

TOSHKENT AVTOMOBIL - YO'LLAR INSTITUTI

“MASHINALARNI LOYIXALASH ASOSLARI” kafedrası

**“Materialshunoslik va KMT” fanidan
ma’ruzalar matni (Materialshunoslik qismi)
(Bakalavrlar uchun)**

Ishchi dastur bo'yicha soatlarni taqsimlanishi:

Ma’ruzalar	18 soat
Laboratoriya ishlari	36 soat
Jami	54 soat

Kafedrada tasdiqlangan 23 avgust 2010 yil
Majlis bayoni №1.

“Materialshunoslikdan” ma’ruzalar matni bakalavrlar uchun mavjud dastur asosida yozilgan bo’lib, u metall, metallmas va kompozizion materiallarga oid ma’lumotlarni o’z ichiga olgan.

Unda materiallarning xossalari, tuzilishi va ishlatilish xususiyatlari imkon boricha to’liq yoritishga xarakat qilindi.

Ushbu ma’ruzalar matni “TVIT”, “YUTT” va “KT TVIT/YUTT” yo’nalishida ta’lim olayotgan bakalavrlar uchun mo’ljallangan.

Tuzuvchi:

Kafedra mudiri:

prof. SH.P. Alimuxamedov

Fakultet ilmiy uslubiy kengashi tomonidan ma’qullangan (bayonnoma №1 «___»
_____ 20__y.)

Kengash raisi:

1-ma'ruza: Metallarniig kristal tuzilishi va kristallanish nazariyasi.

Ma'ruzaning rejasi:

1. A) Kirish. Materialshunoslik fani nimani o'rgatadi? Fan to'g'risida qisqacha tarixiy materiallar. Fanni o'rganish qanday metodlarga asoslangan?
B) Kristallarning xossalari va tuzilishi to'g'risida qisqacha ma'lumot kristall va amorf jismlar. Struktura nima? (Strukturani aniqlashda makroskopik va mikroskopik struktura, atom tartibidagi strukturani aniqlashda rentgen nuri va elektropografiya va neytropografiya metodlari).
2. A) Kristall panjara to'g'risida tushuncha.
B) Anizotropiya va uning ahamiyati.
V) Metall kristal tuzilishining turlari.
3. Kristallanish jarayonining sharoiti mexanizmi va qonuniyati. Birlamchi kristallanishning ikki turi. O'z-o'zidan kristallanish va o'z-o'zidan bo'lmagan, tayyor kristallar markazi orqali kristallanish.
4. Kristallarning formalari. Metal quymasining tuzilishi.
5. Qattiq xolda kristallanish yoki ikkilamchi kristallanish.
6. Metallarning allotropiyasi yoki polimorfizm.
7. Kristall murakkab fazalarining tuzilishi va xossalari.

Tayanch so'zlar va iboralar.

Materialning tarkibi, metall, 1968 yil, amorf jism, struktura, makrostruktura, likvasiya, mikrostruktura, kristall panjara, panjara parametrlari, zichlik, kristall panjara turlari, molekulyar bog'lanish. kovaleit bog'lanish, metall bog'lanish, ion bog'lanish.

Kirish:

Texnika materiallarining tuzilishi va uning xossalari to'g'risidagi amaliy ilmga materialshunoslik deb ataladi. Bu ilmning asosiy masalalari materialning tartibi bilan uning strukturasi va xossalari orasida bog'lanish o'rnatishdan iborat deb tushunmoq kerak.

Materialning tarkibi deb - shu material qanday kimyoviy elementlardan tuzilishi va shu elementlar miqdori qanday va ular qay bog'lanishda ekanligi tushuniladi. Shuni aytish kerakki jism birgina kimyoviy elementdan tashkil topishi texnikada juda kam uchraydigan holdir. Juda ko'pchilik texnikaviy materiallar bir necha kimyoviy elementlardan tuzilgan bo'lib, ular ko'pincha bir-birlari bilan bog'langan xolda bo'ladi.

Texnikada qo'llaniladigan ko'pchilik metall va metallmas materiallar kristallik tuzilishiga ega. Bunday hol hamma texnika materiallarni bir nuqtai nazardan, bir vaziyatdan yani atomlar orasidagi bog'lanishlarning tabiatiga qarab kristall struktura va uning xossalarini o'rganish mumkin bo'ladi. Demak bir tomondan tarkib bilan kristall struktura orasidagi bog'lanish, ikkinchi tarafdagi material xossalari bilan struktura orasidagi bog'lanishlarni o'rganishi material xossalarini yaxshilashgagina olib kelmay, balki ana shu metod asosida prinsip jihatdan yangi materiallarni yaratish asosi bo'lishi ham mumkin. Texnikada progress va taraqqiyot material xossalarini yaxshilashga va yangi materiallarni yaratishni taqazo etadi.

Materiallardagi qayta ishlashning yangi metodlarini yaratish, ishlash sharoiti ratsional ravishda mos keladigan materialni tanlash oqibati natijasida buyurtmalar qiymatini kamaytiribgina qolmay, balki ishlab chiqarish unumdorligiga ham oshiradi.

Fanni rivojlantirishga rus olimlari juda katta qissa qo'shdilar.

Ilmiy materialshunoslikka asos solgan kishi D.K.Chernovdir (1839-1921y.). Uning metallar polimorfizmi to'g'risidagi kashfiyoti butun dunyoga tanilgan bo'lib, materiallarni kristallik tuzilishi va o'sishi haqidagi nazariyaga birinchi bo'lib asos soldi. N.S.Kurnakov (1860-1941y.) metall kristall tuzilishini fizika-kimyoviy usulda topish metodlarini oshkor etdi va metall qotishmalardagi murakkab kristall fazalarini klassifikatsiyasini yaratdi.

G.V. Kurdyumov, A.A. Bochvar va boshqa juda ko'p olimlar metallardagi faza o'zgarish kinematikasi va mexanizmlari asoslarini yaratdilar.

A.M. Butlerov (1828-1886y.) organik birikmalarni kimyoviy tuzilishi asoslarini yaratdi. Bu kashfiyot bir qator yangi sintetik polimer materiallarini yaratishga asos bo'ldi.

O V. Lebedevning ilmiy ishlari natijasi dunyoda birinchi bo'lib sintetik kauchukni sanoat miqdorida ishlab chiqarishga olib keldi.

V.A. Kargin va uning talablari Polimer materiallarni strukturasi hamda xossalarini o'rganishda juda katta ish qildilar. Ana shu ishlarini davom ettirib, hozirgi paytda V.A. Beliy va uning talabalari yangidan-yangi perspektin metallopolymer materiallarni yaratish asoslarini ishlab chiqarmoqdalar.

Kristallning xossalari va tuzilishi.

Tabiatda hamma qattiq jismlar ikki xil tuzilishga, ya'ni kristall yoki amorf holida bo'ladi. Kristall va amorf jismlar bir-biridan beqaror farq qiladi.

Kristall jismlar qizdirganda o'z shakllarini o'zgartirmaydi, ya'ni qattiq holatini saqlab qoladi

(albatta ma'lum bir qaroratgacha). Ana shu qizdirilganda jismni yana ham qizdirishda davom etaversak u agregat holatini o'zgartiradi, ya'ni suyuqlikka aylanadi. Ana shu agregat holatini o'zgartirish protsessi ma'lum bir vaqt birligi ichida o'zgaras haroratda yuz beradi. Jism sovutilganda esa xuddi shunday protsess teskari tomonga qaytariladi.

Fanda jismning bir agregat holatidan ikkinchi bir agregat holatiga (sovutish yoki isitish) o'tish o'zgaras haroratda yuz bersa, bunga izotermik o'zgarish deb ataladi. Demak, kristall jismlar qizdirilganda juda katta harorat intervalida yumshaydi, ya'ni qattiqligini o'zgartiradi, so'ngra sekin asta suyuq holatga o'tadi. Sovutilganda esa xuddi shunday protsess teskari tomoni qaytariladi. Demak amorf jismlar kristall jismga qaraganda termodinamik potentsiali kamroq va beqarorliroqdir.

Kristall jismlar elementar zarrachalar tartibli joylashgan bo'ladi (ionlar, atomlar, molekular). Ana shu geometrik faktorlar kristall jismlarga anizotropik xossasini beradi, ya'ni jismga qo'yilgan kuch yo'nalishiga qarab uning xossalarida farq bo'ladi. Ana shu geometrik faktor jismda siljish yuzalarini mavjudligiga olib keladi, ya'ni deformatsiya paytida jism o'z shaklini ana shu siljish yuzlari orqali o'zgartiradi.

Kristall jism atomlari elektronlardan tuzilganligi unda o'zaro atom bog'lanishni xarakterlaydi va jismda elektr, issiqlik magniy va optik xossalariga ega bo'lishiga olib keladi, na parlanish haroratini va kengayishi koeffitsientiga, atom diametriga, elastiklik moduliga bog'liq bo'ladi. Juda ko'p mexanik va fizik xossalar strukturaga bog'liq bo'ladi.

Struktura tushuncha juda keng ma'noni beradi.

1) *Makrostruktura* - buyumning (jismning) butun hajmi bo'yicha bir xil emasligi. Bunday notekislikni (nuqsonlar) ba'zi bir paytda oddiy ko'z yordamida yoki lupalar yordamida ko'rish mumkin. Makrostrukturadagi bunday faktorlarni maxsus tayyorlangan (jilvirlangan) va makroshlift deb atalmish namunalarda tekshiriladi. Xo'sh jism strukturasi tekshirishda makrostruktura metodida qanday nuqsonlarni topish mumkin: a) Kimyoviy notekisliklar, ya'ni jism bir necha kimyoviy elementlardan tashkil topganda, unda elementlarning bir tekis joylashmasligi. Bunday nuqsonlarga likvatsiya deb ataladi. Masalan, uglerod likvatsiyasi, oltingugurt likvatsiyasi va hakazo; b) Mexanik notekisliklar, ya'ni har xil katta-kichik darzlar, jism agregat holatidan o'tishda cho'kish, gaz chuqurlari (teshikchalari) va hokazo; v) Fizik notekisliklar jismning xohlagan bo'lakchasining solishtirma og'irligi o'rtacha solishtirma og'irlikdan farq qiladi. Bunday nuqsonni *fauktatsiya* deb ataladi.

2) *Mikrostruktura* - qattiq jism tartibli joylashgan mayda zarrachalardan tashkil topgan deb aytgan edik. Ularning o'lchami 10^{-8} sm, ya'ni 1 A ga yetishi mumkin. Ana shunday zarrachalarni mikrostruktura metodi bilan tekshirish mumkin. Bunday zarrachalarni kristall deb ataladi. Tekshirish usuli optik yoki elektron mikroskop yordamida olib boriladi. Optik usuli bilan 1000° A (10^{-3} sm) o'lchamiga ega bo'lgan zarrachalarini ko'rish mumkin bo'lsa, elektron mikroskop usuli bilan 4 A (4×10^{-8} sm) gacha bo'lgan zarrachalarni o'lchash mumkin. Aksariyat metallarning atom tuzilishini ana shu elektron mikroskop orqali aniqlangan.

3) Mikroskop usulida qattiq jism zarrachalarining joylashish, formasi va o'lchamlarini

aniqlash mumkin. Hamda strukturalarning nisbatan joylashishini aniqlashda mikroskop barobar hisoblanadi, chunki uning tuzilishi sodda, bajariladigan ish tez va oson bajariladi, ya'ni natijalarga erishishda unumdorlik ortadi.

4) Struktura ya'ni juda kichik struktura. Bunday strukturada atomlarning o'zaro joylashishi, ular orasidagi masofa, atom kristall panjarasining formasi va o'lchamlari o'rnatiladi. Bu usul qisqa to'liq rentgen nurlarini (10^{-8} - 10^{-10} sm) yoki elektron yoki neytron to'liqlari jism atomlari bilan to'qnashganda difraktsiya hosil bo'lishiga asoslangan. Bu usul bilan atom kristall panjaradagi nuqsonlarni ham aniqlashga imkon beradi va boshqa ko'pchilik atom tuzilish masalalarini hal qilsa bo'ladi.

Kristall panjara to'qrisida tushuncha.

Kristall jismlarning ajoyib xususiyati shundan iboratki, undan elementar zarrachalar (ionlar, atomlar, molekulalar) har xil joylashgan bo'lib, ammo ma'lum qonuniyatga ega bo'ladi. Demoqchimanki parallel yo'nalishlarda atomlar joylashish tartibi bir xil bo'ladi.

Agar bir elementar kristallda bir tekislikda yotmagan x, y o'qlarini joylashtirish mumkin bo'lsa, u holda shu o'qlar bo'ylab o'lchanganda atomlar orasidagi masofa umumiy holda bir xil bo'lmasligi mumkin. Ana shu fazoda yasalgan eng kichik parallelopiped elementar katakcha (yacheyka) deb ataladi. Ana shu elementar katakchani fazoda tartib bilan joylashtirib ketaversak, kristall panjara hosil bo'ladi. Demak fazoviy kristall panjara jism xossalarini ifodalaydi. Elementar kristall katakchani (panjarani) ifodalash uchun 6 ta o'lchami qabul qilishgan uch kesma, o'q bo'ylab o'lchami eng yaqin turgan atomlar orasi, ya'ni davr a, b, c va shu o'lchamlar nisbatiga qarab elementar kristall yacheyka formasi haqida fikr yuritiladi. Ammo lekin ba'zi bir paytda atomlar tugunchalardan tashqari yacheyka o'rtasida yoki yon tomonlarida joylashishlari mumkin. Bunday kristall yacheykalarining murakkabligini aniqlash uchun atomlar soni tushunchasi kiritilgan, ya'ni har bir elementar yacheykaga to'g'ri keladigan atomlar soni bilan xarakterlanadi. MASALAN:

a) *Oddiy yacheyka* - har bir yacheykaga 1 ta atom to'g'ri keladi. Chunki har bir atom 8 ta shunday yacheykaga umumiy tegishlidir.

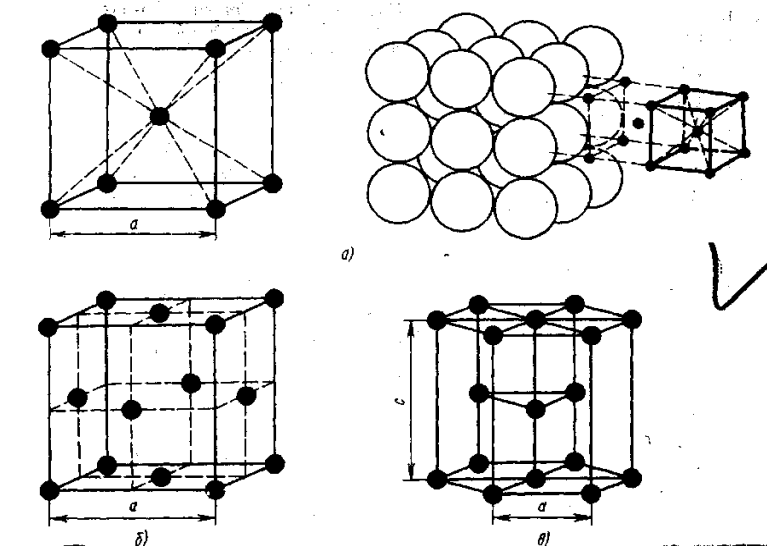
b) Markazlashgan kub yacheyka $K=(1+1)$.

Demak sistema (geometrik tartib), davr (yacheyka parametrlari) va har bir elementlar zarrachaga to'g'ri keladigan atomlar soni kabi tushunchalar kristalldagi elementar zarrachani yetarlicha to'liq xarakterlaydi. Ammo ba'zi paytda qo'shimcha ravishda kristalldagi elementar zarrachani xarakterlash uchun yana bir tushuncha, ya'ni elementar kristall panjaraning koordinatsion soni tushunchasi kiritilgan. Bu tushuncha asosida sistemada har bir atomdan bir xil masofada turgan atom soni turadi. Masalan oddiy kub yacheykasi koordinatsion son K_6 ga teng. Markazlashgan kub yacheykada esa koordinatsion son K_8 ga teng va xokazo. Kristalldagi elementar yacheykani xarakterlash uchun yana bir xarakteristikadan foydalaniladi, uni zichlik (g'ijlik, to'dalik) koeffisienti (коэффициент компактности).

n - elementar zarracha soni bo'lsa,

V - shu elementar zarrachaning hajmi.

- elementar zarrachalardan tashkil topgan kristall hajmini ham aniqlash mumkin. Massa oddiy kub yacheyka uchun $K_{zich}=0,52$ teng bo'lsa, markazlashgan kub yacheyka uchun $K_{zich}=0,68$, oksonal markazlashgan yacheyka uchun esa $K_{zich}=0,74$ ga teng. Demak qolgan bo'shliklar ma'lum bir geometrik figurani tashkil etadi.



1-rasm. Kristall panjara tuzilishi.

O`z-o`zidan bo`lmagan kristallanish.

Real sharoitda kristallanish protsessi ko`p jihatdan tayyor markazlarning mavjudligiga bog`liq bo`ladi. Ana shunday tayyor markazlar rolini metalldagi o`zga qattiq qo`shimchalar o`ynashi mumkin.

Metallda eriydigan qo`shimchalar ham markazlarning paydo bo`lishini ko`paytiradi, agar ana shu qo`shimchalar yuza aktivligini oshiradigan bo`lsa, ya`ni yuza tarangligini kamaytiradigan bo`lsa. Chunki mantiq nuqtai nazaridan bunday qo`shimchalarni suyuq metallda bo`lishi, o`ta sovutishnn oshirish bilan ekvivalentdir.

Amaliyotda strukturani maydalash uchun qo`shimchalar keng foydalaniladi. Bunday qo`shimchalarni modifikatorlar deb ataladi. Masalan, po`latda bor, alyuminiy va uning qotishmalariga natriy qo`shiladi. Qattiq qo`shimchalar sifatida esa erigan temperaturasi yuqori bo`lgan metallardan foydalaniladi. Masalan, alyuminiy va uning qotishmalariga titan yoki sirkoniy elementi qo`shiladi.

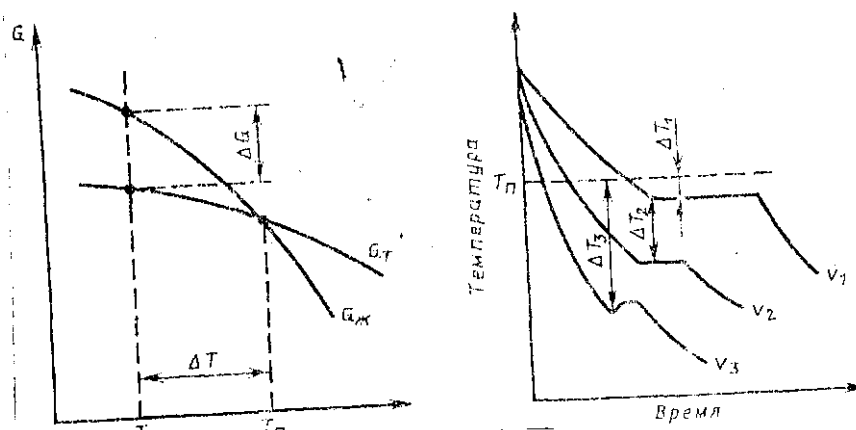
Kristallarning formasi va quymaning tuzilishi.

Donachalarning formasi avvalo ularning o`sinh sharoitiga bog`liq bo`ladi, ya`ni sovutish tezligi va yo`nalishi, suyuq metallning temperaturasi va undagi qo`shimchalar miqdori va h.k. Agar bir bo`lak po`lat quymani kristallari strukturasi tekshirsak unda quyidagi qolatni ko`ramiz. Avvalo shuni aytish kerakki, donachalarning o`shishi daraxtsimon sxemasi bo`yicha bo`ladi. Uni dendrit (ya`ni daraxtsimon) formasi deyiladi. Quyma (слиток)da uchta xarakterli zonalarini ko`rish mumkin.

1. Idishning devorlari sovuq bo`lganligi uchun mayda kristall donachalari paydo bo`ladi;
2. O`sha mayda donachalarda quymaning markaziga qarab tolasimon cho`zma kristall donachalari paydo bo`ladi, chunki bu yo`nalish sovutish yo`nalishiga to`g`ri keladi;
3. Quymaning o`rta qismida yoqlari aniq kesmalardan iborat bo`lgan katta-katta kristallar hosil bo`ladi. Tolasimon donachalar bilan katta-katta kristallar o`rtasida darzlar hosil bo`ladi. Bu kristallanish protsessida metall yeyilmasligi bo`lsa kerak, hamda suyuq metalldagi o`zga qo`shimchalar ham ana shu bo`shliqqa yig`ila boshlaydi.

Agar suyuq metallning temperaturasi juda keng bo`lsa va qo`shimchalar miqdori juda kam bo`lsa, bunday donachalarning formasi faqat tolasimon bo`lishi mumkin. Bunday strukturaga transkristallizatsiya deb ataladi. Masalan, transkristallizatsiya payvandlashda choklarda hosil bo`lishi mumkin. Transkristallizatsiya strukturasi ancha jips bo`lishi bilan bir qatorda, tolasimon donachalar tutashgan paytda bo`shliq va qo`shimcha elementlar yig`ilib qolishi mumkin. Shuning uchun mexanik xossalariga salbiy ta`sir ko`rsatadi.

Amaliy jihatdan agar metallning sovush tezligini kristall donachalar o'sish tezligiga tenglashtirsak, yaxlit bir bo'lak kristall (donacha) hosil qilish mumkin. Bunday kristall monokristall deb ataladi. Monokristall juda yuqori jipslikka ega bo'lib, unda qo'shimcha elementlar bo'lmaydi, shuning uchun ham bunday kristallning mexanik xossalari juda yuqori bo'ladi. Bunday kristallar ilmiy tekshirish ishlarida donachalarning xossalarini tekshirishda ishlatiladi.



2-rasm. Metallar uchun tizimning erkin energiyasini xaroratga bog'liqligi (1-suyuq va 2-kristall metallar uchun)

Qattiq xolda kristallanish yoki ikkilamchi kristallanish.

Ikkilamchi kristallanishda bir kristall donachalari boshqa kristall donachalariga aylanadi, ya'ni qayta kristallanadi. Ikkilamchi kristallanishda kam birligiga kristallanishdan hamma qonuniyatlar bajariladi. Masalan, kristallanish markazining hosil bo'lishi, uning o'sishi, hamda, o'ta sovush miqdori katta bo'lgan markazlarning kritik o'lchami kamayadi va x.k.

Ammo ikkilamchi kristallanishning o'ziga xos xususiyatlari bor. Avvalo, ikkilamchi kristallanish allotropik shakl o'zgarishiga ega bo'lgan metall va qotishmalarda mavjud bo'lishi mumkin. Ikkinchidan, metall sovutilganda (ikkilamchi kristallanish) kristallanish nazariy T_e temperaturadan pasda, isitish uchun esa yuqoriroq bo'ladi. Sovutishda esa kristallanishning issiqlik chiqarish bilan bo'lsa, isitishda esa issiqlik yutiladi.

Biz yuqorida bir jismning ikki xil kristall panjaraga ega bo'lishiga allotropik shakl o'zgarish yoki polimorfizm deb ataladi. Har qaysi allotropik sodifikatsiya ma'lum solishtirma og'irlikka ega, ya'ni kristall panjara atom zichligi va parametrlar har xil bo'ladi, har bir modifikatsiyadan o'tishda zichlik har xil bo'lganligi uchun ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi.

Ikkilamchi kristallanishni temirni sovutishda allotropik shakl o'zgarishida xarakterlab berish mumkin. Temir ikki modifikatsiya, ya'ni ikki allotropik shakl o'zgarishiga ega Fe "temperatura -vaqt" diagrammasi allotropik shakl o'zgarishi temperatura gorizontali bilan xarakterlanadi, ya'ni ikkilamchi kristallanish ham izotermik protsessidir.

0°-911°C gacha temperaturada elementar yacheykani markazlashgan kub formasiga ega va uning parametriga esa $a=286 \text{ \AA}$ ga teng, koordinatsiya soni esa K8. 9P°-1392°C gacha temir elementar yacheykani yoqlari markazlashishga kub formaga ega va uning parametri $a=3,62 \text{ \AA}$ (911°C da), koordinata soni esa K12. 911°C dan to 1539 °C gacha temir yana markazlashgan kub yacheykaga ega.

768 °C dagi temperatura gorizontali, hech qanday allotropik shakl o'zgarishi bilan bog'liq emas, balki metallarga magnitlik xossasi bilan bog'liq. Ana shu nuqtadagi yuqorida temir magnitlik xossasini yo'qotadi, ya'ni paramagnitdir, pastda esa magnitli xossasiga ega. Bunday o'zgarish faqat temirga ta'luqli bo'lishidan balki ko'pchilik metallarga tegishli. Bu kashfiyotni Kyuri ochganligi uchun Kyuri nuqtasi deb ataladi.

Real kristallarning tuzilishi va xossalari.

Real kristallarning tuzilishi ideal kristallarning tuzilishidan farq qiladi. Real kristall yacheykalarida atomlarning tartibli joylashishida nuqson (nuqson)lar mavjud bo`ladi. Bunday nuqsonlar odatda barqaror holatda bo`ladi, ya'ni ular doim harakatlanib turadilar. Metallarda bo`ladigan ko`pchilik protsesslar (masalan termik ishlashda) ana shu nuqsonlar bilan bog`liq. Nuqsonlar asosan uch xil bo`ladi: nuqtaviy nuqson, chiziqli defekt, yuza (sirt) nuqsonlari.

Nuqtaviy nuqsonlar.

Bunday nuqsonlarga elementar yacheykaning bir tugunida atom bo`lmay qolmasligi yoki o`zga qo`shimchalar atomi elementar yacheyka atomlari orasiga joylashishga aytiladi. Nuqtaviy nuqsonlar ikkinchi xilida qo`shimcha atom bir yoki bir necha yacheyka oraligida o`rin almashtirish yoki singdirish qattiq eritmasini hosil qilishi mumkin. hamma nuqtaviy nuqsonlar kristall panjarani qiyshaytiradi, elektr qarshiligini oshiradi va ma'lum miqdorda mustahkamlikni oshiradi. Demak nuqtaviy nuqsonlar o`lchami yo`nalishida ham o`lchamlari ham kichikdir.

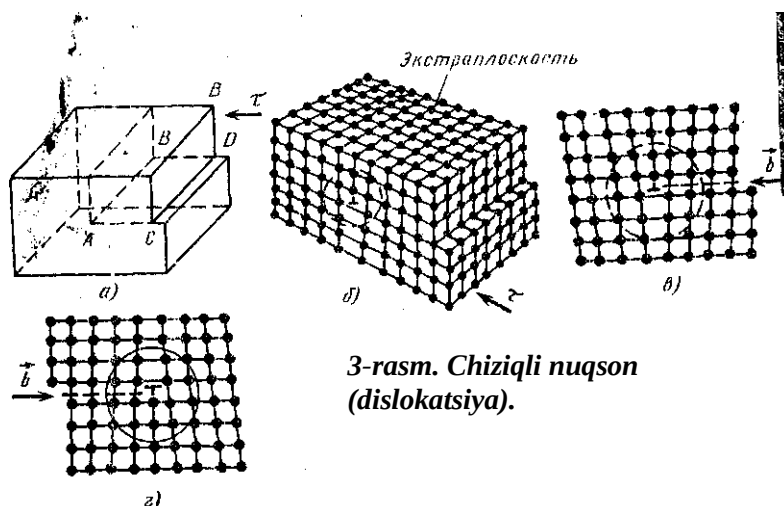
Chiziqli nuqsonlar.

O`lchamlari faqat ikki yo`nalishdagina kichik bo`lgan nuqsonlarga aytiladi. Bunday nuqsonlarning eng muhimi dislokatsiyadir. Nuqtaviy nuqsonlar zanjiri ham chiziqli dislokatsiyaga kiradi.

Sirt (yuza) nuqsonlar.

O`lchamlari faqat bir yo`nalishda kichik bo`lgan nuqsonlarga aytiladi. Bunday nuqsonlarning kristall donachalari orasidagi chegaralar, bloklar orasidagi chegara yoki fazalar orasidagi chegara yuzalari ham yuza (sirt) nuqsonga ko`radi.

Dislokatsiya deb deformatsiya natijasida chegaradagi yacheykani atomlarining o`z o`rnidan ko`chmasligiga aytiladi. Demak, dislokatsiyaning eng muhim parametri siljish vektoridir. Siljish vektori odatda Byurgers vektori ham deb ataladi. Dislokatsiya surila oladigan yoki tutilib qoladigan bo`lishi mumkin, boshqacha qilib aytganda, mukammal yoki nomukammal bo`lishi mumkin. Nomukammal diklokatsiya deformatsiyalangan paytda to`siqlik qilishi mumkin. Shuning uchun ham deormasiyaga qarshiligi ortadi.



**3-rasm. Chiziqli nuqson
(dislokatsiya).**

Dislokatsiyaning o`zi chiziqli yoki burama bo`lishi mumkin. Chiziqli dislokatsiya deb, siljish vektoriga perpendikulyar bo`lgan dislokatsiyaga aytiladi. Burama dislokatsiyada atomlarning siljish yo`nalishi siljish vektoriga parallel bo`ladi.

Shuni ham, aytish kerakki, dislokatsiya surilish yo`li bilan yoki diffuziya yo`li bilan ko`chishi mumkin.

Dislokatsiya kristallanish boshlanishi bilanoq paydo bo`ladi va metall xossalariga ta'sir qiladi. Agar dislokatsiya bo`lmasa, metall mustahkamligini eksperimental ravishda o`lchasak, uning nazariy miqdorga yaqinligi ko`payadi. Real metallar dislokatsiya ko`payib borgan sari uning mustahkamligi avval kamayib boradi, so`ngra yaxshi o`sadi. Dislokatsiya ko`payishi joyda qo`shimcha elementlar ham yoqiladi, natijada dislokatsiya qo`shishga xalaqit bermaydi. Dislokatsiya zichligi metall mustahkamligini orttiradi.

Nazorat savollari:

1. Material deb nimaga aytiladi?
2. Materialshunoslik faniga asos solgan olimlar kimlar?
3. Kristall va amorf jism o`rtasidagi farq nimada?
4. Makro va mikrostrukturalarga tushuncha bering va ular orasndagi farq nimada?
5. Kristall parametri deb nimaga aytiladi?
6. Kristall panjaraning zichligi deb nimaga aytiladi?
7. Metall bog`lanish qanday boqlanish?
8. O`ta sovish deb nimaga aytiladi?
9. Kristallanishning qanday turlarini bilasiz, o`z-o`zidan kristallanish qanday kristallanish?
10. Modifikatsiyalash deb nimaga aytiladi?
11. Kristallanish mexanizmi deganda nimaga aytiladi?
12. Po`lat quymaning yuza qismi qanday kristall donalardan iborat?
13. Cho`kish bo`shlig`i nima?

Adabiyotlar:

- [1] 4-16 bet, [2] 3-16 bet, [3] 8-17 bet, [4] 8-20 bet.
[1] 18-27 bet, 42-45, 48-54 betlar.
[2] 17-47 bet, [3] 26-29, 37-45, 20-52 betlar.

2-ma'ruza: Deformatsiyalangan metall strukturasi va xossalriga kizdirishning ta'siri.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Kuchlanishlarni turlari.
2. Metallarning elastik va plastik deformatsiyalanishi.
3. Metallardagi o'taplastiklik
4. Metallarning yemirilishi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

Plastik deformatsiya, kuchlanish turlari, siljish yuzalar, naklyop, dislokatsiya zichligi, yemirilish turlari, deformatsiyalangan struktura, polikristallardagi plastik deformatsiya.

Kuch ta'siri ostida metall jismlarining o'z formasini o'zgartirishga deformatsiyalanish deb ataladi. Metallarni deformatsiyalanishi faqat tashqi kuch ta'siridagina ro'y bermasdan balki, metallar faza o'zgarishida hajmini o'zgarishi yoki temperaturani beqaror o'zgarishi ta'sirida ham ro'y berishi mumkin.

Kuchlanish (zo'riqish) bo'ylama kuch ta'sirida bo'lsa $\sigma = P/F$ MPa bo'ladi.

Lekin, odatda ta'sir etayotgan kuch P yuziga (F) perpendikulyar bo'lmaydi, balki biror bir burchak ostida ta'sir qiladi. Ana shuning uchun kuchlanish ikki turga bo'linadi, ya'ni normal (σ) hamda urinma (τ) kuchlanishga. Normal kuchlanish cho'zilishda ham, siqilishda ham hosil bo'ladi.

Deformatsiya momentiga mos kelgan yuzaga nisbatan kuchlanish sof kuchlanish deb ataladi. Deformatsiyadan oldingi yuzaga nisbatan kuchlanish esa shartli deb ataladi.

Kuchlanish metall deformatsiyalanayotganda bir xil hajm bo'yicha tarqalmaydi.

Kuchlanishni notekis taqsimlanishiga ataylab teshilgan ariqchalar (nadrez) darzlar, materialning ichki nuqsonlari geometriyadagi beqaror o'zgarishlar, teshikchalar ta'sir ko'rsatadi. Ana shunday nuqsonlar (nuqsonlar) kuchlanishi ma'lum joyda kuchaytirishga (o'shishga) olib keladi. Lekin qancha nuqson kichik bo'lsa, kuchlanishini to'planishi shuncha katta bo'ladi.

Kuchlanishni hosil bo'lishini har xil sabablari bo'lgani kabi, kuchlanish ham vaqtinchalik, ya'ni faqat kuch ta'siri paytidan keyin yo'qoladigai, yoki kuch ta'siri olingandan keyin ichki kuchlanish sifatida metall ichida qoladigan bo'lishi mumkin.

Ichki qoldiq kuchlanishlar, faqat mexanik deformatsiya ta'siridagina paydo bo'lmasdan balki metalni tez sovitish (isitish) natijasida yoki butun hajm bo'yicha notekis qizdirish (sovitish) natijasida bo'lishi mumkin. Bunday qoldiq kuchlanishlar issiqlik yoki termik qoldiq kuchlanishlar deb ataladi. Umuman kuchlanishlar kristallanish jarayonida ham hosil bo'lishi mumkin yoki butun hajm bo'yicha struktura o'zgarishlari bir xil bo'lmaganda yoki metall bir tekis deformatsiyalanmaganda ham ichki qoldiq kuchlanishlar mavjud bo'lishi mumkin. Bunday ichki kuchlanishlarga strukturaviy yoki fazoviy ichki kuchlanishlar deb ataladi.

Elastik deformatsiya. Agar tashqi kuch ta'siridan keyin jism formasiga (geometriyasiga), strukturasi, hamda xossalriga deformatsiyaning ta'siri butunlay qolmasa, bunday deformatsiyaga sabab elementar kristall panjaradagi atomlar orasidagi masofaga juda kam o'zgarganligi sababli atomlar orasidagi ta'sir kuch natijasida kristall panjara o'z holatini tezda yana tiklaydi. Shuning uchun elastik deformatsiya natijasida forma o'zgarishlar ro'y bermaydi. Elastik deformatsiya, detallarni ishlash jarayonida juda ko'p martalab ro'y beradi. Bu esa metallarning eksplotatsion xossalari belgilaydi.

Plastik deformatsiya. Tashqi kuch ta'siri ostida, urinma kuchlanish ma'lum miqdordan (oquvchanlik chegarasidan) oshib ketishi natijasida ro'y beradi va tashqi ta'sir etayotgan kuch olinganda metall formasi o'zining avvalgi holiga qaytib kelmaydi. Plastik deformatsiyada struktura o'zgarishlar ro'y berib u qoldiq xarakterga ega.

Plastik deformatsiya kristallografik yuzalarni bir-biriga nisbatan siljishi yoki ikkilanishi orqali ro'y beradi. Lekin siljish atomlarni soni ko'p bo'lgan yuza bo'yicha osonroq bo'ladi, chunki shu yuza yo'nalishi bo'yicha siljishga bo'lgan qarshilik kamroq bo'ladi.

Siljish protsessini kuz oldingizga keltirish uchun silindr ustiga taxta qo'yib uning ustida o'ynayotgan sirk artistini eslang. Artist turgan taxtachani tagida qancha ko'p silindr bo'lsa, uning harakati shuncha osonlashadi, chunki har tomonga siljish imkoniyati kuchayadi, ya'ni siljishni butun bir sistemasi vujudga keladi.

Demak, metallarda qancha siljish yuzalari va yo'nalishi ko'p bo'lsa, uni plastik deformatsiyaga bo'lgan qobiliyati shuncha ko'p bo'ladi. Kub yacheykaga ega bo'lgan (MKE yoki YoMKE) metallar oson plastik deformatsiyalanadi, chunki ularda siljish yo'nalishlari ko'pdir. Elementar kristall panjarasi geksogonal bo'lgan metallarda siljish yo'nalishi kam bo'lgani uchun qiyin deformatsiyalanadi, ya'ni ularni juvalash, shtamplash ancha qiyin.

Ammo siljish jarayoni osonroq, kristallarni bir qismini ikkinchisiga nisbatan ko'chishi deb tushunish noto'g'ri bo'ladi. Bunday mukammal va tartibli siljish juda katta kuchlanishni talab qilgan bo'lardi.

Siljish ilgari aytganidek kristallarda dislokatsiyaning ostida, atomlar bir atom masofaga ko'chmasdan balki bir atom masofadan ancha kamroq masofaga kuchayadi, bunda atomlar faqat qatlam tekisligida emas, balki uchiga parallel bo'lgan hamma atom qatlamlarida ko'chish ro'y beradi. Bunday siljish dislokatsiya orqali ro'y beradi. Dislokatsiya bunday siljishi uchun unga ko'p kuchlanish kerak bo'lmas ekan. Masalan teng bo'lgandek siljish ro'y beradi. (Bunda, siljish moduli, masalan temir uchun ≈ 84000 MPa, mis uchun ≈ 35000 MPa, alyuminiy uchun ≈ 28000 MPa, va x.k.).

Vaholanki bir tekis bir atom masofaga ko'chib siljishi uchun (nazariy mustahkamlik) $\approx 0,15$ ga teng bo'lishi kerak. Ya'ni real siljish uchun kerak bo'lgan kuchlanish bilan, nazariy mustahkamlik orasida 100-100 marta farq bor.

Ammo, kristallanish jarayonida dislokatsiyani ko'chishi juda chegaralanganini hisobga olsak, metallardagi juda katta plastik deformatsiya faqat dislokatsiyalarni harakatidan yoki ularni yangi paydo bo'lgan dislokatsiyalar hisobiga o'sishidan deb tushunmoq kerak.

Metallarni deformatsiyalanishi jarayonida dislokatsiyani hosil bo'lishi to'g'risida 1940-yilda M. Frenkel tomonidan bashorat qilingan edi, 1950 yilda bu bashoratni to'g'ri ekanligi bir paytda bir-biridan bexabar hodda ikkita olim Frank va Rid tomonidan isbotlandi.

Frank va Rid tomonidan metallar deformatsiyalangandek dislokatsiyani paydo bo'lishi va uning o'sishi mexanizmi tushuntirib berildi. Polikristallitlarda ham monokristallitlarga o'xshash deformatsiya siljish va ikkilanish orqali boradi. Polikristallitlarda har bir donachani plastik deformatsiyalanish orqali forma-geometrik o'lchamlari o'zgaradi. Lekin, donachalar yo'nalishi bir xil bo'lmagani uchun, plastik deformatsiya butun hajm bo'yicha bir xil bo'lmaydi. Juda katta plastik deformatsiya natijasida donachalar kuch yo'nalishi bo'yicha cho'ziladi, tolasimon struktura yoki qatlamli struktura hosil bo'ladi.

Sovuq holda plastik deformatsiya darajasi ortib borgan sari deformatsiyaga qarshilik ko'rsatuvchi xarakteristikalar (NV va boshqalar) ortadi, plastik deformatsiyaga bo'lgan qobiliyat (5) kamayadi. Bu holatni naklyop deb ataladi.

Plastik deformatsiya natijasida metallni mustahkamligini oshishiga sabab metall kristall tuzilishidagi nuqsonlarni (dislokatsiya, valansiya, dislokasion atom va h.k.) oshishidan deb tushunmoq kerak. Nuqson zichligi oshib borgan sari, ayrim yangi dislokatsiyalarni siljishi uchun to'sqinlik qiladi, natijada metallni deformatsiyaga qarshiligini oshiradi.

Plastik deformatsiya natijasida metallarni korroziyaga qarshiligi kamayadi, elektr qarshiligi ko'payadi. Ferromagniy xossalriga ega bo'lgan metallarda esa, plastik dsformasiya magnit xossalari pasaytiradi.

Metallarni sindilishi - metallda darslarni paydo bo'lishi dislokatsiyaning taraqqiy etishidan deb qarash mumkin. Darslarni bir-biri bilan qo'shilish: natijasida katta dars paydo bo'ladiki, u dars metallarni yemirilishiga olib keladi.

Yemirilish mo'rt va qovushqoq bo'lishi mumkin. Lekin yemirishga sabab darslarni hosil bo'lish mexanizmi esa bir xildir. Plastik deformatsiya uchun sarf bo'lgan lifgiyaning ko'p qismi (to 95%) asosan metallni deformatsiyalanishi uchun sarf bo'ladi, shu jumladan bir qismi isitish uchun ham sarf bo'ladi. Lekin qolgan qismi esa ichki kuchlanishlar tariqasida qoladi, ya'ni

nuqsonlarni zichligini ko'paytirishga (lakatsiya va asosan dislokatsiya) olib keladi. Shuning uchun metallarning beqaror holati naklyop holatidir. Agar sovuq holda plastik deformatsiyalangan metallni qayta qizdirsak, xossalari avvalgi holiga qaytadi, agar kattaroq temperaturaga qizdirsak, poligonlar va rekristallanish ro'y beradi. Ana shu protsesslarni ko'rib chiqamiz.

Qizdirish temperaturasi hali ancha past bo'lganda $T_k = (0,2-0,3) T_r$, qaytish protsessi boshlanadi. Qaytish protsessida hali struktura o'zgarmasdan turib nuqsonlar hisobiga beqaror holatidagi struktura mukammallashadi. Qaytish protsessida ikki hol bo'lishi mumkin. $T = 0,27^{\wedge}$ bo'lganda qaytishni birinchi bosqichi desa bo'ladi. Bunda nuqtaviy nuqsonlar son jihatidan kamayadi, dislokatsiyalar qaytadan taqsimlanib yangi guruhlarini hosil qiladi. Naklyop natijasida vujudga kelgan ortiqcha nuqsonlar (vakansiya, dislokatsion atom) dislokatsiya (1ta taqsimlanishi natijasida kamayadi (dislokatsiyalar tomonidan yutiladi). Bundan tashqari, nuqtaviy nuqsonlar (vakansiyalar) dislokatsiya harakati natijasida chegaraga chiqib yuk bo'lishi mumkin. Bunda vakansiya dislokatsion atomlar bir-birlari bilan yeyilishib ketishi ham mumkin.

Plastik deformatsiyalangan metallarni qayta qizdirishda ro'y berayotgan bunday protsessi metallarning rekristallanishi deb ataladi. Rekristallanish ham qaytish kabi ikki bosqichdan iborat.

Birlamchi rekristallanishda, ya'ni rekristallanishning birinchi bosqichida elementar kristall yacheykasi mukammal bo'lgan yangi markaz (donacha) hosil bo'ladi. Bu markaz plastik deformatsiya natijasida eng katta qiyshaygan (ya'ni ichki kuchlanish eng katta bo'lgan) joyda mavjud bo'ladi, keyinchalik bu markaz qo'shni deformatsiyalangan uchastkadan atomlarning o'tishi hisobiga o'sadi. Deformatsiyalangan-metallni qayta qizdirishda eski donachada ichki kuchlanishlar kamayib, tiklanmaydi, balki uning o'rniga yangi donacha vujudga keladi. Shuning uchu yangi donachalarning o'lchamlari va joylashish tartibi uski donachalarni o'lchamlari va joylashish tartibidan beqaror farq qiladi. Birlamchi kristallanishi yangi bir tartibda joylashgan yangi donachalarning hosil bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Yangi donachalarning hosil bo'lishi va dislokatsiya zichligining beqaror kamayishi metallda yig'ilib kolgan ichki kuchlanishlarni kamaytirishga olib keladi.

Etarli darajada deformatsiyalangan metallar termik tozalikka ega bo'lsa, rekristalizatsiya topilgan $0,4 T_r$ boshlanadi (a. A. Botsvar qoidasi bo'yicha). Agar metall juda toza bo'lsa, rekristallanish boshlanishi to $(0,1-0,2) T_r$ tushishi mumkin. Metall qattiq qotishmalari uchun $(0,5-0,6) T_r$ gacha ko'tarilishi mumkin.

Naklyop holatila metallni to'la qizdirish uchun uni ancha yuqoriroq temperaturagacha qizdirish kerak. Ana shu rekristalizatsiya katta tezlikda boradigan jarayonga rekristallizatsion yumshatish deb ataladi. Birlamchi rekristalizatsiya tamom bo'lgandan keyin, qizdirishni davom ettirsak, mayda yangi paydo bo'lgan donachalar eski donachalar hisobiga o'sadi. Bunday protsessga yig'uvchi rekristalizatsiya deb ataladi. Donachalarning o'sishiga asosiy sabab, juda katta deformatsiyalangan yuza energiyasi kamayishi deb qarash kerak.

Metallarii plastik deformatsiyalash sovuqlayin va qizdirib bajarish mumkin. Bu qizdirish temperaturasiga bog'liq. Agar deformatsiyalash uchun qizdirish temperaturasi rekristallanish temperaturasidan past bo'lsa, sovuqayin plastik deformatsiyalash, agar katta bo'lsa, issiqayin plastik deformatsiyasi deb ataladi.

Nazorat savollari.

1. Qaytish va poligonlash orasidagi farq nimada?
2. Rekristallanish temperaturasi nimaga bog'liq?
3. Birlamchi va yig'uvchi rekristallanish temperaturasi va strukturasi orasidagi farq?
4. Sovuqlayin plastik deformatsiyalanish metall strukturasi va xossalari qanday?
5. Qizdirish, issiq-deformatsiya deb nimaga aytiladi?

Adabiyotlar:

[1] 83-90 bet, [2] 81-86bog, [3] 74-79 bet, [4] 112-118 bet.

3-ma'ruza: Temir va uning qotishmalari.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Temir uglerod sistemasini tashkil qiladigan komponentlar va fazalar.
2. Temir sementit diagrammasi.
3. Uglerod va doimiy qo'shimchalarni po'lat xossasiga ta'siri.
4. Grafitga parchalanish protsessi.
5. Oq va kulrang cho'yanlar.
6. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan sharsimon grafitga ega bo'lgan cho'yanlar.

Tayanch so'zlar va iboralar.

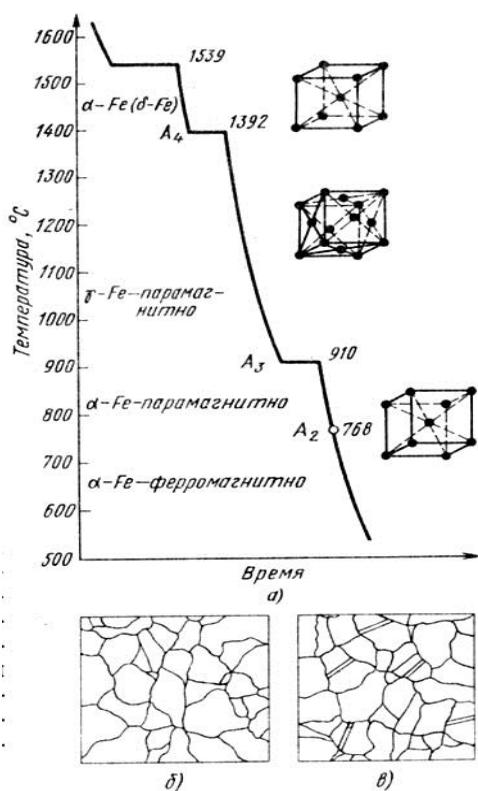
Ferrit, austenit, sementit, ledeburit, perlit, evtektik oq cho'yan.

Oq cho'yan, fafit shakllari, kulrang cho'yan, bog'lanuvchan cho'yan, legirlangan cho'yan, cho'yan tamg'alari.

Komponentlar: Temir va uglerod.

Temir: Ilgarigi ko'rinishdek uchta modifikatsiyaga ega.

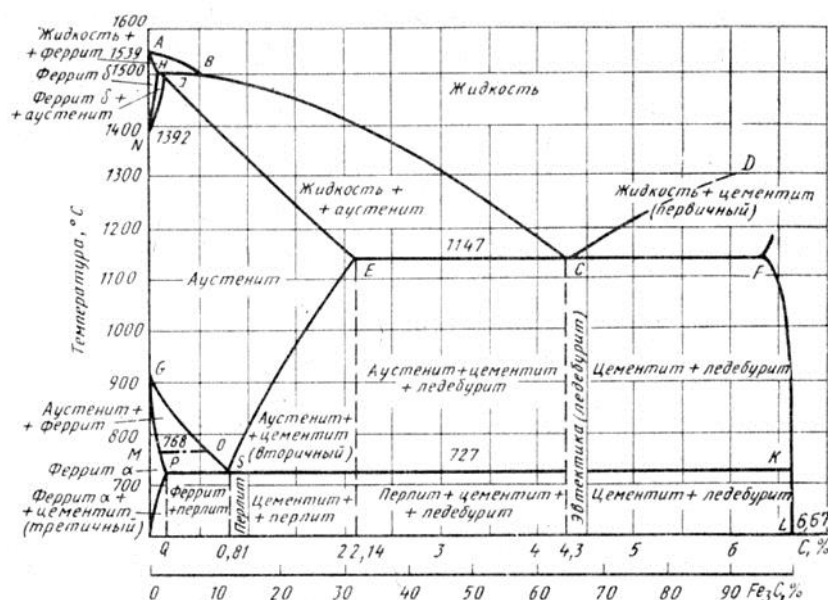
G^m - elementar kristall panjarasi markazlashgan kub yacheyka, to 9P°C gacha mavjud bo'ladi. Temirning bu modifikatsiyasi 768°C dan past ferromagnitlik xossasiga ega, yuqorida esa paramagnitlik xossaga ega. O'zi juda yumshoq, yaxshi plastikka ega. G^t - elementar kristall panjarasi markazlashgan kub yacheyka ega, 911°C dan to 1392° C gacha mavjud bo'ladi. Odatda ion parchalanish temperaturasi A3 harfi bilan belgilanadi, agar isitilayotgan bo'lsa, A⁺ sovutilayotgan A⁻ deb belgilanadi. 1393°C boradigan a(b)"->u faza o'zgarishlariga esa A₄ va A₂ deb belgilanadi. Faza o'zgarish jarayonida elba deformatsiyalanish ro'y beradi, ya'ni fazalarni hajmi bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Masalan Fe₃->Fe o'tayotganda siqilish ro'y berib butun hajmi bo'yicha siqilish darajasi 1 % boradi.



Uglerod kristall bo'lmagan element bo'lib, yuqori erish temperaturasi ega (3500°C). Atom radiusi, temir radiusidan qariyb 1,6 marta kichkina (temirni atom radiusi 0,127 MPa, uglerodni atom radiusi esa 0,077 MPa). Uglerod ham polimorfizmga ega. Oddiy sharoitda grafit

modifikatsiyasida bo'lsa, boshqa sharoitda metastabil muvozanatda bo'lgan olmos xolida ham bo'ladi. Uglerod suyuq xolda ham qattiq xolda ham temirda eriydi. Uglerod temir birikib barqaror va beqaror kimyoviy birikmalarni ham hosil qiladi. Yuqori uglerodli temir qotishmalarida uglerod sof grafit holatida uchrashi mumkin.

Fe - S sistemasida quyidagi (fazalar mushpanitda bo'lishi mumkin. Ferrit (F) - uglerod va o'zga qo'shimchalarni "temirdagi singdirilgan qattiq eritmasi. Past temperaturada temirda uglerod 0,02% erisa, yuqori temperaturada (723°C) erishi 0,1% ga yetadi. Uglerod temir kristall panjarasini yon tomonlarini o'rtasida (atomlar orasiga temir radiusini 0,29% ni tashkil qiladi) yoki vakansiyada joylashishi mumkin.



5-rasm. Temir-uglerod xolat diagrammasi

(0,012 MPa) - 0.06% uglerod bo'lganda quyidagi mexanik xossalariga ega bo'ladi. $\sigma_b = 250$ MPa. $\sigma_{0.2} = 120$ MPa, $\delta = 50\%$. $\phi \times 809$ & HB XII-III (M) 0-900 MPa).

Austenit (A) - uglerod va o'zga qo'shimchalarning uglerodlash qattiq aralashmasi Austenitni uglerod 2,14% gacha eriydi. U temirning elementar yacheykasi markazlashgan kub yacheyka bo'lib, atomlar orasida bo'shliqni maksimal o'lchami temir atomining 0,4K teng (atom radiusi).

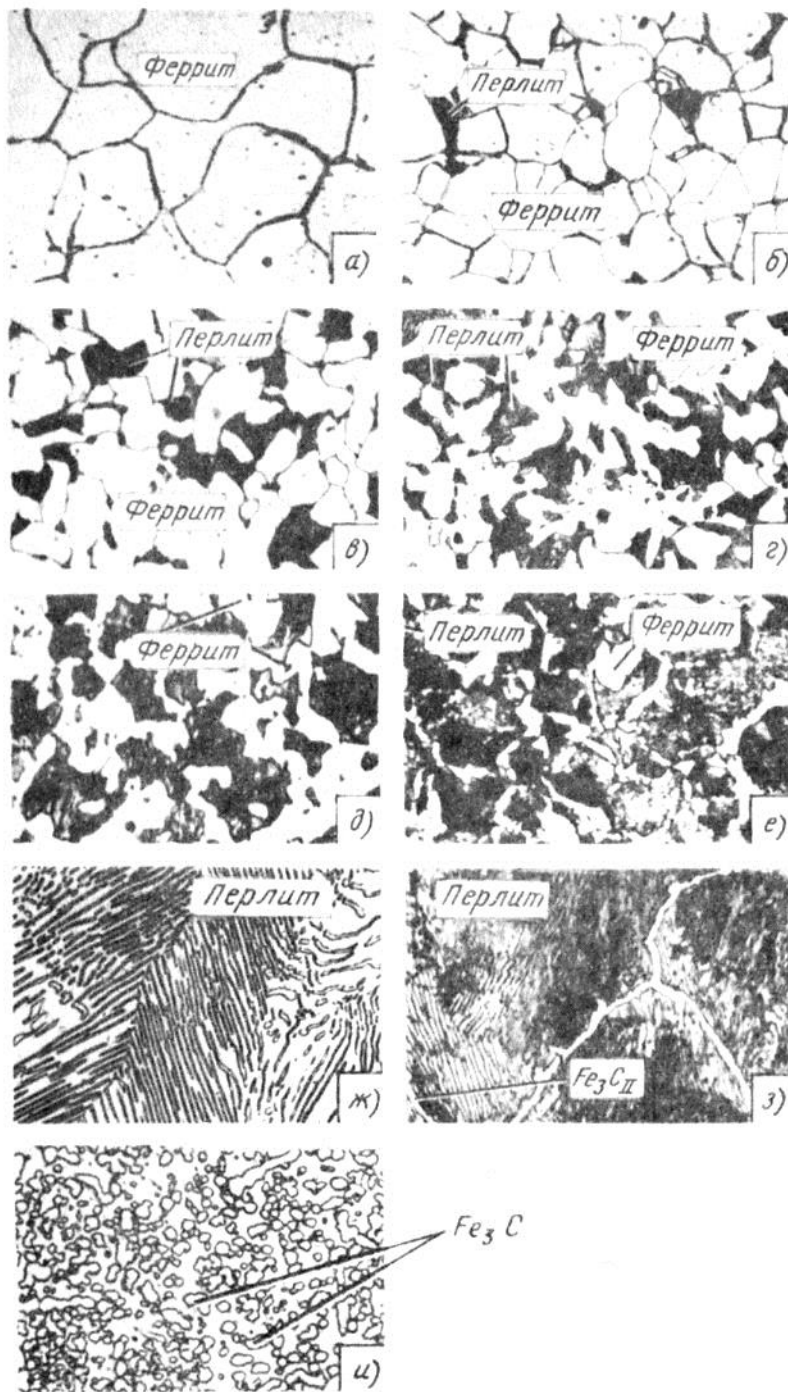
$\sigma_b = 0,27$ $\sigma_{0.2} = 0,044$ MPa) u - temirida atomlar orasidagi bo'shliq temirga qaraganda katta bo'lganligi uchun, u temir uglerod ko'proq eriydi.

- uglerod bilan temirni kimyoviy birikmasi, ya'ni temir karbidi Fe_3C . Sementitda 6,67% uglerod bo'ladi. Sementit atomlari zich joylashgan romb shaklidagi kristall panjaraga ega. Sementitni erish temperaturasi 1600°C tashkil qiladi, lekin negadir har xil qilib ko'rsatilgan 1250°C to 1600 °C gacha yetadi. Lekin sementit 768°C gacha ferromagnitli xossasiga ega bo'lib juda katta qattiqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun sementitni xarakterli xususiyatlardan biri uning qattiqligidir. $HV = 1000$ yoki (10000 Mpa) hamda juda kam plastiklikka ega bo'ladi.

1) Evtektik reaksiya, uglerod $C = 4,3\%$ va o'zgarmas temperatura $T = 1147^\circ C$ bo'lgan suyuqlikdan bir paytni o'zida ikkita qattiq faza ajralib chiqadi. $S = \sim 4,3\%$ (L-ledeburit)

2) Evtektoid reaksiyasi $T = 723^\circ C$ bo'lganda qotishmada uglerodning konsentratsiyasi 0,8% yetganda bir paytni o'zida ikkita qattiq faza ferrit (F) va sementit parchalanadi.

5) Pertektik reaksiyada o'zgarmas temperatura $1499^\circ C$ bo'lganda suyuqlikdan avval bir faza (ferrit) ajralib chiqadi, so'ngra ajralib chiqqan faza qoldiq suyuqlik bilan reaksiyaga kirishib, yangi bir fazani, ya'ni austenitni xosil qiladi.



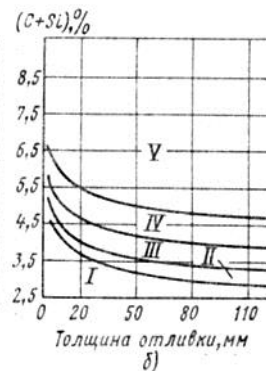
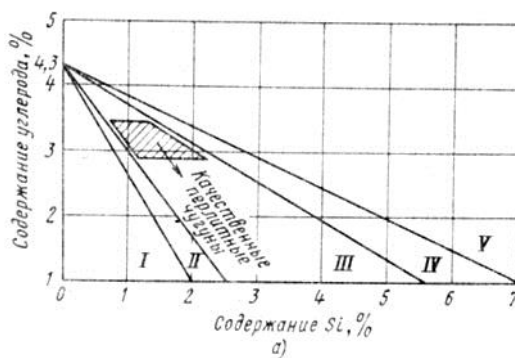
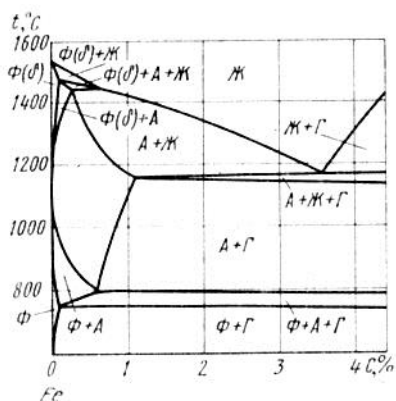
Uglerod konsentratsiyasi perstektik reaksiya nuqtalarida quyidagicha bo`ladi:  $S''=0,1\%$ ,  $S'''=0,16\%$ ,  $S''''=0,51\%$ . holat diagrammasida muvozanatdagi strukturaga binoan hamda kimyoviy tarkibiga ko`ra hamma hosil bo`layotgan temir uglerod qotishmalarini ikkita guruhga bo`lishi mumkin po`latlar va cho`yanlar.

Po`latlar deb, tarkibida uglerod miqdori  $S < 2,14\%$  bo`lgan qotishmalarga aytiladi. Cho`yanlar deb esa tarkibida uglerod miqdori  $S > 2,14\%$  bo`lgan qotishmalarga aytiladi. Lekin bunday bo`lishi albatta shartli, chunki ba`zi paytda po`latlarda  $2,5\%$  gacha uglerod bo`lishi mumkin. Po`latlarni muvozanatdagi strukturasi qarang 3 ta guruh, evtektoid (perlit), evtektoidgacha (ferrit + perlit) hamda, evtektoiddan keyingi (perlit + sementit) po`latlarga bo`lishi mumkin. Cho`yanlarni ham muvozanatdagi strukturaga ko`ra 3 guruhga bo`lish mumkin. Evtetik (ledeburit) cho`yanlar evtektikgacha bo`lgan (A+L yoki P+L) cho`yanlar hamda evtektikadan keyingi cho`yanlar (L+S,). Albatta po`lat va cho`yan xossalarga birinchi navbatda uglerodni miqdori va uning temir bilan hosil qilgan fazalari katta ta`sir ko`rsatadi. Lekin temir uglerod qotishmalari murakkab qotishmalardir, chunki qotishmada temir va

ugleroddan tashqari boshqa ko'p elementlar bor. Ular asosan doimiy qo'shimcha bo'lib, shartli ravishda zararli va foydali deb ikki guruhga bo'linadi. Zararli doimiy qo'shimchalarga fosfor, oltingugurt, azot, kislorod, vodorodni ko'rsatsak, foydali qo'shimchalarga marganets, kremniy, alyuminiy va boshqa metall qo'shimchalarni ko'rsatish mumkin. Foydali qo'shimchalar ferrit fazasini mustahkamlash hisobiga qotishma mexanik xossalarini ko'taradi.

Bolg'alanuvchan cho'yanlar.

Biz yuqorida muvozanat holatidagi temir - uglerod qotishmalarini strukturasiga va kimyoviy tarkibiga ko'ra klassifikatsiyaladi. Aytdikki hamma temir uglerod qotishmalari uglerod miqdoriga qarab ikkita katta guruhga bo'linadi dedik. Demak cho'yanlarda uglerod miqdori 2,14% ko'p bo'lar ekan. Lekin uglerod cho'yanlarda qattiq eritma holatida, kimyoviy birikma holatida hamda, sof - grafit holatida uchrashi mumkin. Sementit cho'yanga yaltiroq tus beradi. Shuning uchun asosiy uglerod strukturada kimyoviy birikma holatida bo'lsa, bunday cho'yanlar oq cho'yanlar deb ataladi. Agar uglerod cho'yanda sof - grafit holatida bo'lsa, bunday cho'yan rangi kulrang bo'ladi. Shuning uchun bunday cho'yanlarni nomini kulrang cho'yan deb ataladi. Lekin, uglerodni cho'yan strukturasi sof - grafit holatida bo'lishi uning mexanik xossalarini beqaror o'zgartiradi. Cho'yanlarda grafit xususiyatini parchalash natijasida paydo bo'ladi va asosan u ajralish yuzalariga yoyiladi. Demak, sementitni grafitga parchalash va grafit formasi cho'yan xossalari belgilaydi. Shuning uchun ajralish yuzalarida yoyilayotgan grafit formasi uni hosil qilish usullariga qarab mashinasozlik cho'yanlarini 3 guruhga bo'lish mumkin: kulrang, yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan sharsimon fafitli hamda bog'lanuvchan cho'yanlar. Oq cho'yanlardagi sementitni sof grafitga parchalash protsessiga grafit hosil qilish protsessi deb ataladi. Umuman olganda cho'yanlarda stabil faza - grafitni hosil qilish to'g'ridan-to'g'ri suyuq (qattiq) qotishmadan ajratish mumkin yoki sementitni yonida stabil grafit fazapi hosil qilinganda temir-uglerod holat diagrammasida bir necha gradus temperatura farqi bilan faza o'zgarish chiziqlariga parallel chiziqlar hosil qilinadi, ya'ni metastabil temir-uglerod diagrammasi hosil bo'ladi. Lekin suyuq fazada (yoki austenitda) grafit hosil bo'lishiga qaraganda metastabil sementitni hosil bo'lishi osonroq. Grafit juda sokinlik bilan sovutilgandagina hosil bo'lishi mumkin. Shuning uchun, juda sekin sovutilganda (austenitda) ham grafit ajralib chiqib ferrit bilan mexanik aralashma hosil qilishi mumkin.



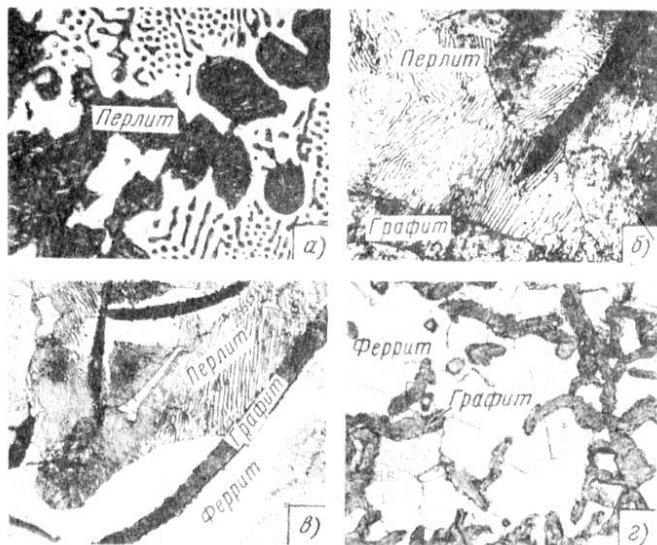
(A → F+G). Kulrang cho'yanlarda asosan fafit suyuq fazani kristallanishi natijasida hosil bo'ladi. Austenitdan parchalanayotgan grafit mustaqil ajralmasdan, balki qo'shimchalar ustida hosil bo'ladi. Sementit strukturasiga ega bo'lgan cho'yanni uzoq va yuqori temperaturada qizdirilsa, sementitni fafitga parchalanishi mumkin. Cho'yanni yuqori temperaturaga qizdirilgandan avval sementit to'la austenitda erishi kerak, ya'ni gomogen austenit fazasini hosil qilish kerak. Ana shundan keyin asta-sekin sovutilsa avval A → A+G so'ngra A → F+G hosil bo'ladi. Bunda grafit fazasini o'sishi austenit-grafit chegarasidagi uglerod atomlarini diffuziyanishi orqali bo'ladi. Shu bilan bir qatorda temir atomlari ham ugleroddagi diffuziya orqali ajraladi, bu ham o'z navbatida fafitni o'sishiga olib keladi. Evtektoid temperaturasidagi pastdan fafitni ajralib chiqishi ham xuddi yuqorida ko'rilgan mexanizmiga bo'ysunadi, lekin bunda fafit ferrit-fafit

chegarasidagi ferritdan fafitga qarab diffuziyanadi va ferrit esa fafit fazasidan ajraladi. Shunday qilib fazalar qayta taqsimlanib ferrit-fafit mexanik aralashmasini hosil qiladi.

Kulraig cho`yan umuman olganda temir, kremniy, uglerod uchlamchi sistemaga mansubdir, lekin bu elementlardan tashqari albatta marganes, fosfor va oltingugurt kabi qo`shimchalar bo`ladi. Kulrang cho`yanlarga qarab hamma uglerod yoki uning aksariyatini ko`p qismi sof fafit holatida bo`ladi. Kulrang cho`yanlarni strukturasini xarakterli tarafi shundan iboratki, fafit yoyilgan plastinkasimon, ko`ndalang kesimda chuvalchangsimon shaklda bo`ladi. Kulrang cho`yanlarda uglerod miqdori qancha ko`p bo`lsa, uning shuncha mexanik xossalari past bo`ladi. Shuning uchun amalda asosan evtektikadan oldingi (2,4-3,8% C) cho`yanlar qo`llaniladi. Umuman cho`yanlarda uglerod miqdori 3,8% oshmaydi. Lekin agar cho`yanda uglerod miqdori 2,4% kam bo`lsa, uning suyuq holda oquvchanligi yomon bo`ladi.

Cho`yanni mexanik xossasi uning strukturasiga bog`liq, asosan fafit, miqdori va formasiga bog`liq. Cho`yanni temir matritsaga ega bo`lgan kesiklardan iborat bo`lgan po`lat deb qarash mumkin. Bunday kesiklar (podrezlar) materialning metall asosini mustahkamligini kamaytiradi. Shuning uchun mexanik xossalar kesik miqdori, o`lchamlari (geometriyasi) va matritsada taqsimlanish xarakteriga bog`liq bo`ladi, demak shuncha bir - biridan ajralgan holda bo`ladi, cho`yanni mexanik xossasi yuqori bo`ladi. Katta to`g`ri chiziqli yirik fafit to`plamlari metall asosida ko`proq hajmni agallaydi, demak cho`yan xossalari past bo`ladi.

Grafit plastinkalari cho`yanning cho`zilishiga bo`lgan mustahkamligini kamaytirali, ayniksa plastikligini kamaytiradi. Metall asosini qanday strukturaga ega. Bo`lishidan qat`iy nazar kulrang cho`yanlarni nisbiy cho`zilishi 0 ga teng yoki juda kam ( $<0,5\%$ ) bo`lali.



Siqilishdagi mustahkamlikka va qattiqlikka grafitni ta'siri kam, asosan metall matritsani strukturasiga bog`liq. Lekin cho`yan siqilishga sinalganda anchagina deformatsiyanadi va yemirilish yo`nalishi chiziqlari  $45^\circ$ ni tashkil qiladi. Yemirilish kuchlanishi, cho`yan siqilishiga sinalganda, cho`zilishdagi yemirilish kuchlanishidan qariyb 3,5 barobar oshiq bo`ladi. Shuning uchun cho`yanlar konstruksiyalarda siqilishga ishlashni mo`ljallash kerak. Cho`yan egilishiga ishlayotganda ham grafit plastinkalari cho`zilishdagiga qaraganda kamroq ta'sir qiladi, chunki egilishda namunaning bir qismi siqilishga ham ishlaydi. Egilishdagi mustahkamlik cho`zilish va siqilishdagi mustahkamliklar orasida turadi. Kulrang cho`yanlarning qattiqligi $HB=143-255$ (1430-2550 MPa).

Grafit metall matritsani bir butunligini buzganligi uchun, cho`yanlarda har xil to`plangan kuchlanishlar ta'sirini kamaytiradi. Masalan yemirilishga yuza nuqsonlar, darzlar buyinchalarni ta'siri kamayadi. Shuning uchun detalni mustahkamligiga detal konstruksiyasi (geometriyani murakkabligiga) ta'siri kam bo`ladi. Cho`yandagi grafit ishqalanishdan yuzlariga oson

ko`chganligi uchun ishqalanishga yaxshi ishlaydi, ya'ni grafit quruq moylovchi rolini o`ynab, detalni yemirilishini kamaytiradi.

Kulrang cho`yanlar strukturasiga kremniy katta ta'sir ko`rsatadi. Shuning uchun muvozanatdagi strukturani analiz qilishda uchlamchi diagrammadan MP-5GS foydalanish kerak. Umuman kulrang cho`yanlarda grafitni miqdori 1,2-3,5% bo`ladi. Cho`yanda qancha kremniy ko`p bo`lsa, evtektoid temperatura intervali shuncha yuqoriroq bo`ladi. Kremniy qo`shilganda uglerodni temirda erishi kamayadi, natijada austenit oblastini mavjudlik kengligi kamayadi, ya'ni hamda E nuqtalar chap tarafga qarab suriladi. Bundan tashqari kremniy evtektik qotishmada uglerodni miqdorini kamaytiradi, ya'ni har bir protsent kremniy evtektikdagi uglerod miqdorini 3% ga kamaytiradi. Natijada S nuqta ham chapga qarab suriladi.

Masalan kremniy elementi qo`shilmagan cho`yan uchun evtektik nuqtaga 4,3% C to`g`ri kelsa, cho`yanga 4% kremniy qo`shilsa, evtektik nuqtaga mos keladigan uglerod miqdori 3,1% ni tashkil qiladi. Demak evtektikadan uglerod qancha kam bo`lsa, cho`yanda shuncha uglerod sof grafit holatida bo`ladi.

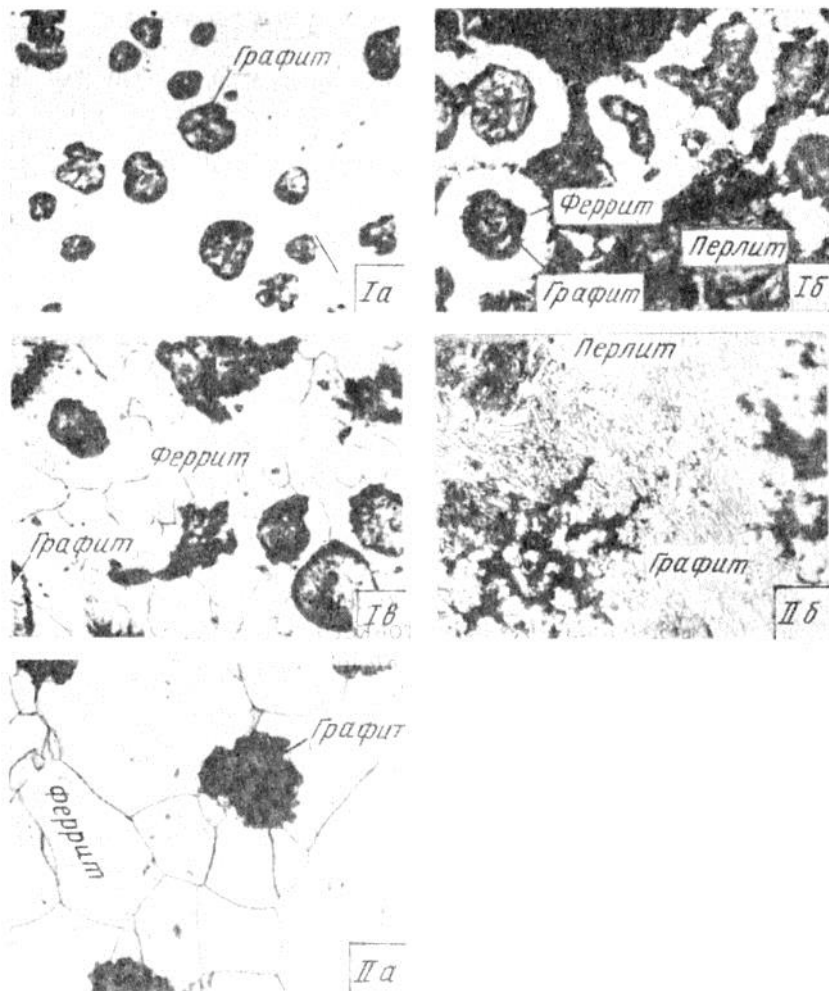
Albatta cho`yanlarni real sharoitda sovutganimizda hosil bo`layotgan fazalar holat diagrammasidagi fazalardan farq qiladi. Real sharoitdagi cho`yanlarda hosil bo`lgan quymalar, cho`yanni kimyoviy tarkibiga bog`liq, ya'ni uglerod va kremniy miqdoriga va kristallanish sharoitiga bog`liq bo`ladi.

Kremniy grafitga parchalanish jarayonini osonlashtiradi, ya'ni sovutish tezligini kamaytirish bilan ekvivalentdir. Shuning uchun cho`yanda bir tarafdin kremniy miqdorini o`zgartirish bilan, ikkinchi tarafdin sovutish tezligini boshqarish bilan har xil metall asosidagi strukturaga ega bo`lgan cho`yanlarni olish mumkin bo`ladi.

Real sharoitda strukturada uglerodning qanday holatda bo`lishga qarab cho`yanlar quyidagacha bo`lishi mumkin:

1. Uglerod butunlay sementit holatda bo`lsa, bunday cho`yanlarga oq deb ataladi. Bunday cho`yanlar strukturasida - perlit, ledeburit va sementitdan iborat bo`ladi.
2. Strukturada uglerodni ko`proq qismi (-0,8%) sementit holatida bo`lib, qolgan qismi esa grafit holatida bo`lsa, bunday cho`yanlar yarim oq cho`yanlar deb ataladi. Bunday cho`yan strukturasida - perlit, ledeburit va plastinkasimon grafitdan iborat bo`ladi.
3. Agar matritsa strukturasida, ya'ni temir asosan faqat perlitdan iborat bo`lsa, bunday cho`yanlar perlitli kulrang cho`yan deb ataladi. Uning strukturasida perlit va grafitdan iborat bo`ladi. Perlit tarkibiga uglerod (0,7-0,8%) holatida bo`ladi.
4. Agar matritsa ferrit va perlitdan iborat bo`lsa, ferrit perlitli kulrang cho`yan deb ataladi. Bunday cho`yanlarda kimyoviy bog`langan holda uglerodni 0,7% dan to 0,1% gacha bo`lishi mumkin.
5. Ferritli kulrang cho`yanlar strukturasida ferrit va grafitdan iborat bo`ladi. Shuning uchun uglerod hammasi grafit holatida bo`ladi.

Uglerod va kremniyning aniq bir tarkibida grafit parchalanishi qancha sekin sovutilsa shuncha to`la bo`ladi. Ishlab chiqarish sharoitida buni detalni kalinligini hisobga olish usuli bilan boshqari mumkin. Agar detal qancha yupqa bo`lsa, shuncha tez soviydi, demak grafitga to`la parchalanish uchun bundan detal materiali tarkibida kremniy miqdorini oshirish kerak.



Cho`yanlarda marganes miqdoriga 1,24-1,4% dan oshmasligi kerak. Chunki marganes grafitda parchalanishni qiyinlashtiradi va aksincha oq cho`yan strukturasini hosil bo`lishini mayinligini oshiradi. Shuningdek oltingugurt ham grafit hosil bo`lishini qiyinlashtiradi, hosil bo`lgan grafit donachalarini (plastinkalarini) o`stirishga yordam beradi. Shuning uchun oltingugurt miqdori 0,1-0,2% dan oshmasligi kerak. Oltingugurt temir, marganes elementlari bilan sulfidlarni hosil qilib (GE5, MP5) sulfidlar esa temir bilan past temperaturali evtektik mexanik aralashmalarni hosil qiladi. Kulrang cho`yanlarda fosforni miqdori umuman 0,2% dan oshmaydi. Lekin fosfor grafit hosil bo`lish jarayoniga ta'sir ko`rsatmaydi. Ba'zi bir naytda fosforni miqdorini ataylab 0,4-0,5 gacha ataylab oshirishadi, chunki bunda cho`yan strukturasida evtektik mexanik aralashma (Fe_2P +austenit) hosil bo`ladi, oq cho`yanlarda esa uchlamchi evtektik mexanik aralashma hosil bo`ladi ( $\text{Fe}_3\text{C}$ +  $\text{Fe}_2\text{P}$ +austenit). Bunday evtektikani hosil bo`lishi cho`yanning suyuq holda oquvchanligini yaxshilaydi.

Cho`yanni antifriksion xossalari metall asos strukturasiga bog`liq, ya'ni perlit va ferrit nisbatiga bog`liq hamda grafit miqdori va formasiga bog`liq. Bunday cho`yanlarga qo`yiladigan talablar albatta birinchidan kam yoyilishi kerak, ikkinchidan ishqalanish koeffisienti ham kichik bo`lishi kerak. Antifriksion cho`yanlar AЧ deb belgilanadi va quyidagi markalarda bo`lishi mumkin:

AЧC . 1(3,2-3,6%; 1,3 - 2,0% C ; 0,6 - 1,2 Мр;

0,15~0,3%R; <0,12%) ЧAC - 2, ЧAC-3.

ЧAC - 1 va ЧAC - 2 perlit asosdagi cho`yanlar toblangan yoki normallangan po`latdagi qilingan vallar bilan birga ishqalanish juftlarida yaxshi ishlash; ЧAC - 3 cho`yanlari toblanmagan vallar bilan ham yaxshi ishlaydi.

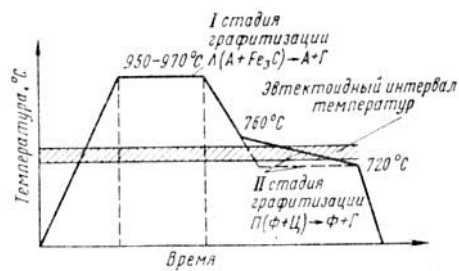
Fosfor miqdori ataylab ko`paytirilgan (0,3-0,5%) perlit asosdagi cho`yanlardan porshen halqalari yasaladi. Bunday cho`yanlar ishqalanishga bardoshligi yaxshi bo`ladi, chunki perlit asos mayda bo`lib, grafit fazasi fosfor evtektikasi ajratib turadi. Yuqori mustahkamlikka ega

bo'lgan sharsimon grafitli cho'yanlar ozgina ishqoriy metallar qo'shib olinadi. Ko'pincha 0,30-0,07 % magniy qo'shib olinadi. Qolgan elementlarni miqdori bilan bu cho'yan kulrang cho'yandan farq qilmaydi. Magniy ta'siri ostida cho'yandagi grafit sharsimon formaga ega bo'ladi. Sharsimon grafit hajmi cho'yanda o'zgarmagan solishtirma yuzasi kam bo'ladi. Grafit sharsimon bo'lganligi uchun ichki kuchlanishlari to'planishiga yo'l qo'ymaydi. Sharsimon grafitga ega bo'lgan cho'yanlar yuqori mexanik xossa ega, hattoki quyma uglerodli po'lat xossalariiga yaqinlashadi. Lekin shu bilan bir qatorda bunday cho'yanlar suyuq holda oquvchanligi saqlanib qoladi, yaxshi kesib ishlanadi, tebranishlar yutish xususiyatiga ega, ishqalanib yemirilishga bardoshligi katta. Bunday cho'yanlarni odatdagi tarkibi 2,7 - 3,7% C, 1,6-2,7% Si, 0,5-0,6% Mn, 10^{-2} 0,10% P, $R < 0,1\%$. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar B4 harflari bilan belgilanib, undan keyingi son bilan cho'zilishdagi mustahkamligini ko'rsatadi. Orada tere qo'yilib prosent hisobida nisbiy cho'zilishi ko'rsatiladi. B450-2, B460-2, B470-3, B480-3. Agar metall asos perlit bilan ferritdan iborat bo'lsa, nisbiy uzayish ancha ortadi. B445-5; B438-17; B442-12 (ferrit asosli). Ichki termik kuchlarni olish uchun termik ishlov beriladi.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar quyma holda sanoatda keng qo'llaniladi. Masalan avtomobil va dvigatellarni tirsakli vallari tayyorlanadi. Korpusli detallar, prokat stanoklarining detallari va xokazo detallar tayyorlanadi. Kimyo va neft sanoatida korpusli detallarni yasashda ko'p ishlatiladi. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlardan tirsakli vallar yasalganda struktura donachali perlit qilib olinadi, chunki bunda mexanik xossalari yaxshi bo'ladi. Strukturada donachali perlit olish uchun cho'yanga maxsus termik ishlov beriladi, ya'ni 600°C da qizdiriladi va bir ozdan so'ng temperatura 725°C gacha qizliriladi va shu temperaturada uzoq vaqt ushlab turiladi. Ikkita markada yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar bor:

ЛЧБ -1 (2,8-3,5% C; 1,8-2,7% Si; 0,5-1,2% Mn; $Si < 0,7$) - perlit strukturasiga ega va ЛЧБ -2 esa ferrit bilan perlitdan iborat. ЛЧБ -1 toblangan po'lat birgalikda ЛЧБ -2 esa toblanmagan po'lat bilan birgalikda ishlaydi. Oq cho'yanni yuqori temperaturada uzoq vaqt ushlab turib, so'ngra sekin sovutilsa, ajralib chiqayotgan grafit formasi ponasimon bo'ladi. Aslida bunday cho'yanlarni bog'lab bo'lmaydi, grafitni formasi paxtasimon bo'lganligi uchun, kulrang cho'yanlarga nisbatan plastikligi katta, ana shu plastiklikni xarakterlash uchun bog'lanuvchan cho'yan deb ataladi. Bu cho'yanni metall asosi ferritli yoki perlitli bo'lishi mumkin. Ferritli bog'lanuvchan cho'yan yuqori plastiklikka ega va mashinasozlikda ko'p qo'llaniladi. Bog'lanuvchav cho'yanni hosil qilish uchun oq cho'yan kimyoviy tarkibi quyidagicha tanlanadi: 2,5-30% C; 0,7-1,5% Si; 0,3-1,0% Mn; oltingugurt 0,12% va fosfor $< 0,1\%$. Cho'yanga uglerod va kremniy miqdori kamroq bo'lgani ma'qul, chunki uglerod kam bo'lsa, grafit kam bo'lib cho'yan plastikligi ortadi. Kremniy kamroq bo'lganda grafit plastinkasimon shakllanish bo'lgan. Quyma cho'yandan tayyorlangan detallarning devorlarini qalinligi 40-50 mm dan oshmasligi kerak, aks holda detalning o'rtacha qismida plastinkasimon grafit hosil bo'ladi. Grafit kesib ishlash sharoitini ham yaxshilaydi. Metall qirqadigan stanoklarda cho'yanlarga ishlov berilayotganda qirindi maylalanib chiqadi. Bu esa ish protsessini sekinlashtiradi. Cho'yanlarning mustahkamligi asosan metall asosga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun, metall asos perlit strukturadan iborat bo'lsa, eng katta mustahkamlikka ega bo'ladi. Agar metall asosda ($1 > ferrit$ ham bo'lsa, plastiklikka ko'p ta'sir bo'lmagan holda mustahkamligini kamaytiradi, ishqalanishdagi yemirilish darajasi ham katta bo'ladi. Shuning uchun ferrit asosga ega bo'lgan kulrang cho'yanlar eng kam mustahkamlikka ega. Kulrang cho'yanlar GOST-1412-79 asosan markalanadi. Ulchr C4-15 harflari bilan belgilanadi, 15 raqami cho'zilishdagi o'rtacha mustahkamlikni bildiradi (kg/mm²).

O'z xossalari va qo'llash sohalari bo'yicha kulrang cho'yanlarning bir necha turlari mavjud. Cho'yan xossalari asosan metall asosga (matritsaga) bog'liq.



Metall asosli ferrit va perlitdan iborat boʻlgan choʻyanlar javobgarligi kamroq boʻlgan va devor kalinaligi 10-30 mm boʻlgan detallarni yasashda qoʻllaniladi. Ular CЧ 10, CЧ 15 deb markalanadi. Demak, bunday choʻyanlarni choʻzilishdagi oʻrtacha mustahkamligi 10-15 kg/mm: yoki 100-150 MPa, siqilishdagi mustahkamlik esa chuzilishdagi mustahkamlikdan ikki barobardan koʻp boʻladi.

Nazorat savollari.

1. Temir sementit holat diagrammasida qanday fazalar mavjud va ularni taʼriflang?
2. Evtektoidgacha boʻlgan poʻlat strukturasi qanday?
3. Perlit deb nimaga aytiladi?
4. Sementit nima?
5. Evtektika deb nimaga aytiladi?
6. Sovish egri chizigʻi qanday koʻriladi?
7. Choʻyan deb qanday qotishmaga aytiladi?
8. Choʻyan strukturasi uglerod qanday koʻrinishda mavjud?
9. Kulrang choʻyan tamgʻasini yozib, uning xossalari tushuntiring.
10. Puxtaligi choʻyan qanday olinadi va qayerda ishlatiladi?
11. Bolgʻanuvchi choʻyan qanday olinadi?
12. Grafitning qanday shakllarini bilasiz?

Adabiyotlar: [1] 90-106 bet, [2] M8-134bet, [3] 55-61 bet, [4] 118-129 bet.

Adabiyotlar: [1] 159-1b4 bet, [2] 144 156 bet, [3] 169-175 bet, [4] 140-145 bet.

4-ma'ruza: Temir qotishmalarida faza o'zgarishi yoki po'latlarni termik ishlash nazariyasi.

Ma'ruzaning rejasi:

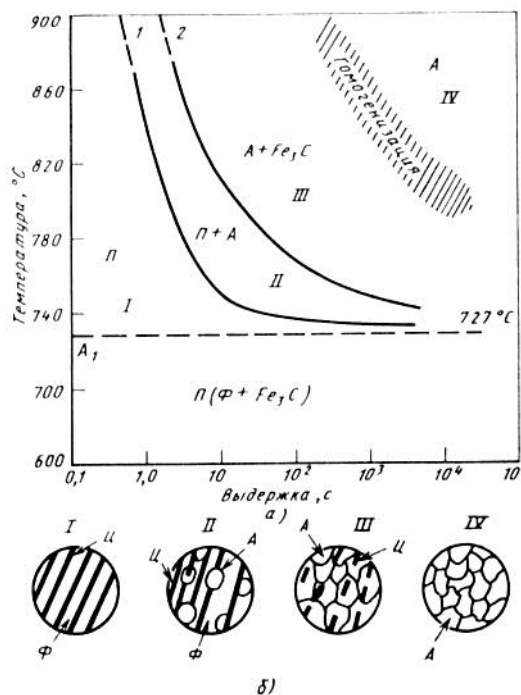
1. Po'latlarni qizdirganda faza o'zgarishi.
2. Austenit holatiga qizdirilgan po'latlarda donachani o'sishi.
3. O'ta sovutilgan austenitning parchalanishi.
4. Perlitga parchalanish.
5. Po'latlarda martensitga parchalanish.
6. Legirlangan po'latlarda austenitni izotermik parchalanish diagrammasi.
7. To'xtovsiz sovutilganda austenitni parchalanishi.
8. Oraliq parchalanish yoki beynitta parchalanish.
9. Martensitni va qoldiq austenitni qayta qizdirishda ro'y beradigan o'zgarishlar.

Tayanch so'zlar va iboralar.

Qizdirganda austenitni hosil bo'lishi, kritik temperatura, donachalarning o'sishi, o'ta qizish, o'ta quyish, austenitning izotermik parchalanishi, kritik tezlik, diffuzion parchalanish mahsulotlari. Martensit, uzluksiz sovutish, tetragonal panjara, qoldiq austenit, beynit, po'latlarni bo'shatish, bo'shatilgan martensit, bo'shatilgan trostit.

Po'latning xossalarini o'zgartirish maqsadida uni ma'lum bir temperaturagacha qizdirib har xil tezlikda sovutiladi. Bunday texnologik protsess termik ishlash deb ataladi. Termik ishlashni juda ko'p turlari po'lat austenit holatigacha qizdiriladi. Austenitni hosil bo'lishi diffuzion protsess bo'lib, kristallanish nazariyasi qonunlariga bo'ysunadi. Po'latni muvozanat holatidagi perlit-sementit strukturasi qizdirish natijasida austenit fazasini hosil bo'lish mexanizmini kuzatish uchun perlit (ferrit+sementit) strukturasi po'latda kuzatish qulay. Demak, tarkibida 0,8% uglerod bo'lgan po'latni AC_1 temperaturasigacha qizdirsak, po'lat tarkibidagi seimentitning bir qismi ferritda eriydi. Bunda ferrit fazasida uglerodning erish miqdori PO chiziqli bo'yicha bo'ladi. Agar temperaturani T darajagacha ko'tarsak, ferritda uglerodni erishi ham ortadi. Bunday ferrit barqaror bo'lmay qoladi va austenitga parchalanadi, chunki bu temperaturada endi austenit struyurasi barqaror bo'ladi.

Shunday qilib, AC_1 nuqtadan yuqoriroq temperaturada austenit mavjud bo'lib, uning tarkibida 0,8% uglerod bo'ladi. Uning kritik markazlarining hosil bo'lishi fluktatsiya usuli bilan bo'ladi. Gap shundaki, ferritni seimentit bilan bo'lgan chegarasida fluktatsiya - har xil sostavga ega bo'lgan fazalar hosil bo'ladi. Ana shu fluktatsion jarayon markazlarini hosil qiladi, chunki seimentitda uglerod strukturaga diffuziyalanadi. Ba'zi bir olimlar ana shu fluktatsion markazda siljish mexanizmi bo'ylab polimorf ($\alpha \rightarrow \gamma$) o'zgarish ro'y beradi deb tushunishadi, chunki, a temir va u temir elementar kristall panjaralar konkret bog'langan bo'lishi mumkin. Tug'ma (zarodish) hosil bo'lishi bilan siljish mexanizmi tugaydi va markaz normal o'sa boshlaydi, natijada austenit o'z yo'nalish o'qi bo'ylab hosil bo'la boshlaydi.



Ferrit sementit fazalari yoʻqolgandan keyin, tabiiyki ular oʻrtasidagi ajralish yuzalari ham yoʻqoladi. Endi faqat austenit donachalari oʻsishi mumkin. Agar temperaturani yana yuqoriroqqa koʻtarsak yoki AC_1 dan yuqoriroq temperaturada ushlab tursak, austenit donachalari oʻsish xususiyatiga ega boʻladi, chunki termodinamik nuqtai nazardan ajralish yuzalari koʻp boʻlganligi uchun sof energiya katta boʻladi, uni kamaytirishga harakat qiladi. Demak ichki sof energiya ajralish yuzalari kamaytirish orqali kamayadi, yaʼni donachalar yiriklashadi.

Donachalar oʻsish mexanizmi asosan donacha chegarasidan atomlarni diffuziyalanishiga asoslanadi. Demak donachalarni oʻsishi diffuziya tezligiga bogʻliq. Qizdirish natijasida hosil boʻlgan gamogen donacha oʻlchamlari sovutish natijasida oʻzgarmaydi albatta. Lekin bir markazga ega boʻlgan poʻlat donachasi qizdirganda oʻsishi yoki oʻsmasligi mumkin. Bu poʻlat olish sharoitiga bogʻliq boʻladi. Shuning uchun donachalarni oʻsish oʻsmasligiga qarab poʻlatlarni 2 guruhga boʻlish mumkin: tabiati mayda donachali va tabiati yirik donachali poʻlatlar.

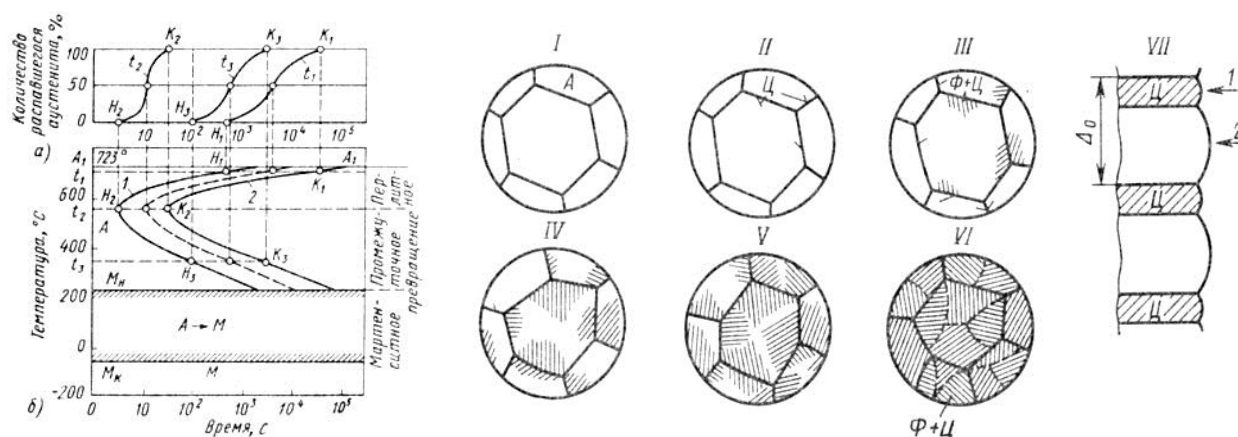
Tabiati mayda donachali poʻlat boʻlsa, 950-1000°C qizdirilganda donacha sezilarli oʻsmaydi, lekin undan yuqoriroq temperaturaga qizdirilganda tez oʻsishi mumkin. Donachalarni oʻsish tezligi har xilligi-poʻlat olishdan achitish prosessiga va uni tarkibiga bogʻliq boʻladi. Achitish protsessida ferroaliuminiy qoʻshilgan poʻlatlarda mayda A_1K fazasi hosil boʻladi va bu faza austenitni oʻsishiga xalaqit beradi. Natijada nasli donachasi maydali poʻlat boʻladi. Shuni ham aytish kerakki, har xil legirlovchi element austenitni oʻsishiga toʻsqinlik qiladi, chunki atomlarni diffuziya tezligi kamaytiradi.

Shuning uchun donacha oʻlchamini toblash texnologiyasini tanlanayotganda albatta hisobga olish kerak. Donachalarni oʻlchamlarini bir tekisda boʻlmasligi ham konstruktiv mustahkamlikni kamaytiradi. Chunki unda ichki kuchlanish bor.

Martensit deb uglerodni temirdagi toʻyintirilgan qattiq eritmasiga aytiladi. Agar normal temperaturada uglerod temirda 0,02% gacha eriy olsa (ferrit) martensitda esa uglerod austenitda

qancha bo'lsa, shunchaligicha qoladi, ya'ni 2,14% gacha bo'lishi mumkin. Uglerod temir panjarasida oktoedr shaklida bo'shliqlarga joylashgan bo'lib, temir kristall panjarasini bir tarafga qarab suradi. Shuning uchun martensit kristall panjarasi tetragonal shakliga ega. Uglerod po'latda qancha ko'p bo'lsa, shuncha tetragonallik ortadi, kristall panjara asosi kichrayadi, ya'ni $a=v$ kamayadi, C esa ortadi. Demak qancha uglerod ko'p bo'lsa, C/a nisbati shuncha katta bo'ladi. Imperik ravishda tetragonallik bilan uglerod miqdori (massasi) bo'yicha quyidagicha bog'lanish mavjud $s/a = 1 + 0,046 C\%$. Bu yerda $C\%$ uglerod % miqdori.

Parchalanishning martensit mexanizmi. Austenit juda katta o'ta sovutilganda diffuzion protsesslar o'ta olmaydi, natijada martensit struktura hosil bo'ladi, ya'ni sovutish tezligi shunday bo'lish kerakki diffuziyani to'xtata olishi kerak. Martensit strukturasini atomlarni austenit-martensit chegarasida qayta taqsimlanishi natijasida vujudga kelmaganligi uchun, uni bir komponentli jismda faza o'zgarishi jarayoni deb qarash kerak. Martensit shunda hosil bo'ladiki, qachonki uning erkinlik darajasi austenitni erkinlik darajasidan kichigi bo'lganda. Bu austenitni nazariy kristallanish temperaturasidan sovutilgan sodir bo'lishi mumkin. Martensitga parchalanish boshlanishi uchun, o'ta sovutish yetarli darajada bo'lishi kerak, qachonki austenit va martensitni sof erkinlik energiyani o'zgarishi D , yuzaning va elastiklikning sof energiyalarini o'zgarishidan katta bo'lishi kerak. Xuddi shunday hodisa qizdirilganda ham bo'ladi.



Lekin qizdirishda martensitni austenitga aylanishi kuzatilmaydi. Chunki qizdirilganda diffuziya oldin paydo bo'lib, martensitning ferrit perlit strukturasini parchalanadi. Austenit martensitga parchalanishi va teskarisi - martensitni austenitga parchalanishi M_k N_k va A_c , K_k temperatura intervallarida o'tadi va bu interval austenitni deformatsiyalanishi ham parchalanishiga olib keladi. Lekin martensit deformatsiya martensiti deb ataladi. Martensitga parchalanishni martensit mexanizmi atomlari kooperativ bir yo'nalish bo'yicha siljishi natijasida panjara qayta ko'riladi. Ayrim atomlar bir atom masofadan kam masofaga kuchadi, lekin Gp qo'shni atomlar holati o'zgarmagan holda ajralish yuzasidan qancha ichkari bo'lsa, absolyut siljish shuncha katta bo'ladi. Bu esa makroskopik siljishga olib keladi, uning tashqi ko'rinishi metall namunasini yuzasida ninasimon mikrorelf holida bo'ladi. Martensitga kristallarni hosil bo'lishida ma'lum yo'nalishlarda u austenit kristallariga yondoshgan bo'lib, martensit kristalli bilan austenit asos bo'ladi. Martensit kristallari matrisani nuqson joylarida ham uglerodga kam bog'langan donacha, ya'ni fluktatsion holati ro'y bergan joylarda paydo bo'ladi. Martensit kristalli panjarasi bilan austenit kristall panjarasi o'rtasida kogerent bog'lanishi saqlanib turgan davrda martensit markazlari hosil bo'lishi tezligi hali katta bo'ladi.

Martensitni hosil bo'lishida atomlarning kooperativ siljish mavjud ekan, martensitni hosil bo'lishi hattoki absolyut 0° gacha tez boradi. Martensitni va austenitni hajmi bir-biridan farq qilgani uchun, martensitni o'sish davrida vujudga kelgan ichki kuchlanishlar natijada 2 kristall panjara kogerentlik yo'qolib yangi kristall panjara o'sib ajralish yuzalariga yaqinlashganda, yangi kristallda yana nuqsonlar yog'ilib boradi. Kogerentlik yo'qolishi bilan austenitdan martensitga atomlarni tartibli taxlanishi yo'qoladi va martensitni o'sishi to'xtaydi.

Elastiklikning sof energiyasi natijasida ham martensitni o'sishi to'xtashi mumkin. Bu holda yangi martensit fazasi bilan matritsa orasida termoelastik muvozanat vujudga kelishi mumkin. Temperatura sof erkinlik darajasi va martensit kristallari kamayadi, agar temperatura pasaysa hajmi sof erkinlik darajasi va martensit o'sadi. Kogerentlik buzilmaguncha va yangi termoelastik muvozanat vujudga kelmaguncha shunday bo'laveradi.

Termoelastik muvozanatni 1949 yilda G.V.Kurdyumov va A.G.Xandr tomonidan topilgan. Bu kashfiyot Kurdyumov effekti deb ham ataladi. Parchalanishi borishi natijasida martensit kristallari paydo bo'liveradi.

Martensit kristallari lk kristallarini joylanishi bog'liq bo'ladi. Shuning uchun martensiti o'sishi har xil kristallografik yo'nalishlari har xil bo'ladi. Buning natijasi I martensit kristallari plastinkasimon bo'lad i va ma'lum qonuniyat bo'yicha faza austenitni tuzilishi bo'yicha joylashadi. Martensit kristallarini asosan 2 xil morfologik tipi ma'lum: paketsimon (yakka oynali taxlama va plastinkasimon (dvoynoy). Uglerodli va legirlanish po'latlarda uglerod miqdori 0,5 bo'lsa martensit parchalanish nuqtasi ancha yuqori temperatura I bo'lsa martensit paketsimon (taxlama) bo'ladi. Bunday kristallar ipka (0,1-0,2) MKM reykalardan (qatlamlardan) iborat bo'ladi. Guruh parallel kristal har paketini hosil qiladi. Har bir austenit donachasida har xil yo'nalishga ega bo'lgan bir necha (2-4) paketlar hosil bo'ladi. Agar mikroskopda ko'rsak, ana shu paketlar ko'rinmaydi, balki martensit monokristal sharini chegaralari ko'rinadi. Paketlar orasida qisman martensitga parchalanmagan qoldiq austenit bo'lishi mumkin.

Martensitga parchalanish kinetikasi. Martensitga parchalanish odatda ma'lum bir temperpturadagi boshlanadi (M''). Bu temperatura chet el kitoblarida M_x tamoni bo'lish temperaturasi esa (M) (81°C) bilan belgilanadi. Martensit austenitga o'xshab izotermik parchalanmay balki ma'lum bir temperatura intervalida sovutish natijasida bo'ladi. Martensitga parchalanish uzluksiz borishi uchun M temperaturasidan pastda to'xtovsiz sovutish kerak. Agar sovutishni to'xtatsak, martensitga parchalanish ham to'xtaydi. Martensitni bunday parchalanishi perlitga parchalanishi butunlay farq qiladi. Ma'lumki perlitga parchalanish izotermik sharoitda to'la o'tishi mumkin. Po'latni M nuqtadan past temperaturada to'xtovsiz sovutilganda, martensitni miqdori qaysi temperaturagacha sovutilishiga bog'liq. Beyning tabiati. U perlit va martensit mexanizmlari orasida o'tadigan parchalanishiga oraliq parchalanishi yoki beynitga parchalanish deb adaladi.

Agar struktura yuqoriroq temperaturada hosil bo'lsa yuqori beynit, agar struktura pastroq temperaturada (350°C - M_k) hosil bo'lsa pastki beynit deb ataladi.

Oraliq parchalanish mexanizmi. Oraliq parchalanish mexanizmi perlitsimon va martensit parchalanish mexanizmlarini qismlaridan iborat bo'ladi, ya'ni austenitdan uglerod diffuzion usuli bilan qayta taqsimlanadi perlit yoki shunga o'xshash strukturada hosil bo'ladi, qisman esa martensit mexanizm bo'yicha ko'chish sodir bo'ladi martensit hosil bo'ladi. Demak natijada parchalanish ham diffuzion ham bediffuzion bo'ladi.

Beynitga parchalanish shunday temperaturada intervalida o'tadiki. qachonki temir va legirlovchi elementlarni atomlarini diffuzion ko'chishi qiyinlashadi. Uglerod diffuziya tezligi hali yuqori darajada bo'ladi. Shu bilan beynitni parchalanish boshqa parchalanishlardan farq qiladi. Boshlang'ich davrda austenitda uglerod diffuzion qayta taqsimlana boshlanadi, natijada uglerodga boy va kambag'al bo'lgan tarkib hosil bo'ladi. Uglerodga kambag'al bo'lgan austenitda agar M , temperatura shu qaralayotgan temperaturaga yetsa va o'zgarish sodir bo'ladi, ya'ni martensit hosil bo'ladi. Lekin hosil bo'lgan martensit ana shu temperaturasida bo'shatilib beynit hosil bo'ladi. Uglerodga boy bo'lgan austenitda izotermik ushlab turish jarayonida karbid ajralib chiqishi mumkin, uglerodga kambag'allanishi austenitni yana parchalanish mexanizmi martensit bo'yicha boradi. Hosil bo'lgan martensit bo'shab, yana beynit struktura hosil bo'ladi.

Beynitga parchalanishda to'xtovsiz martensit mexanizmi bajarilib turganligi uchun struktura ninasimon bo'ladi, ayniqsa pastki beynit hosil bo'lishida bu yaqqol ko'rinadi. Yuqori va pastki beynitlarni hosil bo'lish mexanizmlari bir xil, faqat uglerod konsentrasiyasini qayta taqsimlanishi bilan ajralib turadi. Beynit parchalanish ham martensit parchalanish kabi

oxirigacha bormaydi. Izotermik ushlab turish natijasida, austenit qisman martensitga parchalanishi mumkin, qisman esa qolishi ham mumkin (qoldiq austenit sifatida).

Beynit strukturali po'latni mexanik xossalari. Perlitsimon strukturaga qaraganda yuqori beynitni plastikliги kam, qattiqligi va mustahkamligi kam farq qiladi. Yuqori beynitni plastikliğini kalitiga ferrit atrofiga yiqilgan sementitdan deb qarash kerak. Pastki beynitni mexanik xossalari yuqori beynitda farq qiladi: plastikliги, mustahkamligi va zarbiy qovushqoqligi yaxshi. Austenitda diffuzion parchalanish natijasida hosil bo'lgan strukturalarga (sorbit, trostit) qaraganda ham pastki beynitni xossalari yaxshi yuqori mustahkamlikka, qattiqlikka va zarbiy qovushqoqlikka ega. Pastki beynitni bunday yaxshi xossalarga ega bo'lishiga sabab birinchidan, fazali beynitda uglerod miqdori ko'p bo'ladi va dislokatsiya zichligi ka'ra bo'ladi.

Oraliq parchalanishga asoslangan termik ishlov (izotermik) toblash po'latga fizik mexanik xossalarining eng yaxshi kompleksini ato etadi, asosan yuqori konstruktiv mustahkamlikni ta'minlaydi, shuning uchun bunday termik ishlov detallarini mustahkamligini oshirish uchun keng qo'llaniladi.

Legirlangan po'latlarda austenitni izotermik parchalanishi. Yuqorida quyilgan austenitni izotermik parchalanish diagrammasi faqat uglerodli po'latlar uchungina taaluqli edi. Legirlangan po'latlar uchun diagrammani formasi va holati o'zgaradi, chunki legirlovchi elementlar karbidlarni hosil qiladi.

Kobaltdan boshqa legirlovchi elementlar o'ta sovutilgan austenitni turg'unlik davrini oshiradi, ya'ni izotermik diagrammani uni tarafga suradi. Diagrammadagi bunday o'zgarish albatta legirlovchi elementni protsent miqdoriga bog'liq bo'ladi. Legirlovchi elementlarning bunday ta'sir etishiga sabab, ular faza o'zgarishiga ta'sir ko'rsatib uni qiyinlashtiradi, bundan tashqari maxsus karbidlarni hosil qiladi, natijada yangi struktura hosil qilish uchun faqat uglerodnigina emas, balki legirlovchi elementlar ham qayta taqsimlanishi kerak. Karbid hosil qiluvchi elementlar karbidlarga o'tishi kerak, karbid hosil qilmaydigan elementni esa ferritda erishi kerak. Perlitsimon strukturaga parchalanishda diffuziya tezligi kamayadi, chunki legirlovchi elementlar diffuziya tezligi kam, uning ustiga legirlovchi elementlarni o'zlari ham uglerodli diffuziyasiga ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari karbid hosil qiluvchi elementlar u-x o'zgarishini sekinlashtiradi, bunday faza o'zgarish esa austenitni parchalanish asosini tashkil qiladi. Oraliq parchalanish temperatura intervalida faqat uglerod diffuziyasi bo'lishi mumkin, legirlovchi elementlarni diffuziyasi bo'lmaydi. Shuning uchun bunda austenit parchalanishi natijasida to'yintirilgan qattiq eritma bilan sementit tipidagi karbidlar hosil bo'ladi, austenitda qancha legirlangan elementlar bo'lsa, karbitda ham shuncha qoladi. Shuning uchun beynitni hosil bo'lishi uchun faqat uglerodni diffuzion taqsimlanishi zarur, legirlovchi elementlar esa o'z holiga taqsimlanmay qoladi.

Agar po'lat kompleks legirlangan bo'lsa, austenitni turg'unligi oshadi (Sg, Mo, yoki Sg va h.k.). Lekin legirlovchi elementni ta'siri bir xil emas. Shunday qilib austenitni izotermik diagrammasi po'latlarda qanday faza o'zgarishlari sodir bo'lishi va o'zgarishlarni temperatura va o'ta sovutishga qanday bog'liqligini ko'rsatadi.

Austenit holatigacha qizidirilgan po'latlari to'xtovsiz sovutilganda ro'y beradigan o'zgarishlar. Austenitni A nuqtagacha sovishi va undagi sof erkinlik energiyasi past temperaturali austenitni sof energiyasiga teng, shuning uchun bu temperaturagacha hech qanday faza o'zgarish sodir bo'lmaydi. Real sovitsa ezilishiga austenitni A dan past temperaturagacha sovutsak, avval metastabil struktura hosil bo'ladi va keyingi muvozanatdagi struktura hosil bo'lishi mumkin. Sovutish tezligini oshirgan sari A nuqtaga nisbatan austenitni sovish darajasi ortib boradi. Evtektoid po'lati uchun austenitni to'xtovsiz sovutish natijasida, uni parchalanish diagrammasi qanday struktura hosil bo'lishini ko'rsatadi, metastabil va stabil strukturalarining hosil bo'lish sharoitini ko'rsatadi.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, qancha sovutish tezligi katta bo'lsa va austenitni parchalanish temperaturasi qancha past bo'lsa, shuncha mayda struktura hosil bo'ladi. Agar tezlik uncha katta bo'lmasa perlit, undan kattaroq tezliklarda sorbit va trostit strukturalari hosil

bo`ladi, ya'ni izotermik parchalanishdagi kabi, lekin izotermik parchalanishda hosil bo`ladigan beynit struktura austenitni to`xtovsiz sovitilganda hosil bo`lmaydi. Nisbatli katta tezlikda hosil bo`lgan struktura trostit bilan martensitdan iborat bo`ladi. Agar tezlik juda katta bo`lsa austenit perlitsimon struktura parchalanishi mumkin bo`lmay qoladi va u to`la martensitga parchalaniladi. Lekin austenit martensitga parchalanish oxirigacha bormaydi, shuning uchun toblangan po`lat strukturasida martensit bilan bir qatorda qoldiq austenit ham bo`ladi. Austenitni to`la martensitga (Mn) parchalash nuqtasiga sovitish tezligiga kritik deb ataladi. Boshqacha qilib aytganda martensit strukturasini hosil qilish uchun austenitni U tezlik bilan sovitish kerak.

Legirlangan po`latlarda austenitni har xil tezliklarda sovitilganda murakkab tarkibdagi strukturalar hosil bo`ladi. Bunda perlitsimon struktura bilan bir qatorda beynit, martensit hamda qoldiq austenit hosil bo`ladi. Legirlangan po`latlar uchun toblash kritik nuqtalari har xil bo`ladi, ya'ni po`latni xim tarkibiga bog`liq bo`ladi.

Martensitni va qoldiq austenitni qayta qizdirilib parchalanishi va toblangan po`latlarni A chizig`idan past temperaturada qizdirib, so`ngra asta sekin sovitishga bo`shatish deb ataladi. Ma'lumki toblangan po`lat strukturasida martensit va qoldiq austenitdan iborat bo`ladi, ya'ni metastabil struktura bo`ladi. Shuning uchun po`lat barqaror struktura ega bo`lishi uchun martensit parchalanib ferrit perlit struktura hosil bo`lishi kerak. Martensitni parchalanish tezligi bo`shatishdagi qizdirish temperaturasiga bog`liq. Martensitni A nuqtasigacha qizdirilganda uch xil bir-biridan farq qiladigan parchalanishlarni ko`rish mumkin.

Martensitni parchalanishida to $1 < 100-150^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilishda sezilarli o`zgarish yuz bermaydi. Hosil bo`lgan ye karbil mustaqil faza bo`lmasdan balki va qattiq qotishma bilan kogerent birlashgan bo`ladi.

Parchalanishni ikkinchi stadiyasi. ($100^{\circ} - 350^{\circ}\text{C}$) da martensitda karbid ajralib chiqa boshlaydi, martensitda borgan sari uglerod kamayib boradi. Lekin bu davrda uglerod diffuziyasi ortib boradi, ortiqcha uglerod ye karbid bilan birlashadi. Lekin hosil bo`lgan karbid o`zining xim tarkibi va morfologiyasi bo`yicha sementatsiyadan farq qiladi. Martensitni  $350^{\circ}\text{C}$  dan past temperaturada qizdirib, asta sekin sovitish natijasida hosil bo`lgan struktura bo`shatilgan martensit deb ataladi. Bumday martensit toblashda hosil bo`lgan martensitdan uglerod kamligi hamda plastinka shaklida va karbid borligi bilan farq qiladi. Bo`shatilgan martensitni morfologiyasi toblangan martensit morfologiyasini saqlab qoladi, lekin kogerentligi va nuqsoni kamroq bo`ladi.

Parchalanishni uchinchi stadiyasida ($350^{\circ} - 450^{\circ}\text{C}$) ichki kuchlanishlar kamayadi, alohida karbid fazasi ajralib chiqadi, ya'ni qattiq eritmalar uglerod butunlay ajralib chiqadi, lekin hosil bo`lgan karbid plastikasimon emas, balki donador bo`ladi. Demak, karbidni formasi o`zgaradi, sfera formasini qiladi. Bundan tashqari qattiq eritmada ham o`zgarish sodir bo`ladi, poligonlar hosil bo`ladi, Makro kuchlanishlar yo`qoladi. Martensitni  $350^{\circ} - 450^{\circ}\text{C}$  gradusgacha qizdirilib, so`ngra sorbit natijasida hosil bo`lgan struktura bo`shatishlari trostit deb ataladi.

Bo`shatishda uglerodli po`latlar uchun sovitish tezligi mexanik xossalarga ta`sir ko`rsatmaydi. Lekin ba'zi bir legirlangan po`latlarda bo`shatishda mo`rtlik mavjud bo`ladi. Hamma uglerodli va legirlangan $250^{\circ}-400^{\circ}\text{C}$ birinchi tur mo`rtligi paydo bo`ladi. Uni yo`qotish uchun po`latni 400°C dan yuqoriroq qizdirib sovitilgandan keyin, ikkinchi sharoitda $250^{\circ}-400^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirdsak mo`rtlik yo`qoladi. Legirlangan po`latlarda  $600^{\circ}\text{C}$  atrofida sekin sovitilganda ikkinchi tur mo`rtlik paydo bo`ladi. Uni yo`qotish uchun, tez sovitish kerak.

Nazorat savollari.

1. Ferrit-karbid strukturasida qizdirilganda qanday bosqichlarda austenitga aylanadi?
2. O`ta qizish, o`ta quyish qachon sodir bo`ladi?
3. Dona o`lchami  $5'' b^{\wedge}$ , KSU.b ga qanday ta`sir ko`rsatadi?
4. Austenitning izotermik parchalanishi qanday sodir bo`ladi?
5. Legirlovchi elementlar austenitning izotermik parchalanishiga qanday ta`sir ko`rsatadi?
6. Austenitning perlitga parchalanishida qanday strukturalar hosil bo`ladi?
7. Martensit deb nimaga aytiladi?

8. Kritik tezlik qanday tezlik?
9. Martensitning hosil bo'lishida M'' va M'' temperaturada chiziqlari qanday chiziq va unga po'lat tarkibining ta'siri?
10. Qoldiq austenitni hosil bo'lishiga sabab nima va uni qanday yo'qotiladi?
11. Austenitni beynitga aylanish mexanizmi qanday?
12. Bo'shatilgan sorbit, trostit, perlit strukturalarida qanday farq bor?

Adabiyotlar: [1] 110-117 bet, [2] 156-170 bet, [3] 89-93 bet [4] 145-154 bet.

5-ma'ruza: Termik ishlash texnologiyasi.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Termik ishlashdan maqsad va uni turlari.
2. I tur yumshatish.
3. II tur yumshatish.
4. Po'latlarni ximik-termik ishlash protsesslarining umumiy xarakteristikasi. Po'latlarni sementatsiyalash.
5. Sementatsiyalangan po'latlarga termik ishlov berish texnologiyasi
6. Po'latlarni azotlash texnologiyasi.
7. Po'latlarni yuzasini uglerod va azot bilan birgalikda to'yintirish.
8. Po'lat yuzasini metallar bilan diffuzion to'yintirish (metallizatsiya).

Tayanch so'zlar va iboralar.

Yumshatish, diffuzion yumshatish, to'la yumshatish, normallash, po'latlarni toblash turlari, bo'shatish. Sementatsiyalash, sementatsiyalangan po'lat strukturasi, oddiy termik ishlash, yuza qattqlik, azotlash, nitrosegmentatsiyalash, ionlash, diffuzion metallash.

Po'latni fizik-mexanik xossalari o'zgartirish maqsadida uni qizdirib so'ngra sovitish natijasida strukturani boshqarishga termik ishlash deb ataladi. Termik ishlash turlari maqsadga ko'ra har xil bo'lishi mumkin. Termik ishlash zagatovka yoki yarimmahsulotlarga berilishi mumkin (quyma detallarga, pokovkalarga, prokatlarga, payvandlangan detallarga va h.k.). Termik ishlash tayyor mahsulotlarga ham beriladi: yumshatish, normallash, toblash, bo'shatish. Lekin kombinatsion termik ishlashlar ham bor. Ana shuni hisobga olib barcha termik ishlash usullarini uch guruhga bo'lish mumkin:

1. Sof termik ishlash (yumshatish, normallash, toblash, bo'shatish);
2. Ximik termik ishlash (sementatsiya, azotlash va h.k.);
3. Termo-mexanik ishlov berish (yuqori temperaturali va past temperaturali termo-mexanik ishlov).1;

Lekin, hamma turdagi termik ishlovlarda sof termik ishlov beriladigan operatsiyalar bajariladi. Shuning uchun sof termik ishlov operatsiyalarini turlarini batafsil ko'rib chiqamiz. 1-tur yumshatish. Yumshatish deb detalni biror bir temperaturagacha qizdirib, so'ngra pech bilan birgalikda sovitishga aytiladi. Butun ichki kuchlanishlar minimumga kamayadi, sostav stabillashadi. Donachalar mumkin bo'lgan yirik o'lchamlarga ega bo'ladi, ya'ni mexanik xossalar mumkin bo'lgan darajada kamayadi. Qizdirishda faza o'zgarishiga qarab 2 ta turda bo'ladi.

1-tur yumshatish uchun xarakterli tomoni shundaki, qizdirish temperaturasi faza o'zgarish chizig'idan yuqoridami yoki pastdami buni ahamiyati yo'q. Bunday yumshatishdan maqsad o'zidan oldingi bo'lgan operatsiyada strukturada vujudga kelgan notekisliklar, nomuvozanat holatini barqarorlikka, muvozanat holatiga keltirishdan iboratdir. Demak, bu yumshatish gomogenlash, rekristalizatsiya va qoldiq ichki kuchlanishlardan holi bo'lish kabi protsesslarni o'z ichiga oladi.

Gomogenlash (diffuziyali yumshatish). Bunday yumshatish uglerodli va legirlangan po'latlarga beriladi. Maqsad esa quyma detallarda hosil bo'ladigan nuqsonlar dendritli va kristall ichidagi likvatsiyani yo'qotish. Chunki bunday nuqsonlar detalni mo'rtligini oshiradi, anizotropik xususiyat ato etadi, detalni ichki tuzilishidagi mayda daralarni vujudga kelishiga olib keladi.

Diffuzion yumshatish natijasida metall bo'lmagan o'zga qo'shimchalar hajmida bir tekis tarqalishiga olib keladi yoki bu qo'shimchalar protsess qattiq eritmalar hosil qiladi va yiqilgan holga keltiriladi. Dendrit likvatsiyasi ayniqsa legirlanganda po'latlarni plastikligini va zarbni qovushqoqligini kamaytiradi. Shuning uchun po'lat quymalarigina emas, balki yirik quyma

zagatovkalarga ham gomogenlash beriladi. Diffuzion tezligi katta bo'lishi uchun bunday termik ishlovda yuqori temperaturagacha qizdiriladi (1100-1200°C). Natijada butun hajm bo'yicha struktura stabillashadi, muvozanatlashadi. Diffuzion yumshatish uchun yuqori temperaturadan tashqari ko'p vaqt talab etiladi. Ayniqsa pechkaga detal ko'p joylashtirilganda diffuzion yumshatish uchun ketgan umumiy vaqt 50-100 soatga yetadi, hattoki undan ham ortadi.

Rekristallizatsion yumshatish. Bu yumshatish to'rini plastik deformatsiya temasida ko'rilgan edi. Bosim ostida ishlagan detallarda naklyop holatidan chiqarish uchun detalni rekristallizatsiya temperaturasida ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovutiladi. Qolpiq ichki kuchlanishlarni olish uchun beriladigan yumshatish quyma detallar olish uchun, payvandlangan detallarga, kesib ishlangandan keyin beriladigan termik ishlovdir. Chunki bunday operatsiyalarda bir tekis sovutilmaganligi uchun plastik deformatasiyalash bir tekisda bormaganligi uchun qoldiq ichki kuchlanishlar hosil bo'ladi. Qoldiq ichki kuchlanishlar detal o'lchamlarini o'zgartirishi mumkin, geometrik formasini kamaytirish mumkin. Bunday nuqsonlardan holi bo'lish uchun detalni 160-700°C gacha qizdirib, so'ngra sekin sovutiladi.

2-tur yumshatish (fazoviy qayta kristallanish). 2-tur yumshatish deb po'latlarni faza o'zgarish temperaturasidan yuqori temperaturaga qizdirib, o'sha temperaturada biroz ushlab turib, so'ngra sekin sovutishga aytiladi. Bunda faza o'zgarish ro'y bergani uchun, po'lat strukturasini sovutilgandan keyin muvozanat holatiga yaqin holatga keladi: evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda F+P evtektoid po'latlarida perlit, evtektoiddan keyingi po'latlarda P+SG hosil bo'ladi. Yumshatilgandan keyin po'lat qattiqligi kam va plastikligi ko'p bo'ladi. To'la yumshatish po'latni A[^] dan 30-50°C yuqori temperaturagacha qizdirib, o'sha temperaturada biroz ushlab turib, faza o'zgarish tamom bo'lgandan so'ngra sekinlik bilan sovutiladi, Bunday yumshatishda faza o'zgarishlari to'laligicha o'tadi. Po'latni A[^] dan 30-50°C yuqorigacha qizdirganimizda austenit mayda donachali bo'ladi, sovutilganda esa ana shu mayda donacha saqlanib qoladi. Agar po'latni A[^] dan haddan tashqari yuqoriroq temperaturagacha qizdirsak, austenit donachalari o'sishi mumkin. Bu esa po'lat xossalarini yomonlashtiradi. Agar avvalgi struktura tartibli bo'lsa, (martensit, beynit), austenitda ancha shu tarkib va forma saqlanib qoladi.

Ximik termik ishlash deganda po'lat yuzasiga termik ta'sirida bir yoki bir necha elementlar bilan diffuzion boyitib miqdor o'zgarishlar tufayli sifat o'zgarishga olib keladigan jarayon tushuniladi. Ximik termik ishlash jarayonida po'lat yuzasi metall va metall bo'lmagan elementlar bilan boyitiladi (C, M, C[^], 81 va h.k.). Po'lat yuzasini bunday boyitish diffuzion jarayon bo'lib, boyitish kerak bo'lgan elementlar qattiq, gaz, bug', suyuq muhitlardan aktiv atomlar holatiga keltiriladi. Ximik termik ishlashda uchta alohida jarayonni ko'rsatib o'tish kerak:

1. Boyitilishi kerak bo'lgan yuza yaqin atrofida boyitiladigan elementlarning aktiv atomlaridan iborat bo'lgan muhitni vujudga keltirish.

2. Boyitiladigan yuza tomonidan ana shu aktiv atomlarni sindirish (qo'ndirish) aktiv atomlarini yuzaga adsorbsiyalash. Bunda ham fizikaviy (qayta oladigan) ham ximiyaviy adsorbsiya bo'lishi mumkin.

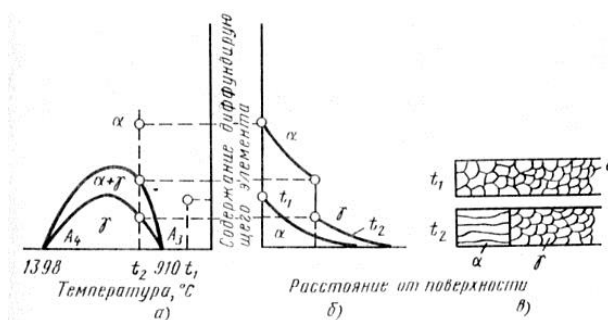
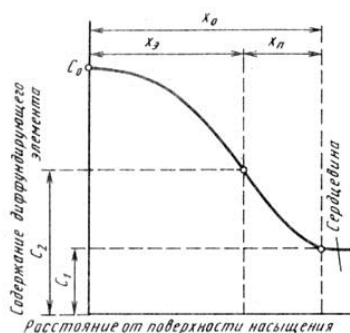
Ximik termik ishlash jarayonidan oldin fizikaviy so'ngra kimyoviy adsorbsiya bo'lib, bir-birini ustida joylanishi mumkin. Fizikaviy adsorbsiya natijasida bo'snggilastgan elementlar atomlari yuzaga ilakishadi, ma'lum Van-der-vals kuchlari tortishishi, ya'ni molekulalararo kuchlar torilishi natijasida va shuning uchun protsess osongina orqaga ham qaytishi mumkin (lesorbsiyalanadi). Ximsorbsiya natijasida yuza atomlari bilan jism atomlari orasida bog'lanish o'rnatilishi mumkmi. Bunday bog'lanish valentiga ko'ra ximiyaviy bog'lanishga yaqin bo'ladi. Agar ximik termik protsess o'tayotgan muhitda diffuziyalanayotgan elementlarning ximiyaviy yumsatilishi metall yuzasining ximiyaviy potensialidan yuqori bo'lsa, adsorbsiyalanayotgan elementlar metall yuzasi tomonidan singdiriladi (yutiladi), ya'ni bu elementlar yuzada ko'p bo'lgan kristall panjaradagi vakansiyalarni o'rinni to'ldiradi.

6. Diffuzion protsesslar, ya'ni absorbsiyalangan atomlarning metall kristall panjarasida siljishi sodir bo'ladi, natijada metall yuzasidan boshlab uning ichki qismiga qarab yuza tuyintirilib boriladi. Lekin diffuzion protsesslar borishi uchun diffuziyalanayotgan element

boyitilayotgan jismda eriy oladigan bo'lishi kerak, yoki ximiyaviy birikma hosil qila oladigan bo'lishi kerak, ya'ni elementlar o'zaro ta'sirda bo'la olishi kerak.

Agar yuza azot, uglerod atomlari bilan boyitilsa temir bilan singdirish qattiq eritmasi hosil bo'ladi va protsess ancha tez va oson boradi, ya'ni yuqori temperatura talab qilmaydi. Agar yuza metall atomlari bilan boyitilishi kerak bo'lsa, yuqori temperatura talab etiladi va prosess juda sekin borib temir bilan o'rin almashtirish qattiq eritmasini hosil qiladi. Agar uglerod yoki azot elementlarini temirni kristall panjarasida diffuzion joylashish uchun 129,6-133,8 K J/g atom energiya sarf qilish kerak bo'lsa (aktivatsiya energiyasi), metall (C Ψ , Al, Mo va x.k.) atomlarini ana shu - temir kristall panjarasida diffuzion o'rin almashishi uchun esa ancha ko'p $0 > 250,8$ K J/g atom energiya sarf qilish kerak. Shuning uchun metall yuzasini metallar bilan diffuzion boyitish uchun ancha katta temperatura va ko'p vaqt talab etiladi. Metall yuzasidan diffuzion jarayonini taraqqiysi natijasida yuzada asosiy metall tarkibidan farq qiladigan har xil qatlamlar qosil bo'lishi mumkin, erish darajasi har xil bo'lgan qattiq eritma qatlam yoki ximiyaviy birikma qatlami hosil bo'lishi mumkin.

Boyitilayotgan yuza qatlami asosiy metall tarkibidan farq qilganligi uchun uni umumiy tarzda diffuzion qatlam deb yuritiladi. Ana shu diffuzion qatlam tagida asosiy metall tarkibi bo'lganligi uchun detalni o'rta qismi deb ataladi.

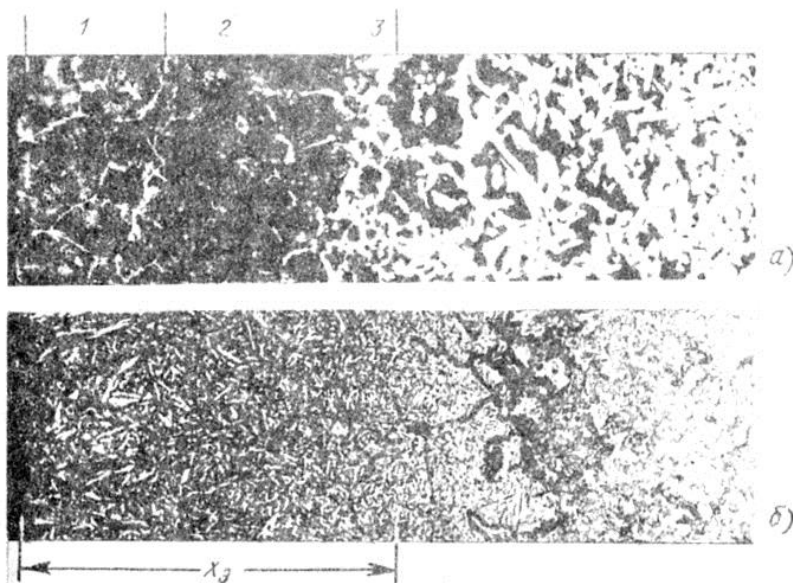


Diffuzion qatlamni umumiy qalinligi deganda metall yuzasidam to asosidagi sof strukturasigacha bo'lgan qatlam tushuniladi. Diffuzion qatlamni effektiv qismi deganda, shunday qatlam tushuniladiki, bu qatlamda asosiy metall strukturasini butunlay o'zgaradi, undan keyingi qatlamda esa asosiy metall strukturasini bilan bir qatorda diffuzion qatlam ham bo'ladi. Shuning uchun effektiv diffuzion qatlamni xarakterlash uchun diffuziyalangan elementlar konsentratsiyasi bilan, qatlam qattiqligi yoki strukturasini bilan xarakterlanadi. Ximik termik ishlashni son va sifat jihatidan xarakterlaydigan ana shu diffuzion qatlamdir, uning konsentratsiya

bo'yicha taqsimlanishi, uni qattiqligi va strukturasidagi (yuza qattiqligi, plastikli, ishqalanishga qarshiligi, korroziyaga bardosh bera olishi va h.k.). Ko'pincha diffuzion qatlamni o'sishi parabolik qonuniyatiga bo'ysunadi. K konstanta bo'lib, uni tarkibiga konkret ximik termik jarayon uchun diffuziya koeffitsienti ham kiradi.

2. Po'latlarni sementatsiyalash. Po'latlarning yuzasi korbgorizator deb ataladigan ma'lum bir muhitda uglerod bilan diffuzion boyitiladigan ximik termik protsessga sementatsiya deb ataladi. Po'latni yuza qatlamini xossalari natijasi ximik termik ishlashdan keyin termik belgilanadi. Po'latlarni sementatsiyalab so'ngra termik ishlashdan maqsad yuzada katta qattiqlikka erishish va yuzani ishqalanishga bardoshligini oshirish iborat bo'lsa, ikkinchi tomondan yuzani kontakt mustahkamligi, hamda egilishga va birlashishga bo'lgan chidamligiga ham oshadi. Odatda past uglerodli (0,1-0,18%C) po'latlarni sementatsiya bo'ladi. Mashinasozlikda ko'pincha legirlangan past uglerodli po'latlar ham sementatsiyalanadi. Katta o'lchamga ega bo'lgan detallarni sementatsiyalash uchun uglerod miqdori biroz ko'proq bo'lishi kerak (0,2-0,3%). Chunki bunday detallar toblangandan keyin po'latni o'rta qismini qovushqoq bo'lishi kerak. Odatda sementatsiyalash uchun detalga mexanik ishlov berilgan bo'lishi kerak, faqat sementatsiyadan keyin toza ishlov berish uchun 50-100 mm atrofida pripusk qolishi kerak.

Lekin ko'pchilik paytda detalni ma'lum qismigina sementatsiya berish talab etiladi. U holda detalni sementatsiyalanmay qoladigan qismini elektrolit usulida mis bilan yupqa qoplama (20-40) qilib qoplanadi yoki boshqa massa bilan surkab quyiladi.

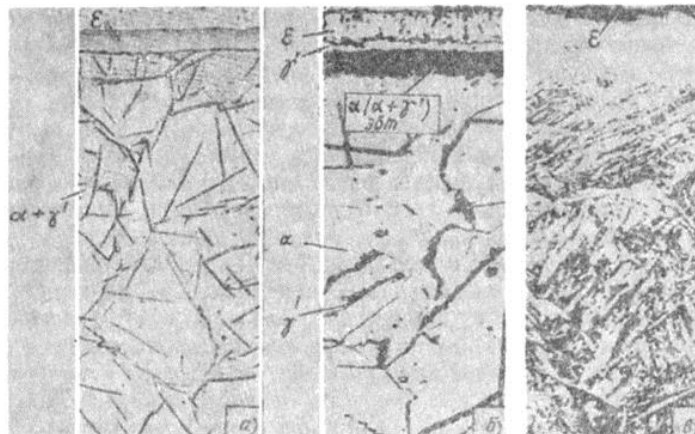
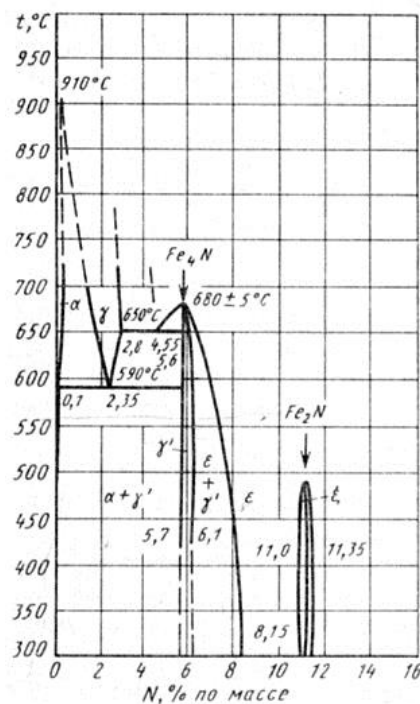


Sementit qatlamini tuzilishi va hosil bo'lish mexanizmi.

Po'latlarning yuza qatlamini azot bilan disffuzion to'yintirishga azotlash deb ataladi. Buning uchun pechda po'lat temperaturasini 480-700°C qizdirilib, pechga ammiak (NH_3) tomiziladi.

Nisbatan yuqori temperaturada ishlaydigan, hamda gaz yoqilgandan keyin hosil bo'lgan muhitda ishlaydigan detallarga azotlash berilsa, detalning ishlash muddati ortadi. Avtomobilda silindr gilzalari, klapanlar, tishli g'ildiraklar (shesternyalar), vallar va shunga o'xshash detallarga azotlash beriladi. Azotlanganda detal xossalarini yaxshilanishiga sabab, uning qismida metall nitridlari hosil bo'ladi, ya'ni azotni (Cr, Fe, Al, Mo, U va h.k.) metallar bilan hosil qilgan ximiyaviy birikmalari hosil bo'ladi. Ana shu nitritlarni qattiqligi 600-1200 Mn/m gacha boradi. Faqat temir nitritni qattiqligi 500-600 Mn/m1 dan oshmaydi. Shuning uchun azotlash faqat legirlangan po'lat uchun katta ahamiyatga ega. Ko'pincha azotlanadigan legirlangan po'latlarda elementlar quyidagicha bo'ladi: 0,3-0,4% S, 1,35-1,65% C, 0,2-0,3% Mo, 0,7-1,2% A. Ana shunda barqaror nitrid birikmalarini hosil qilish mumkin. Ishlab chiqarishda zangbardosh hamda olovbardosh po'latlarga, asbobsozlik hamda shtamp po'latlariga, shuningdek ko'p yoki kam legirlangan konstruksion po'latlarga azotlash beriladi.

Azotlash detallarga hamma mexanik hamda termik ishlov berilgandan keyin o'tkaziladi. Azotlash oxirgi operatsiya bo'lib, faqat undan keyin juda kam qatlamni (0,01-0,02) olish uchun jilvirlash o'tkazish mumkin. Azotlash germetik yopik bo'lgan mufel pechlarida o'tkaziladi. Bunday protsessga ta'sir ko'satadigan faktorlardan qizdirish temperaturasi, qizdirilgan temperaturada ushlab turish vaqti hamda ammiakni azotlar azotga parchalanish darajasiga bog'liq. Temperaturani oshirib borsak, azotni diffuziyasi oshib boradi, lekin qattiqlik o'sishi kamayadi. Temperaturaga qarab ammiakni parchalanish darajasi 15% dan to 45% gacha bo'lishi mumkin. Odatda azotlash temperaturasi 500-620 C oraliqda tanlanadi, jarayon juda sekin boradi. 0,25-0,65 mm qatlam va azot konsentrasiyasini 3-4 % ga yetkazish uchun 20-60 soat vaqt kerak bo'ladi. Azotlashning texnologiyasida qattiqlik Vikkere bo'yicha 1200 km/m dan kam bo'lmaydi.



Azotlash temperaturasi oshsa, qattqlik kattalashishi bilan bir qatorda mo`rtlik ham ko`payadi. lekin katta temperaturada diffuziya tezligi katta. Shuning uchun azotlash protsessini ikki bosqichda olib borgan ma`qul. Kerakli qattqlikni ta`minlash uchun oldin azotlash 500-520°C da olib borilib, so`ngra diffuzion qatlamni ko`paytirish uchun temperaturani 600-620°C ko`tarish mumkin. Shunday qilinganda 1,5-2 barobar tezlashadi. Masalan, yupqa devorli detal 38X2MIOA dan tayyorlangan bo`lsa, uni 500-520°C qizdirib azot bilan to`yintiriladi. Jarayonni qancha davom etishi kerak bo`lgan diffuzion qatlam qalinligiga bog`liq bo`ladi. Qancha temperatura katta bo`lsa, shuncha diffuzion qatlam qalinligi katta, lekin qattqlik kam bo`ladi. Odatda azotlangan diffuzion qatlam qalinligi 0,3-0,6 mm (300-600 mkm) bo`ladi. Agar temperatura 500-520°C bo`lsa, shu qatlamni olish uchun 24-60 soat kerak bo`ladi.

Keyingi paytda azotlashni 570°C temperaturada ammiak (metall) qo`shib azotlash ham qo`llana boshlaydi. Shunday ishlovdan keyin po`lat yuzasida karbonitridli qatlam  $Fe_3$  hosil qilinadi. Bunday qatlamni azot qatlamiga qaraganda mo`rtligi kamroq ishqalanishga bardoshligi katta. Legirlangan po`latlarda karbonitrid qatlamni qattqligi Vikkere bo`yicha 6000-11000 MPa. Bunday ishlov detalni chidamligini oshiradi va korroziyaga bo`lgan qarshiligi ham oshiradi. Suyuq muhitda ham azotlash o`tkaziladi. Jarayon 570°C da 0,5-3,0 soat davomida sianli tuz eritmalaridan yoki 55% karbonid. Quruq havo o`tkazish yo`li bilan olib boriladi. Temperatura past bo`lganligi uchun sianli tuzlarni parchalanishi natijasida po`lat yuzasida asosan azot diffuziyalanadi. Natijada hosil bo`lgan karbonitrid  $Fe(H_2O)$  qatlami (7-15 mm) ishqalanib yemirilishga qarshiligi katta bo`lib, mo`rt yemirilishga moyilligi kam bo`ladi.

Nitrosegmentatsiya. Uglerodga va ammiakka boy bo`lgan gaz muhitda 840-860°C temperaturada po`lat yuzasini bir paytda azotga hamda uglerodga boyitishga nitrosegmentatsiya yoki gaz muhitidagi segmentatsiya deb ataladi. Jarayon 4-10 soatda davom etadi. Asosiy maqsad po`lat yuzasida qattiq hamda ishqalanib yemirilishga bardoshligi katta bo`lgan diffuzion qatlam hosil qilishdan iborat. Tekshirishlar natijasida shu narsa aniqki, agar metall yuzasi va uglerod bilan birgalikda boyitilsa, uglerod diffuziya tezligi ortadi. Nitrosegmentatsiya temperaturasi segmentatsiya temperaturasidan 100°C katta bo`lgan holda.

Legirlangan po`latlar uchun masalan quyidagi tarkibdagi boshqariladigan endotermik gaz qo`llaniladi. 1,5-5,5% (hajm) qayta ishlatilmagan tabiiy gaz va 1,0-359 hajm).

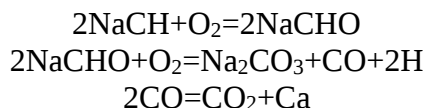
Nitrosegmentatsiyadan keyin, detalni temperaturasidan foydalanib toblash ham mumkin. Ba`zi bir paytda toblash uchun qayta qizdirib pog`onali toblashni ham qo`llashadi. Toblangandan keyin 160-180°C qizdirib bo`shatish o`tkaziladi. Optimal nitrosegmentatsiya o`tkazilib

toblangandan keyin po`latni yuza qatlamida mayda kristall donachali karbonitrid va 25-30% gacha qoldiq austenit bo`ladi. Toblab so`ngra bo`shatilgandan keyin diffuzion qatlam qattiqligi HRC 58-60 yetadi. Odatda murakkab konfiguratsiyadagi detallarga sementatsiya o`rniga nitrosegmentatsiya beriladi. Chunki nitrosegmentatsiya sementatsiyadan bir qator ustunligi bor. Birinchidan, diffuzion boyitish jarayoni ancha past temperaturada boradi (sementatsiyada 910-930°C bo`lsa, nitrosegmentatsiyada 840-860°C).

Ikkinchidan diffuzion qatlam qalinligi ancha kam, detal kam deformatsiyalanadi. O`z simmetriya o`qidan og`ishi kamroq, ishqalanib yemirilishga qarshiligi katta hamda korroziya bardoshligi ham yaxshi.

Nitrosegmentatsiyalash texnologiyasi avtomobil va traktor mashinasozligi zavodlarda ko`p qo`llaniladi. Masalan VAZ zavodida ximik-termik ishlov beriladigan detallarni 95% ga nitrosegmentatsiyada qo`llaniladi.

Sianlash deb po`latlarni bir paytda azot va uglerod bilan CH birikmasi bo`lgan sianli tuz eritmalarida 820-950°C da boyitishga aytiladi. Sianlash jarayonini temperaturasi qarab yuqori temperaturali (930-950°C), o`rta temperaturali (820-860 °C) hamda past temperaturali (760-800°C) bo`lishi mumkin. O`rta temperaturali sianlashda past birikmasi bo`lgan tuz eritmasida detal 820-860°C qizdiriladi. Bunda 150-350 mkm qalinlikda diffuzion qatlam olish uchun 30-90 min sarflanadi. Sianlash jarayonida natriy sian, xavodagi kislorod bilan birikib, atomlar azot va uglerodni hosil qiladi.



Sianli vanna temperaturasidan foydalanib detal toblanadi va past temperaturali bo`lmay o`tkaziladi. Sianlangan qatlam qattiqligi NRS 58-62 tashkil etadi. Bunday sianli qatlam mexanik xarakteristikasi, sementatsiya qatlamida yuqori turadi. Bunday sianlash odatda mayda detallarga beriladi.

Diffuzion metallizatsiya. Po`lat yuzasini alyuminiy, xrom, ammiak va shunga o`xshash elementlarga boyitishga diffuzion metallizatsiya deb ataladi. Metallizatsiya o`tkazilgan detallar bir qator qimmatli xossalarga ega.

Diffuzion metallizatsiya quyidagi usullarda bajarilishi mumkin:

1. Diffuzion metallizatsiya o`tkaziladigan detalni suyuq metallga solish mumkin, agar yengil eriydigan metall bo`lsa (alyuminiy, rux).
2. Elektrolit usuli bilan yuzani diffuziyaga to`yintirish mumkin.
3. Diffuziyalanadigan elementni sublimatsiya fazasidan foydalanib, yuzani to`yintirish mumkin.
4. Gaz muhitida diffuzion to`yintirish mumkin.

Masalan xromlashda, yuzada hosil bo`lgan murakkab karbidlar (Cr, Fe),  $\text{C}_3$  hisobiga yuqori issiqbardosh bo`ladi - 800°C gacha ishlash mumkin. Suvda, dengiz suvida, azot kislotasida zangbardoshligi katta bo`ladi.

Nazorat savollari.

1. Yumshatish deb qanday termik ishlovga aytiladi va uning qanday turlari mavjud?
2. Asbobsozlik po`latlari uchun yumshatishning qaysi turi qo`llaniladi? Normallashtirish nima maqsadda qo`llaniladi? Toblash temperaturasi qanday aniqlanadi?
3. Po`latlarni nima maqsadda bo`shatiladi?
1. Ximik termik ishlashdan maqsad nima?
2. Sementatsiya qanday ishlov?
3. Sementatsiyalangan po`latga qanday oddiy termik ishlov qo`llaniladi?
4. Azotlashdan maqsad nima?
5. Nitrosegmentatsiya qanday maqsadda qo`llaniladi?
6. Sianlashning qanday turlarini bilasiz?
7. Diffuzion metallashdan maqsad nima va uning turlari qaysilar?

6-ma'ruza: Konstruksiya mashinasozlik po'latlari.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Uglerodli konstruksiya po'latlar.
2. Oddiy sifatli uglerodli po'latlari.
3. Sifatli uglerodli po'latlar.
4. Legirlangan konstruksiya po'latlar.
5. Ishqalanish yemirilishga bardosh beradigan (austenitli) po'latlar
6. Korroziyabardosh (zanglamas) po'lat va qotishmalari
7. Olovbardosh po'latlar va qotishmalar

Tayanch so'zlar va iboralar.

Uglerodli po'lat tamg'alari, sifatli konstruksiya po'lat, legirlangan po'latlar tamg'alari, sementatsiyalanadigan po'latlar, yaxshilash, prujina resor po'latlari.

Konstruksiya po'latlar deb, mashinasozlikda va inshootlarni ko'rishda detallar va konstruksiyalarni yasash uchun qo'llaniladigan po'latlarga aytiladi. Bunday po'latlar uglerodli yoki legirlangan bo'lishi mumkin. Konstruksiya po'latlarda uglerod miqdori 0,5-0,6% dan ko'p emas, ammo, ba'zi bir paytlarda hattoki 0,8-0,85% ga ham yetishi mumkin.

Hozirgi zamon mashina detallari ko'pincha yuqori dinamik kuch ta'sirida, katta kuchlanish hamda past temperaturalarda ishlaydi. Bunday sharoit materialni mo'rt yemirilishiga olib keladi, natijada mashinani ishonchli ishlash muddatini kamaytiradi. Shuning uchun, statik sinash natijasida aniqlangan yuqori mexanik xarakteristikalaridan tashqari, yuqori konstruksiya mustahkamlikka ham ega bo'lishi kerak, ya'ni real sharoitda qo'llaniladigan detallar hamda konstruksiyalarni mustahkamligi yetarli bo'lishi kerak, to'satdan hosil bo'ladigan yuqori kuchlanishga qarshilik ko'rsata olishi kerak. Konstruksiya materiallar yaxshi texnologik xossalarga ham ega bo'lishi kerak: bosim ostida material yaxshi ishlaniishi kerak (prokatlash, bolg'alanish, shtamplash va h.k.) va yaxshi kesib ishlaniishi kerak, jilvirlanishda mayda darzlar hosil bo'lmasligi kerak, toblash chuqurligi yetarli bo'lishi kerak va qizdirilganda yuza qismida uglerod kamaymasligi kerak, toblanganda deformatsiyalanmasligi hamda darzlar hosil bo'lmasligi kerak va h.k. Qurilish inshootlarida ishlatiladigan po'latlar esa yaxshi payvandlanish xususiyatlariga ega bo'lishi kerak.

Uglerodli konstruksiya po'latlar, tarkibidagi zararli elementlar (P, S) miqdoriga qarab oddiy sifatli va sifatli bo'ladi. Oddiy sifatli po'latlarga nisbatan arzon va shuning uchun uni ko'p qo'llaniladi. Ularni yirik quyma shaklida ishlab chiqariladi, shuning uchun likvatsiya katta bo'lishi mumkin. Hamda metall bo'lmagan elementlar ham bo'ladi. Ana shu hammadan keyin bir qator issiq holda olingan prokatlar ishlab chiqiladi (bochkalar, xivichlar, shpellerlar, ugolniklar, listlar, nokonkalar). Bundan yarimfabrikatlardan qurilish inshootlaridan payvandlangan konstruksiyalar hamda mashina detallari yasaladi. Bunday materiallardan tayyorlangan detallarga qo'shimcha termik ishlov ham beriladi. Oddiy sifatli po'latlar 3 guruhga bo'linadi: A, B hamda V guruhga. Bunday bo'linishga asos qilib, garantiya xususiyatlari olingan. Guruh A po'latni mexanik xossalarni garantiyasi ta'minlangan. Markadan sof qancha ko'p bo'lsa, shuncha uglerod ko'p, demak shuncha mexanik xossalari yaxshi. Bunday po'latlar, qanday holda ishlab chiqilgan bo'lsa, shundayligicha ishlatilishi kerak, ya'ni bosim ostida ishlatilishi, payvandlash hamda toblash mumkin emas, chunki bunday guruh B bunday po'latlar kimyoviy xossalari garantiyalangan bo'lib, markalashda "B" harfidan boshlanadi. Guruh V bunday po'latlar ham ximiyaviy ham mexanik xossalari garantiyalangan bo'lib, markalashda oldiga "V" harfi qo'yiladi. Bu po'lat mexanik xossalariga ko'ra "A" guruhiga, ximiyaviy xossalariga ko'ra "B" guruhiga to'g'ri keladi. B hamda V guruhlardagi po'latlarni qayta ishlashda qizdirish (payvandlash, termik ishlash, bosim ostida ishlash) usullari bilan qayta ishlash xim tarkibini bilish kerak.

Payvandlanadigan konstruksiyalarni yasashda tinchlantirilgan yoki yarim tinchlantirilgan ham uglerodli po'latdan foydalaniladi. Payvandlanadigan konstruksiyalar uchun termik

eskirtirishga (bo'shatishga) moyilligi muhim ahamiyatga ega. Egib ishlanadigan, hamda, egib o'qni to'g'irlanadigan (pravka) detallar uchun esa deformatsion eskirtirish katta ahamiyatga ega. V guruhidagi po'latlar maxsus maqsadlarda ishlatiladi (ko'prik hamda kema qurilishida, qishloq xo'jalik mashinasozligida va h.k.) va uning uchun ishlab chiqishda maxsus ishlanish texnik sharoiti belgilanadi.

Oddiy sifatli po'latni mexanik xossalarini termik ishlash yo'li bilan oshirish mumkin (Prokatlanadigan temperaturadani toblash yoki normallashtirish), hamda issiq prokatlanayotgan paytda termik ishlash yo'li bilan ham ortirish mumkin. Masalan 8-10 mm qalinlikdagi Sm3 po'latini oquvchanlik chegarasidagi mustahkamligi suvda sovutish yo'li bilan 1,5 marta oshirish mumkin, quyida yuqori plastiklik saqlanib qoladi ($\sigma = 15-26\%$). Agar TMI qo'llansa mustahkamlik 2-3 marta plastiklik asl 1,5-2 marta ortadi.

Shimolda ishlaydigan konstruksiyalar va mashinalar uchun po'latni mo'rt holatiga o'tadigan temperatura chegarasi juda katta ahamiyatga ega bo'ladi. Sovuqda sinish chegarasi marten usuli bilan olinadigan ko'pchilik qaynayotgan po'latlar uchun nol gradusni tashkil qiladi, tinchlantirilgan po'lat uchun esa -40°C gacha borishi mumkin. Shuning uchun shimol sharoitida qaynayotgan yoki yarim qaynayotgan po'latlarni qo'llash mumkin emas. Tinchlangan po'latlarni sovuqda sinish temperaturasi chegarasini $60^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$ yoki normalizatsiya ham bersa bo'ladi. Demak shimolda ishlayotgan qurilish inshootlari va mashinalar detallarini toblab bo'shatilgan holda ishlatish kerak ekan va faqat tinchlantirilgan po'lat ishlatilishi kerak. Ko'prik kranlari uchun, shimol sharoitida ishlash uchun zararli elementlar miqdorini ham chegaralab quyiladi. Sifatli konstruksion po'latlar oddiy sifatligiga qaraganda zararli qo'shimchalardan ancha tozalangan bo'ladi, fosfor va oltingugurt miqdori 0,03-0,04% dan oshmaydi, metall bo'lmagan qo'shimchalar ham kam bo'ladi. Mashinasozlik sanoatiga metallurgiya sanoati tomonidan prokat polatidagi pokovka yoki boshqa profildagi yarim fabrikat holatida chiqariladi. Bunday po'latlar 08, 10, 15, 25, .85 deb markalanib, bu sonlar esa po'latda uglerod miqdori 0,01 aniqlikda ekanligini ko'rsatadi (GOST 1050-74). Masalan, po'lat 20 da uglerod miqdori 0,20%, po'lat 40 da esa 0,40% ekanligini ko'rsatadi.

Agar sonlardan keyin po'latni achitish darajasi ko'rsatilmasa, bu po'latlar tinchlantirilgan po'latlar xisoblanadi, qayshayotgan yoki yarim qaynayotgan po'latlar bo'lsa, sonlardan keyin «КП», «СП» ko'yiladi, masalan, 08 КП, 20 СП. Qaynayotgan po'latlar tinchlantirilgan po'latlarda kremniyning miqdori yo'qligi yoki juda kamligi ($<0,07\%$) bilan farq qiladi, yarim tinchlantirilgan po'latlarda esa martenli miqdori $<0,17\%$ belgilanadi.

Keltirilgai GOST 1050-74 bo'yicha sifatli po'latlar metallurgiya sanoati termik ishlanmasdan chiqariladi (issiq prokatlangan normalizatsiya yoki bog'langan) Shuning uchun mexanik xossalari normallangandan keyingi holat bilan belgilanadi Lekin sanoatning talabi bo'yicha bundan po'latlarni mexanik xossalarining garantiyasi toblab so'ngra bo'shatilgandan keyin, bog'langandan keyin termik ishlangan holatda (yumshatilgan yoki yuqori bo'shatish bog'langan holatda ham aniqlangan bo'lishi mumkin).

Sifatli konstruksion po'latlar mexanikadan ko'p qirrali sohalarida ishlatiladi, chunki uglerod miqdori va termik ishlash guruhiga qarab mexanik texnologik xissalarini keng boshqarish mumkin. Kam uglerodli po'latlarni ishlatish usuliga qarab ikki guruhga bo'lish mumkin. Bunday po'latlar issislayin prokatlangan hamda normallangan holatda ham ishlatilishi mumkin. Ular yaxshi plastiklikka ega bo'lib, yaxshi shtamplanadi, hamda yaxshi payvandlanadi. Bunday po'latlardan uncha yuqori mustahkamlik talab etmaydigan detallar tayyorlashda (gayka, vtulka va h.k.) ishlatiladi.

O'rta uglerodli po'latlar 30,35,40,45,50 yuqori mustahkamlikka ega bo'lishi bilan ajralib turadi. Bunday po'latlardan tayyorlangan detallarga yaxshilash, yuza toblash hamda normallashtirish termik ishlov berish mumkin.

Yuqori uglerodli po'latlar (60,65,70,75,80,85) hamda marganes miqdori ko'paytirilgan yuqori uglerodli po'latlar (620 G, 65 G va 70 G) asosan prujina resor tayyorlash uchun

qo'llaniladi. Bunday po'latlarga toblash bilan o'rta uglerodli bo'shatish beriladi. Normallangan hamda Bunday po'latlardan stanok shpindellari, prokatlash stanogi uchun vallar tayyorlanadi. Legirlangan po'latlar, markasida son va harflar ko'rsatilgan bo'lib, ular po'latning ximiyaviy tarkibini xarakterlaydi. Po'lat tarkibiga ataylab kirgizilgan ximiyaviy elementlarni markada belgilash uchun maxsus GOST 4543-71 mavjud. Ana shu GOSTga binoan ximiyaviy elementlar quyidagicha belgilanadi: Xrom X, Nikel N, Marganes G, Krsmniy - S, Molibden M, Volfram V, Titan T, Vannadiy F, Alyuminiy IO, Med chD, Niobid B, Bor S. Kobalt K. Ana shu harflardan keyin turgan butun sonlar elementning miqdorini bildiradi. Agar harfdan keyin son bo'lmasa, ana shu legirlovchi element 1% dan ancha kam yoki 1% ga yaqinligini ko'rsatadi. Shu harflariga bo'lgan son esa uglerodi 0,01 aniqlikka miqdorini ko'rsatadi.

Ba'zi bir sanoatga mo'ljallab chiqariladigan po'latlarda markalashda boshida ham harf qo'llaniladi. Masalan, Sh va x k. Standart bo'lmagan, hali izlanishda bo'lib, kam ishlov chiqarilayotgan po'latlar asosan "Elektrostat" zavodida ishlab chiqarilayotganligi uchun EI (elektrostat issledovatel'skaya) deb belgilanib, keyin tartib nomeri qo'yiladi. Masalan, EI 415, EI 716 va h. k. Agar po'latlar tekshirushdan (izlanishdan) muvaffaqiyatli o'tsa, uni yuqorida qayd qilingan GOST bo'yicha tarkibiga ko'ra belgilanadi.

Legirlangan po'latlar kam uglerodli bo'lishi mumkin (0,1-0,3% S) 15X, 20X, 30X, 25XGM, 30XGT, 20XNZA, 18X2NNMA va h.k. Bunday po'latlar sementatsiyalangandan keyin toblash bilan past temperaturali bo'shatish beriladi. Bunday po'latlardan tishli g'ildiraklar, kulachoklar, vallar va shunga o'xshash detallar tayyorlanadi. Bunday po'latlar yuqori mustahkamlikka ega bo'lish bilan bir qatorda, yaxshi plastiklikka, qovushqoqlikka, hamda, darzlarning tarqalishiga qarshilik ko'rsatishi bilan farq qiladi. Bunday po'latlarning ishqalanib yemirilishiga ham qarshiligi katta bo'ladi. Yuza qattiqligi HRC 58-63 bo'lishi bilan o'rta qismining qovushqokligi yaxshi o'rta uglerodli legirlangan po'latlar 40X, 50X, 40XI, 40XNMA, 30XNZMA termik ishlangandan keyin (yaxshilash) yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi. Bu po'latlar toblanganda oquvchanlik chegarasi yuqori ko'tarilishi bilan birgalikda yaxshi qovushqoqlik holatini saqlab qoladi. Shuning uchun bu po'latlar statik nagruzkada ishlaydigan detallar bilan bir qatorda, dinamik nagruvkada ishlaydigan detallar ham tayyorlanadi (vallar, shtoklar, shatunlar va h.k.)

Po'latlar kompleks legirlangan usuli bilan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan po'latlarni hosil qilish mumkin. 30XGSNA, 40XGSNZVA, 40XN2SMA, 30X2GSN2VM, 30X5MSFA. Taqqoslash uchun quyilagi misolni keltirish mumkin:

Marka	Mexanik xossalari					
	MPa	MPa	δ	γ	A _H (KCH) МД/м2	Izox
Ст3	380-400	210	23	-	-	Normallangandan keyin
30	500	300	21	50	0,8	Toblangandan keyin
30 XГT	1500	1300	9	40	0,6	
30 XГCHA	1580/1620	1670/152	13/15	50/53	0,55/0,62	

Yuqori marganesli austenit po'latlari toblangandan keyin austenit strukturasiga bo'ladi, bu esa o'z yo'nanilishda yuqori qovushqoqlikni ta'minlashdan, zarb va yuqori bosimda ishqalanib yeyilishiga qarshiligi ortadi.

Austenit qovushqoq struktura bo'lib, zarbiy nagruzkada detall ishlayotgan paytda naklyop xosil bo'lib, mustahkamligiga va sinishga qarshilik ortadi. Ledeburit po'laglar ham, tarkibida xrom karbid bo'lganligi uchun siqilishga qarshiligi katta: X12, X12M, X12Φ, X12ΦИ.

Korroziyabardosh po'latlar deb, elektrokimyoviy korroziyaga (havoda, yer massasida, kislota, ishkor, tuz eritmaları, dengiz suvida) bardosh beradigan po'latlarga aytiladi.

Korroziyabardosh po'latlardan yuqorida qayd qilingan muhitda ishlaydigan mashina va

uskunalarni detallari va konstruksiyalari tayyorlanadi. Kam legirlangan po`latlarni korroziyabardoshligi uncha katta emas, temperatura oshgan sari po`latni zanglash darajasi ortadi. Po`latlarni legirlash usuli bilan zangbardoshligini oshirish mumkin. Legirlovchi elementlarni optimal tarkibini tanlash usuli bilan, shunday kompozitsiyani hosil qilish mumkinki, bunday po`lat umuman agressiv muhitda zanglamasligi mumkin. Po`latda xrom miqdori 12% gacha bo`lsa zangbardoshligi oshib boradi. Xrom miqdori qo`shilsa, po`latning zangbardoshligi ortib, kislotalarda bemalol turg`un bo`ladi. Xrom-nikelli po`latga qo`shma molibden qo`shilsa sulfid muhitida po`latning turgunligi ortadi. Qo`shimcha ravishda mis qo`shilsa kislotaviy muhitda turg`unligi ortadi. Legirlovchi elementlarni turi va miqdoriga qarab normal sharoitda struktura har xil bo`lishi mumkin: martensitli, ferritli yoki austenitli. Masalan martensit klassidagi po`latlar: 2X13, 3X13, 4X13, 1X17N2, 9X18, 1X16N4B. Ferrit klassidagi po`latlar: 0X13, 0X14, X17, 0X17T, X25T, X28. Austenit klassidagi zangbardosh po`latlar: 0X22N5T, 1X21N5T, X28AN.

Prujina resor po`latga qo`yiladigan talablar shundan iborat bo`lishi kerakki, bu po`latlar ishlash davrida ozgina bo`lsa ham elastik deformatsiyalanmasligi kerak, ya'ni plastik deformatsiyaga katta qarshilik ko`rsatish kerak, mustahkamligi yaxshi bo`lgan holda chidamligi katta bo`lishi kerak, mo`rt emirilishiga qarshiligi katta bo`lib relaksatsiyasi turg`un bo`lishi kerak. Shunday xossalarga ega bo`lishi uchun po`latda uglerod miqdori $<0,5$ dan katta bo`lishi kerak, toblangandan keyin o`rta temperaturali bo`shatish berish kerak. Uglerodli prujina po`latlari uchun termik ishlangandan keyin oquvchanlik chegarasidagi kuchlanish $\delta 0,2 \geq 800 \text{ MPa}$ bo`lishi kerak. Bunday po`latlar katta toblanuvchanlikka va toblash chuqurligiga ega bo`lishi kerak. Toblangandan keyin detalni butunlay ko`ndalang kesim bo`yicha martensit strukturasi bo`lishi kerak, toblangandan keyin diffuzion parchalanish martensit bo`lsa (ferrit, perlit) yoki qoldiq austenit bo`lsa, elastiklik xususiyatiga ta'sir ko`rsatadi. Donachalar qancha mayda bo`lsa, kichkina ilashishish deformatsiyaga shuncha qarshiligi katta bo`ladi. Yuza qismida uglerod kamayib ketsa, hali prujina elastikligi va chidamligi kamayadi, ko`ndalang kesim kichik bo`lgan prujinalar kam ishqalanishga ishlaydi, shuning uchun ular uglerodli po`latlardan tayyorlanishi (65,70,75,85). Nisbiy ko`ndalang kesim katta ( $\delta = 5-8 \text{ ml}$ ) bo`lgan prujinalar yasalsa, ularni yog`da sovutish kerak.

Birinchi tur mo`rtlik chegarasidai yuqorida bo`shatish beriladigan legirlangan po`latlardan ko`ndalang kesimga nisbatan katta bo`lgan prujinalar yasaladi. Bunda( legirlangan po`latlar tarkibida bu elementlar donachalarni maydalashga, toblash chuqurligini oshirishga hamda relaksatsiyaga qarshiligini oshirishga yordam beradi. Sanoatda kremniyli prujina- resor po`latlari keng qo`llaniladi 55C2, 60C2A, 70C3A. Kremniy toblash chuqurligini oshirish bilan bir qatorda, bo`shatish davrida martensitni parchalanishini to`xtatadi, hamda ferrit fazasini mustahkamlaydi. Kremniyli po`latlar oquvchanlik chegarasidagi kuchlanish katta bo`ladi, yaxshi prujina xossalariga ega bo`ladi. Lekin kremniyli po`latlarda uglerodni quyishicha moyilligi katta, po`latni termik ishlaganda yuza qismida uglerod miqdori kamaysa, prujina xossalariga yomonlashadi, grafitni hosil bo`lishiga ham moyilligi katta, bu ham prujina xossalarini yomonlashtiradi.

Agar po`latni qo`shimcha ravishda marganes, volfram, nikel bilan legirlangan bu kamchiliklar bartaraf bo`lib, toblash chuqurligi oshadi va umuman prujina xossalari oshadi. 60C2XΦA, 65C2BA po`latlari yuqori toblash chuqurligiga ega, relaksatsiya turg`unligi katta, yirik prujina va resorlar tayyorlash uchun qo`llaniladi. Elastik elementlar agar dinamik kuch ta'sirida ishlasa, qo`shimcha ravishda nikel bilan legirlanadi.

Avtomobil resorlarini ta'mirlash uchun 50XΓA po`lati ko`p ishlatiladi. Bu po`lat uzining tsxiologik xususnyatlari ji'atidan kremniyli po`latdan ustun turadi. Prujinalari uchun esa 50XΦA qo`llaniladi, chunki bu po`lat toblash uchun qattiq qizdirilgan taqdirda ham uglerodi kuyib ketmaydi. Lekin bu po`latni toblash chuqurligi uncha ko`p emas, shuning uchun ko`ndalang kesim 5-6 mm bo`lgan simdan prujina yasaladi. Agar marganes bilan qo`shimcha legirlansa, toblash chuqurligi orqali (50XΓΦA), legir marganes po`latni zarbiy qovushqoqligini kamaytiradi

Sharikopodshipnik po`latlardan podshipnik shariklari va roliklari tayyorlanadi. Ko`pincha sharikopodshipniklarni ishdan chiqishiga sabab shariklarni sinib ketishi yoki podshipnik elementlarini sinishidan, yuzalar charchash natijasida yemirilishidan sodir bo`ladi.

Shariklarni va ichki yoki tashqi xalqalarni tayyorlash uchun yuqori uglerodli xromli po`lat qo`llaniladi. 111X15 (0,95-1,05% C), 1,3-1,65% Cr). Ko`ndalang kesim katta shariklarni tayyorlash uchun esa 111X15CT (0,95-1,05% C. 0,9-1,2 MPa, 0,4-0,65% va 1,3-1,65% Cr) po`lat qo`llaniladi, chunki bu po`latni toblash chuqurligi katta. Bu po`latlar katta qattqlikka ega bo`lish bilan bir qatorda, kontakt mustahkamlikka ham katta va yoyilishiga chidamlidir.

Sharikopodshipnik po`latlariga quyiladigan talablardan bittasi, bu po`latlarda metall bo`lmagan qo`shimcha bo`lmasligi kerak. Karbit notekis tarkalmagan bo`lishi kerak. Shuning uchun bu po`latlar elektroshlak yoki vakuum usulida olinadi. Agar podshipnik material elektroshlak usuli bilan olinsa, markani oxpriga "III" harfi quyiladi, agar vakuum yoy usuli bilan olingan bo`lsa, "BД" harfi qushiladi. (Masalan 111X15III, 111X15Д). Bunday po`latlar prutok (vig), truba, lenta hoida chiqariladi. Yumshatgandan keyin mayda donachali perlitdan iborat bo`ladi. Bunday struktura yaxshi texnologik xossalarni ato etadi, kesib ishlash oson bo`ladi, plastik deformatsiyalash ham oson ham yaxshi shtamplanadi, yumshatilgandan keyin qattqlik HB 170-207 {1720-2070 MPa} tashkil qiladi. Xalqalar, shariklar va roliklar tayyorlangandan keyin 840-860°C gacha qizdirilib yog`da (30-60°C) shtamplanadi va 150-170°C qizdirib bo`shatiladi. Bo`shatishdan keyin 25-30°C gacha sovutilsa qoldiq austenitni miqdori bir muncha kamayadi, o`lchamlari turg`unligi oshadi.

Yuqori dinamik nagruzkada shtamplanagan sharikopodshipniklar uchun sementatsiyalanadigan po`latlar ishlatiladi. 20X2H4A, 18X1T. 1200-3500 mm chuqurlikda gaz muhitida sementatsiyalangandan keyin yuqori temperaturani bo`shatish beriladi. sianda toblash bilan 160-11700 berilsa yuza qatlamini qattqligi HRC 35-45 bo`ladi.

Sera ko`p bo`lganligi uchun qirindi bilan hamda keskich bilan detal kesish o`rtasidagi ishqalanish koeffisientini kamaytiradi. Uglerodli avtomat po`latlari A harfi bilan belgilanib, sonlarda 0,01 aniqlanib uglerod miqdori ko`rsatiladi A12, A20, A30, A35. Bu po`latlar unumdorligi katta bo`lgan avtomat hamda yarimavtomat stanoklarida mayda detallar tayyorlanadi (vint, gayka, roliklar va mayda murakkab detallar). Qo`rg`oshin ham kesish xossalarni yaxshilaydi. Shuning uchun avtomat po`latlari 0,15-0,3% qo`rg`oshin bilan ham ligerlangan (kesish unumdorligi 20-35% oshadi, kesuvchi asbob turg`unligi esa 2-7 marta ortadi). Avtomobil sanoatida prutokdan avtomatik hamda yarimavtomat stanoklarida sementatsiyalanadigan va yaxshiladigan avtomat po`latlaridan ko`p detallar tayyorlanadi. AC38Г2, AC30XM, AC38XTM AC40XTHM po`latlarini toblab so`ngra yuqori temperaturali bo`shatish berilganda $b_1=900-1000$ MPa, $b_2=750-850$ MPa, $\delta=11-12\%$ bo`ladi. Masalan bu po`latlarda rul boshqarmasini, nasosini valiga, sattelit o`qlari, shesternyalar va shunga o`xshash detallar tayyorlanadi. Lekin qo`rg`oshin po`latni mo`rtligini oshiradi. Quyish uchun mo`ljallangan po`latlarni quyish xossalari cho`yanlarga qaraganda ancha past, cho`kish darajasi katta. Po`latda qancha uglerod ko`p bo`lsa, quyilgandan keyin shuncha hajm kamayadi. Uglerodli va ligerlangan po`latlar quyilgandan keyin cho`kish darajasi 2,2-2,3% boradi. Ba'zi bir yuqori ligerlangan po`latlar uchun esa (12X18H9TJ) cho`kish darajasi xatto 2,7-2,8% tashkil qiladi. Bundan tashqari quyma detallarda boshqa nuqsonlar ham bo`lishi mumkin (g`ovaklar, darzlar, korobleniya va x.k.). Quyma po`latlar kimyoviy tarkibi va xossalarni chegaraladigan maxsus gayka mavjuddir (GOST 977-75).

Nazorat savollari.

1. Prujina resor po`latlariga qaysilar kiradi?
2. Prujina resor po`latlariga qanday oddiy termik ishlov qo`llaniladi?
3. Quyma po`lat tarkibiga kiruvchi asosiy kimyoviy element qaysi?
4. Qaysi legirolovchi element korroziyabardoshlikni oshiradi?
5. Issiqbardosh po`latlar qaysilar?
6. Podshipnik xalqa po`latini yozib, termik ishlash texnologiyasini keltiring.

Adabiyotlar:

(1) 154-158 bet, (2) 275-306 bet, (3)

7-ma'ruza: Asbobsozlik uchun po`latlar va qotishmalar.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Asbobsozlik materiallariga quyiladigan talablar.
2. Asbobsozlik uchun po`latlarni sinflarga bo`lish.
3. Uglerodli va legirlangan asbobsozlik po`lati.
4. Shtamp po`latlari.
5. Qattiq qotishmalar.

Tayanch so`zlar va iboralar:

Issiqbardoshlik, issiqqa chidamsiz, asbobsoz po`lati, tezkesar po`lat, shtamp po`lati, kesuvchi asbob uchun po`lat, qattiq qotishma, ledeburit sinfidagi po`lat.

Talablar: Issiqbardoshlik, ishqalanib yemirilishga chidamlilik, texnologik xossalari yaxshi bo`lishi kerak.

Asbobsozlik po`latlari issiqlikka chidamliligiga ko`ra uch sinfga bo`linadi:

1. Issiklikka chidamsiz (180 220°C).
2. O`rtacha issiqlikka chidamli (450°C gacha).
3. Issiqlikka chidamli (630 650°C gacha).

Legirlangan po`latlar. GOST 9950-73.

ΠΧΦ, 13X, po`latlari 0,15 mm gacha bo`lgan asbob uchun, 9XC, XBΓ issiqbardoshligi 250 260°C gacha va toblash chuqurligi 60-80 mm bo`lgan katta ko`ndalang kesim yuzali asbob uchun (parma, razvertka, plashka) ishlatiladi. B2Φ va XB4 po`latlari yuqori qattqlikka ega bo`lganligi uchun metall arralar, metall uymakorlik asboblari uchun ishlatiladi. Yuqorida ko`rsatilgan po`latlarga toblash va past temperaturadagi bo`shatish qo`llaniladi. Natijada qattqlik HRC 62-65 ga ega bo`ladi.

Po`lat markasi	Termiik ishlash 1°C		Qattqlik
	Toblash	Bo`shatish	
11XΦ	830 - 860	140-160	62-65
13X	780 - 800	100-120	65-66
XBCΓ	840'- 860	140-160	62-64
9XC	860 - 880	140-160	62-65
X	840-850	150-160	62-64
B2Φ	810-830	140-160	64 - 65

O`lchov asboblari uchun X (0,95 - 1,1% uglerod, 1,3 - 1,65% CЧ), 12X1 (1,15 - 1,25% C, 1,3 - 1,65% CЧ) ishlatilib, 850 - 870 °S moyda toblanib 120 - 140 °S da bo`shatiladi, qattqlik HRC 63 - 64 bo`ladi. Yuqori issiqlikka chidamli po`latlarga tezkesar po`latlar kiradi (GOST 19265 - 73). Ularning issiqbardoshligi 600 - 650 °S bo`lib, uglerodli po`latlarning issiqbardoshligidan ikki uch barobar katta. Keskich turg`unligi esa 10-30 barobar katta. Bu po`latlarga P9, P18, P18K5Φ2, P10K5Φ2, P9M4K8, P6M5, P12 lar kiradi.

Po`lat tarkibidagi volfram va vannadiy po`latning toblashdan keyingi qattqlikini oshishiga olib keladi (HRC=63-67).

Po`lat tamg`asi	C%	C _ч %	W%	V%	Mo%
P18	0,7-0,8	3,8-4,4	17,5-19	1-1,4	0,5-1,0
39	0,85-0,95	3,8-4,4	8,5-9,5	2,3-2,7	1,0
P6M5	0,82-0,9	3,8-4,4	5,5-6,5	1,7-2,1	5,0-5,5

Bu po`latlar uglerodli va legirlangan po`latlarni kesib ishlaydigan asboblari uchun ishlatiladi. Yuqori mustahkam issiqbardosh va olovbardosh po`latlarni kesib ishlaydigan tezkasar po`latlar tarkibiga kobalt kiritiladi: P18K5Φ2, P9K5, P6M5K5, P9M4K8, 12AM9K5, P2AM9K5. Volframli yuqori uglerodli po`lat tarkibida azot kiritilishi po`latni, karroziyabardoshligini oshiradi: 11P3AM3Φ2.

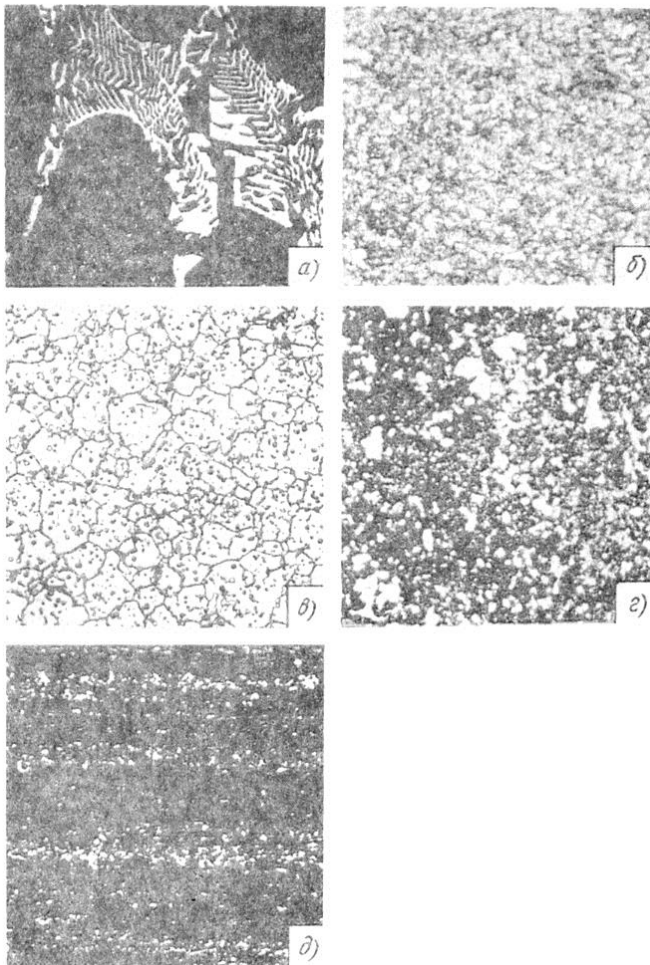
Tezkasar po`latlarga 1200-1260°C gacha qizdirilib, toblash va toblashdan keyin u marta 550-560°C da bo`shatish qo`llaniladi. Qizdirish tuz eritmasi BaCl<sub>2</sub> olib boriladi. Bu po`latlar keskich, freza uchun ishlatiladi.

Shtamp po`latlari. Bu po`latlar metallni qaysi temperaturada deformatsiyalashiga ko`ra ikkiga bo`linadi:

1. Sovuq metallni deformatsiyalaydigan shtamp po`latlari: X, 9XC, XBГ, Y10, Y11.

Po`latlarning toblash chuqurligi 150-200 mm gacha bo`lgan shtamplar uchun X12, X13M, X12Φ1 po`latlari ishlatiladi. Bu po`latlarga toblash (moyda), past temperaturagi bo`shatish qo`llanilgandan keyin HRC 61-63 bo`ladi.

Bundan tashqari yuqori C_ч li po`latlar metallni deformatsiyalash uchun ishlatiladigan shtamp po`latlari 4XBC2, 5XBC2, 6XBC2, 4XBC, 6XC ga 1100 °S da toblash 150-170°C da bo`shatish qo`llaniladi.



2. Issiq holdagi metallni deformatsiyalash uchun 5XFM, 5XHCB, 5XHM, 3OX2HMΦ po`latlaridan foydalaniladi. Bu po`latlar toblab 500-570°C da bo`shatilgandan keyin ularning qattiqligi 35-38 HRC bo`ladi.

Kesuvchi asboblarda uchun qattiq qotishmalardan foydalaniladi. Qattiq qotishmalar bir karbidli (BK3, BK6, BK8, BK20), ikki karbidli (T5K10, T14K8, T3OK6), uch karbidli (TT8K6, TT10K8A, TT10K8B) ga bo`linadi. Bu po`latlarning qattiqligi NKA 89-92 ga barobar bo`lib, kesuvchi asbobning kesuvchi qismi uchun ishlatiladi. Issiqqa chidamliligi 690~700°C gacha.

Nazorat savollari:

1. Issiqqa chidamlilik deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlikka chidamliligi kam bo`lgai asbobsozlik po`latlarga qaysilar kiradi?
3. Tezkesar po`latlarga qanday termik ishlov beriladi?
4. Sovuq metallni deformatsiyalaydigan shtamplariga qaysilar kiradi?
5. Bir karbidli qattiq qotishmaga misol keltirib qo`llanish sohasini ayting.

Adabiyotlar: [1] 165-172 betlar, [4] 252-263 betlar.

8-ma'ruza: Rangli metallar va ularning qotishmalari.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Alyuminiy.
2. Alyuminiy qotishmalarini klassifikatsiyasi.
3. Alyuminiy qotishmalariga termik ishlov berish.
4. Termik ishlash natijasida mustahkamlanadigan, deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari.
5. Termik ishlash natijasida mustahkamligi oshmaydigan, deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari.
6. Quyma alyuminiy qotishmalari.

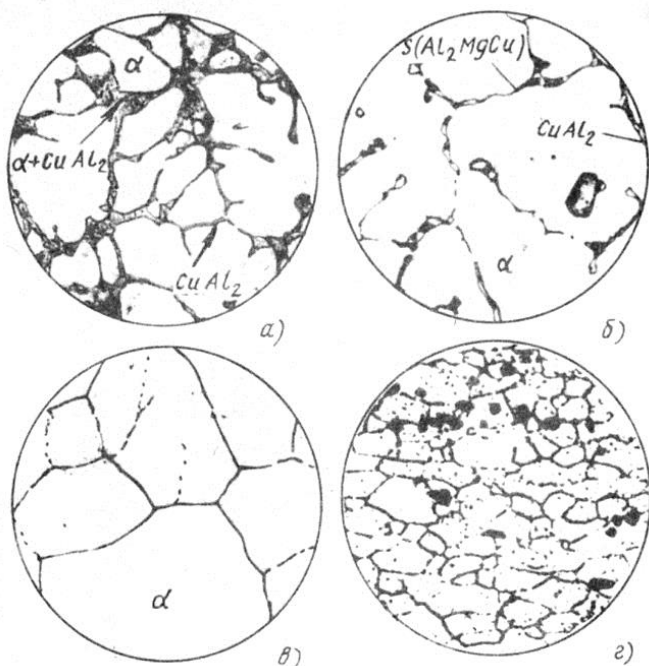
Tayanch soʻzlar va iboralar.

Duralyuminiy, alyumin, eskirtirish, bronza, latun, babbitt.

Mendelev davriy sistemasida alyuminiy III guruhdagi element boʻlib atom massasi 26,98 teng boʻlib, tarkib boʻyicha 13 oʻrinda turadi. Alyuminiy elementar kristall panjarasini tipi yoqlari markazlashgan koʻp yacheykaga ega boʻlib, davri $a=0,40412\text{ Nm}$ ga teng. Alyuminiy eng asosiy xarakteristikasidan biri temir ($7,8\text{ g/sm}^3$) va mis ($8,9\text{ g/sm}^3$) elementlariga qaraganda solishtirma ogʻirligi kamligidir ($2,7\text{ g/sm}^3$). Alyuminiy yaxshi elektr oʻtkazuvchanlikka ega boʻlib, misni (etalon) elektr oʻtkazuvchanligini 65% turi tashkil qiladi, issiqlik oʻtkazuvchanligi esa $238,3\text{ Vt/(m.k)}$.

Alyuminiy ximiyaviy tozaligiga qarab quyidagicha klassifikatsiyalanadi: maxsus yuqori tozalikka ega boʻlgan alyuminiy-A999 (99,999% A1), yuqori tozalikka ega boʻlgan alyuminiy - A995 (99,995%A1), A99 (99,99%A1), A997 (99,97%A1), A95 (99,95%A1) va texnik tozalikka ega boʻlgan alyuminiy- A85, A8, A7, A6, A5, AO (99,60%A1).

Texnik alyuminiy list, prutok, sim va boshqa profilga ega boʻlgan zagotovka tarzida chiqariladi, ular AД va AД 1 deb markalanadi. Alyuminiyda oʻzga qoʻshimchalar, sifatida temir, kremniy, mis, marganes, rux, titan elementida boʻladi. Alyuminiy yuzasida yupqa alyuminiy oksidini (Al_2O_3) hosil boʻlishi oson boʻlganligi uchun va bu oksid juda mustahkam boʻlganligi uchun uning bardoshligini oshiradi. Qancha alyuminiy toza boʻlsa, u shuncha zangbardosh boʻladi. Yumshatilgan alyuminiy mexanik xossalari: $\sigma_{0.2}=50\text{MPa}$, $\sigma_{0.5}=15\text{MPa}$, $\sigma_{0.5}=50\%$ va texnik alyuminiy esa quyidagicha (AДM) - $\sigma_{0.2}=80\text{MPa}$, $\sigma_{0.5}=30\text{MPa}$, $\sigma_{0.5}=35\%$ "a" $E=7\text{GPa}$.



Alyuminiy yumshatilgan xolda yuqori plastiklikka ega bo'lgani uchun plastik deformatsiyalash oson, lekin nisbat saqlanib qoladi, yaxshi plastiklik, korroziyabardoshlikka ega bo'ladi; mo'rt yemirilishga bo'lgan plastiklik kamayadi. Bunga sabab, boshlang'ich katta bo'lmagan deformatsiyaga qarshilik ko'rsatmaydigan zonalardan dislokatsiya o'ta olishidir. $\Gamma\Pi - 1$ va $\Gamma\Pi - 2$ zonalarda matritsa bilan ajralish yuzlari bo'lmaganligi uchun qotishmani korroziyabardoshligi yaxshi bo'ladi. Fazali eskirishda bo'lib, nisbat qattiqligi birmuncha ortadi (0,9-0,95), plastiklik, qovushqoqlik va kuchlanish ostida korroziya bardoshligi birmuncha kamayadi. Bu holda endi deformatsiya natijasida dislokatsiya metastabil faza chegaralarida egilib o'tib, uning atrofida dislokatsiya to'plamini hosil qiladi. Shuning uchun boshlang'ich deformatsiyaga qarshilik ortadi, plastiklik esa kamayadi. 6 fazani to'planishi (oagulyasiya) natijasida (fazoviy eskirish) boshlang'ich stadiyasida mustahkamlik ortadi, o'zini maksimumiga erishgandan keyin yana pasaya boshlaydi. Plastiklik, qovushqoqlik va korroziyaga bardoshligi yana ortadi. Keltirilgan grafikda vaqt birligi ichida har xil eskirishda mexanik xossalarni o'zgarishi keltirilgan.

Alyuminiyli bazi bir qotishmalari - marganes, xrom, nikel, sirkoniy, titan va boshqa elementlar bilan hosil qilgan qotishmalarning rekristallanish temperaturasi qizdirib plastiklik deformatsiyalashdagi yoki toblash uchun qizdirishdagi temperaturadan yuqori bo'lishi mumkin. Shuning uchun bunday qotishmalarni toblab eskirish berilgandan keyin ham rekristallanmagan (poligonlar hosil qilgan) struktura saqlanib qolib, unda dislokatsiya zichligi ham kattaligicha qoladi. Bu esa o'z navbatida yuqori mustahkamlikni ato etadi, rekristallangan strukturaga nisbatan. Bu hodisa amaliyotda struktura mustahkamligi degan nom oldi.

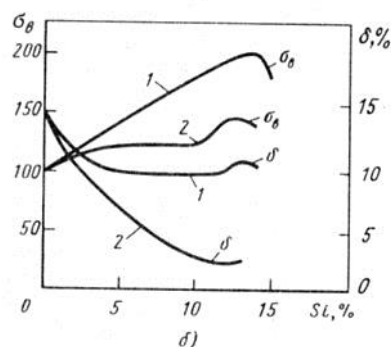
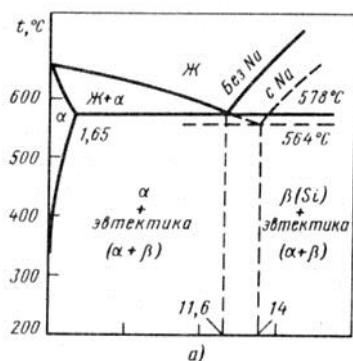
Yarimfabrikatlarni presslash usuli bilan yuqori struktura mustahkamligiga erishish mumkin (prutoklar, profillar, trubalar) va uni pressesekt deb ataladi.

Alyuminiy qotishmalarini yumshatish bir necha xil bo'ladi:

1. Gomogenlash;
2. Rekristallizatsiyalash
3. Qotishmani mustahkamligini kamaytirish, ya'ni toblab eskirtirilgan qotishmani mustahkamligini kamaytirish tushuniladi.

Gomogenlash quymadagi dendrit likvatsiyasi va boshqa notekisliklarni olish uchun deformatsiyalashdan oldin o'tkaziladi. Gomogenlash natijasida qattiq qotishma tarkibi tekislashadi, intermetallidlar esa qattiq eritmada eriydi.

Rekristallizatsiya temperaturasidan sovitish natijasida ikkilangan faza sifatida bir xil tarkalgan holda ajralib chiqadi. Buning natijasida qotishmani plastikligi oshadi, siqish darajasi ortadi. Presslash jarayonini tezlashtiradi texnologik otxod kamayadi.



Gomogenlash natijasida mayda donachalar hosil bo`lib, kuchlanish ta'siri ostida korroziya bardoshligini oshiradi. Gomogenlash temperaturasi solidus chizigidan pastda bo`lib, ko`p qotishmalar uchun 480-530°C tashkil qiladi. Ushlab turish vaqti esa 6 soatdan to 36 soatgacha bo`ladi. Sovitishni pech bilan birgalikda yoki xavoda ham olib borsa bo`ladi.

Rekristallizatsion yumshatish plastik deformatsiyadan keyin, naklyopni olish uchun beriladi, xamda donachalar maydalaniladi. Ko`pchilik alyuminiy qotishmalari uchun 50-70% deformatsiyalangandan keyin, rekristallizatsiya temperaturasining boshlanishi 280-300°C tashkil qiladi. Rekristallizatsiya temperaturasi qotishma tarkibiga bog`liq bo`lib, 300°C dan to 500°C gacha borishi mumkin, ushlab turish vaqti esa 0,5-3,0 soatni tashkil qiladi. Termik ishlash natijasida mustahkamligi oshadigan qotishmalar uchun, 200-300°C qizdirilganda sovis tezligi 30°C soat bo`lishi kerak. To`la yumshatish uchun 350-430°C ga qizdirib 1-2 soat shu temperaturada ushlab turiladi. Bu temperaturada tuyintirilgan qattiq qotishma to`la parchalanib, mustahkamlikni oshiradigan fazalar yog`iladi. Yumshatilgan materialni yana boshqatdan yuqori darajada plastik deformatsiyalash mumkin.

Deformatsiyalanadigan va termik ishlash natijasida mustahkamligi oshadigan qotishmalarga duralyuminiylar, D1, D16 avval (AB) qotishmalari, yuqori mustahkamlikka ega bo`lgan alyuminiy qotishmalari (B95, B96), bolg`alash va shtamplash uchun mo`ljallangan alyuminiy qotishmalari (AK6, AK8), olovbardosh alyuminiy qotishmalari (AK4-1 D 20) kiradi. Deformatsiyalanadigan va termik ishlash natijasida mustahkamligi oshmaydigan alyuminiy qotishmalariga marganes va magniy bilan legirlangan qotishmalar kiradi: Bu qotishmalar bosim ostida oson ishlanadi (shtampovka, egish, cho`zish va x.k.), yaxshi payvandlanadigan va yarim korroziyabardoshlikka ega. Lekin yumshatilgan holda plastiklik katta bo`lagani uchun kesib ishlash ancha qiyin. Bu qotishmalar ko`pincha kerakli va payvandlanadigan konstruksiyalarda ishlatiladi. Bu konstruksiyalar katta bo`yicha Si A1: dan farq qilmasdan, elementar kristall panjarasini tuzilishi boshqacha bo`ladi. Bu fazani 0 fazadan (Si A1) dan farq qilish uchun 9 faza deb ataladi, u qisman qattiq eritma elementar kristall panjarasi bilan kogerent bog`lanadi. Temperaturani yana oshirsak (200-250°C) metastabil 8 faza to`planib, stabil 0 fazani hosil qiladi, shunday qilib, tabiiy eskirtirishda ГII -1 hosil bo`ladi. Sun'iy eskirtirishda esa ketma-ket ГII1-" ГII2-"0-"9 (SiA₁₂) hosil bo`ladi.

Shunday bo`lsa ham, bu degan so`z bir faza ikkinchi bir fazani kelib chiqishiga sabab bo`ladi deb o`tish kiyin, chunki keyingi fazani mavjud bo`lishi shart bo`lmay, balki keyingi fazani hosil bo`lishi oldingi fazani erishi orqali bo`lishi mumkin.

Shunday qilib tuyintirilgan fazani parchalanishdagi keltirilgan sxema boshqa alyuminiy qotishmalari uchun ham umumiydir. Faqat har xil qotishmalar uchun sostav bir xil bo`lmaydi, tuzilishi ham har xil hosil bo`layotgan fazalar ham boshqacha bo`ladi. Eskirtiriladigan alyuminiy qotishmalari uchun har birini o`zini ГII-1, ГII-2 hosil bo`ladigan zonalariga ega bo`lib va har xil fazalar (91 va 6) hosil bo`ladi.

1. Zonali eskirtirish
2. Fazali eskirtirish
3. Yog`ilish (kogulyatsiya)
4. Tabiiy eskirtirish

Toblab, eskirtirilgandan keyin qotishmani mustahkamligini oshishi, mustahkamlikni oshiradigan fazalarni tabiatiga, ularni o`lchamlari, soniga (miqdoriga) va qanday taqsimlanishiga bog`liq bo`ladi. Zonali eskirtirilgandan keyin, qotishmani oquvchanlik chegarasidagi mustahkamlik ortadi va unga katta bo`lmagan 80, (<0,6-5-0,7) uchun qizdirish temperaturasini aniqlash konkret holat diagrammasidan topiladi. Masalan A1 - Si sistemasi uchun, toblash uchun qizdirish temperaturalarini abc chizig`idan iborat bo`ladi (tarkibida mis 5,6% dan kam bo`lgan alyuminiy qotishmasi uchun), tarkibida ko`proq (Si>5,6%) mis bo`lgan qotishmalar uchun esa qizdirish temperaturasi evtektoid temperaturasidan (548°C) kam bo`lishi kerak. Mis miqdori 5,6% gacha bo`lgan qotishmani toblash uchun qizdirilgaida ortiqcha Si A1 fazasi qotishmada eriydi va bu qotishmani tez sovitilgan qotishma to`yintirilgan bo`lib qoladi, ya'ni qotishmada qancha mis bo`lsa, shuncha qotishmada qoladi. Agar qotishmada mis miqdori 5,6% dan ko`p

toblash natijasida to'yintirilgan qotishmada erigan mis miqdori "B" nuqtasiga mos bo'ladi va ortiqcha erimay qolgan Si A1; fazadan iborat bo'ladi. qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti qattiq eritmada intermetallar fazasini eritish uchun kerak, hamda qotishmani struktura holati, geometrik formasi va pech tipiga bog'liq, listlar, prutoklar, qalinligi 0,5-150 mm bo'lgan polos; shar uchun selitralli vannalarda qizdirilganda odatda 10-80 minut ushlab turishishi. Murakkab formadagi fasonli zagotovkalar esa ancha ko'proq (2-15) soat ushlab turiladi, chunki bu vaqti ortiqcha qo'pol strukturali intermetallidlar erishga ulgirishi kerak. Toblashda soat tezligi katta bo'lishi kerak, ya'ni diffuzion parchalanish yuz bermasligi kerak. Deformatsiyalangan qotishmani o'lchamlari kichik va murakkab formada bo'lmasa suvda toblash mumkin, fasonli quyma detallar bo'lsa isitilgan (50-100°C) suvda yoki moyda toblanadi, chunki formasini geometrik o'zi o'zgarmasligi va darz bermasligi kerak.

Toblangan qotishmani eskirtirish - toblangan detalni uy temperaturasida bir necha sutka davomida ushlab turish (tabiiy eskirtirish) yoki yuqori temperaturada 10-24 soat ushlab turishdan iborat. Eskirtirish jarayoni o'ta tuyintirilgan qotishmani parchalanishidan iborat, natijada qotishmani mustahkamligi ortadi. Kristall panjarada mis atomlari statik bir tekis joylashgan o'ta tuyintirilgan qattiq qotishmani parchalanishi temperatura va eskirtirish vaqtiga qarab bir necha davrda bo'ladi. Tabiiy eskirtirishda (20°C) yoki past temperaturali (100-150°C dan pastda) eskirtirishda qattiq eritmada ortiqcha fazani ajralib chiqishi kuzatilmaydi; bu temperaturada mis atomlari qattiq eritmani kristall panjara ichida kam masofaga siljiydi. Ikki xil o'lchamli strukturani bir paytni o'zida 1938 yilda fransuz Gente va angliyalik Priston rentgenoanaliz usuli bilan aniqlaganlar. Tabiiy eskirishda diffuziya tezligi yetarli bo'lishi o'ta to'yintirilgan qattiq qotishmada vakansiyalarni ko'pligidir. Toblash temperaturasida muvozanatdagi vakansiya miqdori uy temperaturasiga qaraganda bir necha barobar ko'pdir. Toblash jarayonida esa yuqori temperaturadagi vakansiyalar ajralish yuzalarida chiqishga dislokatsiyaga qo'shilishiga ulgurolmaydi. Natijada legirlovchi elementlarni ko'chishini osonlashtiradi. A1 - Si qotishmasida ГП-1 zonasining kengligi har bir kristall kengligida 1-10 nm va qalinligi 0,5-1 nm ni tashkil qilib nisbatan bir tekis tarqalgan bo'ladi. ГП- I zonasida alyuminiy konsentratsiyasi (54%) SiA₁₂ ga qaraganda kam bo'ladi. Shunisi qiziqki, agar qotishmani sun'iy eskirtirilgandan keyin, yana qaytatdan 230-270°C gacha qizdirilib, tez sovutilsa, eskirtirishda erishilgan mustahkamlik yo'qolib, xossasi yangi toblangan qotishma xossasiga ega bo'ladi. Bunday holatni eskirgandan keyin qaytish deb ataladi. Qotishmada erishilgan mustahkamlikni yo'qolishi, yuqori temperaturada ГП- I zonasini stabil emasligini ko'rsatkichi va bu zona qaytatdan qattiq eritmada eriydi va mis kristall yana kristall panjarada hajm bo'yicha bir xil ataladi, xuddi yangi toblangandaga holatga o'xshab. Keyinchalik qotishma uy temperaturasida shu holda ko'proq ushlab turiladi, yana ГП - 1 hosil bo'ladi, ya'ni qotishma mustahkamligiga ortadi. Lekin qaytishdan keyin yana eskirtirilsa, qotishmani zangbardoshligi yomonlashadi, shuning uchun amalda bu texnologiya amaliyda qo'llanilmaydi. Uzoq payt 100°C da va bir necha soat 150°C ushlab turilsa, ГП - 1 zonasini o'lchami o'sadi (kalinligi 1-4 nm va diametri 20-31 nm), struktura esa qattiq eritma strukturasidan farq qilib tartibli joylashgan bo'ladi. Bu zonada mis konsentratsiyasi Si A1, tarkibiga to'g'ri keladi va uni ГП - 2 ataladi. Temperatura oshgan sari diffuziya tezligi ortadi, ya'ni struktura o'zgarishlari tezlashadi. Toblangan qotishmani yuza temperaturada (150-200°C) bir necha soat ushlab turilsa, GP – 2 hosil bo'lgan zonada mayda (yupqa plastinkali) yangi oraliq zarrachalar hosil bo'lib, kimyoviy tarkibi kesib ishlash ancha qiyin. Hamma usullar bilan payvandlash mumkin. Texnik alyuminiy АД va АДП markalari detal va konstruksion elementlarini tayyorlash uchun ishlatiladi. Lekin ishlash ishroitida nagruzka knm bo'lib, yuqori plastiklik zangbardoshlik, yaxshi payvandlanish xossalari talab etiladigan bo'lsa, yaxshi issiqlikni va elektr tokini o'tkazish talab etiladigan bo'lsa, qo'llash mumkin. Boshqa sharoitlarda esa alyuminiy qotishmalari kengroq qo'llaniladi.

2. Alyuminiy qotishmalarini klassifikatsiyalash. A1-Mп, A1-51, A1-Си-M§, A1-Си-M§-1. A1-M§-81 hamda A1-2п-M6-Си sistemalardagi alyuminiy qotishmalari ko'proq tarqalgan. Muvozanat holatida bu qotishmalardagi fazalar kam legirlangan qattiq qotishma va intermetallidlar SiA₁₂ (6 - faza), M&Z!, AKSiMyo (5 - faza), AKSiM& (T - faza), A)3Myo2,

A^Mp va boshqa fazalardan iborat.

Hamma alyuminiy qotishmalarini ikki guruhga bo'lish mumkin:

1. Yarim fabrikat zagatovkalar olishda deformatsiyalashni qo'llash uchun (listlar, plitalar, prujonlar, profillar, trubalar pa x.k.), hamda prokatlar, presslash, bolg'alash va shtamplovka usuli bilan pokovka va shtampovka zagatovkalarni olish uchun qo'llaniladigan alyuminiy qotishmalari. Bunday deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari yana o'z navbatida termik ishlashni qabul qilishga qarab ikki guruhga bo'lish mumkin: termik ishlash natijasida mustahkamligi oshadigan va oshmaydigan qotishmalar;
2. Fasonli detallarni olish uchun ishlatiladigan quyma alyuminiy qotishmalari. Alyuminiy qotishmalarini termik ishlash.

Alyuminiy qotishmalarini mustahkamligini oshirish uchun toblab eskirtirishi termik operatsiyalari o'tkaziladi. Deformatsiya natijasida hosil bo'ladigan struktura notekisliklarini tuzatish uchun hamda nomuvozanatdagi strukturani qotishm holatiga qaytarish uchun yumshatish termik operatsiyasi o'tkaziladi.

Toblash va eskirtirish. Past temperaturada ko'p komponentlarni erish darajasi kamayganligi uchun, toblash va eskirtirish termik ishlash yo'li bilan alyuminiy qotishmasini oshirish mumkin.

Alyuminiy qotishmasini toblash uchun shunday temperaturagacha qizdirish kerakki, qachonki ortiqcha intermetallid fazalar butunlay yoki qariyb ko'p qismi alyuminiyda erisa, o'sha temperaturada biroz ushlab turib, so'ngra uy temperaturasigacha tez sovitiladi. Toblash bo'lmagan ishlashi kerak, lekin korroziyabardoshligini yuqori bo'ladi. Masalan AMr, AMr2, AMr3 qotishmalar suyuqlik saqlanadigan idishlarni tayyorlashda trubkalar, dengiz paraxodlarida palubalar detallari, qurilishda (har xil to'skichli konstruksiyalar, eshik va oyna rashpar va x.k.). Quyma alyuminny qotishmalari evtetikali qotishmalaridir, shuning uchun legirolovchi elementlarni miqdori ko'p bo'ladi. Ko'pincha kremniyli A1 – 81, misli A1 -Si yoki A1 - Mv qotishma ishlatiladi (AL, AL4, AL9 (A1 - 51), AL7, AL19 (A1 - SI); AL8, AL27 (A1 - M8) AL1, AL20, AL21 (A1 - MV - Si)).

Shartli ravishda termik ishlovlar quyidagicha belgilanadi:

1. T1 - sun'iy eskirtirish T - $175 \pm 5^{\circ}\text{C}$, t=5-20 qo'yilgan zagatovkalarga beriladi;
2. T2 - yumshatish T- 300°C , t=5-10 soat;
3. TZ, T4 - toblash va tabiiy eskirtirish toblash temperaturasi T= 510 - 520, 40-100 $^{\circ}\text{C}$ isitilgan suvda sovitiladi. (AL4, AL9, AL1, AL2);
4. T5 - toblash va qisqa muddatda sun'iy eskirtirish beriladi T= 17°C ;
5. T6 - toblash va to'la sun'iy eskirtirish beriladi T= 200°C , T-3-5 soat;
6. T7 - toblash va stabillashtiruvchi eskirtirish T- 30°C , t= 310°C , AL9, AL1, AL90.
7. T8 - toblash va yumshoq eskirtirish T= $240-260^{\circ}\text{C}$, t=3-5 soat.

Olovbardosh alyuminiy qotishmalari $275-300^{\circ}\text{C}$ da ishlay oladi, (AL1) ulardan porshen, silindrni bosh qismi va shunga o'xshash detallar tayyorlanadi.

Nazorat savollari.

1. Quyma alyuminiy qotishmalari qaysilar?
2. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari qaysilar va ularga qanday termik ishlov beriladi?
3. Misning qanday qotishmalarini bilasiz?
4. Qanday bronzalarni bilasiz va misol keltiring?
5. Latun qanday qotishma?
6. Vkladish qotishmalardan qaysilarni bilasiz?

Adabiyotlar:

- 1) bet, 2) 384-401, 408-422 bet, 3) 175-185, 207-218 bet, 4) 299-321 bet.

9-ma'ruza: Metalmas materiallar; kompozit materiallari

Ma'ruzaning rejasi:

1. Polimer va metallarning birikmalaridan hosil bo'lgan konstruksiyalar.
2. Metallopolimer konstruksiyalarda adgeziyali bog'lanishning tabiati.
3. Polimerlarning metallarga bo'lgan adgeziyani boshqarish usullari.
4. Polimer qoplamalarining antifrik xossalariga modifikatsiyalashni ta'siri.

Tayanch so'zlar va iboralar:

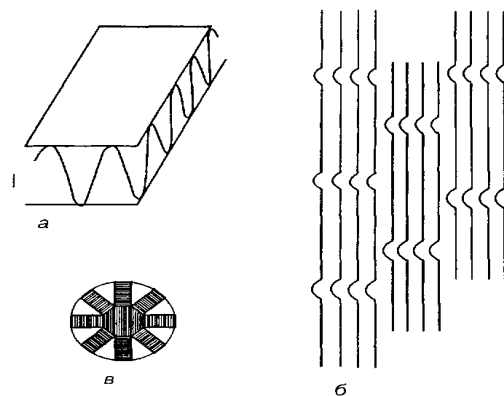
Polimer, kompozitsion material, shina, keramika, rezina, kauchuk, shina rezinasi.

Vatanimizning iqtisodiy mustaqilligini mustahkamlash, xalqimizning borgan sari ortib borayotgan talablarini yanada to'laroq qondirmoq uchun sanoatni va qishlok xo'jaligini katta odimlar bilan rivojlantirish lozim. Ishlab chiqarish texnikasini takomillashtirish esa yangi materiallarni tobora ko'proq yaratish va ularni ishlab chiqarishning yangi texnologiyasini yaratishni talab etadi.

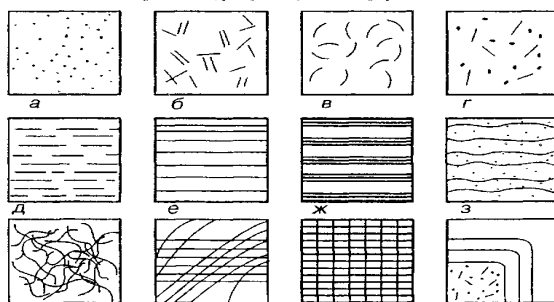
Hozirgi zamon sanoatida va qishloq xo'jaligida ishlatiladigan mashinalar juda ko'p ishqalanish yuzalariga (sirtlariga) ega bo'lib, ularning anchagina qismi kuchlar ta'sir etuvchi sharoitlarda ishlaydi. Ishqalanish juftlarini takomillashtirish mavjud materiallarni modifikatsiyalash va yangi materiallarni, xususan, polimerlarni qo'llash hisobiga bo'lishi mumkin. Laboratoriya izlanishlari va antifriksion polimer materiallarining qo'llanishdagi tajribalar ko'rsatdiki, eng iqtisodiy samaradorlik va texnologik jihatdan qulaylik ularni qoplama sifatida qo'llashda erishilar ekan. Masalan, mashina va mexanizmlarning ishqalanish juftlarida polikaproamid (kapron) qoplama ko'p tarqalgan. Bunday qoplamalar metallni qizdirilgan yuzasiga poroshok holidagi polimerni purkash yo'li bilan olinadi.

Shunday qilib, har xil fizik- ximik, elektr va mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan yuqori molekulyar birikmalarni (polimerlarni) sanoat miqyosida ishlab chiqarish, mashinasozlikning progressiv texnologiyasini tashkil etishga mashina va mexanizmlarning tannarxini va solishtirma og'irligini kamaytirishga, shuningdek, sanoat estetikasi talablarini tobora to'laroq qondirishga yordam beradi. Polimerlarda mujassamlangan mexanik, antifriksion, elektroizolyatsiya, antikorrizion va shunga o'xshash muhim xossalar ularni mashina qismlarida qora va rangli metallarni, shuningdek ularning qimmatbaho qotishmalarini qisman almashtirishga imkon beradi. Bu sohada Belarusda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bunday materiallar ishqalanishda ishlatiladigan an'anaviy babbrit, bronza, cho'yan kabi materiallar bilan bimalol bellasha olar ekan.

Poroshok holidagi polimer materiallaridan qoplama olish nisbatan yangi yo'nalishdir. Bu yo'nalishning vujudga kelishi va uning rivojlanishi polimer ishlab chiqarishning juda tez o'sishi, shundan ishlab chiqarish maxsulotlarini korroziyadan saqlash va ularga dekarativ ko'rinish berish kabi talablarning taqozosida kelib chiqadi. Masalan, sobiq Sovet ittifoqida 15 yil mobaynida (1950-1965 y.) polimer ishlab chiqarish 75 ming tonnadan 871 ming tonnaga ko'tarilgan bo'lsa, AQShda xuddi shu davr mobaynida 1.1 million tonnadan 5,6 million tonnagacha ko'paytirildi. Birinchi marotaba polimer qoplama bundan 20 yil avval gaz - alangali usulda olingan edi. Shundan buyon qoplama olish usullari rivojlanib kelayotir. Masalan, AQShda qoplama olish bilan 1959 yilda 20 ta eng yirik firmalar shug'ullangan bo'lsa, hozir ularning soni 100 dan oshib ketdi. Sobiq Sovet Ittifoqida ilmiy tekshirish institutlarida, korxonalarda va konstruktorlik byurolarida olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida yuzlab korxonalarda qoplama olish usullari juda keng qo'llanila boshlangan.



106-расм. Полимер кристалл тузилишининг ҳосил бўлиш схемаси: а — пластинкали монокристалл; б — туғунали кристалл (фибриллар); в — сферолит.



To'ldiruvchi va armaturaning tartibsiz (a-z, u), bir o'q yo'nalishida (o-3) hamda murakkab (и, л, м) joylashishini tushuntiruvchi chizma:
a-kukun, б-kalta tolalar, в-payraxalar, г- kukun bilan kalta tolalar aralashmasi, д- kalta tolalar, е-и- uzun tolalar, ж- to'qima va yupqa materiallar chiqindisi, з- to'qima va kukun aralashmasi

Polimer qoplamalar haqida polimer va metallarning birikmalaridan hosil bo'lgan konstruksiyalar. Mashina va mexanizm qismlarining va shu hisobda ishqalanish juftlarining asosiy materiali metallar hisoblanadi. Metallar yuqori mustahkamlikka, issiqbardoshlikka, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka va shu kabi boshqa qimmatli xususiyatlariga ega. Amalda metallardan istalgan konstruksiyadagi mashina va mexanizmlarni tayyorlash mumkin. Lekin metallardan mashina qismlarini yasash sermehnatli jarayondir va ko'pincha bu jarayon metall chiqindisiga ko'paytirishga olib keladi (masalan, metallarni stanoklarda kesib ishlash jarayonida). Metallar, ayniqsa rangli metallar va ularning qotishmalari, qimmatbaho (yoki kamyob) konstruksion material hisoblanadi. Shuning uchun hozirgi zamon masshtabida ishlab chiqarilayotgan mashina va mexanizmlarida xomashyo yoki materiallarni tejash muhim davlat ishiga aylanmoqda. Fikrimizning dalili uchun bir misol keltiramiz: Angliyada mo'ljaldan oldin metallardan ishlangan konstruksiyalarning korroziya natijasida yeyilishi har yili 700 million funt sterling zarar keltirishi hisoblab chiqilgan. Shunday qilib, yeyilishga yuqori darajada chidamli, mustahkam va yengil bo'lgan materiallarni yaratish dolzarb vazifalardan hisoblanadi. Polimer konstruksion materiallar esa, ko'pincha yuqorida ko'rsatilgan talablarni yetarli darajada qondiradi. Ularning solishtirma og'irligi metallarga nisbatan 5-8 barobar kam bo'lgan holda, yetarli darajadagi mustahkamlikka ega va ishqalanish juftlarida metallar bilan birga ishlatilganda juda kichkina ishqalanish koeffitsientiga ega bo'lib, bu materiallarni yaxshi demferlash (tebranishni yutish) xossasiga ega.

Polimerlardan yasalgan mashina va mexanizmlarning tannarxi kam bo'lib, metallarni yasashda materiallarni qayta ishlash texnologiyasi sodda va osondir. Ammo, polimerlar muhim kamchiliklarga ham egadirlar. Masalan, ularning issiqlik o'tkazuvchanligi juda past bo'lsa, issiqlik o'tkazuvchanligi juda past bo'lsa, issiqlik nurlari ostida tez eskirib mo'rt bo'lib qoladilar va h.k. Lekin metall bilan polimer xususiyatlarini solishtiradigan bo'lsak, shuni ko'rish

mumkinki, polimerlarda yuk bo'lgan ko'p xususiyatlari metallarda aniq ifodalangan va aksincha metallarda yuk bo'lgan xususiyatlar polimerlarda mavjuddir. Tabiiyki, shuning uchun metallar bilan polimerlarni qo'shib birikma hosil qilish maqsadida muvofiq.

Polimer bilan metallarning yaxshi xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan mashina va mexanizm konstruksiyalarini yaratishga bo'lgan imtilish, yangi metallopolimer kontruksion materialni yaratishga sabab bo'ldi. Metallar metallopolimer konstruksiyalarida, asosan uning mustahkamligini, bikrligini, issiqlik va elektr o'tkazuvshanligini oshirish uchun qo'llanilsa, polimerlar esa, shu konstruksiyaga, ishlash sharoitining talabiga muvofiq, spesifik xususiyat berish uchun ishlatiladi. Masalan, metall korroziyalarini korroziyadan saqlashda, dekarativ ko'rinish berishda, ximik aktiv muhitda ishlashi uchun normal sharoit yaratishda, yeyilishga ishlayotgan ishqalanish juftlarida metall yuzasi yupqa polimer qatlami bilan qoplanadi. Bunday qoplamalar metall yuzasida poroshok yoki yupqa plyonka holidagi polimerlarni eritishdan hosil bo'ladi. Polimerlarni metall yuzasida yupqa qoplama sifatida ishlatishdagi muvafaqqiyatga faqat polimer bilan metall o'rtasidagi kerakli darajadagi adgeziyani va butun ish jarayonida uning barqarorligini (turg'unligini) ta'minlash konstruksiyaning ishlash qobiliyati va sharoitini yaratishning asosiy omillaridan biridir.

3. Metallopolimer konstruksiyalarina adgeziyali bog'lanishning tabiati.

Polimerlarning metallarga bo'lgan adgeziyasiga (yopishqoqligiga) mazkur soha olimlarining juda ko'p ilmiy ishlari bag'ishlangan. Shunga qaramasdan, hozirgi paytgacha adgeziyaning tabiati noaniq bo'lib qolmoqda. Adgeziyaning yagona nazariyasi yo'qligi uning juda murakkab hodisa ekanligiga yaqqol misol bo'lib, u ko'proq fizika, ximiya va mexanika fanlarining tutashgan qismiga kiradi. Bu yerda biz hamma adgeziya nazariyalarini qisqa bo'lsa ham bayon l- ish imkoniyatiga ega bo'lmasakda, shuni ta'kidlashimiz zarurki, mavjud nazariyalar bir-biriga qarama-qarshi bo'lmay, ular umumiy problemani to'ldiradi va oydinlashtiradi, qonuniyki, har bir nazariya amaliy tekshirishlarda yoki adgeziyali bog'lanishni tashqi kuch ta'siri ostida buzilishini kuzatishda qandaydir original bir hodisaga asoslanadi.

Shunisi ham qiziqki, adgeziyaga bag'ishlangan ilmiy ishlarda bu terminga (adgeziya) aniq bir yagona ta'rif berilgan emas. Umuman, "adgeziya" deganda, molekulyar tabiatli, bir-biriga biriktirilgan ikkita jismning o'rtasida voqelik, jarayon va o'zaro ta'sirining natijasi tushiniladi. Masalan, o'zaro bog'lanishda bo'lgan birikmalarning tashqi kuch ta'siridagi mustahkamligi yoki ularning o'zaro ta'siridagi potensial xususiyati va x.k. Adgeziyaga bunday qarashlar va uning mavjud nazariyalarida asosan bir shugina jarayonning har xil taraflarini yoritiladi. Shunga ko'ra, "adgeziya nazariyasi" (elektromagnit, elektrostatik, adsorbsion nazariyalar), "adgeziyali bog'lanishni hosil qilish nazariyasi" (mikroreologik nazariya) va "adgeziyali bog'lanishning mustahkamligi" nazariyalarini bir-biridan farq qilish maqsadga muvofiqdir. Oxirgi fikrimizga asoslanib, masalan, adsorbsion va diffuzion nazariyalarni bitta molekulalararo nazariya deb qarash mumkin, chunki ikkala nazariyada ham adgeziyali bog'lanishdagi jismlarning mustahkamligiga asosan, shu jismlarning molekulalari orasida mavjud bo'lgan o'zaro ta'sir kuch javobgar deb qaraladi.

Absorbsion nazariyaga asosan adgeziya - yuzalarda bo'layotgan hodisa bo'lib, bir jismning molekulalari boshqa jismning yuzasiga adsorbsiyalanish natijasidir. Diffuzion nazariya nuqtai nazaridan esa, adgeziya - hajm hodisasi bo'lib, bir jism molekulalarining ikkinchi jismga diffuziyasidir yoki ikkala jism molekulalarining o'zaro diffuziya natijasidir. Demak, adgeziya juda murakkab hodisa ekan. Shuning uchun tajribada olingan natijalarni to'g'ri talqin qilishda quyidagi tushuichalarni bir-biridan farq qilmoq zarur: adgezion mustahkamlik - adgeziyali bog'lanishlarning mexanik yo'l bilan buzilishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati, adgezion moyillik - qattiq jismlarning adgeziyali bog'lanish hosil qilishga bo'lgan moyilligi, adgezion qobiliyat - qattiq jism yuzasida biror jism eritilganda, shu jism molekulalarining yuza bilan o'zaro ta'sir etuvchanlik qobiliyati.

Adgezion bog'lanishda bo'lgan mamunalarni mexanik usul bilai buzishda, buzilish yuzlari holatini baholash ham dolzarb masalalardan biridir. Chunki bunday ma'lumotlar polimerlarning metallarga bo'lgan adgeziyasini o'rganishga yordam beradi. Bu sohada ko'p

ishlagan olim S.S. Voyuskiy juda ko'p yig'ilgan ilmiy va eksperimental materiallarga asoslanib, u buzilish yuzalarini asosan uchga - kogeziyon, adgezion va aralash (kogeziyon va adgezion) buzilish yuzalariga bo'ladi. U bundan tashqari buzilish yuzalari mikromazaik xarakteriga ham ega bo'lishi mumkin deb ko'rsatadi. Bog'lanishning adgezion buzilishda, buzilish yo'nalishi polimer va metall chegarasi bo'ylab o'tadi. Bog'lanishning kogeziyon xil buzilishida esa, buzilish yo'nalishi chegara bo'ylab o'tmasdan, balki polimer hajmi bo'ylab yoki metall yuzasidagi oksidlangan qatlam bo'ylab o'tadi. Bog'lanishning buzilish yuzasining aralashish xilida esa, buzilish yo'nalishi qisman metall bilan polimer bo'linishi chegarasi bo'yicha, qisman polimer yoki metall oksidi qatlami bo'yicha o'tadi. Demak, adgeziyali bog'lanishlarning buzilishi yuzalarining xilini aniqlash, adgeziya nazariyasi va amaliyot juda katta ahamiyatga ega ekan. Yuzalarni buzilish xili adgeziyali bog'lanishlarning zaif zvenosini aniqlabgina qolmay, balki mustahkam birikmalar hosil qilish usullarini topishga, nazariy jihatdan esa, bog'lanishning mustahkamligi uchun javobgar kuchlar va ularning tabiatiga to'g'ri baho berishga imkon yaratadi. Shunday ekan, adgeziyali namunani mexanik usullari, buzilish yuzasining xilini qanchalik aniqlik bilan baholashga bog'liq bo'ladi.

Adgeziya nazariyalarning hozirga erishilgan katta yutuqlariga qaramasdan, polimerlarning adgezion qobiliyatlarini oldindan aytib berish, bunday bog'lanishlarning tabiati hamda ularning mustahkamligi, ishlash jarayonidagi turg'unligi va shunga o'xshash ko'p amaliy masalalar hali hal qilingan emas. Adgezion bog'lanishlarni hosil qilishdagi va ularni amalda qo'llashdagi hozirgi erishilgan yutuqlarni esa, asosan, eksperimental izlanishlar natijasi deb qaramoq kerak.

4. Polimerlarining metallarga bo'lgan adgeziyalanishi boshqarish usullari.

Adgeziyaning boshqarish usullari, asosan, polimer va metallarning fizik va kimik xossalari, ular yuzasining holatiga bog'liq bo'ladi. Quyida biz polimerlarning metallarga bo'lgan adgeziyasini hozirgacha ma'lum bo'lgan boshqarish usullarini keltirdik (1-jadval). Shu sxemaga asosan adgeziyani boshqarish usullarini ikkita katta klassga va to'rtta mayda klassga bo'lish mumkin.

Odatda adgezion birikmalar olayotganda yuzalarni har xil iflosliklardan tozalash zarur. Metall yuzasini mexanik ishlash ko'p qo'llaniladigan usullardan biridir. Metall yuzasini keskich bilan kesib tozalash yoki randalash mumkin, shuningdek yuzani jilvir tosh bilan ham ishlash mumkin. Katta va murakkab konfiguratsiyaga ega bo'lgan yuzalarni metall drop yoki qum donalarini bosim ostida otib ishlash ancha samarali usullardan biri. Mexanik usulda ishlangan (tozalangan) yuza o'zidan har xil energiyaga ega bo'lgan elektronlar chiqaradi. Shu intensivligi (chiqish jadalligi) orqali yuzani mexanik ishlangandan keyingi fizik va mexanik aktivligini ma'lum darajada xarakterlash mumkin.

Masalan. qum bilan metall yuzasini mexanik polimerning metallga bo'lgan adgeziyasini oshishi kuzatilgan. Ma'lumki. oddiy sharoitda metall yuzasida oksidlangan parda (qatlam) bilan qoplangan bo'ladi. Bu qatlam o'zining kimyoviy tarkibi va qalinligi bilan xarakterlanadi. Shuningdek bir metallning yuzasida bir necha ketma-ket joylashgan har xil tarkibli oksidli qatlamlar ham bo'lishi mumkin. Bu qatlamlar tarkiblari va qalinliklari bilan xarakterlanib, adgeziya miqdoriga ta'sir ko'rsatadilar. Masalan, polikapromidning (kapronning) po'latga bo'lgan adgeziyasi metall yuzasi qatlami bo'lsa, bir muncha ko'p bo'lishi adabiyotda qayd qilingan. Kimyoviy modifikatsiyalash usullaridan eng ko'p tarqalgani yuzani fosfatlashdir. Metall yuzasida hosil qilingan g'ovak fosfat qatlami polimer qoplamlar uchun yaxshi asos hisoblanadi. Hozirgi paytda bu usul sanoat miqyosida keng qo'llanilmoqda. Adgeziyani o'zgarishiga polimer yuzasini modifikatsiyalash ham katta ta'sir qiladi. Masalan, yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilenni ksilolda (kimyoviy birikma) yuvilsa, polimerning metallga bo'lgan adgeziyasi 1,5-2,5 oshishi kuzatiladi. Shunga o'xshash, adgeziyani polimer materiallarni termooksidlar, ularga nur ta'sir ettirish, boshqa kimyoviy birikmalarni polimerga payvand qilish usullari bilan ham olish mumkin.

Polimerlarning adgeziyasini boshqarish usullaridan eng oddiysi va ta'sirchani - polimerlarni hajmi modifikatsiyalashdir. Bu usulni ikki xil yo'l bilan-molekulyar

modifikatsiyalash yoki geterogen qattiq qo'shimchalarni polimer tarkibiga qo'shib kompozitsion hosil qilish yo'li bilan amalga topshirish mumkin.

Molekulyar modifikatsiyalashga polimer tarkibiga molekulyar og'irligi kichkina bo'lgan jismlar (termostalibilizatorlar, to'qima struktura hosil qiluvchi agentlar, plastifikatorlar) qo'shish, polimer tarkibini, tuzilishini va molekulyar og'irligini ionizatsiyalovchi nur, vakuumda termik ta'sir etish yoki monomerli muhitda ishlash yo'li bilan o'zgartirish kabi usullar kiradi.

Nazorat savollari:

1. Plastmassa deb qanday birikmaga aytiladi?
2. Organik to'ldiruvchili termoplastik plastmassalar qaysilar?
3. Organik oyna qanday oyna?
4. Qanday material kompozitsion material deyiladi?
5. Rezinaga tashqi muhitning ta'siri qanday?
6. Mashinasozlikda keramika nima uchun qo'llaniladi?

Adabiyotlar:

(1) 201-206 bet, (2) 422-498 bet, (3) 223-232-, 247-269 betlar, (4) 330-347 betlar.