

Materialshunoslik

1 - Bob

Po'lat va cho'yanlar, ularning tasnifi, markalanishi. Faza o'zgarishlari.

Ma'ruzachi: ass. A.R.Baymirzaev

1. Hozirgi vaqtda toza temir halq amaliyotining juda ko'p jabhalarida ishlatiladi. Kukun metallurgiyasining hom ashyosi siratida kukun shaklda ishlab chiqariladi, payvandlash texnologiyasida, transformatorlarni ishlab chiqarishda va boshqa ko'p mahsulotlar ishlab chiqarishda toza temir ishlatiladi.

Toza temir va kam uglerodli temir katta plastiklikka ega bo'lganligi uchun cho'zish usuli bilan hosil bo'ladigan mahsulotlarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Temir yaltiroq bo'lib, och qo'lrang metallidir. Temir er qobig'ida etarli miqdorda ko'p uchraydi. Tabiatda u ko'pincha oksid hamda sulrat, silikat, karbonat, fosfat va boshqa birikmalar holida uchraydi. Lekin metallurgiya sanoati uchun muhim ruda materiali sifatida magnezit, sidirit, gematit, limonit va boshqa shunga o'xshash birikmalar ishlatiladi. Temirning bu rudalardagi miqdori 50% dan ko'p, o'rtacha boylikka ega bo'lgan rudalardagi miqdori 25- 50% va ba'zi rudalardagi miqdori 25% dan kamdir. Rudalardan po'lat va cho'yan ishlab chiqaradigan sanoat sohasiga metallurgiya sanoati deb ataladi.

Toza temirni ikki hil usulda, ya'ni temir tuzlarini elektroliz qilish yoki temir oksidlarini vodorod ta'sirida qaytarish usulida olish mumkin. Toza temir juda yumshok hamda magnit hossasiga ega bo'lganligi uchun unga bo'lgan talab oshmoqda. Lekin metallurgiya mahsulotining qariyb 95% ini po'lat va cho'yan tashkil qiladi. Temirning suyuqlanish temperaturasi 1539°C ga teng bo'lib, qator allotropik shakl o'zgarishlarga ega.

Temirning sovish (isish) egri chizig'idagi izotermik (rasm) o'zgarishlar, ya'ni allotropik shakl o'zgarishlar atom kristall tuzilishining termodinamik barqarorligiga bog'liq. Temperaturaga qarab α -Fe yoki γ -Fe ning hosil bo'lishi erkinlik darajasining kichikligi bilan izohlanadi, masalan, 911° va 1392°C temperaturada - va - larning erkinlik darajasi teng, agar temperatura 911°C dan kichik bo'lsa yoki 1392° dan yuqori bo'lsa, γ -Fe yoki γ -Fe ning erkinlik darajasi teng. Agar temperatura 911°C dan kichik bo'lsa yoki 1392°C dan yuqori bo'lsa, α -Fe yoki σ -Fe larning erkinlik darajasi γ -Fe ning erkinlik darajasidan kam bo'ladi.

Temirning asosidagi qattiq eritmalarining hosil bo'lishi ham atom kristall tuzilishiga bog'liq. Masalan, α - va γ - temirlarning kristall panjarasining tuzilishi davrlari 0,286 va 0,0364 nm bo'lib, undagi bo'sh joylarning o'lchami 0,06 nm ni

tashkil qilsa, yoqlarning o'lchami 0,1 nm ga yaqin bo'ladi. Uglerodning temirdaerish darajasining har hilligi ham kristall panjaradagi bo'sh joylarning o'lchamlariga bog'liq.

Temirning kimyoviy hossalari ham uning tozaligiga bog'liq. Oddiy temperaturada ham havoda namuna yuzasida zang hosil bo'ladi ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$). Bunday zang qatlamining tuzilishi g'ovak bo'lib, kislorodni o'zidan oson utkaza olishi sababli zang tagidagi metall yana zanglanadi.

Temir 200°C dan yuqorida quruq havoda qizdirilsa, yuzada yupqa oksid qatlam hosil bo'ladi, bu qatlam metallni keyingi zanglashdan saqlaydi. Temirni zanglashdan asrash uchun yuza rux nikel, hrom kabi metallarning yupqa qatlami bilan qoplanadi. Ba'zi vaqtda temirning zanglashini sekinlashtiradigan usullar ham qo'llaniladi.

Temirning uglerod bilan hosil qilgan qotishmasi sanoat uchun muhim ahamiyatga ega. Po'lat va cho'yan tarkibidaha hil faza va strukturalarning mavjudligi po'lat va cho'yan hossalari boshqarishga imkon beradi.

Temir uglerod bilan o'zaro ta'sirlashib, qattiq eritma, kimyoviy birikma va mehanik aralashmalarni hosil qilishi mumkin.

Hozirgi zamon sanoatida temir qotishmasi po'lat qurilish mashinasozlik va boshqa sohalarda, konstruksion va yuqori puhtalikkaega, korroziyaga bardoshli zanglamas po'latlar, kesib ishlash va bosim ostida ishlash uchun ishlatiladigan asbobsozlik po'latlari hamda zoldirli podshipniklar (ishqalanish jurtlari) va purjinalar tayyorlaydigan po'latlar, mahsus hossalargaega bo'lgan po'latlar juda keng qo'llaniladi.

Temir qotishmalarining yana bir muhim turi cho'yanlardir. Cho'yanlar yahshi tehnologik hossalarga ega: kam cho'kmahosil qiladi, suyuq holdagi oquvchanligi yahshi va shuning bilan bir qatorda etarli darajada puhta, kam eyiladigan va boshqa muhim hossalargaega bo'lgan materialdir. Cho'yanlarning ham bir necha turlari mavjud bo'lib, ko'p hil belgilarga (marka), ya'ni har hil navlargaega.

3. Temir uglerod qotishma tarkibidagi uglerodning miqdori 0,02% dan kam bo'lsa, tehnik toza temir 0,02- 2,14% ga teng bo'lsa, bunday qotishma po'lat deyiladi. Qotishma tarkibidagi uglerodning miqdori 2,14% dan ortiq bo'lsa, bunday qotishma cho'yan deyiladi. Tarkibidagi uglerodning ortishi bilan po'latning mustahkamligi σ_v va qattiqligi (NV) ortib boradi, zarbiy qovushoqligi (KSI) hamda plastikligi (σ, ψ) kamayadi. Shuningdeq issiqlik vaelekt o'tkazuvchanligi, magnitlanish hususiyatlari ham kamayadi. Po'lat tarkibida uglerod miqdori ko'p bo'lsa, ($C > 1,0\%$) mustahkamlik kamayadi, mo'rtlik esa ortadi, chunki donachalarning chegarasida sementit turi hosil bo'ladi, natijada donacha chegaralarida ichki kuchlanish ortib boradi va natijada material mo'rt emiriladi.

Kristallanish jarayonidagi parchalanishdan tashqari Fe-Fe₃C diogrammada qattiq holda ham parchalanish sodir bo'ladi. Bu diogramma orqali po'lat va cho'yanlarda ruy beradigan hamma o'zgarishlarni ta'rirlash mumkin.

Po'lat tarkibida temir va ugleroddan tashqari juda ko'p uzga qo'shimchalar bor. Lekin po'latning hossalari asosan uglerod miqdoriga bog'liq. Po'lat sekin sovitilganda uning tarkibi R+S1 dan iborat, sementitning miqdori esa uglerod miqdoriga to'g'ri proorsionaldir, ya'ni po'latda qancha sementit ko'p bo'lsa, uglerod ham shuncha ko'p bo'ladi. Po'latdagi rerrit raza nisbatan yumshok va plastik bo'lsa, sementit qattiq va mo'rt bo'ladi. Tarkibidagi uglerodning ortishi bilan po'latning mustahkamligi σ_v va qattiqligi (NV) ortib boradi, zarbiy qovushoqligi (KSI) hamda plastikligi(σ, ψ) kamayadi. SHuningdeq issiqlik vaelektr o'tkazuvchanligi, magnitlanish hususiyatlari ham kamayadi. Po'lat tarkibida uglerod miqdori ko'p bo'lsa, ($C > 1,0\%$) mustahkamlik kamayadi, mo'rtlik esa ortadi, chunki donachalarning chegarasida sementit turi hosil bo'ladi, natijada donacha chegaralarida ichki kuchlanish ortib boradi va natijada material mo'rt emiriladi.

Uglerodli po'latlar

Amalda tarkibida 1,7% dan oshmaydigan po'latlar ishlab chiqariladi. 1,75 dan oshsa po'lat kuchli qattiqlashadi (ayniqsa, toblashda) va mo'rt bo'ladi: amalda ishlatilib bo'lmaydi.

Uglerod miqdoriga qarab 3 xil bo'ladi:

1. Kam uglerodli $C \leq 0,09-0,25\%$
2. O'rta uglerodli $C \leq 0,25-0,45\%$
3. Yuqori uglerodli $C \leq 0,45-0,75\%$.

Kimyoviy tarkibi murakkab; po'lat tarkibida uglerodlardan tashqari Mn, Si, S, P, O, N, H, C₂, Ni, Cu va boshqalar bo'ladi. Bulardan ba'zilar (Mn, Si) yana atayin kiritilishi mumkin. Bunda po'lat legirlangan po'lat deb nomlanadi. O'zi po'latda Mn=0,8%, S=0,4% bo'ladi. S, P, O, N, H larni po'lat tarkibidan butunlay chiqarib tashlashni amaliy iloji yo'q. C₂, Ni, Cu lar esa po'latga ruda tarkibiga tasodif kiradi. Uglerodli po'latlar mashina detallari, har xil konstruktsiyalar, o'lchash va kesuvchi asboblarni hamda boshqalar tayyorlashda asosiy material hisoblanadi.

Har qanday metall qotishmalari kabi uglerod po'latlarni ham tuzilishi va xossalarni termik ishlash yo'li bilan o'zgartirish mumkin. Uglerodli po'latlarni termik ishlash samaradorligi ancha yuqori: qattiqligini va puxtaligini 5-10 barobar oshirish mumkin. Lekin elastiklik moduli 5% dan ortiq o'zgarmaydi.

Uglerodli po'latlarni klassifikatsiyasi.

Ishlatish joyiga qarab 2 guruhga bo'linadi:

1. Konstruktsion po'latlar.
2. Asbobsizlik po'latlar.

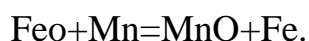
Konstruktsion po'latlar tarkibida uglerod 0,02 dan – 0,6% gacha bo'ladi. $C=0,8\%$ po'latlar konstruktsion po'lat sifatida ishlatiladi. Konstruktsion po'latlar xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladi: mashina va agregat detallari, qurilish konsvuktsionlari, temir yo'l transporti vositalari, rels, truba, sim va boshqa buyumlar uchun asosiy material. Bu po'latlarga quyilgan umumiy talab bu – mustahkamlik bilan plastiklik, shuningdyoq yaxshi texnologik xossalar.

Asbobsozlik po'latlar tarkibida uglerod $C=0,7-1,7\%$ bo'ladi: Y7A...Y13A. Bularning qattiqligi $HRC=50-60$, issiqqa bardoshligi $260^{\circ} C$ gacha.

Po'lat xossalariga uglerodni ta'siri

Po'lat tarkibidagi uglerod ortishi bilan po'lat tuzilishi (strukturasi) o'zgaradi, demak xossalari ham o'zgaradi. Tarkibida $C<0,02\%$ bo'lgan po'lat ferrit va ozgina Ts_3 dan iborat. $C=0,02-0,8\%$ da faqat ferrit va perlit bor. $C<0,8\%$ da faqat perlit. $C>0,8$ dan oshsa po'lat strukturasi ikkilamchi tsementit hosil bo'ladi. Uglerod miqdori ortishi bilan tsementit miqdori ortib, ferrit miqdori kamayadi. Tsementit qattiq va mo'rt, ferrit yumshoq va plastik. Demak, uglerod miqdori ortishi bilan po'lat qattiqligi ortib, plastikligi kamayadi. Uglerod fizik xossalari ham ta'sir qiladi: uglerod ortishi bilan magnit kirituvchanligi pasayib, elektr qarshiligi va koertsitiv kuch ortadi.

Marganetsni ta'siri: Kislorodsizlantirish uchun qo'shiladi. Zararli temir (2) oksidi (FeO)ni yoqotish uchun:



Po'latda o'zi $Mn=0,25-0,8\%$ gacha bo'ladi. U qisman ferritda eriydi, qisman Mn_3C tartibli karbid hosil qilib mustahkamlik va qattiqlikni oshiradi.

Kremniyni ta'siri. Bu ham temir(2) oksidini qaytaradi: $2FeO + Si = SiO_2 + 2Fe$. Kremniy ferritda erib, po'lat qattiqlikni oshiradi, elastiklik xossalarini yaxshilaydi. Ammo, plastiklikni pasaytiradi.

Fosforning ta'siri. Oddiy sifatli po'latda $R<0,05\%$ dan oshmasligi lozim, sifatli po'latlarda: $R<0,02\%$.

Fosfor ferritda erib, qattqlikni oshirib, qovushqoqlikni pasaytiradi. Normal haroratda va 0° dan pastda plastiklik va qovushqoqlikka zararli ta'sir qiladi. U po'latni **sovuq holda sinuvchan** qiladi.

Fosfor po'latni mo'rt holatga o'tish haroratini oshiradi (shuning uchun sovuqda darz ketadi). Agar $R > 0,1\%$ ortiq bo'lsa, uning salbiy ta'siri kuchli bo'ladi. Muhim detallar uchun po'lat tarkibida hatto $0,05\%$ fosfor bo'lishiga yo'l qo'yish kerak emas, chunki qotishma kristallanayotganda fosfor kuchli darajada likvatsiyalanib, po'latda fosfori ko'p bo'lgan mo'rt joylar hosil qiladi.

Yaxshi tomonlari ham bor: qirqib ishlashni osonlashtiradi, mis bilan birgalikda korroziyabardoshlikni oshiradi. Avtomat po'latlar: *A12, A15, A20* larda $P=0,06\%$ *A12* da $P=0,15\%$.

Oltinugurtning ta'siri.

Oddiy sifatli po'latlarda $S=0,04-0,05\%$. Yuqori sifatli po'latlarda $S=0,02-0,03\%$. **Elektr pechlarida olingan** po'latlarda oltinugurt **yo'q darajada**. Oltinugurt temirda erimaydi va temir bilan birikib FeS kimyoviy birikma hosil qiladi.

Temir bilan temir sulfid 988°S haroratda suyuqlanadigan evtektika hosil qiladi. Bu evtektika $988-913^{\circ}\text{S}$ oralag'ida austenit bilan, FeS dan 913°S dan pastda esa ferrit bilan FeS dan iborat bo'ladi. Evtektika oson suyuqlanuvchan va mo'rt aralashma bo'lib, donalar chegarasida joylashadi. Bu hol qotishmani 800°S va undan yuqori haroratda, ya'ni qizil tusda cho'g'lanish (nurlanish) haroratlarida sinuvchan qilib qo'yadi. Bu hodisa **cho'g'langanda sinuvchanlik** deb ataladi. Tarkibidagi oltinugurt miqdori yuqori bo'lgan po'lat cho'lg'anganda sinuvchan bo'lganligidan, bunday po'latni qizdirib turib bolg'alash, prokatlash, shtamplash va umuman qizdirib turib **bosim bilan ishlash mumkin emas**. Binobarin temir sulfid va **oltinugurt mutlaqo zararli**. Oltinugurtni chiqarib tashlash va FeS hosil bo'lmasligi uchun marganets qo'shiladi. U temir sulfid bilan reaksiyaga kirishib 1620°C suyuqlanadigan marganets sulfid (MnS) hosil qiladi.

Oltinugurtni yaxshi tomoni ham bor: fosfarga o'xshab qirqib ishlashni osonlashtiradi. Shuning uchun avtomat po'latlarda qo'llaniladi.

Kislorodning ta'siri

Ishlab chiqarish usuliga qarab, uglerodni po'latlarda $0,01-0,1\%$ gacha kislorod bo'ladi. Kislorod ferritda erib qattiq va mo'rt oksidlar hosil qiladi. Po'latni plastikligi va qovushqoqligi pasayadi. Demak, kislorod **zararli**.

Kislorod miqdorini kamaytirish samarador usuli po'latni vakuumda suyuqlantirish (elektr pechlarida) va quyush usulidir.

Azotning ta'siri

Elektr usuli bilan ishlab chiqarilgan po'latda 0,008-0,01%; marten po'latida 0,004-0,006%, bessemer po'latida 0,01-0,014% azot bo'ladi.

Azot **zararli**: chunki u qisman ferritda eriydi, qisman temir bilan reaksiyaga kirishib, qattiq va mo'rt kimyoviy birikmalar – nitridlar hosil qiladi. Natijada po'latni qattiqligi va mo'rtligi oshadi, plastikligi va qovushqoqligi pasayadi. Sovuq bosim bilan ishlanadigan po'latlarning xossalariga azot, ayniqsa, zararli ta'sir etadi, ya'ni po'latning deformatsiyalanganidan keyin eskirish (chiniqish) - vaqt o'tishi bilan qattiqlashib va mo'rtlashib borish xossalarini oshiradi. Azotni miqdorini kamaytirishning ham birdan-bir usuli po'latni vakuumda suyuqlantirish va quyish usulidir.

4. Temir qotishmalariga legirlovchi elementlarning ta'siri hilma-hildir. Legirlovchi elementlar uglerodning temirdaerish darajasiga ham ta'sir ko'rsatib, uzlari alohida karbidlarni ham hosil qilishlari mumkin.

CHo'yanlar hossalari va sinflarga bo'linishi.

1. Ok va qo'l rang cho'yan.
2. YUqori mustahkamlikkaega bo'lgan cho'yanlar.
3. Bolgalanuvchi cho'yanlar.
4. Mahsus legirlangan cho'yanlar.

Temir-uglerod qotishmasi tarkidagi uglerod miqdori 2,14% dan ko'p bo'lgan qotishmalar shartli ravishda cho'yanlar deb ataladi. CHo'yanlar tarkibiga po'lat tarkibiga qaraganda qo'shimchalar (kremniy, marganes, rosror, oltingugurt) ko'p bo'ladi. SHuning uchun cho'yan hossalari ana shu qo'shimchalar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Qotishma tarkibidagi uglerodning holati va shakli cho'yan strukturaisi va hossalari belgilaydi, ana shunga qarab cho'yan turlari kuyidagicha bo'lishi mumkin:

- agar uglerod qotishmada asosan kimyoiy birikmaholida bo'lsa, bunday qotishmalar ok cho'yanlar deb ataladi;
- agar qotishmada uglerod sof grarit holida bo'lsa, grafitning shakliga qarab, qotishma qul rang, bolg'alanuvchan va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar deyiladi.

Ok cho'yan tarkibidagi uglerod sementit holda bo'lganligi uchun u juda qattiq va mo'rt bo'ladi, uni amalda kesib ishlash juda kiyin. Bunday cho'yanlar mashina qismlarini tayyorlashda ishlatilmaydi. Lekin qattqlik yuqori bo'lsa. Ishqalanishdagi emirilish kamayishi mumkin. Bunday holda qo'lrang

cho'yanlarning ustki qismida ok cho'yan strukturasi hosil qilish uchun cho'yanga mahsus termik ishlov beriladi.

Ok cho'yanni yumshatish natijasida sementitni parchalash mumkin. Ok cho'yanning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha: S=2,4-2,8%; Si=0,8-1,4%; Mn=0,3-0,4%; S<0,8-0,1%; P<0,2%. Yumshatish jarayonida cho'yan kuymasini oksidlanishdan saqlash uchun kumga, shamot yoki metall kukuniga kumiladi.

Yuqori temperaturada sementitning diffuzion parchalanishi natijasida hosil bo'layotgan grarit paga-paga shaklda, ya'ni qo'lrang cho'yandagi graritga qaragandayig'ilgan bo'ladi. Bunday cho'yan shartli ravishda bog'lanuvchan cho'yan deb ataladi, chunki, u qo'lrang cho'yanga qaraganda ancha plastik bo'ladi.

Yumshatish jarayonini tezlashtirish maqsadida qotishmaga ba'zida vismut yoki alyuminiy kushib, qo'yish oldidan temperatura oshiriladi.

Qo'lrang cho'yanning asosiy tarkibi Fe-C-Si bo'lsa ham undagi qo'shimchalar marganes, rosror va oltingugurt uning hossalari katta ta'sir ko'rsatadi. Qo'lrang cho'yanning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'ladi: C=2,4-3,88%, Si=1,0-5,0%, Mn=0,5-0,8%, S≤0,12%. Bunday cho'yandan tayyorlangan quymaning strukturasi cho'yanning kimyoviy tarkibi hamda termik ishlash usuliga bog'liq.

Qo'lrang cho'yanning tuzilishi boshqa sor graritli cho'yanlar kabi metall asosdan iborat bo'ladi. SHunga kura struktura perlit (P+G), rerrit (R+G) hamda perlit varerrit (P+R+G) asosli bo'lishi mumkin. Cho'yanning mehanik hossalari metall asosning turiga hamda grarit shakliga bog'liq bo'ladi. Metall asosning hossalari esa po'lat hossalari yaqin. SHuning uchun cho'yanlarni juda ko'pol va ko'p nuqsonlarga ega bo'lgan po'latlar deb karash mumkin.

Rerrit hamda rerrit-perlit asosidagi qo'lrang cho'yanlar (CЧ10, CЧ15, CЧ18) dan kam yuk ko'taradigan mashina va uskuna vositalari, qurilish konstruksiya elementlari tayyorlanadi. ($\sigma_v=100-180\text{MPa}$), CЧ=21, CЧ=24, CЧ=25, CЧ=30, CЧ=35 cho'yanlar ($\sigma_v=210-350\text{MPa}$ yoki $21-35\text{ kg/mm}^2$) dan dvigatel bloklari va ularning kopkoklari, porshen va silindrlar tayyorlanadi. Mashinasozlikda modirikasiyalangan cho'yanlar (CЧ=30, CЧ=35, CЧ=44) ni qo'yishdan oldin unga mahsus qo'shimchalar -modirikatorlar kushib olinadi.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlarda ok cho'yandagi sementitning parchalanishi natijasida hosil bo'layotgan grarit donachalarining shakli sharga yaqin bo'ladi, ya'ni graritning solishtirma yuzasi eng kichik bo'lgan holatdir. SHuning uchun bunday cho'yanlar yuqori plastiklikka ega bo'lib, ularning mehanik hossalari po'latning hossalari yaqinlashadi.

3. Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar ham qo'lrang cho'yanlar kabi ruscha nomdagi bosh harflar ВЧ (высокопрочный чугун) bilan belgilanadi, so'ngra chuzilishdagi mustahkamlik (birinchi ikkita son, kg/mm^2 va nisbiy

chuzilish qiymatlari (%) ko'rsatiladi. Mashinasozlikda masalan, quyidagi cho'yanlar ko'p qo'llaniladi: BЧ38-17; BЧ42-12; BЧ45-5; hamda BЧ60-2; BЧ80-3 vahokazo.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar po'latlar ishlatiladigan sohada qo'llanishi mumkin, masalan, ulardan avtomobil va traktor vositalari - tirsakli vallar, kuch kutaradigan gilolar, press traversalari tayyorlanadi. Ulardan metallurgiya sanoatida juvalash uskunalarning vallarini tayyorlash mumkin.

4. Bog'lanuvchan cho'yan ruschaatamasi (kovkiy chugun) ning bosh harflari (KCH), chuzilishdagi mustahkamlik chegarasi (kg/mm^2) hamda plastiklik (%) qiymatini kuyib tamgalanadi (1215-79GOST).

Ferrit asosidagi KCH 37-12 va KCH 35-10 cho'yanlar yuqori dinamik va statik kuchlar ta'sirida muvarraqiyatli ishlay oladi. Undan tezliklar kutisining gilori, gubchaklar kabi mashina qismlari tayyorlanadi. Gilolar, gayka, gaz ovozi pasaytiruvchi vositalar, mo'rta kabi qismlar ko'pincha KCH30-6 va KCH33-8 cho'yanlardan tayyorlanadi. Ferritli bog'lanuvchan cho'yanlarning qattiqligi 160-165 HB atrofida bo'ladi.

Perlit asosidagi cho'yanlarning qattiqligi 240-270HB atrofida bo'ladi. Bunday cho'yanlarning avtomobilsozlikda, kishlok hujaligi mashinalarining qismlari, tukimachilik sanoati uskunolari, ishqalanish zarb hamda uzgaruvchan kuch ta'sirida ishlaydigan vositalarni tayyorlashda ishlatiladi.

5. Legirlovchi elementlar cho'yan strukturasi, ya'ni metall asos, granit shakli va o'lchamlariga ta'sir ko'rsatadi. Natijada cho'yanlar mahsus hossalarga ega bo'lishi mumkin. Legirlovchi elementlarni kushish bilan ishqalanishga chidamli, korroziya bardosx olovbardosh kuyindi hosil qilishga bardoshli legirlangan cho'yanlar olinadi.

Kumtuproq sharoitida ishlatiladigan ishqalanishga chidamli cho'yanlar nikel (3,5-5%) vahrom (0,8%), titan, mis, vanadiy, molibden kabi bir qancha qo'shimchaelementlar bilan legirlanadi. Bunday materiallar ishqalanish jurtlarida moysiz ishlay oladi. Bo'lardan, avtomillarning tormoz nogarasi, harakatni ulash vositalari, silindr gilzasi kabi qismlar yasaladi. Hrom miqdori yuqori bo'lgan (CHH9N5, CHH16M2, CHH22, CHH28D2) cho'yanlardan qattiq materiallarni maydalaydigan uskuna vositalari, CHN4H2 cho'yandan abraziv muhit sharoitida katta kuchlanish ostida ishlaydigan tegirmon uskunolari va vositalari tayyorlanadi.

Yuqori temperaturada mustahkamligi katta bo'lgan sharsimon granitli CHNMSX CHN11G7H2SXCH19H3SH cho'yanlar 500-600⁰ temperaturada ishlay oladi. Ulardan dizel, kompressor uskunolari, gaz turbinalari qismlari tayyorlanadi.

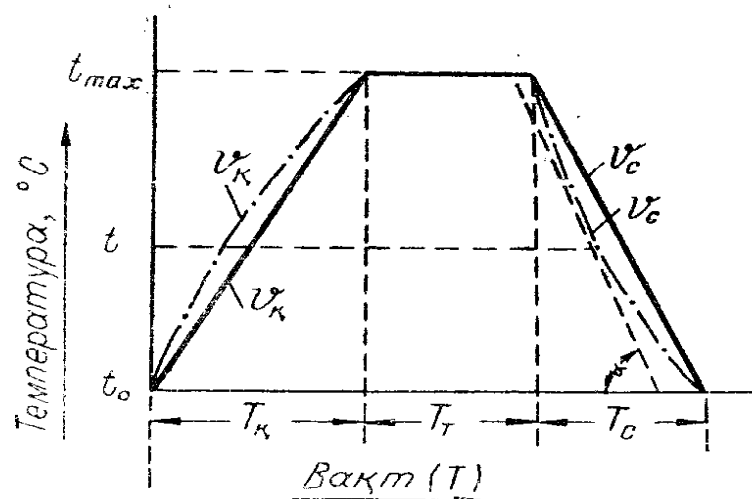
Kam legirlangan CH1, CHNHT, CHNHMD, CHN28 kabi cho'yanlardan ishqoriy ham korroziya gaz va havo muhitida ishlaydigan mashinalarning vositalari tayyorlanadi (porshen halkasi, ichki yonuv dvigatellarining bloklari, dizel va

kompressorlarning vositalari). Ayniksa, kislotali va ishqoriy muhitda kremniy bilan legirlangan (CHS13, CHS15, CHS17) cho'yan yahshi ishlaydi. YUqori temperatura (1100-1150⁰S)dagi kislota, ishqor, tuz eritmalari yoki agressiv gaz muhitlarida ogir yuk kutara oladigan mashina vositalari CHH28, CHH34 cho'yanlardan tayyorlanadi. Ishqalanish jurtlarining materiali siratida qo'lrang, yuqori mustahkam va bolganuvchan, legirlangan cho'yanlar keng qo'llaniladi (ACHS-1, ASCH-2, ACHV-1, ACHV-2, ACHK-1, ACHK-2).

Faza o'zgarishlari.

Qotishmani qizdirib va sovitib uni ichki tuzilishini, ya'ni fizikaviy, kimyoviy, mexanikaviy va boshqa xossalarini o'zgartirish – yaxshilash jarayoni **termik ishlash** deb ataladi. Termik ishlashning imkoniyatlari juda katta; termik ishlash bilan qotishmaning mexanik xossalarini juda keng darajada o'zgartirish mumkin. Albatta, zarur tomonga qarab.

Termik ishlash operatsiyalari davom etadigan vaqt va haroratlar oralig'i ko'rsatiladigan tartib **termik ishlash rejimi** deb ataladi. Termik ishlash jarayoni yuqorida ko'rsatilgandek o'z ichiga ma'lum tezlikda qizdirish (lozim haroratgacha), shu haroratda ushlab turish (o'zagigacha qizib, lozim jarayonlar sodir bo'lguncha) va lozim tezlikda (kerak xossa olish uchun) sovitish etaplarini oladi. Grafik tarzida ifodalanadi: ordinatalar o'qiga harorat, absissalar o'qiga vaqt qo'yiladi. (Rasm)



Rasm Qotishmani oddiy termik ishlash rejimining grafigi.

T_{max} – lozim qizdirish harorati. T_q – qizdirish vaqti, T_t – tutib turish vaqti, T_s – sovitish vaqti. Grafikdagi uzluksiz chiziq T_k va T_s o'zgarimas hol uchun, shtrix – punktir chiziq T_k va T_s o'zgaruvchi bo'lsa.

Po'latlarni termik ishlash turlari

Po'lat zagotovkalarini termik ishlashda ularni zarur haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlangach, turli tezlikda sovitiladi. Bunda ularning kimyoviy tarkibi o'zgarmasa ham tuzilishi o'zgarishi hisobiga mexanik va texnologik xossalari o'zgaradi. A.A.Bochvar tasnifiga ko'ra termik ishlash 1-xil yumshatish, 2-xil yumshatish, toblash va bo'shatishlarga ajratiladi 1-xil yumshatishda fazada o'zgarishlar bo'lmaydi. Bu xil yumshatishlarga diffuzion, qayta kristallanish va ichki zo'riqish kuchlanishlarini kamaytirish uchun olib boriladigan yumshatishlar kiradi. 2-xil yumshatish faza o'zgarishlar bilan boradi. Bu

xil yumshatishlarga to'la va chala yumshatishlar, normallashtirish kiradi. Tubanda uglerodli po'latlarni termik ishlashda tuzilish o'zgarishlarini $Fe-Fe_3C$ holat diagrammasining tegishli sohalarini kuzataylik.

1. Ma'lumki, perlit tuzilishli evtektoid po'lat zagotovkani uy haroratida asta-sekin qizdirib borsak, u A_{s1} , kritik harorat ($727^{\circ}C$) da austenitga o'tadi. Ferrit bilan perlit tuzilishli evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni asta-sekin qizdirib borsak, perlit faza A_{c1} kritik haroratda austenitga o'tadi, haroratning yanada ko'tarilishida ferrit faza austenitda eriy boshlab, A_{s3} kritik haroratda esa batamom eriydi.

2. Agar perlit bilan ikkilamchi tsementit tuzilishli evtektoiddan keyingi po'latlarni asta-sekin qizdirib borsak, perlit faza A_{s1} kritik haroratda austenitga o'tadi. Harorat yanada ko'tarilishida ikkilamchi tsementit austenitda eriy boshlab, u A_{s7} kritik haroratda batamom eriydi.

3. Yuqoridagi ma'lumotlardan ma'lumki, $Fe-Fe_3C$ holat diagrammasidagi GSE chiziqli kritik haroratdan yuqoriroq haroratda po'latlar austenit tuzilishli bo'ladi. Savol tug'iladiki, nima uchun po'latlarni to'la yumshatishda, toblashda, normallashtirishda ularni A_{s3} kritik haroratdan $30-50^{\circ}C$ gradus yuqoriroq qizdirish zarur. Kuzatishlar ko'rsatadiki, po'latlarni qizdirishda ularning donlari, o'lchami qaytarilganlik darajasiga ko'ra turli tezlikda yiriklashadi. Masalan, yaxshi qaytarilmagan evtektoid po'latlarning donlari o'lchami $A_{c1}+30:50^{\circ}C$ haroratgacha o'zgarishida bu haroratdan yuqoriroq haroratda keskin yiriklashadi. Yaxshi qaytarilgan po'latlarda esa donlar o'lchamining keskin o'zgarishi $900-950^{\circ}C$ haroratga to'g'ri keladi. Buning boisi shundaki, donlar aro joylashgan oksidlar, nitridlar, sulfidlar va boshqa birikmalar shu haroratga qadar donlar o'sishiga qarshilik ko'rsatadi, lekin harorat $900-950^{\circ}C$ ga yetganda ularning austenitda erishi yuz beradi. Binobarin ular donlar o'sishiga qarshilik ko'rsata olmaydilar. Po'latlarning bu xususiyatini qizdirish haroratlarini belgilashda e'tiborga olish kerak.

4. Agar po'latlarni bu kritik haroratdan o'ta qizdirilsa masalan, $1000-1100^{\circ}C$ gacha austenit donlar yiriklashib ketadi.

5. Ma'lumki, donlar birqancha yirik bo'lsa, ular shuncha mo'rt bo'ladi. Agar po'latlarni AE chiziqqa ($Fe-Fe_3C$ diagrammasiga qarang) yaqin haroratda qizdirilsa, yirik donli po'lat havo kislorodi hisobiga kuyib, zagotovka ishga yaroqsiz xolga keladi. Demak, po'latlarni termik ishlashda qizdirish haroratini po'lat markasiga ko'ra to'g'ri belgilashning ishlash sifatiga va ish unumdorligiga ahamiyati g'oyat katta.

Termik ishlashda pechlar termojuftli potentsiometr bilan jihozlangan bo'lib, pechni zarur haroratda saqlaydi.

Ikkinchi tomondan, masalan, evtektoid po‘latni austenit holatidan, sekin sovitishda austenitda uglerodning erish qobiliyati kamayishi sababli undan uglerod ajralib, sementit hosil bo‘ladigan markazlarni yuzaga keltiradi. Austenitlarning sovish tezligini rostlash ila perlit donlari o‘lchamini o‘zgartirish mumkin. Tubanda po‘latlarni termik ishlash usullari va ularni qanday bajarish xaqida ma’lumotlar keltiriladi.

Diffuznoy yumshatishdan quyma po‘lat zagotovkalar kimyoviy tarkibining notekisligini tekislash maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat zagotovkalarni As_3 kritik haroratdan 200–300°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda 10-15 soat saqlanadi, keyin 600°C haroratgacha pech bilan birga, so‘ngra havoda sovitiladi. Zagotovkalarni yuqori haroratda qizdirishda austenit donlaridagi uglerod va boshqa elementlar diffuziyalanib, tarkibi deyarli tekislanadi va bunda austenit donlari yiriklashadi. Shu boisdan diffuzion yumshatishdan keyin donlarni maydalash maqsadida zagotovkalar to‘la yumshatilmog‘i kerak.

Qayta kristallanuvchi yumshatish. Sovuqlayin bosim bilan ishlangan po‘lat zagotovkalarining fizik puxtaligini pasaytirib plastikligini ko‘tarish yo‘li bilan ichki zo‘riqish kuchlanishlardan holi etish maqsadida bu ishlovdan foydalaniladi. Buning uchun po‘lat zagotovkalarni 680–700°C haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sekin sovitiladi.

Ichki zo‘riqish kuchlanishlarni kamaytirish uchun yumshatish. Shtamplash, payvandlash kabi texnologik usullarda olingan buyumlardagi ichki zo‘riqish kuchlarni kamaytirish uchun ularni 350–600°C haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sekin sovitiladi.

To‘la yumshatish. Yumshatishning bu usulidan yirik donli po‘lat zagotovkalar donlarini maydalash yo‘li bilan tekislab, ichki zo‘riqish kuchlanishlaridan holi etish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat zagotovkalarni As_z kritik haroratdan, evtektoid va evtektoiddan keyingi po‘latlarni As_7 kritik haroratdan 30–50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovitiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, agar evtektoiddan keyingi po‘lat zagotovkalar As_7 kritik haroratli chiziqdan yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovitilganda ajratilayotgan ikkilamchi tsementit perlit donlarini o‘rab mo‘rtlashtirib yuboradi. Shu sababli bu po‘latlar austenit tuzilishli holgacha qizdirilmaydi.

Chala yumshatish. Yumshatishning bu xilidan po‘lat zagotovkalarni ichki zo‘riqish kuchlanishlaridan holi etib, mexanik ishlovlarga moyil etish maqsadida o‘tkaziladi. Buning uchun po‘latlarni 750–780°C haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sekin sovitiladi.

Izotermik yumshatish. Bu usuldan to'la yumshatish maqsadlarida foydalaniladi. Bunda evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalarini As_3 kritik haroratgacha, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni esa As_1 kritik haroratdan 30–50°S dan yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab turiladi, keyin kutilgan maqsadga ko'ra, masalan, 600–700°S li muhitga o'tkazib, unda austenit ferrit bilan tsementit fazalarga to'la parchalanguncha saqlanadi, so'ngra havoda sovitiladi.

Donador perlit olish maqsadida yumshatish. Bu usuldan evtektoiddan keyingi po'lat zagotovkalaridagi plastinka tarzidagi tsementit donlarini mayda donli tuzilishga o'tkazish uchun foydalaniladi. Buning uchun po'lat zagotovkani Ac_1 kritik haroratdan bir oz yuqoriroq haroratgacha (750–760°S) qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi, keyin pech bilan birga sekin sovitiladi.

Ma'lumki, po'lat zagotovkalarini As_1 kritik haroratdan bir oz yuqoriroq haroratda qizdirilganda perlit donlari austenitga aylanib, sementit donlari saqlanib qoladi. Bu po'latlarni shu haroratdagi holatidan sovitishda esa tsementit va begona birikmalarning donlari qo'shimcha kristallanish markazlari hosil qilib, mayda, donador perlit tuzilma olinadi.

Normallash. Po'lat zagotovkalarining donlari maydalanib bir tekis tuzilmali bo'lib qoladi va ichki kuchlanishlardan holi etiladi. Buning uchun po'lat zagotovkalarini markasiga ko'ra As_3 yoki As_1 kritik haroratdan 30–50°S yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin havoda sovitiladi. Po'latlarning markalariga ko'ra bu ishlovdan yumshatish yoki toblash o'rnida foydalansa ham bo'ladi.

Toblash. Bu usuldan konstruktsion po'latlardan tayyorlanadigan tishli g'ildiraklar, vallar, kulachoklar va boshqalarning puxtaligini, asbobsozlik po'latlardan tayyorlanayotgan keskichlarning keskirligini ko'tarib kam yeyiladigan tish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalar As_3 kritik haroratdan, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar As_1 kritik haroratdan 30–50°S yuqoriroq temperaturada qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlanadi, keyin kritik tezlik (v_{kp} dan yuqori tezlikda sovitiladi. Bunda austenit ferrit bilan tsementitga parchalanishga ulgurmaydi va martensit deb ataluvchi uglerodga o'ta to'yingan qattiq eritmaga [$Fe_a(S)$] o'tadi hamda uning qattiqligi HRC ~ 62 ga ko'tariladi.

Agar austenit holatidagi po'lat zagotovkani, masalan, moyda (sekundiga 80–100°S tezlikda) sovitilsa, austenit ferrit bilan tsementitning juda mayda bo'lgan mexanik aralashmalariga parchalanib, troostit deb ataluvchi tuzilishga o'tadi va uning qattiqligi HRC 40-45 ga ko'tariladi. Agar austenit holatidagi po'lat zagotovkalarini, masalan, qizdirilgan moyda (sekundiga 50–70°C tezlikda) sovitilsa, u troostit tuzilishli donalariga nisbatan yirikroq bo'lgan ferrit bilan tsementitning

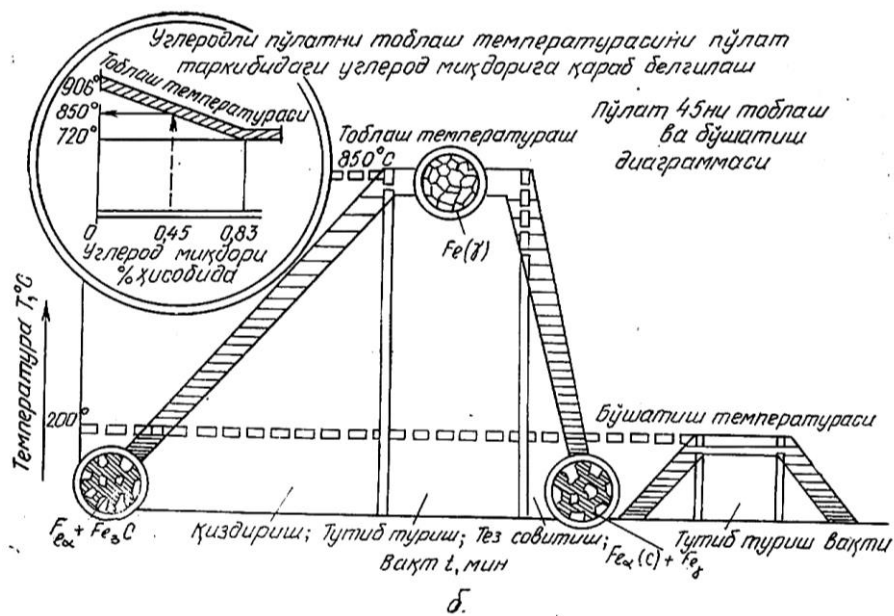
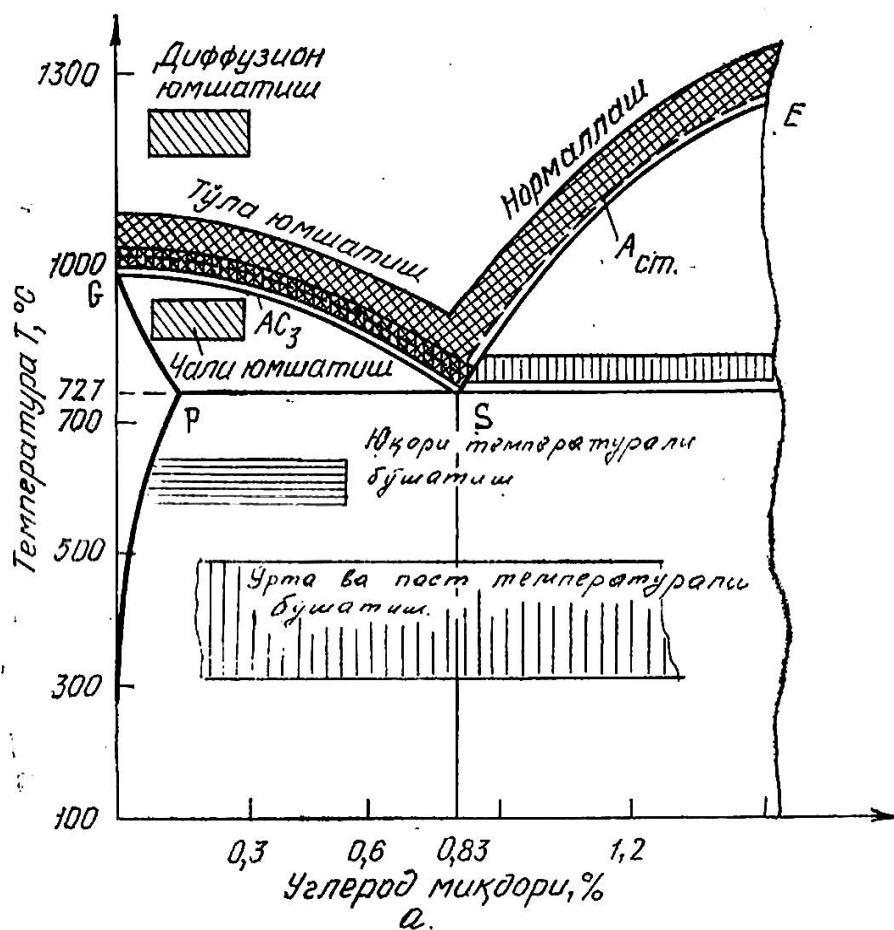
mexanik aralashmasiga parchalanib, sorbit deb ataluvchi tuzilishga o'tadi va uning qattiqligi HRC 30-35 ko'tariladi.

Shuni qayd etish zarurki, amalda kam uglerodli ($C < 0,3\%$) po'lat zagotovkalar toblanmaydi, chunki, bu po'latlar toblaganda uning martensitga o'tish temperaturasi o'rtacha va ko'p uglerodli po'latlarga qaraganda ancha yuqoriroqligi sababli sovitishda austenit ferrit bilan tsementit fazalarga parchalanib kutilgan martensit tuzilma olinmaydi. Ma'lumki, po'lat zagotovkalarini toblashda sirt qatlami o'zak qismiga qaraganda tezroq sovishi natijasida fazalar o'zgarishi oqibatida unda zo'riqish kuchlari hosil bo'ladi. Agar u kuchlanishlar katta bo'lsa, zagotovka tob tashlashi va yorilishi mumkin. Shuning uchun toblanadigan zagotovkalarini markasiga, shakliga va o'lchamlariga ko'ra toblash muhitiga va unga kay tarzda tushirishga ahamiyat berish ham kerak.

Bo'shatish. Bu usuldan toblangan po'lat zagotovkalarini ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etish bilan qattiqligi saqlangan holda, qovushoqligini ko'tarish maqsadida foydalaniladi. Toblangan po'lat zagotovkalarini bo'shatishdan kutilgan maqsadlarga ko'ra bo'shatishni tubandagi tartiblarda olib boriladi.

Past temperaturali bo'shatish. Bu bo'shatishdan maqsad toblangan, masalan, keskichlar yoki o'lchov asboblari ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etib qattiqligi saqlangan holda qovushoqligini ko'tarishdir. Buning uchun toblangan po'lat 150–250°C haroratgacha qizdirilib shu haroratda ma'lum vaqtga saqlanadi, keyin sekin sovitiladi.. Bunda bo'shatilgan martensit tuzilma olinadi. O'rtacha temperaturali bo'shatish. Bu bo'shatishdan maqsad toblangan, masalan, prujina, shtamlarni ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etib, qovushoqligini ko'tarish va troostit tuzilma olishdir. Buning uchun toblangan po'lat zagotovkalar 350–500°C haroratgacha qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadida, keyin sekin sovitiladi.

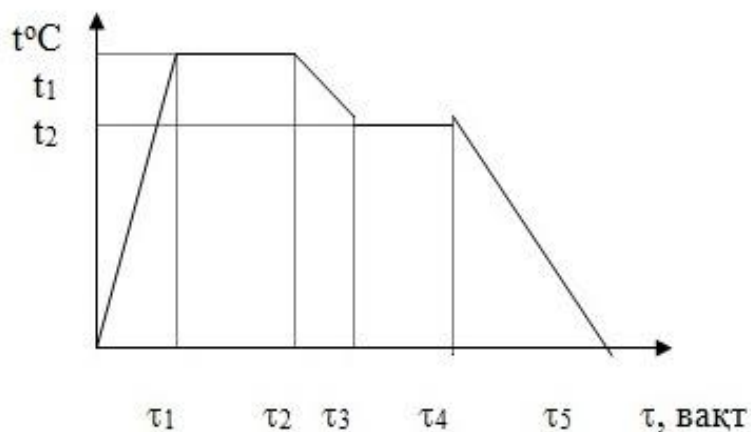
Yuqori temperaturali bo'shatish. Bundan bo'shatish toblangan konstruksion po'latlardan tayyorlayotgan detallar qovushoqligini va plastikligini ko'tarib, sorbit tuzilma olish maqsadida o'tkaziladi. Buning uchun toblangan po'lat zagotovka 500–650°C haroratgacha qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi va sekin sovitiladi. Quyidagi rasmga qarang (**rasm**).



Rasm Po‘latlarni turli termik ishlovda qizdirish haroratlari (a) va ularni toblash harorati tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab aniqlash hamda toblab bo‘shatish grafik tarzida ko‘rsatilishi

Termik ishlash asoslari

Termik ishlash deb, metall qotishmalarini qizdirish, ushlab turish va sovitish operatsiyalar yig'indisiga aytiladi, qaysiki ichki qurilishi va strukturasi o'zgarishi hisobiga kerakli xossalarni olishni maqsad qilib qo'yadi. Termik ishlash oxirgi yoki oraliq operatsiya bo'lishi mumkin. Termik ishlash natijasida struktura o'zgarib, muvozanat va nomuvozanat holatda bo'lishi mumkin.



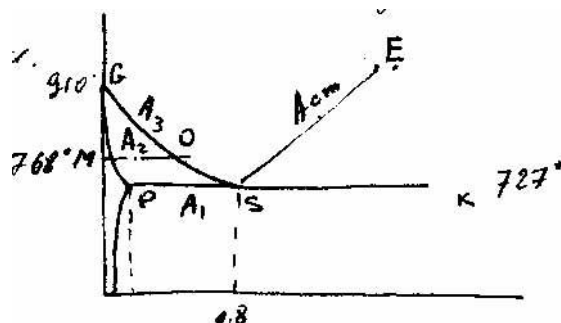
Rasm Termik ishlash diagrammasi

Muvozanat holat qotishmadagi barcha jarayonlar to'la tugallangandan so'ng amalga oshadi. Nomuvozanat holat bunga qarshi sharoitda vujudga keganida bo'ladi.

Uzoq vaqt saqlanadigan nomuvozanat holatga misollar: puxtalanish ("наклеп"), kimyoviy tarkibi bir xil emasligi likvatsiya natijasida, "bo'lat" po'latini strukturasi.

Qizdirish natijasida atomlarning issiqlik harakatlarining kattalishishi muvozanat holatga o'tishga yordam beradi.

Kritik nuqtalar A harfi bilan belgilanadi: frantsuzcha "arret" - to'xtash so'zidan. A₁ - PSK chizig'i bo'ylab (727°C) joylashib perlitni austenitga o'tishiga to'g'ri keladi. A₂ - MO (768°C) chizig'i bo'ylab, ferritni magnitli o'zgarishini ifodalaydi. A₃ - GS va SE chiziqlariga to'g'ri keladi.



Rasm Kritik nuqtalar va chiziqlar

GS - chizig'i bo'ylab austenitdan ferrit ajralib chiqa boshlaydi sovutilganda; yoki ferritni austenitga aylanishi tugaydi, qizdirilganda. SE bo'ylab austenitdan

ikkilamchi sementit ajrala boshlaydi sovutilganda; yoki tugaydi uning austenitdagi erishi qizdirilganda.

O'tishlar (bir holatdan ikkinchiga) qizdirish va sovitishda har xil temperaturada o'tgani uchun: qizdirilayotganda "C"; "r" - sovutilayotganda indeksleri qo'yiladi: Ac_1 ; Ac_3 ; Ar_1 ; Ar_3 .

Termik ishlash usullari 3 xil:

1.Sof termik ishlash; 2. Termo-mexanik ishlash; 3. Kimyoviy-termik ishlash.

Sof termik ishlashga: a) yumshatish, b) normallashtirish, v) toblash, g) bo'shatish.

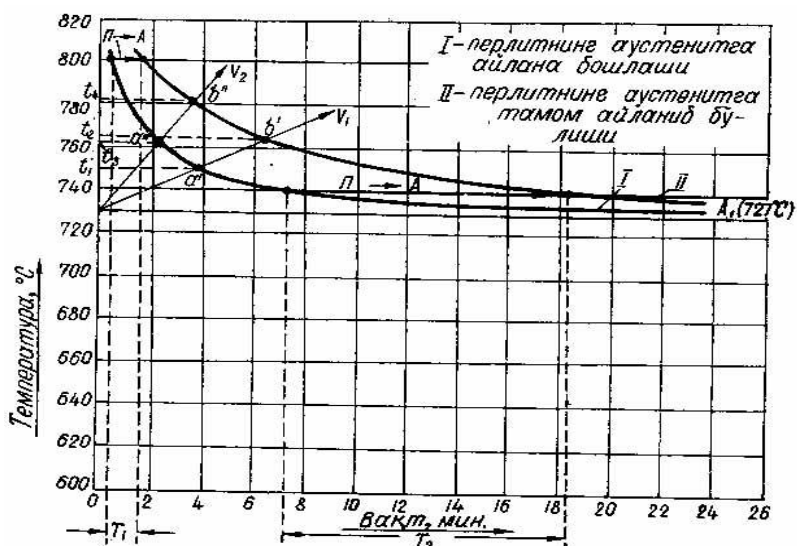
Po'latni qizdirishdagi o'zgarishlar.

Austenitning hosil bo'lishi

Fe-Fe₃C holat diagrammasi muvofiq, evtektoidgacha bo'lgan po'lat Ac_3 kritik nuqtadan, evtektoid po'lat Ac_1 kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'lat esa A_{st} kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirilsa, faza o'zgarishlari sodir bo'lib, bu o'zgarishlar austenit hosil bo'lishi bilan tugaydi.

Po'lat qizdirilganda **perlitning austenitga aylanish** protsessi diqqatga sazovor hodisadir. Po'lat nihoyatda sekin qizdirilgandagina perlit 727°C temperaturada austenitga aylanadi, aks holda perlitning austenitga aylanish protsessi kechikib, o'ta qizish hodisasi ro'y beradi. Kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha o'ta kizilgan perlit austenitga har xil tezlik bilan aylanadi. O'ta qizdirilgan perlitning austenitga aylanish tezligi o'ta qizish darajasiga bog'liq bo'ladi.

Quyidagi rasmda har xil temperaturalarda (o'ta qizish darajalarida) perlitning austenitga aylanish vaqtini



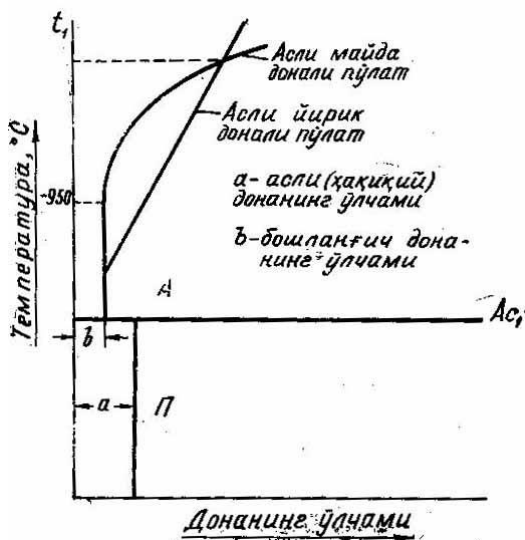
ko'rsatuvchi egri chiziqlar tasvirlangan.

Rasm Austenitni hosil bo'lish grafigi

I va II - egri chiziqlarning o‘zaro joylashuvi temperatura qancha yuqori bo‘lsa, **perlit** austenitga shuncha tez aylanishini ko‘rsatadi. Masalan, po‘lat tez qizdirilib, 800°C temperaturada ushlab turilganda perlit austenitga T_1 vaqt ichida; po‘lat tez qizdirilib, 740°C temperaturada tutib turilganda esa T_2 vaqt ichida aylanadi. $T_2 > T_1$ diagrammadan yaqqol ko‘rinib turibdi.

V_1 nur po‘latning ma‘lum bir tezlik bilan qizdirilishini ko‘rsatadi. Bu nur I va II egri chiziqlarni a' va v' nuqtalarda kesib o‘tadi. Demak, po‘lat V_1 tezlik bilan uzluksiz qizdirilsa, a₁ nuqtaga to‘g‘ri keladigan t_1 temperaturada perlitni austenitga aylanishi davom etib, v' nuqtaga to‘g‘ri keladigan t_2 temperaturada tugallanadi. Agar po‘lat tezroq qizdirilsa, V_2 nur I va II chiziqlarni a'' va v'' nuqtalarda kesib o‘tadi. Binobarin, po‘lat tez qizdirilsa, a'' nuqtaga to‘g‘ri keladigan t_3 temperaturada perlitni austenitga aylanish davom etib, v'' nuqtaga to‘g‘ri keladigan t_4 temperaturada bu aylanish tugallanadi. Biz yuqorida uzluksiz qizish egri chiziqlarini ham chizish mumkinligini ko‘rsatdik.

Yuqoridagi holat evtektoid tarkibidagi po‘latlarga oid. Evtektoidgacha po‘latlar Ac_1 dan yuqori haroratda austenit va ferritdan, evtektoiddan keyingi po‘latlar austenit va tsementitdan iborat. Ac_3 (A_{st}) gacha qizdirish davrida ferrit va tsementit asta austenitda eriydi Ac_3 dan yuqorida bir fazli austenit struktura bo‘ladi. Ikki tur po‘lat bo‘ladi: 1. Asli yirik donali, 2. Asli mayda donali. Asli yirik donali po‘lat donalarining ga moyili yuqori, asli mayda donali po‘lat donalariniki esa pastdir. Bu holat quyidagi sxemada berilgan.



Rasm Dona o‘lchamlarining haroratga bog‘liqligi

Po‘latni qizdirish temperaturasi Ac_1 kritik nuqtadan o‘tganda po‘lat donasi kichrayib ketadi. Mayda donali po‘lat qizdirishda davom ettirilsa, austenit donasi taxminan 950°C temperaturagacha o‘smay turadi, shu temperaturadan yuqorida esa

austenit donasining iga to'sqinlik qiluvchi g'ovlarning erishi natijasida dona tez o'sa boshlaydi. Yirik donali po'latda austenit donasining iga xech narsa to'sqinlik qilmagani uchun temperatura Ac_1 kritik nuqtadan o'tgach ko'p o'tmay dona yiriklasha boradi.

Ac_1 kritik nuqtadan ozroq yuqori (nuqtada) temperaturada asli donali po'latdagi austenit donasi asli mayda donali po'latdagi austenit donasiga qaraganda katta; t_1 temperaturadan yuqori temperaturalarda esa, aksincha, asli yirik donali po'latdagi austenit donasi asli mayda donali po'latdagi austenit donasidan kichik bo'ladi. Shu sababli po'latning ayni bir bo'lagidagi donalarning o'lchamiga qarab, asli donadorlikni bilib bo'lmaydi.

Perlit donalarining o'lchami, birinchi navbatda, austenit donalari o'lchamiga bog'liqdir, chunki shu austenitdan hosil bo'ladi. Austenit donalari qanchalik katta bo'lsa, perlit donalari ham shunchalik yirik bo'ladi.

Uglerod miqdori austenit donasining ga moyilligini pasaytiradi: shu evtektoiddan keyingi po'lat donalarining ga moyilligini evtektoid po'latinikidan past. Legirlovchi elementlar ham austenitdonasining ga moyilligini pasaytiradi (demak, austenit donalari mayda bo'ladi).

Po'latni biror tur termik ishlash yo'li bilan unda hosil qilingan donaning o'lchami haqiqiy o'lcham (haqiqiy dona) bo'ladi.

Donalarning o'lchami po'latning mexanik xossalari ta'sir qiladi. Mayda donachali po'latlar yuqori mexanik xossalarga ega, ayniqsa, yaxshi zarbiy qovushqoqlikka ega bo'ladi.

Po'latda austenit donalarining i po'latning qattiqligiga, uzilishga qarshiligiga, oquvchanlik chegarasiga, nisbiy uzayishga ta'sir etmaydi, lekin zarbiy qovushqoqlikni pasaytiradi.

Po'latni qizdirib turib ishlashning texnologik protsessi po'lat donalarining asli o'lchamiga bog'liq bo'ladi, chunki po'lat xossalari donalarning haqiqiy o'lchami ta'sir etadi.

O'ta qizish va o'ta quyish hodisasi austenit donalarining i (yiriklashuvi) temperaturaga bog'liq. Temperatura qanchalik yuqori bo'lsa va po'latni bu temperaturada (Ac_1 dan yuqorida) ushlab turish vaqti ko'p bo'lsa, austenit donachalari shunchalik kattalashadi. Yuqori temperaturada qizdirib austenit donalarini yiriklashtirib o'ta qizdirish deyiladi. Haddan tashqari - solidus chizig'i yaqinida qizdirish mumkin emas, chunki, po'latda tuzatib bo'lmaydigan nuqson hosil bo'ladi. Buni o'ta quyish deyiladi: solidus chizig'iga chegarada po'lat donalari chegaralarida asosiy faza va ba'zi qo'shimchalar suyuqlana boshlab, bu yerlarga havo kislorodi kira boshlaydi; metall va qo'shimchalar bilan birikib oksidlar yoki donalarni ajratuvchi pardalar hosil qiladi. Bu puxtalikni va plastiklikni pasaytiradi.

Pardani termik ishlash yo‘li bilan yo‘qotib bo‘lmaydi. Bu po‘latdan detall yasab bo‘lmaydi.

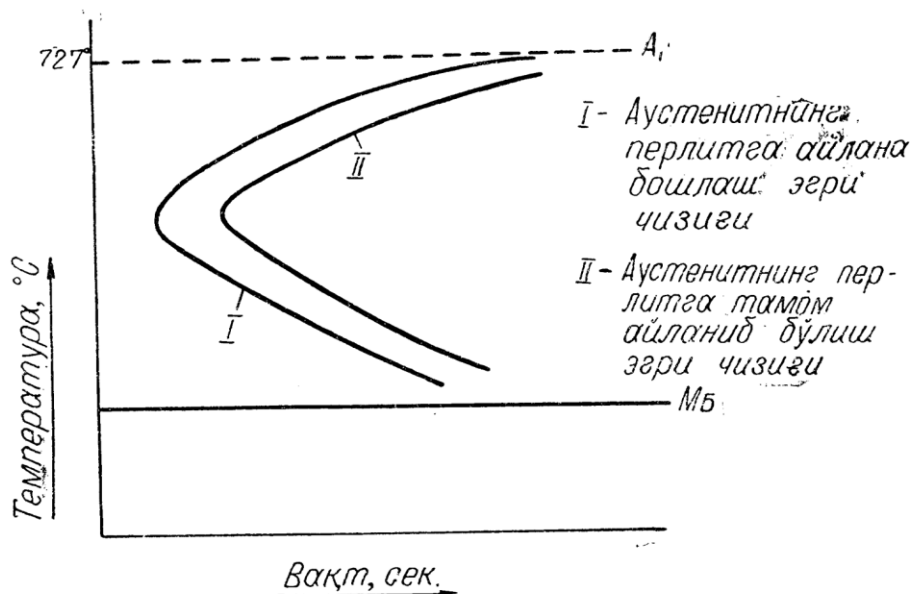
Buni oldingi olish uchun po‘latni solidus chizig‘idan kamida 100-200°C pastda qizdirish kerak.

Po‘latni sovitishda austenitda bo‘ladigin o‘zgarishlar.

O‘ta sovitilgan austenitning o‘zgarishi.

Austenitning perlitga aylanishi

Bu jarayon austenitni **ferrit va tsementit**ga ajralishidan iborat:



Rasm Perlitni hosil bo‘lishi

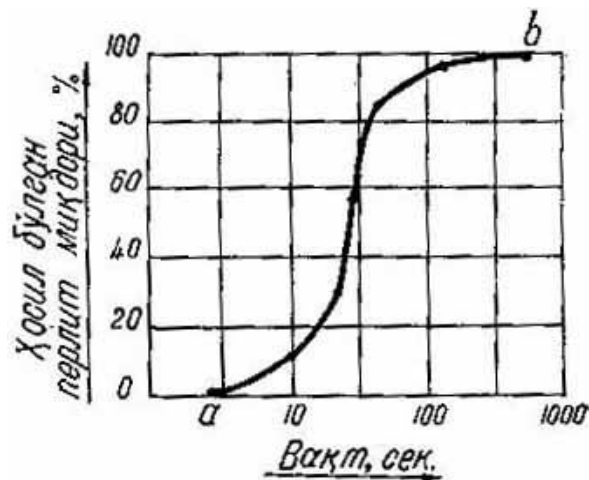
A_1 kritik nuqtada austenit hamda uning parchalanish **mahsulotlari** va perlitning erkin energiyasi bir xil, shu austenit perlitga aylanmaydi A_1 dan pastda perlit erkin energiyasi austenitnikidan kichik bo‘lib qoladi; shunda austenit perlitga aylanaboshlaydi. Temperatura qancha past bo‘lsa, erkin energiyalar farqi shuncha katta bo‘ladi, austenit perlitga shuncha tez aylanadi.

Austenit parchalanganda ferrit va tsementit hosil bo‘ladi Ferritda uglerod nihoyatda kam, tsementitda 6,67%. Demak, austenitning perlitga aylanishida uglerod diffuziya yo‘li bilan qayta taqsimlanadi. Temperaturaning pasayishi diffuziyani pasaytiradi: Bu o‘ta sovitish austenitni perlitga aylanishi protsessini pasaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, temperatura pasayishi bilan, bir tomondan $A \rightarrow P$ aylanish tezligi erkin energiya farqi hisobiga tezlashadi, ikkinchi tomondan, uglerod diffuziyasi sekinlashishi hisobiga sekinlashadi.

A_1 da austenit perlitga aylanmaydi. 200°C da ham parchalanmaydi, chunki bunda uglerodning diffuziyalanish tezligi yetarli emas.

Quyida austenitning perlitga aylanishi **kinetik egri chizig‘i** berilgan.



Rasm Austenitni perlitga aylanish kinetik egri chizig‘i a nuqtada austenit perlitga aylana boshlaydi. v nuqtada austenitning hammasi perlitga aylanib bo‘ladi.

Har xil temperaturada **izotermik** (o‘zgarmas temperaturada) **sovo‘tishda** a va v nuqtalarni birlashtirsak, austenitning perlitga izotermik aylanishini ko‘rsatuvchi diagramma hosil bo‘ladi.

Austenit o‘zgarishida hosil bo‘ladigan strukturalarni ko‘rib chiqamiz. Bu sovish tezligiga bog‘liq.

650-700°S da perlit hosil bo‘ladi. Bunda asosiy faza tsementit bo‘ladi. Tsementit plastikalari hosil bo‘lishi xisobiga qo‘shni uchaskalardagi austenit uglerodga «kambag‘allashadi» (uglerodi o‘tib ketadi). Bu esa o‘z navbatida ferrit plastinkalarini paydo bo‘lishga olib keladi.

Ketma-ket qaytariluvchi tsementit va **ferrit plastinkalari** paydo bo‘ladi.

Temperatura pasayishi bilan hosil bo‘layotgan yangi faza «zarodiysh»lari ko‘payadi. Bu plastinkalar sonini ko‘paytiradi. Albatta bunda plastinkalar o‘lchamlari va ular orasidagi masofa kamayadi. Buni maydalikni – disperslikni oshishi deyiladi.

600-650°C da **sorbit** (ingl. G. Sorbi)

550-600°C da **troostit** (fran. L. Trust)

500°C pastda **beynit**

Perlit, sorbit, troostit hammasi ferrit va tsementitlarning mexanik aralashmasi. Farqi ularning disperiligida.

Perlit sovitish tezligi 1°S/syoq da, sorbit 50-80°S/syoq, da, 80-100°Si da esa troostit va 200-250°S da martensit hosil bo‘ladi.

Disperslik ortishi bilan qattiqlik va mustahkamlik ortadi.

Sovish tezligi katta bo'lganda diffuzion jarayonlar tuxtab, $\gamma \rightarrow \alpha$ polimorf o'zgarish sodir bo'ladi. Austenitda erigan hamma uglerod ferritda kolib, to'yingan qattiq eritma hosil bo'ladi. **Martensit** – uglerodning α -temirdagi qattiq eritmasi (suqilib kirgan). Austenitni martensitga aylanishi diffuziyasiz o'tib, uglerod miqdori o'zgarmay, faqat kristallik panjara o'zgaradi (yoqlari markazlashgan kub \rightarrow hajmi markazlashgan tetragonal panjaraga).

To'la yumshatishda (A_{S3} dan yuqorida qizdirilib pech bilan birga sovitiladi) bunda mayda donali ferrit-tsementit aralashma bo'ladi, plastiklik oshib, qirqib ishlash osonlashadi. Chala yumshatishda austenit P va F ga aylanadi, ishlash osonlashadi.

Normallashtirishda (xavoda sovitishda) dagal tsementit setkasi yo'qolib, quyish, prokat va bolgolashda hosil bo'lgan yirik donalar yo'qolib, mayin struktura hosil bo'ladi.

Bo'shatishda martensit mo'rtligi yo'qoladi.

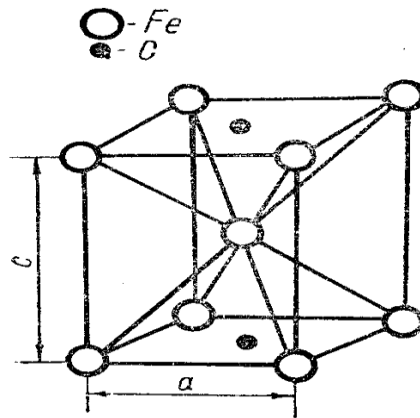
Har xil sovitish darajasida austenitni martensitga aylanishi

Po'latni sovitish tezligini kattalashtirish bilan yoki unga legirovchi elementlar kiritish bilan austenitni o'ta sovish darajasini ancha – muncha ko'tarish mumkin, ya'ni aylanish (o'zgarish) haroratini pasaytirish mumkin. Austenitni o'ta sovish darajasini aylanishlar mexanizmiga va kinetikasiga ta'sir qiladi; bu degani, aylanishlar **mahsulotlari** strukturasi va xossalariga ta'sir qiladi degani.

O'ta sovigan austenitni parchalanish jarayoni ikki xil bo'ladi: perlitli va oraliqli yoki beynitli (diffuzion); martensitli (diffuzionsiz). **Diffuziya** – qattiq jismda atomlarning harakatidir.

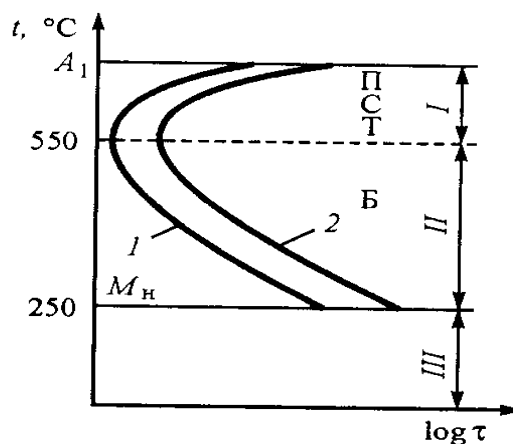
Austenitni, ya'ni $Fe\gamma(C)$ ning martensitga, ya'ni $Fe\alpha(C)$ ga aylanishi austenitning evtektoid parchalanishidan farq qiladi. Austenitni evtektoid parchalanishi – perlitga aylanishi diffuzion parchalanishdir, chunki unda uglerodning diffuziyalanishi asosiy rol o'ynaydi. Austenitni martensitga aylanishi diffuziyasiz o'zgarish bo'lib, bu jarayon vaqtida uglerod miqdori o'zgarmay, faqat kristall panjara o'zgaradi yoqlari markazlashgan kub panjara hajmi markazlashgan tetragonal panjaraga aylanadi (Rasm).

Austenit kristall panjaralarining martensit kristall panjaralarining aylanishi natijasida po'latning zichligi kamayadi, shuning uchun austenit martensitga aylanganda hajm ortadi; hajmning ortishi esa austenitning martensitga aylanish jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi.



Rasm Martensit kristall panjarasining elementar katakchasi
Austenitni perlitga aylanishi

Austenitni turg'unligiga o'ta sovish darajasining ta'siri va aylanish tezligi chizmada diagramma holatida ko'rsatiladi. Bu diagrammalar aylanish harorati – koordinatalarida quriladi. Odatda vaqt logarifmik shkalada belgilanadi. (**Rasm**)

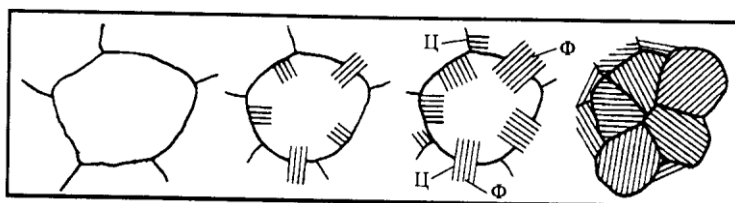


Rasm O'ta sovigan evtektoidli po'lat austenitini izottermik aylanishi diagrammasi. 1- perlitli aylanish; 2- oraliq aylanish; 3- martensitli aylanish. P- perlit; S- sorbit; T- trostit; B- beynit. 1- o'ta sovigan austenitni martensitga aylanishi boshlanishini ko'rsatuvchi chiziq; 2- to'la aylanib bo'lishini ko'rsatuvchi chiziq.

Diagrammada S-simon ikkita egri chiziq ko'rsatilgan. Bular o'sha sovigan austenitni aylanish vaqtini boshlanishi va tugallanishini ko'rsatadi. Chiziq 1 ning chap tomonida o'ta sovigan austenit joylashgan, 1 va 2 orasida aylanish jarayoni o'tadi; chiziq 2 ning o'ng tomonida austenitning aylanish mahsulotlari joylashgan. Austenitning turg'unligi o'ta sovish darajasiga bog'liq. Eng kichik turg'unlik 550 °S ga yaqin zonada; Evtektoid po'lat uchun austenit turg'unligi 550-560 °S haroratda 1 sek.ga teng; 550 °S ga nisbatan haroratning ortishi yoki kamayishi bilan austenit turg'unligi ortadi: masalan, 700 °S da 10 sek.ni; 300 °S da 60 sek.ni tashkil qiladi.

Austenitni Ach1 - 550 °S aylanishi perlitli; 550 °S - Mn intervalidagi aylanishi oraliqli deyiladi.

Perlitga aylanish harorat intervalida ferrit va tsementit intervallaridan tuzilgan plastinkasimon struktura hosil bo‘ladi. Perlitli struktura qurilishi aylanish haroratiga bog‘liq. Kristallanish qonuni asosida, o‘ta sovish darajasi kattalashishi bilan hosil bo‘layotgan kristallar o‘lchamlari kichiklashadi, ya’ni ferrit – tsementit aralashmasi dispersligi (mayda zarrachalarga ajralishi – mayda zarrachalar soni ortishi) oshadi. Perlitli strukturalarni dispersligi deb plastinkalar orasidagi masofa qabul qilingan. Buni o‘lchash birligi sifatida qo‘shni ferrit (F) va tsementit (Ts) plastinkalarining qalindigini o‘rtacha yig‘indisi olinadi. (Rasm 5.11). Agar aylanish 650-670 °S dan yuqorida o‘tsa ferrit av tsementit kristallarini nisbatan qo‘pol – dag‘al aralashmasi hosil bo‘ladi: bunda plastinkalar orasidagi masofa $(5-7) \times 10^{-7}$ m bo‘ladi. Bu aralashma aslida **perlit** deb ataladi.



Rasm Perlit kolonlarini – koloniyalarini o‘shish sxemasi
(F- ferrit, Ts – tsementit).

Harorat 540-590 °S dagi aylanishda plastinkalar orasidagi masofa $(3-4) \times 10^{-7}$ m ga teng bo‘ladi. Bu perlitli strukturaga **sorbit strukturasi** (ingliz olimi G.Sorbi nomiga) deyiladi. Aylanish harorati 580-550°Sda plastinkalar orasidagi masofa kamayadi va $(1-2) \times 10^{-7}$ ga teng bo‘ladi. Bu struktura **troostit strukturasi** (golland olimi R.Troost nomiga) deyiladi.

Perlitli koloniyalar kristallanish markazlari asosan austenit zarrachalari donalari chegaralarida paydo bo‘ladi; bunda perlitli koloniyalar har tomonga qarab o‘sadi. (Rasm 5.11)

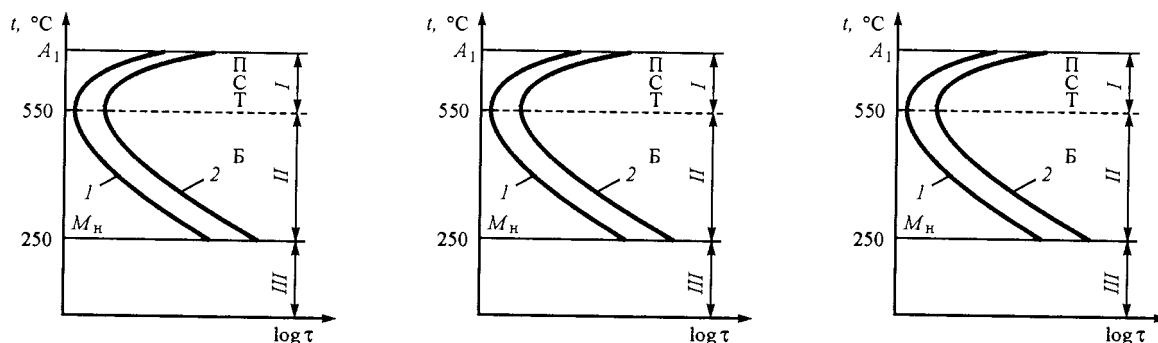
O‘ta sovish darajasini kattalashishi bilan kristallanish markazlarini soni tez ko‘payadi; o‘z navbatida atomlar ko‘chadigan siljiydigan masofa kamayadi. Perlitlitpdagi strukturani mayda zarrachalanishi (maydalanib zichlanishi) po‘latning mustahkamligi va qattiqligi ko‘payadi-ortadi. Sarbit strukturasi yaxshi plastiklik va qovishqoqlik qobiliyatiga ega.

Austenitni martensitga aylanishi

Martensitga aylanish Mb (martensitga aylanishni boshlanishi) dan Mt (martensitga aylanish tugashi) gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida jadal o‘tadi. Shu harorat oralig‘ida ozgina izotermik ushlab turish austenitni turg‘unlashtirib aylanishni oxirigacha

borishga to‘sqinlik qiladi; natijada po‘lat strukturasi martensitdan tashqari **qoldiq austenit** ham bo‘ladi. (Rasm.5.12)

Martensit egri chizig‘i



Rasm Martensit egri chizig‘i

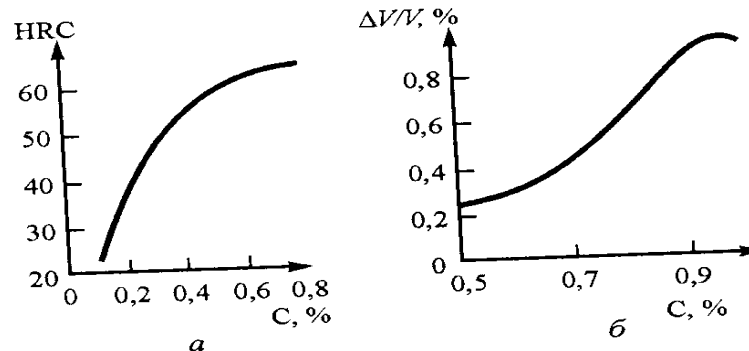
Qoldiq austenitni ham martensitga aylantirish uchun o‘ta sovish darajasini oshirish kerak. Bunda yangi siljish tekisliklari va martensitning yangi plastinkalari hosil bo‘ladi. Po‘latdagi uglerod miqdori 0,6% dan ortganda ham qoldiq austenit hosil bo‘ladi. Shuning uchun juda tez va uzluksiz (to‘xtatmasdan) sovitish lozim. Barcha austenitni butunlay faqat martensitga aylanishini ta‘minlovchi eng kichik harorat, **toblash kritik tezligi** deb ataladi. (V_{kr}).

Demak, po‘lat V_{kr} dan katta tezlikda sovitilganda martensit hosil bo‘ladi-bu uglerodning Fe α dagi to‘yingan qattiq eritmasi. Martensit kristallari plastinkasimon formaga ega bo‘lib, juda katta tezlik bilan o‘sadi – po‘latdagi tovish tezligiga ($\sim 5000\text{m/sek}$) (**Rasm**).



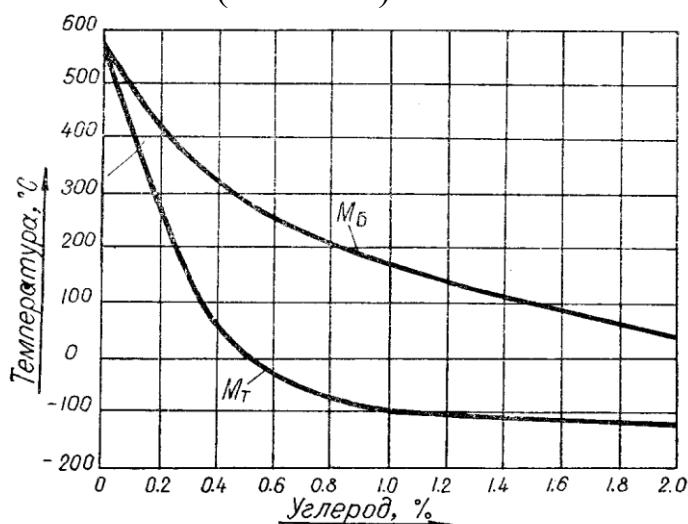
Rasm Po‘lat 45ni toblangandan keyingi mikrostrukturasi $\times 500$.

Po‘lat martensiti xossalari undagi erigan uglerod miqdoriga bog‘liq. (**Rasm**) da martensit qattiqligiga uglerod miqdorining ta‘siri ko‘rsatilgan.



Rasm Po‘lat martensiti qattiqligining (a) va hajmining uglerod miqdoriga qarab o‘zgarishi.

Martensit yuqori qattiqlikka ega: $HRC \geq 60$. Uglerod miqdori ortishi bilan martensit mo‘rtligi ham ortadi. Martensitga aylanishi bilan po‘lat hajmi ham ortadi (**rasm**). Po‘latning boshqa xossalari ham juda katta o‘zgaradi. Uglerod miqdori austenitni martensitga aylanish jarayoni boshlanishi harorati (M_b) va tamom bo‘lishi harorati (M_t) ga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. (Rasm)



Rasm Martensit diagrammasi.

Po‘latda uglerod miqdori qancha ko‘p bo‘lsa, austenitni martensitga aylanish jarayoni shunga past haroratda boshlanib, shunga past haroratda tugallanadi. M_b va M_t xororatlariga austenitda erigan legirlovchi elementlar jiddiy ta’sir qiladi. Ko‘pchilik legirlovchi elementlar M_b va M_t xororatlarini pasaytiradi.

Toblangan po‘latni bo‘shatishda bo‘ladigan jarayonlar

Toblangan po‘latni A_1 haroratgacha qizdirishga bo‘shatish deyiladi.

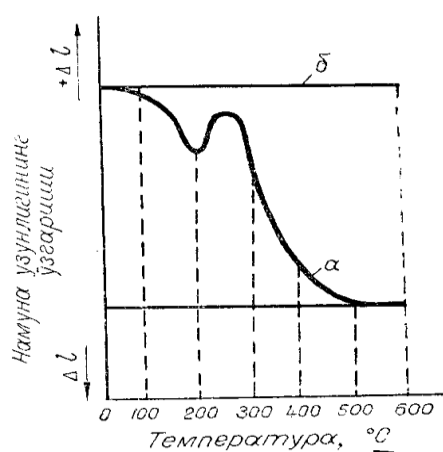
Toblash natijasida ko‘pincha martensit strukturasi olinadi (ayrim qoldiq austenit bilan). Ba’zan sorbit, troostit va beynit olinadi.

Bo'shatish davrida bir necha jarayonlar hosil bo'ladi. Asosiysi – bu martensitni parchalananishi: uglerodli karbid ko'rinishida ajralishi.

Martensitni parchalanishi va karbidlarni paydo bo'lishi hajmni kichiklashishiga olib keladi; austenitni parchalanishi – uni kattalashishiga olib keladi. Hajmni solishtirma hajmini o'zgarishiga qarab bo'shatishdagi fazoviy o'zgarishlar uch xil bo'ladi.

Legirlangan po'latlarda birinchi o'zgarish 80-200⁰S harorati intervalida, ikkinchisi 200-260⁰S harorat intervalida, uchinchi 260-380⁰ S intervalida o'tadi.

1- davrda martensitdan uglerodni bir qismi metastabill ϵ – karbidi ko'rinishida ajralib chiqadi va geksogonal panjaraga ega, kimyoviy tarkibi $G'e_2S$ ga yaqin. Erigan uglerod miqdori kamayishi martensit tetragonalligini kamayishiga olib keladi, bu degani namuna uzunligi kamayadi (qisqaradi). Bu hodisaga **birinchi o'zgarish** deyiladi va grafik tarzda rasm 5.16 da ko'rsatilgandek ifodalanadi.



Rasm dilatometrik egri chiziq. a- toblangan po'lat, b- yumshatilgan po'lat

2-davrda (200-260⁰S) gchcha qizdirilganda u kengayadi. Bu harorat oralig'ida qoldiq austenit o'ta to'yingan α -qattiq eritma (martensit) bilan karbidan iborat getorogen (har xil chiziqli) mexanik aralashmaga, ya'ni bo'shatilgan martensitga aylanadi.

3-davrda (260-380⁰S) martensitni parchalanishi va karbidli o'zgarishlar yakunlanadi. Martensitdan o'ta to'yingan uglerod karbid ko'rinishida ajralib chiqadi. α -qattiq eritmani tetragonol panjarasi yo'qoladi- martensit ferritga aylanadi. 380-400⁰S da bo'shatilgandan so'ng po'lat strukturasi faqat tsementit tipidagi karbid ko'rinadi. Bu ikki ko'rsatilgan jarayon po'lat zichligini oshiradi, natijada namuna uzunligi kamayadi. Ichki kuchlanishlar yo'qoladi. Uchinchi davr o'zgarishlari 400⁰S da tugaydi: strukturasi ferrit va tsementitning juda mayda aralashmasidan iborat.

450-650⁰S da bo'shatilganda ferrit-karbidli aralashma hosil bo'ladi, bunga bo'shatish sorbiti deyiladi. A_1 chizig'iga yaqin haroratda bo'shatilganda dag'al ferrit – karbidli aralashma (donador perlit) hosil bo'ladi.

Ko'pchilik legirlovchi elementlar 2 va 3 davr aylanish haroratlarini oshiradi; karbidlarni koogulyatsiya tezligini pasaytiradi va bo'shatishdagi karbidga aylanishiga ta'sir qiladi.

Po'latlarni Cr, Al, Mo, W, Si, So lar bilan legirlaganda martensit parchalanishi pasayadi.

Harorat intervaliga qarab bo'shatish uch xil bo'ladi: a) past haroratda bo'shatish – 120-250, b) o'rta haroratda 350-450⁰S da, v) yuqori haroratda – 500-680⁰S. Past haroratda ushlab turish vaqti keskich ko'ndalang kesim yuzasi kattaligiga qarab 0,5-2 soat bo'ladi. Past bo'shatish 100-120⁰S dan oshmasa, ushlab turish vaqti 10-15 soatgacha uzaytiriladi.

O'rta va yuqori bo'shatishda ushlab turish vaqti, odatda 1-2 soat; katta va og'ir detallar uchun (200-1000 kg) uchun 3-8 soat.

Termik ishlash xususiyatlari – texnologiyasi

Po'latni yumshatish

Po'latni A_{S3} yoki A_{S1} kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirib, sekin (uzluksiz yoki tuxtab-tuxtab) sovitish jarayoniga **yumshatish** deyiladi. Yumshatishda po'lat donalari maydalashadi, qattiqligi pasayadi, kesib ishlash osonlashadi, plastikligi oshadi, ichki kuchlanish yo'qoladi. Yumshatish ikki turga bo'linadi: **I – turda A₁ yoki A₃ dan pastda, II – turda yuqorida qizdiriladi.** I – tur rekristallizatsion yumshatish ham deyiladi. Sovutish ham ikki xil: 1. Uzluksiz, 2. O'zgarmas temperaturada (izotermik).

Birinchi tur yumshatish: maqsad: sovuqlayin bosim bilan ishlashda hosil bo'lgan ichki kuchlanishlari yo'qotish, qattiqlikni pasaytirish. (600-727⁰S ichida qizdiriladi, ma'lum vaqt ushlab turiladi, sekin sovitiladi.)

Ikkinchi tur yumshatish: maqsad: donalarni maydalash, barqaror va ancha yumshoq struktura olish, dendrit likvatsiyali yo'qotish (kimyoviy bir xil emasligi). Bu tur bir necha xillarga bo'linadi.

To'la yumshatish. GSE dan 20-30⁰S yuqorida qizdirib sekin sovitiladi. Odatda evtektoidgacha va evtektoid po'latlar yumshatiladi – to'la; evtektoiddan keyingi po'lat chala yumshatiladi.

Issiqlayin bosim bilan ishlangan po'latlarni va quyma po'latlarni to'la yumshatkanda donalar maydalanadi, ferrit va perlit bir tekis taqsimlanadi. Po'lat quymalarda uchraydigan vidmanshtetteyn struktura (yirik perlit plastinkalari bilan ferritning bir-biriga qiya joylashgan yirik plastinkalari (ba'zam ignalari) ham mayda donalardan iborat F bilan P ga aylanadi.

Chala yumshatish: PSK dan yuqorida qizdiriladi. Perlit qayta kristallanadi, evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda Ferrit, evtektoiddan keyingi po'latlarda tsementit

o'zgarmay qoladi. Chala yumshatish asosan evtektoiddan keyingi po'latlarda ishlatiladi. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlardan prokatlangan va bolg'alangan buyumlargina chala yumshatiladi: perlit qayta kristallanadi, ichki kuchlanish yo'qoladi.

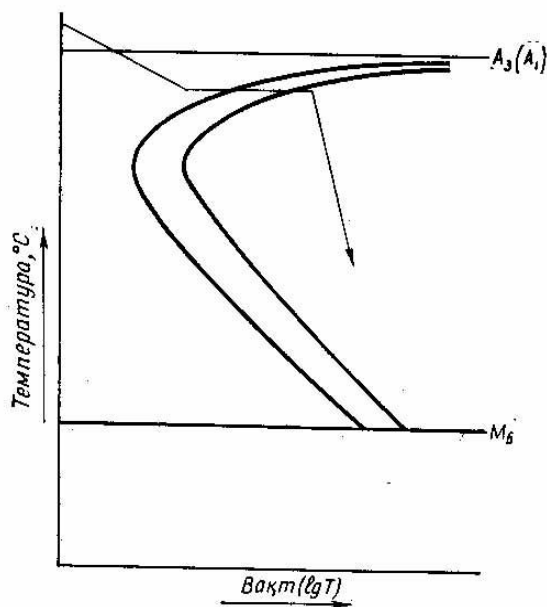
Sferoidlovchi yumshatish (donador tsementit hosil qilish): 740-760° gacha qizdiriladi, ma'lum vaqt tutib turib, sekin sovutiladi. Plastinkasimon tsementit sferoidal tsementitga aylanadi: A_{c1} dan yuqorida perlit Austenitga aylanadi, ortiqcha tsementit o'zgarmay qoladi, ya'ni geterogen struktura hosil bo'ladi. Buni kesib ishlash juda oson. Bu usul evtektoiddan keyingi po'latlarga va legirlangan po'latlarga ishlatiladi. Bu chala yumshatishni bir turi.

Diffuzion yumshatish (gomogenlash)

Quyma po'lat tarkibi bir xil bo'lmaydi: dendrit va zonal likvatsiyalar bo'ladi. Bunday po'latni bir jinsli (gomogen) qilish uchun u A_{S3} dan 180-300°S yuqori qizdirib, ma'lum vaqt (12-15 soat) ushlab turib sekin sovutiladi. Po'latni bu tur termik ishlashni diffuzion yumshatish yoki gomogenlash deyiladi. Po'lat yuqori temperaturagacha (1000-1100°S) qizdirib, shu temperaturada uzoq vaqt ushlab turilganda uning donalari ancha yiriklashadi. Sh/u diffuzion yumshatilgan po'lat quyma strukturasi yirik donali bo'ladi.

Izotermik yumshatish

Evtektoidgacha bo'lgan po'lat A_{S3} dan, evtektoiddan keyingi po'lat A_{S1} dan 20-30°S yuqori temperaturagacha qizdirilib, so'ngra A_{r1} dan 50-100°C past temperaturagacha tez sovutiladi va austenit ferrit bilan tsementitga ($A \rightarrow F + Ts$) batamom parchalanguncha shu temperaturada tutib turiladi. Izotermik yumshatishning odatdagi yumshatishdan afzalligi shundaki, po'latni izotermik yumshatishda vaqt kam ketadi va gomogen darajasi ancha yuqori struktura hosil bo'ladi.



Rasm Izotermik yumshatish grafigi

Po‘latni normallash

Evtektoidgacha bo‘lgan po‘latlarni A_{S3} dan, evtektoiddan keyingi po‘latlarni A_{Sm} dan $30-50^{\circ}\text{S}$ (GSE dan) yuqori temperaturagacha qizdirib, so‘ngra havoda sovitish jarayoni normallash deb ataladi. Maqsad: evtektoidgacha bo‘lgan po‘latlarda mayda donali struktura hosil qilish, evtektoiddan keyingi po‘latlarda esa ichki kuchlanishlarni va naklepni yo‘qatishda yoki kesib shtamplashdan oldin gomogen struktura olish.

Uglerod miqdoriga qarab, normallangan po‘lat strukturasi – mexanik xossalari har xil bo‘ladi. Tarkibida uglerod miqdori kam ($0,2-0,3\%$) bo‘lgan po‘latlar normallanganda, ularning strukturasi, xuddi yumshatilgandan kabi, ferrit bilan perlitdan iborat, lekin maydaroq. Shu normallangan po‘latning puxtaligi yumshatilgan po‘latnikiga qaraganda yuqoriroq, plastikligi esa pastroq bo‘ladi.

Po‘latni toblash

Po‘latni A_{S3} yoki A_{S1} kritik nuqtalardan yuqori temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada zarur o‘zgarish bo‘lguncha tutib turilgandan keyin uni tez sovitish jarayoni – protsessi **toblash** deb ataladi.

Evtektoidgacha po‘lat GS (A_{S3}) chizig‘idan evtektoiddan keyingi po‘latlar SK (A_{S1}) chizig‘idan $30-50^{\circ}\text{S}$ yuqorida qizdirib, ma’lum vaqt shu haroratda tutib turilgandan keyin tez sovitilsa, mayda ninasimon tuzilishdagi martensit hosil bo‘ladi. Evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat A_{S3} bilan A_{S1} orasida qizdirib toblansa, qizdirish

davrida ferritning bir qismi austenitga aylanmay qoladi va po‘lat strukturasi martensit va ferritdan iborat bo‘ladi: buni chala toblash deyiladi.

Evtektoiddan keyingi po‘latni A_{s1} va A_{s3} (A_{sm}) orasida qizdiriladi: bunda tsementitning bir qismi saqlanib qoladi. Ortiqcha tsementit po‘latning qattiqligini va yeyilishga chidamliligini oshiradi. A_{sm} dan yuqorida qizdirilsa, austenit donalari yiriklashib, ichki kuchlanishlar hosil bo‘lish ehtimoli kuchayadi.

Qizdirish va tutib turish vaqti, qizdirish vositalari

Po‘latni asta va bir tekis qizdirish zarur. Aks holda ichki kuchlanish hosil bo‘ladi (bosim ostida ishlash bulimidagi rasmga qarang).

Qizdirib tutib turish vaqti ham ahamiyatli. Bu vaqt ichida perlit to‘la austenitga aylanishi kerak (ayniqsa massiv detallar uchun).

Qizdirish tezligi po‘latning xossalari: issiqlik o‘tkazuvchanligi, issiqlik sig‘imi, kengayish koeffitsienti va boshqa fizikaviy xossalari bog‘liq. Haddan tashqari tez qizdirilsa, ichki kuchlanish hisobiga darz ketishi mumkin, ayniqsa yuqori uglerodli va legirlangan po‘latlar. Qizdirish tezligi qizdiruvchi muhit va qizdirish temperaturasiga bog‘liq.

Issiqlik manbachidan detalga issiqlik ikki usulda o‘tadi: konvektsiya va nurlanish. Konvektsiya usulida qizdiruvchi muhit va detal sirti bir-biriga tegib turadi: muhit zarrachalarining issiqlik harakat qilishi hisobiga sodir bo‘ladi. Nurlanishda temperaturalar farqiga qarab, muhit temperaturasi qanchalik yuqori bo‘lsa, detalga issiqlikning o‘tishi ham shunchalik kuchli bo‘ladi. Past (650°S gacha) temperaturalarda detalb sekin, asosan konvektsiya hisobiga qiziydi, sho‘rlanish (qizarish) paytidan boshlab detalb tez, asosan nurlanish issiqligi hisobiga qiziydi.

Qizdirib tutib turish vaqti zagotovka o‘lchamlari va qizdirish muhitiga bog‘liq. Masalan; tsilindrik detalb har tomonlama gaz alangasi tegizib qizdirilsa, har bir 1mm qolidlik uchun 0,5-1min beriladi, ya’ni 0,5-1min/mm. Shu detalb suyuqlantirilgan tuzda qizdirilsa, 0,25-0,5min/mm; suyuqlantirilgan ko‘rg‘oshinda 0,1-0,25min/mm olinadi.

Agar zagotovka kvadrat bo‘lsa, tutib turish vaqti tsilindrik zagotovkaga qaraganda 1,5 marta, to‘g‘ri turtburchak bo‘lsa, 2 barovar ortiq olinadi.

Po‘latni har xil pechlarda qizdiriladi.

Mufelb pechlari. Qizdiriladigan detallar pechning maxsus kamerasiga joylanadi, **kamera alanga** yoki **elektr energiyasi** bilan qizdiriladi.

Tigelb pechlari. Bunday pechlar ichida suyuqlantirilgan tuz yoki qo‘rg‘oshin bo‘lgan tigellar-vannalshardir. Bunday pechlar tuzli yoki qo‘rg‘oshinli vannalar deb ataladi.

Alangali pechlar ham ishlatiladi.

Ba'zan, qizdiriladigan detallarni oksidlanishdan va uglerodsizlashdan saklash uchun mufelʼ yoki elektr pechlarining kameralarida neytralʼ atmosfera hosil qilinadi. Bunday pechlar himoya **atmosferaali pechlar** deyiladi.

Sovitish tezligi

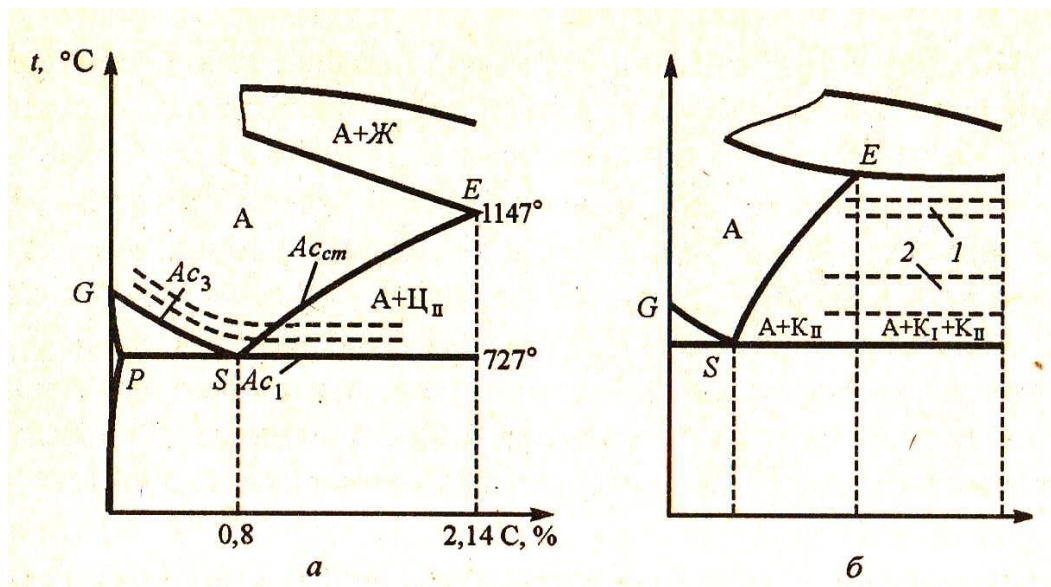
Austenitni martensitga aylantirish uchun poʻlatni tez sovitish kerak. Bir xil tezlikda sovitish yaramaydi. 650°S gacha sekinroq sovitish kerak, chunki bu fazada austenit barqarorligi past va u osongina perlitga aylanishi mumkin. Lekin, juda sekin sovitilsa austenitdan ferrit ajraladi. 650-400°S oraligʻida tez sovitiladi: bunda austenit oʻzgarishga ulgurmaydi. 400°S dan pastda sekinroq sovitiladi boʻladi: bunda austenit birmuncha barqaror. Ayniqsa, 300°S dan pastda sekinroq sovitish maqsadga muvofiq, chunki tez sovitilsa struktura kuchlanishlarga termik kuchlanishlar ham qoʻshilishi mumkin.

Suv 650-550°S orasida tez sovitib qolmay, 300-200°S da ham tez sovitadi: bu uning kamchiligidir. Moyning sovitish tezligi 650-550°S da suvnikiga qaraganda 4 barovar, 300-200°S da 10 barovar kichik.

Poʻlatlarni toblash xossalari

Toblashdan maqsad eng yuqori qattqlikni olish, yaʼni martensit strukturasini olish. Bunda keyingi boʻshatish bilan qattqlik biroz pasaytirilib, poʻlat plastikligi oshiriladi.

Qizdirish haroratiga qarab toʻla va toʻla emas boʻladi. toʻla toblashda poʻlat bir fazali austenit holatiga oʻtkaziladi; yaʼni kritik harorat A_{s3} dan yuqorida qizdiriladi (yoki A_{sm} dan yuqorida). Toʻla emas toblashda kritik haroratlar A_{s1} va A_{s3} (A_{sm}) oraligʻida qizdiriladi. (rasm).



Rasm Evtektoidgacha va evtektoiddan keyingi po‘latlarni optimal toblash harorati (a) va yuqori legirlangan lideburitli po‘latlarni optimal toblash harorati (b)

Evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat, odatda to‘la toblanadi: $A_{s3} + (30...50^{\circ}S)$ da qizdiriladi. Bunda mayda donali austenit va o‘z navbatida mayda donali (sovitilgandan so‘ng) mayda kristalli martensit olinadi.

Evtektoiddan keyingi po‘latlar to‘la emas toblanadi. Uglerodli va kam legirlangan po‘latlar uchun optimal qizdirish harorati - $A_{s1} + (30..50^{\circ}S)$. Yuqori legirlangan asbobsozlik po‘latlarini (R18; R9K5) issiqbardoshligini oshirish maqsadida juda yuqori haroratgacha qizdiriladi. Bunda barcha ikkilamchi karbidlar parchalanadi; austenit ugleroddan tashqari, karbidlar tarkibidagi legirlovchi elementlar bilan ham to‘yinadi. Natijada yuqori legirlangan, ya‘ni issiqbardosh martensit hosil bo‘ladi.

Agar yuqori legirlangan asbobsozlik po‘lati asosan ishqalanib yeyilishga turg‘un bo‘lishi lozim bo‘lsa, po‘lat pastroq – $900-1000^{\circ}S$ da qizdiriladi.

Martensit strukturasi olish uchun austenitni aylanish haroratigacha o‘ta sovitish kerak, demak sovitish tezligi kritik sovitish tezligidan (V_{kr}) katta bo‘lishi lozim.

Uglerodli po‘latlar uchun kritik sovitish tezligi $V_{kr} = 400-1400^{\circ}l$ ga teng. Bunday po‘latlarni austenitni martensitga aylantirish haroratigacha o‘ta sovitish juda tez birdaniga – shiddatli sovitish lozim. Bunga erishish uchun toblangan po‘latni sovuq suvga yoki har xil tuzlarning (NaCl, NaOH) suvdagi eritmasiga cho‘ktirish kerak. Quyida har xil toblovchi muhitlarning sovitish qobiliyati berilgan.

Natriy ishqori eritmasida sovitilsa, toblangandan so‘ng po‘latning zanglashligi bo‘lmaydi.

Тобловчи мухитларни нисбий совитиш қобилияти

Совутувчи мухит	Харорат , °С		Пуфакчали қайнаш интервали ўртасидаги нисбий совитиш жадаллиги
	Совитиш мухитлари	Пуфакчали қайнаш	
Сув	20	400 – 100	1
	40	350 – 100	0,7
	80	250 – 100	0,2
10 %-ли сувдаги эритма			
NaCl	20	650 – 100	3
NaOH	20	650 – 100	2,5
Минерал мой	20 – 200	500 – 250	0,3

Совитиш даврида по‘лат сиртида bug‘ (par) пленкasi hosil bo‘lishi kerak emas, chunki u sovitiш muhitini issiq almashishiga to‘sqinlik qiladi.

Eng yaxshi davr bu sovutuvchi muhitni ko‘pirib qaynash davridir. Buni harorat intervali qancha katta bo‘lsa, sovutuvchi muhit shuncha shiddat bilan sovitadi.

Toblash texnologiyasiga rioya qilinmaganda, ichki kuchlanish paydo bo‘lib detalni qiyshayishga (tob tashlashga) va darz ketishga olib kelishi mumkin. Ichki kuchlanishlarni asosiy manbai austenitni martensitga aylanishida hajmning kattalashishidir.

По‘латни toblash usullari

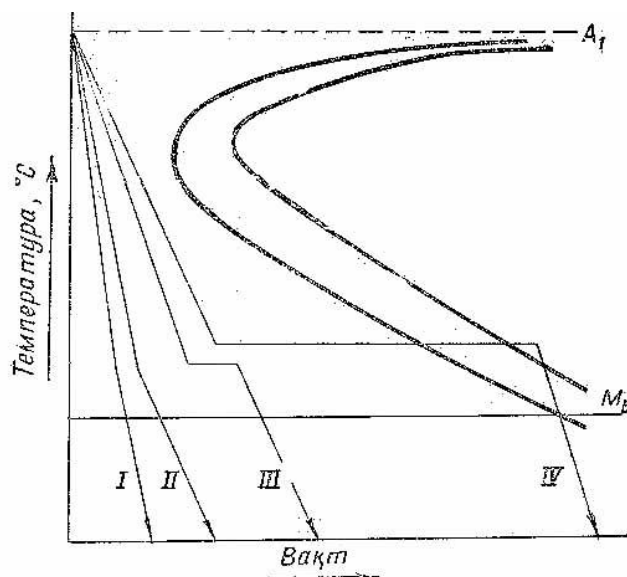
Usulni tanlash po‘latning kimyoviy tarkibiga, detalning shakli va o‘lchamlariga, shuningdyoq toblangan po‘latda qanday xossalar bo‘lishi kerakligiga bog‘liq.

Bir sovutuvchida toblash (i)

Toblash temperaturasi gacha qizdirilgan po‘lat suv yoki moyga solinadi: 2-5 mm o‘lchamdan kattalari suvga, kichiklari moyga. Bu usuldan uglerodli va legirlangan po‘latdan yasalgan oddiy formadagi detallarni tablashda va avtomatik tablashda ishlatiladi (avtomatik tushadi, pechdan sovitiшga). Kamchiligi: katta ichki kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Buni kamaytirish uchun detalni suvga tashlashdan oldin, havoda biroz sovitiб olinadi.

Ikki sovituvchida toblash (uzluksiz toblash) (ii)

Bundan ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun foydalaniladi. Detalъ suvda tez 400-300 °Cgacha sovitiladi, soʻng moyda sekin (yoki havoda) sovitiladi.



Rasm Toblash usullari

Bu usul koʻp uglerodli poʻlatlardan yasalgan kesgichlarni toblashda ishlatiladi. Kamchiligi: detalning birinchi sovituvchida tutib turish vaqtini tartibga solish juda qiyin, chunki bu vaqt bir necha sekundchaginaga teng.

Bosqichli toblash (III)

Detal M_b dan yuqori haroratda (austenitni martensitga aylana boshlash temperaturasidan yuqorida) barcha hajmi shu temperaturagacha kizimaguncha ushlab turiladi. Soʻng moyda yoki havoda sekin sovitiladi. Bu usulda ichki kuchlanish kamayadi. Bu usul uglerodli poʻlatdan yasalgan mayda detallar (diametri yoki kalindligi 10 mm gacha) uchun ishlatiladi.

Izotermik toblash

Detallar suyuqlantirilgan tuz yoki suyuqlantirilgan ishqorga solinadi. Bosqichli toblashdan farq qilib, detal sovitish muhitda austenitning izotermik parchalanish protsessi batamom tugaguncha tutib turilgandan soʻng havoda sovitiladi. Bunda struktura beynit (ninasimon trostit), qattiqligi boshqa usullarnikidan pastroq - HRC=45-55; qovushqoqligi-plastikligi yuqorirok.

Poʻlatni noldan past temperaturada ishlash

Toblangan poʻlatda hamma vaqt qoldiq austenit boʻladi. Shu qoldiq austenitni bir qismini martensitga aylantirish uchun poʻlatga noldan past temperaturada ishlov beriladi va buni sovuq bilan ishlash deb ataladi. Bunda qattiqlik ortadi, poʻlat barqaror boʻladi. Eng koʻp tarqalgan sovitgich - suyuq kislorod (-183°S), quruq muz - qattiq CO₂ bilan denaturat spirt aralashmasi (-78,5°C).

Yuza toblanadigan detalni yuqori chastotali tok bilan qizdirish

Fizika kursidan ma'lumki tok o'tganda qarshilikka uchrab, detal qiziydi:

$$Q = 0,239 I^2 RT \text{ kol.}$$

I - tok kuchi (amper), R - qarshilik (om), T - vaqt (sek).

Qattiq va tez qiziydi: sekundiga 30-1000°S; yuqoridagi pechlardan 1000 marta ortiq.

Afzalliklari: 1) detalni istalgan chuqurlikkaga kotlami toblanadi; 2) detalning qattiqligi, oquvchanlik chegarisi, zarbiy qovushqoqligi yuqori; 3) ish unumi yuqori; 4) detal sirtida kuyundi (nagar) bo'lmaydi; 5) tob tashlanmaydi; 6) avtomatlashtirish oson; 7) istalgan formadagi detal sirti toblanadi.

Po'latlarni toblanuvchanligi va toblash chuqurligi

Toblanishlik va toblash chuqurligi po'latlarning muhim xarakteristikasidir. Toblanishlik detal qattiqligi bilan o'lchanadi va asosan po'lat tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liq. Toblash davrida detal yuzasi V_{kr} dan yuqori tezlikda sovitiladi. Demak, detal yuzasida martensit strukturasi hosil bo'ladi, ya'ni yuqori qattiqlikka ega.

Amalda xoxlagan muhitda, xoxlagan detalni sovitilganda detal sirti bilan o'zagi bir xil sovimaydi. Agar sovitish tezligi V_{kr} dan past bo'lsa (o'zagida), u yer toblanmaydi – martensit hosil bo'lmaydi.

Po'latni ma'lum chuqurlikkacha toblanishlik qobiliyati uning toblanishlik chuqurligi deyiladi.

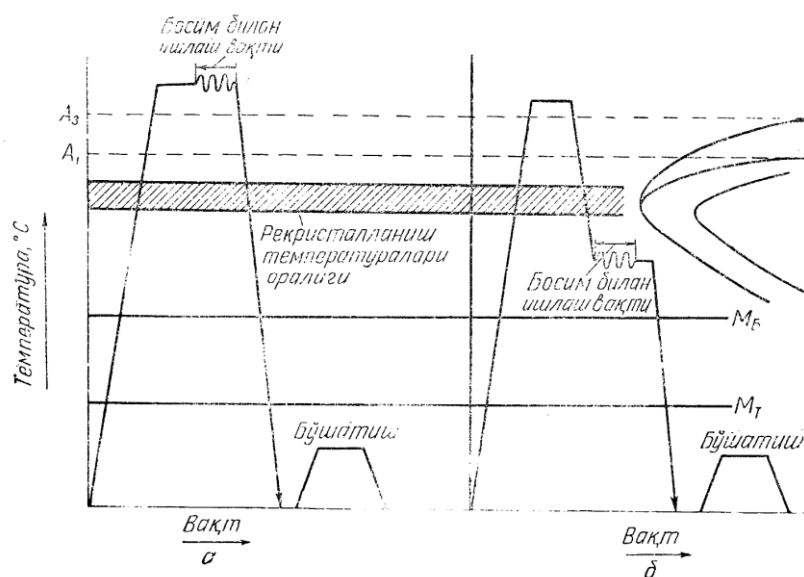
Shartli kelishilgan, toblanish chuqurligini baholashda toblangan deb hisoblanadi agar, qachonki, shu qatlamni 50% qismi amrtensitdan iborat bo'lsa. (yarim martensit zona deyiladi). Shu narsa aniqlanganki, po'latni xohlagan element bilan legirlash po'latni toblanish chuqurligini oshiradi. (kobalt elementidan tashqari).

Toblanishlik chuqurligini o'lchash usulini eng ko'p tarqalganida diametri $D=0,025m$ va uzunligi $L=0,1m$. bo'lgan valni ko'ndalang kesimi toblash haroratigacha qizdirilib, tizillagan suv oqimi bilan sovitiladi. Namuna sovitilib bo'lgach valni tsilindrini yasovchisi bo'ylab namuna uzunligi bo'ylab qattiqlik chiziladi.

Po'latni termo-mexanik va mexano-termik ishlash

Maqsad: po'latning mexanik xossalarini ko'tarish. **Termomexanik ishlash** deb, po'latni A_3 dan yuqorirok temperaturagacha qizdirib, ma'lum vaqt tutib turilgach, yo shu temperaturaning uzida yoki rekristallanish temperaturasidan pastroq temperaturagacha sovitilgach bosim bilan ishlab, so'ngra toblash va toblangandan keyin past temperaturada bo'shatish jarayoniga aytiladi. Defomatsiyalash temperaturasiga qarab termo-mexanik ishlash – TMI ikki turga bo'linadi: yuqori temperaturali termo-mexanik ishlash – YuTMI va past temperaturali termo-mexanik ishlash – PTMI.

TMI natijasida po‘latning mustahkamlik chegarasi va plastikligi ortadi.



YuTMI da po‘lat A_3 dan yuqorida qizdirilib, shu temperaturada ma‘lum vaqt tutib turilib, po‘lat strukturasi austenitga aylantirib, so‘ngra bosim bilan ishlangandan keyin tez sovutiladi (toblanadi), ya‘ni austenitni martensitga aylantiradi. Past temperaturada bo‘shatiladi.

PTMI da po‘lat A_3 dan yuqori temperaturagacha qizdirib, uning strukturasi austenitga aylantiriladi. So‘ngra po‘lat rekristallanish temperaturasidan past (400-500°S) temperaturagacha o‘ta sovutiladi va shu temperaturada bosim bilan ishlanadi. Past temperaturada bo‘shatiladi.

Mexano-termik ishlashda teskari: oldin deformatsiyalanadi, so‘ng toblanadi. Bunda ham po‘lat mustahkamligi ortadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Umarov E.O. Materialshunoslik. Darslik.
2. Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik.
3. Umarov E.O. “Materialshunoslik” o‘quv fanidan laboratoriya va amaliyot ishlari o‘quv qo‘llanmasi.

Qo‘shimcha adabiyotlar

Колесов С.Н., Колесов И.С. Материаловедение и технология металлов. – М.: “Машиностроение” 2004