmalar

Metall-keramik qotishmalar deb atalishiga sabab, ular metallardan tashkil topgan, lekin ularni tayyorlash usuli keramik buyumlar (sopoli va chinni) tayyorlash texnologiyasini eslatadi. Qattiq qotishmalarining asosiy qismi plastinkalar ko'rinishida ishlab chiqariladi va ular metall qirquvchi asboblarning dastalariga (keskich, parma, freza, razvyortkalar) kavsharlash usuli yoki mexanik mahkamlash bilan yopishtiriladi. Oldin qayd qilib o'tilganidek, kimyoviy tarkibiga ko'ra volframli, titan-volframli va titan-tantal-volframli qattiq qotishmalar bo'ladi.

Volframli qattiq qotishmalar (BK3, BK3M, BK6, BK8, BK8B) cho'yan, bronza, chinni, shisha kabi mo'rt materiallarga ishlov berishda ishlatiladi. Oqartirilgan cho'yan, olovbardosh po'lat, plastmassalarga xomaki va tozalab ishlov berish uchun kesuvchi asbobga BK6M qotishmasi, quduqlar parmalaydigan iskanalar, olovbardosh po'latlarni cho'zish va xomaki ishlov berishda ishlatiladigan asboblarga BK8B qotishmasi yopishtiriladi.

Titan-volframli qattiq qotishmalar (T5K10, T15K6, T30K4 va hokazolar) po'lat, latun kabi qovushqoq materiallarga ishlov berishga mo'ljallangan. Masalan, yo'nib xomaki ishlov berish asboblari, po'latlarning kuygan sirtini tozalab randalash (shtamplab tayyorlangan zagotovkalar va quymalar) asboblari T5K10 qotishmasi yopishtirilib, T15K6 va T30K4 qotishmalari esa qisman tozalanib, qo'llaniladi.

Titan-tantal-volframli qattiq qotishmalar po'lat pokovlarga xomaki ishlov berishda qulay. TT7K12 va TT10K8B qotishmalarining egilishiga mustahkamligi ($\sigma_p = 1550 \text{ MPa}$) titan-tantal-volframli qotishmalarnikidan katta.

Mayda donachali yuqori kobaltli BK20, BK25, BK30 qotishmalari va yirik donachali BK15B, BK20B, BK25B kabi yangi qotishmalarining mustahkamligi va zarbiy qovushqoqligidan yuqori bo'lganligidan, zarbiy kuch tushadigan sharoitda ishlaydigan qattiq qotishmali shtamplar tayyorlashda ma'qul material hisoblanadi.

Yuqorida qayd etilgan shtamplarning chidamliligi po'lat shtamplarnikiga qaraganda 30–50 marta ortadi, bu esa katta iqtisodiy samara, degani. Qattiq qotishmalar markasi oxiridagi

B harfi uning yirik donachali, M harfi esa mayda donachali ekanligini bildiradi.

Mineral-keramik qattiq qotishmalar

Mashinasozlikda metallkeramik qattiq qotishmalardan tashqari qiyin suyuqlanadigan Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 oksidlar asosida tayyorlanadigan arzon, yangi asbobsozlik materiali ham ishlatiladi. Mineral-keramik materiallar tarkibida noyob va qimmatbaho volfram, kobalt kabi elementlar bo'lmaydi.

Hozirgi vaqtda mikrolit QM-332, shuningdek, termokorund kabi mineral-keramik materiallar keng qo'llaniladi. Ular qattiqligi (90—100 HRA), issiqlikka va yoyilishga chidamliligiga ko'ra, qattiq qotishmalardan ustun turadi. Mikrolitlarga kimyoviy barqarorligining yuqoriligi va etarli darajada mustahkam ekanligi xosdir. Mikrolit plastinkali asboblarda ish jarayonida $1200^{\circ}C$ gacha qiziganda o'zining qattiqligini yo'qotmaydi.

Mikrolit plastinkalari quyidagi texnologiya bo'yicha tayyorlanadi: tayyorlangan kukun shakllantiriladi, presslanadi, so'ngra $1750—1900^{\circ}C$ haroratda pishiriladi. Plastinkalarni bosim ostida qaynoq holatda quyish yo'li bilan (shlaker usuli) ham olish mumkin. Asboblarning dastalariga plastinkalar kavsharlanadi yoki mexanik usulda mahkamlanadi.

So'nggi vaqtlarda metall kesish asboblarining ishchi qismiga yopishtirish uchun yangi o'ta qattiq asbobsozlik materiallari ishlab chiqilmoqda, ularga bor nitridi polikristallari asosida yaratilgan Elborlar (0, 1,05 va 10 markalari) va olmoslar kiradi. Bor kub nitridining polikristallari o'zining issiqqabardoshligi bilan ($1300^{\circ}C$ gacha) kesish asboblari uchun mo'ljallangan bo'lib, u barcha asbobsozlik materiallaridan ustun, chunonchi, olmosdan 1,9 marta, tezqirqar po'latdan 2,3 marta, qattiq qotishmalardan 1,7 marta ustun turadi. Polikristallar uzunligi 3,5 — 8 mm, diametri 3—5 mm bo'lgan silindrik va sferik ko'rinishlarda tayyorlanadi. Polikristallar keskichlarning detallariga montaj qilinib, vakuum ostida kavsharlanadi yoki polikristallni po'lat vtulkaga issiqlayin presslab kiritish yo'li bilan mahkamlanadi.

Elbor bilan jihozlangan kesish asboblari istalgan qattiqlikdagi cho'yan va po'latga katta tezliklarda ishlov berish uchun mo'ljal-

langan. Borning kub nitrididan yasalgan keskichlarning toblangan, qattiqligi 63-66 HRC bo'lgan po'latlarga ishlov berishdagi chidamliligi qattiq qotishmadan yasalgan keskichlarnikidan o'n martadan ko'p. Undan tashqari sun'iy olmoslar ham asbob-sozlikda ishlatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. *Kukun metallurgiyasi haqida nimalarni bilasiz?*
2. *Kukun tayyorlashning qanday usullari mavjud?*
3. *Qanday metallkeramik qotishmalari bor?*
4. *Titan-volframli qotishmalar qayerlarda ishlatiladi?*
5. *Qattiq qotishmalar asosan qanday strukturaga ega?*
6. *Quyma qattiq qotishmalarning kimyoviy tarkibi haqida gapiring.*
7. *Qanday mineral-keramik qotishmalarni bilasiz?*
8. *Mikrolit nima?*
9. *O'ta qattiq materiallarni sanab bering.*

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *A.S.To'raxonov*. Metallshunoslik va termik ishlash. – T., «O'qituvchi» 1976.
2. *Iltom Nosir*. Materialshunoslik. – T., «O'zbekiston», 2001.
3. *Yu.S.Kozlov*. Materialshunoslik. – T., «O'qituvchi», 1987.
4. Материаловедение (под ред. Арзамасова Н.С.). – М., МГТУ им. А.Э.Баумана. 2002.
5. *Ю.М.Лахтин, В.П.Леонтьева*. Материаловедение. – М., «Машиностроение», 1990.
6. *Ю.М.Лахтин*. Металловедение и термическая обработка металлов. – М., «Машиностроение», 1984.
7. *А.П.Гуляев*. Металловедение. М., «Машиностроение», 1986.
8. *Ю.А.Геллер, А.Г.Рахштадт*. Материаловедение. – М., «Металлургия», 1989.
9. Материаловедение (под ред. Арзамасова Н.С.). – М., «Машиностроение», 1986.
10. *А.А.Мухамедов, Е.В.Абдуллаев, С.М.Шомаксудов, М.М.Мирсолиев, С.У.Алимов, Ю.Р.Ярмухаммедов*. Materialshunoslik fanidan laboratoriya ishlarini mustaqil bajarish. – T., ToshDU, 1990.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I bob. Metallarning tuzilishi va xossalari	
1.1. Metallar va ularning asosiy xossalari.....	6
1.2. Metallarning kristall tuzilishi.....	8
1.3. Kristall panjaradagi nuqsonlar.....	11
1.4. Diffuziya.....	13
1.5. Metall va qotishmalarning kristallanishi.....	14
II bob. Metallar strukturasi o'rganish usullari va xossalari	
2.1. Metallar strukturasi (tuzilishini) o'rganish usullari.....	21
2.2. Metall qotishmalarning fizik va kimyoviy xossalari.....	23
2.3. Metall va qotishmalarning mexanik xossalari.....	25
2.4. Metall va qotishmalarning texnologik hamda eksplatacion xossalari.....	32
III bob. Metallarning plastik deformatsiyalanishi, qayta kristallanishi	
3.1. Metallarning deformatsiyalanishi.....	36
3.2. Deformatsiyalanish jarayonining fizik mohiyati.....	38
3.3. Plastik deformatsiyalangan metallning strukturasi va xossasiga qizdirishning ta'siri.....	42
IV bob. Qotishmalar nazariyasining asoslari	
4.1. Qotishmalar haqida asosiy ma'lumotlar.....	46
4.2. Qotishmalarning holat diagrammasi.....	49
4.3. Temir-sementit holat diagrammasi.....	57
4.4. Temir-grafit holat diagrammasi.....	62
V bob. Temir-uglerodli qotishmalar	
5.1. Cho'yan va po'latni ishlab chiqarish haqida ma'lumot.....	65
5.2. Quyilgan qotishmalardan quymalar olish usullari.....	69

VI bob. Po'latlar va cho'yanlar

6.1. Cho'yanlar.....	72
6.2. Po'latlar.....	79
6.3. Uglerodli legirlangan po'latlar. Konstruksion uglerodli po'latlar.....	83
6.4. Legirlangan konstruksion po'latlar.....	85
6.5. Asbobsozlik po'latlari.....	89
6.6. Maxsus konstruksion po'latlar.....	93

VII bob. Metall va qotishmalarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish asoslari

7.1. Termik ishlov berish nazariyasi.....	100
7.2. Yumshatish va normallash.....	103
7.3. Toblash va bo'shatish.....	108
7.4. Termik ishlov berishda yuzaga keladigan nuqsonlar.....	114
7.5. Po'latni termomexanik ishlash.....	116
7.6. Kimyoviy-termik ishlov berish.....	117
7.7. Legirlangan po'latlarga termik ishlov berishning o'ziga xos xususiyatlari.....	120

VIII bob. Rangli metallar va qotishmalar

8.1. Aluminiy va uning qotishmalari.....	123
8.2. Mis va uning qotishmalari.....	127
8.3. Titan, magniy va ularning qotishmalari.....	132
8.4. Qalay, qo'rg'oshin, rux va ularning qotishmalari.....	135
8.5. Antifriksion qotishmalar.....	138

IX bob. Kukun metallurgiyasi usuli bilan olinadigan qotishmalar

9.1. Kukun metallurgiyasi.....	142
9.2. Qattiq qotishmalar va mineral-keramika.....	143
Foydalanilgan adabiyotlar.....	149

FAYZULLA RAMAZANOVICH NORXUDJAYEV

**METALLSHUNOSLIK
ASOSLARI**

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Muharrir Ilhom Zoyirov

Badiiy muharrir Shuhrat Odilov

Texnik muharrir Yelena Tolochko

Musahhiha Shahnoza Nabihov'jayeva

Bosishga ruxsat etildi 17. 02. 2007. Bichimi 60×90^{1/16}. Tayms TAD garniturası. Shartli b.t. 9,5. Nashr b.t. 9,36. Shartnoma № 162—2006. 1400 nusxada. Buyurtma № 24.

Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 100129. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining «O'qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi. 100129. Toshkent, Yunusobod dahasi, Murodov ko'chasi, 1- yu.

34.2
N 79

Norhudjayev F. R.

Metallshunoslik asoslari: Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'll./F.R. Norhudjayev. — T., Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007 — 152 b.

BBK 34.2ya722