

## **7-modul. Po‘latlarni kimyoviy-termik ishlash.**

### **Reja:**

1. Po‘latni sementatsiyalash.
2. Po‘latni azotlash.
3. Azotlashni qo‘llash joylari.
4. Po‘latni sianlash.
5. Diffuzion metallash.
6. Termomexanik ishlov berish.

Detal yuzasiga termik va kimyoviy ta’sir qilib uni strukturasi, tarkibi va xossalari o‘zgartirib kerakli xossalari olish jarayoniga kimyoviy-termik ishlash deyiladi. Kimyoviy – termik ishlash jarayonida detal yuzasini ma’lum qatlami har xil elementlar bilan diffuzion to‘yinadi.

Kimyoviy – termik ishlash detal yuzasi qatlamini qattiqligini, ishqalanib yeyilishga qarshiligini, toliqishga qarshiligini, kontakt chidamliligini, elektr va gaz korroziyasidan himoya qilinishlikni oshirish uchun ishlatiladi.

Kimyoviy – termik ishlash (XTI) o‘z ichiga uchta davrni oladi.

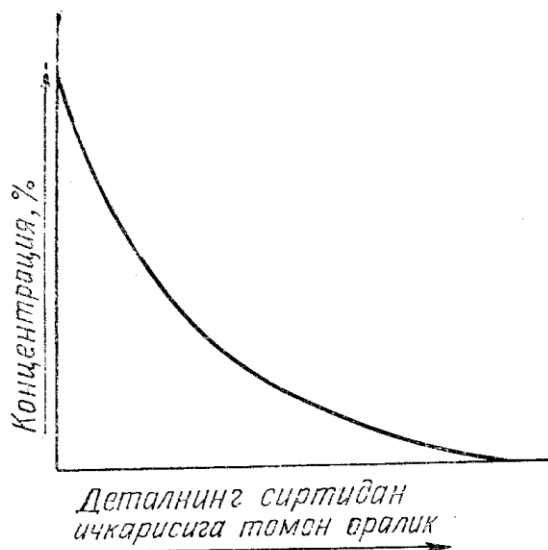
Birinchi davrda dastlabki muhitda kimyoviy reaksiya ketadi. Natijada aktiv diffuziyalovchi elementlar hosil bo‘ladi, ya’ni ionlashgan holatda.

Ikkinchi davr jarayonida ular metallni yutuvchi yuzasi bilan o‘zlashtiriladi (xazm qildiriladi), ya’ni diffuziyalovchi elementlarni adsorbtsiyasi ro‘y beradi. Natijada yuqori yuzasi qatlami diffuziyalovchi element bilan to‘yinadi.

Uchinchi davrda to‘yintuvchi (yutuvchi) metall ichiga elementlarni diffuzion ichiga kiradi. Bu bilan qattiq eritma yoki fazoviy qayta kristallanish bo‘ladi.

Kimyoviy – termik ishlash jarayonini birinchi va ikkinchi davri ancha tez o‘tadi, ayniqsa, uchinchi davrga nisbatan. Uchinchi diffuzion davrda diffuziyali zonani strukturasi va xossalari shakllanadi.

Diffuziya jarayonini rivojlanishi qatlamni hosil bo‘lishiga olib keladi. Bu degani to‘yingan detal materiali qatlami hosil bo‘ldi degani. Bu qatlam kimyoviy tarkibi, demak, struktura va xossalari dastlabkidandan farq qiladi. Diffuzion qatlamda diffuziyalanuvchi elementning taqsimlanishi, ya’ni element konstruktsiyasining qatlam bo‘yicha o‘zgarishi rasm da tasvirlangan.



Rasm 1 Diffuziyalanuvchi element konstruksiyasining qatlam chuqurligi bo'yicha o'zgarishi grafigi

Kimyoviy – termik ishlash usullari ko'p. Ammo, sanoatda ko'p tarqalgani aktiv suyuq va gaz muhitlari bilan to'yintirishdir.

Kimyoviy – termik ishlash usullariga quyidagilar kiradi: tsementitlash (uglerodlash), azotlash, tsianlash, diffuzion legirlash va boshqalar.

### Po'latni sementitlash

Po'latni uglerod, azot (ikkalovini birgalikda), diffuzion to'yintirish sanoatda eng ko'p tarqalgan kimyoviy – termik ishlash usullaridir.

Po'lat yuzi uglerod va azotni oson xazm qiladi; suqilib kirish strukturali (panjarali) qattiq qotishma hosil qiladi. Shu bilan birga ancha – muncha chuqurlikka diffuziyalanadi.

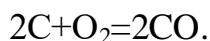
Uglerod bilan diffuzion to'yintirish jarayoniga **tsementitlash** deyiladi. Odatda, po'lat tsementitlangandan so'ng toblanadi va past bo'shatiladi. Mana shu jarayonlar tugaganidan so'ng po'lat detal yuzasida uglerod miqdori 0.8-1%ga yetadi. Strukturasi past bo'shatilgan mayda sferoidal karbidli martensit hosil bo'ladi: yeyilishga qarshiligi yuqori bo'ladi; yuza qattiqligi HV=750-950. Detal o'zagida uglerod 0.08-0.25% bo'lib, qovushqoq bo'ladi. Tsementatssiya qilinishi kerak emas yuzalar galvanik usulda mis bilan himoyalani, mis qalinligi  $t=0.02-0.05$  mm bo'ladi.

Odatda tsementitlanadigan detallarni ustki qatlami qattiq, ishqalanib yeyilishga chidamli va o'zagi uyushqoq bo'lishi lozim bo'ladi: tishli g'ildiraklar, vallar, kulachoklar, chervyaklar va h.k.

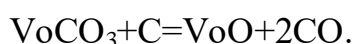
Uglerodlovchi moddaga **karbyurizator** deyiladi. Bu dastlabki muhitdir. Karbyurizator qattiq va gaz holatda bo'lishi mumkin. Lekin, har ikkisida ham

tsementitlash jarayoni gaz fazasi orqali o'tadi. Eng ko'p tarqalgani qattiq karbyurizatordir: bu asosan yog'och pista ko'miri va qo'shimcha  $SO_3$  (20-25%);

$VO_3$  jarayonni jadallashtirish uchun qo'shiladi. Ya'na  $SaSO_3$  ham qo'shiladi (3-5%) – karbyurizatorni yopishib qolmasligi uchun. Tsementatsiya qilinadigan detallar va karbyurizator qavatma-qavat po'lat yashikka – konteynerga taxlab joylashtiriladi, germetik yopilib, 910-930<sup>0</sup>S gacha qizdiriladi. Qizdirilganda pista ko'mir yashik ichidagi kislorod bilan birikib quyidagi reaksiya ketadi:



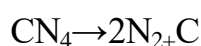
Bundan tashqari uglerod oksidi quyidagi reaksiya bo'yicha ham hosil bo'ladi.



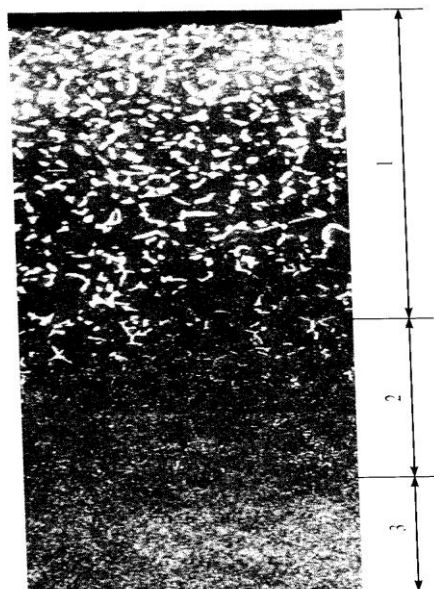
Detal yuzasida quyidagi kimyoviy jarayon o'tadi:  $2CO \leftrightarrow CO_2+C$

Hosil bo'lgan aktiv uglerod atomi austenit holatidagi yuzaga adsorbtsiyaladi; qolgan  $SO_2$  ko'mir bilan birikib, yangi  $SO$  portsiyasini hosil qiladi. Tsementitlash uzoq davom etadigan jarayon. Qatlam qalinligiga qarab bir necha o'n soat davom etishi mumkin. 1 mm. chuqurlikdagi tsementitlangan qatlam olish uchun 8-10 soat qizdirish lozim. Tsementitlangan qatlam qalinligi  $NRC=38-62(HV=900)$ ; o'zeginiki  $HRC= 25-35$ .

Gaz vositasida tsementitlashda karbyurizator sifatida suyultirilgan tabiiy gaz ishlatiladi. Suyuq uglevodorodlar ham ishlatiladi: kerosin, benzol. Bular germetik yopilgan pechni ichki bo'shlig'iga tomchi-tomchi qilib yuboriladi. Qizigach bular aktiv gaz muhitini hosil qiladi. Metan bor joyda asosiy xal qiluvchi reaksiya quyidagi:



Kam uglerodli po'latni sementitlangan qatlamini strukturasi rasm 6.2 da ko'rsatilgan.

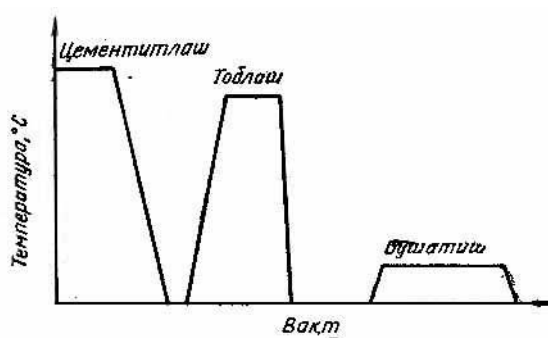


Rasm 2 Kam uglerodli po‘latni tsementitlangandan keyingi diffuzion qatlam mikrostrukturasi. 1- evtektoiddan keyingi zona; 2- evtektoidli zona; 3- evtektoidgacha zona.

Eng ustki qatlam evtektoiddan keyingi qatlam – zonada uglerod  $S > 0,8\%$  ko‘p bo‘ladi va strukturasi perlit va ikkilamchi tsementitdan iborat qatlamni o‘rta qismi evtektoid yig‘indisidan iborat, perlitdan tashkil topgan. Chuqurlashgan sari o‘zagiga qarab, uglerod miqdori kamayadi, evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat strukturasi o‘xshaydi: o‘zakka yaqinlashgan sari perlit miqdori kamayadi.

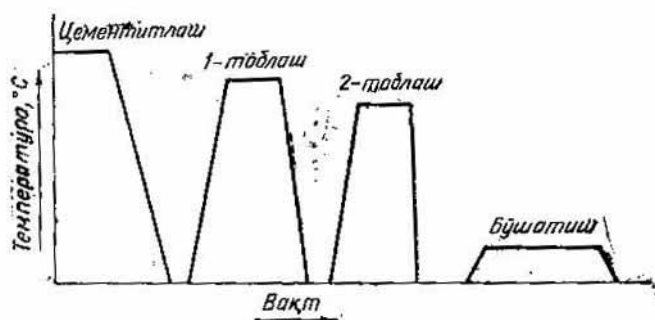
Tsementitlash davrida o‘zoq vaqt qizdirib turilgani uchun yirik donali struktura hosil bo‘ladi.

### 1. Bir marta toblab, past temperaturada bo‘shatish.



Detalning sirtqi qatlami yirik ninasimon martensitdan iborat. Bo‘shatish bilan ichki kuchlanish yuqoladi.

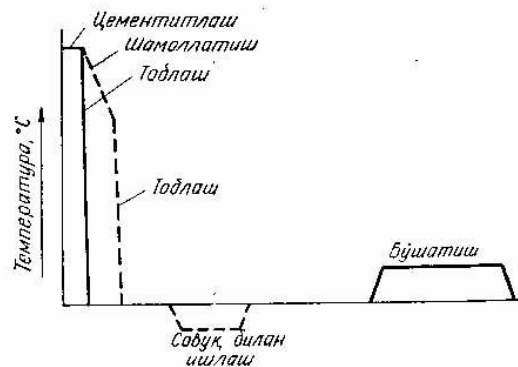
### 2. Ikki toblab, past temperaturada bo‘shatish.



Bu detalning mexanik xossalariga yuqori talab qo‘yilganda qo‘llaniladi.

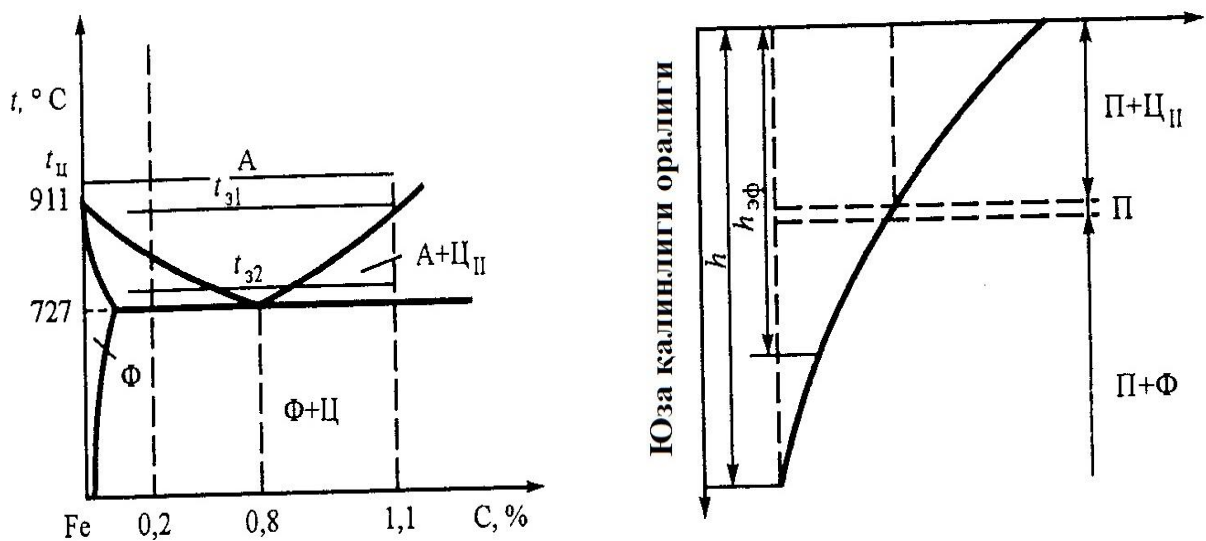
Bunda mayda ninasimon martensit hosil bo‘lib, ortiq austenit kamayadi (qattiqlashadi).

## Sementitlash haroratining o'zidayoq toblash va past temperaturada bo'shatish.



Bu usul faqat sirtqi qatlam qattiq bo'lsa kifoya, kelgan mexanik xossalari baribir detallarga ishlatiladi. Sovuq bilan ishlash qoldiq austenitni ko'p qismini martensitga aylantiradi – sirt qattigini oshiradi.

Sementitlangan detallar qattigligi HRS = 58-62, o'zaginikini HRS = 25-35.

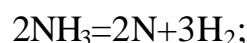


## Po'latlarni azotlash

Detal yuza zonasini azot bilan diffuzion to'yintirish **azotlash** deyiladi. Azotlash mashina detallarini ishqalanib yeyilishga chidamliligini va baquvvatlik (bardoshlik) chegarasini ko'tarish uchun qo'llaniladi: tirsakli val, tsilindr gil'zapari, chervyaklar, tishli g'ildiraklar va h.k.

Detallar azotlashdan oldin toblanadi, yuqori bo'shatiladi, toza (yakuniy) ishlanadi.

Azotlash germetik – zich yopiladigan mufel' pechlarida yoki konteynerlarda 500-600<sup>0</sup>S haroratida olib boriladi. Mufelga ma'lum tezlikda ammiak (NH<sub>3</sub>) yuboriladi: ammiak parchalanadi:



Ajralgan atomlar ammiak metall yuziga adsorbtsiyalanadi va uning kristallik panjarasiga diffuziyalanadi. Nitridlar hosil bo'lishi natijasida struktura va mexanik xossalari o'zgaradi.

Uglerodli po‘latlarni azotlashda po‘lat tarkibidagi uglerod miqdori ortishi bilan azotni diffuziyalanish tezligi pasayadi.

Azotlashda G'e – N tizimida quyidagi fazalar hosil bo‘lishi mumkin.

1.  $\alpha$ - faza - bu azotni  $\alpha$  - temirdagi qattiq eritmasi.
2.  $\gamma$ - faza - bu azotni  $\gamma$  - temirdagi qattiq eritmasi.
3.  $\gamma^1$  - faza – temir nitrid – G'e<sub>4</sub> N
4.  $\epsilon$  – faza – bu temirni G'e<sub>2</sub> N tarkibli nitridi.

Azotlangan po‘lat yuza qatlami  $\epsilon$  – fazali bo‘lsa, u suv va atmosfera sharoitida zangbardosh bo‘ladi.  $\epsilon$  va  $\gamma^1$  fazali qatlamlar nisbatan yuqori qattqlikka ega emas (HV=450-550). Ancha – muncha qattqlikka ega maxsus legirlangan po‘latlarni (Sr, Mo, Al, V, Ti bilan) azotlash yo‘li bilan olinadi. Bu legirlovchi elementlar nitrid hosil qiluvchi elementlardir.

Po‘lat 38X2MYuA po‘latini azotlanagandan so‘ng yuqori qattqlik va ishqalanib yeyilishga qarshilik olinadi: HV=1200.

Azotlash jarayoni ancha uzoq vaqtni talab qiladigan operatsiya. Masalan, 38X2MYuA po‘latida azotlangan qatlam qalinligi  $t=0,5\text{mm}$  olish uchun harorat 500-520 °S da 55 soat ushlab turish kerak.

### **Sianlash**

Po‘latdan yasalgan detal yuzini – sirtini bir vaqtning o‘zida ham uglerod, ham azot bilan diffuzion to‘yintirish jarayoni **tsianlash** deb ataladi. Bu usulni bir qancha avzalliklari bor. Masalan, azot uglerodni diffuziyalanishini kuchaytiradi: diffuziyalash haroratini 930-950<sup>0</sup>S dan 850<sup>0</sup> gacha pasaytiradi va tsementitlangandek uglerodga to‘yinadi. Bu holda austenit donalarini o‘sishi kamayadi va ozgina shamollatib shu yerni o‘zida darrov toblash mumkin. Bu jarayonni nitrotsementitlash deb ataladi, chunki, dastlabki muhit tsementitlovchi gaz bilan 3-5% NH<sub>3</sub> ning aralashmasidir; diffuzion zonada karbonitridlar hosil bo‘ladi. Nitrotsementitlangan qatlam yeyilishga va karroziyaga yaxshi qarshilik ko‘rsatadi.

Nitrotsementitlash avtomobilsozlikda va traktorsozlikda keng qo‘llaniladi: jilvirlanmaydigan detallarni yuzalarini mustahkamlash uchun ishlatiladi.

Tsianlashni jiddiy kamchiligi bor: - tsianli tuzlarning zaharliligi. Bu mehnatni muhofaza qilishni, tashqi muhitni himoya qilishni – saqlashni taqozo qiladi.

Shu nuqtai nazardan azot va uglerod bilan to‘yintirishni past haroratli jarayoni qo‘llaniladi, ya’ni zaharli emas tuzlar eritmasida olib boriladi. Zaharli emas tuzlar: tsianitlar va karbanatlardir.

Tez kesar po‘latidan yasalgan keskichlarni turg‘unligini oshirish uchun toblab yuqori bo‘shatilgandan so‘ng karbonitratsiya qilinadi. Jarayon rejimi: eritma harorati – 530-570<sup>0</sup>S; ushlab turish vaqti 5-30 minut.

## **Detallarni metallar va nometallar bilan diffuzion to'yintirish**

Sanoatda detal yuzalariga har xil talablar qo'yiladi. Bularni amalga oshirish uchun detal yuza qatlamlari turli materiallar bilan diffuzion to'yintiriladi. Detal yuza qatlamlarini har xil metall va metall emas materiallar (Cr, Al, Mo, W, Si, S) bilan to'yintirish jarayoni **diffuzion to'yintirish** yoki **diffuzion legirlash** deyiladi.

Detalning sirtqi qatlami xromga to'yintirilsa, bu jarayon diffuzion xromlash deb, alyuminiyga to'yintirilsa, diffuzion alyuminiylash deb ataladi.

### **Xromlash**

Xrom bilan to'yintirilgan qatlam qattiq yeyilishga chidamli, karroziyabardosh va olovbardosh bo'ladi. Xromlash ham 3 xil muhitda olib boriladi: qattiq, suyuq, gaz.

Qattiq muhitda xrom bilan diffuzion to'yintirishda detallar aralashma (60-65% ferroxrom, 30-35% giltuproq-alyuminiy oksidi, 5% xlorid kislota) solingan yashikka joylashtiriladi. Qopqog'i maxkam berkitilib, suvalib, qizdiriladi: 1050-1150<sup>0</sup> S, 12-15 soat ushlab turiladi, so'ngra 700-600<sup>0</sup> S haroratgacha pech bilan birga sovutiladi, shundan keyin havoda sovutiladi.

Suyuq muhitda xromlashda aralashma sifatida 20% xrom xloridi CrCl<sub>2</sub> va 80% bariy xloridi BaCl<sub>2</sub> aralashmasi ishlatiladi. Parchalanishdan ajralib chiqqan xrom 950-1100<sup>0</sup>S haroratda sirt qatlamiga diffuziyalanadi. 4 soat davomida 0,04-0,1 mm. Qalinlikda diffuziyalanadi.

Gaz muhitida xromlashda detallar xrom solingan retortaga joylashtiriladi. Retorta 950- 1050<sup>0</sup> S ga qizdirilgach undan vodorod xlorid aralashmasi o'tkaziladi.

Kam uglerodli po'latlarni xromlashgan qatlami qattiqligi uncha katta emas: HV=200-250. Lekin, ko'p uglerodli po'latlarniniki ancha yuqori HV=1380.

Shular kabi detal yuzalarini siliytsiyalash (kremniy bilan to'yintirish), sul'fidlash (oltingugurt bilan to'yintirish), bor bilan to'yintirish va boshqa kimyoviy-termik ishlash usullari ham sanoatda keng qo'llaniladi.

## **Termik ishlash xususiyatlari – texnologiyasi**

### **Po'latni yumshatish**

Po'latni A<sub>S3</sub> yoki A<sub>S1</sub> kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirib, sekin (uzluksiz yoki tuxtab-tuxtab) sovutish 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 A<sub>1</sub> yoki A<sub>3</sub> 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. (600-727°S 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 20-30°S 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 sovitiladi. 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.

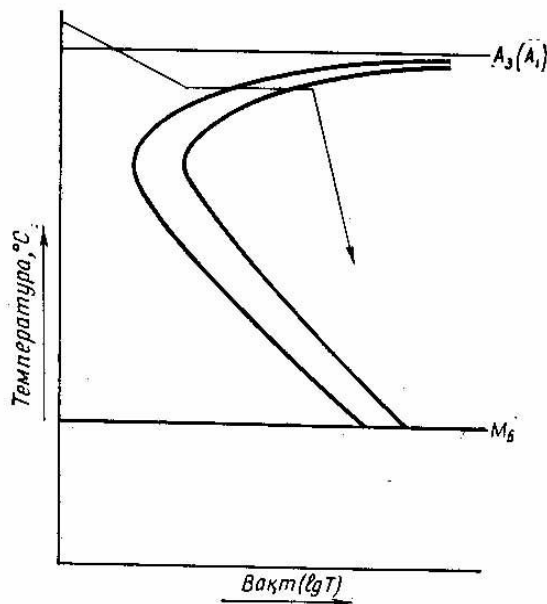
### **Diffuzion yumshatish (gomogenlash)**

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 sovitiladi. 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  $A_{F1}$  dan 50-100°C past

temperaturagacha tez sovitiladi 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 3 Izotermik yumshatish grafigi

### Po‘latni normallash

Evtektoidgacha bo‘lgan po‘latlarni  $A_{S3}$  dan, evtektoiddan keyingi po‘latlarni  $A_{sm}$  dan 30-50°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 yuqorirok, 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°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 xossalariga: issiqlik o‘tkazuvchanligi, issiqlik sig‘imi, kengayish koeffitsienti va boshqa fizikaviy xossalariga 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 ( $650^{\circ}\text{S}$  gacha) temperaturalarda detal sekina, asosan konvektsiya hisobiga qiziydi, sho‘rlanish (qizarish) paytidan boshlab detal tez, asosan nurlanish issiqligi hisobiga qiziydi.

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

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

**Tigel 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 mufel' yoki elektr pechlarining kameralarida neytral' atmosfera hosil qilinadi. Bunday pechlar himoya **atmosferali pechlar** deyiladi.

### Sovitish tezligi

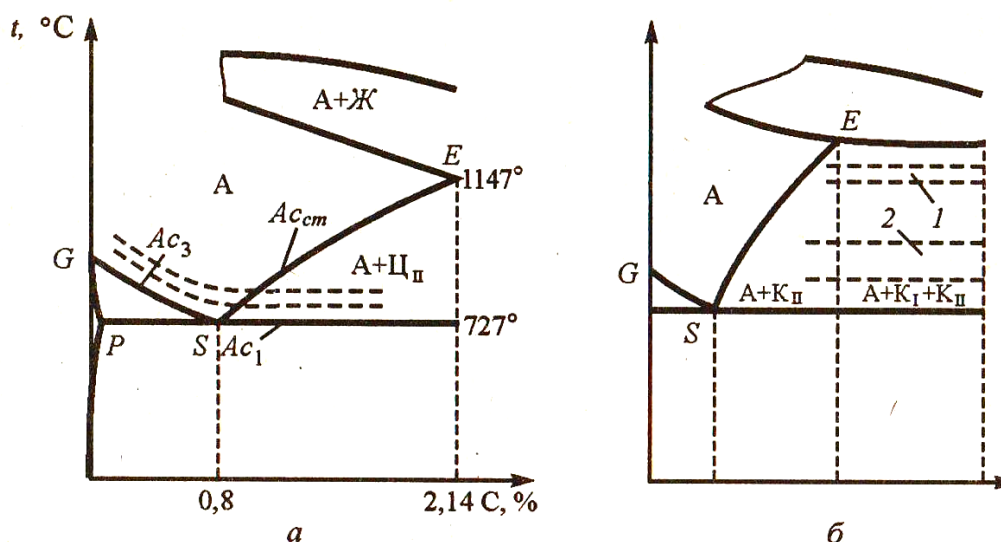
Austenitni martensitga aylantirish uchun po'latni tez sovitish kerak. Bir xil tezlikda sovitish yaramaydi. 650°S gacha sekinroq sovitish kerak, chunki bu fazada austenit barqarorligi past va u osongina perlitga aylanishi mumkin. Lekin, juda sekin sovitilsa austenitdan ferrit ajraladi. 650-400°S oralig'ida tez sovitiladi: bunda austenit o'zgarishga ulgurmaydi. 400°S dan pastda sekinroq sovitiladi: bunda austenit birmuncha barqaror. Ayniqsa, 300°S dan pastda sekinroq sovitish maqsadga muvofik, chunki tez sovitilsa struktura kuchlanishlarga termik kuchlanishlar ham qo'shilishi mumkin.

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

### Po'latlarni toblash xossalari

Toblashdan maqsad eng yuqori qattqlikni olish, ya'ni martensit strukturasini olish. Bunda keyingi bo'shatish bilan qattqlik biroz pasaytirilib, po'lat plastikligi oshiriladi.

Qizdirish haroratiga qarab to'la va to'la emas bo'ladi. to'la toblashda po'lat bir fazali austenit holatiga o'tkaziladi; ya'ni kritik harorat  $A_{s3}$  dan yuqorida qizdiriladi ( yoki  $A_{sm}$  dan yuqorida ). To'la emas toblashda kritik haroratlar  $A_{s1}$  va  $A_{s3}$  ( $A_{sm}$ ) oralig'ida qizdiriladi. (rasm ).



Rasm 4 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 austenitini 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 , °C		Пуфакчали қайнаш интервали ўртасидаги нисбий совитиш жадаллиги
	Совутиш 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

Sovitish davrida po‘lat sirtida bug‘ (par) plenkasi hosil bo‘lishi kerak emas, chunki u sovitish 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.

### Po‘latni toblash usullari

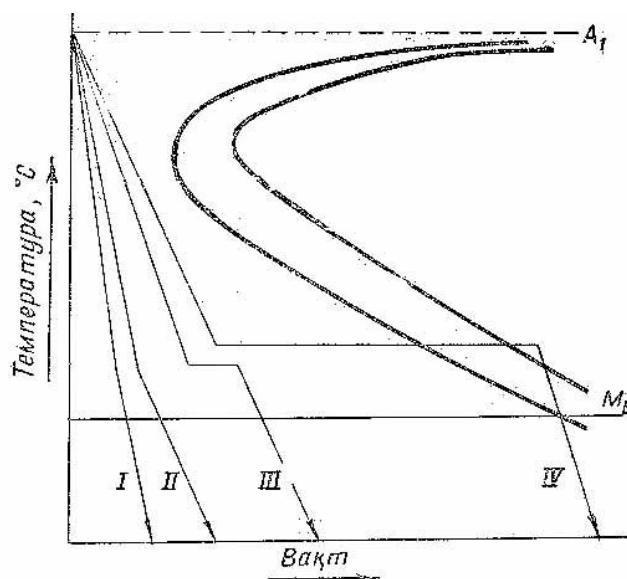
Usulni tanlash po‘latning kimyoviy tarkibiga, detalning shakli va o‘lchamlariga, shuningdyoq toblangan po‘latda qanday xossalar bo‘lishi kerakligiga bog‘liq.

#### Bir sovutuvchida toblash (i)

Toblash temperaturasigacha 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 toblashda va avtomatik toblashda ishlatiladi (avtomatik tushadi, pechdan sovitishga). Kamchiligi: katta ichki kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Buni kamaytirish uchun detalni suvga tashlashdan oldin, havoda biroz sovitib olinadi.

#### Ikki sovutuvchida toblash (uzluksiz toblash) (ii)

Bundan ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun foydalaniladi. Detal suvda tez 400-300 °Cgacha sovutiladi, so‘ng moyda sekin (yoki havoda) sovutiladi.



Rasm 5 Toblash usullari

Bu usul ko‘p uglerodli po‘latlardan yasalgan kesgichlarni toblashda ishlatiladi. Kamchiligi: detalning birinchi sovutuvchida 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. So'ng moyda yoki havoda sekin sovitiladi. Bu usulda ichki kuchlanish kamayadi. Bu usul uglerodli po'latdan 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 so'ng havoda sovitiladi. Bunda struktura beynit (ninasimon trostit), qattiqligi boshqa usullarnikidan pastroq -  $HRC=45-55$ ; qovushqoqligi-plastikligi yuqorirok.

#### **Po'latni noldan past temperaturada ishlash**

Toblangan po'latda hamma vaqt qoldiq austenit bo'ladi. Shu qoldiq austenitni bir qismini martensitga aylantirish uchun po'latga noldan past temperaturada ishlov beriladi va buni sovuq bilan ishlash deb ataladi. Bunda qattqlik ortadi, po'lat barqaror bo'ladi. Eng ko'p tarqalgan sovitgich - suyuq kislorod ( $-183^{\circ}S$ ), quruq muz - qattliq  $CO_2$  bilan denaturat spirt aralashmasi ( $-78,5^{\circ}C$ ).

#### **Yuza toblanadigan detalni yuqori chastotali tok bilan qizdirish**

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

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

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

Qattliq va tez qiziydi: sekundiga  $30-1000^{\circ}S$ ; yuqoridagi pechlardan 1000 marta ortiq. Afzalliklari: 1) detalni istalgan chuqurlikkaga kotlami toblanadi; 2) detalning qattqligi, 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 qattqligi 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 qattqlikka 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.

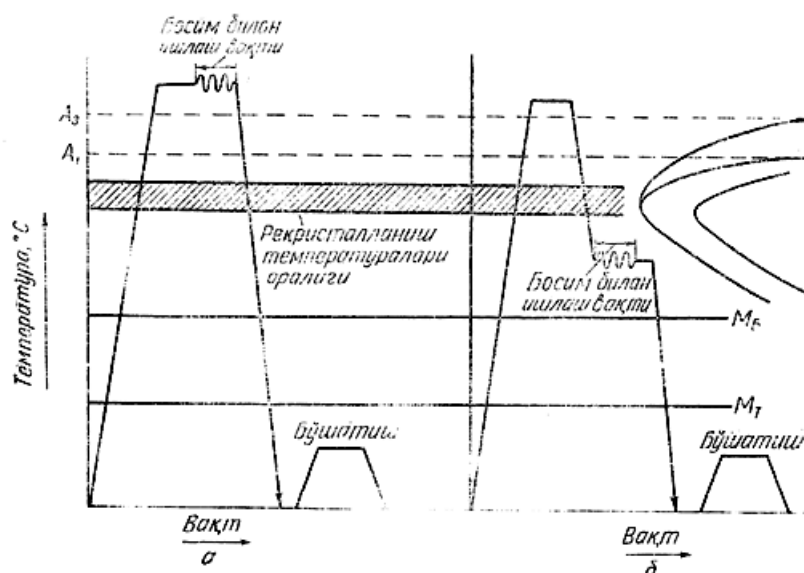
Shartli kelishilgan, toblanish chuqurligini baholashda toblangan deb hisoblanadi agar, qachonki, shu qatlamni 50% qismi amrtensitdan iborat bo'lsa. (yarim martensit zona deyiladi). Shu narsa aniqlanganki, po'latni xohlagan element bilan legirlash po'latni toblanish chuqurligini oshiradi. (kobalt elementidan 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 sovutiladi. Namuna sovutilib 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 sovutilgach 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 sovitiladi va shu temperaturada bosim bilan ishlanadi. Past temperaturada bo‘shatiladi.

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