

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**“TERMIK VA KIMYOVIY – TERMIK ISHLOV BERISH NAZARIYASI VA
TEXNOLOGIYASI”**
fanidan laboratoriya ishi uchun

USLUBIY KO'RSATMA

TOSHKENT 2016

“Termik va kimyoviy – termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan laboratoriya ishi uchun uslubiy ko’rsatma. Tuzuvchilar: F.R. Norxudjayeov, S. T. Djalolova, B. Q. Tilabov. – Toshkent: TDTU, 2016 –74b.

“Termik va kimyoviy – termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan laboratoriya ishlari uchun uslubiy ko’rsatma 5320100 –Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi bakalavriat ta’lim yo’nalishida tahsil oladigan talabalar uchun fanning namunaviy va ishchi dasturi asosida yaratilgan.

Uslubiy ko’rsatmada laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur bo’lgan nazariy ma’lumotlar hamda jihoz, uskuna va asboblarning sxematik tasvirlari keltirilgan.

Uslubiy ko’rsatma 5320100 – Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi bakalavriat ta’lim yo’nalishi talabalari uchun mo’ljallangan bo’lib, ularni “Termik va kimyoviy – termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va kengaytirish uchun xizmat qiladi.

Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy – uslubiy kengash qaroriga muvofiq chop etishga tavsiya qilindi.

Taqrizchilar: A.A. Muxamedov t. f. n. dotsent (TDTU)
N. S. Salidjanova t. f. d. (“UZLITINEFTGAZ ” AJ)

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2016

1- LABORATORIYA ISHI

UGLERODLI PO'LATLARNI TERMIK ISHLASH (NORMALLASH)

Ishdan maqsad: 35, 40, U10 va U12 markali po'latlarga termik ishlov berish (normallashtirishni) o'tkazish. Po'latni normallashtirishdan amaliy malaka olish. Namunalarning dastlabki yumshatilgan holatida va normallashtirishdan keyin qattiqlikni aniqlash.

Nazariy qism: Normallashtirish deb evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni A_{c3} kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'latlarni esa A_{cm} kritik nuqtadan $50 - 60^{\circ} \text{C}$ yuqori haroratgacha qizdirish, so'ngra havoda sovutish bilan bog'liq bo'lgan jarayonga aytiladi. Normallashtirish jarayonida po'latni qayta kristallanishi ro'y beradi, quymakorlik va bolg'alashda olgan yirik donali struktura bartaraf etiladi. Havoda sovutish natijasida austenitning ferrit-sementitli qorishmaga parchalanishi nisbatan past haroratlarda sodir bo'ladi, bu o'z navbatida qorishmaning dispersligini oshiradi.

Normallashtirishning vazifasi po'latning tarkibiga qarab, turlicha bo'ladi. Kam legirlangan po'latlar uchun normallashtirish nisbatan oddiy operatsiya sifatida yumshatish bilan birga qo'llaniladi. Normallashtirish qattiqlikni biroz oshirib, kesish jarayonida nisbatan toza yuzani hosil bo'lishini ta'minlaydi. O'rtacha uglerodli po'latlar uchun normallashtirish toblash va yuqori haroratli bo'shatish o'rniga qo'llaniladi. Normallashtirish jarayonida mexanik xossa kamroq bo'lishi mumkin, lekin normallashtirish operatsiyasi soddaroq va toblashga qaraganda buyumga kamroq deformatsiya tushadi.

Normallashtirishdan asosiy maqsad - bir jinsli mayda donali struktura olish, evtektoiddan keyingi po'latlar strukturasida seimentit to'rini bartaraf qilish, qisman ichki kuchlanish va puxtalanishni olib tashlash hamda shtamplanuvchanligi va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash hisoblanadi. Normallashtirish ayrim holatlarda oxirgi termik ishlov berishdan oldin dastlabki operatsiya hisoblanadi. Normallashtirishdan keyin po'latning qattiqligi va mustahkamligi yumshatishga qaraganda birmuncha yuqori bo'ladi.

Normallashtirish uchun namunalarni tanlash va uni tayyorlash. Diametri yoki qalinligi 12 – 15 mm, balandligi 15 – 20 mm bo'lgan silindrsimon va to'g'ri burchakli bo'lishi kerak. Har bir namunani yon tomondagi yuzasida po'lat markasini kleymosi bo'lishi lozim. Po'lat markasi 1.1-jadvalning 2-ustuniga yoziladi. Namunalar shtangentsirkul yordamida o'lchanadi va o'lchov natijalari 1.1-jadvalning 3-ustuniga yoziladi. Normallashtirishda 0,25 % dan to 0,60 % gacha C ga ega bo'lgan o'rtacha uglerodli (yaxshilana digan) po'latlar (35 dan to 50 markali po'latlar uchun) va 0,65 % dan 1,35 % gacha uglerodga ega bo'lgan asbobsozlik po'latlar (Y7 dan

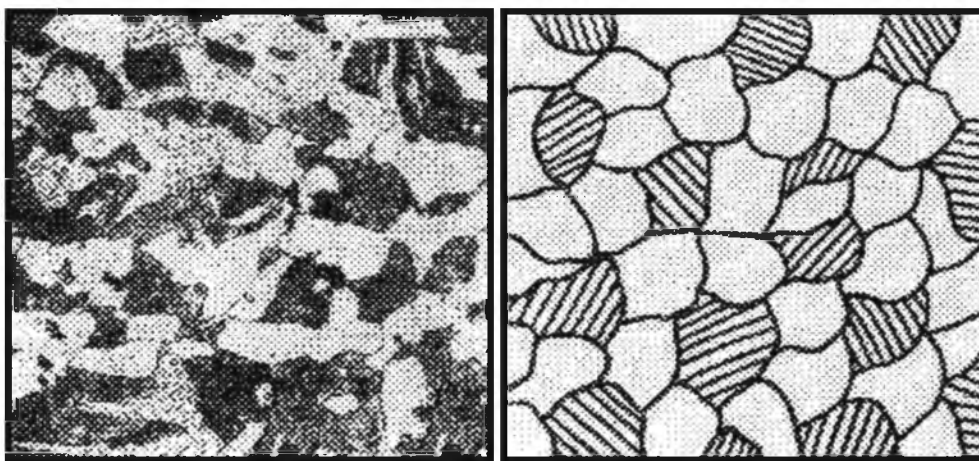
Y13 gacha bo'lgan po'lat) qo'llaniladi. O'rtacha uglerodli po'latlar normal yumshatishdan keyin ferrit+perlit strukturasiga ega bo'ladi (1.1-rasm, a va b). Evtektoiddan keyingi asbobsozlik po'latlari esa normal yumshatishdan so'ng donali perlit strukturasiga ega bo'ladi (1.2 – rasm, a va b). O'rtacha uglerodli po'latlar normallashtirishdan keyin ferrit va perlit strukturasiga kichik donaga ega bo'lsa (1.3-rasm, a va b), asbobsozlik po'latlari esa donali perlit, martensit va sementit strukturasiga ega bo'ladi (1.4 – rasm, a va b). Termik ishlov berishni, aynan normallashtirishni o'tkazish uchun termoregulyator yoki potentsiometrغا ega bo'lgan mufelli yoki kamerali pechlar kerak.

Normallashtirishni o'tkazish uchun quyidagi operatsiyalarni bajarish kerak: a) normallashtirish haroratini aniqlash ; b) namunaning umumiy qizdirish vaqtini topish; v) namunalarni normallashtirish; g) normallashtirishdan keyin namunaning qattiqligini aniqlash; d) normallashtirish grafigini qurish.

Uglerodli po'latning dastlabki yumshatilgan holatdagi qattiqligini aniqlash. Uglerodli po'latdan tayyorlangan dastlabki (yumshatilgan) holatdagi namunada qattiqlikni Brinell bo'yicha qattiqlik o'lchaydigan asbobda aniqlash va uni qiymati 1.1-jadvalning 4 - ustuniga yozish.

Namunalarni normallashtirish va normallashtirishdan so'ng uglerodli po'latlarni qattiqligini aniqlash: 1 - temir - sementit holat diagrammasini pastki qismidan foydalanib, po'latni normallashtirish harorati aniqlanadi (1.5 - rasm).

Evtektoidgacha bo'lgan o'rtacha uglerodli po'latlar (35-60) uchun normallashtirishning normal haroratsi holat diagrammasidagi GS chizig'idan 30 – 50° C yuqori harorat, ya'ni $A_{c3}+$ (30 – 50° C) bo'lsa, evtektoiddan keyingi yuqori uglerodli po'latlar uchun (Y9-Y12) esa GE chizig'idan 30 – 50° C yuqori harorat, ya'ni $A_{cm}+$ (30 – 50° C) hisoblanadi. Normallashtirish harorati 1.1- jadvalning 5 – grafasiga yoziladi; 2 – diametri yoki qalinligi 1 mm ga 1,5 minut hisobidan namunani qizdirishning umumiy vaqti aniqlanadi va u 1.1 – jadvalning 6 – ustuniga yoziladi; 3 – berilgan po'lat markasidan 1.6 - rasmda tasvirlangan ko'rinishdagi namunani normallashtirish haroratsigacha qizdirilgan pechga yuklash va uni pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turish. Tsilindr va to'g'ri burchakli namunalarni o'lchami va shakli masalan, 12x12, 12x15, 15x20, 20x25 (diametri 15 mm va balandligi ham 12 mm) va kattaroq ham bo'lishi mumkin (1.6 - rasm); 4 - namunalarni birin – ketin ketma-ketlik tarzda pechdan olish va ularni tinch havoda sovutish; 5 - namunani ikkala ham toretsini silliqlash doirasida tozalash; 6 – Brinell bo'yicha qattiqlikni o'lchaydigan asbobda normallashtirishdan keyingi namunani qattiqligini aniqlash va uning qiymatini 1-jadvalning 7 – ustuniga yozish; 7 – harorat – vaqt koordinatasida normallashtirish grafigini qurish (1.7 - rasm).

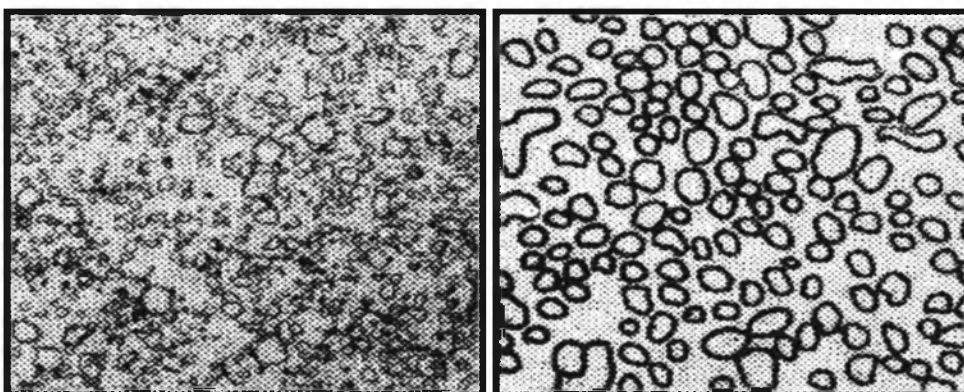


a)

b)

1.1 -rasm. 40 markali o'rtacha uglerodli po'latlarni normallashtan keyin mikrostrukturasi:

a – mikrostrukturasi; b – mikrostruktura sxemasi.

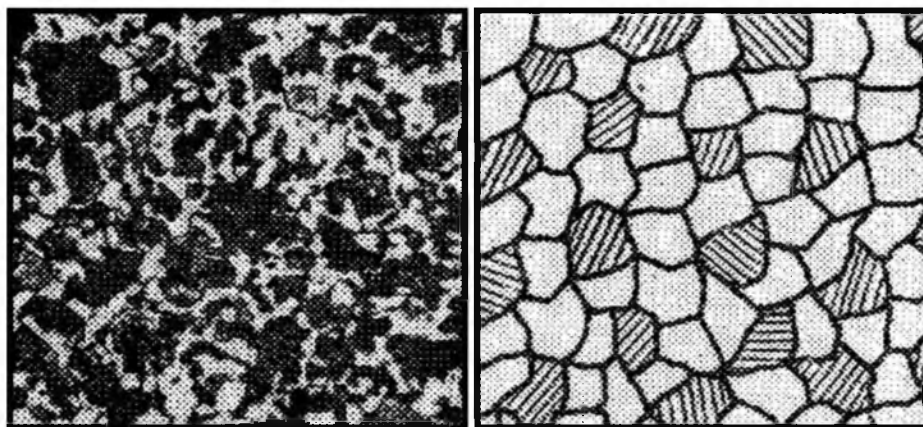


a)

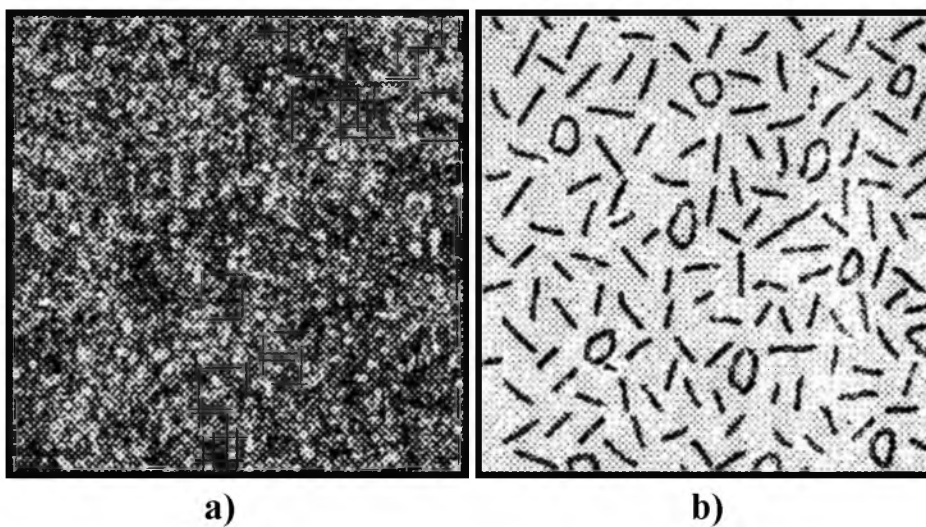
b)

1.2-rasm. Y10 markali asbobsozlik po'latini normallashtan keyin mikrostrukturasi:

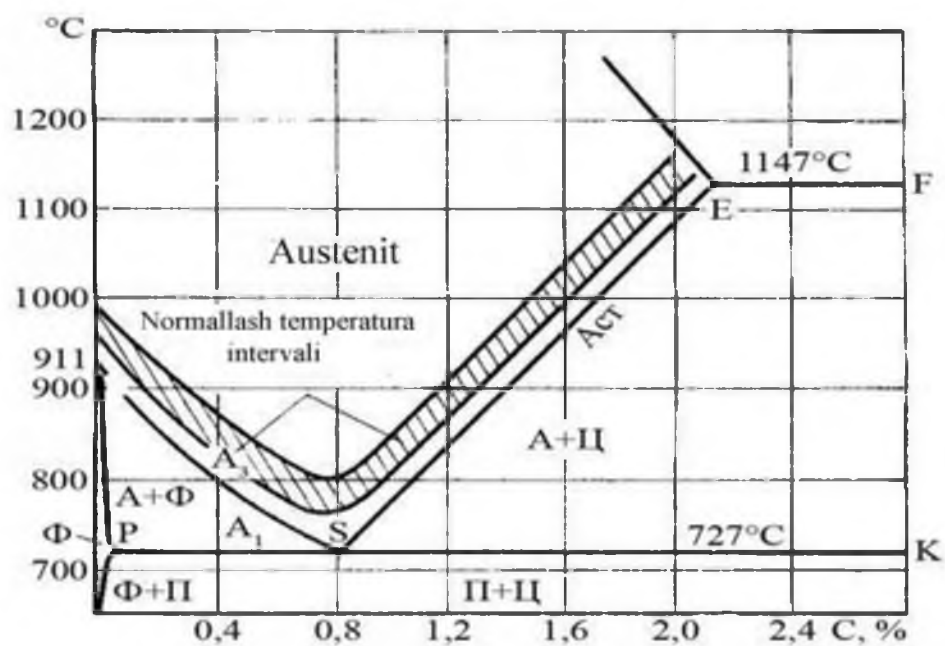
a – mikrostruktura; b – mikrostruktura sxemasi



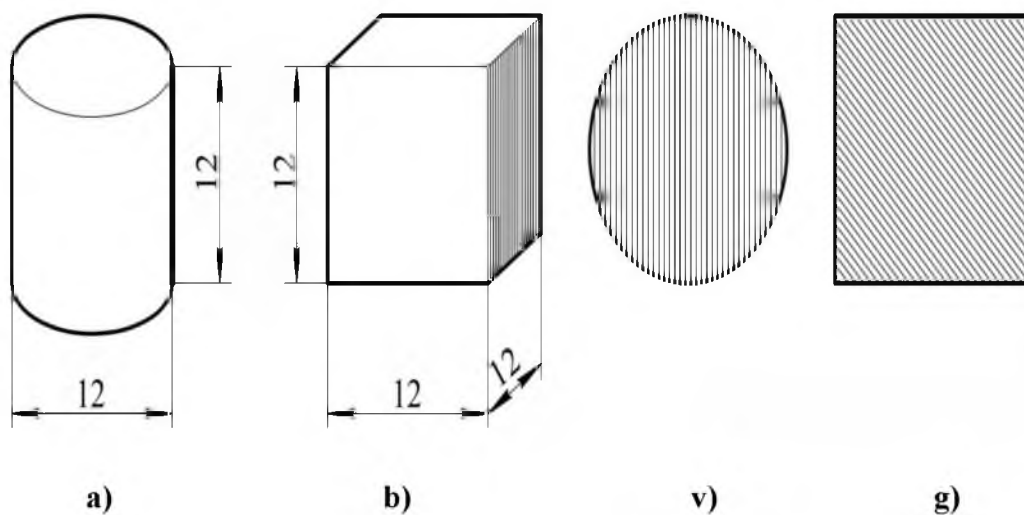
1.3 –rasm.40 markali po’latni normallashtirish keyingi mikrostrukturasi:
a – mikrostruktura; b – mikrostruktura sxemasi



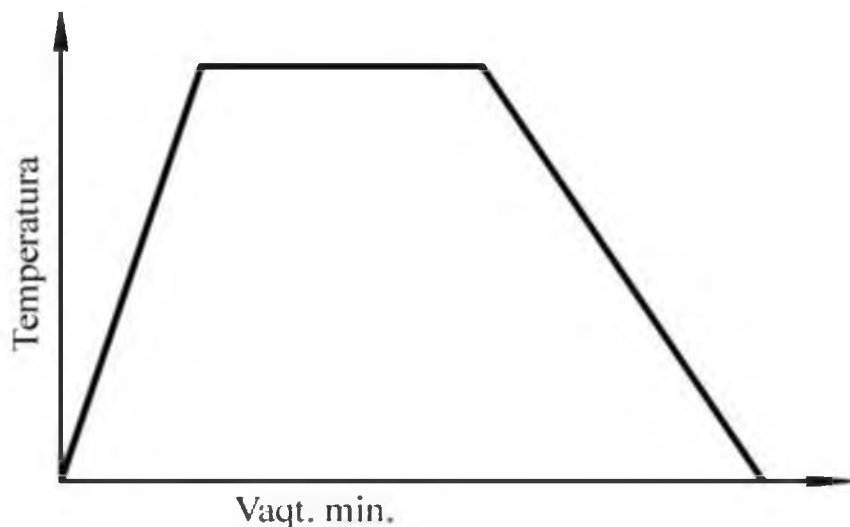
1.4 –rasm. Y10 markali po’latni normallashtirishdan keyingi mikrostrukturasi:
a – mikrostruktura; b – mikrostruktura sxemasi



1.5 – rasm. Uglerodli po'latlarni normallashning optimal harorat intervali



1.6-rasm. Normallanadigan namunalarni umumiy ko'rinishi:
a – qilindrsimon namuna; b – to'g'ri burchakli namuna; v va g – termik pechda
namunalarni parallel joylashishi



1.7 – rasm. Po'latni normallashtirish grafigi

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblardan, namunalardan va materiallardan:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: CHOJ-1,6, CHIOJ-1,2 turdagi pechlar (normallashtirish uchun), KCI – 3 va KCI – 4 turdagi potentsiometrlar, 35 va Y12 markali po'latdan tayyorlangan namunalardan, silliqlash qumqog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattqlik o'lchaydigan asboblardan, MIB-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangensirkul, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar 35 va 40 markali po'latlarni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa Y10 va Y12 markali po'latlarni termik ishlash berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlash berish turini, ya'ni 1.1-jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 1.1-jadvalga yozilib boradi va u natija hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda 35, 40, Y10 va Y12 markali po'latlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattqliгинi namunaga

qo'yilgan yuklanish $P = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell asbobida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi. Shundan so'ng iz o'lchanadi va mos ravishdagi jadvaldan qattqlik aniqlanadi. Ish natijalari 1.1 – jadvalga kiritiladi;

- Fe – C holat diagrammasidan o'rganilayotgan po'latning qizdirishning optimal harorat intervali aniqlanadi (1.5 - rasm). Ish natijalari 1.1 – jadvalga yozib boriladi;
- qizdirish haroratida namunalarni ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish haroratida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 1.1 –jadvalga kiritiladi;
- har bir talaba o'zini namunasini kerak bo'ladigan haroratgacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;

Eslatma. Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarni bilishi kerak:

- namunani pechga yuklashda maxsus qisqichlardan foydalanishi;
- talaba qo'li kuyishini oldini olish uchun brezentli qo'lqop kiyib olishi;
- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, tinch havoda sovutishni;
- namuna suv va moyda sovutishda suyuqliklarga chuqurroq botirilishi va namunani sovutish muhitida sovutishni uzluksiz shijoat bilan o'tkazishi;
- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artish va tozalash;
- normallash o'tkazilgan namunaning qattqligi Brinell asbobida o'lchashni va natijalar 1.1 – jadvalga kiritishni;
- harorat va qizdirish vaqti koordinatalarda normallash grafigi hamda harorat va HV shkala bo'yicha qattqlik koordinalarida esa po'latning qattqligini normallash haroratiga bog'liqlik grafigini qurishi.
- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozishi va zarur bo'lgan xulosani qilishi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- po'latni turli turdagi termik ishlov berishda (yumshatish va normallashda) qizdirish harorati intervalini temir – sementit diagrammasining pastki qismida ko'rsatish;
- 1.1-jadvalni bajarilgan laboratoriya ishining natijalari bilan to'ldirish;
- po'latni normallash grafigi;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Normallash deb nimaga aytiladi?
2. Termik ishlov berishdan maqsad nima?
3. Normallashning asosiy vazifasi nimadan iborat?
4. Normallanadigan namunalar o'lchamlari qanday qilib olindi?
5. Qizdirish harorasi va ushlab turish vaqti qanday tanalanadi?
6. Sovutish muhiti qanday tanalanadi?
7. Po'latni normallashgacha va normallashdan keyingi strukturasi haqida nimani bilasiz?
8. Normallashda qanday qizdirish pechlari va o'lchov asboblari qo'llaniladi?

1.1 – jadval

Uglerodli po'latlarni normallash

t/r	Po'lat markasi	Namunaning diametri va qalinligi, mm	Dastlabki (yumshatilgan) holatdagi qattqlik (HV bo'yicha)	Normallash harorati, °C	Normal-lashdagi qizdi-rish vaqti, min.	Normallash-dan keyingi qattqlik (HV bo'yicha)

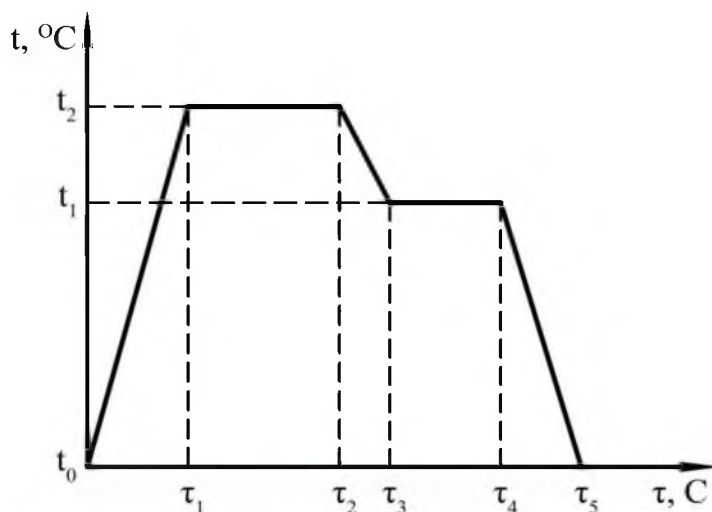
2- LABORATORIYA ISHI

UGLERODLI PO'LATLARNI TERMİK ISHLASH (TOBLASH VA BO'SHATISH)

Ishdan maqsad: 45 va Y8 markali uglerodli po'latlarga termik ishlov berishni (toblash va bo'shatishni) o'tkazish.

Nazariy qism: Qattiq metall qotishmalarining talab etilgan xossasini ularning ichki struktura tuzilishi o'zgarishi hisobiga olish maqsadida qizdirish, ushlab turish va sovutish bilan bog'liq bo'lgan operatsiyalar yig'indisiga **termik ishlov berish** deb ataladi.

Har qanday termik ishlov berish turini asosiy omillariga qizdirish harorati, ushlab turish vaqti (qizdirish haroratida) va sovutish tezligi kiradi. Termik ishlov berish rejimlari 2.1 –rasmda tasvirlangan grafikda t – τ koordinatalarida berilgan. Po'latga termik ishlov berishdan maqsad va uning dastlabki holatiga bog'liq ravishda qizdirish harorati kritik nuqtadan ham yuqori ham past qilib tanlanishi mumkin.



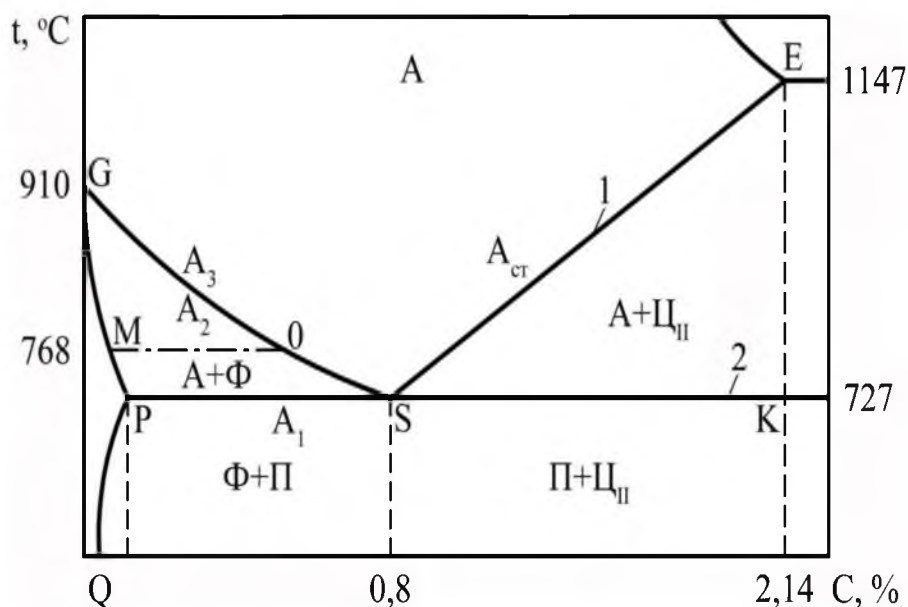
2.1 – rasm. Po'latga termik ishlov berish grafigi

Po'latning kritik nuqtasini arret (fransuz) - to'xtash so'zini boshlang'ich harfi hisoblangan A harfi bilan belgilanadi. A_1 kritik nuqta temir – uglerod diagrammasidagi PSK chizig'ida (727°C) yotadi va perlitni austenitga aylanishiga mos keladi (2.2 - rasm). A_2 kritik nuqta temir – uglerod diagrammasidagi MO chizig'ida bo'lib, ferritni magnit o'zgarishlarini xarakterlaydi. A_3 kritik nuqta GS va SE chiziqlarga mos keladi. GS chizig'i bo'ylab sovutishda austenitdan ferritni ajralib chiqishi boshlanadi yoki qizdirishda ferritni austenitga aylanishi tugallanadi. SE chizig'ida sovu-

tishda austenitdan ikkilamchi sementitning ajralishi boshlanadi yoki qizdirishda esa uning austenitda erishi tugallanadi.

O'zgarishning issiqlik gisterezisi oqibatida, qizdirish va sovutish turli haroratlarda bajariladi. Shuning uchun qizdirish va sovutishda kritik nuqtalarni belgilashda qo'shimcha indekslar kiritiladi: "c" harfi qizdirish uchun va "r" harfi sovutish uchun. Masalan, Ac_1 , Ac_3 , Ar_1 , Ar_3 (chauffe – qizdirish va refoidissement – sovutish kabi frantsuz so'zlarining boshlang'ich harflari).

Shunday qilib, Ac_1 – kritik nuqta $P \rightarrow A$ o'zgarishiga, Ar_1 kritik nuqta esa $A \rightarrow P$ o'zgarishlariga mos keladi. Ac_3 kritik nuqta ferritni austenitda erishini oxiriga, Ar_3 kritik nuqta esa austenitdan ferrit ajralishini boshlanishiga to'g'ri keladi. Austenitdan ikkilamchi sementitni ajralishini boshlanishi Ar_3 nuqta bilan ham belgilansa, austenitda ikkilamchi sementitni erishini tugallanishi Ac_3 bilan belgilanadi.



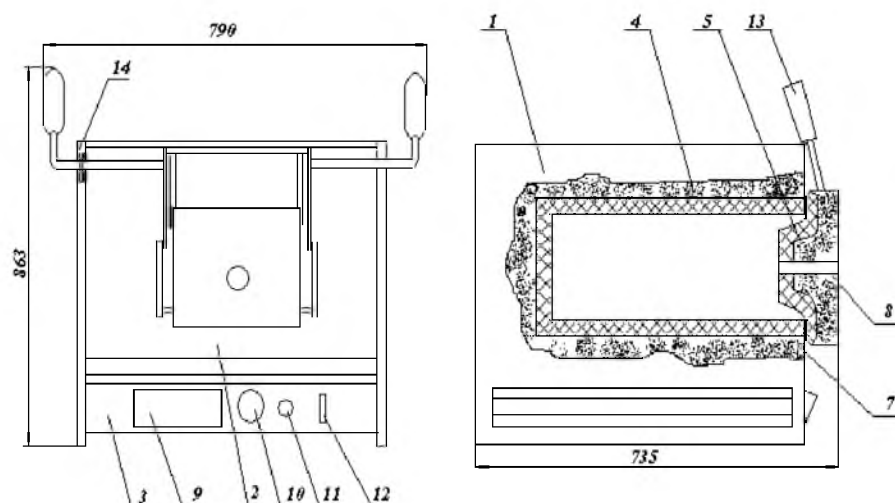
2.2 rasm. Po'latdagi kritik nuqtalarni belgilash (termik ishlov berishda po'latni qizdirish haroratlar intervali):

1 –normallash harorat intervali; 2 –toblash harorat intervali

Termik ishlov berishda metallni qizdirishning umumiy davom etish vaqti τ_u berilgan haroratgacha bevosita buyumni qizdirish vaqti τ_b bilan ushbu haroratda ushlab turish vaqti τ_{utv} ni yig'indisidan hosil bo'ladi. Qizdirish vaqti pechning turiga, detal o'lchamlariga, detalni pechga joylashtirishga bog'liq bo'lsa, ushlab turish vaqti esa faza o'zgarishlar sodir bo'lish tezligiga bog'liq.

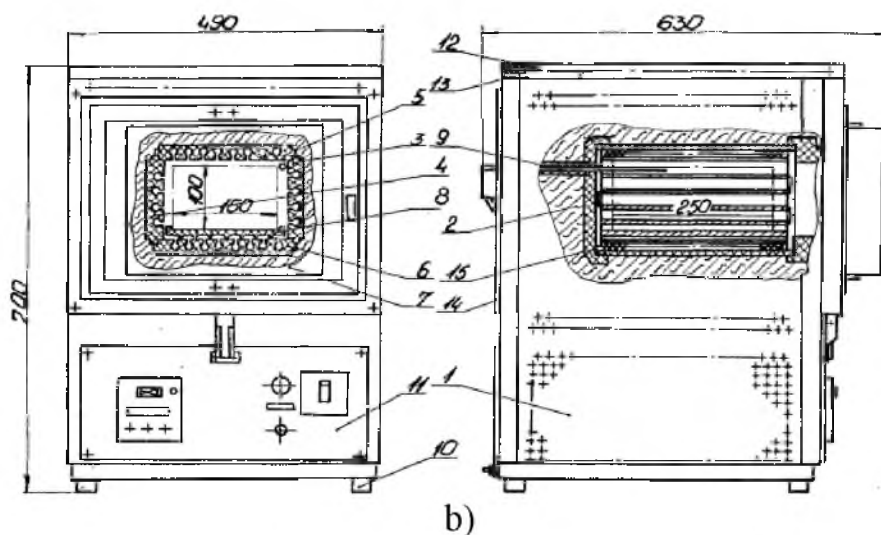
Termik ishlov berishda pechni qizdirish elektrenergiya, gaz, suyuq yoki qattiq yoqilg'i bilan amalga oshiriladi. Termik ishlov berish uchun mo'ljallangan pechlar

haroratni nazorat qilish va boshqarish imkoniyatini hamda ishchi yuzada haroratni bir tekisda bo'lishini ta'minlab berishi kerak (2.3 – rasm, a,b,v).



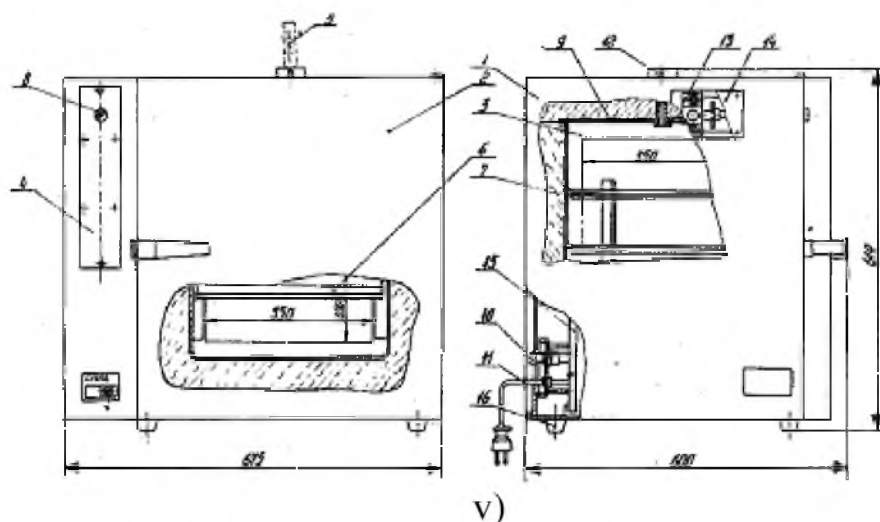
a)

2.3 – rasm,a. 1200⁰ C haroratgacha ishlaydigan materiallarga turli xil termik ishlov berishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan CHOJ-2,6.4.1, 4/11-I1 turidagi laboratoriya kamerali qarshilik elektrpechi



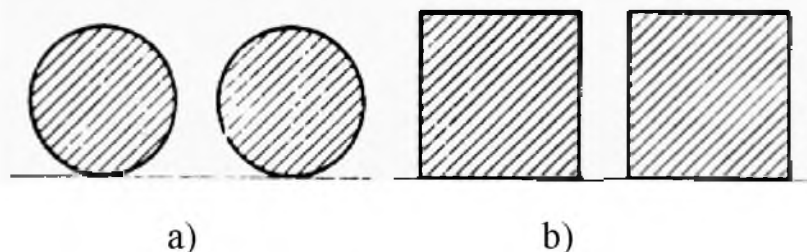
b)

2.3 – rasm,b. 1000⁰ C haroratgacha ishlaydigan materiallarga turli xil termik ishlov berishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan CHOJ-1,6.2,5. 1/11-I2 turidagi laboratoriya kamerali qarshilik elektrpechi



2.3–rasm, v. 350°C haroratgacha ishlaydigan turli materiallarni quritish (bo'shatish) mo'ljallangan turli xil termik ishlov berishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan CHOJI - 3,5.3,5.3,5/3,5-II turidagi laboratoriya quritish elektrshkafi

Qizdirishning umumiy vaqti namunalarda namunani 1 mm diametri yoki qalinligiga 1,5 minut to'g'ri kelishi hisobidan aniqlanadi. 2.4 –rasmda tasvirlangan ko'rinishda berilgan po'lat markasidan tayyorlangan namunani toblash temperaturasigacha qizdirilgan pechga yuklanadi va ushbu pechda hamda qizdirish haroratsida talab etilgan vaqt mobaynida ushlab turiladi.

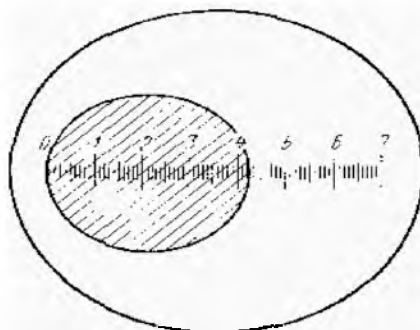


2.4 –rasm. Pechda namunalarni joylashishi:

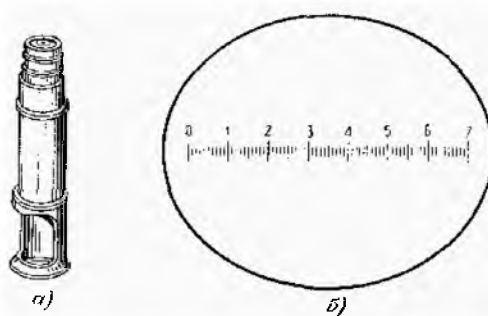
a) –silindr ko'rinishidagi namunalar; b) –to'g'ri burchakli ko'rinishdagi namunalar

Namunalarni birin-ketin ketma-ketlik tarzda pechdan chiqarish va suv yoki moyda sovutishni amalga oshirish lozim. Namunani suv va moyda sovutishda namuna ushbu suyuqliklarga chuqurroq botirilishi va namunani sovutish muhitida sovutish uzluksiz shijoat bilan o'tkazilishi kerak. Namunani yuzasida qattqlikni o'lchash uchun uni o'lchanadigan joyini egov yoki qum qog'ozda tozalash kerak (namuna ikkila ham toretsini silliqlash qum qog'ozida tozalab bajariladi). Shundan so'ng namunani asbob stoliga qo'yish kerak va stolni Brinell asbobi shpindeliga mahkamlangan po'latdan tayyorlangan sharchagacha u bilan kontaktgacha yaqinlashtirish (dastlabki yuklanish) kerak. Keyin yuk tushiriladi va u yuk bilan shar

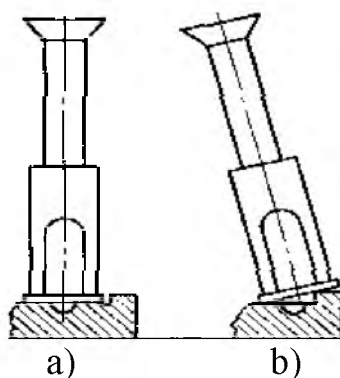
metall namuna yuzasiga botiriladi, natijada namuna yuzasida iz hosil bo'ladi (2.5 – rasm). So'ngra 2.6 va 2.7 – rasmlarda izni o'lchash usuli ko'rsatilgan. Normallangan namuna qattiqligi Brinell bo'yicha qattqlik o'lchaydigan asbobda aniqlansa, toblangan namunani qattiqligi esa Rokvell bo'yicha qattqlik o'lchaydigan asbobda "C" shkala bo'yicha aniqlanadi.



2.5 – rasm. Sinalayotgan namunada sharning izi (lupa shkalasi bo'yicha hisoblanadi).



2.6-rasm. Izni o'lchaydigan МПБ-2 turidagi lupa (hisobiy mikroskop):
a) –tashqi ko'rinishi; b) - lupa shkalasi.



2.7 - rasm. Izni o'lchashda lupaning holati:
a) to'g'ri holat; b) noto'g'ri holat.

Qattiqlik bo'yicha olingan natijalar 2.1-jadvalni 6-ustuniga kiritiladi. Shundan so'ng harorat – vaqt koordinatalarida termik ishlov berish (toblash va bo'shatish) grafigi quriladi.

Po'latni termik ishlov berishning asosiy turlari – yumshatish, normallash, toblash va bo'shatish

Yumshatish. Yumshatish deb po'latni faza o'zgarishlar haroratidan yuqori haroratgacha qizdirish keyingi sekin pech bilan birga sovutish jarayoniga aytiladi. To'la yumshatishda qizdirish A_{c3} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{C}$ yuqori haroratda o'tkazilsa, chala yumshatishda esa qizdirish A_{c1} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{C}$ yuqori haroratda o'tkaziladi.

Yumshatishdan maqsad: po'latning qayta kristallanishi; donaning maydalanishi; ichki kuchlanishlarni olib tashlash; qattiqlikni kamaytirish; plastiklikni oshirish va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash.

1-tur va 2-tur yumshatish, qayta kristallanuvchi yumshatish, puxtalanish, to'la va chala yumshatish, izotermik yumshatish va boshqa yumshatish turlari mavjud.

Normallash. Normallash deb evtektoidgacha bo'lgan po'latni A_{c3} kritik haroratgacha, evtektoiddan keyingi po'latlarni esa A_{cm} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{C}$ yuqori haroratda qizdirib, keyin tinch havoda sovutish jarayoniga aytiladi.

Normallashning asosiy vazifasi po'latni tarkibiga qarab, turlicha bo'ladi. Kam uglerodli po'latlar uchun normallashni yumshatish bilan birgalikda nisbatan oddiy operatsiya sifatida qo'llaniladi.

Normallashdan asosiy maqsad – bir xilda kichik donali struktura olish, evtektoiddan keyingi po'lat strukturasidagi sementit to'rini bartaraf etish, ichki kuchlanishlarni qisman olib tashlash, po'latni shtamplanuvchanlik va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash hisoblanadi.

Toblash. Toblash deb evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni A_{c3} kritik nuqtadan yoki evtektoiddan keyingi po'latlarni esa A_{c1} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{C}$ yuqori haroratda qizdirish, faza o'zgarishlari oxiriga Yetguncha qizdirish haroratida ushlab turish va keyingi uglerodli po'latlar uchun ko'proq suvda, legirlangan po'latlar uchun esa moyda yoki boshqa muhitlarda kritik tezlikdan yuqori tezlikda tez sovutish jarayoniga aytiladi.

Toblash oxirigi termik ishlov berish operatsiyasi hisoblanmaydi. Po'latda toblash natijasida yuzaga keladigan mo'rtlik va kuchlanishni kamaytirish va talab etilgan mexanik xossa olish uchun po'lat toblashdan keyin bo'shatishga jalb qilinadi. Asbobsozlik po'latlari asosan qattiqligi, yeyilishga chidamliligi va mustahkamligini oshirish uchun, konstruksion po'latlar esa mustahkamlik, qattiqlikni oshirish va yetarli darajada yuqori plastiklik va qovushqoqlik olish hamda ba'zi bir detallar uchun yuqori yeyilishga chidamlilikka erishish uchun toblash va bo'shatishga jalb qilinadi.

Bo'shatish. Bo'shatish deb toblangan po'latlarni A_{c1} kritik nuqtadan past haroratlarda qizdirish, ushbu qizdirish haroratida ushlab turish va keyingi berilgan

tezlikda (odatda, havoda) sovutish jarayoniga aytiladi. Bo'shatish termik ishlov berishning oxirigi operatsiyasi hisoblanib, toblashdan keyin ichki kuchlanishlarni bartaraf etish yoki kamaytirish va muvozanat struktura olish uchun amalga oshiriladi. Bundan tashqari, bo'shatish natijasida po'lat talab etilgan mexanik xossaga erishadi.

Bo'shatishning 3 ta turi mavjud:

1. Past haroratli bo'shatish $160 - 250^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarda qizdirib bajariladi. Past haroratli bo'shatishda toblangan po'latlarda ichki kuchlanish kamayadi. Toblangan po'latning qattiqligi esa sezilarli darajada kamayib ketmaydi. Past haroratli bo'shatishdan keyin po'latning strukturasida bo'shatilgan martensit strukturasiga ega bo'ladi. Toblangan po'lat ($0,5 - 1,3\%$ C) past haroratli bo'shatishdan keyin qattiqligini $58 - 63\text{ HRC}$ atrofida saqlaydi.
2. O'rtacha haroratli bo'shatish $350 - 500^{\circ}\text{C}$ haroratlarda amalga oshiriladi hamda prujina va resorlar uchun qo'llaniladi. Ushbu bo'shatish nisbatan yuqori elastiklik chegarasini ta'minlaydi va qovushqoqlikni ozgina oshiradi. O'rtacha haroratli bo'shatishdan keyin po'lat bo'shatilgan troostit strukturasiga ega bo'ladi va uning qattiqligi $40 - 50\text{ HRC}$ ni tashkil etadi.
3. Yuqori haroratli bo'shatish $500 - 680^{\circ}\text{C}$ haroratlarda bajariladi. Yuqori haroratli bo'shatishdan keyin po'latning strukturasida bo'shatilgan sorbit strukturasiga ega bo'ladi. Yuqori haroratli bo'shatish deyarli to'liq ichki kuchlanishlarni olib tashlaydi va zarbiy qovushqoqlikni sezilarli darajada oshiradi. Yuqori haroratli bo'shatishdan keyin qattiqlik $25 - 35\text{ HRC}$ ni tashkil etadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: CHOJI-1,6, CHHOJI-1,2 turidagi pechlar (toblash va bo'shatish uchun), KCH – 3 va KCH – 4 turidagi potentsiometrlar, 45 va Y8 markali po'latdan tayyorlangan namunalari, silliqlash qum qog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattiqlik o'lchaydigan asboblari, МПБ-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangensirkul, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadval va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar 45 markali po'latni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa Y8 markali po'latlarni termik ishlov berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlov berish turini, ya'ni 2.1 yoki 2.2 -jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 2.1-jadvalga va 2.2 -jadvalga kiritadi va u natija hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda 45 va Y8 markali po'latlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattiqligini namunaga qo'yilgan

yuklanish $P = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell asbobida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi. Shundan so'ng iz o'lchanadi va mos ravishdagi jadvaldan qattqlik aniqlanadi (2.5 - 2.7 –rasmlar). Ish natijalari 2.1 – jadvalga kiritiladi;

- Fe – C holat diagrammasidan o'rganilayotgan po'latning qizdirishning optimal harorat intervali aniqlanadi (2.2 - rasm). Ish natijalari 2.1 – jadvalning 3-ustuniga yoziladi;

- qizdirish haroratsida namunalarni ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish haroratida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 2.1 –jadvalning 4-ustuniga kiritiladi;

- har bir talaba o'zining namunasini kerak bo'ladigan haroratgacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;

1-Eslatma. Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarni bilishi kerak:

- namunani pechga yuklashda maxsus qisqichlardan foydalanishni;

- talaba qo'lining kuyishini oldini olish uchun brezentli qo'l qop kiyib olishni;

- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, uni quyidagi muhitlarda sovutishi lozim:

- 1 – havoda (normallash) – har bir po'lat markasidan bittadan namuna;

- 2 – moyda (moyda toblash) -har bir po'lat markasidan bittadan namuna;

- 3 – suvda (suvda toblash) – har bir po'lat markasidan uchtdan namuna olinadi.

Sovutish tezligi turli muhitlarda quyidagicha qabul qilingan: suvda – 600° C/c; moyda - 150° C/c; havoda – 2° C /c; pechda – $0,03^{\circ}$ C/c. Bu ma'lumotlarni

2.1 – jadvalning 5 – ustuniga kiritiladi.

2– Eslatma.

- namunani suv va moyda sovutishda namuna ushbu suyuqliklarga chuqurroq botirilishi va namunani sovutish muhitida sovutish uzluksiz shijoat bilan o'tkazilishi kerak;

- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artiladi va tozalanadi;

- normallash o'tkazilgan namunaning qattqligi quyidagi asboblarda o'lchanadi:

- a) normallangan namunalar qattqligi Brinell asbobida;

- b) toblangan namunalar qattqligi Rokvell asbobida “C” shkala bo'yicha natijalar 2.1 – jadvalning mos ustunlariga kiritiladi;

- 1-grafik qurish. HV shkala bo'yicha qattqlik – sovutish tezligi koordinatalarida po'latning qattqligini sovutish tezligiga bog'liqlik grafigi qurish.

3 – Estama. Grafik qurish uchun Rokvell bo'yicha qattqlik qiymati birligini maxsus jadvaldan Brinell bo'yicha qattqlik qiymati birligiga o'tkazish kerak bo'ladi:

- suvda toblangan namunalar 200, 400 va 600⁰ C haroratlarda bo'shatishga jalb qilinadi. Buning uchun har bir po'lat markasidan bittadan namuna mos ravishdagi pechga yuklanadi va u pechda 30 yoki 40 minut ushlab turiladi;
- ushlab turish vaqt tugagandan so'ng namunalar pechdan olinadi va havoda sovutiladi;
- namunalar ikki tomondan qum qog'oz bilan tozalanadi;
- Rokvell asbobining "C" shkalasi bo'yicha har bir bo'shatish turidan keyin namunalar qattiqligi aniqlanadi. Uning natijalari 2.2 – jadvalning 4 va 5-ustunlariga kiritiladi;
- 2-grafik qurish. HRC shkala bo'yicha qattqlik - bo'shatish harorati koordina-talarida po'latning qattqligini bo'shatish haroratiga bog'liqlik grafigi quriladi.
- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozish va zarur bo'lgan xulosani qilish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishining maqsadi;
- po'latlarni termik ishlov berishning har xil turlari (yumshatish, normallashtirish, toblash va bo'shatish) uchun qizdirish haroratlari intervallarini ko'rsatgan holda Fe-C holat diagrammasini chap qismini tahlili;
- 2.1-jadval va 2.2 – jadval bajarilgan laboratoriya ishi natijalari bilan to'ldiriladi;
- 1-grafik - "Po'latning qattqligini sovutish tezligiga bog'liqligi";
- 2-grafik – "Po'latning qattqligini bo'shatish haroratiga bog'liqligi"
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Termik ishlov berish deb nimaga aytiladi?
2. Termik ishlov berishdan maqsad nima?
3. Qanday termik ishlov berishning turlarini bilasi?
4. Toblash nima?
5. Bo'shatish nima?
6. Toblashda qizdirish harorati va ushlab turish vaqti qanday olinadi?
7. Toblashda sovutish muhiti qanday tanlanadi?
8. Bo'shatish necha xil bo'ladi?
9. Bo'shatishda qanday o'zgarishlar ro'y beradi?
10. Toblashda va bo'shatishda qanday qizdirish pechlari va o'lchovchi asboblari qo'llaniladi?

2.1-jadval

Po'latning qattiqligiga sovutish tezligini ta'siri

T/r	Termik ishlov berish turi	Qizdirish harorati, °C	Qizdirish vaqti, min.	Sovutish tezligi, °C/c	HB yoki HRC shkalasi bo'yicha po'latning qattiqligi
1	2	3	4	5	6
45 markali po'lat uchun					
1.	Yumshatish (dastlabki holatda)				
2.	Normallash				
3.	Moyda toblash				
4.	Suvda toblash				
Y8 markali po'lat uchun					
1.	Yumshatish (dastlabki holatda)				
2.	Normallash				
3.	Moyda toblash				
4.	Suvda toblash				

2.2 – jadval

Po'latning qattiqligiga bo'shatish haroratining ta'siri

t/r	Bo'shatish harorati, °C	Qizdirish vaqti, min.	HRC shkalasi bo'yicha qattiqlik	
			45markali po'lat	Y8
1.	Suvda toblash + 200 ⁰ Cda bo'shatish			
2.	Suvda toblash + 400 ⁰ Cda bo'shatish			
3.	Suvda toblash + 600 ⁰ Cda bo'shatish			

3-LABORATORIYA ISHI

ASBOBSOZLIK PO'LATLARINI TERMIK ISHLASH

Ishdan maqsad: Y12 va 9XC markali asbobsozlik po'latlarini toblash va bo'shatishda termik ishlov berishning texnologik jarayoni bilan tanishish va amaliy malaka olish.

Nazariy qism: Asbobsozlik po'lati deb turli xil asboblarni tayyorlash uchun mo'ljallangan yuqori qattqlik, mustahkamlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan, tarkibida 0,7 % dan ko'p uglerod miqdoriga ega uglerodli va legirlangan po'latlarga aytiladi. Odatda, bu po'latlar evtektoiddan keyingi yoki ledeburitli po'latlar bo'lib, toblash va past haroratli bo'shatishdan keyin martensit va ortiqcha karbid strukturasiga ega bo'ladi. Ushbu po'latlar yuqori qattqlikka (60-85HRC), lekin kichik qovushqoqlikka ega. Yuqori qovushqoqlikka ega bo'lishi talab etiladigan asboblarni uchun evtektoidgacha bo'lgan po'latlar ishlatiladi, ular toblashdan keyin martensit strukturasiga ega bo'lib, nisbatan yuqori haroratlarda bo'shatilgandan so'ng ular troosit strukturasiga shakllanadi. Ushbu po'latlarning yeyilishga chidamliligi va qattqligi kamroq bo'lib, 40-45 HRC ni tashkil etadi, lekin bu po'latlarning eng asosiy bosh tavsifnomasi, ularning issiqqabardoshligi, ya'ni ishlash jarayonida asbobni qizdirishda bo'shatishga qarshi turg'unlikka ega ekanligi hisoblanadi.

Asboblarni tayyorlashda asosiy material sifatida asbobsozlik po'latlari qo'llaniladi. Mahsulot sifati va ayniqsa, ishlab chiqarishdagi ish unumdorligi ko'p jihatdan asbobning sifatiga bog'liq bo'ladi.

Ko'p maxsus asboblarni mashinasozlik zavodlari va kombinatlarda tayyorlanadi. Shuning uchun muxandis uchun asbobsozlik po'lati markasi va asbobning termik ishlov berish texnologiyasini bilish juda katta ahamiyat kasb etadi.

Juda ko'p asboblarni ishlov beriladigan material bilan o'zaro kontaktda ishlaydi. Shuning uchun har qanday asbob ishlash jarayonida yeyiladi.

Yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikni ta'minlash uchun ko'pchilik asbobsozlik po'latlari tarkibidagi uglerod miqdori 0,7 % dan to 1,2 % gacha bo'ladi.

3.1 –jadvalda Yu. A. Geller tomonidan tavsiya etilgan asbobsozlik po'latlarini xossasi bo'yicha tasniflash sxemasi berilgan. Xuddi shu jadvalda shu yoki boshqa guruhga tegishli po'latlar markalari haqida ham ma'lumotlar keltirilgan.

Po'latlarni ushbu holatda tasniflashda asosiy xossasi qilib issiqqabardoshligi olinib u termik ishlov berishda po'latni puxtalanish tabiati va juda ko'pchilik holatlarda ishlatilish holatlarini belgilab beradi. Issiqqabardoshlik qizdirilganda po'lat

toblashdan keyin intensiv ravishda o'zining qattiqligini, o'z n avbatida yeyilishga chidamliligini ham kamayishini xarakterlaydi.

3.1 – jadval

Asbobsozlik po'latlarini tasniflanishi

Asbobsozlik po'latlari		
1	2	3
Issiqqabardosh bo'lmagan Y7, Y13, X, 9XC, XB, B2Φ, XC, 6XB2C, 7XΦ, X12M	Chala issiqqabardosh 9X5Φ, X12 Φ1, X12, X12M, 5XHM, 5XHB, 5XΓM	Issiqqabardosh P18, P12, P9, P9K5, 4X8B2, 4X5B2ΦC, 4X2B5MΦ, 3X7B7C

Issiqqabardoshlik bo'yicha po'latlar uchta guruhga bo'linadi: issiqqabardosh bo'lmagan, chala issiqqabardosh va issiqqabardosh.

Issiqqabardosh bo'lmagan po'latlar - toblashdan keyin martensit o'zgarishlar natijasida yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan uglerodli va legirlangan yuqori uglerodli po'latlardir. Ushbu po'latlar 200 – 300⁰ C haroratgacha qizdirilganda uglerodning asosiy miqdori martensitdan ajralib chiqadi va sementit turidagi karbidlarning koagulyatsiyasi boshlanadi. Natijada po'lat qattqlik va yeyilishga chidamliligini yo'qotadi.

Chala issiqqabardosh po'latlar – o'rtacha va yuqori legirlangan (asosan, xrom bilan) po'latlardir. Ushbu po'latlarning qattqligi toblash bilan martensitli struktura qattqligicha yetkaziladi. Lekin, bu po'latlarni bo'shatishda nisbatan legirlangan sementit va maxsus karbidlar yuzaga keladi va natijada po'lat o'zining qattqligini 300 – 500⁰ C haroratgacha saqlaydi.

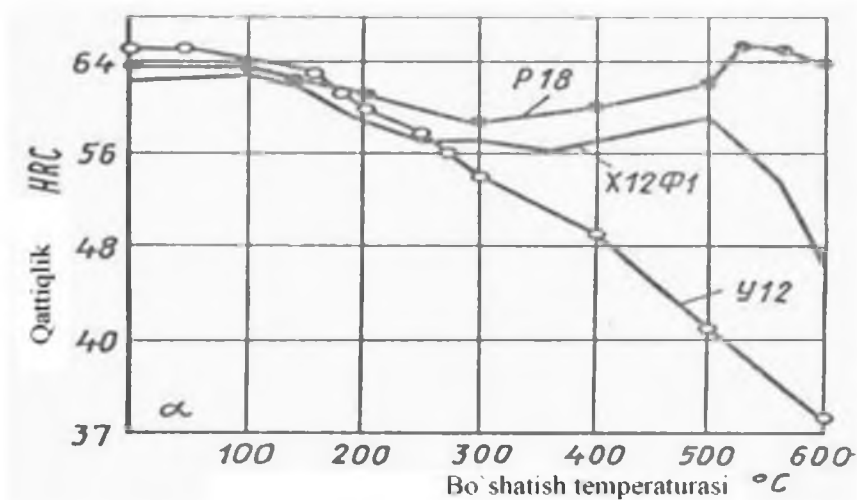
Issiqqabardosh po'latlar – toblashda martensit o'zgarishlar va 500 – 625⁰ C haroratda yuqori haroratli bo'shatishda dispers fazalarning – puxtalovchilarining ajralib chiqishlari oqibatida dispers qattqlashishi tufayli yuqori qattqlikka ega bo'lgan yuqori legirlangan po'latlardir. Ushbu fazalarga volfram, molibden va vanadiyning murakkab karbidlari kiradi.

3.1 – rasmda qattqlikni Y12 markali issiqqabardosh bo'lmagan po'lat (1,2 % C), X12Φ1 markali chala issiqqabardosh po'lat (1,3 % C, 1,2 Cr %, 1 % V) va P18 markali issiqqabardosh po'lat (0,18 % C, 18 % W, 0,7 % Mo, 4 % Cr, 1 % V) larning bo'shatish haroratsiga bog'liqliq ravishda qattqligini o'zgarishining egri chizig'i tasvirlangan.

Issiqqabardosh po'latlar issiqqabardosh bo'lmagan po'latlarga qaraganda yutuqlarga faqat yuqoridagi holatlar uchungina emas, balki issiqqabardosh po'latdan tayyorlangan asbob intensiv rejimlarda ishlov berishga jalb qilinadi, qolgan po'latlar ushbu holatda qattqlik va yeyilishga chidamliligini yo'qotadi. Issiqqabardosh po'latlar yana boshqa ijobiy tomonlarga ham ega.

Asbobsozlik po'latlarning muhim xossalaridan biri toblanish chuqurligi hisoblanadi. Yuqori legirlangan issiqqabardosh va issiqqabardosh bo'lmagan po'latlar yuqori toblanish chuqurligiga ega. Ularning kritik diametrlari: $D_k = 10 \dots 25$ mm dan kichik, $D_k = 50 \dots 80$ mm dan yuqoriroq va $D_k = 80 \dots 100$ mm yuqoridir.

Issiqqabardosh bo'lmagan asbobsozlik po'latlari uncha katta bo'lmagan



3.1 –rasm. Asbobsozlik po'latini qattiqligini bo'shatish haroratiga bog'liq ravishda o'zgarishi

toblanish chuqurligiga ega bo'lgan (uglerodli) va yuqori toblanish chuqurligiga ega bo'lgan (legirlangan) po'latlar guruhlariga bo'linadi.

Vazifasiga ko'ra asbobsozlik po'latlari quyidagi guruhlarga bo'linadi: kesuvchi asboblarda uchun mo'ljallangan, o'lchovchi asboblarda uchun mo'ljallangan, sovuq holda deformatsiyalanuvchi shtamplar uchun mo'ljallangan va issiq holda deformatsiyalanuvchi shtamplar uchun mo'ljallangan asbobsozlik po'latlari.

Uglerodli po'latlar "Y" harfi bilan markalanadi, undan keyingi raqam (Y7, Y8, Y10) uglerodni o'rtacha miqdorini o'ndan bir foizlarda ko'rsatadi. Markaning oxiridagi "A" harf esa yuqori sifatlilikini ko'rsatadi. Masalan, Y8 (Y8A), Y10 (Y10A), Y11 (Y11A), Y12 (Y12A).

X, 9X, 9XC, 5XBΓ va boshqa markali legirlangan asbobsozlik po'latlari markalaridagi birinchi raqam uglerodni o'rtacha miqdorini o'ndan bir foizlarda (agar uglerod miqdori 1 % dan kam bo'lgan hollarda) ko'rsatadi. Agar uglerod miqdori 1% ga taxminan teng bo'lsa, markalashda bu raqam yozilmaydi. Uglerodli po'latlardagi harflar legirlovchi elementlarni, undan keyingi raqamlar esa butun sonlarda legirlovchi elementlar miqdorini foizda ko'rsatadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: ЧОЖ-1,6, ЧИОЖ-1,2 turidagi pechlar (toblash va bo'shatish uchun), КСН – 3 va КСН – 4 turidagi potentsiometrlar, Y12 va 9XC markali po'latdan tayyorlangan namunalari, silliqlash qum qog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattqlik o'lchaydigan asboblari, МПБ-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangensirkul, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadvallari va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar Y12 markali po'latni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa 9XC markali po'latlarni termik ishlov berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlov berish turini, ya'ni 3.1-jadval yoki 3.2 -jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 3.1 va 3.2 –jadvallarga kiritiladi va u natijalar hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda Y12 va 9XC markali po'latlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattqligini namunaga qo'yilgan yuklanish $P = 750 \text{ kg}$, shar diametri $D = 5 \text{ mm}$ Brinell asbobida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi. Ish natijalari 3.2 –jadvalning 3 -ustuniga kiritiladi;
- Y12 va 9XC markali asbobsozlik po'latlari uchun qizdirish harorati $840 - 880^{\circ} \text{C}$ qabul qilingan;
- qizdirish haroratida namunani ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish haroratida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 3.2 –jadvalning 5-ustuniga kiritiladi;
- har bir talaba o'zini namunasini kerak bo'ladigan haroratgacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;
- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, uni quyidagi muhitlarda sovutishi lozim;
 - a) – havoda (normallashtirish) – har bir po'lat markasidan bittadan namuna;
 - b) – moyda (moyda toblash) - har bir po'lat markasidan bittadan namuna;
 - v)– suvda (suvda toblash) – har bir po'lat markasidan uchtdan namuna olinadi.Sovutish muhiti sifatida suv yoki moy olinadi. Ushbu natijalar 3.2 –jadvalning 6 –ustuniga kiritiladi.

- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'oz-da ikki tomonidan artiladi va tozalanadi;
- namunaning qattiqligi quyidagi asboblarda o'lchanadi:
 - a) normallangan namunalar qattiqligi Brinell asbobida o'lchanib, uning natijalari 3.2 – jadvalning mos ustuniga kiritiladi;
 - b) toblangan namunalar qattiqligi Rokvell asbobida “C” shkala bo'yicha natijalar 3.2 – jadvalning mos ustunlariga kiritiladi;
- 1-grafik qurish. HV shkala bo'yicha qattqlik - sovutish tezligi koordinatalarida po'latning qattiqligini sovutish teligiga bog'liqlik grafigi qurish.
- suvda toblangan namunalar 160 - 220⁰ C haroratlarda bo'shatishga jalb qilinadi. Buning uchun har bir po'lat markasidan bittadan namuna mos ravishdagi pechga yuklanadi va u pechda mos haroratda 30 yoki 40 minut ushlab turiladi;
- ushlab turish vaqt tugagandan so'ng namunalar pechdan olinadi va havoda sovu-tiladi;
- namunalar ikki tomondan qum qog'oz bilan tozalanadi;
- Rokvell asbobining “C” shkalasi bo'yicha har bir bo'shatish turidan keyin namunalar qattiqligi aniqlanadi. Uning natijalari 3.3 – jadvalning mos ustunlariga kiritiladi;
- 2-grafik qurish. HRC shkala bo'yicha qattqlik - bo'shatish harorati koordi-natalarida po'latning qattiqligini bo'shatish haroratiga bog'liqlik grafigi quriladi.
- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozish va zarur bo'lgan xulosani qilish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- namunalarni qizdirish haroratlari;
- 3.2 va 3.3 – jadvallar to'ldiriladi;
- 1-grafik - “Po'latning qattiqligini sovutish tezligiga bog'liqligi”;
- 2-grafik – “Po'latning qattiqligini bo'shatish haroratiga bog'liqligi”
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Asbobsozlik po'lati deb nimaga aytiladi?
2. Asbobsolik po'latini termik ishlov berishdan maqsad nima?
3. Qanday asosiy asbobsozlik po'latlari guruhlarini bilasiz?
4. Asbobsozlik po'latlarni qanday belgilarini bilasiz?
5. Yumshatish, normallash, toblash va bo'shatish nima?
6. Bo'shatish nima uchun qo'llaniladi?

7. Qanday qilib asbobsozlik po'latlari uchun qizdirish harorati va ushlab turish vaqti tanlanadi?
8. Toblashda va bo'shatishda qanday qizdirish pechlari va o'lchovchi asboblari qo'llaniladi?
9. Issiqqabardosh bo'lmagan, chala issiqqabardosh va issiqqabardosh po'latlar haqida nimani bilasiz?
10. Asbobsozlik po'latlari uchun toblanish chuqurligi qanday ahamiyatga ega?

Y12 va 9XC markali po'latlarni termik ishlov berish (toblash va bo'shatish) jarayonining sxemasi

3.2 –jadval

T/r	Po'lat markasi	HB yoki HRC shkalasi bo'yicha po'latning dastlabki holatdagi qattqlik,	Qizdirish harorati (toblash), °C	Qizdirish vaqti, minut yoki soat	Sovutish muhiti (suv yoki moy)	Po'latning toblashdan keyingi qattqligi, HRC shkalasi bo'yicha
1	2	3	4	5	6	7
1.	Y12					
2.	9XC					

3.3 - jadval

T/r	Po'lat markasi	Qizdirish harorati (bo'shatish), °C	Qizdirish vaqti, minut yoki soat	Sovutish muhiti (havo)	Po'latning bo'shatishdan keyingi qattqligi, HRC shkalasi bo'yicha
1	2	3	4	5	6
1.	Y12				
2.	9XC				

4-LABORATORIYA ISHI

LEGIRLANGAN PO'LATLARNI TERMIK ISHLASHDAN KEYIN MIKROSTRUKTURASINING TAHLILI

Ishdan maqsad: Evtektoidgacha bo'lgan legirlangan, evtektoidli, evtektoiddan keyingi va ledeburitli po'latlarni yumshatilgan holatdagi va ferrit va austenit sinfiga tegishli bo'lgan po'latlarni mikrostrukturasini o'rganish

Nazariy qism: Avvalambor, legirlangan po'lat va legirlovchi elementlar nimeligini aniqlab olish kerak.

Legirlovchi elementlar. Uglerodli po'latlarni tuzilishi va xossasini o'zgartirish maqsadida uni eritishda ma'lum bir miqdorda maxsus qo'shiladigan elementlarga legirlovchi elementlar deyiladi (bu so'z grekcha bo'lib, "lega" – murakkab degan tushunchani beradi).

Shuning uchun po'latlarda talab etiladigan mexanik xossalarni olish uchun maxsus legirlovchi elementlar qo'shiladi. Maxsus qo'shimchalar qo'shilgan po'latlar legirlangan po'latlar (legirlangan po'latlarni ba'zi bir vaqtlarda maxsus po'latlar ham deb ataladi) deyiladi.

Po'latni markasini belgilash 4542-98 raqamli GOST bo'yicha qabul qilingan tizim ishlab chiqilgan. Markalashdagi belgilashlar raqam va harflardan iborat bo'lib, po'latning taxminiy tarkibini ko'rsatadi. Har bir legirlovchi element harf bilan belgilanadi: H – nikel, X – xrom, K – kobalt, M – molibden, Γ – marganets, D – mis, P – bor, B – niobiy, Ц – tsirkoniy, C – kremniy, П – fosfor, Ч – kam tarqalgan yer metalli, В – volfram, Т – titan, А – azot, Φ – vanadiy, Ю – alyuminiy.

Legirlovchi elementlar miqdoriga qarab, legirlangan po'latlar quyidagi turlarga bo'linadi: kam legirlangan po'latlar, ularda legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 2,5 % gacha ; o'rtacha legirlangan po'latlar, ularda legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 2,5 % dan 10 % gacha; yuqori legirlangan po'latlar, ularda legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 10 % dan ko'p bo'ladi. Legirlovchi elementlar po'lat tarkibidagi temir va uglerod bilan o'zaro ta'sirlashib, ular temirning polimorfizmligiga, karbid hosil qilish jarayoniga, austenitning parchalanishiga va martensit o'zgarishlarga ta'sir qiladi. Po'latga qo'shilgan elementlar ferrit va sementitda eriydi yoki maxsus karbidlar hosil qiladi. Masalan, Fe_{23}C_6 , Cr_7C_3 , W_6C , W_3C va boshqa maxsus karbidlar. Po'latning metall asosiga erigan elementlar sezilarli darajada kristall modifikatsiyaning harorat intervaliga ta'sir qiladi, nikel, marganes, kobalt, mis va boshqa legirlovchi elementlar A_4 nuqtani va γ fazaning mavjud bo'ladigan yuqori chegarasini oshirishi natijasida γ faza sohasini kengaytiradi va A_3 nuqtani kamaytiradi.

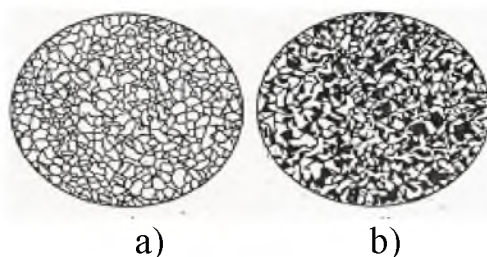
Ko'p miqdorda marganes, nikel va kobaltga ega bo'lgan qotishmalarda $\alpha \rightarrow \gamma$ o'zgarishi ro'y bermaydi va hamma haroratlarda γ holatdagi struktura stabil, turg'un struktura hisoblanadi. Bunday qotishmalarni austenitli qotishmalar deyiladi. Xrom, marganes, volfram, vanadiy, kremniy, titan, alyuminiy A_3 nuqtani oshirib va A_4

nuqtani kamaytirib, γ faza sohasini kichraytiradi. γ faza sohasi bilan yopilgan qotishmada polimorf o'zgarishlar ro'y bermaydi va uni ferritli qotishmalar deyiladi.

Po'latlardagi uglerodga nisbatan legirlovchi elementlar ikki guruhga bo'linadi: karbid hosil qiluvchi legirlovchi elementlar – marganes, xrom, volfram, titan, molibden va karbid hosil qilmaydigan legirlovchi elementlar – nikel, mis va kobalt.

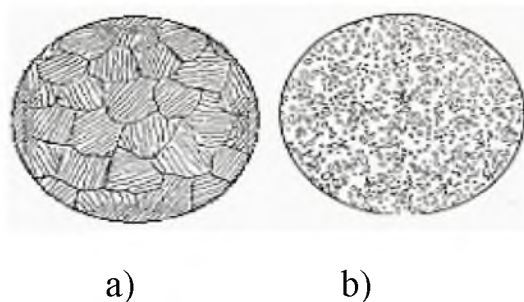
Legirlangan po'latlar yumshatishdan keyin hosil bo'ladigan strukturasiga bog'liq ravishda 5 ta sinfga bo'linadi: evtektoidgacha, evtektoidli, ledeburitli va yetarli darajadagi miqdorda legirlovchi elementlarga ega bo'lgan ferrit va austenit sinfli po'latlar.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarga ko'p miqdordagi 20X, 25XIT, 40X va 40XH va boshqa markali konstruksion po'latlar kiradi. Bu po'latlarning strukturasini yumshatilgan holatda – ferrit va perlitdan iborat bo'ladi (4.1 - rasm).



4.1- rasm. Po'latning mikrostrukturasini:
a) - ferrit; b) - ferrit + perlit.

Evtektoidli va evtektoiddan keyingi po'latlarga ko'plab asbobsozlik po'latlari kiradi, ularning yumshatilgan holatdagi strukturasini donali perlitdan iborat bo'ladi (4.2 –rasm).



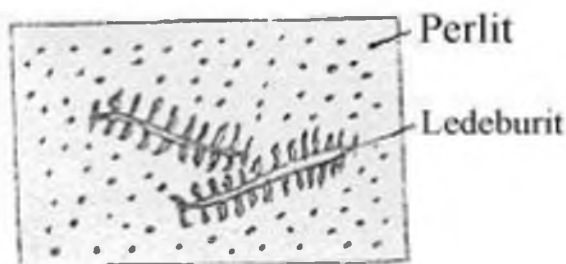
4.2 -rasm. Perlit (a) va donali perlit (b) mikrostrukturasini

Ledeburit sinfiga tegishli bo'lgan po'latlar quyma holatida ledeburit tashkil etuvchi, ikkilamchi karbidlar va perlitli asosga hamda ikkilamchi sementit va ledeburitga ega bo'ladi (4.3 – rasm).

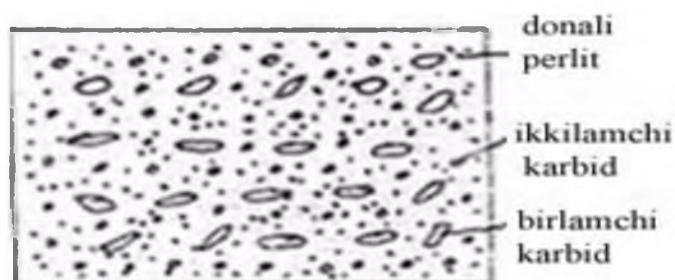
Po'latga issiq holda ishlov berishdan keyin ledeburit tashkil etuvchisi maydalanadi va yumshatishdan keyin donali perlit fonida ledeburit tashkil

etuvchilarni katta o'lchamli karbidlarini, nisbatan kichik o'lchamli ikkilamchi karbidlarni ko'rish mumkin (4.4 - rasm).

Ledeburit sinfidagi po'latlarga X12 markali po'lat va tezkesar po'latlarni kiritish mumkin.



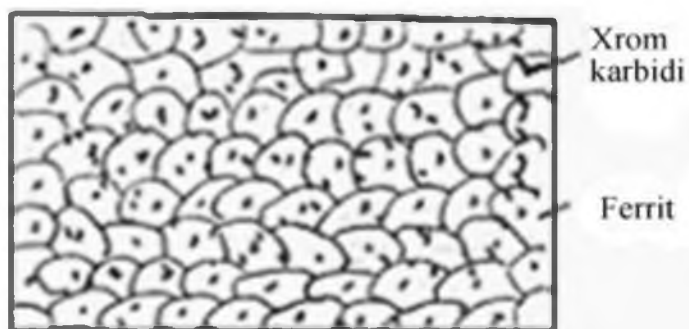
4.3 –rasm. Quyma holatida ledeburit sinfiga tegishli po'latning mikrostrukturasi



4.4 - rasm. Bosim bilan ishlov berish va yumshatishdan keyin ledeburitli sinfga ega bo'lgan po'latlarning mikrostrukturasi

Ferrit sinfidagi po'latlar Yetarli darajada legirlovchi elementlar miqdoriga va minimal miqdordag 0,1 % gacha uglerodga ega bo'ladi. Ularda qizdirish va sovutishda faza o'zgarishlari ro'y bermaydi, termik ishlov berish uni donasini maydalamaydi. Ushbu po'lat odatda, 15 % dan kam bo'lmagan xromga va 3 – 5 % kremniyga ega bo'ladi. Po'latning strukturasi katta o'lchamli ferrit va xrom karbididan Cr_{23}C_6 tashkil topadi. Bu po'latlar issiqqabardosh va kislotaqabardosh po'latlar sifatida qo'llaniladi (4.5 - rasm).

Xona haroratida austenit strukturasi 8 % gacha nikel, 12 % gacha marganes qo'shimchasiga ega bo'lgan va legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 15 – 25 % bo'lgan murakkab legirlangan po'latlarda saqlanadi.



4.5 - rasm. Ferrit sinfidagi po'latlarning mikrostrukturasi

Mashinasozlik, neft va kimyoviy ishlab chiqarishda keng ko'lamda qo'llaniladigan xromnikelli zanglamas po'latlarning X18H9, X18H9T va boshqa markalari xromli po'latlarga qaraganda yuqori korroziyagabardosh va yaxshi mexanik xossaga ega. U po'latlar austenit va Cr_{23}C_6 , TiC , NiC va boshqa shu kabi karbidlardan iborat strukturadan tashkil topadi (4.6 - rasm).



4.6 - rasm. Austenit sinfidagi po'latlarning mikrostrukturasi

4.1 – jadval

Turli sinfdagi po'latlarning amaliy qo'llanilishi

Namu-na №	Yumshatilgan holtdagi po'latning mikrostrukturasi	Struktura tashkil etuvchilar, po'lat sinflari nomi	HV shkala bo'yicha po'latning qattiligi	Ishlatilish sohasi
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

4.2 - jadval

O'rganilayotgan po'latning kimyoviy tarkibi, %

Namu-na №	C	Mn	Si	Cr	Ni	Boshqa elementlar	Po'latlar sinfi
1.	0,42	0,6	0,32	0,9	1,0	-	Evtektoidgacha
2.	0,9	0,7	1,2	1,25	-	-	Evtektoiddan keyin
3.	1,35	0,35	0,15	12,5	-	V - 0,8	Ledeburitli
4.	0,09	0,6	0,15	17,0	-	-	Ferritli
5.	0,06	1,0	0,4	19,0	10,5	Ti – 0,2	Austenitli

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblarda, asboblarda, namunalarda va materiallarda:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: Optik mikroskoplar, reaktiv ta'sir ettirilgan namunalarda. Masalan, ferrit + perlit, donali perlit, ledeburit, ferrit va austenit sinfidagi namunalarda, uslubiy ko'rsatma, po'latlar bo'yicha atlas va albom.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga 4 – 6 ta bo'lib bo'linadilar;
- har bir kichik guruh o'qituvchidan mikroshliflar komplektini olib, uni mikrostrukturasini optik mikroskopda o'rganadilar va yumshatilgan holatdagi po'latning strukturasi chizadilar (4.1 - jadval);
- o'rganilayotgan po'latlar struktura sinfi, struktura tashkil etuvchilarning nomini aniqlaydilar;
- 4.2 –jadval ma'lumotlari asosida o'rganilayotgan po'latlarning kimyoviy tarkibi bo'yicha markasi aniqlanadi;
- turli sinfdagi po'latlarni amaliy qo'llanilishi bo'yicha misollar keltiriladi va ular 4.1 – jadvalga kiritiladi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- o'rganilayotgan po'latlarning mikrostrukturasi sxemalar bo'yicha jadval to'ldiriladi;
- mikrostruktura nomi yoziladi;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Legirlangan po'lat deb nimaga aytiladi?
2. Legirlovchi elementlar po'latdagi asosiy fazalar bilan qanday o'zaro ta'sirlashadi?
3. Qanday legirlovchi elementlarni bilasiz?
4. Qanday karbid hosil qiluvchi va karbid hosil qilmaydigan legirlovchi elementlarni bilasiz?

5. Legirlovchi elementlar po'latning polimorf o'zgarishlariga qanday ta'sir qiladi?
6. Struktura bo'yicha legirlangan po'latlar qanday tasniflanadi?
7. Po'latning ichki tuzilishini o'rganuvchi qanday asboblarni bilasiz?

5-LABORATORIYA ISHI

TERMIK VA KIMYOVIY – TERMIK ISHLOV BERILGAN PO'LATLARNING MIKROSTRUKTURASINI TAHLILI

Ishdan maqsad: Talabalar termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan uglerodli va legirlangan po'latlarni mikrotahlilini mustaqil ravishda o'tkazishini o'rganishi kerak.

Talabalar ishni bajarish mobaynida termik ishlov berilgan, ya'ni yumshatish, normallashtirish, toblash, toblash va past, o'rtacha va yuqori haroratli bo'shatishlardan keyin namunalarning mikrostrukturasi hamda kimyoviy – termik ishlov berilgan, ya'ni sementatsiyalash va boshqa kimyoviy – termik ishlov berishdan keyin namunaning mikrostrukturasi o'rganishlari lozim.

Nazariy qism: Zamonaviy texnikada metallning talab etilgan xossasini olish usullarining eng ko'p tarqalgani termik ishlov berish jarayonidir.

Termik ishlov berish bosimi, kesish va boshqalar bilan ishlov berishni yaxshilashning oraliq operatsiyasi hisoblansa, detalni berilgan darajadagi fizik-mexanik xossasini ta'minlash uchun esa texnologik jarayonning oxirigi operatsiyasi hisoblanadi. Termik ishlov berishning asosiy turlariga yumshatish, normallashtirish, toblash va bo'shatish kiradi.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latni to'la yumshatishdan keyin, ya'ni $A_{c3} + (20-30^{\circ}C)$ haroratgacha qizdirish va keyingi pech bilan birga asta-sekin sovutishda ferrit va perlitdan iborat bo'lgan bir tekisda taqsimlangan, kichik strukturadan bo'lib (5.1 – rasm, a, b), ochiq uchastka – ferrit donasidan, qoraroq joy esa perlitdan tashkil topgan bo'ladi.

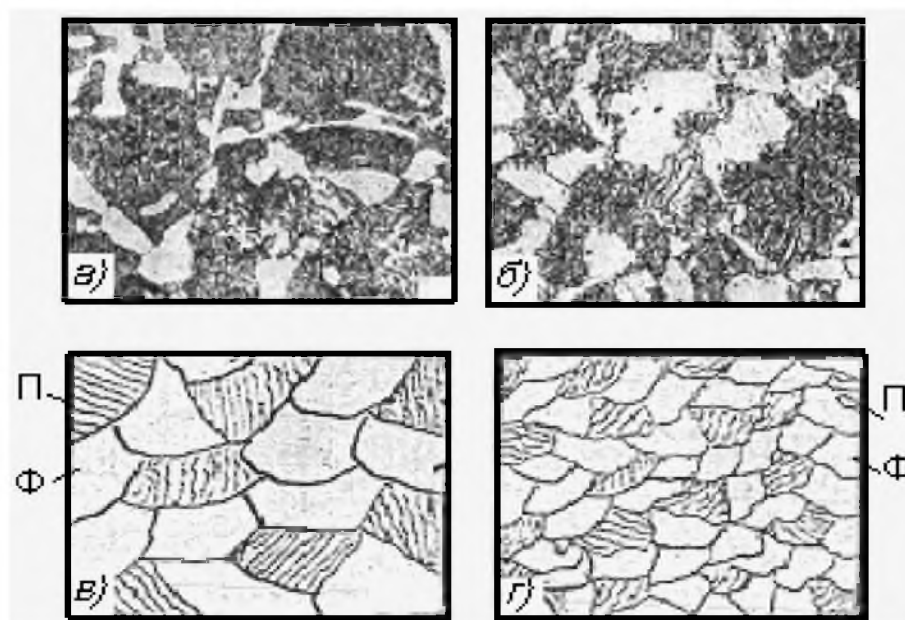
Yumshatish temir – uglerod holat diagrammasiga mos keluvchi bir tekis strukturani yaratishni ta'minlaydi. Evtektoidgacha bo'lgan po'lat strukturasi ferrit va perlitdan tashkil topgan bo'ladi (5.1 – rasm v, g).

Yumshatilgan va normallangan po'latda perlitli tashkil etuvchi ferrit va sementit kristallari qorishmasinin plastinkali tuzilishga ega bo'ladi. Uncha katta bo'lmagan kattalashtirishlarda sementit plastinkalarini farqlash qiyin bo'ladi. Ushbu holatda perlit tashkil etuvchining strukturasi nisbatan qoraroq ko'rinishdagi dona bo'lib ko'rinadi.

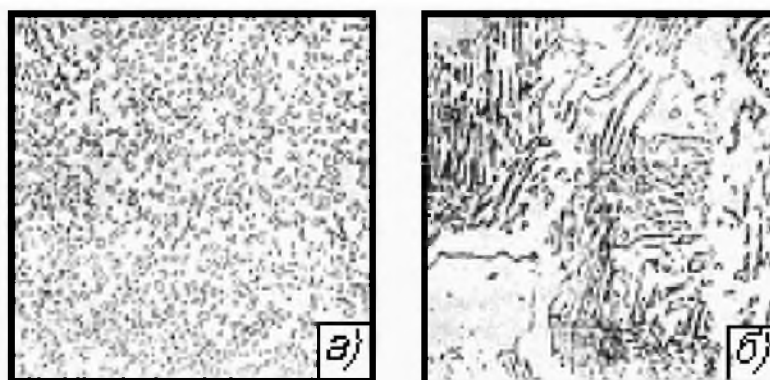
Evtektoiddan keyingi po'latlarda chala yumshatishdan keyin, ya'ni $A_{c1} + (20-30^{\circ}C)$ haroratgacha qizdirish va keyingi pech bilan birga asta-sekin sovutishda sementit va perlitdan iborat struktura hosil bo'ladi; agar perlitdagi sementit va ikkilamchi sementit donalar ko'rinishida bo'lsa, u holda ushbu struktura donali perlit strukturasi deyiladi (5.2 – rasm, a). Agar yumshatish oxirigacha yetkazilmagan bo'lsa, u holda donali va plastinkali perlit qorishmasini strukturasi shakllanadi (5.2 - rasm).

Vidmanshtetov strukturasi. Agar evtektoidgacha bo'lgan po'lat A_{c1} kritik nuqtasidan yetarli darajada yuqori haroratgacha qizdirilgan bo'lsa, masalan $1000 - 1100^{\circ}C$ haroratgacha o'ta qizdirilsa, unda dona o'lchami sezilarli darajada o'sadi va keyingi sekin sovutishda vidmanshtetov strukturasi yuzaga keladi (5.3 – rasm) va u

uchun bir-biriga burchak ostida uchburchak hosil qilib, perlit ichida joylashgan ferrit katta o'lchamli ninasimon (plastinka) ko'rinishda ajralib chiqishi xarakterlidir. Bunday strukturaga ega bo'lgan po'latlarning mexanik xossa, ayniqsa qovushqoqlik kichik bo'ladi.



5.1 – rasm. Uglerodli evtektoidgacha bo'lgan po'latning mikrostrukturasi:
a –yumshatishga qadar; b – yumshatishdan keyin; v va g – yumshatilgan va normallangan po'lat. X500



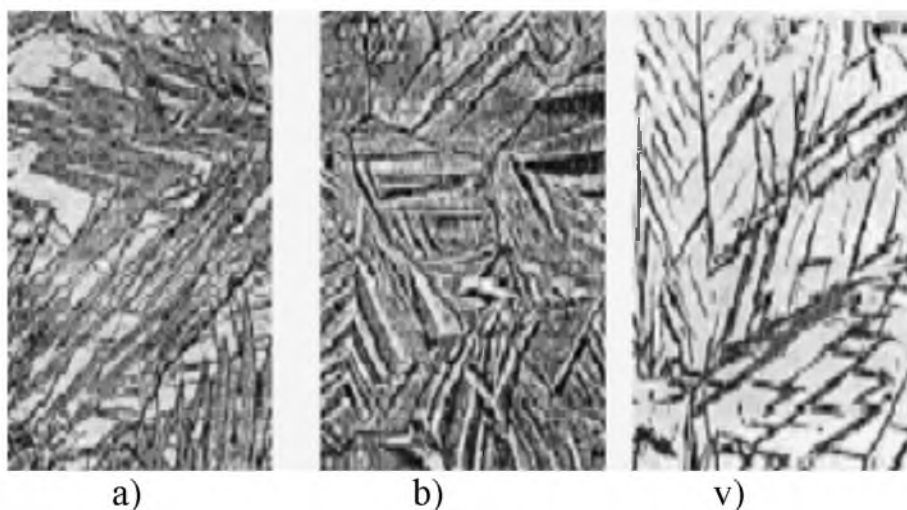
5.2 – rasm. Uglerodli evtektoidan keyingi po'latning mikrostrukturasi:
a- normal yumshatishdan keyin – donali perlit;
b- noto'g'ri yumshatildandan keyin - donali va plastinkali perlitning aralashgan strukturasi



5.3 –rasm. Evtektoidgacha bo'lgan po'lat. Vidmanshtettov strukturası. X500

Agar evtektoidgacha bo'lgan po'latni, masalan 45 markali po'latni austenit holatigacha A_{c3} kritik nuqtadan yuqori haroratda qizdirish va suvda sovutishda, austenit martensit strukturasiga aylanadi. Toblangan po'latning asosiy strukturası martensitdan iborat bo'ladi (5.4 – rasm, a va b).

Martensit – uglerodning α temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasıdır. Martensit o'zi uchun xarakterli hisoblangan, ninalimon tuzilishga ega bo'lgan strukturaga egadir (5.4 – rasm, v).



5.4 - rasm. Toblangan yuqori uglerodli po'latda martensit va martensit ninalari strukturası. X500

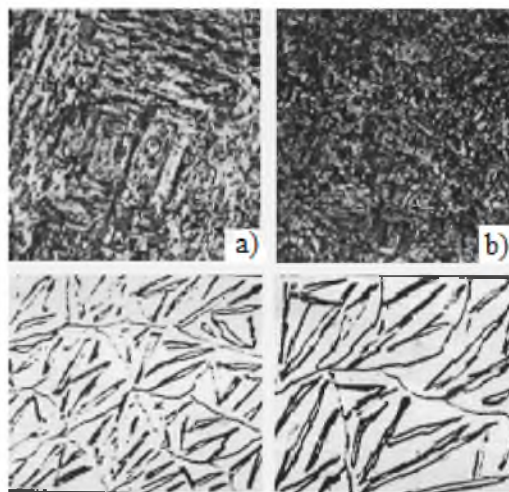
Austenitni martensitga aylanishi kristallografik yo'naltirilgan holda ro'y beradi, ya'ni plastinka ko'rinishidagi martensit austenitning kristall panjarası tekisligi bo'ylab kristallari ko'rinishida joylashgan bo'ladi. Shuning uchun martensit

kristallari o'lchamlari dastlabki austenit donasi o'lchamlari bilan aniqlanadi. Martensit ninasi o'lchami austenit donasi o'lchamiga bog'liq. Austenit donasi qanchalik kichik bo'lsa, martensit ninasi ham shunchalik kichik olinadi. Austenit donasi o'lchami esa po'latni qizdirish haroratiga bog'liq. Shuning uchun, qanchalik qizdirish harorati katta bo'lsa, po'latni o'ta qizdirish shunchalik yuqori bo'ladi va martensit donasi katta o'lchamli qilib olinadi (5.5 – rasm, a).

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar (o'rtacha uglerodli po'latlar) normal toblangandan keyin, ya'ni ya'ni $A_{c3} + (20-30^{\circ} \text{C})$ haroratgacha qizdirib va keyin tezda suvda sovutish natijasida kichik ninali martensit strukturasi hosil bo'ladi (5.5 – rasm, b). Bundan tashqari, martensit plastinkasini sxematik mikrostrukturasi martensit plastinkalari biri boshqasiga nisbatan 60° va 120° yo'naltirilgan bo'ladi va mikroskopda ninasimon ko'rinishda bo'ladi. Agar austenit donasi qanchalik katta bo'lsa, martensit ninasini cho'zilishi shunchalik katta bo'ladi.

Martensit yuqori qattqlikka ega bo'lib, po'latdagi uglerod miqdoriga bog'liq ravishda qattqligi 48 – 65 HRC ni tashkil etadi. Martensit turg'un bo'lmagan struktura bo'lib, qizdirilganda parchalanadi.

Past haroratli bo'shatishda ($160 - 250^{\circ} \text{C}$) martensitning ninasimon tuzilishi saqlanadi, lekin struktura yuqori reaktiv bilan ta'sir ettirilgan holatda bo'ladi. Bunday martensitni **bo'shatilgan martensit** deyiladi.



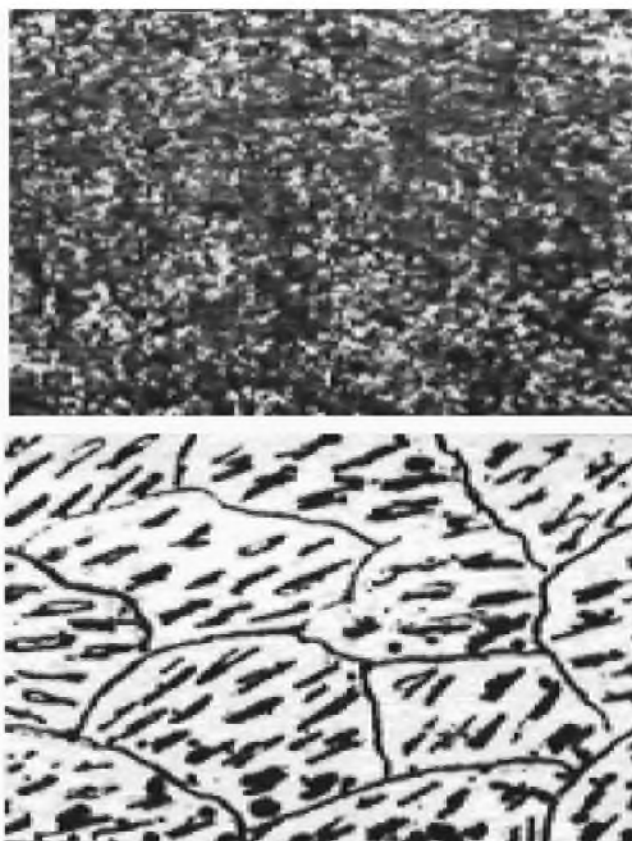
5.5 - rasm. Martensit mikrostrukturasi va sxemasi:

a – katta o'lchamli ninali;
b – kichik o'lchamli ninali. X500

Toblangan uglerodli po'latlar 350°C dan yuqori haroratda qizdirilganda martensit to'liq ferrit – sementitli qorishmaga parchalanadi. Po'lat 400°C haroratda bo'shatilganda yuqori dispersli qorishma va sementit zarralarini optik mikroskop yordamida ajratish imkoniyati yo'q hisoblanadi. Bunda qattqlik 45 HRCni tashkil etadi va bu struktura **troostit** deb ataladi va uning strukturasi mikroskop ostida qora

massaga ega bo'lgan holatda bo'ladi (5.6 - rasm). Biroq, ko'proq dastlabki martensitning yo'nalganligi ko'rinadi.

Bo'shatilgan troostit. Bo'shatilgan troostitning mikrostrukturasi $350 - 450^{\circ}\text{C}$ haroratda martensitgacha toblangan po'latni bo'shatishda paydo bo'ladi (5.6 - rasm). Shunday qilib, bo'shatilgan troostit martensitni parchalanish mahsulotidir. Bo'shatilgan troostit mikrostrukturasi yuqori dispersli ferrit zarrachasi va kichik dumaloq dona va qisqa plastinkali tuzilishga ega bo'lgan martensitdan tashkil topadi.



5.6 - rasm. Bo'shatilgan troostit mikrostrukturasi va sxema X500

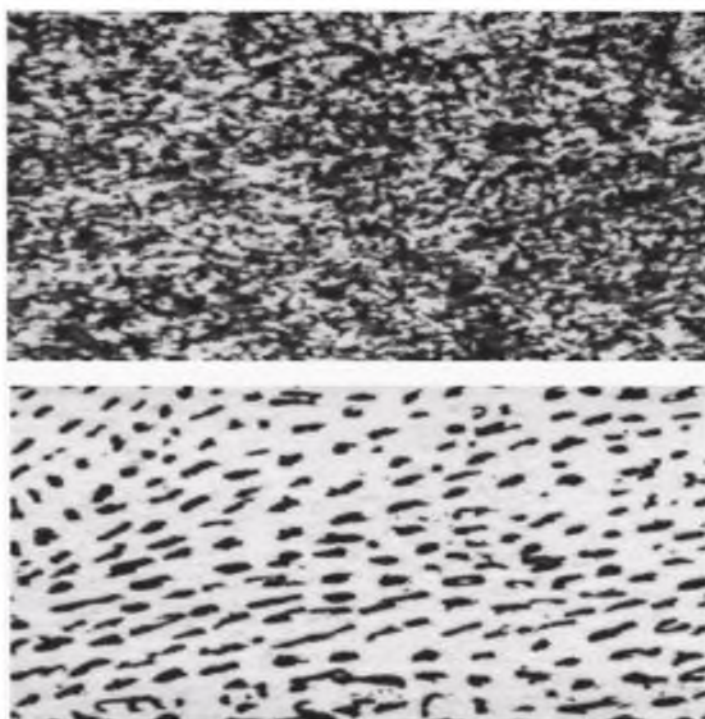
Bo'shatilgan sorbit. Toblangan po'latni $500 - 650^{\circ}\text{C}$ haroratda bo'shatishda ferrit – sementitli qorishma kattalashadi va optik mikroskopda ko'rilganda ferrit matritsasi fonida dispers dumaloq shakldagi sementit zarrachasi ko'rinishda bo'ladi (5.7 - rasm). Sorbitning qattiqligi 30 – 35 HRC ni tashkil etadi. Bo'shatilgan sorbit strukturasi martensitgacha toblangan po'latni $500 - 650^{\circ}\text{C}$ haroratda bo'shatilgandan keyin hosil bo'ladi (5.7 - rasm).

Shunday qilib, bo'shatilgan sorbit martensitni parchalanishining mahsuloti hisoblanadi. **Bo'shatilgan sorbit** ferrit va dumaloq shaklga ega bo'lgan sementit qorishmasidan iborat bo'lib, u troostitga nisbatan chuqurroq tuzilishga ega. Ba'zi bir hollarda, sorbit martensit strukturasi ega bo'lgan toblangan po'latni bo'shatish

natijasida olingan martensit ninasi shaklini saqlaydi. Ushbu holatda odatdagi kattalashtirishlarda bo'shatilgan sorbitni martensitdan ajratish juda qiyin hisoblanadi.

Kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarning mikrostrukturasi

Kimyoviy – termik ishlov berish deb po'lat sirtqi qatlamini u yoki bu element bilan, masalan – uglerod, azot, xrom, bor, alyuminiy va boshqalar bilan tashqi muhitdagi atomar holatda yuqori haroratda diffuziya yo'li to'yintirishga aytiladi. Kimyoviy – termik ishlov berishdan maqsad – po'latdan tayyorlangan detal yoki zagotovka yuzasidagi xossasini turlicha darajada oshirishdir.

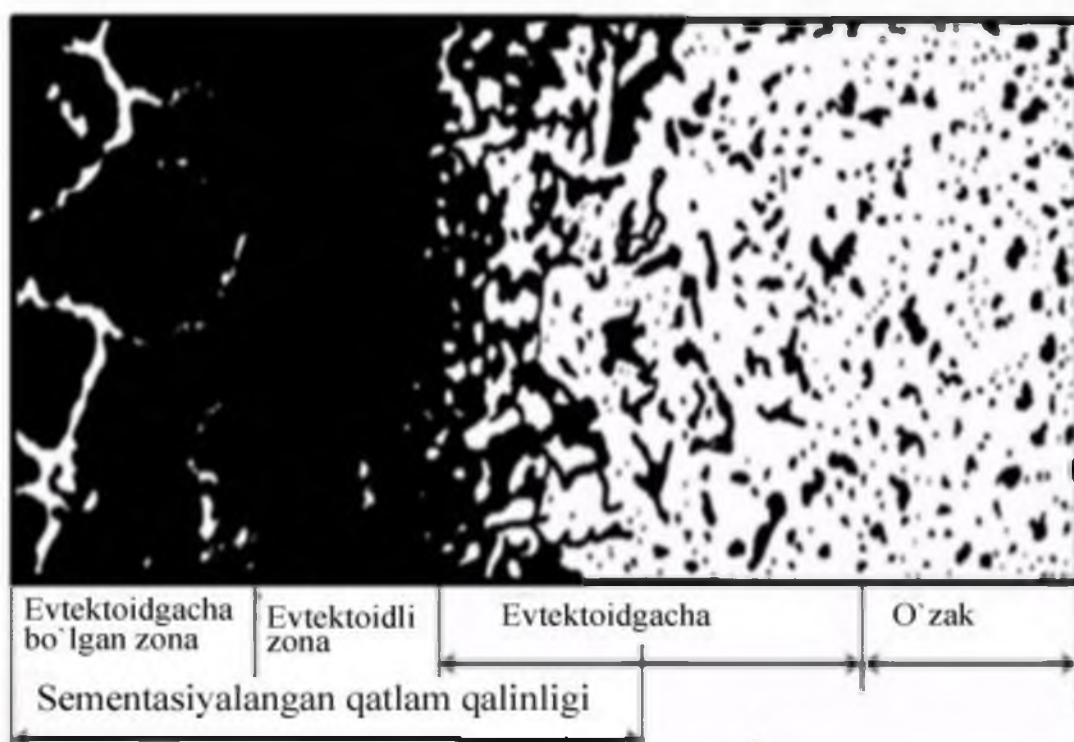


5.7 - rasm. Bo'shatilgan sorbit mikrostrukturasi va sxemasi. X500

Kimyoviy – termik ishlov berish jarayonlariga sementatsiyalash, azotlash, nitrosegmentatsiyalash, sianlash, xromlash, borlash, alitirlash, silitsirlash hamda diffuzion metallash jarayonlari kiradi.

Kimyoviy – termik ishlov berishning eng ko'p tarqalgan usullaridan biri sementatsiyalashdir. **Sementatsiyalash** deb po'lat sirtqi qalamini uglerodga to'yintirish jarayoniga aytiladi. Sementatsiyalashdan asosiy maqsad – po'lat yuzasida yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikni qovushqoq o'zakda olish bo'lib,

u holat po'lat sirtqi qatlamini 0,8 – 1,0 % gacha uglerod bilan to'yintirish va so'ngra toblashdan iborat bo'lgan jarayonda erishiladi. Sementatsiyalash va shu bilan bir qatorda toblash bir vaqtning o'zida chidamlilik chegarasini ham oshiradi. Tsementatsiyalash uchun tarkibida 0,1 – 0,18 % uglerod bo'lgan kam uglerodli po'latlar qo'llaniladi. Katta o'lchamli detallar uchun nisbatan uglerod miqdoriga (0,2 – 0,3 %) ega bo'lgan po'latlar ishlatiladi. Bunday po'latlarni tanlash shundan iborat bo'ldiki, bunda sementatsiyalash jarayonida detal yoki zagotovka o'zaki uglerod bilan to'yinmasligi kerakligi va toblashdan keyin yuqori qovushqoqlik saqlanishi e'tiborga olindi. Sementatsiyalash uchun detallar silliqlash uchun qo'yim 0,05 – 0,10 mm bo'lgan mexanik ishlov berishdan so'ng jalb qilinadi. Shunday qilib, sementatsiyalashdan keyin po'latning sirtqi qatlami strukturasi evtektoidgacha, evtektoidli va evtektoiddan keyingi zonaga ega bo'ladi (5.8 – rasm).



5.8 - rasm. Tsementatsiyalashdan keyin kam uglerodli po'latni mikrostrukturasi
X100

Bundan tashqari, struktura perlit + ikkilamchi sementit + ferritdan iborat bo'ladi. Ushbu struktura asta-sekin evtektoidgacha bo'lgan zonaga o'tadi, o'zak esa kam uglerodli po'latlar strukturasi ega bo'ladi. Optik mikroskop yordamida bir vaqtning o'zida hamma zonalarni ko'rish mumkin emas, bunda sementatsiyalash chuqurligi 1,5 – 2,0 mm ni tashkil etadi. Biroq, ushbu zonalarni sxematik ko'rinishda bita rasmda tasvirlash mumkin (5.9 - rasm).

Evtektoiddan keyingi po'latlar (yuqori uglerodli po'latlar) toblashdan keyin, ya'ni $A_{c1} + (20-30^{\circ} \text{C})$ haroratgacha qizdirish va keyingi suvda tez sovutish natijasida po'latda martensit va ikkilamchi sementit strukturasini shakllanadi (5.10–rasm).

Toblangan po'latda ikkilamchi sementit majburan qoldiriladi, chunki uning yuqori qattiqligi po'latning yeyilishga chidamliligini oshiradi. Evtektoiddan keyingi uglerodli po'latlarda martensit strukturasini ikkilamchi sementitsiz olish uchun po'latni A_{cm} kritik nuqtadan yuqori haroratgacha qizdirish kerak. Lekin, bunday toblash po'latni strukturasini yaxshilash o'rniga uni yomonlashtiradi. Chunki po'lat A_{cm} kritik nuqtadan yuqori haroratgacha qizdirilganda austenit donalari kattalashadi va toblashdan so'ng katta ninali martensit strukturasini hosil bo'ladi. Shuning uchun evtektoiddan keyingi po'latlarni chala toblash normal jarayon hisoblanadi. Shu bilan bir qatorda, kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarning mikrostrukturasini to'liq kartinasi 5,11 dan to 5,19 –rasmlarda berilgan.

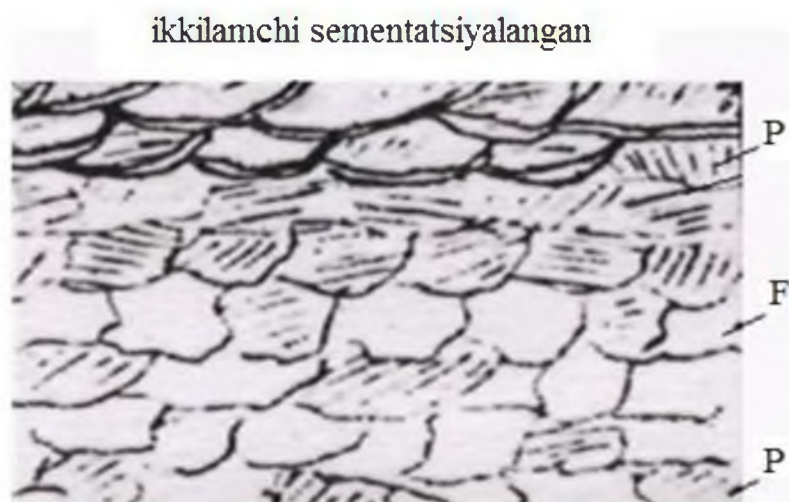
Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblar, namunalar va materiallar:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: Optik metallografik mikroskop, namunalar, termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan uglerodli va legirlangan po'atlardan tayyorlangan mikroschliflar komplekti, shtangensirkul, chizg'ich va rezina, uslubiy qo'llanma, atlas, po'latlar bo'yicha atlas va plakatlar.

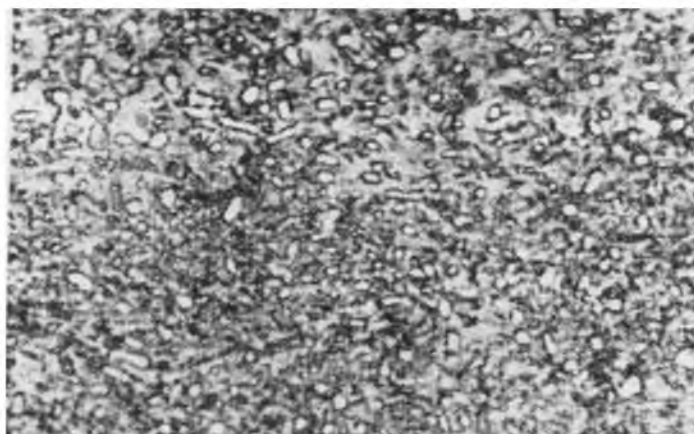
Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

Laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga 4 – 6 ta bo'lib bo'linadilar;

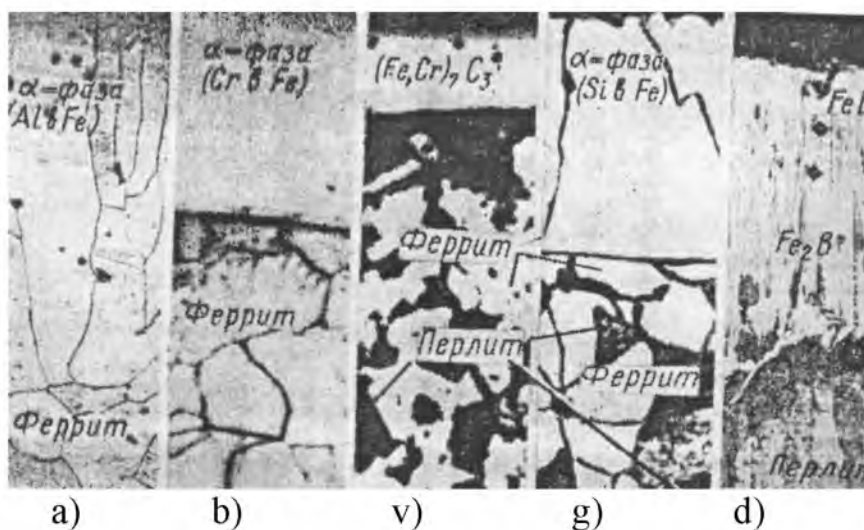
Har bir kichik guruh o'qituvchidan mikroschliflar komplektini oladi va quyidagilarni bajarishi kerak:



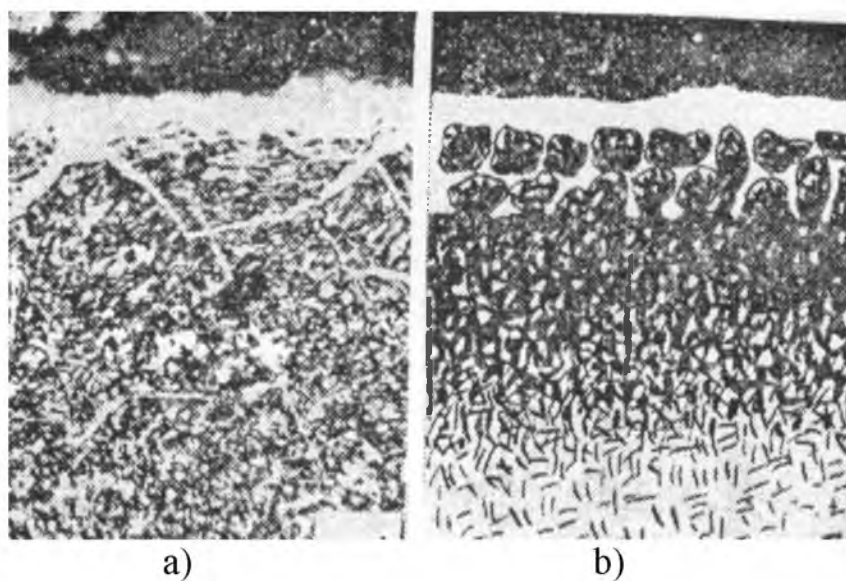
5.9 - rasm. Po'latni sementatsiyalangan qatlam mikrostrukturasini. X500



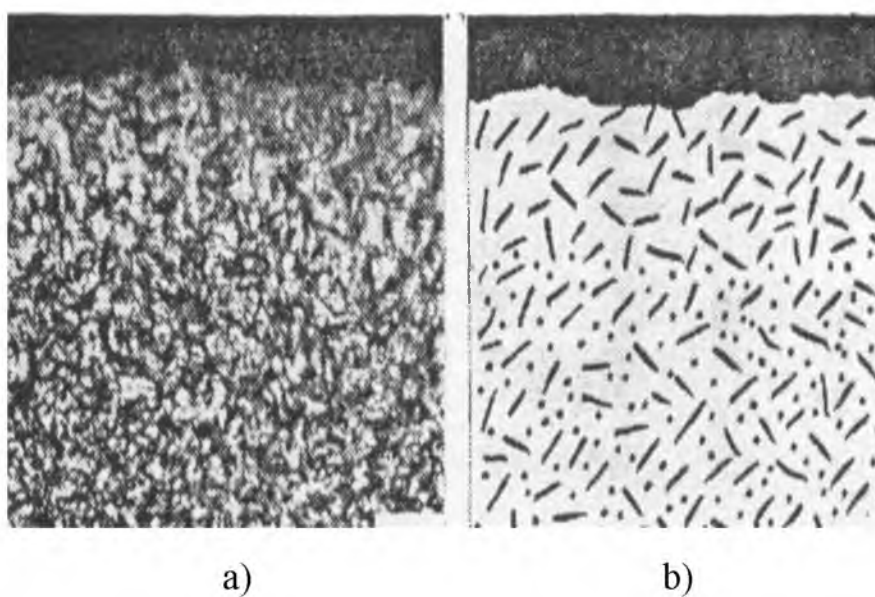
5.10- rasm. Martensit va ikkilamchi sementit strukturasi ega bo'lgan normal toblangan evtektoiddan keyingi po'lat. X500



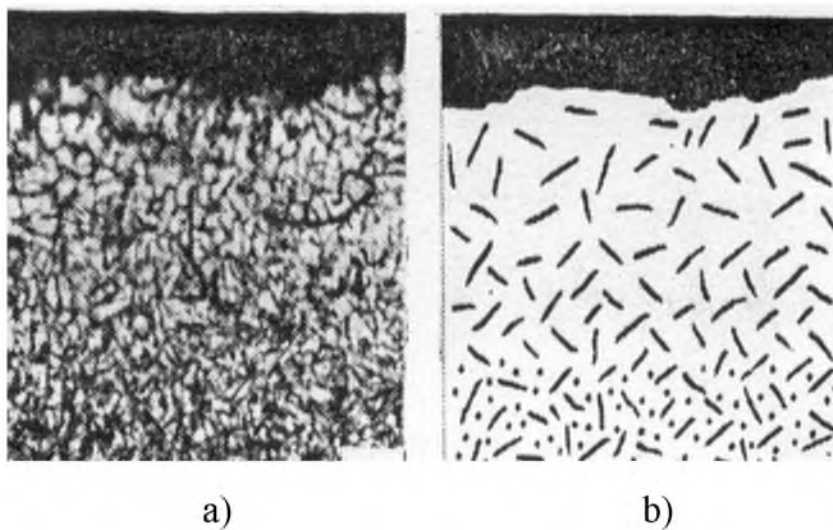
5.11-rasm. Diffuziya qatlamlarini mikrostrukturasi:
a – α fazada temirni alitirlangan qatlami; b – α fazada temirni xromlangan qatlami; v - 0,45%S ga va Fe, Cr_7C_3 karbid qatlamiga ega po'latning xromlash qatlami; g - α fazada 0,4%S ga ega bo'lgan po'latdagi silitsirlangan qatlam;
d - 0,8%S, FeB va Fe_2B ega bo'lgan po'latdagi borlangan qatlam. X250



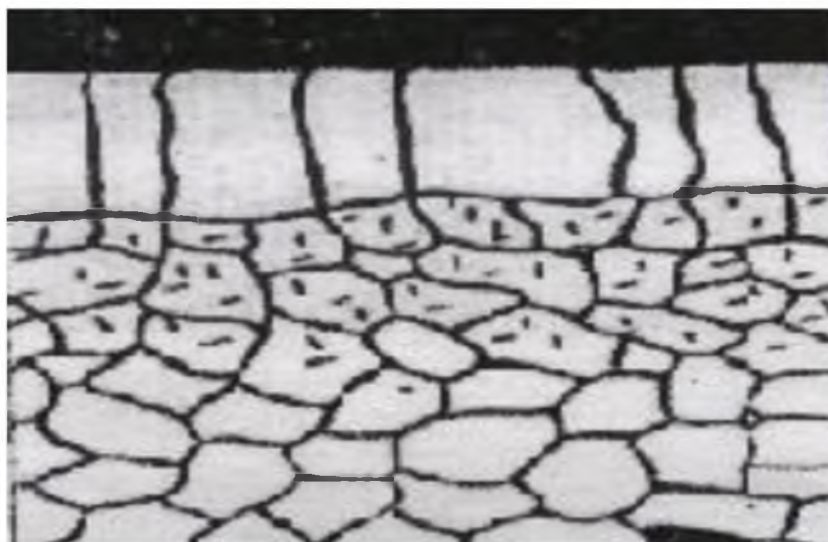
5.12- rasm. Po'latdagi azotlangan qatlam:
a - mikrostruktura; b -mikrostruktura sxemasi. X500



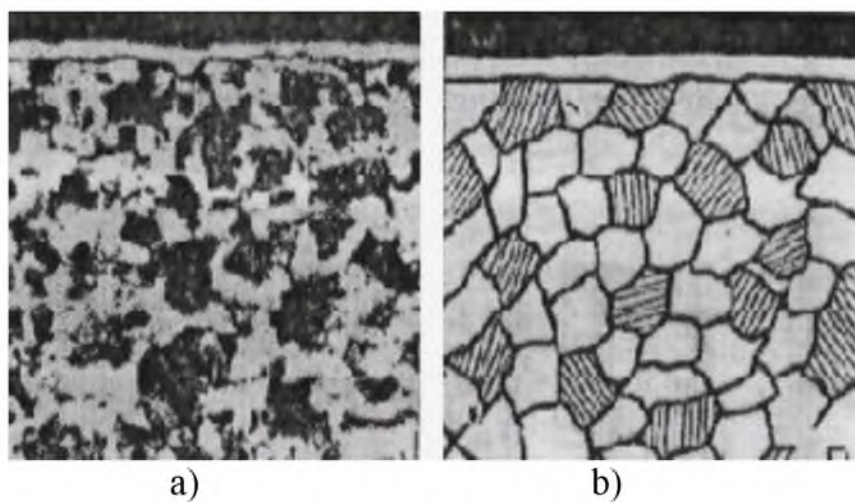
5.13 – rasm.Toblashdan keyin kam uglerodli po'latlardagi tsianlangan qatlam
mikrostrukturasi:
a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500



5.14 – rasm. Toblashdan keyin legirlangan po'atlardagi sianlangan qatlam mikrostrukturasi:
a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500

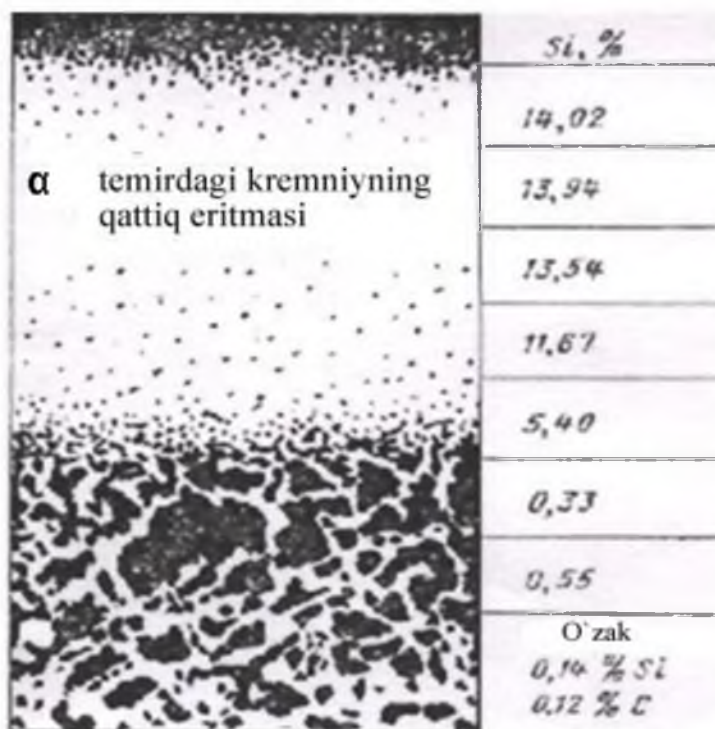


5.15-rasm.Kam uglerodli po'atlardagi alitirlangan qatlamning mikrostrukturasi:
X500

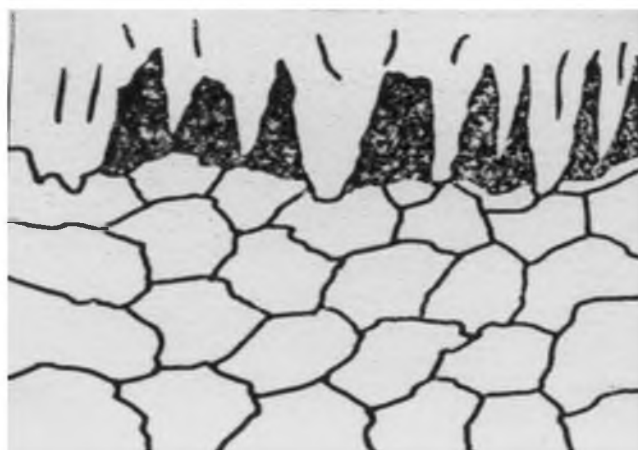


5.16 – rasm. Oʻrtacha uglerodli poʻlatlardagi xromlangan qatlamning mikrostrukturasi:

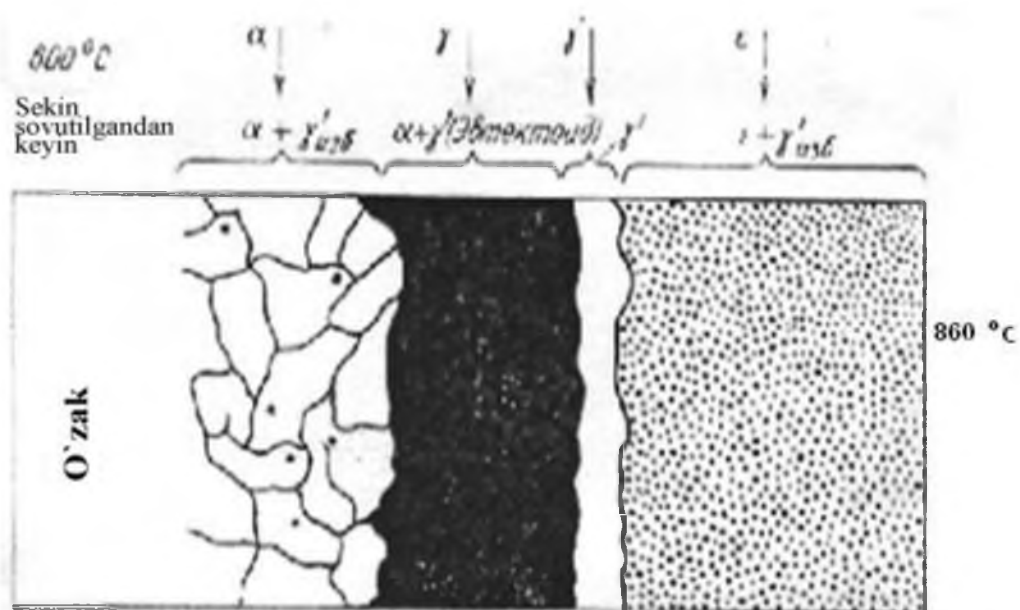
a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500



5.17- rasm. Kam uglerodli poʻlatlardagi silitsirlangan qatlamning mikrostrukturasi. X500



5.18 - rasm. Temirdagi borlangan qatlamning mikrostrukturasi.X500



5.19 - rasm. 600⁰S azotlash haroratsida temirning azotlangan qatlam mikrostrukturasi. X500

Termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarni mikrotahlili

Termik ishlov berilgan po'lat						Kimyoviy – termik ishlov berilgan po'lat			
Po'latni mikrostruk-turasi	Struktu-raning nomi	Struk-turani hosil bo'lish sharoiti	Mexanik xossa			Ishlov berish turi	Qat-lam qalin-ligi, mm	Yuza-dagi va o'zak-dagi qattiqlik	Struk-turani hosil bo'lish sharoiti
			HRC	σ_v	a_n %				

- metallografik mikroskopni ishga tushirishi;
- tomonlari polirovka qilingan mikroshlifni mikroskopni ishchi stoliga qo'yish kerak;
- kattalashtirish jadvalidan optikani tanlash va uni yaxshi ko'rinish uchun tayyorlash lozim;
- mikroskop ostida mikrostrukturani o'rganish kerak;
- o'rganilayotgan mikrostrukturani albom, atlas va plakatdagi mikrostrukturalar bilan birga tuzish kerak;
- jadvalga mikrostrukturani sxemasini chizish lozim;
- kuzatilayotgan strukturani hosil bo'lish sharoiti hamda termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarni mexanik xossalarini ham jadvalda ko'rsatish kerak.

Yozma ravishdagi hisobotni tartibi.

- laboratoriya ishidan maqsad;
- kuzatilayotgan mikrostrukturani sxemalari bilan jadvalga to'ldirish kerak;
- struktura hosil bo'lish sharoitini yozish lozim;
- laboratoriya ishidan xulosa qilish.

O'z -o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Po'latga kimyoviy – termik ishlov berish deb nimaga aytiladi?

2. Kimyoviy – termik ishlov berishning qanday turlarini bilasiz?
3. Toblangan po'lat strukturasi va uning yuqori qattiqlikka ega bo'lishi haqida nimani bilasiz?
4. Po'lat strukturasi bo'shatish haroratiga bog'liqligi haqida nimani bilasiz?
5. Toblangan va bo'shatilgan po'latlarning strukturasi va xossalarini qanday farqlari mavjud?
6. Sementatsiyalashdan maqsad nima?
7. Sementatsiyalashda sementatsiyalangan qatlam qalinqi haqida nimani bilasiz?
8. Sementatsiyalashdan keyin termik ishlov berishdan maqsad nima?
9. Sementatsiyalashda namuna sirti va o'zagidagi struktura nimadan iborat?
10. Sementatsiyalan qatlam va o'zakning mexanik xossasi haqida nimani bilasi?

6-LABORATORIYA ISHI

CHO'YANLARGA TERMİK ISHLOV BERISH

Ishdan maqsad: Talabalar ishni bajarish mobaynida cho'yanlarni odatdagi va izotermik yumshatish, normallashtirishda qattiqligini kamayishi hamda cho'yanning strukturasi va xossasiga to'blash va keyingi bo'shatishni ta'sir etishini o'rganadilar.

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

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

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

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

Marganes - Mn ma'lum darajada cho'yanning grafitlanishiga to'sqinlik qiladi. Mn oltingugurtning cho'yanga zararlilirini neytrallaydi. Kulrang cho'yanda marganes miqdori, odatda 0,5-0,8% bo'ladi.

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

Oltingugurt - S zararli aralashma bo'lib, qotganda temir sulfidi (FeS) hosil qiladi, cho'yanni quyish xossalarini yomonlashtiradi. U yuqori haroratlarda cho'yanning mo'rtligini oshiradi, mustahkamligini kamaytiradi, ya'ni qizigan holda sinuvchanligini oshiradi. Oltingugurt miqdoriga qaraganda 5-7 marta ko'p Mn qo'shish bilan S ning zararli ta'siri neytrallanadi. Cho'yanda 0,12% gacha, mustahkamligi yuqori bo'lgan cho'yanlarda esa ko'pi bilan oltingugurt 0.03% bo'lishiga ruxsat etiladi.

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

Oq cho'yan. Oq cho'yan tarkibidagi uglerod sementit holda bo'lganligi uchun, u juda qattiq va mo'rt bo'ladi, uni amalda kesib ishlash qiyin. Bunday

cho'yanlar mashina qismlarini tayyorlashda ishlatilmaydi. Lekin qattqlik yuqori bo'lsa, ishqalanishdagi yemirilish kamayishi mumkin.

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

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

Kulrang cho'yanlarning mexanik xossalari metall asosga, shuningdek grafit aralashmalarining shakli va o'lchamlariga bog'liq (6.1 -rasm,a).

Cho'yanlarning (GOST 1412-85) bo'yicha quyidagi markalarini keltiramiz. CЧ10, CЧ 15, S CЧ 18, CЧ 20, CЧ 21, CЧ 24, CЧ 30, CЧ 35, CЧ 40, CЧ 45.

Bu cho'yanlarning markalardagi CЧ harflari kulrang cho'yanligini, undan keyingi raqam esa cho'yaning mustahkamlik chegarasini bildiradi. Masalan, CЧ 10 mustahkamlik chegarasi 100 MPa ga teng.

Bu cho'yanlarning ishlatilishiga kelsak, ular (CЧ 10, CЧ, CЧ 18) kam yuk ko'taradigan mashina va uskuna vositalari, qurilish konstruktsiya elementlari tayyorlanadi. CЧ 21 dan CЧ 35 gacha cho'yanlardan dvigatel bloklari, ularning qopqoqlari, porshen va silindrlar tayyorlanadi.

Juda puxta cho'yan yoki mustahkamligi yuqori bo'lgan cho'yan

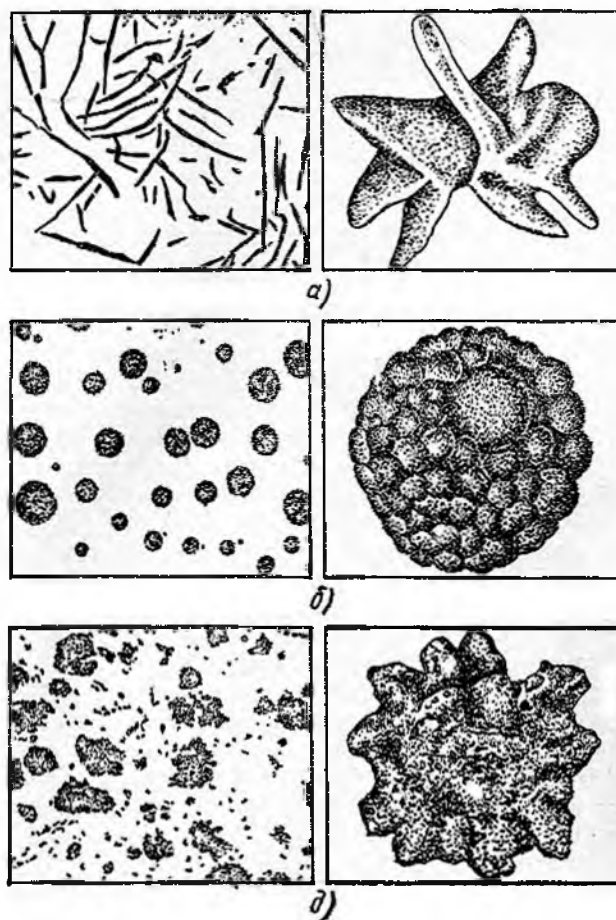
Bunday cho'yanlarda oq cho'yandagi sementitning parchalanishi natijasida, hosil bo'layotgan grafit donchalarining shakli sharga yaqin bo'ladi, ya'ni grafitning solishtirma yuzasi eng kichik bo'lgan holatidir (6.1 -rasm, b).

Shuning uchun bunday cho'yanlar yuqori plastiklikka ega bo'lib, ularning mexanik xossalari po'latning xossalari yaqinlashadi. Grafit strukturasi shakli shar shakliga o'tishi uchun suyuq metallga ishqoriy yoki ishqoriy yer metallar (0,03-0,07%) qo'shiladi. Masalan, juda oz miqdorda (0,05%) magniy qo'shilsa, grafit strukturasi shakli sharga yaqin bo'ladi.

Grafit strukturasi shar shaklida bo'lgan cho'yanlarning mexanik xossalari uglerodli quyma po'latlarning xossalari yaqin. Juda puxta cho'yanlarni suyuq holda yaxshi oquvchanlikka ega bo'lganligi uchun, ularni kesib ishlash oson. Bunday cho'yanlarning o'rtacha kimyoviy tartibi quyidagicha: C=2,7-3,6%; Si=1,6-2,7%; Mn=0,5-0,6%; P=S<0,1%. Juda puxta cho'yanlar ham kulrang cho'yanlar kabi ruscha nomdagi bosh xarflar ВЧ (vsokoprochny chugun) bilan belgilanadi, so'ngra cho'zilishidagi mustahkamlik (birinchi ikkita son, MPa) va nisbiy uzayish qiymatlari (%) ko'rsatiladi. Mashinasozlikda, masalan, quyidagi cho'yanlar ko'p qo'llaniladi: ВЧ 38-17; ВЧ 42-12 ВЧ 45-5 hamda ВЧ 60-2; VCH 80-va hokazo.

Juda puxta cho'yanlarning mustahkamligini yanada oshirish, hamda barqarorlashtirish maqsadida, ularga termik ishlov beriladi. Juda puxta cho'yanlar

po'latlar ishlatiladigan sohada qo'llanilishi mumkin, masalan, ulardan avtomobil va traktor vositalari tirsakli vallar, kuch ko'taradigan g'iloflar, press traversalari tayyorlanadi. Ulardan metallurgiya sanoatida juvalash uskunalarining vallarini tayyorlash mumkin.



6.1-rasm. Turli shakldagi grafitli cho'yan mikrostrukturasi:
a-kulrang plastiikasimon grafit; b-mustahkamligi yuqori bo'lgan cho'yandagi sharsimon grafit; v-bolg'alanuvchan cho'yandagi pag'a-pag'a ko'rinishdagi grafit.

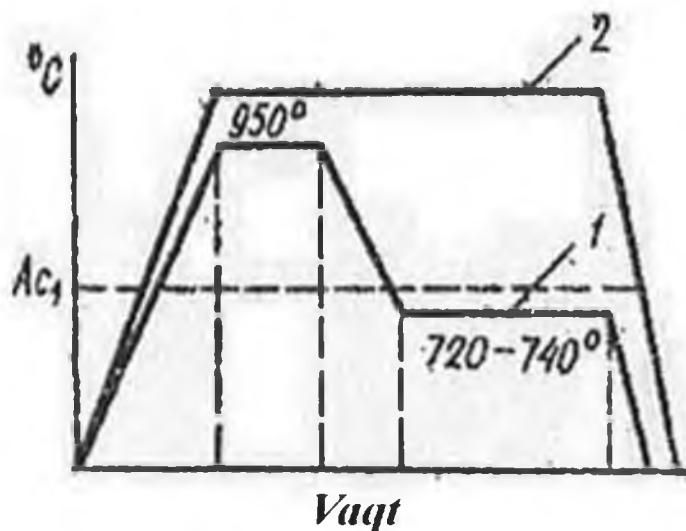
Bolg'alanuvchan cho'yan. Bolg'alanuvchan cho'yan kulrang cho'yanga qaraganda ancha plastik bo'lgan cho'yanning shartli nomidir. Bolg'alanuvchan cho'yan hech qachon bolg'alanmaydi. Bolg'alanuvchan cho'yan quymalari oq cho'yan quymalarini uzoq muddat yumshatish yo'li bilan olinadi. Quyma devorlarining qalinligi 40-50 mmdan oshib ketmasligi kerak. Bolg'alanuvchan cho'yanda grafit pag'a-pag'a ko'rinishda bo'ladi (6.1 -rasm, v).

Oq cho'yanni yumshatish uchun 20-25 soat davomida 950-1000°C gacha sekin qizdirish va uni bu haroratda 10-15 soat davomida uzoq muddat ushlab turishdan iborat. Ushlab turish jarayonida grafitlanishning birinchi bosqichi sodir bo'ladi. Ushlab turishning oxiriga kelib, grafitlanishning birinchi bosqichi tugaydi, cho'yan austenit hamda yumshatish uglerodidan tashkil topadi. Shundan so'ng harorat 720-

740 °C gacha kamaytiriladi va 25-30 soat davomida ushlab turiladi (6.2 -rasm, 1-tartib).

Uglerod miqdorini kamaytirish uchun yumshatish oksidlovchi muhitda amalga oshiriladi. Buning uchun quymalar ustiga metall zaki yoki maydalangan temir rudasi sepiladi. Yumshatish tartibini taxminan 1000 °C gacha qizdirish, bu haroratda uzoq muddat ushlab turish (grafitlanishning birinchi bosqichi) va xona haroratigacha uzluksiz asta-sekin sovutishdan iborat (6.2 -rasm,2-tartib). Bolg'alanuvchan cho'yan ruscha atamasi (kovkiy chugun) ning bosh harflari (KЧ), uzayishdagi mustaxkamlik chegarasi (MPa) qiymatini quyib tamg'alanadi (GOST 7293-85 ga ko'ra). Uning quyidagi markalari mavjud: KЧ 35, KЧ 40, KЧ 45, KЧ 50, KЧ 60, KЧ 70, KЧ 80, KЧ 100.

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



6.2 -rasm. Oq cho'yanni bo'shatish

Cho'yandagi asosiy komponentlarga temir, uglerod va kremniy kiradi. Cho'yanning kimyoviy tarkibini murakkabligiga qaramasdan, uni yumshatishdagi muhim struktura o'zgarishlarini ikki sistemali Fe – C holat diagrammasini qo'llab, sifat jihatdan tahlil qilish mumkin. Ma'lumki, ushbu sistemada austenit va ferrit grafit bilan birgalikda muvozanat holatida bo'ladi.

Grafit sementitga nisbatan qiyinroq hosil bo'ladi va u metall matritsada qiyin o'sadi. Grafit hosil bo'lishi uchun esa ko'proq darajada miqdorning fluktatsiyasini talab qiladi, chunki sementit 6,67 % uglerodga ega bo'ladi. Grafit kristallarini o'sishida metall matritsadagi temir atomlarini chegarada harakatlanish frontidan to'liq olib tashlash kerak bo'ladi. Shuning uchun aniq bir sharoitda, masalan tezlashtirilgan sovutishda metastabil sementitni hosil bo'lishi stabil grafit hosil

bo'lishiga qaraganda kinetik jihatdan nisbatan qulay hisoblanadi. Biroq, austenit yoki ferritni sementit bilan metastabil muvozanati erkin energiyaning nisbatan minimum qiymatiga mos kelsa, grafit bilan stabil muvozanat erkin energiyaning absolyut minimum qiymatiga to'g'ri keladi. Shuning uchun yuqori haroratlarda cho'yanni ushlab turish vaqtida oxir oqibat sementitni grafit bilan almashishga olib keladi.

Kremniy, nikel, alyuminiy va boshqa elementlar grafitlanishga yordamlashsa, marganes, xrom, vanadiy, magniy, tseriy, oltingugurt va boshqa elementlar esa bu jarayonni qiyinlashtiradi.

Cho'yanlarga termik ishlov berishdagi faza o'zgarishlar po'latga o'xshash asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi va shu bilan birga qo'shimcha tarzda fazada grafitni o'zini tutishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonni murakkablashtiradi.

Cho'yanlarga termik ishlov berishda sodir bo'ladigan faza o'zgarishlarini o'rganishga juda buyuk hissa qo'shgan olim K.P. Bunin va uning maktabi hisoblanadi.

Cho'yanlarning 2 – tur yumshatishning asosiy turlariga - **grafitlovchi yumshatish** va **normallash** kiradi.

Cho'yanni grafitlovchi yumshatish – termik ishlov berish bo'lib, unda asosiy jarayon bir vaqtning o'zida qisman yoki to'liq sementitni yo'qolishi bilan grafitni hosil bo'lishi hisoblanadi. Grafitlovchi yumshatishga oq, kul rang va juda puxta cho'yanlar jalb qilinadi.

Po'latni Ac_3 va As_m kritik nuqtalardan $30-50^\circ C$ haroratgacha ortiqroq qizdirib, ushbu haroratda ushlab turish hamda tinch havoda sovitishga **normallash** deyiladi. Normallashda ichki kuchlanishlar kamayadi, po'lat qayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarining yirik zarrali strukturasi maydalashadi.

Cho'yanni normalash – termik ishlov berish bo'lib, unda asosiy jarayon austenitlash va keyingi perlitli o'zgarish hisoblanadi. Cho'yandan tayyorlangan ferrit va ferrit – perlitli matritsaga ega bo'lgan, kamroq hollarda esa perlitli strukturaga ega bo'lgan quymalari normallashga jalb qilinadi. Cho'yandan tayyorlangan quymalar $850 - 950^\circ C$ haroratgacha qizdiriladi va $0,5 - 3$ soat ushlab turilgandan keyin tinch havoda yoki havo oqimida sovutiladi. Murakkab shaklga ega bo'lgan cho'yan quymalarda qoldiq kuchlanishni kamaytirish maqsadida $500^\circ C$ yaqin haroratda pech bilan birgalikda sovutiladi.

Cho'yandan tayyorlangan quymani qizdirganimizda, avval austenitlash jarayoni kechadi, bu jarayon $\alpha \rightarrow \gamma$ o'zgarishini, grafit va perlitli sementitni austenitda erishini o'z ichiga oladi. Austenitlashdan keyin cho'yan strukturasi austenit va grafitdan tashkil topadi. Keyingi cho'yanni qizdirishda grafit qisman austenitda eriydi va bog'langan uglerod miqdori oshadi.

Cho'yanni havoda tezlashtirilgan holda havoda sovutishda perlitni parchalanishi kuzatiladi va austenit hamda hamma matritsa perlitli yoki sorbitli strukturaga ega bo'ladi. Cho'yanni normallashda puxtalash ikki omil orqali amalga oshadi: erkin ferrit strukturasi bartaraf qilish (sementitga bog'langan uglerodni miqdorini oshishi) va perlitni dispersligini oshirish hisoblanadi. Cho'yan qattiqligi, ushbu holatda 150

HB dan to 200 – 250 HB gacha oshadi. Puxtalash samarasi cho'yaning dastlabki strukturasiga bog'liq. Ferrit strukturasiga ega bo'lgan cho'yanlarni normallashtirish nisbatan yuqori puxtalikka erishiladi, chunki cho'yaning yumshoq ferrit asosi nisbatan qattiq asosli perlit bilan almashadi. Perlit strukturasiga ega bo'lgan cho'yanlarni normallashtirishda, faqat evtektoidning dispersligi oshadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: CHOЛ-1,6, CIIIOЛ-1,2 turidagi pechlar (yumshatish va normallashtirish uchun), KCIИ – 3 va KCИ – 4 turidagi potentsiometrlar, cho'yanlardan tayyorlangan namunalari, silliqlash qum qog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattqlik o'lchaydigan asboblari, MПБ-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangensirkul, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar kulrang cho'yanlarni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa bolg'alanuvchan va juda puxta cho'yanlarga termik ishlash berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlash berish turini, ya'ni 6.1-jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 6.1-jadvalga yozilib boradi va u natija hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda cho'yanlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattqligini namunaga qo'yilgan yuklanish $P = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell asbobida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi. Shundan so'ng iz o'lchanadi va mos ravishdagi jadvaldan qattqlik aniqlanadi. Ish natijalari 6.1 – jadvalga kiritiladi;
- qizdirish haroratida namunalarni ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish haroratida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 6.1 –jadvalga kiritiladi;
- har bir talaba o'zining namunasini kerak bo'ladigan haroratgacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;

Eslatma. Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarni bilishi kerak:

- namunani pechga yuklashda maxsus qisqichlardan foydalanishi;
- talaba qo'lining kuyishini oldini olish uchun brezentli qo'lqop kiyib olishi;
- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, tinch havoda sovutishni;

- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artish va tozalash;
- normallashtirish o'tkazilgan namunaning qattiqligi Brinell asbobida o'lchanish va natijalar 6.1 – jadvalga kiritishni;
- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozishi va zarur bo'lgan xulosani qilishi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- cho'yanlarga termik ishlov berish texnologiyalarini qisqacha yozish;
- 6.1-jadval bajarilgan laboratoriya ishini natijalari bilan to'ldirish;
- cho'yanning qattiqligini bo'shatish haroratiga bog'liqlik grafigini qurish;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Cho'yan deb nimaga aytiladi?
2. Cho'yanlar necha xil bo'ladi?
3. Cho'yanlarga termik ishlov berishdan maqsad nima?
4. Bolg'alanuvchan cho'yan qanday olinadi?
5. Cho'yanlarga qanday termik ishlov beriladi?
5. Qizdirish harorati va ushlab turish vaqti qanday tanlanadi?
6. Sovutish muhiti qanday tanlanadi?
7. Cho'yanning normallashtirish va normallashtirishdan keyingi strukturasi haqida nimani bilasiz?
8. Cho'yanni yumshatish va normallashtirishda qanday qizdirish pechlari va o'lchov asboblari qo'llaniladi? 6.1 – jadval

Cho'yanlarning strukturasi va qattiqligiga termik ishlov berishning ta'siri

Cho'yanni markasi	Cho'yanni termik ishlov berishdan so'ng qattiqligi, HV	Termik ishlov berish rejimi			Termik ishlov berilgandan keyingi qattiqlik		mikro-struktura
		Qizdirish harorati, °C	Ushlab turish vaqti, min.	Sovutish usuli	HRC	HB	

7-LABORATORIYA ISHI

D16 MARKALI DYURALYUMINIYGA TERMİK ISHLOV BERISH

Ishdan maqsad: Talabalarni 100, 200 va 300° S haroratlarda D16 markali dyuralyuminiyga toblash va su'niy eskirtirish berish bo'yicha termik ishlov berish rejimlari bilan tanishish va amaliy malaka olishdir. D16 markali dyuralyuminiydan tayyorlangan namunaning qattiqligini su'niy eskirtirishga bog'liqlik grafigini qurish.

Nazariy qism: Alyuminiy qotishmalari uchun uchta turdagi termik ishlov berish turlari bajariladi: **yumshatish**, **toblash** va **eskirtirish**. Yumshatishning asosiy turiga quyidagilar kiradi: diffuziyali (gomogenli), rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) va qotishmalarni termik puxtalash.

Gomogenlovchi yumshatishda alyuminiy qotishmalaridagi qattiq eritma donasini mikro bir xil emasligini diffuziya yo'li tekislanadi, ya'ni quymada dendritli kimyoviy notekislikni (likvatsiyani) kamaytirish amalga oshiriladi. Biz bilamizki, harorat oshishi bilan diffuziya tezligi oshadi.

Alyuminiy qotishmalarni gomogenizatsiya qilish uchun 450 – 520° C gacha qizdiriladi va bu haroratda 4 soatdan to 40 soatgacha ushlab turiladi, ushlab turilgandan so'ng pech bilan birgalikda yoki havoda sovutiladi. Gomogenzatsiyalash natijasida struktura nisbatan bir xil holga keladi (gomogenlashadi), plastiklik oshadi, natijada quymaning issiq holda bosim bilan ishlashda deformatsiyalashni yaxshilaydi. Shuning uchun gomogenzatsiyalashni deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

Alyuminiy va uning qotishmalari (hamda boshqa rangli metall va ularning qotishmalari) uchun rekristallanuvchi yumshatish po'latlarga nisbatan kengroq va ko'proq qo'llaniladi. Alyuminiy va misga o'xshagan metallar hamda ular asosidagi juda ko'p qotishmalar toblash usulida puxtalanmaydi va ularning mexanik xossalari faqat sovuq bilan bosim ostida ishlov berilib, talab etilgan qiymatlarga yetishi mumkin. Bunday ishlov berishdagi oraliq operatsiyani (plastiklikni tiklashni) **rekristallanuvchi yumshatish** (qayta kristallanuvchi) deb ataladi. Bundan tashqari, ko'proq toblash orqali puxtalanadigan qotishmalarga sovuq bilan bosim ostida ishlov berish bilan birga keyingi talab etilgan xossaga ega bo'lishi uchun rekristallanuvchi yumshatish ham beriladi. Alyuminiy qotishmalarga rekristallanuvchi yumshatish berish harorati 300 – 500° C bo'lib, ushlab turish vaqti esa 0,5 – 2 soatni tashkil qiladi.

Termik puxtalangan alyuminiy qotishmalarini yumshatish ularda toblash va eskirtirish natijasida olingan puxtalikni to'liq olib tashlash uchun ishlatiladi; bu yumshatish 350 – 450° C haroratda qizdirib, shu haroratda 1 – 2 soat ushlab turib, keyingi yetarli darajadagi sekin sovutish (30° C/soat tezlikdan katta bo'lmagan tezlikda) orqali amalga oshiriladi. Sekin sovutishni qattiq eritmalarini diffuziya yordamida parchalanish jarayonini kechishi va parchalanish mahsulotlarining koagulyatsiyasini ta'minlash maqsadida o'tkaziladi.

Toblash. Zamonaviy texnikada turli miqdordagi legirlovchi elementlarga ega bo'lgan juda ko'plab alyuminiy qotishmalari qo'llaniladi. Bulardan ba'zilar, masalan Cu, Si, Mg, Zn va boshqalar alyuminiy va u asosidagi qotishmalarni xossalarini tezda o'zgartirib yuboradi. Boshqa, masalan Mn, Ni, Cr va boshqa elementlar qo'shimcha tarzda xossalarini yaxshilaydi. Na, Be, Ce, Nb kabi elementlar ko'proq, modifikatorlar, qo'shimchalar ko'rinishida qo'shiladi va ular alyuminiy va uning qotishmalariga turlicha ta'sir etadi hamda ularning strukturasi yaxshilaydi. Alyuminiy qotishmalari tarkibiga kirgan ba'zi bir elementlar alyuminiy bilan o'zgaruvchan miqdorga ega bo'lgan cheklangan qattiq eritmalar hosil qiladi va ularda temperaturaning pasayishi bilan elementlarning erishi kamayib boradi. Alyuminiy qotishmalarni toblash yuqorida aytilgan fikrlarga asoslanadi.

Misol tariqasida, alyuminiy-mis qotishmaning toblash jarayonini ko'rib chiqamiz. 20^0 C haroratda misning alyuminiyda erishi 0,1 % bo'lsa, 548^0 C haroratda esa 5,65 % ni tashkil etadi. 0,1 % dan kam miqdorda misga ega bo'lgan alyuminiy-misli qotishmalar, bir fazali qotishma bo'lgani uchun toblanmasligi ham mumkin. 0,1 % dan to 5,65 % gacha misga ega bo'lgan alyuminiy qotishmalari ikki fazali qotishma bo'lib, dastlabki yumshatilgan holatda strukturasi misning alyuminiydagi qattiq α eritmasi va CuAl_2 kimyoviy birikmasi qo'shimchasidan iborat. Alyuminiy qotishmalarini cheklangan erish chizig'idan yuqori haroratgacha qizdirganimizda, masalan, 4 % Cu ga ega bo'lgan alyuminiy qotishmasini t_1 haroratdan yuqori haroratgacha qizdirganimizda, qotishmada CuAl_2 qo'shimcha eriydi va bir fazali qattiq α eritma hosil qiladi. Qotishmani tez sovutish (suvda sovutish orqali) orqali misning alyuminiydagi (o'ta to'yingan) qattiq α eritmasini qayd qilish mumkin. Toblashdan so'ng alyuminiy qotishmasini mustahkamligi bir qanchaga oshadi, plastiklik o'zgarmaydi.

Eskirtirish. Alyuminiy qotishmalari toblashdan so'ng eskirtirishga jalb qilinadi. Bunda o'ta to'yingan qattiq eritmani parchalanishi ro'y beradi. Al-Cu qotishmalarni eskirtirishda maxsus jarayonlar kechadi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalaridan eng ko'p tarqalgani dyuralyuminiy bo'lib, uning kimyoviy tarkibi alyuminiyning mis va magniy hamda qo'shimcha qo'shilgan marganesda tashkil topgan (7.1 - jadval).

Dyuralyuminiydagi mis, magniy, marganes hamda kremniy va temir qo'shimchalari (noldan o'n foizlarda) qotishma qizdirilganda bir qator erigan fazalar (puxtalovchi) – CuAl_2 , Mg_2Si , Al_2CuMg (S faza deb atadi) va amaliy jihatidan erimaydigan fazalar – $\text{Al}_6(\text{Mn, Fe})$, AlFeSiMn yuzaga keladi.

Dyuralyuminiyning yumshatilgandan keyingi mikrostrukturasi qattiq α eritmadan va turli fazalarning qo'shimchalaridan iborat.

Dyuralyuminiyni taxminan 500^0 C haroratgacha qizdirish puxtalaydigan fazalar α eritmada eriydi, suvda tez sovutish esa (toblash) o'ta to'yingan qattiq eritmani qayd qiladi. Toblashdan so'ng dyuralyuminiyning mikrostrukturasi o'ta to'yingan qattiq α eritma donasi va qizdirilganda qattiq eritmada erimagan fazalardan iborat bo'lib, tabiiy eskirtirishdan keyin qotishmani mikrostrukturasi o'zgarmaydi.

Su'niy eskirtirishdan keyin α qattiq eritma donalari chegaralarida va donaning ichida CuAl_2 va S faza kabilar qo'shimchalar ajaralib chiqadi.

Toblangan holatda dyuralyuminiy plastik va yengil deformatsiyalanadi. Toblash va tabiiy yoki su'niy eskirtirishdan keyin duralyuminiyning mustahkamligi tezda oshadi. Mustahkamlikning maksimum qiymati tabiiy eskirtirishdan so'ng olinadi. Qotishmani su'niy eskirtirishda eskirtirish harorati qanchalik yuqori bo'lsa, u shunchalik tez puxtalanadi, lekin bunda maksimum mustahkamlikka nisbatan kichiroq mustahkamlik qiymati olinadi.

7.1 – jadval

Dyuralyuminiy kimyoviy tarkibi (% da)

Qotish- ma tar- kibi	Cu	Mg	Mn	Qotish- ma tar- kibi	Cu	Mg	Mn
D1	3,8 - 4,8	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8	V65	3,9 - 4,5	0,15-0,3	0,3-0,5
D16	3,8 - 4,9	1,2 - 1,8	0,3 - 0,9	VD17	2,6 – 3,2	2,0 – 2,4	0,45-0,7
D18	2,2 – 3,0	0,2 – 0,5	-				

Toblangan dyuralyuminiyga past haroratda (-5°C da) ishlov berish unda qattiq α eritmani parchalanishini to'xtatib qoladi; -50°C haroratda esa parchalanish umuman kuzatilmaydi. Dyuralyuminiy sovuq bilan ishlov berish toblangan po'latga sovuq bilan ishlov berishda yuzaga keladigan natijaga qaraganda qarama-qarshi natija beradi.

Dyuralyuminiy toblashdan keyingi davrda puxtalanishi ro'y bermaydi va puxtalanishga ketadigan vaqt unchalik katta bo'lmay, 1-6 soatni tashkil qiladi. Bu vaqtda dyuralyuminiy bilan hamma sovuq holda ishlov berish operatsiyalari (shtampovkalash, cho'zish va boshqalar) bajarilishi zarur.

Dyuralyuminiyga termik ishlov berishning o'ziga xos tomoni toblashda qizdirishning kichik harorat intervaliga $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ga ega ekanligidir (masalan, D16, D18, VD17 kabi markali duralyuminiylarda bu ko'rsatkich $495 - 505^{\circ}\text{C}$, D1 dyuralyuminiy markasi uchun $500 - 510^{\circ}\text{C}$, V65 dyuralyuminiy markasi uchun esa $515 - 525^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi). Dyuralyuminiy toblashda ko'rsatilgan qizdirish haroratlariga qat'iy rioya qilish darkor, agar dyuralyuminiy qizdirishda ko'rsatilgan haroratlardan past yoki yuqori haroratda qizdirsak, u holda bu qotishmaning mustahkamligi va plastikliki sezilarli darajada kamayishiga olib keladi.

Dyuralyuminiy ruxsat etilgan ko'rsatkichdan yuqori haroratda toblashda qizdirishda mexanik xossalarining pasayishi undaga metall donalari chegaralari bo'ylab oksidlanishi bilan yuzaga keladigan evtektikani erishi, ya'ni o'ta kuyish bilan tushuntiriladi. Dyuralyuminiy ruxsat etilgan ko'rsatkichdan past haroratda toblashda qizdirishda mexanik xossalarining pasayishi esa puxtalaydigan fazalarni maksimal erishi ro'y bermasligi bilan izohlanadi.

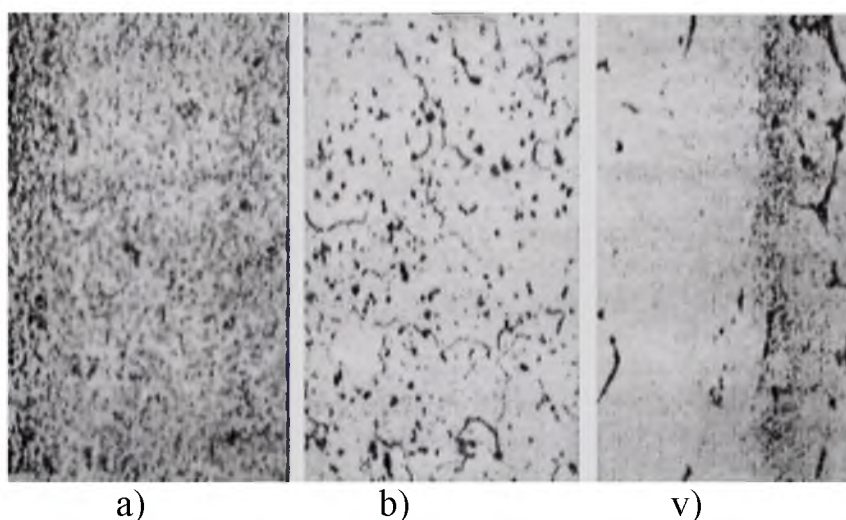
Dyuralyuminiy toblashda qizdirishning kichik harorat intervaliga ega bo'lishi oqibatida uning uchun ishlatiladigan pechlar qizdirish va toblash haroratlari

intervalidan oshmaydigan haroratlar o'zgarishlarini bir xilligini ta'minlashi lozim. Bu talablarga tuzli (selitralli) vannalar va yaxshi havoni sirkulyatsiya qiladigan elektr pechlar javob beradi.

Qizdirilgan alyuminiy qotishmalari (toblash haroratida ushlab turilgandan keyin) zudlik bilan pechdan (vannadan) toblash bakiga olib, $30 - 40^{\circ} \text{C}$ haroratdan oshmaydigan sovuq suvda sovutiladi. Bu holat alyuminiy qotishmalarida ularni puxtalashda zarur bo'ladigan qattiq eritmani qayd qilish uchun hamda kristallararo korroziyani oldini olish uchun kerak.

Dyuralyuminiy mikrostrukturasi ko'rinishi 7.1 – rasmda tasvirlangan.

Eng ko'p tarqalgan va ishlatiladigan D16 markali dyuralyuminiy qotishmasini yumshatishdan keyin, toblashdan so'ng va toblash va eskirtirishdan keyingi mexanik xossalari 7.2 -jadvalda ko'rsatilgan.



7.1 - rasm. Dyuralyuminiy mikrostrukturasi:
a –yumshatilgan holatda; b – toblangan holatda; v –o'ta qizdirilgan toblanish holatida. X200

7.2 – jadval

D16 qotishmaning mexanik xossalari

Holat	σ_v		$\sigma_{0.2}$		$\delta, \%$
	kgk/mm ²	MN/m ²	kgk/mm ²	MN/m ²	
Yumshatishdan keyin	20	200	12	120	25
Bevosita toblashdan so'ng	30	300	22	220	23
Toblash va eskirtirishdan keyin	45	450	34	340	18

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: mufelli pech potentsiometri bilan, suv solingan toblash baki, Brinell turidagi qattqlik o'lchaydigan asbob, izni o'lchaydigan lupa, dyuralyuminiyning izi, shtangensirkul, qum qog'oz, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, GOST bo'yicha jadvallari va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

Talabalar laboratoriya ishini bajarish uchun o'qituvchidan 4 ta komplekti dyuralyuminiy namunasini oladilar va quyidagilarni bajarishlari kerak:

- dyuralyuminiydan tayyorlangan namunaning qattqligini dastlabki (yumshatilgan) holatda HV shkalasi bo'yicha aniqlash va uni 7.3-jadvalga yozish;
- D16 markali dyuralyuminiy uchun toblash harorati – taxminan 500°C qilib tanlanadi;
- dyuralyuminiydan tayyorlangan namuna uchun namuna diametri yoki qalinligi 1 mm bo'lganda 2 minut ushlab turish vaqti kerakligi hisobidan qizdirish vaqti aniqlanadi;
- namunalari 500°C gacha qizdirilgan pechga yuklanadi va talab etilgan vaqt ushlab turiladi;
- namunalarni birin ketin pechdan chiqariladi va suvda toblanadi;
- toblashdan keyin namunani ikki toretsi silliqlash qum qog'ozida tozalanadi;
- toblangan namunalari qattqligi HV shkala bo'yicha aniqlanadi va 7.3 – jadvalga kiritiladi;
- toblangan namunalarni $100, 200$ va 300°C haroratlarda har bir namunani 30 minut ushlab turib, su'niy eskirtirish o'tkazish;
- eskirtirishdan keyin namunani ikki tomonini silliqlash qum qog'ozida tozalash, HV shkalasi bo'yicha qattqlikni aniqlash va olingan natijalarni 7.3 – jadvalga kiritish;
- HV shkalasi bo'yicha olingan qattqlik ma'lumotlari bilan dyuralyuminiy namunasini qattqligini su'niy eskirtirish haroratsiga bog'liqlik grafigini qurish kerak. Dastlabki qattqlik qilib, toblangan namuna qattqligi olinishi kerak;
- toblash va su'niy eskirtirishdagi dyuralyuminiy qotishmasidagi faza va struktura o'zgarishlarini yozish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- Al-Cu holat diagrammasini faza va struktura tashkil etuvchilarni ko'rsatib chizish kerak. Diagrammada tadqiqot qilinayotgan qotishma tarkibi, termik ishlov berish uchun qizdirish haroratini ko'rsatish lozim va toblash hamda su'niy eskirtirishdagi dyuralyuminiy qotishmasidagi faza va struktura o'zgarishlarini yozish kerak;

- 7.3-jadval bajarilgan laboratoriya ishini natijalari bilan to'ldirish;
- HV shkalasi bo'yicha olingan qattqlik ma'lumotlari bilan dyuralyuminiy namunasini qattqligini su'niy eskirtirish haroratiga bog'liqlik grafigini qurish;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa qilish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Dyuralyuminiy nima?
2. Dyuralyuminiy necha xil bo'ladi?
3. Dyuralyuminiyga termik ishlov berishdan maqsad nima?
4. Dyuralyuminiyga termik ishlov berishda qizdirish harorati nimaga teng?
5. Dyuralyuminiyga qanday termik ishlov beriladi?
5. Dyuralyuminiy uchun qizdirish harorati va ushlab turish vaqti qanday tanlanadi?
6. Sovutish muhiti qanday tanlanadi?
7. Dyuralyuminiy toblash va su'niy eskirtirishdan keyin strukturasi haqida nimani bilasiz?
8. Dyuralyuminiy su'niy eskirtirish qanday haroratda amalga oshiriladi?
9. Toblash va su'niy eskirtirishdagi dyuralyuminiy qotishmasida qanday faza va struktura o'zgarishlari ro'y beradi?
10. Su'niy eskirtirish nima?
11. Dyuralyuminiy qanday yana markalarini bilasiz?
12. D16 degani nima?

7.3 – jadval

Dyuralyuminiydan tayyorlangan namunalarni dastlabki, toblangan va su'niy eskirtirilgan holatlaridagi qattqligi

№	Qotishma markasi	Namunalarni diametri yoki qalinligi, mm	Dastlabki holatdagi qattqligi, HV	Toblash harorati, °C	Toblashda qizdirish vaqt, minut	Toblashdan keyingi qattqligi, HV	Eskirtirish harorati °C	Eskirtirishni davom etish vaqti, min.	Eskirtirishdan keyingi qattqligi, HV
1							100	30	
2							200	30	
3							300	30	

8 - LABORATORIYA ISHI

LATUNGA TERMİK ISHLOV BERISH

Ishdan maqsad: Mis asosiy qotishmalaridan biri bo'lgan latunga termik ishlov berish rejimlari bilan tanishish va amaliy malaka olishdir.

Nazariy qism: Misni deformatsiyalash uning mustahkamligini oshishi [$\sigma_v = 40 \div 45 \text{ kgs/mm}^2$ ($400 - 450 \text{ MN/m}^2$)] va plastikligining ($\delta = 2 \div 4 \%$) kamayishi bilan boradi. Misning plastikligini oshirish uchun uni $500 - 600^\circ \text{C}$ haroratda rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishga jalb qilinadi va natijada plastiklik tezda oshadi ($\delta = 45 \div 50 \%$), mustahkamlik kamayadi [$\sigma_v = 25 \text{ kgs/mm}^2$ (250 MN/m^2)]. Nisbatan yuqori haroratlardagi rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishda, nafaqat donani o'sishi, balki rekristallanish teksturasi ham hosil bo'ladi, natijada misdan tayyorlangan listlarni cho'zilishini yomonlashtiradi.

Bir fazali α latunda (misning miqdori 61 % dan kam bo'lgan L70, LN65-5 va boshqa markali latunlarda) faza o'zgarishlari ro'y bermaydi va shuning uchun ular faqat $600 - 700^\circ \text{C}$ haroratda rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishga jalb qilinadi (puxtalashni (naklyopni) olib tashlash uchun) α latunni yumshatishda sovutish havoda yoki sovutishni tezlashtirish va undan oksidlarni yaxshi ajralishi uchun suvda ham olib boriladi.

($\alpha + \beta$) – latunlarni (mis miqdori 55 – 61 % bo'lgan JIC59-1, ЛЖМц59-1-1 va boshqa markali latunlarni) qizdirishda fazalarni qayta kristallanishi kuzatilib, yumshatishdagi sovutish tezligi latunning strukturasi va xossasiga ta'sir qiladi. Latunni yumshatishda asta-sekin sovutish uni nisbatan plastikligiga ta'sir qiladi va o'z navbatida uning strukturasi plastik α faza ko'proq va kam plastik β faza esa kamroq bo'ladi. Agar yumshatishda tez sovutadigan bo'lsak, teskarisi bo'lib, β faza ko'roq, α faza esa kamroq bo'ladi.

Chuqur cho'zish uchun ishlaydigan latundan tayyorlangan listlarda mayda donali strukturani olish uchun ularni nisbatan past haroratlarda ($450 - 550^\circ \text{C}$) yumshatiladi.

Nam atmosfera sharoitlarida ishlaydigan deformatsiyadan keyin qoldiq deformatsiyasiga ega bo'lgan latundan tayyorlangan detallar uchun o'z-o'zidan yorilib, darz ketishi xarakterli hisoblanadi. Bu holatni oldini olish uchun latundan tayyorlangan bunday detallar past haroratli yumshatishga (rekristallanish ya'ni qayta kristallanish haroratsidan past harorat, ya'ni $200 - 300^\circ \text{C}$) jalb qilinadi, natijada qoldiq kuchlanishlar bartaraf qilinadi, puxtalash (naklyop) saqlanib qoladi.

Ayniqsa, alyuminiyli latunlar o'z-o'zidan yorilib ketishga moyil bo'lganligi uchun ko'proq ularni past haroratli yumshatishga jalb qilish zarur.

Mikrostrukturasi ko'ra qalayli bronzalar bir fazali α – bronzaga (bunda qalay miqdori 6 % gacha bo'ladi) va ikki fazali $\alpha + \text{evtektoidli}$ [$\alpha + \delta(\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8)$] – bronzaga (bunda qalay miqdori 6 % dan yuqori bo'ladi) bo'linadi. Qotishmada qanchalik qalay miqdori ko'p bo'lsa, evtektoid shunchalik katta bo'ladi, o'z navbatida evtektoid mo'rt bo'lganligidan qalayli bronzalarda qalayning maksimal miqdori 11 % gachani

tashkil qiladi. Bir fazali bronzalarda kimyoviy tarkibni tekislashtirish va δ - qattiq fazali qo'shimchaga ega bo'lgan ikki fazali strukturani bir fazali α - fazaga aylantirish uchun (buning oqibatida plastiklik oshadi) bronzalar $700 - 750^{\circ}\text{C}$ haroratgacha qizdirib, ushlab turib keyingi tez sovutish jaryoni hisoblangan gomogenlovchi yumshatishga jalb qilinadi. Ichki kuchlanishlarni yo'qotish uchun bronzadan olingan quymalar 550°C haroratda yumshatiladi. Deformatsiyalanadigan qalayli bronza-lar 6 % gacha qalayga ega bo'ladi va ulardagi sovuq bilan ishlov berish operatsiyalar orasida ularning plastikligini qayta tiklash uchun $600 - 700^{\circ}\text{C}$ haroratda rekristallanuvchi (qayta tiklanuvchi) yumshatish bajariladi.

9,4 % dan 11,8 % gacha alyuminiyga ega bo'lgan bronza 565°C temperaturadan yuqori haroratda strukturasi β yoki $(\alpha+\beta)$ - fazalardan iborat bo'ladi . Bu bronza sekin sovutilganda β faza 565°C haroratda $\beta_s \rightarrow \alpha + \gamma_{2b}$ ga evtektoidli parchalanadi va bu qotishmalarning strukturasi α – qattiq eritma donasi va $(\alpha+\gamma_2)$ fazadan iborat evtektoiddan iborat bo'ladi. Yuqorida aytib o'tilgan fikrlardan, 8 dan 11 % gacha alyuminiyga ega bo'lgan alyuminiyli bronzada qizdirish va sovutishda fazalarni qayta kristallanishi ro'y berishi tufayli termik ishlov berishga (toblashga) jalb qilinadi. Agar, evtektoidgacha bo'lgan alyuminiyli bronzani, masalan 10-11 % alyuminiyga ega bo'lgan bronzani strukturasi β faza hosil bo'lguncha qizdirib, so'ngra tezda sovutsak (suvda), martensit tipidagi strukturadagi β fazaga diffuziyasiz o'tishi kuzatiladi .

Toblash natijasida mustahkamlik va qattiqlik oshadi, plastiklik kamayadi. Toblashdan so'ng talab qilingan xossaga qarab, $400 - 650^{\circ}\text{C}$ haroratda bo'shatiladi. Eng samarali natijani Бр.АЖН10-4-4 markali bronzani toblashda kuzatish mumkin.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: mufelli pech potentsiometri bilan, suv solingan toblash baki, Brinell turidagi qattiqlik o'lchaydigan asbob, izni o'lchaydigan lupa, latunning izi, shtangensirkul, qum qog'oz, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, GOST bo'yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

Talabalar laboratoriya ishini bajarish uchun o'qituvchidan 4 ta komplekt latunni namunasini oladilar va quyidagilarni bajarishlari kerak:

- latundan tayyorlangan namunaning qattiqligini dastlabki (yumshatilgan) holatda HV shkalasi bo'yicha aniqlash va uni 8.1-jadvalga yozish;
- Л170 markali latun uchun yumshatish harorati – taxminan 600°C qilib tanlanadi;
- latundan tayyorlangan namuna uchun namuna diametri yoki qalinligi 1 mm bo'lganda 2 minut ushlab turish vaqti kerakligi hisobidan qizdirish vaqti aniqlanadi;
- namunalari 600°C gacha qizdirilgan pechga yuklanadi va talab etilgan vaqt ushlab turiladi;
- namunalarni birin-ketin pechdan chiqariladi;

- yumshatishdan keyin namunani ikki toretsi silliqlash qum qog'ozida tozalanadi;
- yumshatilgan namunalar qattiqligi HV shkala bo'yicha aniqlanadi va 8.1 – jadvalga kiritiladi;
- yumshatilgan latun qotishmasidagi faza va struktura o'zgarishlarini yozish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishining maqsadi;
- JI70 markali latundagi faza va struktura o'zgarishlarini yozish kerak;
- 8.1-jadval bajarilgan laboratoriya ishi natijalari bilan to'ldirish;
- HV shkalasi bo'yicha olingan qattqlik ma'lumotlari bilan latun namunasi qattiqligini yumshatish haroratiga bog'liqlik grafigini qurish;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa qilish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Latun nima?
2. Latunlar necha xil bo'ladi?
3. Latunga termik ishlov berishdan maqsad nima?
4. Latunga termik ishlov berishda qizdirish harorasi nimaga teng?
5. Latunga qanday termik ishlov beriladi?
5. Latun uchun qizdirish harorati va ushlab turish vaqti qanday tanlanadi?
6. Sovutish muhiti qanday tanlanadi?
7. Latunning toblash va su'niy eskiritirishdan keyin strukturalari haqida nimani bilasiz?
8. Latunning su'niy eskiritirish qanday haroratda amalga oshiriladi?
9. Toblash va su'niy eskiritirishdagi latunda qanday faza va struktura o'zgarishlari ro'y beradi?
10. Su'niy eskiritirish nima?
11. Latunning qanday yana markalarini bilasiz?
12. ГОСТ 52-1 degani nima?

8.1 – jadval

Latundan tayyorlangan namunalarni dastlabki, yumshatilgan holatlaridagi qattiqligi

№	Latun markasi	Namunalarni diametri yoki qalinligi, mm	Dastlabki holatdagi qattiqligi, HV	Yumshatish harorati, °C	Yumshatishda qizdirish vaqt, minut	Yumshatishdan keyingi qattiqligi, HV
1						
2						
3						

9-LABORATORIYA ISHI

LATUN VA BRONZANING MIKROSTRUKTURASI TAHLILI

Ishdan maqsad: Latun va bronza mikrostrukturasini dastlabki holatda va termik ishlov berilgandan keyin o'rganish.

Nazariy qism: Temir va uning qotishmalaridan, tashqari hamma metallar **rangli metallar** deyiladi. Mashinasozlikda va ishlab chiqarishda mis, alyuminiy, titan, qalay, qo'rg'oshin, nikel, kobalt, volfram va boshqa metallar hamda ularning qotishmalari qo'llaniladi. Rangli metallar qimmat va noyobdir, shuning uchun ular ko'proq po'lat va cho'yan bilan almashtirilishiga xarakat qilinadi. Biroq, rangli metall va ularning qotishmalari uchun xos bo'lgan o'ziga xos fizik, mexanik, kimyoviy va texnologik xossalari, uni juda ko'p hollarda almashtirilishiga yo'l qo'ymaydi.

Texnik rangli metallar ichida eng ko'p tarqalgani mis hisoblanadi. Mis yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlikka va korroziyaga bardoshlikka ega. Misning issiq va sovuq holatda plastik deformatsiyalanuvchanligi yuqori xususiyatlaridan biri bo'lib, undan turli yarimtayyor mahsulotlar (tasma, list, sim, prutoklar) tayyorlash imkonini beradi.

Kichik mustahkamligi tufayli mis konstruksion material sifatida keng ko'lamda qo'llanilmaydi. Misning mustahkamlik tavsifnomalari plastik deformatsiyalanish yoki unga legirlovchi elementlar qo'shishi yo'li bilan oshirilishi mumkin. Puxtalalanish va ortiqcha qo'shimchalar misni plastikligini va elektr o'tkazuvchanligini kamaytiradi.

Puxtalangan misni qayta kristallanuvchi yumshatish orqali tiklash mumkin.

Mis plastik deformatsiya va qayta kristallanuvchi yumshatishdan keyin poliedrik tuzilishga ega bo'ladi. Misning mikrostrukturasida qayta kristallanuvchi dona ichida mis oksidini qo'shimchasi (Cu_2O) ham ko'rinishi mumkin.

Misning yuqori mustahkamlik xossalari uning qotishmalarida yaqqol namoyon bo'ladi. Misning bu qotishmalariga latun va bronzalar kiradi.

Latunlar

Mashinasozlikda misning rux bilan qotishmasi ko'plab qo'llanilmoqda va u qotishmani **latun** deyiladi. Latunlar oddiy va maxsus latunlarga bo'linadi. Oddiy latunlar mis bilan ruxning ikki komponentli qotishmasi hisoblanadi. Maxsus latunlarda esa oddiy latundagi elementlardan tashqari qaysidir xossasini yaxshilash uchun qo'shilgan ma'lum miqdorda legirlovchi qo'shimchalarga (Al, Ni, Fe, Mn, Sn, Si, Pb) ham ega bo'ladi.

Misning rux bilan o'zaro ta'sirlashuvi, shunga mos holat diagrammasida xarakterlanadi (9.1 - rasm). Keltirilgan diagramma asosan, beshta peritektik diagrammadan tashkil topgan bo'ladi. Likvidus chizig'i alohida qismi bo'yicha suyuq eritmadan 6 ta turli fazalar kristallanadi: α , β , γ , δ , ϵ , η . Bu fazalar izomorf sistemada qattiq eritma

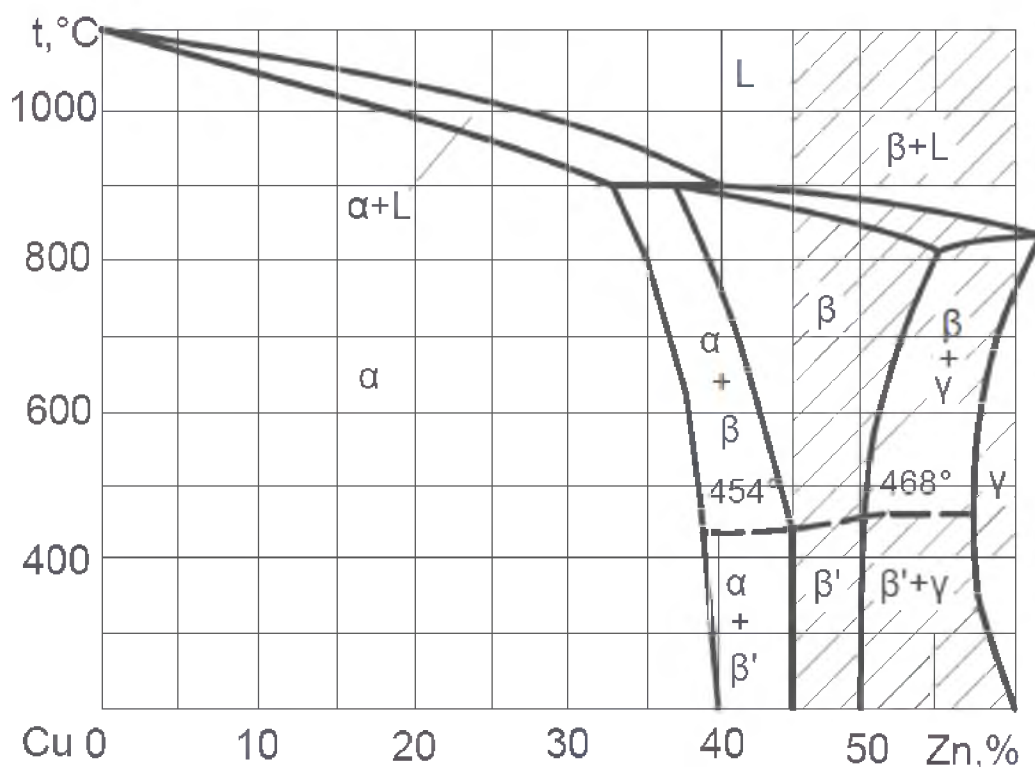
bo'lib, shakllanadi. Biroq, komponentlarning ma'lum bir miqdorida α , β , γ , δ , ε , η fazalar peritektik reaksiyalar bo'yicha hosil bo'ladi.

Eng ko'p amaliy jihatdan qo'llaniladigan latunlarda rux miqdori 47 – 50 % bo'ladi. Faza holatiga qarab, ushbu qotishmalar α -, ($\alpha+\beta$) va β - latunlar deb ataladi.

39 % gacha ruxga ega bo'lgan latunlar xona haroratida α qattiq eritma strukturasiga ega bo'lib, yoqlari markazlashgan kub kristall panjaraga ega bo'lgan ruxning misdagi o'rin almashish qattiq eritmasi hisoblanadi.

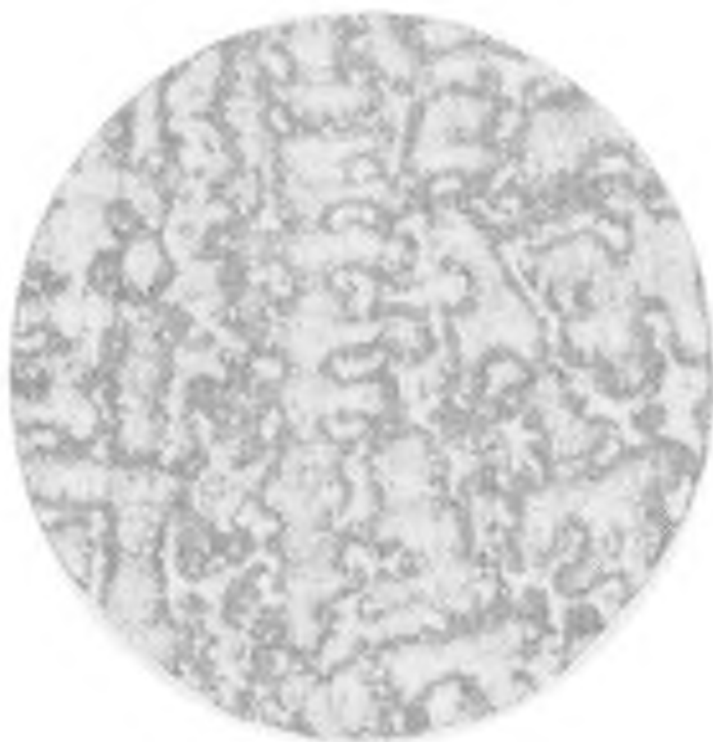
α latun quyma holatda odatdagi, tipik dendritli strukturaga ega bo'ladi. Ushbu holatda mis bilan boyitilgan ochiq ko'rinishga ega bo'lgan dendritlar o'qi α qattiq eritma boyigan qora fonda joylashgan (9.2 - rasm).

Quyma latunni deformatsiyalash va keyingi 600 – 700° C haroratda yumshatish donada kimyoviy notekislikni bartaraf etadi. Natijada ikkilanganliklar polosasi xarakteriga ega bo'lgan bir tekisdagi donali struktura yuzaga keladi .



9.1 – rasm. Mis – ruxning holat diagramassini chap qismi

454 – 468° C dan yuqori haroratda β faza – tartiblanmagan qattiq eritmadir. Ushbu haroratlarda hajmi markazlashgan kub kristall panjarada mis va ruxning atomlarini tartiblanishi sodir bo'ladi.



9.2 – rasm. Quyma α latunning mikrostrukturasi (dendritlarning o'qi mis bilan, o'qlar orasi esa rux bilan boyitilgan). X200

39 – 45 % ruxga ega bo'lgan latunlarda β faza hosil bo'lib, u hajmi markazlashgan kub kristall panjaraga ega bo'lgan CuZn kimyoviy birikma bazasida qattiq eritma ko'rinishida bo'ladi. Yuqori haroratlarda β fazaning gomogen sohasi 38 dan to 56 % gacha ruxda taqsimlanadi, lekin bu soha harorat pasayishi bilan 45 – 49 % Zn intervaligacha qisqaradi.

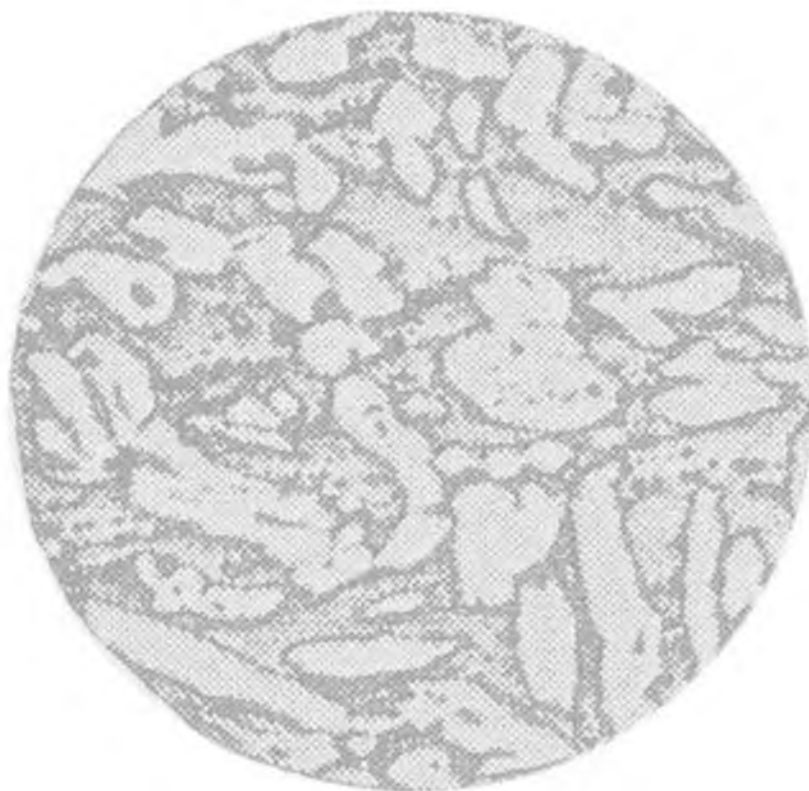
Chap va o'ngda ko'rsatilgan rux miqdoridagi qotishmada β fazani parchalanishi α - yoki β - fazalarni ajratib, hosil bo'ladi.

Ikki fazali latunlarning mikrostrukturasi α qattiq eritmani ochiq ko'rinishdagi kristallari va β qattiq eritmani nisbatan qoraroq ko'rinishdagi kristallaridan tashkil topadi (9.3 - rasm).

Latunning xossasi uning strukturasi va undagi rux miqdoriga bog'liq bo'ladi. α latunni mustahkamlik va plastikligi ruxning miqdori oshishi bilan oshadi. 30 % ruxga ega bo'lgan latun maksimal plastiklikka ega bo'ladi.

Latunlarning quymakorlik xossalari kichik kimyoviy notekislikka ega ekanligi, yaxshi oquvchanligi, lekin Yetarli darajada kirishuv bo'shliqlari hosil bo'lishiga moyilligi bilan xarakterlanadi. Shuning uchun latun deformatsiyalanuvchi material sifatida ishlatiladi.

Ishlab chiqarishda ishlatiladigan α latun yuqori plastiklikka, korroziyaga bardoshlikka ega. Ular listlar, tasmalar, trubalar va prutoklar ko'rinishida qo'llaniladi.



9.3 –rasm. Л62 markali ikki fazali quyma latunning mikrostrukturasi (och, oq ko'rinishdagi dona – α faza, qora fon – β faza). X200

Ikki fazali ($\alpha+\beta$) latunlar bosim bilan ishlov berishda bir fazali β holatigacha qizdiriladi. Ikki fazali latunlarga Л62, Л59 markali latunlar kiradi.

Latunlarda asosiy termik ishlov berish turiga yumshatish kiradi. Yumshatish asosoan, keyingi plastik deformatsiyalanishi uchun materialni qattiqligini kamaytirish maqsadida amalga oshiriladi. Ishlab chiqarish sharoitlarda latunlarni yumshatish $600 - 700^{\circ} \text{C}$ haroratlarda amalga oshiriladi. α latunni sovutish tezligi ixtiyoriy hisoblanadi, chunki latunda sovutish jarayonida hech qanday fazalar o'zgarishlari ro'y bermaydi. Biroq, ko'pchilik hollarda latunni sovutishni havoda yoki suvda olib borilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Chuqur cho'zish usulida olinadigan buyumlarda sifatli yuzalarini ta'minlash uchun latunda kichik donali strukturani olish kerak. Shuning uchun chuqur cho'zishda qo'llaniladigan tasma va boshqa buyumlarni $450 - 550^{\circ} \text{C}$ da yumshatiladi.

Ikki fazali ($\alpha+\beta$) latunlarning strukturasi va xossasi yumshatishdan so'ng sovutish tezligiga bog'liq. Shuning uchun sovuq holda keyingi deformatsiyalanish uchun mo'ljallangan ushbu materialni sekin sovutish kerak, chunki bu sovutishda juda ko'p miqdordagi kichik plastiklikka ega bo'lgan β faza plastik hisoblangan α fazaga aylanishi darkor. Latunni yumshatishdan keyin tez sovutish uning strukturasi ko'p miqdorda β faza borligini qayd etadi, bu esa latunning qattiqligini, mustahkamligini oshiradi va kesish bilan ishlov beruvchanligini yaxshilaydi.

Latunni yumshatish jarayonida o'ta qizdirish va kuydirish uning mustahkamlik va plastikligini yomonlashtiradi. Yuqori haroratlarda latunni donasi intensiv ravishda oshiradi va qayta kristallanish teksturasini yuzaga keltiradi. Juda yuqqa latundan tayyorlangan yarim tayyor mahsulotlarda dona chegarasini oksidlanishi ro'y berishi mumkin. Bu nuqson tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlar qatoriga kiradi.

Bronzalar

Misning hamma elementlar bilan hosil qilgan qotishmasiga **bronza** deyiladi. Qotishmada mavjud elementlarga bog'liq ravishda qalayli, alyuminiyli, berilliyli, qo'rg'oshinli bronzalar va boshqalar bo'ladi.

Qalayni mis bilan o'zaro ta'sirlashishi xarakteri ushbu komponentlar holat diagrammasi bilan aniqlanadi (9.4 - rasm). Qalayli bronzalarning o'ziga xos tomoniga kimyoviy notekislikka moyilligi juda kattadir. Shu munosabat bilan diagrammaga ikkita chiziq to'ri tortilgan. Yaxlit chiziqlar muvozanat holatiga mos keladi, bu asosan sezilarli darajadagi deformatsiya va qotishmadagi uzoq muddatdagi yumshatishda yuzaga keladi. Shtrixli chiziqlar qotishmani Misda qalay 14 % gacha eriydi.

Qalayni ko'p miqdorida (20 % gacha) bo'lishi bronzani mo'rtlikka olib keladi. Ana shu maqsadda 14 – 20 % gacha bo'lgan qalayga ega bo'lgan bronzalar amaliy jihatdan ko'p qo'llaniladi.

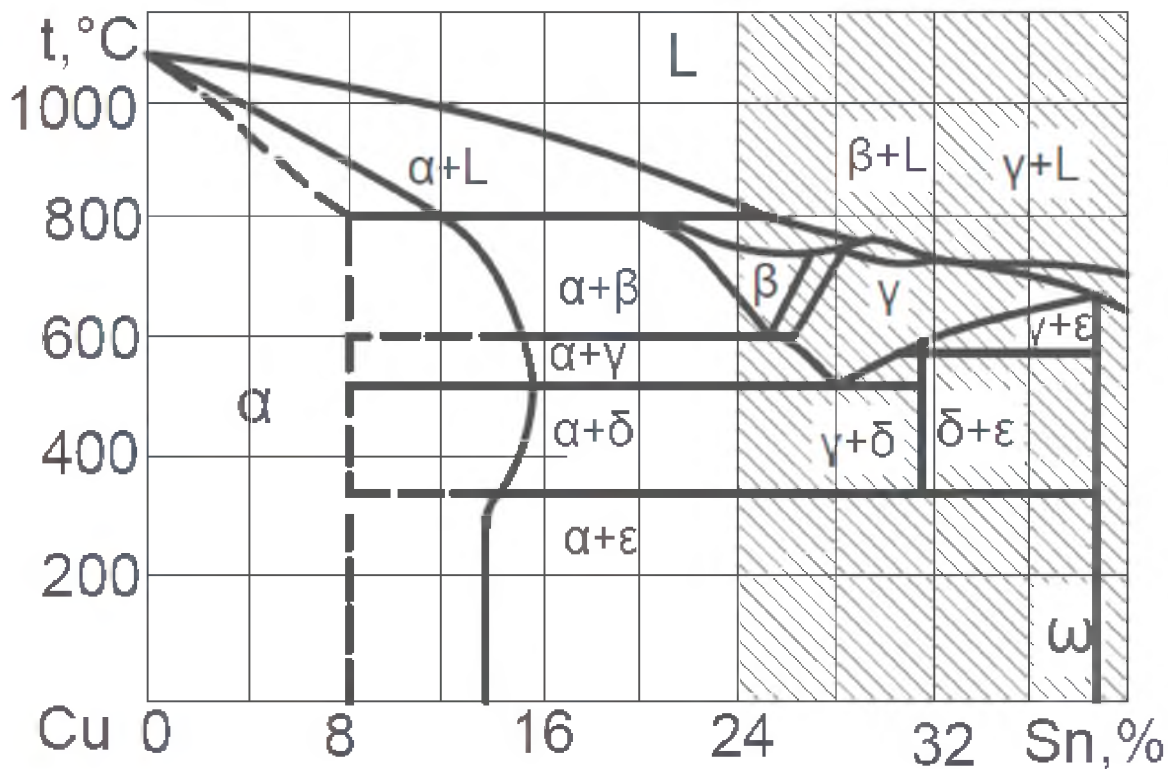
5 – 6 % qalay bo'lgan quyma bronzani strukturasida α qattiq eritmani bir tekisda bo'lmagan dendritli tuzilishi kuzatiladi. Dendrit o'qilari mis bilan boyigan bo'lsa (qora joylar) va o'qlar orasida oraliqda qalayning yuqori miqdori (ochiq, oq joylar) bo'ladi (9.5 – rasm).

Bronzani deformatsiyalash va uni yumshatishdan keyin u bir fazali tuzilishni shakllantiradi.

Ikkilangan qalayli bronzalar strukturasida begona qo'shimchalarni ko'rish mumkin. Juda yomon oksidlantirilgan bronzada qattiq mo'rt qalay oksidi qo'shimchasi ko'rinadi. Bu qo'shimchalar oksidsizlantirilishda uncha katta bo'lmagan miqdorda fosforni (1 % gacha) qo'shib, bartaraf qilinadi.

Bronzani arzonlashtirish maqsadida unga 5 – 10 % rux qo'shiladi, bu tarkibda qo'shilgan rux bronzani strukturasiga sezilarli darajada ta'sir qilmaydi. Bronzani kesib ishlov beruvchanligini ularga uncha katta bo'lmagan miqdorda (3 – 5 %) qo'rg'oshin qo'shilganda sezilarli darajada yaxshilanadi.

Bir fazali alyuminiyli bronza (Bp.A5) o'ta plastik bo'lib, issiq va sovuq holatda yaxshi deformatsiyalanadi. Ushbu latundan tayyorlangan buyum shtampkovlashdan keyin puxtalanishni olib tashlash uchun qayta kristallanuvchi yumshatishga jalb qilinadi. Ikki fazali bronzalar yaxshi mustahkamlik xossasiga va nisbatan kichik plastiklikka ega. Ushbu latunlar quyma holatda ishlatiladi, lekin yuqori haroratlarda bosim ostida ishlov berilishi mumkin. Alyuminiyli bronzalarni mexanik xossasini oshirish va strukturasini yaxshilash uchun ular temir, marganes, nikel va boshqa elementlar bilan legirlanadi.



9.4 – rasm. Mis – qalay holat diagrammasining chap qismi

Latundagi temir qo'shimchasi misda eriydi, α fazani donasini maydalashni ta'minlaydi, bronzani qattiqligi va mustahkamligini oshiradi. Bronzani marganes qo'shimchasi ta'sirida puxtalash qattiq eritmani legirlashga bog'liq. Bronzaga nikelni qo'shish, uni issiqqa chidamliligini oshishiga olib keladi.

Ikki fazali alyuminiyli bronzalar va ularning legirlovchi elementlar bilan legirlangan turlari termik ishlov berish yo'li bilan puxtalanishi mumkin. Termik ishlov berish bir fazali β holatni haroratida suvda toblash va keyingi bo'shatishdan iborat bo'lgan jarayondir. Natijada martensit tipidagi ninasimon struktura hosil bo'ladi.

Ikki fazali bronzalar og'ir yuklangan tayyorlangan detallar va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Alyuminiyli bronzaning kamchiligiga sezilarli darajadagi kirishuvchanlik va oksid plyonkalari bilan ifloslanishga yuqori moyillikka egaligi kiradi.

Ishlab chiqarishda maxsus xossalarga ega bo'lgan boshqa qalaysiz bronzalar ham qo'llaniladi.

Bronzalarga termik ishlov berishda gomogenlovchi ($700 - 750^{\circ}\text{C}$) va oraliq ($550 - 700^{\circ}\text{C}$) yumshatishlar keng ko'lamda qo'llaniladi. Bronzalarga ushbu termik ishlov berishlardan maqsad bosim bilan ishlov berishni yaxshilash hisoblanadi.

Texnikada misning berilliy (2 – 2,5 %) bilan qotishmasi ham ko'p qo'llanilmoqda. Bu qotishmani berriliyli bronza deyiladi.



9.5 – rasm. Quyma qalayli bronzaning mikrostrukturasi (dendritlar o'qi mis bilan, o'qlar orasi qalay bilan boyitilgan). X200

Beriliyli bronzalarni bir fazali holatdagi haroratda ($780 - 800^{\circ}\text{C}$) toblash va keyingi bo'shatish ($310 - 320^{\circ}\text{C}$) ularni tezda qattiqligi va mustahkamligini oshiradi, bu esa α qattiq eritmadan dispers qo'shimcha sifatida puxtalovchi γ fazani (CuBe) ajralib chiqishi bilan tushuntiriladi. Beriliyli bronzalar tasma, sim va boshqa detallar ko'rinishida ishlab chiqariladi. Ushbu bronzalardan soat mexanizmlarning detali, maxsus podshipniklar va boshqalar ishlatiladi.

Podshipnikli qotishmalar sifatida keng ko'lamda qo'rg'oshinli bronzalar ishlatiladi.

Mis va qo'rg'oshin qattiq holatda bir birida uncha katta bo'lmagan miqdorda eriydi. Ana shu maqsadda ikkilangan qo'rg'oshinli bronzaning mikrostrukturasi mis donasi va evtektikadan tashkil topadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: Optik mikroskoplar, reaktiv ta'sir ettirilgan namunalari. Masalan, latun va bronzalardan tayyorlangan namunalari, uslubiy ko'rsatma, latun va bronzalar bo'yicha atlas va albom.

Latunlar va bronzalarning amaliy qo'llanilishi

Namu- na №	Yumshatilgan ho- latdagi latun va bronzaning mikrostrukturasi	Struktura tashkil etuvchilar	HV shkala bo'yicha latun va bronzaning qattiqligi	Ishlatilish sohasi
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga 4 – 6 ta bo'lib bo'linadilar;
- har bir kichik guruh o'qituvchidan mikroshliflar komplektini olib, uni mikrostrukturasi optik mikroskopda o'rganadilar va yumshatilgan holatdagi po'latning strukturasi chizadilar (4.1 - jadval);
- o'rganilayotgan po'latlar struktura sinfi, struktura tashkil etuvchilarning nomini aniqlaydilar;
- 4.2 –jadval ma'lumotlari asosida o'rganilayotgan po'latlarning kimyoviy tarkibi bo'yicha markasi aniqlanadi;
- turli sinfdagi po'latlarni amaliy qo'llanilishi bo'yicha misollar keltiriladi va ular 4.1 – jadvalga kiritiladi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- o'rganilayotgan latun va bronzalarning mikrostrukturasi sxemalar bo'yicha jadval to'ldiriladi;
- mikrostrukturalari nomi yoziladi;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Latun deb nimaga aytiladi?
2. Latunlar necha xil bo'ladi?
3. Mis va ruxning holat diagrammasini tushuntirib bering?
4. Latunlarga qanday termik ishlov beriladi?
5. Quyma holatda latunlar qanday strukturaga ega bo'ladi?

6. Ikki fazali latunni termik ishlov berishdan oldin va keyingi mikrostrukturasi haqida nima bilasiz?
7. Latunning ichki tuzilishini o'rganuvchi qanday asboblarni bilasiz?
8. Ishlab chiqarishda ishlatiladigan latunlarning xossasi va strukturalarini tushuntirib bering?
9. Latunlar uchun asosiy termik ishlov berish turi nima va u nima maqsadda qo'llaniladi?
10. Bronza nima?
11. Bronzaning qanday turlarini bilasiz?
12. Quyma va deformatsiyalanadigan bronzalar haqida nimani bilasiz?
13. Qalayli bronzalar uchun qanday termik ishlov berish turi qo'llaniladi?
14. Qalayli bronzalarning strukturasi termik ishlov berishdan keyin qanday shakllanadi?
15. Alyuminiyli va qo'rg'oshinli bronzalarning termik ishlov berishdan oldin va keyingi strukturalari haqida nimani bilasiz?

Adabiyotlar

1. F. R. Norxudjayev . Materialshunoslik. Darslik. “Fan va texnologiya” nashriyoti, - T.: 2014, 160 bet.
2. Барташевич А.А. Материаловедение. Изд-во “Фенникс” Ростов-на-Дону, 2004. -352с.
4. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.: Металлургия, 1984. - 495 с.
5. Солнцев Ю.П. Металловедение и технология металлов. - М.: Металлургия, 1988. - 511 с.
6. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение - М.: Машиностроение, 1986. - 510 с.
7. Мозберг Р. К. Материаловедение.-М.: Высшая школа, 1991. – 447 с.
8. Лахтин Ю.М. Материаловедение.-М.: Машиностроение, 1990-531 с.
9. Тилабов Б.К. и др. Учебно-методическое пособие к выполнению лабораторно-практических занятий по предмету «Теория и технология термической и химико-термической обработки металлов». - Ташкент. ТашГТУ, 2012. - С.160 с.
10. <http://slovari.accoona.ru/><http://news.accoona.ru/>·2006.

Mundarija

1 - Laboratoriya ishi. Uglerodli po'latlarni termik ishlash (normallashtirish).....	3
2 - Laboratoriya ishi. Uglerodli po'latlarni termik ishlash (toblash va bo'shatish).....	11
3 - Laboratoriya ishi. Asbobsozlik po'latlarini termik ishlash.....	21
4 - Laboratoriya ishi. Legirlangan po'latlarni termik ishlashdan keyin mikrostrukturasini tahlili.....	27
5 - Laboratoriya ishi. Termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarning mikrostrukturasini.....	33
6 - Laboratoriya ishi. Cho'yanlarga termik ishlov berish.....	48
7 - Laboratoriya ishi. D16 markali dyuralyuminiyga termik ishlov berish.....	55
8 - Laboratoriya ishi. Latunga termik ishlov berish.....	61
9 - Laboratoriya ishi. Latun va bronzaning mikrostrukturasini tahlili.....	64
Adabiyotlar.....	73

Muharrir:
Musahhih:

Sidikova K. A
Adilxodjayeva Sh.