

E.O. UMAROV

MATERIALSHUNOSLIK

O'QUV FANIDAN LABORATORIYA
VA AMALIYOT ISHLARI

ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ

| Периоды | Ряды | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|------------------|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | H | | | | | | | He | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | Li | Be | B | C | N | O | F | Ne | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| 5 | 5 | Rb | Sr | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | |
| 6 | 6 | Cs | Ba | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | |
| 7 | 10 | Fr | Ra | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf | Rf |

Д.И. Менделеев
1834-1907

СИНТЕЗ ЭЛЕМЕНТА

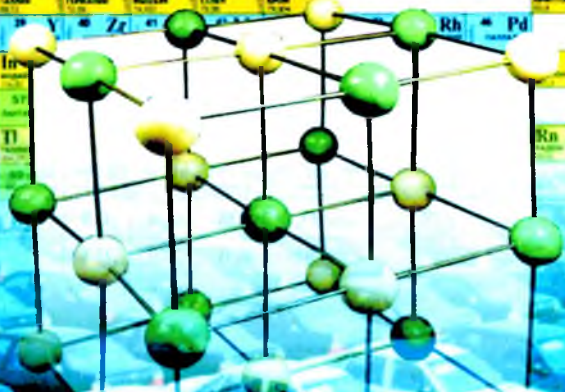
ПОРЯДОКОВЫЙ НОМЕР

Rb 37

НА ЯДРО ЭЛЕМЕНТА

СТРОИТЕЛЬНАЯ ФОРМУЛА МАЛЛА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО РАВНОВЕСИИ



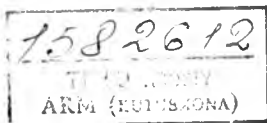
730
620.22(075)

У-44 **O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

E. UMAROV

MATERIALSHUNOSLIK

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus
ta'lim vazirligi Muvofiqlashtiruvchi kengashi
tomonidan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*



TOSHKENT
«IQTISOD-MOLIYA»
2015

UO'K: 620-22(076.5)

KBK: 30.3-3

U-47

Taqrizchilar: t.f.d., prof. **O.A. Risqulov;**
t.f.d., prof. **M.A. Abralov**

U-47 Materialshunoslik: O'quv qo'llanma / E.Umarov. – T.: «Iqtisod-Moliya», 2015. –148 b.

O'quv qo'llanmada laboratoriya va amaliyot ishlarni bajarish uslublari texnologiyasi berilgan. Qo'llanma 300 000 – "Ishlab chiqarish texnika soha", 600 000–"Xizmatlar sohasi" bilim sohasi yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Boshqa bilim sohalari talabalari ham foydalanishi mumkin.

O'quv qo'llanmani asosiy maqsadi talabalarni ma'ruzada va mustaqil ishda olgan bilimlarini mustahkamlash. Shuning uchun har bir ish yakunida o'z-o'zini tekshirish savollari bor.

В учебном пособии даны технология методики выполнения лабораторных и практических занятий. Пособие предназначено студентам сферы образования 300 000-«Производство техническая сфера», 600 000 – «Сфера услуги». Может быть использовано студентами и других сфер образования.

Основной задачей пособия является закрепление знаний студентов, полученных во время лекций и самостоятельной работы. С этой целью в конце каждой работы даны вопросы для самопроверки.

In educational manual technologies of methodology of implementation of laboratory and practical employments are given. Manual intended for the students of sphere of education 300 000 is "Production technical sphere", 600 000 is "Sphere of service". Maybe way of life used by the students of other spheres of education.

The basic task of train aid is fixing of knowledge of the students got during lectures and independent work. To that end at the end of every work the questions of self-examination are given.

UO'K: 620-22(076.5)

KBK: 30.3-3ya73

ISBN 978-9943-13-574-1

© «IQTISOD-MOLIYA», 2015

© Umarov E., 2015

Toshkent davlat texnika universiteti, 2015

SO‘ZBOSHI

Ushbu o‘quv qo‘llanma oliy ta‘limning “Materialshunoslik” fanini o‘qiyotgan barcha bakalavr talabalar uchun mo‘ljallangan. Qo‘llanma muallifning bir necha o‘n yillik pedagogik faoliyati tajribalari asosida yozilgan. Qo‘llanmada asosiy laboratoriya va amaliy ishlarni bajarishda uslubiy qo‘llanmalar berilgan va ma‘ruzada hamda mustaqil ish davomida olgan bilimlarini mustahkamlaydi. Ayniqsa, amaliy ishlarni bajarishda bu katta ahamiyatga ega. Ishlarni bajarish uchun zarur bo‘lgan ma‘lumotlar, ko‘rsatmalar shu yerning o‘zida berilgan. Masalalarni hal qilish oson bo‘lishi uchun namunaviy misollar ham berilgan. Olingan bilimlarni yanada chuqurlashtirish maqsadida har bir ish oxirida o‘z-o‘zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar ham berildi.

Laboratoriya ishlarini bajarishda foydalaniladigan asbob, moslama va o‘lchov asboblari ko‘rsatilib, ishlash prinsiplari yoritilgan. Ishlar ro‘yhati talabalarga oldindan e‘lon qilinadi. Talabalar har bir ishga oldindan tayyorgarlik ko‘rib keladilar: nazariy bilimlarini mustahkamlab, lozim jadval va grafiklarni chizadilar. O‘qituvchi darsdan oldin ishning maqsadini va bajarish tartibini o‘rgatadi. Albatta, bunda texnika muhofazasi qoidalari masalasi qayd qilinib, rasmiylashtiriladi. Masalalarni yechishda har bir talabaga alohida topshiriq beriladi. Shu maqsadda ishlarning oxirida topshiriq-masalalarning bir necha variantlari berilgan.

LABORATORIYA ISHLARI

1-LABORATORIYA ISHI

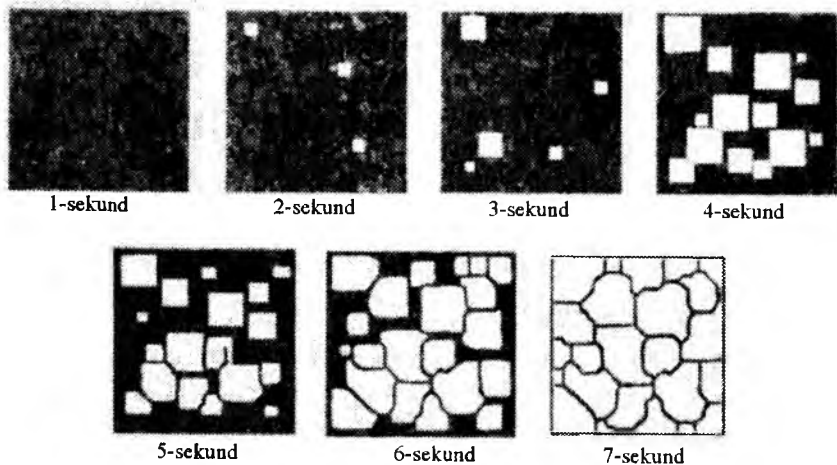
Metallar va ular qotishmalarining kristallanish jarayoni

Ishdan maqsad. Qolipga qo'yilgan metall yoki uning qotishmalarining sovib borishida kristallanish jarayonining borishini tuz eritmalarini kuzatish yordamida o'rganish, shu asosda donalar o'lchamini, tabiatini va zonalar hajmini boshqarish.

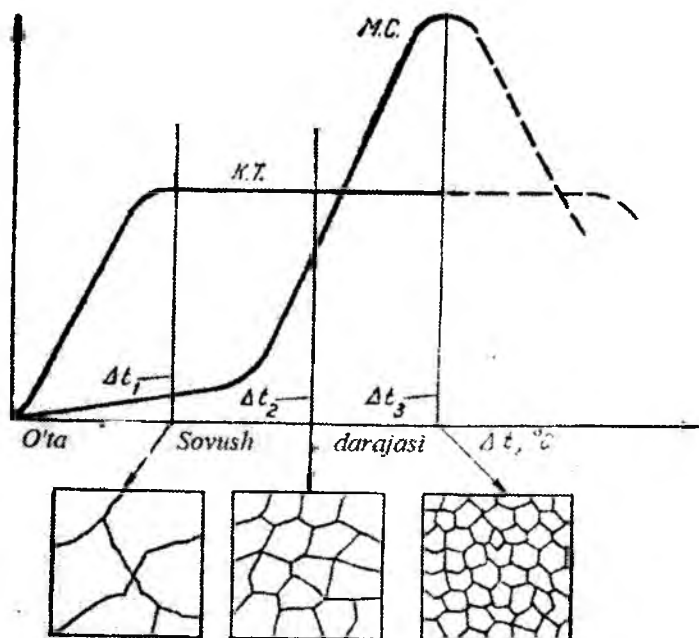
Umumiy ma'lumot. Ma'lumki, metall va uning qotishmalari sharoit o'zgarganida kichik erkin energiyali barqaror holatga o'tishga intiladi va shunga ko'ra ular gaz, suyuq va qattiq holda bo'ladi.

Metallarning suyuq holatdan qattiq holatga o'tish jarayonini kuzatish shuni ko'rsatdiki, qolipdagi suyuq metall harorati ma'lum darajaga pasayganda unda mayda kristallanish markazlari hosil bo'la boshlab, ulardan kristallar o'sa boradi. Metallarning o'ta sovish darajasi bilan «tug'ma», barqaror kristallanish markazlar soni va kristallarning o'sish tezligi orasida ma'lum bog'lanish bor (2-rasm). Metallarning vaqt birligida sovishidagi kristallanish jarayonida hosil bo'layotgan kristallanish markazlaridan kristallarning o'sish chizmasi 1-rasmda keltirilgan.

2-rasmdan ko'rinadiki, hosil bo'lgan har qaysi kristallanish markazlaridan to'g'ri shaklli, turli tomonga yo'nalgan kristallar o'sa boradi. Bu kristallarning sirtlari shunga bo'lak kristallar bilan to'qnashganlarida ularning sirt qiyofalari buziladi. Bu hosil bo'lgan kristallar majmuasiga kristalitlar yoki donlar deyiladi. Kristallanishning borish tezligi metallning tozaligiga, suyuqlanish haroratiga o'ta sovish darajasiga va hokazolarga bog'liq. Tuz eritmalarining kristallanish jarayonini kuzatishlar ko'rsatdiki, ularda ham kristallanish metallardagi singari borar ekan. Shu sababli laboratoriya ishida metallarning kristallanish jarayonini tuz eritmaları misolida o'rganamiz.



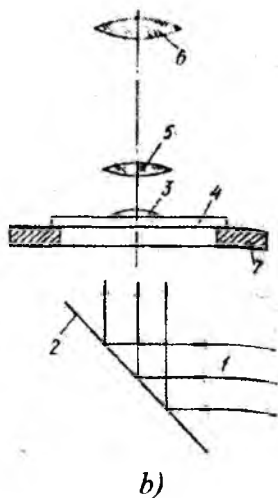
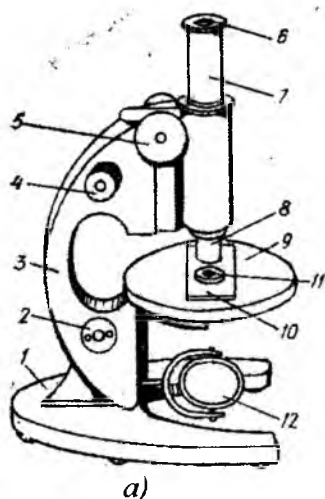
1-rasm. Metallar kristallanishida donalarning hosil bo'lish chizmasi



2-rasm. Kristallanish markazlari soni va kristallarning chiziqli o'sish tezligining o'ta sovush darajasiga qarab o'zgarish grafigi

Kuzatiladigan eritma, foydalaniladigan asboblar va moslamalar

Laboratoriya ishida kuzatiladigan eritmalar sifatida osh tuzi ($NaCl$), qo'rg'oshin nitrati $Pb(NO_3)_2$, ammoniy xlorid (NH_4Cl), sariq qon tuzi $K_4[Fe(CN)_6]$, qizil qon tuzi $K_3[Fe(CN)_6]$ va boshqalarning suvdagi eritmalaridan foydalaniladi. Ularni tayyorlashda probirka, spirt lampasidan, eritma tomchisini biologik mikroskop stolidagi oynaga tomizishda, tomizgichdan, tomchi diametrini o'lchashda chizg'ichdan, kristallanishni kuzatish uchun biologik mikroskopdan foydalaniladi.



3-rasm. Biologik mikroskopni umumiy ko'rinishi va optik chizmasi

Tuz eritmasini tayyorlash. Buning uchun osh tuzi yoki boshqa tuzdan bir necha gramm olib, uni probirkadagi $70-80^{\circ}C$ gacha qizdirilgan suvga solib, o'ta to'yingan eritma hosil qilinadi.

Biologik mikroskopning tuzilishi va uni ishga tayyorlash. (3-rasm, a) dan ko'rinadiki, uning taglik plitasi 1 ga kolonna 3 sharnir 2 bilan biriktirilgan. Sharnir kolonnani zaruriyatga ko'ra kerakli burchakka burishga imkon beradi. Kolonnaga tubus 7 va yorug'lik nurini obyektiv 8 ga yo'naltiruvchi oyna 12 o'rnatilgan.

Tubusning yuqorisiga okulyar 6 kiydirilgan, pastiga esa obyektiv 8 burab, mahkamlangan. Mikroskopni uning stoli 9 ga o'rnatilgan oynaga 10 tomizilgan tuz eritmasiga qarab, avvalga vint 5 ni burab, tubusni yuqoriga yoki pastga tushirish bilan xomaki, keyin esa mikrovint 4 ni burab uzil-kesil rostlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Probirkadagi eritmadan ozginasini tomizgichga olib, undan bir tomchisini stol 9 ga o'rnatilgan sirlanmagan toza oyna sirtiga tomiziladi.

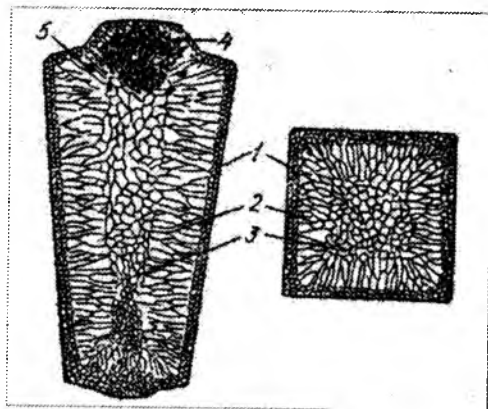
2. Okulyar orqali tomchiga qarab, mikroskopni kuzatishga rostlanadi.

3. Eritmaning vaqt birligida kristallanish jarayonining borishini kuzatib, ko'rilayotgan manzarani 1-jadvalning tegishli grafasiga tushiramiz. Ma'lumki, tomchi chekka qismining o'zak qismiga qaraganda tezroq sovishi sababli u yerda «tug'ma» kristallanish markazlari ko'proq hosil bo'ladi, bu markazlardan kristallanish jarayoni metallardagi singari boshlanib, ikkinchi shunday markazlardan o'sayotgan kristallar bilan to'qnashgunlarigacha o'sa boradi. Qachonki, ular bir-biri bilan to'qnashganlarida, kristallanish qarshilik yo'q tomonga qarab boradi. Shu tartibda kristallanish eritma to'la qotguncha davom etib, turli tomonga yo'nalgan teng o'qli mayda donlardan tashkil topgan yupqa qatlamli kristallar hosil bo'ladi. Bu zona qalinligi eritma xiliga, to'yinganlik darajasiga, tomchi o'lchamiga va sovish tezligiga bog'liq. Bu zonadan o'zak tomon tomchining sovish tezligi pasayishi sababli hosil bo'ladigan «tug'ma» markazlar kam bo'ladi. Buning oqibatida birinchi zonaga tik ravishda cho'zilgan – cho'zinchoq kristallar qatlami hosil bo'ladi. Shuni qayd etish lozimki, donlar o'lchami faqatgina hosil bo'lgan «tug'ma» kristallanish markazlarga bog'liq bo'lib qolmay, balki metallda erimay qolgan oksidlar, nitridlar, sulfidlar va boshqa qo'shimchalar miqdoriga ham bog'liq.

Po'lat quymalarning kristallanish jarayonini kuzatish ko'rsatadiki, qolipga quyilgan metall uning sovuq devorlariga tegishida o'ta sovib, ko'p «tug'ma» kristallanish markazlar hosil bo'lishi sababli, uning sirtida mayda donli, teng o'qli kristallar

zonasi hosil bo'ladi. Bu davrda metallning kirishishi va metall qolipning qizib, kengayishi oqibatida ular orasida havo bo'shlig'i hosil bo'ladi. Natijada metallning sovish tezligi pasayadi. Buning oqibatida quyma markaziga qarab cho'zilgan kristallar zonasi hosil bo'ladi va kristallanish pirovardida yuqoridagi sabablarga ko'ra, yirik donli zona hosil bo'ladi. Ma'lumki, suyuq metallda erimagan gazlar tufayli gaz g'ovaklari, kimyoviy tarkib notekisliklari ham bo'ladi. 4-rasmda chizmalari tarzda qaynamaydigan po'lat quymasining bo'ylama va ko'ndalang kesimi qirqimi va unda hosil bo'lgan kristallar zonalari, kirishuv bo'shliqlari va gaz g'ovaklari ko'rsatilgan.

4-rasm. Quyma po'latni bo'ylama va ko'ndalang kesim yuzi chizmasi: 1-teng o'qli mayda kristallar zonasi; 2-cho'zinchoq yirik kristallar zonasi; 3-teng o'qli yirik kristallar zonasi; 4-kirishuv bo'shlig'i; 5-gaz g'ovaklari.



Metallarda tuz eritmalaridan farqli ravishda oz bo'lsa ham begona qo'shimchalar, erigan gazlar va boshqalar bo'lishi quyma xossasiga putur yetkazadi. Umumiy holda, birlik hajmdagi donlar sonini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A = f \frac{K.T.}{M.C.},$$

Bu yerda f – mutanosiblik koeffitsiyenti, $K.T.$ – kristallarning chiziqli o'sish tezligi, mm/sek. $M.C.$ – vaqt birligida hajmda hosil bo'lgan kristallanish markazlari soni, mm^3/s Kristallanish jarayoni qonuniyatlarini o'rganish, uni ijobiy tomonga yo'naltirishga imkon beradi. Bu qonuniyatga ko'ra, suyuq metallga ozgina miqdorda magniy, seriy va boshqa element kukunlarini qo'shish bilan mayda donli, yuqori sifatli modifikatsiyalangan quymalar olinadi. Modifikatorlar ta'sirini o'rganish shuni ko'rsatadiki, ularning ba'zilar qo'shimcha kristallanish markazlari hosil qilsa, boshqalari

mayuq metallda erib, kristallar sirtiga yupqa parda berib, o'sishiga to'siq bo'lib, mayda donli qotishmalar olishga ko'maklashadi. Agar kuzatilgan tuz eritmasi tuzilishining qaynamaydigan sifatli quyma tuzilishiga taqqoslasak, ularning o'xshashligiga ishonch hosil etamiz. 1-jadval tuz eritmalarining birlamchi kristallanish jarayonini kuzatish natijalari bilan to'ldiriladi.

1-jadval

| Tartib raqami | Tuz eritmasining nomi | Kuzatilgan kattalik | Kuzatilgan manzara | Xulosalar |
|----------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
| | | | | |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Moddalar necha holatda bo'ladi? Sanab bering.
2. Birlamchi kristallanish nima?
3. Metall quymalarning kristallanish jarayonida turli zonalar hosil bo'lishiga sabab nima?
4. Kristallanish jarayonini o'rganishning amaliy ahamiyatini aytib bering.

2-LABORATORIYA ISHI

Konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (statik, dinamik va siklik yuklamalar ta'sirida) aniqlash

Ishdan maqsad. Konstruksion materiallarning mexanik xossalarini aniqlash usullari bilan tanishish, turli tabiatli yuklamalar ta'sirida asosiy mexanik xossalarni aniqlash olingan natijalarga ko'ra tegishli GOST jadvalaridan markasini va ishlatish joylarini belgilash.

Umumiy ma'lumot. Materiallarning turli tashqi yuklamalar ta'siriga yorilmay, sinmay qarshilik ko'rsatish xususiyati uning mustahkamligi, deyiladi. Konstruktorlar mashina detallarini yoki turli konstruksiya elementlarini loyihalashda ularning ish sharoiti (qo'yiladigan yuklama tabiati va miqdori, muhit harorati va boshqa ko'rsatkichlar)ni hisobga olgan holda, texnika-iqtisodiy talablarga javob beradigan bo'lishlari uchun ularning mexanik xossalarini, statik yuklama ta'sirida cho'zilishga ko'rsatadigan muvaqqat kuchlanishi (vch), oquvchanlik chegarasi kuchlanishi ($v\theta$), nisbiy cho'ziluvchanligi (δ), nisbiy ingichkalanuvchanligi (ψ), qattiqligi (NV yoki HR), zarbiy kuchlarga chidamliligi, ya'ni qovushoqlik (KS) qiymatini, yo'nalishi va qiymati o'zgaruvchan (siklik) kuchlarga chidamliligini bilishlari kerak. Bu ko'rsatkichlarga ko'ra texnologlar zagotovkalarga oqilona ishlov berish usullarini va rejimlarini belgilaydi.

Ma'lumki, real materiallar turli texnologik sabablarga ko'ra, mutlaq toza bo'lmaydi. Ularda juda oz bo'lsada, begona qo'shimchalar bo'ladi. Ularning ba'zi birlarining atomlari metallarning fazoviy panjaralariga o'tishi, kristall panjara tugunlarida bo'sh joylar bo'lishi, chiziqli siljishlar va boshqa nuqsonlar hosil etadi. Shular sababli real materiallarning mustahkamligi va boshqa xossalari ideal metallarnikidan ancha zaif bo'ladi.

Masalan, real texnik temirning cho'zilishiga ko'rsatgan muvaqqat qarshilik kuchlanishi $vch = 25 - 30 \text{ kg.k/mm}^3$ bo'lsa, ideal ipsimon tolali temirning cho'zilishiga ko'rsatgan muvaqqat qarshilik kuchlanishi $vch = 1200 - 1300 \text{ kg.k/mm}^2$ dir. Bundan ko'rinadiki, real metallarning xossalari ancha ko'tarish imkoniyatlari bor ekan.

Laboratoriya ishi 8 soatga mo'ljallangan bo'lib, quyidagi bosqichlarda olib boriladi:

1) Sinaladigan materialdan tayyorlanadigan namunalar statik (o'zgarmas yoki asta-sekin ortib boruvchi) yuklamada cho'zilishga sinalib, ularning asosiy mexanik xossalari (vch , $v0$, δ va ψ) aniqlanadi va sinilma yuzasining xarakteri kuzatiladi;

2) Qattiqligi Brinell va Rokvell usullarida aniqlanadi;

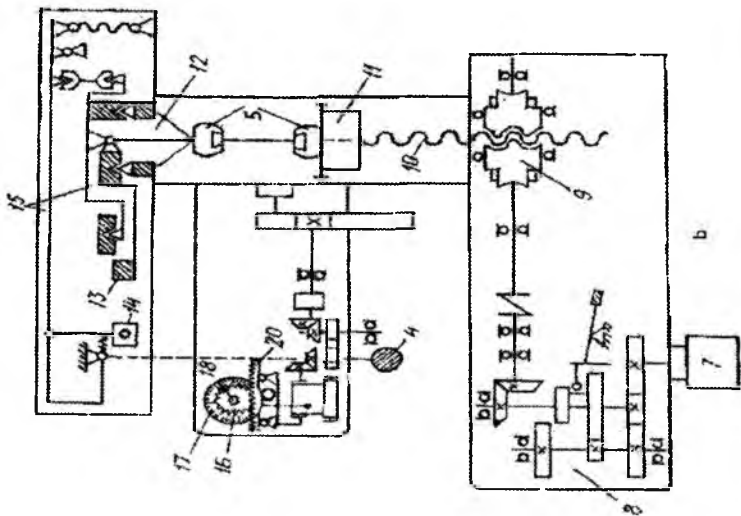
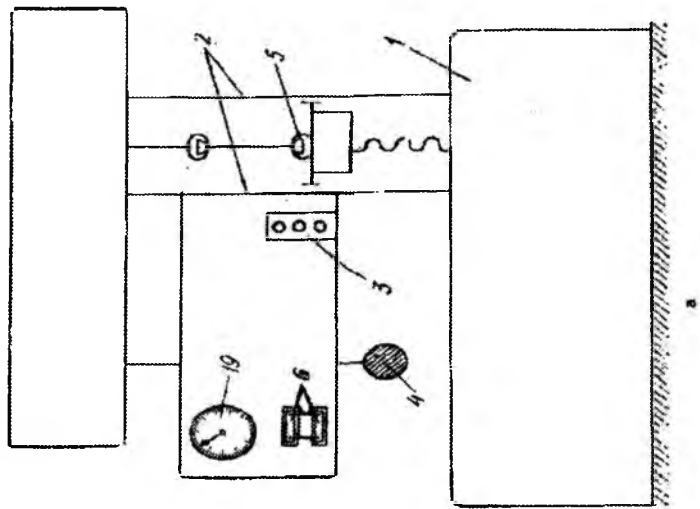
3) Namunalar zarbiy kuchlarga sinalib, ularning zarbiy qovushqoqligi aniqlanadi;

4) namunalar siklik kuchlarga toliqishga sinalib, chidamliligi aniqlanadi.

Materiallarni statik yuklama bilan cho'zilishga sinash (GOST 1497-84). Foydalaniladigan namunalar, uskuna, moslama va o'lchov asboblari

Namunalarni tayyorlash. Sinaladigan materialning ko'ndalang kesim yuziga ko'ra ulardan GOST talabiga ko'ra silindrik yoki yassi namunalar tayyorlanadi. 2 va 3 jadvallarda foydalaniladigan namunalarga misollar keltirilgan.

Laboratoriyada namunalarni 5 t gacha yuklama beradigan UMM-5 markali universal sinov mashinasida sinaladi. Moslama sifatida sferik yuzali plastinkalardan, zaruriy o'lchamlarni o'lchashda shtangensirkuldan, sinilma yuzasini kattalashtirib ko'rishda lupadan, shuningdek, namunada hisoblash uzunligi ($l0$) ni belgilashda kerner va bolg'achadan foydalaniladi.



5-rasm. UMM-5 markali vertikal cho'zish mashinasining umumiy ko'rinishi va kinematik chizmasi

Slindrli namunalar

| t/ r | Namuna eskizi | O'lchamlari, mm | | | | | | | | |
|---------|---------------|-----------------|----------|-----------|-----------------------------|-----|-------|-------|-----|--------------------|
| | | d_0 | $l-3d_0$ | $l-10d_0$ | l | D | h_1 | h_2 | r | Z |
| 1 | | 10 | 50 | 100 | $l_0 + (0,5 - 2) \cdot d_0$ | 16 | 10 | 3 | 3 | $l + 2(h_1 + h_2)$ |
| 2 | | 8 | 40 | 80 | | 13 | 10 | 3 | 2 | |
| 3 | | 6 | 30 | 60 | | 12 | 10 | 2,5 | 1,5 | |
| 4 | | 5 | 25 | 50 | | 11 | 10 | 2,5 | 1,5 | |

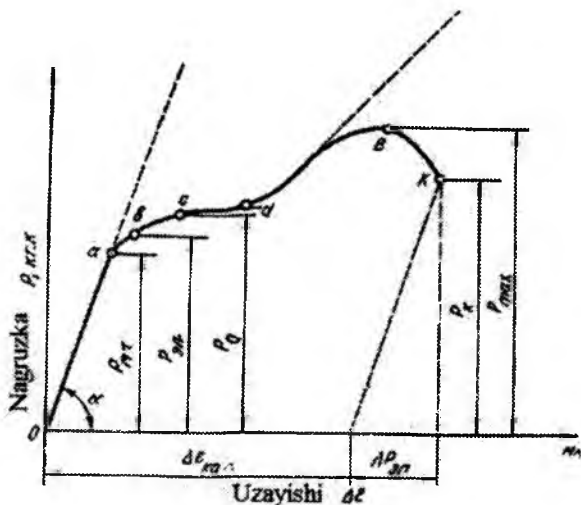
3-jadval

| t/ r | Namuna eskizi | O'lchamlari, mm | | | | | | | | |
|---------|---------------|-----------------|-------|-----------|-----------------------------|-----|-------|-------|-----|--------------------|
| | | a_0 | l_0 | $l-10d_0$ | l | D | h_1 | h_2 | r | Z |
| 1 | | 10 | 50 | 100 | $l_0 + (0,5 - 2) \cdot d_0$ | 16 | 10 | 3 | 3 | $l + 2(h_1 + h_2)$ |
| 2 | | 8 | 40 | 80 | | 13 | 10 | 3 | 2 | |
| 3 | | 6 | 30 | 60 | | 12 | 10 | 2,5 | 1,5 | |
| 4 | | 5 | 25 | 50 | | 11 | 10 | 2,5 | 1,5 | |

5-rasmda UMM – 5 markali mashinaning umumiy ko‘rinishi va kinematik chizmasi (δ) keltirilgan. Uning staninasi 1 ga ikkita kolonna 2, ularga ustki qo‘zg‘almas 12 va pastki qo‘zg‘aluvchi traverslar 11, traverslarga esa namuna o‘rnatiladigan qisqichlar 5 o‘rnatilgan. Mashinani yurgizish uchun ShIT-3dagi yurgizish tugmachasi bosiladi. Bunda elektr dvigateli 7 harakatga kelib, undan harakat tezliklar qutisi 8, chervyakli uzatma⁹ orqali gaykali vint 10ga uzatiladi. Vint 10 ning pastga yurishida unga biriktirilgan qo‘zg‘aluvchi traversa 11 ham pastda yuradi. Qo‘zg‘almas traversa

12 bilan posangi tosh 13, moy amortizatori 14 va richaglar sistemasi 15 bog'langan. Agar qo'zg'aluvchi traversa pastga yurgizilsa, namunaga yuklama qo'yila boradi. Bunda mayatnik 4 chapga ko'tarilib, u suriluvchi reyka 20 ni chapga suradi. U esa o'z navbatida ish strelkasi 17 bilan bir o'qqa o'rnatilgan shesternya 16 ni o'ngga aylantiradi. Ish strelkasi esa o'zi bilan nazorat strelkasi 18 ni yetaklaydi.

Sinovda mutanosiblik, elastiklik, oquvchanlik va mustahkamlik deformatsiyalovchi kuchlari (R_{mt} , R_{el} , R_0 va qiymatlarini esa dinamometr siferblatida nazorat strelkasi ko'rsatadi.



6-rasm. Kam uglerodli po'latdan tayyorlangan namunani sinovda deformatsiyalanish diagrammasi

6-rasmda kam uglerodli po'lat namunalarini cho'zishga sinashda olingan deformatsiyalanish diagrammasi keltirilgan. Undan ko'rinadiki, namunaga qo'yilgan yuklama ortgan sari, namuna a nuqtali qiymatgacha mutanosib ravishda uzaya boradi. Yuklama bilan deformatsiya orasidagi mutanosib uzayish saqlanadigan uchashtkadagi yuklama (R_{mt}) mutanosib uzayishining chegara yuklamasi deyiladi. Yuklama bu qiymatdan ortsa, mutanosib uzayish buziladi. Sinovda namunaga qo'yilgan yuklama b nuqtali qiymatga yetgandagi yuklama (R_{el}) elastik uzayishning chegara yuklamasi

deyiladi. Bu yuklamada turli metall namunalarning hisobiy uzunligi (l_0) ga nisbatan 0,005 — 0,05% oralig'ida qoldiq deformatsiya beradi. Agar namunaning mutanosib va elastik deformatsiyalovchi yuklamalarini namunaning sinovdan avvalgi ko'ndalang kesim yuzi (F_0) ga bo'linsa, materialning mutanosiblik va elastiklik chegara kuchlanishlari aniqlanadi.

$$\nu_{MT} = \frac{P_{MT}}{F_0}; \nu_{\text{эл}} = -\frac{P_{MT}}{F_0}$$

Agar namunaga qo'yilayotgan yuklama elastik deformatsiyalovchi yuklamadan tortib, s nuqtali yuklamaga yetganda, yuklama deyarli ortmasada namuna uzaya boradi. Bu uchastka oquvchanlik chegarasi deyiladi. Bunda qoldiq deformatsiya qiymati namunaning sinovgacha hisobiy uzunligi (l_0) ning 0,2 %ga to'g'ri keladi. Agar namunaga qo'yilgan yuklama (R_0)ni uning ko'ndalang kesim yuzi (F_0) ga bo'linsa, oquvchanlik chegarasidagi kuchlanish aniqlanadi:

$$\nu_{\text{q}} = \frac{P_{\text{max}}}{F_0}$$

Eslatma: GOST larda Rel ni R_{up} ; $R_0 - R_t$; $\nu_0 - \nu_t$, $\nu_{ch} - \nu_b$, deb yoziladi. Shuni qayd etash lozimki, materialning elastiklik xossasini mutanosiblik koeffitsiyenti (E) xarakterlaydi va uni normal elastiklik moduli ham deyiladi. Ma'lum kuchlanishda E ortishida elastik deformatsiya qiymati kamayadi, binobarin, konstruksiya bikirligi ortadi. Shu sababli E ga bikirlik moduli ham deyiladi. Uglerodli va legirlangan po'latlar uchun $E=210\text{MPa}$.

$$\nu_H = \frac{P_{MT}}{F_0} \text{ yoki } \nu_H = E \cdot \delta$$

Bu yerda E – mutanosiblik koeffitsiyenti; δ – nisbiy uzayuvchanlik.

Sinovni o'tkazish tartibi

1. Talabalarga silindrik (yoki yassi) sinov namunalari tarqatilgandan keyin ular namunaning ish qismi diametri (d_0) ni, hisobiy uzunligi (l_0) ni o'lchaydilar l_0 qiymatini namunada kerner yordamida belgilanadi. Keyin namuna ish qismining ko'ndalang kesim

yuzi (F_0)ni hisoblab, ularning qiymatini 4-jadvalning tegishli ustuniga yoziladi.

2. Sinash mashinasi qisqichlariga namunani maxsus sferik plastinka moslama yordamida tik o'rnatiladi. Buning uchun mashinani boshqarish shetidagi yuqoriga (sariqqa bo'yalgan) yoki pastga yurgizuvchi (qoraga bo'yalgan) tugmachalarni zaruriyatga ko'ra bosib, qo'zg'aluvchi traversani yuqoriga yoki pastga yurgizib rostlanadi.

3. Dinometrning ish va nazorat strelkalarini siferblat shkalasining nol ko'rsatkichiga, keyin tezlik qutisi dastasini eng kichik tezlik beruvchi holatiga o'tkaziladi.

4. «Pastga yurgizish» tugmachasi bosiladi. Bunda qo'zg'aluvchi traversa pastga yurib, namunaga yuklama asta qo'yila boradi. Sinovda nazorat strelkasi ko'rsatgan yuklamalar qiymati yozib boriladi.

Namuna uzilgach, «To'xtatish» (qizil rangga bo'yalgan) tugmachasi bosilib, mashina to'xtatiladi va namunaga qo'yilgan maksimal yuklamani nazorat strelka ko'rsatadi. Uni ham 4-jadvalning tegishli ustuniga yoziladi.

5. Uzilgan namuna bo'laklarini olib, singan joylari kuzatiladi. Sinilma tabiati va ko'rilgan nuqsonlar (govaklik, darzlar va boshqalar) bo'lsa, ularni ham 4-jadvalda qayd etiladi. Keyin ularni jipslashtirib, hisobiy uzunligining uzaygan qiymati (l_k) ni va bo'yin tortib uzilgan joy diametri (dK) ni, ko'ndalang kesim yuzi (FK) ni hisoblab, bularning barini 4-jadvalning tegishli ustuniga yoziladi.

6. Olingan materiallar asosida quyidagi formulalar bo'yicha materialning oquvchanlik chegara qarshilik kuchlanishi (v_0), chozilishga muvaqqat qarshilik kuchlanishi (vch), nisbiy uzayuvchanligi (δ) va nisbiy ingichkalanuvchanlik (ψ) lar aniqlanadi.

$$v_0 = \frac{P_0}{F_0} \text{MПа}, v_v = \frac{P_{\max}}{F_0} \text{MПа}; \delta = \frac{l_k \cdot l_0}{l_0} \cdot 100\%; \psi = \frac{F_0 \cdot F_k}{F_0} \cdot 100\%.$$

Aniqlangan qiymatlarni ham 4-jadvalning tegishli ustunlariga yoziladi. Keyin bu ko'rsatkichlarga ko'ra 1-ilovadagi jadvallardan po'lat markasi va ishlatilish joyi aniqlanadi, ularni ham 4-jadvalning tegishli ustuniga yoziladi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Metall va qotishmalarning qanday xossalarini bilasiz?
2. Mexanik xossalarga nimalar kiradi?
3. Materialni mustahkamligi deb nimaga aytiladi?
4. Plastik deformatsiyani ta'riflab bering.
5. Elastik deformatsiyani ifodalab bering.
6. Metallning oquvchanligi nima? Uning chegarasi degani nima?
7. Metall va uning qotishmalarini mutanosiblik, elastik, oquvchanlik va cho'zilishga ko'rsatilgan muvaqqat qarshiligi kuchlanishlari σ_{mj} , σ_{el} , σ_b va σ_2 qanday aniqlanadi?

3-LABORATORIYA ISHI

Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinash

Namunalarni tayyorlash. Sinaladigan materiallardan kesib olingan zagotovkalardan namunalar GOST talabiga ko'ra tayyorlanadi.

Bunda uning sirtida moy, zanglar, tirnalgan joylar bo'lmasligi, tekis va silliq bo'lishi kerak. Buning uchun sirt yuzi mayda tishli egov yoki charx toshda jilvirlanadi. Namunaning eng kichik qalinligi (S) botiriladigan sharchaning botgan izi chuqurligi (h) dan kamida o'n marta katta bo'lishi kerak: $S \geq 10 \times h$ h qiymatni esa quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$h = \frac{0,102P}{\pi DHB} (P \cdot H \text{ da}) \text{ yoki } h = \frac{P}{\pi D \cdot HB} (P, \text{kg.k})$$

bu yerda R – namunaga qo'yilgan yuklama, N yoki kg.k ; D – sharcha diametri, mm ; NV – materialning Brinell bo'yicha qattiqligi kg. k/mm^2 .

Sinaladigan namuna yoki detalning eng kichik qalinligi (h), sharcha diametri (D), yuklama (R) va Brinell bo'yicha qattiqligi (NV). NV ga ko'ra sharcha diametrini kamida necha mm bo'lishi 5-jadvalda keltirilgan.

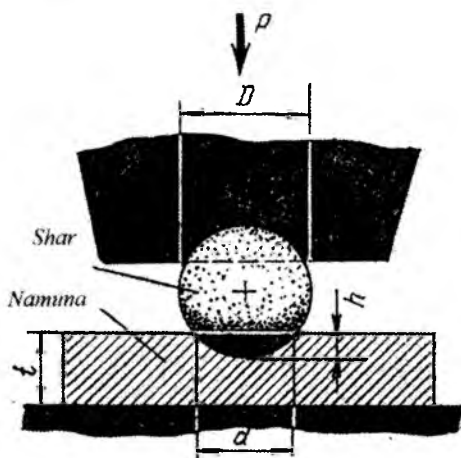
Foydalaniladigan asbob, moslama va o'lchov asboblari

Sinovda TSh tipdagi asbobdan, sharchaning namunada qoldirgan izi diametrini 20—30 marta kattalashtirib, o'lchashga imkon beruvchi lupadan va namuna qalinligi, izlar chuqurligini, joyini va ular aro oralg'ini o'lchashda shtangensirkul yoki chizg'ichlardan foydalaniladi. 7-rasmda TSh tipdagi asbobning chizmasi keltirilgan. Chizmadan ko'rinadiki, uning staninasi 1 ning yuqori qismida namuna 5 ga, opravka 3 ga o'rnatilgan sharcha orqali yuklamani quyuvchi richaglar sistemasi 13, pastida esa stol 6 ni yuqoriga ko'taruvchi yoki pastga tushiruvchi vint 24 li uzatmasi bor.

Sharoha diametri, D mm

| 10 | | 5 | | 2,5 | | 2 | | 1 | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Sinov va yuklama (R), N (kg/k) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29420 (3000) | 14710 (1500) | 5807 (1000) | 4803 (1500) | 7355 (75) | 2452 (250) | 1226 (125) | 1639 (1875) | 612,9 (62,5) | 306,0 (31,2) | 1177 (120) | 322,3 (40) | 196,1 (20) | 294,2 (30) | 98,07 (10) | 49,03 (5) |
| 20 | — | — | 6,4 | — | — | 3,2 | — | — | 1,6 | — | — | 1,2 | — | — | 0,6 |
| 40 | — | 6,4 | 3,2 | — | 3,2 | 1,6 | — | 1,6 | 0,8 | — | — | 0,6 | — | 0,6 | 0,3 |
| 60 | 6,4 | 4,2 | 2,1 | — | 2,1 | 1,0 | — | 1,0 | 0,5 | — | — | 0,4 | — | 0,4 | 0,21 |
| 80 | — | 4,2 | 1,6 | — | 1,6 | 0,8 | — | 0,8 | 0,4 | — | — | 0,3 | — | 0,3 | 0,16 |
| 100 | — | 3,8 | 1,3 | — | 1,3 | 0,7 | — | 0,7 | 0,3 | — | — | 0,25 | — | 0,25 | 0,13 |
| 120 | 6,4 | 3,2 | 1,1 | — | 1,1 | 0,6 | — | 0,6 | 0,3 | 1,3 | 0,4 | 0,20 | 0,6 | 0,20 | 0,11 |
| 150 | 5,1 | 2,6 | 1,7 | — | 0,9 | 0,4 | 1,6 | 0,6 | 0,2 | 1,0 | 0,3 | 0,17 | 0,5 | 0,17 | 0,09 |
| 200 | 3,8 | 1,9 | 1,2 | — | 0,7 | — | 1,3 | 0,5 | — | 0,8 | 0,25 | — | 0,4 | 0,13 | — |
| 300 | 2,6 | 1,2 | 0,9 | — | 0,4 | — | 1,0 | 0,4 | — | 0,5 | 0,17 | — | 0,3 | 0,10 | — |
| 400 | 1,9 | 0,9 | — | — | — | — | 0,7 | 0,2 | — | 0,4 | — | — | 0,2 | — | — |
| | | | | | | | 0,5 | — | — | — | — | — | — | — | — |

Agar tugmacha 7 bosilsa, elektr dvigateli 19 harakatga keladi. Undan esa harakat chervyakli reduktorlar 20 orqali krivoship-shatunli mexanizmga o'tadi. Shatun 15 ning pastga yurishida u bilan bog'langan rolik 14 ham pastga tortiladi. Bunda osma ilgagiga osilgan toshlar 12 massasi richaglar sistemasi orqali yuklamani namunaga qo'yadi va belgilangan vaqtdan keyin yuklama avtomatik ravishda olinadi.



7-rasm. Sinalayotgan materialga sharchani bo'shatish chimasi

Metallarning qattiqligini aniqlashda ularning turiga, taxminiy qattiqligiga va namunaga qo'yilgan yuklamaga ko'ra sharchalar diametri aniqlanadi. Agar diametri 1 mm li sharchada materialning qattiqligi aniqlanadigan bo'lsa, namunaning sirt yuzi jilolanishi kerak. Asbob tekis, biki o'rnatilgan bo'lishi, tebranishlarga berilmasligi lozim. Sinashni uy haroratida olib boriladi. Sinashni o'tkazishgacha namunaga qo'yiladigan yuklama (R) ning sharcha diametri kvadratiga nisbat ko'rsatkichi (K) qiymatini 6-jadvaldan material xiliga va taxminiy qattiqligiga ko'ra belgilanadi.

Keyin esa «K» qiymatga ko'ra 7-jadvaldan sharcha diametri va qo'yiladigan yuklama qiymati aniqlanadi.

7-rasmda sinalayotgan materialga sharchani botirish chizmasi ko'rsatilgan.

| Maetallar va qotishmalar xili | K H*mm ² (kg/k.mm ¹) | NB kg/k.mm ² |
|---|--|----------------------------|
| Temir, po'lat, cho'yan va boshqa yuqori puxta qotishmalar | 294 (30) | 96 dan 450 gacha |
| Titan va uning qotishmalari | 147 (15) | 50 dan 220 gacha |
| Alyuminiy, mis, nikel va ularning qotishmalari | 98 (10) | 32 dan 200 gacha |
| Magniy va uning qotishmalari | 49 (5) | 16 dan 100 gacha |
| Podshipnik qotishmalari | 25,5 (2,5) | 8 dan 50 gacha |
| Qalay va qo'rg'oshin qotishmalari | 9,8 (1) | 3,2 dan 20 gacha |

| Sharcha diametri, mm | $K = \frac{0.102 P}{D^*}$ yoki $\frac{P}{D^2}$ uchun yuklama P, H (kg k) | | | | | |
|----------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | 30 | 15 | 10 | 5 | 2,5 | 1 |
| 1,000 | 294,2 (30) | – | 98,07 (10) | 49,03 (5) | 24,52 (2,5) | 98,807 (1) |
| 2,000 | 1177 (120) | – | 392,3 (40) | 196,1 (20) | 98,07 (10) | 39,23 (4) |
| 2,500 | 1839 (187,5) | – | 612,9 (62,5) | 306,0 (31,2) | 153,0 (15,5) | 60,80 (6,2) |
| 5,000 | 7355 (750) | – | 2452 (250) | 1226 (125) | 612,9 (62,5) | 245,2 (25) |
| 10,000 | 29420 (3000) | 14710 (1500) | 9807 (1000) | 4903 (500) | 24,52 (250) | 980,7 (100) |

Sinashni o'tkazish tartibi

1. Sinaladigan namunani asbobning ish stoli 6 ga siljimaydigan qilib qo'yiladi.

2. Tanlangan sharcha va zarur yuklamani beruvchi toshlar 12 ilgak 11 ga osiladi.

3. Maxovik 10 ni soat mili tomon aylantirib, namunani sharcha tomon to chexol 4 ga tiralguncha ko'taramiz (Bunda sharcha markazi namuna chekkasidan kamida 2,5 h ga, izlar markazlar oralig'i esa 4 h dan kichik bo'lmasligi lozim).

4. Tugmacha 7 bosiladi, bunda namunaga yuklama qo'yilishi bilan nazorat lampochkasi 25 yonadi (7-rasm). Namunani yuklama ostida tutish vaqti o'tishi bilanoq, yuklama avtomatik ravishda olinadi. Bunda lampochka 25 o'chadi (qora metallarni sinashda

namunani yuklama ostida 10–15 s, rangli metallarni sinashda esa 10—180 s saqlanadi). Agar namunani yuklama ostida tutish vaqtiga asbobni rostlash zarur bo'lsa, staninasiga o'rnatilgan rostlash mexanizm kosachasi 8 ni tegishli shkala chizig'iga o'tkazib, mahkamlanadi.

5. Maxavichok 8 ni soat miliga teskari tomonga aylantirib, stolni pastga tushirgach, undan namunani olib, stolga qo'yib, lupa yordamida sharcha qoldirgan iz diametrini bir-biriga tik yo'nalishda o'lchab, o'rtacha qiymati olinadi (9-rasm). Bunda diametri 10 va 5 mm bo'lgan sharchalarning namunada qoldirgan izlari diametrini 0,05 mm aniqlikda, qolganlarni 0,01 mm aniqlikda o'lchanadi. Iz diametri (d) sharcha diametri (D) ga quyidagi qiymatlari oralig'iga tushishi kerak:

$$0,25D < d < 0,6D$$

aks holda namunaning boshqa joyini takror o'lchash lozim.

Materiallarning Brinell bo'yicha qattiqligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$NB = \frac{R}{F_c} MПа (kg.k / mm^2)$$

bu yerda R – sharchaga qo'yilgan yuklama N (kg.k); F_c – sharchaning namuna sirtida qoldirgan segment izining yuzi, mm^2 .

Geometriyadan ma'lumki, shar segment izining yuzi quyidagicha aniqlanadi:

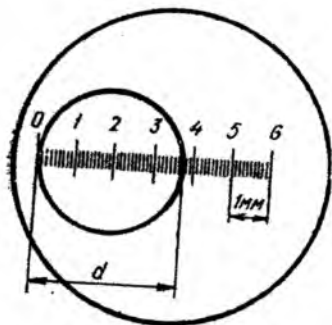
$$F_c \approx \pi \cdot D \cdot h \text{ mm}^2$$

bu yerda π – aniq son bo'lib, u 3,14 ga teng; D – sharcha diametri, mm; h – sharchaning namunaga botgan chuqurligi, mm. h ni aniq o'lchash qiyinroqligi sababli sharcha izi diametri o'lchanadi. Ma'lumki, sharchaning namunaga botgan chuqurligi $h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$ mm

ga teng bo'lgani uchun formula (1) dagi o'miga uning qiymatini ko'ysak, unda sharchaning segment izi yuzini quyidagicha ifodalash mumkin.

Demak, Brinell bo'yicha materiallar qattiqligini quyidagicha yozish mumkin:

$$F_c \frac{\pi \cdot D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}).$$



8-rasm. Lupa yordamida iz diametrini o'lash chizmasi

Materiallarning qattiqligini tezda aniqlashda yuqoridagi formula asosida tuzilgan jadvallardan foydalanish katta qulaylik beradi. 1-ilovada bu xil jadvallardan biri keltirilgan.

Brinell bo'yicha qattqlik, masalan, 85NV5(750)20 tarzida yoziladi.

Bu yerda 85-materialning Brinell bo'yicha qattqligini

($kg \cdot k/mm^2$), 5-sharcha diametrini (mm), 750 (kg-k) yuklamani qiymatini va 20 namunaning yuklama ostida tutish vaqtini sekundning hisobida bildiradi.

Talabalar berilgan topshiriqqa ko'ra mustaqil ravishda olib borilgan sinov natijalarini jadvalga yozadilar. Shuni qayd etish ham lozimki, metallarning qattqliklari bilan ularning cho'zilishga muvaqqat qarshiliklari orasida ma'lum boglanish bor:

$$\nu_{ch} \cong a \cdot HB \text{ МПа } (kg \cdot k / mm^2).$$

Masalan, yumshatilgan po'latlar uchun a koeffitsiyent 0,34–0,36 oralig'ida bo'ladi.

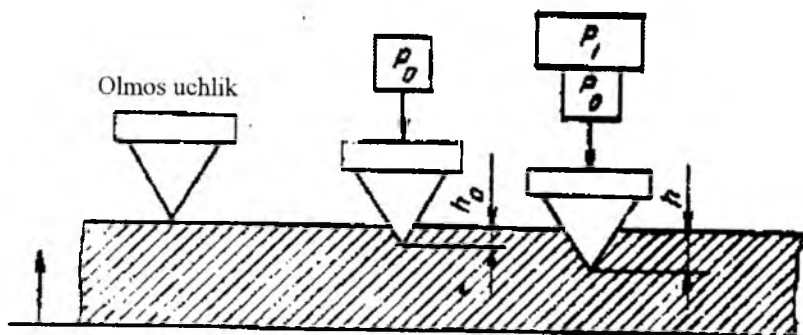
8-jadval

| Tartib raqami | Namuna materiali ~ qattqligi $kg/k \cdot mm^2$ | Qalinligi, mm | Sinov sharti | | | Sinashlarda sharchaning namuna sirtida qoldigan izlari diametri, mm | | | Izlarning o'rtacha diametri, mm | Brinell bo'yicha qattqligi, $g/k \cdot mm^2$ |
|---------------|--|---------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|---|-------|-------|---------------------------------|--|
| | | | Toblangan sharcha diametri, mm | Namunaga qo'yiladigan yuklama, P, kg | Namunani yuklama ostiga tushish vaqi, s | d_1 | d_2 | d_3 | d_{oT} | NV |
| | | | | | | | | | | |

Materiallarning qattiqligini Rokvell usulida sinash

Bu usuldan, odatda, qattiqligi NV450 dan ortiq bo'lgan, masalan, toblangan, sementitlangan, azotlangan po'lat detallarni yoki ulardan tayyorlangan namunalar qattiqligini aniqlashda foydalaniladi. Bunda namunani asbob stoliga silliqlangan sirti yuzasini yuqoriga qaratib qo'yilgach, unga uch radiusi 0,2 mm va burchagi 1200 li olmos konus (u qadar qattiq bo'lmagan materiallar qattiqligini aniqlash zarur bo'lgan holda diametri 1,5875mm li toblangan po'lat sharcha) ma'lum yuklama ostida botiriladi. Sinashda olmos konusni yoki sharchani namunaga asosiy yuklama (R_0) ostida botirishda uchlikning botish chuqurligi (h) ga ko'ra qattiqligi aniqlanadi (9-rasm). Shuni aytish lozimki, sinaladigan materialning taxminiy qattiqligiga ko'ra uchlik turi va unga qo'yiladigan yuklama 10-jadvalga ko'ra tanlanadi.

Material qattiqligi indikatorning qaysi shkalasi bo'yicha aniqlanganligiga ko'ra uni quyidagicha ifodalanadi.



9-rasm. Sinashda olmos konusni materialga botirish chizmasi

9-jadval

| Rokvell bo'yicha qattiqlikni o'lchash oralig'i | Uchlik xil | Indikator shkalasi | Qo'yilgan yuklama, N (kg) |
|--|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| 25-100 | Toblangan po'lat sharcha | V | 1000 (100) |
| 20-67 | Olmos konus | S | 1500 (150) |
| 70-85 | --((-- | A | 600 (60) |

$$HRA=100-e, HRC=100-e.$$

Agar "V" shkala yuo'yicha aniqlansa, HRB=130-e.

Bu yerda e-namunadan asosiy yuklama (R1) olinganda uchlikni dastlabki (R0) yuklama ostida 0,002 mm ga botgan chuqurligi bo'lib, uni quyidagicha aniqlanadi:

$$e = \frac{h-h_0}{0,002} \text{ mm.}$$

Bu yerda h- uchlikning namunaga asosiy yuklama (R1) botgan chuqurligi, mm; h₀- uchlikning namunaga dastlabki yuklama (R0) qo'yilganda botgan chuqurligi, mm.

Agar e qiymatini yuqoridagi formulalarga qo'ysak, unda qattqlik quyidagicha bo'ladi:

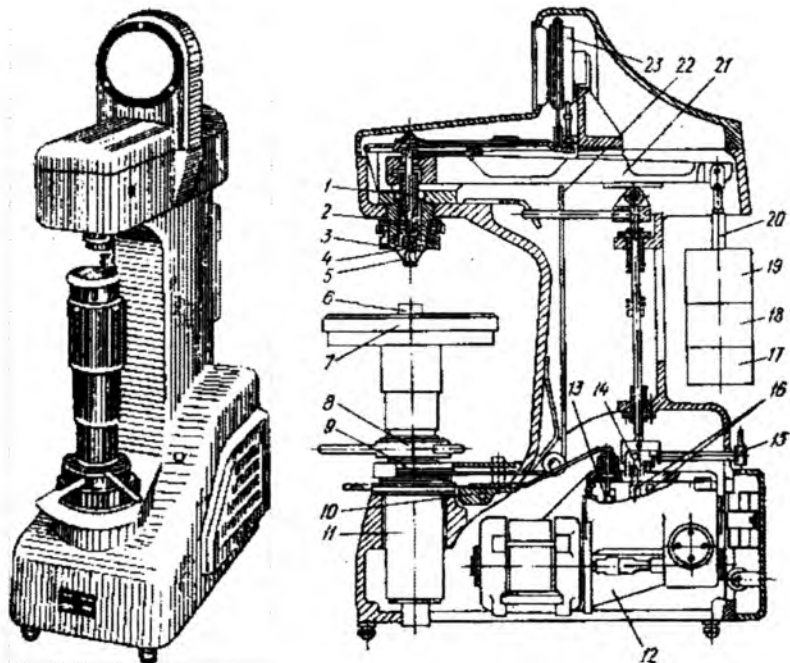
$$HRA \text{ yoki } HRC = 100 - \frac{h-h_0}{0,002}; HRB=130 - \frac{h-h_0}{0,002}.$$

Namunani sinashga tayyorlash

Namunaning qalinligi uchlikning namunadan asosiy yuklama (R1) olingandan keyin botgan chuqurligi (e) dan kamida 8 marta katta bo'lishi lozim. Yuzada esa kir, moy, zanglar bo'lmay, tekis bo'lishi kerak. 10-jadvalda materiallarning dalanganligiga ko'ra namunaning eng ichik qalinlik o'lchami keltirilgan.

10-jadval

| Indikator shkalalar belgisi | Rokvell bo'yicha qattiqligi | Namunning eng kichik qalinligi, mm | Indikator shkalalar belgisi | Rokvell bo'yicha qattiqligi, | Namunaning eng kichikligi, mm |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| A | 70 | 0,7 | V | 80 | 1,0 |
| A | 80 | 0,5 | V | 90 | 0,8 |
| A | 90 | 0,4 | V | 100 | 0,7 |
| V | 25 | 2,0 | S | 20 | 1,5 |
| V | 30 | 1,9 | S | 30 | 1,3 |
| V | 40 | 1,7 | S | 40 | 1,2 |
| V | 50 | 1,5 | S | 50 | 1,0 |
| V | 60 | 1,3 | S | 60 | 0,8 |
| V | 70 | 1,2 | S | 67 | 0,7 |



10-rasm. TK-2 tipdagi qattqlikni o'lash asbobining umumiy ko'rinishi va kinematik chizmasi: 1-shpindel; 2-prujina; 3-cheklagich; 4-vint; 5-apravka; 6-namuna; 7- stol; 15-dasta; 9- baraban; 10-klavish; 11-vint; 12-uzatma; 13-tumbler; 14-shtok; 16-kulachokli blok; 17- doimiy yuktosh; 18-19- yuktoshlar; 20-osma; 21-richag; 22-tros; 23-indikator.

Foydalaniladigan asbob, moslama va o'lchov asboblari

Bu usulda materiallarning qattqligini aniqlashda TK-2 asbobidan, moslama sifatida plita, prizmalardan, shtangensirkul yoki chizig'ichdan foydalaniladi.

10-rasmda qattqlikni o'lchashda keng foydalaniladigan TK-2 asbobining ko'rinishi va kinematik chizmasi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, uning korpusining yuqori qismida sinaladigan materialga uchlik orqali yuklamani qo'yuvchi richag 21, pastida esa stol 7 ni zaruriyatga ko'ra yuqoriga ko'taruvchi yoki pastga tushiruvchi mexanizmi bor.

Sinash tartibi

1. Sinaladigan namuna 6 yoki detalning sirt yuzining tozalangan tomonini yuqoriga qaratib asbob stoli 7 ga qo'yiladi.

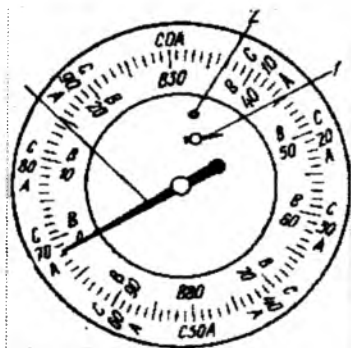
2. Namunaning taxminiy qattiqligiga ko'ra uchlik xili, qo'yiladigan yuklama qiymati 10-jadvaldan belgilanadi.

3. Tegishli uchlik va yuklama beruvchi toshlar o'z joylariga o'rnatiladi.

4. Dasta 8 ni soat mili harakati tomon aylantirib, namunani uchlik tagiga dastlabki 10 kg li Ro yuklama qo'yilguncha qisiladi. Bunda indikator 23 ning kichik mili 1 siferblatdagi qizil nuqta 2 ga keladi. Bunda katta mili 3 siferblatdagi "nol" ± 5 li bo'linma farq bilan vertikal vaziyatga kelishi kerak (11-rasm). Agar bu vaziyatga kelmasa, dasta 8 ni soat mili harakatiga teskari tomoniga aylantirib, namunaning boshqa joyini sinab ko'riladi. Masalan, S shkala bo'yicha sinashda indikatorning rantidan ushlab, S shkala nolini katta milga keltiriladi.

5. Yurgizish tugmachasini bosib, elketr dvigateli harakatga keltiriladi, uning harakati uzatma 12, kulachokli blok 16 ga o'tadi. Bunda shtok 14, richag 21 ko'tarilib, uchlik asosiy yuklama (R1) ta'sirida materialga botirishda katta mil soat mili harakatiga teskari tomoniga aylanadi.

6. Namunani yuklama ostida tutish vaqti (odatda $10-6^{\circ}\text{C}$) tugagach, strelka 3 soat mili harakati tomon aylanib, siferblat shkalasida material qattiqligini ko'rsatadi. Keyingi namunaning boshqa joylari qattiqligi shu tarzda kamida uch marta o'lchanib, o'rtacha qattiqlik olinadi. Sinash natijalari asosida 11-jadval to'ldiriladi.



11-rasm. Indikator siferblati:

1-kichik strelka; 2-qizil nuqta;

3-katta strelka.

**Materiallarning qattiqligini Rokvell usulida
sinashda olingan natijalar**

| Tartib № | Namuna belgisi | Taxmiiy qattiqligi kg. k/mm ² | Qabul etilgan shkala | Namuna qo'yilgan asosiy yuklama RI, N/kg/ | Qattiqlik NRS | | | |
|----------|----------------|--|----------------------|---|---------------|---|---|---------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | o'racha |
| | | | | | | | | |

2-ilovada Brenell, Rokvell, Vikkers usullarida aniqlangan qattiqliklar nisbatlari keltirilgan.

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Metall va uning qotishmalarini qattiqligiga ta'rif bering.
2. Qattiqlikni o'lchash usullarini sanab chiqing. Ularning farqi nimada?
3. Qattiqlik Brinell va Rokvell usullarida qanday aniqlanadi?
4. Metal va uning qotishmalarini mexanikaviy xossalariga ko'ra markalarini va ishlatish joylarini qanday aniqlash mumkin?


4-LABORATORIYA ISHI

Materiallarning zarbiy qovushqoqligini sinash

Ma'lum, ko'pgina konstruksion materiallar statik kuchlar ta'siriga yaxshi qarshilik ko'rsata olmaydi. Buning boisi shundaki, ularga qo'yilgan yuklama tezligi ortishida, harorat pasayishida, donlar o'lchamining kattalashishida, sirtida chiziqlar bo'lishida material mo'rt sinishga moyillashadi. Statik yuklamada sinashda esa materialni zarbiy yuklamada sinashda olinadigan tayyorlanadigan detallar (tirsakli vallar, shtamplar, porshen barmoqlari va boshqalar) ish jarayonida turli qiymatli va yo'nalishdagi statik hamda dinamik yuklamalar ta'sirida bo'lganligidan ularning dinamik kuchlarga bardosh berish qobiliyati sinaladi.

12-jadval

u-simon ariqchali namunaning eskizi va o'lchamlari, mm

| Eskizi | O'tish radiusi, R mm | Uzunligi, l mm | Eni, B mm | Bo'yi, a mm | Ko'ndalang kesimi bo'yicha ish qismi yuzi, S0 mm ² |
|--|----------------------|----------------|-----------|-------------|---|
|  | 1±0,07 | 55±0,6 | 10±0,1 | 10±0,1 | 8±0,1 |

Foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari

Sinaladigan materiallardan namuna zagotovkalar stanoklarda kesib olinib ulardan GOST 9454-78 (ST SEV 472-77, ST SEV 473-77) talablariga ko'ra namunalar tayyorlanadi. Ularni tayyorlashda strukturaviy o'zgarishlarga yo'l qo'ymaslik, sirt yuzasi moy, zang kabi iflosliklar, tiralgan joylar bo'lmasligi kerak. Namunalar o'rta belgiga o'yilgan ariqcha shakli va o'lchami sinash harorati va mayatnikning zarb berish energiyasi qiymatiga ko'ra

belgilanmog'i lozim. Masalan, sinash harorati -40°C bo'lib, mayatnik kopyorning zarb berish energiyasi (KS) 50J bo'lsa, "B" simon, agar $t_0 = +100^{\circ}\text{C}$, $KC=150\text{J}$ bo'lsa, "T" simon va $t_0 = 18-200^{\circ}\text{C}$? $KS = 300\text{J}$ gacha bo'lsa, "U" simon qilib ariqcha ochiladi. Shunga ko'ra ularning zarbiy qovushoqligini KS, KST va KSI deb belgilanadi. Bu yerda KS-zarbiy qovushoqlik belgisi. "B", "T" va "U" – ochilgan ariqchalar shakli.

Mayatnik kopyorning tuzilishi va ishlashi

12-rasm, a da mayatnik kopyor va uning ishlash chizmasi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, asosi 1 ga stanina 2 mahkamlangan bo'lib, uning gorizontol o'qiga mayatnik 3 o'rnatilgan. Mayatnik bu o'q atrofida ma'lum burchak bo'ylab tebrana oladi. Staninaga o'rnatilgan tayanchlar 6 ga sinaladigan namuna 7 simmetrik qilib, kertimli joyini ichkariga qaratib o'rnatiladi.

Sinashni o'tkazish tartibi

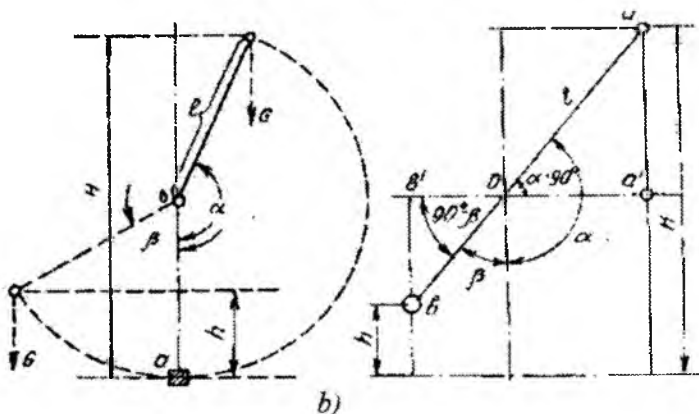
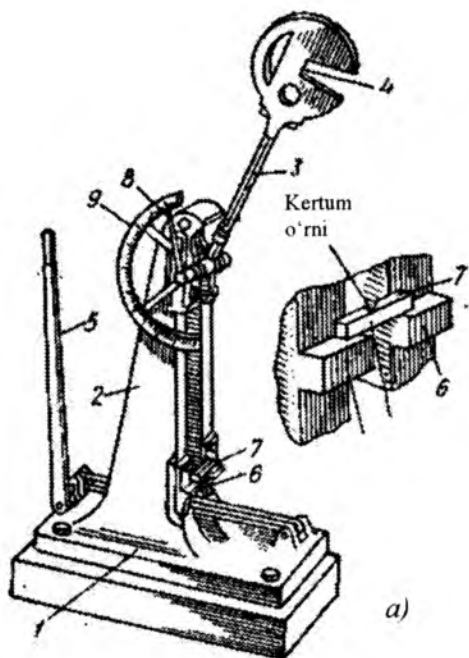
1. Mayatnikni o'ng qo'lda biroz ko'tarib, namunani kopyor tayanchlariiga simmetrik qilib andaza yordamida qo'yamiz (12-rasm, a).

2. Mayatnikni ko'tarilish burchagi (α) ga ko'tarib, ilgakni ilib, bu burchak qiymatini 13-jadvalga yozamiz. Keyin esa strelka 8ni shkala 9 dagi "nol" vaziyatiga o'tkazamiz.

3. Ilgakni chiqaramiz. Bunda mayatnik tig'i bilan namunani zarblab, uni sindiradi. Mayatnikning tebranishini to'xtatish uchun tasmali mexanizm dastasini ohista tortamiz. Mayatnik to'xtagach, uning ko'tarilish burchagi (β) ni mil 8 shkala 9 da ko'rsatadi, uni ham 13-jadvalga yozamiz. Olingan materiallar asosida materialning zarbiy qovushoqligi (KSI) ni aniqlash uchun namunani sindirishga sarflangan ish (K) ni aniqlab, so'ngra uni namuna ko'ndalang kesim yuzi (S_0) ga bo'lamiz.

$$KIS = \frac{K}{S_0} \text{ yoki } KIS = \frac{G(H-h)}{S_0} \text{ j/m}^2 (\text{kg.m / sm}^2)$$

Bu yerda G – mayatnikning massasi, N/kg; N - mayatnikning α burchakka ko'tarilgandagi balandligi, m; h - mayatnikning β burchakka ko'tarilgandagi balandligi, m; S_0 – namuna ish qismining ko'ndalang kesim yuzi, sm^2 .



12-rasm. Mayatnikli kopyorning ko'rinishi (a) va ishlash chizmasi (b).

1- asos; 2- stanina; 3- mayatnik; 4- mayatnikning tig'i; 5- tasmali mexanizmning dastasi; 6- namuna o'rnatiladigan tayanch; 7- namuna; 8- strelka; 9- shkala.

Ma'lumki, mayatnikning namunani sindirish uchun sarflagan kuchini uni sindirgandan keyin ko'tarilgan burchagi (β) ga ko'ra aniqlash birmuncha qulaydir.

12-rasm, b dagi chizmadan ko'rinadiki,

$$H = l + aa'; h = l - bb' \quad aa' = l \cdot \sin(\alpha - 90^\circ); bb' = l \sin(90^\circ - \beta)$$

Trigonometriyadan ma'lumki, $\sin(\alpha - 90^\circ) = -\cos \alpha; \sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta$.

Demak,

$$aa' = l - \cos \alpha; bb' = l \cdot \cos \beta \quad \text{Unda } H = l - l - \cos \alpha; h = l - l \cdot \cos \beta$$

Bu qiymatlarni tenglama (1) dagi N o'rninga qo'ysak, formula quyidagi ko'rinishga o'tadi:

$$KIS = \frac{G \cdot l (\cos \beta - \cos \alpha)}{S_0} \quad J / m^2 (kg \cdot m / sm^2).$$

Misol. 20X markali po'latdan tayyorlangan namunaning zarbiy qovushoqligini aniqlash zarur deylik. Buning uchun kopyor jadvalidan uning massasi (G) ni, mayatnik uzunligi (l) ni yozib olamiz. Keyingi namunani olib, kopyorni tegishli joyiga qo'yib, mayatnikni ko'tarilish burkach (α) ga ko'tarib, ilgaklab qo'yamizda, uning ko'tarilish burchagi (α) ni ham yozib olamiz. Keyingi, yuqorida qayd etilgandek, mayatnikni tutib turgan ilgakni ajratamiz. Bunda u namunani zarb bilan urib, sindiradi. Mayatnik tebranishini to'xtatish uchun tormoz dastasini ohista tortib qo'yib, u to'xtagach mayatnikning namunani sindirgandan keyingi ko'tarilgan burchagi (β) ni yozib olamiz. Olingan materiallar asosida materialning zarbiy qovushoqligini quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$KIS = \frac{G \cdot l (\cos \beta - \cos \alpha)}{S_0}$$

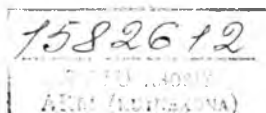
Kopyor xarakteristikasidan uning G, l, α , qiymatlarini va namunadan S_0 larni aniqlasak, ular quyidagicha:

$$G = 9,69 \text{ kg}, \quad l = 800 \text{ mm},$$

$$\alpha = 160^\circ \quad KIS = \frac{9,69 \cdot 0,8 (\cos 70^\circ - \cos 160^\circ)}{0,8} =$$

$$S_0 = 80 \text{ mm}^2 = \frac{9,69 \cdot 0,8 [(0,3420 + 0,3420)]}{0,8} \cong 6,6 \text{ kg} \cdot m / sm^2.$$

Sinash aniqligi $\beta = 700$



Materiallarning zarbiy qovushqoqligini sinash natijalari

| Tartib raqami | Material xili | Nimuna eskizi | Namuna o'lchamlari | | Mayatnikning ko'tarilish burchaklari | | Zarbiy qovushqoqli KSI, J/m ² (kgk sm ²) | Similma yuza xarakteristikasi |
|---------------|---------------|---------------|--------------------|--|---|---|--|-------------------------------|
| | | | Bo'yi, A mm | Kiritilgan joy ko'ndalang kesim yuzi, S ₀ | Namunani sindirgandan keyingi, α ₀ | Namunani sindirgandan keyingi, β ₀ | | |
| | | | | | | | | |

Olingan natijalarni 13-jadvalning tegishli ustuniga yoziladi. Amalda yuqoridagi formula asosida tuzilgan jadvaldan foydalaniladi (3-ilova). Shuni ham aytish kerakki, agar mayatnikning zaxira energiyasi namunani sindirishga yetmasa, u juda qovushqoligi sababli sinmaydi, unda kuchliroq kopyorda sinamoq kerak.

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Materiallarning zarbiy qovushqoqligi xossalriga ifoda bering.
2. Qaysi vaqtda zarbiy qovushqolikka sinaladi?
3. Qovushqolikka sinash tartibini aytib bering.

5-LABORATORIYA ISHI

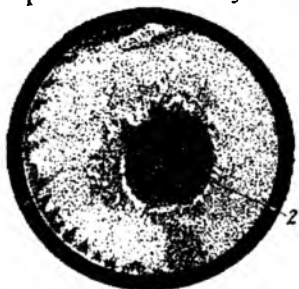
Metallarning siklik yuklamalarga chidamliligini sinash (GOST 2860-65)

Ko'pgina detallar (vallar, shatunlar, prujinalar va boshqalar) ish jarayonida qiymati va yo'nalishi o'zgaruvchan (siklik) yuklamalar ta'sirida bo'ladi. Shu sababli bu detallar materiallarini statik va dinamik kuchlarda sinashlarda aniqlangan mustahkamlik xossalari bo'yicha ularning siklik yuklamalarga chidamliliklarini aniqlab bo'lmaydi. Shu boisdan, ularning chidamliligi toliqishga chidamlilik sikllari soni (N) orqali aniqlanadi. Metallarning toliqish chegarasi deb detallarni ish jarayonida ularga ta'sir etuvchi eng katta siklik yuklamalarda sinmasdan, necha ming marta bardosh berish xossasiga aytiladi.

Shuni qayd etish lozimki, siklik yuklamalarda ishlovchi detallar, odatda, statik sinashda aniqlangan cho'zilishga ko'rsatgan muvaqqat qarshiligi kuchlanishi (σ_s) dan ancha kichik kuchlanishda toliqadi. Chidamlilik chegarasiga kelganda esa to'satdan sinadi.

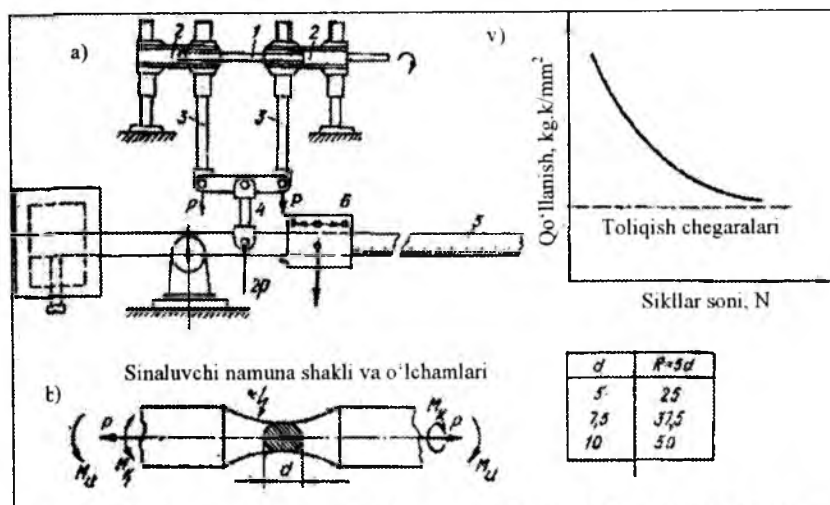
Shu sababli ularga siklik yuklamalar qo'yilish soniga chidamliligi deyiladi. Shartli ravishda metallar uchun uning qiymati $5 \cdot 10^6 + 20 \cdot 10^7$ oralig'ida olinadi. Detallarda uchrovchi bunday xarakterli sinilmalarning hosil bo'lish sabablarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, ularning ish jarayonida siklik yuklamalar ta'sirida ko'plab beriluvchi zaifroq yoki ancha zo'riqqan joylari plastik deformatsiyaga uchrashi oqibatida mikrodarzlar hosil bo'ladi. Bu joylar siklik yuklamalar ta'sirida asta-sekin kattalashib, toliqish chegarasiga kelgach sinadi. Chidamlilik chegarasi metallning xiliga, kimyoviy tarkibiga, tuzilishiga, sirt yuzasi sifatiga, siklik yuklamalar qiymatiga bo'g'liq.

13-rasmda toliqish oqibatida singan valning ko'ndalang kesim yuzi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, val atrofi bo'yicha mikrodarz yerlari o'sib borishida yuzalar o'zaro ishqalanishi oqibatida donlar yemirilib, xiralashib ko'rinib, o'zak qismi esa birdan singan, yirik yaltiroq donlardan iborat bo'ladi. Metall va qotishmalarning toliqishga chidamliligini sinashda namunalarni cho'zib-siqishga, burash, egishga sinash turlaridan foydalaniladi.



13-rasm. Toliqish singan yuza

Bularning ichida namunani aylantirib turib, egishga sinash usuli ko'proq tarqalgan.



14-rasm. Toliqishga sinash mashinaning ishlash chizmasi, sinaladigan namuna eskizi va o'lchamlari

Bularning ichida namunani aylantirib turuvchi egishga sinash usuli ko'proq tarqalgan. 14-a rasmda sinash mashinaning ishlash chizmasi, 14-rasmda sinalgan namuna eskizi va o'lchamlari 14- v rasmda $\sigma_{max} - \lg N$ koordinatada toliqish grafifi keltirilgan.

Sinash tartibi

1. Namuna 1 sinash mashinasi shpindellari 2 ning uyalariga oʻrnatilib, uni 2700-3000 ayl/min tezlikda aylantiriladi.

2. Namunaga simmetrik va bir-biriga teng ikkita (R va R) kuchlar sharnir vositasida birlashtirilgan pishanglar 3-4orqali qoʻyiladi. Sinalayotgan namunaga taʼsir etayotgan R kuchning qiymatini oʻzgartirish uchun richag 5 dagi yuk 6 oʻng yoki chap tomonga siljiriladi.

3. Namunaga qoʻyilgan dastlabki maksimal yuklama sekin – asta kamaytirilib, uni sindirishgacha olib borilib, sikllar soni aniqlanadi.

4. Sinash natijalari asosida materialning toliqish grafigi tuziladi (15-v rasm) va undan toliqish chegarasi aniqlanadi.

Oʻz-oʻzini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Metalla va uning qotishmalarining xossalari nima uchun bir birlaridan farqlanadi?

2. Metall va uning qotishmalarining mexanik xossalariga taʼrif bering.

3. Universal UMM-5 markali mashinaning tuzilishi va ishlashini aytib bering.

4. Metall va uning qotishmalarining mutanosiblik, elastiklik, oquvchanlik va choʻzilishga koʻrsatgan muvaqqat qarshiligi kuchlanishlari σ_{tuz} , σ_{sa} , σ_0 va σ_v qanday aniqlanadi?

5. Metall va uning qotishmalar qattiqligini Brinell va Rokvell usullarida qanday aniqlanadi?

6. Metall va uning qotishmalarining zarbiy qovushqoqligi qanday aniqlanadi?

7. Metall va uning qotishmalarini mexanikaviy xossalariga koʻra markalarini va ishlatilish joylarini qanday aniqlash mumkin?

8. Qanday sharoitda detallar siklik yuklamalar taʼsirida boʻladi va toliqish chidamliligi qanday aniqlanadi?

6-LABORATORIYA ISHI

Konstruksion materiallarning texnologik xossalarini aniqlash

Ishdan maqsad. Materiallarning texnologik xossalarini sinash va olgan natijalariga ko'ra texnologik ishlovga yaroqlilik darajasini aniqlash.

Umumiy ma'lumot

Konstruksion materiallardan mashina detallari va konstruksiya elementlarini quyish, bolg'alash, payvandlash va boshqa usullarda tayyorlashga materialning qanchalik yaroqlilik darajasi uning texnologik xossalari deyiladi. Bu xossalar uning kimyoviy tarkibiga, tozaligiga, tuzilishiga, haroratiga va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liq. Masalan, sifatli quymalar olish uchun materiallarning yuqori suyuqlanuvchanligi, kam kirishuvi va tekis kimyoviy tarkibli bo'lishi zarur bo'lsa, bolg'alash yo'li bilan olinuvchi detallar materiali plastik bo'lmog'i lozim. Shu sababli konstruktorlar va texnologlar materiallarning turli texnologik ishlovlarga qay darajada moyilligini bilishlari kerak.

Foydalaniladigan namunalar, uskuna, moslama va o'lchov asboblari

Materiallarni texnologik xossalarini sinashda tegishli namunalar olinib, ularni belgilangan uskunalarda (cho'zish mashinasi, presslar, charx toshlar va boshqalar) sinaladi. Bunda moslamalar sifatida prizmalar, roliklardan, o'lchov asboblari sifatida shatangensirkul, burchak o'lchagich va chizg'ichlardan foydalaniladi.

Quyida materiallarning asosiy texnologik xossalaridan ba'zilarini sinash usullari bayon etiladi.

1. Materiallarni bukilishga sinash (GOST 1683)

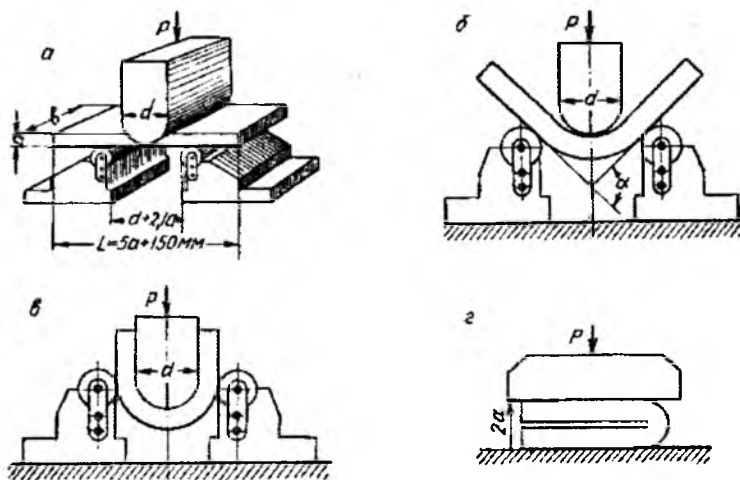
Bunday sinashda materialning bukila olish darajasi aniqlanadi. Buning uchun list yoki polsa materialdan metall kesuvchi stanok

yordamida zagotovkalar kesib olinib, keyin ulardan qalinligi a (mm), eni $v \neq$ (mm), uzunligi $L=5a+150$ mm bo'lgan namunalar tayyorlanadi (bunda $v > 10$ mm) va ularni quyidagi tartibda sinaladi:

1. Namunani cho'zish mashinasidagi tayanch roliklarga simmetrik holda (15-a rasmda ko'rsatilgandek) o'rnatilib, uning o'rta joyiga ustidan tegishli opravka (d) orqali yuklama (R) qo'yib boriladi. Sinash, texnik shartga ko'ra, ma'lum burchak (α) ga, tomonlari parallel vaziyatga kelguncha yoki ikki yog'i jipslashguncha olib boriladi (15-b, v, g rasmlar). Agar bunday namunada darz, qavatlanish yoki sinish yuz bermasa, material talabdagi bukilishga bardosh bergan hisoblanadi.

Payvandlangan materialni bukilishga sinash

Buning uchun sinaladigan materialdan bir necha teng o'lchamli zagotovkalar kesib olinib, ularning birini ikkinchisiga uchma-uch qilib payvandlanadi. So'ngra ulardan yuqorida qayd etilgan o'lchamda namunalar tayyorlanadi. Keyin ularni ma'lum yuklama ostida bukiladi. Bunda zaruriy bukilish burchagiga bukilguncha chok sifatli bo'ladi.

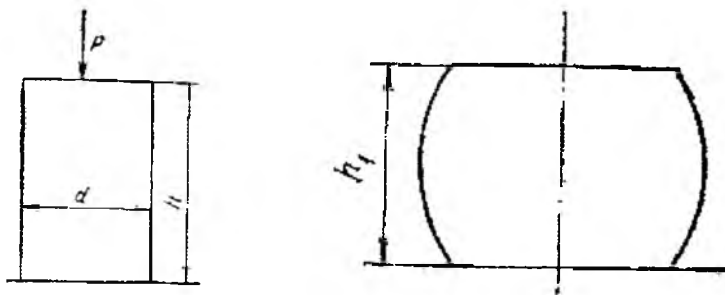


15-rasm. Namunani bukilishga sinash chizmasi:

a-namunani o'rnatilishi; b-ma'lum burchakka bukilishi; v-tomonlari parallel holga kelguncha bukilishi; g-jipslanguncha bukilishi

2. Materialni cho'kuvchanlikka sinash

Ko'pgina detallar (bolt, klapan, parchin mix va boshqalar) diametri 30 mm dan kichik bo'lmagan uglerodli po'lat zago-tovkalarini sovuqligicha cho'ktirib, ishlov berish natijasida olinadi. Shu sababli ularning materiallarning sovuq holda cho'kuvchanlik darajasi aniqlanadi. Materiallarni cho'kuvchanlik darajasiga sinash uchun diametri (d) 15 mm gacha bo'lgan materiallardan bo'yi $h=2d$ bo'lgan namunalar tayyorlanib bolg'a ostida h_1 o'lchamga yetguncha zarblar cho'ktiriladi (agar bu sinash presslash bilan olib borilsa $d \geq 15$ olinadi). Agar bu sinashda ularda darzlar, yoriqlar, siniqlar bo'lmasa, material yaroqli hisoblanadi (16-rasm).

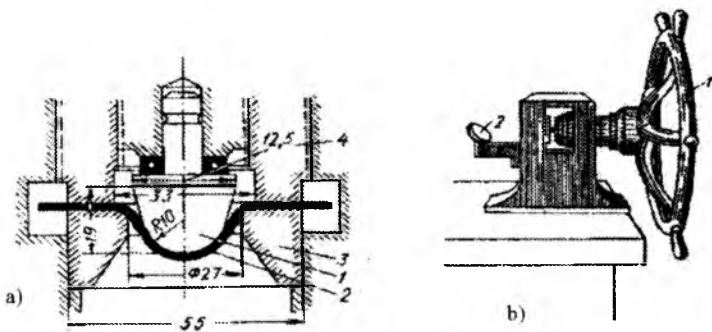


16-rasm. Namunani cho'kuvchanlikka sinash chizmasi:
a-sinovgacha; b-sinovdan keyin

3. Materiallarni botiluvchanlikka sinash

Avtomobil qanotlari turli metall g'illoflar kabi detallar qalinligi 2 mm gacha bo'lgan po'lat listlardan sovuqlayin shtamplash yo'li bilan olinadi. Shu boisdan bu materiallar botiluvchanlik darajasiga sinaladi. Buning uchun listlardan kvadrat shaklli namunalar kesib olinib, ularni birma-bir matritsa ustiga qo'yib, chetlari qisqich bilan kesilgach, puanson bilan ma'lum yuklama ostida darz ketguncha bosib, botiltiriladi (17-a, b rasmlar). 14-jadvalda sinaladigan list materialning qalinligiga ko'ra namuna tomonlari va matritsa teshiklarining o'lchami keltirilagan.

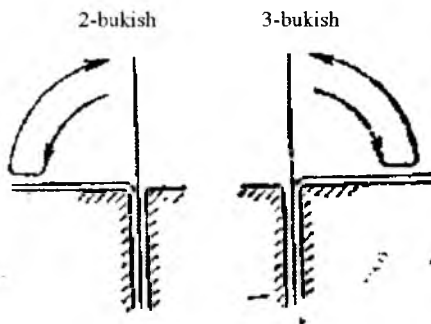
Namunaning botiltirilgan chuqurligiga ko'ra botiluvchanligi aniqlanadi va texnik shartga ko'ra materiallarning bu ishlovlarga yaroqliligi haqida xulosa chiqariladi



17-rasm. List materiallarni bukiluvchanlikka sinash chizmasi:
 A-sinov asbobning ko'rinishi; 1-maxavik; 2-oyna. B-sinash chizmasi:
 1-puanson; 2-namuna ; 3- matritsa; 4-qisqich.

4. Materiallarning takror bukiluvchanligini sinash

Materiallarning takror bukiluvchanligini sinashda uning buki-
 lib, to'g'rilanishiga bardosh berish darajasiga ko'ra bukiluvchan-
 ligini aniqlanadi. Bu usuldan uzunligi (L) 150 mm, diametri (d) 0,8
 dan 7 mm gacha bo'lgan listlar (bunda namunalar eni $B=2h+10\text{mm}$
 olinadi, keyin ularni birma-bir tiska jag'lari orasiga qisib, goh bir
 tomonga goh ikkinchi tomonga 900 ga (minutiga taxminan 60
 marta tezlikda) to singuncha bukiladi (18-rasm). Bukilish soniga
 ko'ra takror bukiluvchanlik aniqlanadi.



**18-rasm. List materiallarni takror bukiluvchanlikka
 sinash chizmasi: 1- tiska jag'lari; 2-namuna.**

1. 2 va 3 po'larlari

2. 4 po'lati

3. 10 po'lati

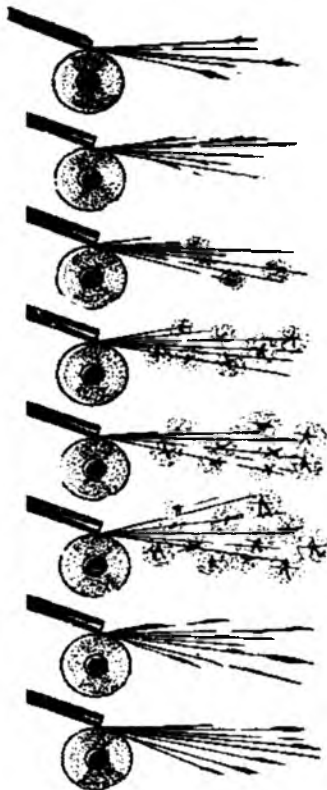
4. 15 va 20 po'latlari

5. 25 va 30 po'latlari

6. 40 va 45 po'latlari

7. 12 HNZA markali
xrom-nikelli po'lati

8. P18 markali
tezkesar po'lat



19-rasm. Turli to'plamlardan ajratiladigan uchqunlar turlari

1-uchqunlar och sariq, tarmoqlar soni ko'proq yulduzchalar hosil bo'ladi; 2-uchqunlar och sariq, tarmoqlar St2 va St3 po'latlar-nikidan ingichkaroq va g'ujroq. Yulduzchalar hosil bo'ladi; 3-uchqunlar och sariq tarmoqlar soni kamroq Ozroq yulduzchalar hosil bo'ladi; 4-uchqunlar och sariq, tarmoqlar va yulduzchalar soni 10 po'latnikidan ko'proq; 5-uchqunlar och sariq, tarmoq va yulduzchalar soni 15 va 50 po'latlarnikidan ko'proq; 6-uchqunlar och sariq, tarmoq soni juda ko'p yirik yulduzchalar hosil bo'ladi, tolalarning uchlarini o'tkir; 7-uchqunlar sariq, uchqunlarning uchlarida strelkalar bor. Yulduzchalar hosil bo'lmaydi; 8-uchqunlar to'q qizil, tarmoqlar soni kamroq. Yulduzchalar hosil bo'lmaydi.

| Sinaladigan namuna qalinligi, mm | Namuna tomonlari uzunligi, mm | Matritsa teshigi diametri, mm |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2dan 4 gacha | 70dan 90 gacha | 27 |
| 1,5dan 2 gacha | 70dan 90 gacha | 27 |
| 1,0dan 1,5 gacha | 10dan 20 gacha | 5 |

5. Po'latlar xilini va markasini ularni charxlashda chiqayotgan uchqun turlariga ko'ra aniqlash

Ba'zi hollarda, taxminiy bo'lsa-da, po'latlar xilini va markasini tezda aniqlash zarur bo'ladi. Bunday holda undan bir bo'lagini olib, charx toshda ishlov beriladi. Bunda ajralayotgan metall zarrachalarining havoda yonishidan hosil bo'layotgan uchqun turiga ko'ra uning xilini aniqlasa bo'ladi. 20-rasmda turli po'latlarning qanday markalaridan chiqadigan uchqunlar turlari ko'rsatilgan.

Yuqorida ko'rsatilgan usullardan tashqari, materiallarni suyuqlanuvchanligi, hajmiy (chiziqiy) kirishuvchanligi, kesib, ishlanuvchanliklari kabi texnologik xossalarni aniqlash usullari ham bor, ular haqida kursning tegishli bo'limlarida ma'lumotlar berilgan. Talabalar sinashda olgan natijalarni quyidagi 15-jadvalga qayd etadilar.

15-jadval

| Tartib raqami | Namuna eskizi | Sinash chizmasi | Sinashda olingan ko'rsatkichlar | Xulosa |
|---------------|---------------|-----------------|---------------------------------|--------|
| | | | | |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Metall va uning qotishmalarining texnologik xossalari de-ganda qanday xossalarni tushunasiz?

2. Nima uchun metall va uning qotishmalarining texnologik xossalarni sinash zarur?

3. Metall va uning qotishmalarining qanaqa texnologik xossa-larini bilasiz?

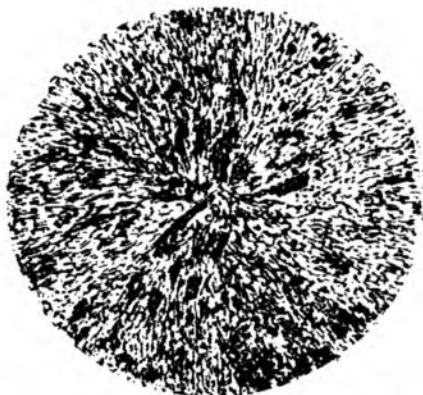
4. Metall va uning qotishmalarining biror texnologik xossasini aniqlash usulini tushuntirib bering.

7-LABORATORIYA ISHI

Konstruksion materiallarning sifatini makrostrukturasi yordamida o'rganish

Ishdan maqsad. Metall va uning qotishmalarining siniq yuzasining xarakteriga qarab makrostrukturalarini ko'z bilan, zarur bo'lsa lupa yordamida 20 ... 30 marta kattalashtirib kuzatish natijasida namuna yoki detalning puxtaligiga putur yetkazuvchi nuqsonlar (g'ovaklik, darz, shlak qo'shimchalar, tarkib notekisligi) va boshqa ko'rsatkichlarni o'rganish.

Umumiy ma'lumot. Mashina detallari va turli konstruksiya elementlari konstruksion materiallardan turli texnologik usullar bilan olinadi. Ayrim texnologik sabablarga ko'ra ularning ishlatilish ko'rsatkichlariga putur yetkazuvchi nuqsonlar bo'lishi mumkin. Shu sababli ularning sifatini kuzatish maqsadida oddiy makrotahlil deb ataluvchi usuldan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Talabalar laboratoriya ishida o'qituvchi tomonidan qo'yilgan masalalarni: 1) siniq yuzasini, 2) makro tuzilishini kuzatib o'rganadilar.



20-rasm. Quyma po'latning ko'ndalang kesim yuzi bo'yicha makrostrukturasi

Siniq yuzasini kuzatish. Buning uchun kuzatiladigan metallardan namunalar tayyorlab, ularni mayatnikli kopyorda yoki bolg'a bilan urib sindirib, siniq yuzada donadorligi, nuqsonlar bo'lsa xili,

hajmi va xarakteriga ko'ra metallning xossasi aniqlanadi. Aytaylik, yuza xira tusli tolali bo'lsa, bunday yuzalar qovushoq metallarga taalluqli bo'ladi, chunki deformatsiyalangan uchun donalar shakli va o'lchamini aniqlab bo'lmaydi. Agar yuza yaltiroq tusli, yirik donali bo'lsa, bunda ular kristalli mo'rt metallarga taalluqli bo'ladi. Bu xil metallarda sinish donalar bo'yicha yoki donalar aro yuz berishi mumkin. Shuni ham qayd etish lozimki, metallarga yuk qo'yish xarakteriga va harorat sharoitiga ko'ra qovushoq metallning mo'rt sinishi va aksincha, mo'rt metallning qovushoq sinishi yuz berishi ham mumkin. Uglerodli po'latlardan farqli o'laroq legirlangan po'latlarda flokenlar deb ataluvchi nuqsonlar, shuningdek, shifer tarzidagi nuqsonli sinishlar uchrashi mumkin. Bunga sabab, bosim bilan ishlangan legirlangan po'latlarni 200—220°C harorat oraliqlarida tez sovutilganida qattiq eritmada erigan vodorod undan ajralishga ulgirolmaganligi oqibatida bu xil nuqsonlar va sinilmalar uchraydi.

Makrotuzilishini kuzatish. Buning uchun kuzatiladigan metallning tegishli joyidan bo'yi yoki ko'ndalang kesimi bo'ylab ma'lum o'lchamli namunalar kesib olib, ularning sirt yuzalari avvaliga yirik tishli egovda, keyin mayin tishli egovda egovlangach mayda donali jilvir qog'oz bilan jilvirlanadi. Bunda bir raqamli jilvir qog'ozdan, ikkinchi raqamli jilvirli qog'ozga o'tishda namunani 90° ga burib, sirtidagi chiziqlar yo'qolguncha jilvirlash olib boriladi. Keyin namunani yuzasiga kislota eritmasi ta'sir ettiriladi. Turli tuzilmalar kislota ta'siriga turlicha berilishi sababli, namunada donlar shakli va o'lchamlari, tolaliligi, toblangan qatlam qalinligi, g'ovaklar, darzlar, shlak qo'shimchalar va boshqalar ko'rinadi.

Quyma metall tuzilishini kuzatish

1. Yuqorida aytilgan tarzda namuna tayyorlanadi.
2. Maxsus shkafdagi suvli idishga chinni kosacha qo'yib, unga 80—90°C gacha qizdirilgan reaktiv (persulfat ammoniy) ning suvdagi 15 %li eritmasi ma'lum miqdorda quyiladi.
3. Qisqichda namunani olib, reaktivga tushiriladi va uni u yerda 5—10 daqiqa saqlanadi.

4. Namunani qisqichda reaktivdan olib, suv bilan yuvib, quritiladi.

5. Namunaning tuzilishi kuzatiladi (20-rasm).

Metallardagi darz, g'ovaklik kabi nuqsonlarni kuzatish

1. Namunalar tayyorlanadi.

2. Namunalarning sirt yuzi spirtda namlangan paxta bilan artilib, ularni maxsus shkafdagi chinni kosaga quyilgan 60—70°C li reaktiv (50 sm³ NSI ning 50 sm³ suvdagi eritmasi) ga tushirib, u yerda 10—45 daqiqa saqlanadi.

3. Namunalarni eritmadan qisqichda olib avvaliga suv, keyin nitrat kislotasining suvdagi 10—15 %li eritmasi bilan yuvib, quritamiz.

4. Namunalar sirtini ko'z bilan, zarur bo'lsa lupa bilan kuzatib, sirt yuzada ko'ringan g'ovaklar va darzlar kabi nuqsonlarni kuzatamiz.

Metallarni sifatiga putur yetkazuvchi oltingugurt, fosfor va uglerod elementlari birikmalarining taqsimlanishini Bauman usulida kuzatish

Oltingugurtning taqsimlanishini aniqlash

Oltingugurt po'latda *FeS* va *MnS* birikmalar tarzida bo'ladi. Masalan, *MnS* ning suyuqlanish harorati 1193°C bo'lganligi uchun u metallning kristallanish jarayonida donlar aro joylashadi. Bu hol metall qizdirilganda donlar bog'lanishini zaiflantiradi, ya'ni qizdirilganda sinuvchan bo'lib qoladi. Metallardagi oltingugurtning taqsimlanishini aniqlash uchun quyidagi ishlar qilinadi:

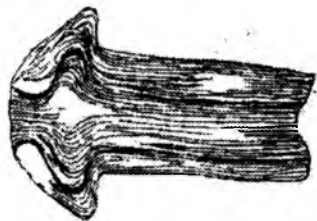
1. Namunalar tayyorlanadi

2. Namunalar sirt yuzasi spirtda namlangan paxta bilan artilib, shu tomonini yuqoriga qaratib stolga qo'yiladi.

3. Brom-kumushli foto qog'ozni sulfat kislotasini suvdagi 5 %li eritmasiga tushirib, 5-10 daqiqa saqlagach, uni olib, ortiqcha shimilgan eritmadan holi etish uchun ikkita filtr qog'oz orasiga olib, qog'ozlarni unga ohista bosamiz.

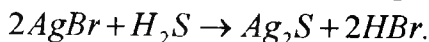
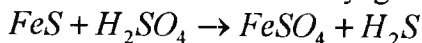
4. Foto qog'ozni emulsiya tomoni bilan namunalar yuziga qo'yib, ular oralig'idagi gaz pufakchalarini chiqarish uchun ustidan rezina valikni yurgizamiz-da, bu vaziyatda uni 2-3 daqiqa saqlaymiz.

5. Brom kumushli qog'ozni namuna ustidan olib, avvaliga suvda, so'ngra giposulfatning suvdagi 25 %li eritmasida ma'lum vaqt saqlab ishlangandan keyin olib, yana suvda yuvib, havoda quritiladi. Bunda qog'oz sirtidagi, qoramtir jigarrang joylar oltinugurtga boy sulfidlarni ko'rsatadi (21-rasm, a).



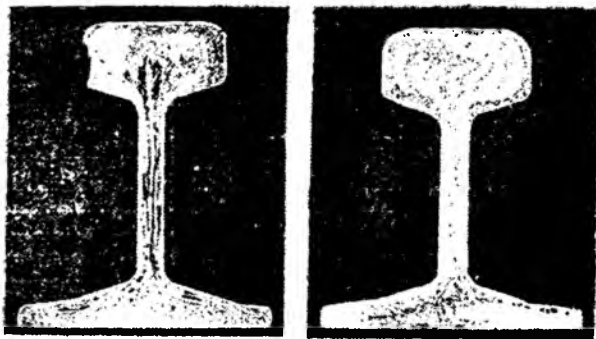
21-rasm. Bosim bilan ishlovda olingan parchin muhitdagi tolalilik chizmasi

Buning sababi shundaki, qog'ozga shimilgan sulfat kislota metallidagi, masalan, FeS bilan reaksiyaga kirishadida H_2S ajralib, u foto-qog'ozdagi bromli kumush bilan reaksiyaga kiradi.



Keyin qog'ozni suvda yuvib, 10 % giposulfitda ishlab, so'ngra suvda yuvib quritiladi. Ag_2S fotoqog'ozga qoramtir-jigarrang tus beradi.

Fosfor va uglerodning taqsimlanishini aniqlash. Ma'lumki, fosfor miqdori po'latda 0,1-0,2% bo'lsa, sovuqda mo'rt, sinuvchan bo'ladi. Shu sababli uning miqdori qancha kam bo'lsa, shuncha yaxshi.



a)

b)

22-rasm. Namunada oltinugurtli birikmalar (a), fostorli va uglerodli birikmalar (b) ning taqsimlanishi

Fosforning taqsimlanishini aniqlash uchun quyidagi ishlar qilinadi:

1. Namunalar tayyorlanadi.

2. Namunalar maxsus shkafdagi fosfor kosachadagi reaktiv (85 gr. $SuSi_2$, 53 gr. NH_4Cl va 1000 sm³ suvli eritma) ga tushirilib, unda 1—2 min saqlaymiz. Bunda eritmada Fe erib, Su ajralib, namuna sirtiga o'tiradi.

3. Reaktivdan namunani qisqich yordamida olib, sirtiga o'tirgan Su suv bilan yuvib tozalangach, nam paxta bilan artib, quritiladi.

4. Namuna sirtida fosforgia va uglerodga boy joylari tezroq eriganligi sababli qorayib ko'rinadi (21-rasm, b).

Metallardagi tolalilikni kuzatish

Metalldagi sulfidlar, oksidlar va shlaklar bosim bilan ishlashda deformatsiya yo'nalishida cho'zilib, tola hosil qiladi, shu sababli detallarni tayyorlashda tola yo'nalishi bo'yicha puxtalanish hisobga olinmog'i lozim.

Metallardagi tolalik tuzilishini aniqlash uchun quyidagi ishlar qilinadi:

1. Namunalar tayyorlanadi.

2. Fosforning taqsimlanishini kuzatishdagi eritma olinib, namunani fosforli kosadagi issiq reaktivda tushiriladi va 1-2 daqiqa saqlanadi. Agar kuchliroq reaktivda ishlash zarur bo'lsa, reaktiv sifatida darz, g'ovaklarni kuzatishda foydalaniladigan eritmadan foydalanib, namunani unga tushirib, 30—50 daqiqa saqlanadi.

3. Reaktivdan namunani qisqich yordamida olinib, avvaliga suvda, keyin nitrat kislotasining suvdagi 10—15% li eritmasida yuvilib, quritiladi.

4. Namuna sirti kuzatiladi, bunda tolalik yaqqol ko'rinadi (22-rasm).

5. Kuzatuvlar natijasida olingan materiallarni 16-jadvalning tegishli ustunlariga qayd etiladi.

16-jadval

| Tartib raqami | Namuna yoki detal eskizi | Foydalanilgan reaktiv | Ko'rilgan manzara | Xulosa |
|----------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|
| | | | | |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Makrostrukturani o'rganishdan maqsad nima?
2. Qo'lingizdagi namunalarni sinashda qanday nuqtalarni ko'rdingiz?
3. Bu nuqsonlarni hosil bo'lish sabablari nimada? Oldini olish tadbirlari nimada?
4. Fosfor va oltingugurt metall xossalriga qanday ta'sir qiladi? Bularning detall- metall yuzasida taqsimlanishini qanday aniqlash mumkin?
5. Legirlangan po'latlarda uglerodli po'latlardan farqli o'laroq yana qanday nuqsonlar uchraydi?
6. Bu nuqsonlarni hosil bo'lish sabablari nimada? Oldini olish tadbirlari to'g'risida nima deysiz?

8-LABORATORIYA ISHI

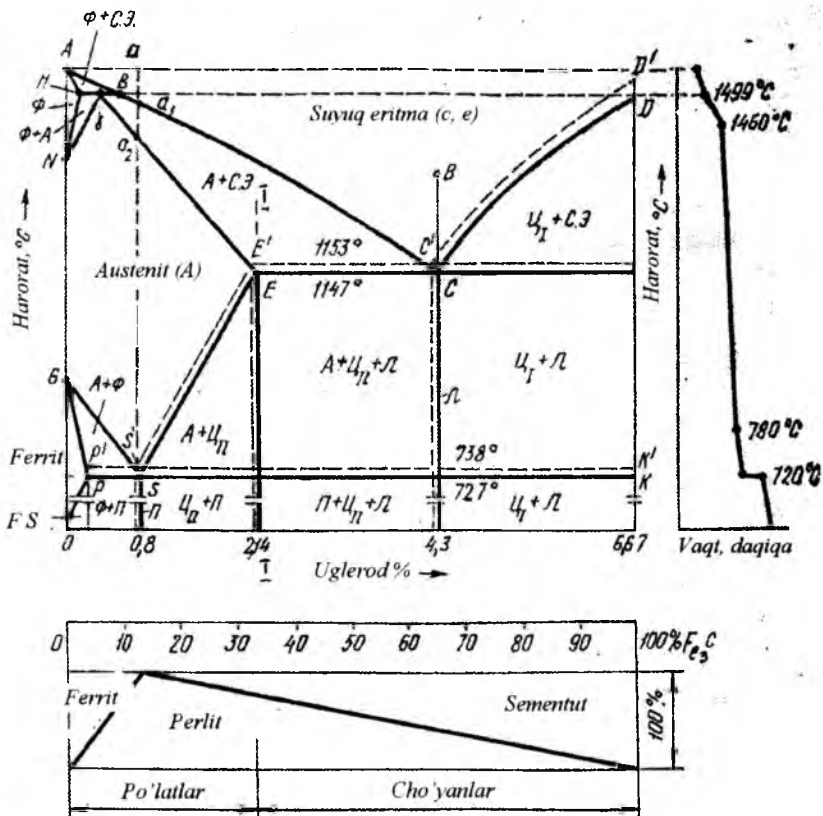
Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasini tuzish va tuzilishlarini o'rganish

Ishdan maqsad. Qotishmalarning holat diagrammasini tuzish, uning suyuq eritma holdan asta-sekin uy haroratigacha sovutishda tuzilishidagi o'zgarishlari bilan tanishilgach, fazalar xiliga va miqdoriga ko'ra markasi va ishlatilish joylarini belgilash.

Umumiy ma'lumot. Temir bilan uglerod qotishmalari (po'lat va cho'yanlar) asosiy konstruksion material bo'lib, ularda uglerod 6,67 % bo'ladi. Lekin ularning amalda foydalaniladigan qotishmalarida uglerodning miqdori 3,5-5% dan ortmaydi. Temir uglerod qotishmasining kimyoviy tarkibiga, uning qolipda sovish tezligiga ko'ra uglerod temir bilan Fe_3C birikma yoki grafit tarzida bo'ladi. Shunga ko'ra bu qotishmalarning holat diagrammasini $Fe-Fe_3C$ li va $Fe-C$ diagrammalariga ajratiladi. $Fe-Fe_3C$ li qotishmalarning holat diagrammasi xuddi $Pb-Sb$ qotishmalarining holat diagrammasidek tuziladi. Termin tahlil ma'lumotlari asosida koordinatalar sistemasining koordinata o'qi bo'ylab temirning va uning turli miqdordagi uglerodli qotishmalarining kritik haroratlari, absissa o'qi bo'ylab qotishmalardagi uglerod miqdori belgilanadi. Keyin ularning xarakterli konsentratsiyalaridan vertikal chiziqlar chiqazib, bu chiziqlarga ularning kristallanishining boshlanish va tugash kritik haroratlari nuqtalarini belgilab, bu nuqtalarni o'zaro tutashtirsak, muvozanat holatli $Fe-Fe_3C$ qotishmasining holat diagrammasi tuziladi (1-rasm). Quyida $Fe-Fe_3C$ holatdagi qotishmalarning tuzilmalari va ularning xossalari keltirilgan.

Ferrit (shartli belgisi — F). Uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi [$Fe_\alpha (S)$] bo'lib, unda uglerodning miqdori uy haroratida taxminan 0,006%, 727°C da 0,025 % bo'ladi. Bunday tuzilishdagi qotishma texnik temir deyiladi. Ferrit plastik tuzilishli bo'lib,

uning cho'zilishga ko'rsatadigan muvaqqat mustahkamligi $\sigma = 250-300 = \text{MPa}$, nisbiy uzayishi $\sigma = 40 - 50\%$, qattiqligi $NV = 800 - 1000 \text{ MPa}$ zarbiy qovushoqligi $KS = 20 - 30 \text{ kg.m/sm}^2$ oralig'ida bo'ladi.



23-rasm. Qotishmalarning holat diagrammasi

Austenit (shartli belgisi — A). Uglorodning gamma temirdagi qattiq eritmasi ($Fe\gamma S$) bo'lib, bu birikmada uglorodning miqdori 2,14 %gacha bo'ladi. Lekin qotishmaning harorati pasaygan sari uglorodning austenitda erish miqdori kamaya boradi. Masalan, 1147°C da 2,14 % bo'lsa, 727°C da 0,8 %gina eriydi. Austenitning

cho'zilishga ko'rsatadigan muvaqqat mustahkamligi $\sigma = 370$ — 450 MPa, nisbiy uzayishi $\sigma = 40$ — 50 %, qattiqligi $NV = 1600$ — 2000 MPa.

Sementit (shartli belgisi — S). Temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi (Fe_3C) bo'lib, bu birikmada uglerodning miqdori $6,67\%$ bo'ladi. Sementit juda qattiq va mo'rt, qattiqligi $NV = 8000$ MPa. Plastikligi judayam kichik, amalda nolga yaqin.

Perlit (shartli belgisi — P). Ferrit va sementit fazalarining mexanik aralashmasi, uning tarkibida $0,8\%$ uglerod bo'ladi. Perlit austenitni asta-sekin sovutishda uning parchalanishida hosil bo'ladi, perlitni cho'zilishga ko'rsatadigan o'rtacha muvaqqat mustahkamligi $\sigma = 450$ — 630 MPa, sementit shakliga ko'ra perlitning plastinkali va donador xillarga ajratiladi. Donador perlit plastinkasiga qaraganda plastikroq ($NV = 1600$ — 2200) MPa, nisbiy uzayishi — 8 — 10 %.

Ledeburit (shartli belgisi — L). Austenit va sementit fazalarining mexanik aralashmasi, tarkibida $4,3\%$ uglerod bo'ladi. Ledeburitning o'rtacha qattiqligi $NV-1800$ — 2200 MPa.

Grafit (shartli belgisi — G). Metall massasida turli shaklda bo'ladigan uglerod bo'lib, qattiqligi $NV-30$ — 50 MPa.

Bundan tashqari, temir qotishmalarida oz bo'lsa-da sulfidlar, fasfidlar, oksidlar, nitritlar ham uchraydi. Fe - Fe_3C holat diagrammasining qaysi sohasida qanday tuzilmalar barqaror bo'lishi diagrammadan ko'rinadi. Holat diagrammasini kuzatsak, uning chap tomonidagi ordinata chizig'idagi A nuqta temirning suyuqlanish haroratini, N va G nuqtalar temirning allotropik o'zgarish kritik haroratlarini va o'ng tomondagi vertikal chiziqdagi D nuqta Fe_3C ning suyuqlanish haroratini bildiradi. Agar holat diagrammasining absissa o'qidagi $2,14\%$ uglerod borligini ko'rsatuvchi nuqtadan vertikal 1—1 chiziq chiqarsak, bu chiziq uni ikki qismga ajratadi. Bunda uning chap qismi po'latlarga va o'ng qismi cho'yanlarga taalluqli bo'ladi. Ma'lumki, to'la yumshatilgan po'latlarning tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra, ularni evtektoid ($S=0,8\%$), evtektoidgacha ($S<0,8\%$) va evtektoiddan keyingi ($S=0,8$ dan $2,14\%$) po'latlarga ajratiladi. Xuddi shuningdek, cho'yanlarni ham ularning tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra

evtektika ($S=4,3\%$), evtektikagacha ($S<2,12$ dan $4,3\%$) va evtektikadan keyingi ($S>4,3\%$) cho'yanlarga ajratiladi. Holat diagrammasidan ko'rinaki, qotishma $ABCD$ chizig'idan (likvidus) yuqori haroratda suyuq eritma holatda, $AHJECF$ chizig'i (solidus) dan past haroratda qattiq eritma holatida va bu chiziqlar oralig'ida suyuq hamda qattiq eritma holatida bo'ladi.

AHN sohada esa ferrit ($Fe\delta$ (S)) tuzilishli bo'lib, unda uglerod ko'pi bilan $0,1\%$ bo'ladi. H j N sohasida esa ferrit bilan austenitdan iborat bo'lib, uglerod ko'pi bilan $0,16\%$ bo'ladi.

ANV sohada esa u suyuq eritma bilan ferritdan iborat bo'ladi. Po'latlarni suyuq eritma holatidan uy haroratigacha asta-sekin sovutib borishda faza o'zgarishlari borishini evtektoid po'latda kuzataylik. Agar A tarkibli suyuq eritmani asta sovutib borsak, harorati AS chiziqqa (a , nuqtaga) kelganda undan austenit kristallari ajrala boshlaydi. Qotishmani yanada sovutib borishda esa ajralayotgan austenit kristallari miqdori orta boradi. Qachonkim, harorat jE chiziqdagi $a2$ nuqtaga kelganda birlamchi kristallanish tugab, qotishma batamom austenitga o'tadi. Bu qotishmani to S nuqtali haroratgacha sovutishda diffuzion jarayonlar oqibatida austenitdan uglerod ajralib sementitning kristallanish markazlari hosil bo'la boshlagani bilan tuzilish o'zgarmaydi. Qachonkim, S nuqtali haroratga kelganda austenit ferrit bilan ikkilamchi sementit aralashmasidan iborat bo'lgan perlitga o'tadi. Bu qotishmani uy haroratigacha sovutilganda ham perlitning tuzilishi o'zgarmay saqlanadi. Agar evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni suyuq eritma holatidan uy haroratigacha sovutib borilsa harorati GS chiziqda kelguncha tuzilishdagi o'zgarishlar evtektoid po'lat singari boradi. Lekin harorati GS chizikli haroratga kelganda esa austenitdan ferrit kristallari ajrala boshlab, austenit kristallari uglerodga to'yina boradi. Qotishmaning harorati PS chizikli haroratga kelganda austenit tarkibidagi uglerod miqdori evtektoid tarkibiga, ya'ni $0,8\%$ kelgani sababli u perlitga o'tadi. Demak, po'lat PS chizikli haroratdan past haroratgacha kelganda ferrit bilan perlitdan iborat bo'ladi.

Biz yuqorida po'latlarni suyuq eritma holatidan uy haroratigacha sovutib borishda tuzilishidagi o'zgarishlar bilan tanishdik,

endi choʻyanlarni suyuq eritma holatidan uy haroratigacha sovutib borishda tuzilishidagi oʻzgarishlari bilan tanishaylik.

Agar evtektik choʻyanni suyuq eritma holatidan S nuqtali haroratgacha sovutib borilsa, bu haroratda suyuq eritma austenit bilan birlamchi sementit fazalarning mexanik aralashmasi boʻlmish ledeburit deb ataluvchi tuzilishga oʻtadi. Agar bu qotishmani Sk chiziqli haroratgacha asta sovutib borilsa ledeburit tuzilishli austenitni Sk chiziqli haroratdan past haroratda barqarormasligi sababli u perlitga aylanadi. Demak, evtektik choʻyan Sk chiziqli haroratdan birlamchi sementit bilan perlitdan iborat boʻladi, bu tuzilmaga ham ledeburit deyiladi.

Evektoidgacha boʻlgan choʻyanlarni suyuq eritma holatidan asta-sekin sovutib borishda harorati VS chiziqli haroratga kelganda undan austenit kristallari ajrala boshlaydi. Harorat pasaygan sari ajralayotgan austenit kristallar miqdori orta boradi. Qachonkim, ES chiziqli haroratga kelganda suyuq faza austenitning sementitli mexanik aralashmasi boʻlmish ledeburitga oʻtadi. Haroratning yanada pasayishida esa austenitda erigan uglerod miqdorining kamayishi sababli undan birlamchi sementit ajrala boshlaydi. Bu jarayon Sk haroratli chiziqqacha davom etadi. Qachonkim, harorat Sk chiziqqa kelganda austenit tuzilish perlitga aylanadi. Shunday qilib, bu haroratdan past haroratda qotishma perlit, ledeburit va ikkilamchi sementit fazalardan iborat boʻladi. Evtektikadan keyingi choʻyanlarni suyuq eritma holatidan asta sovutib borilganda harorati SD chiziqli haroratga kelganda, undan birlamchi sementit kristallari ajrala boshlaydi va bu jarayon CF chiziqli haroratgacha davom etadi. Qotishmaning harorati CF chiziqli haroratga kelganda suyuq eritma tarkibi evtektika tarkibga, yaʼni $S=4,3\%$ ga kelishi sababli u ledeburitga aylanadi. Bu qotishmani uy haroratigacha sovutib borishda ham tuzilish oʻzgarishlari yuz bermaydi. Maʼlumki, choʻyanlarda uglerod 2,14—6,67% gacha boʻladi. Ularning sovish tezligiga va kimyoviy tarkibiga koʻra tuzilmada uglerodning hammasi yoki ancha koʻp qismi temir bilan kimyoviy birikkan holda, yaʼni temir karbidi (Fe_3C) yoki grafit tarzida boʻladi, ularni oq, kulrang, bolgʻalaluvchan va mustahkamligi yuqori choʻyanlarga ajratiladi. Oq

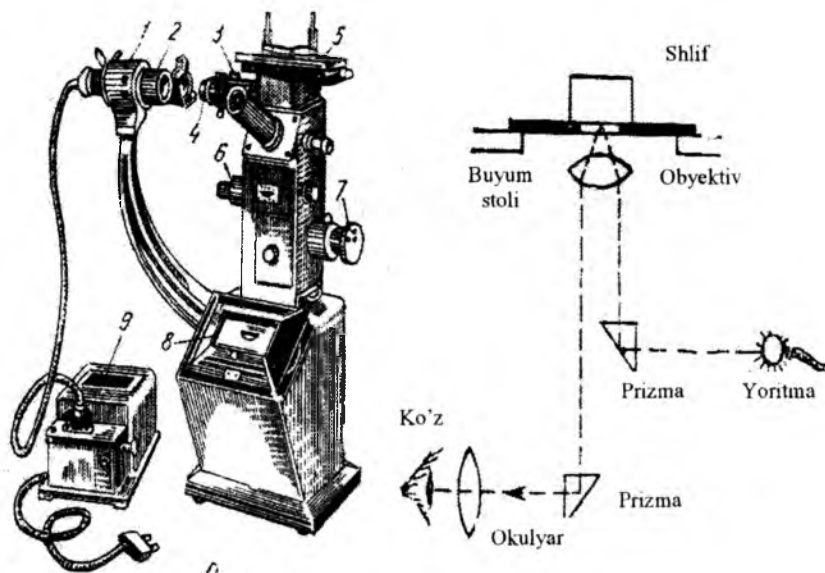
cho'yanlar tez sovutishda olinib, unda uglerodning ko'p qismi Fe_3C tarzida bo'ladi. Bu cho'yanlardan, asosan, po'latlar olinadi. Shu sababli bu cho'yanlarni qayta ishlanadigan cho'yanlar deb yuritiladi. Ularning sindirilgan yuzalari oqish tusda bo'lganligidan oq cho'yanlar ham deyiladi. Agar cho'yanlar tarkibida S , Si lar ko'proq, Mn kamroq bo'lib, qolipda ular sekin sovutilsa, uglerod Fe_3C birikma tarzida emas, balki uning ko'p qismi grafik plastinkalari tarzida ajraladi. Bu cho'yanlar suyuqlanish haroratining pastligi, oquvchanligi yuqoriligi, qotganda hajmining kam kirishishi va yaxshi kesib, ishlanishi sababli xilma-xil quymalar olinadi. Shunga ko'ra, ularni quymakorlik cho'yanlari deyiladi. Ularning sindirilgan yuzalari kulrang tusda bo'lganligidan kulrang cho'yanlar deb ham yuritiladi. Lekin shuni ham qayd etish zarurki, oq cho'yan quymalaridan olingan murakkab shaklli, og'ir sharoitda ishlaydigan ko'pgina detallar (prokat juvalari, porshenlar)ning xossalarini yaxshilash bilan kesib ishlanadigan qilish maqsadida ularni termik ishlab, asosi ferritli, perlitli va aralash strukturali bolg'alanuvchan cho'yanlar olinadi. Bu ishlovda cho'yandagi Fe_3C parchalanib, uglerod bodroqqa o'xshash grafitga o'tadi. Bu cho'yanlarga bolg'alanuvchan cho'yanlar, deyiladi. Ko'p hollarda quyma cho'yanning puxtaligini va plastikligini ko'tarish uchun ularni qolipga quyishda unga ozgina modifikatorlar deb ataluvchi metallar yoki ularning qotishmalari, masalan, magniy yoki uning 20% $Mg+80\%$ Ni li qotishmasi kiritiladi. Modifikatorlarning suyuq metallda erimaydigan kukunlari kristallanish davrida qo'shimcha sun'iy kristallanish markazlari hosil qilsa, eriydiganlari o'sayotgan uglerod kristallarining sirtini yupqa parda bilan o'rab, ularning o'sishiga qarshilik ko'rsatib, sharsimon grafitga o'tishiga olib keladi. Bunday grafitning minimal yuzali bo'lishi metall asosiga kam putur yetkazib, mexanik xossalarini ko'taradi.

Foydalaniladigan material, uskuna, moslama va o'lchov asboblari

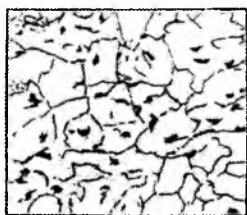
Odatda $Fe-Fe_3C$ qotishmalarining tuzilishini o'rganish uchun qotishmadan taxminan 10x10 ml namuna kesib olinib, uning bir tomoni egovlanadi yoki charx toshda tekislanadi. Keyin bu yuzani

donlari maydalanib boradigan jilvir qog'ozlar bilan silliqanib, so'ngra movut qoplangan, xrom yoki temir oksidlarning suvli eritmasi bilan xo'llangan yoki G.O.I. pasta surkab, aylanuvchi diskda ishqab jilolanadi yoki elektr jilolanadi. Keyin ularning mikrostrukturasi o'rganish uchun 3—8% li kislotalar eritmalari ta'sir ettiriladi. Masalan, qora metallar qotishmalarining tuzilishini o'rganishda, ko'pincha, yuza nitrat kislotasi (NNO_3)ning spirtidagi 4—5% li eritmasida bir necha sekund ushlanib, keyin suv bilan yuvilib, spirtida namlangan paxta bilan artib, quritiladi. Bunday tayyorlangan namuna shlif deyiladi.

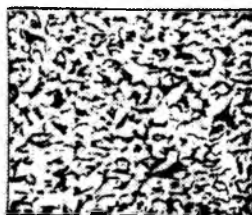
Shlifni MIM7 yoki boshqa metallografik mikroskopda 200—300 marta kattalashtirib tuzilishi kuzatiladi. Metallarning tuzilishini yanada chuqurroq kuzatish zarur bo'lgan hollarda elektron mikroskoplarda 7000—25000 marta kattalashtirib, kuzatiladi.



24-rasm. Metallografik mikroskopning ko'rinishi (a) va unda nurning yo'nalish chizmasi (b): 1-lampochka, 2-filtr, 3-okulyar, 4-nur yo'naltirgich, 5-stol, 6-mikrovint, 7-xomaki roslash vinti, 8-kasega, 9-transformator.



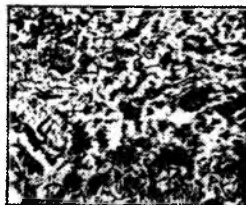
a)



b)



v)



g)



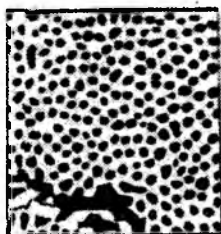
d)



e)

25-rasm. Texnikaviy temir va uglerodli turli tarkibli po‘latlarning mikrostrukturalari: a – tarkibida uglerodi 0,005 % bo‘lgan temir, b – uglerodi 0,2 %li po‘lat, v – uglerodi 0,6 %li po‘lat, g – uglerodi 0,75 %li po‘lat, d – uglerodi 0,83 %li po‘lat. e – uglerodi 1,2 %li po‘lat.

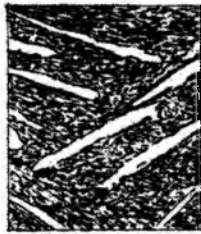
Shuni qayd etish zarurki, namuna yuziga kislota eritmasi ta'sir ettirilganda, uning fazalarining turlicha yemirilishi natijasida yuzida g'adir-budurlik hosil bo'ladi. Bunda shlif yuzasiga yo'naltirilgan nurni obyektivga to'g'ri qaytargan donalari og'ish, chetga qaytargan donalari qoramtir bo'lib ko'rinadi (2-rasm) metallarning mikrotuzilishini 60—1350 martagacha kattalashtirib o'rganish da foydalanadigan MIM7 metallografiy mikroskopining umumiy ko'inishi va 2-rasm, b da nurning yo'nalish chizmasi keltirilgan. Mikroskop yordamida metall tuzilishini o'rganishda zarur obyektiv va okulyar olinib, mikroskop tok manbaiga ulangach, uning stolidagi kerakli o'lchamli teshikli diskka shlif qo'yiladi va okulyar orqali tuzilma avvaliga vint 7 bilan xomaki, keyin esa vint 6 ni burab, uzil-kesil rostlanadi. Shlifning turli uchastkalarini kuzatish uchun vintlar 10 dan foydalaniladi. Bunda fazalarigina emas, ularning shakli va o'lchamlari, g'ovakliklar, darzlar va boshqalar ham kuzatiladi.



a)



b)



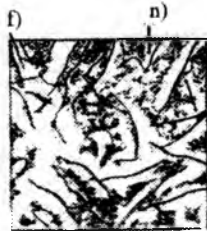
v)

26-rasm. Qayta ishlanadigan cho‘yanlarning mikrostrukturasi:

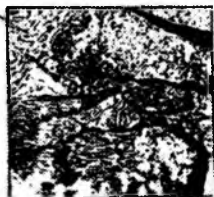
a – ledeburit, b – perlit+ledeburit, v – sementit+ledeburit.



a)



b)



v)

27-rasm. Quyma cho‘yanlarning mikrostrukturasi: a – asosi ferlitli quyma cho‘yan. b – asosi ferrit+perlitli quyma cho‘yan. v – asosi perlitli quyma cho‘yan.

3-rasmda texnikaviy temirdan tortib turli tarkibli po‘latlarni, 4-rasmda qayta ishlanadigan (oq) cho‘yanlarni, 5-rasmda esa quyma (kulrang), 6-rasmda bolg‘alanuvchan va mustahkamligi yuqori (modifikatsiyalangan) cho‘yanlarning tuzilishlari keltirilgan. Ularni mikrotuzilishlariga ko‘ra markalari va ishlatish joylarini aniqlash mumkin. Bu ishda kuzatilayotgan qotishmalarning mikrotuzilishlariga ko‘ra uglerod miqdori aniqlanib, unga ko‘ra qotishma markasi va ishlatish joylarini tegishli GOST jadvallaridan aniqlash bayon etilgan. Aytaylik, biz kuzatayotgan po‘latda 25% perlit 75% ferrit fazalari bo‘lsin.

Ma‘lumki, uy haroratidagi ferrit fazada uglerod 0,006% bo‘ladi, juda ozligi uchun uni hisobga olmasdan, perlit fazadagi uglerod miqdorini aniqlaylik. Ma‘lumki, perlitda uglerod 0,8%.

Bizning misolda esa perlit 25%. 25% perlitli po'latda uglerodning miqdorini aniqlash uchun quyidagi nisbatdan foydalanamiz:

$$P, 100\% — 0,8\% S$$

$$P, 25\% — x\% S \text{ bo'ladi.}$$

$$\text{Unda } x\%, S = 25 \times 0,8 / 100 = 0,20.$$

Ilovada keltirilgan 4-jadvaldan uglerod miqdoriga ko'ra po'latning markasi va ishlatish joylarini aniqlaymiz.



28-rasm. Bolg'alanuvchan va mustahkamligi yuqori cho'yanlarning mikrostrukturalari: a — asosi ferritli bolg'alanuvchan cho'yan, b — asosi ferritli, mustahkamligi yuqori cho'yan; v — kislota eritma ta'siriga berilmagan mustahkamligi yuqori cho'yan.

Bizning holda St O markali po'lat olingan bo'lib, undan taglik plitalar, to'silma panjaralari kabi oddiyroq detallar tayyorlanadi.

Yana bir misol. Aytaylik, kuzatilayotgan mikrotuzilishda 90 % perlit va 10% ikkilamchi sementit bo'lsin. Bu po'lat tarkibidagi uglerodning miqdorini aniqlash uchun yana yuqorida ko'rilganidek nisbatlardan foydalanamiz:

$$S, 100\% — 6,67\% S$$

$$S, 10\% — x\% S \text{ bo'ladi.}$$

$$\text{Unda } x\% S = 10 \times 6,67 / 100 = 0,66.$$

Endi 90 % perlit fazali po'latdagi uglerodning % miqdorini birinchi misolda ko'rilganidek aniqlaymiz:

$$P, 100\% — 0,8\% S$$

$$P, 90\% — x\% S$$

$$x\% = 90 \times 0,8 / 100 = 0,72$$

Keyin po'latdagi uglerodning umumiy miqdorini aniqlaymiz:

$$x\% S = 0,66 + 0,72 = 1,38.$$

Ilovadagi 6-jadvaldan po'lat markasini va ishlatish joyini aniqlaymiz.

Kulrang, bolg'alanuvchan va yuqori mustahkam cho'yanlarning markalarini ham po'latlar singari tuzilishiga va tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra xili, markalari, ishlatish joylarini tegishli GOSTlardan aniqlash mumkin. Buning uchun ulardagi umumiy uglerodning miqdori aniqlanadi. Masalan, mikrotuzilishi perlit va sharsimon grafitdan iborat deylik, unda uglerodning umumiy miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$S_y = \frac{P \cdot \gamma_1}{\gamma_2} + \frac{P \cdot 0,8}{100} \%$$

Bu yerda, G — grafitning shlifda egallagan yuzi, %;

γ_1 — grafitning zichligi ~ 2,3 g/sm³;

P — perlitning shlifda egallagan yuzi, %;

γ_2 — cho'yanning zichligi, 7,8 g/sm³.

Ishni bajarish tartibi

1. Kuzatiladigan metallardan GOST talablariga ko'ra namunalar olib, ulardan shliflar tayyorlanadi.

2. Metallografik mikroskop ishga rostlanadi.

3. Shlifni avvaliga xomaki, reaktiv ta'sir ettirilmay, keyin reaktivda sirt yuzasini ishlab, tuzilishini uzil-kesil kuzatiladi.

4. Tuzilmadagi fazalar xili va miqdori taxminiy aniqlanadi.

5. Qotishmadagi uglerod miqdori aniqlanadi.

6. Uglerod miqdoriga ko'ra qotishma xili, markasining asosiy mexanik xossalarini va ishlatilish joylarini tegishli GOSTlardan aniqlanadi.

7. Kuzatish natijalari asosida jadval to'ldiriladi.

17-jadval

| Shlif belgisi | Kuzatilayotgan tuzilma | | Fazalar xili va % miqdori | Taxminiy uglerod miqdori | Qotishma xili va markasi | Mexanik xossalari | | | | Ishlatish joylari |
|---------------|------------------------|------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|----------|----|----|-------------------|
| | Xomaki | Uzil-kesil | | | | δ_v | δ | NV | KS | |
| | | | | | | | | | | |

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Po‘lat deb qanday qotishmaga aytiladi?
2. Po‘latlarning qanday turlarini bilasiz?
3. Po‘latlar qanday belgilanadi (markalanadi)? 9XS, X12M, Stal50, St2 o‘qib bering: harf va raqamlar nimani ifodalaydi?
4. Cho‘yan deb qanday qotishmaga aytiladi?
5. Cho‘yanlarni qanday turlarini bilasiz?
6. Cho‘yanlarni belgilanishi qanday? Cr 40-12, Kr60-21? Br 60-15 o‘qib bering. Harf va raqamlar nimani bildiradi?
7. Uglerodli po‘latlarda uchraydigan fazalarga ta’riflar bering.
8. Fe-C holat diagrammasini amaliy ahamiyati nimada?

9-LABORATORIYA ISHI

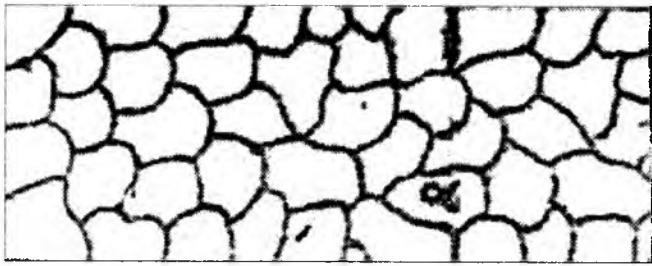
Uglerodli po'latlarni yumshatilgan holatda mikrostruktura tahlili

Mikrostruktura tahlili alohida tayyorlangan metall namunalarni mikroskop yordamida ichki tuzilishini tekshiradigan usuldir. Mikroskop ostida metallarning ichki tuzilishini ko'rishiga mikrostruktura deyiladi.

Texnika temirining va uglerodli po'latning muvozanat holatdagi mikrostrukturasi. Texnika temirining va uglerodli po'latning muvozanat holatdagi mikrostrukturasi, temir sementit holat diagrammasining chap tomonidagi pastki qismi bilan xarakterlanadi. Tarkibida 0,02 %gacha S bo'lgan qotishmalar texnika temiri deb ataladi; 0,02 dan 0,83gacha. S-evtetkoidgacha bo'lgan po'lat, tarkibida 0,83 % S bo'lgan qotishmalar evtetkoidli va tarkibida 0,83 %dan 2,14 %gacha S bo'lgan evtetkoiddan keyingi po'latlar deyiladi.

Texnika temirining mikrostrukturasi. Uglerodning α - temirda (ferritda) erishi o'zgaruvchidir. Haroratning pasayishi bilan uglerodning α - temirda erishi kamayadi. Agar 727°C temirda 0,02% S erisa, uy haroratida esa 0,006% S temir qotishmasi uglerodning α - temirdagi qattiq eritmasi strukturasi, ya'ni ferrit strukturasi egadir.

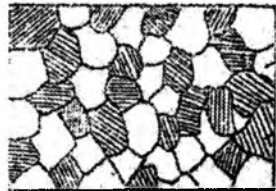
Evtetkoidgacha va evtetkoidli po'latlarning mikrostrukturasi evtetkoidgacha bo'lgan po'latlarning (0,8% S gacha) mikrostrukturasi ferrit va perlitdan iborat. Evtetkoid po'latning (0,8% S) mikrostrukturasi faqat perlitdan iborat. Ferritning mikrostrukturasi 29-rasmda berilgan. Evtetkoidgacha bo'lgan po'latning mikrostrukturasi ikkinchi struktura tashkil etuvchi-perlitning nima ekanligini ko'rib chiqaylik.



29-rasm. Texnika temiri

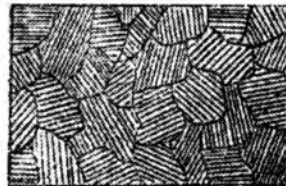
Perlit-evtetkoid-austenitning parchalanishidan hosil bo'ladigan ferrit va sementitning mexanik aralashmasidir. Tarkibida 0,8 % S li po'lat namunaga reaktiv ta'sir ettirilganda u perlomutr rangiga kirishadi, shuning uchun bu struktura perlit deb atalgan. Evtetkoidgacha bo'lgan po'lat strukturasi perlit va ferritning miqdori, uning tarkibidagi bog'liq. Po'lat tarkibidagi uglerod ko'paygan sari strukturada ferrit kamayib, perlitning miqdori ko'payib boradi. Evtetkoidgacha bo'lgan po'latning mikrostrukturasi uglerodning taxminiy miqdorini aniqlash mumkin, buning uchun ferrit va perlitni (%) hisobida qancha yuzani egallaganligini aniqlash kifoyadir.

Ferritda uglerodning erishi juda ham kam bo'lganligi uchun evtotektoidgacha bo'lgan po'latdagi hamma uglerod perlit tarkibida deb hisoblash mumkin.



30-rasm. Evtetkoidgacha bo'lgan po'latning mikrostrukturasi

31-rasm. Evtetkoidli po'latning mikrostrukturasi



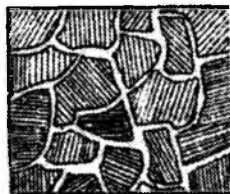
Faraz qilaylik, masalan: 30 % yuzasi ferrit, 70 % yuzani perlit egallagan bo'lsin. Bunday po'latda uglerodning miqdori

$$C = \frac{70 \cdot 0,8}{100} = 0,56 \%$$

Demak, taxminan 55 markali (Stal 55).

Evtektoiddan keyingi po‘latning mikrostrukturasi

Tarkibida uglerod 0,8% dan 2,14% gacha bo‘lgan uglerodli po‘latlarga evtektoiddan keyingi po‘latlar deyiladi va mikrostrukturasi perlit hamda ikkilamchi sementitdan iboratdir. Ikkilamchi sementit austenitdan sekin Asm haroratdan Ar1 haroratgacha (ES va RK chiziqlarda) sovish natijasida ajralib chiqadi. Sekin-asta sovish natijasida ikkilamchi sementit to‘rsimon shaklda atsetenit donalarining chegaralarida ajralib chiqadi. Harorat Ar1 ga yetganda eca atsetenitning o‘zi perlitga aylanadi. Sekin-asta sovish natijasida evtektoiddan keyingi po‘lat perlit va



to‘rsimon sementit strukturasi egadir (32-rasm).

32-rasm. Evtektoiddan keyingi po‘latning mikrostrukturasi

Oq to‘r bu ikkilamchi sementit, to‘r ichida plastinasimon donalar perlitning tuzilishidir. Evtektoiddan keyingi po‘latda uglerodning miqdori qanchalik ko‘p bo‘lsa sementit turlarining qalinligi shunchalik oshib boradi.

Ishni bajarishdan maqsad

1. Muvozanat holatdagi har xil uglerodli po‘latlarning va texnika temirining strukturasi bilan tanishish.

2. Mikroskop ostida kuzatilayotgan strukturada po‘latdagi uglerod miqdori (%) va perlitning egallagan yuzasi o‘rtasida bog‘liqlikni aniqlash.

3. Tekshirayotgan po‘latning tarkibidagi uglerodni (%) uning strukturadagi perlit miqdoridan aniqlash va po‘latning taxminiy markasini aniqlash.

Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar (3-4 kishidan) 2-3 guruhga bo‘linishadi.

2. Har bir guruh komplekt shliflarni olib, mikroskopda ko‘rib 1-jadvalga mikrostrukturalarini chizadilar.

3. Mikrostrukturani tashkil etuvchilarni nomlarini 1-jadvalning 3 grafasiga kiritiladi.

4. Formulalarga binoan uglerodning miqdorini aniqlab (%) 4 grafaga kiritiladi.

5. Po'latning markasini aniqlab 5 grafaga kiritiladi.
6. Bu po'latlarning mexanik xossalarini kitobdan, plakatlardan ma'lumotnomalardan topib, jadvalni to'ldirish
7. Bu po'latlarni ishlatish sohasini aniqlash.

Xisobotni yozish mazmuni

1. Ishning maqsadi.
2. Holat diagrammasini pastki chap tomonini chizish.
3. Jadvalni to'ldirish.

18-jadval

| № | Mikrostruktura chizmasining rasmi | Struktura tashkil etuvchilarining nomi | Uglerodning miqdori | Po'latning markasi | Mexanik xossalari | | | Ishlatilishi |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|--------------------|-------------------|--|--|--------------|
| | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | 7 |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Mikrostruktura tahlili nima?
2. Uning maqsadi va ishlatilishi?
3. Struktura nima?
4. Evtektoidgacha bo'lgan po'lat qanday strukturaga ega?
5. Evtektoidli po'latda qancha faza bor?
6. Ferrit nima?
7. Tarkibida uglerodi 0,8% dan ko'p bo'lgan po'latlar nima deb ataladi?
8. Perlit nima?
9. Po'latning markasini strukturadan qanday aniqlash mumkin?

10-LABORATORIYA ISHI

Yumshatilgan po‘latlarning uglevod miqdori o‘zgarishi bo‘yicha qattiqligini aniqlash

Sanoatda ishlatiladigan materiallar xar-hil mexanik xossalarga ega. Eng ko‘p ishlatiladigan va aniqlashi oson bo‘lgan mexanik xossa bu qattqlikdir.

Qattqlik bu sinalayotgan materialning unga boshqa qattqiqroq jism botishiga qarshiligidir. Po‘latning qattqligi ularning tarkibiga va struktura holatiga, ya‘ni ichki tuzilishiga bog‘liq qattqlikni aniqlashni ko‘p usullari mavjud, lekin biz ushbu ishda ularning faqat ikki usuli bilan tanishamiz!

a) Brinell usuli (NV)

b) Rokvel usuli (HRC)

Qattqlikni Brinell usuli bo‘yicha aniqlash. Bu usul shunga asoslanadiki, metallning tekis yuzasiga, nagruzka ta‘siri ostida po‘lat sharcha botiriladi. Sharchaning diametrini va nagruzka kattaligini material qalinligi va uning qattqligiga qarab tanlanadi. Sinash quyidagicha olib boriladi. Qattqligi o‘lchanadigan namuna yuzasini jilvirlash qog‘ozi va egov bilan tozalanadi. Namuna asbob yuzasini jilvirlash qog‘ozi va egov bilan tozalanadi. Namuna asbob stoliga qo‘yilib, Brinell asbibining shpindeliga joylashtirilgan sharcha bilan tegishgancha ko‘tariladi (dastlabki nagruzka).

Keyin og‘irlik tushib sinalayotgan metall namunaga sharchani botiradi. Namuna yuzasida sharchani izi qoladi.

Iz qanchalik katta bo‘lsa material shunchalik yumshoqdir. Qattqlikni son qiymati quyidagicha aniqlanadi: iz diametri lupa yordamida o‘lchanib, uning qiymatidan jadvalda to‘g‘ri keladigan qattqlik soni topiladi. Bu usulning afzallik tomonlari shuki u juda oddiy va o‘lchash aniqligi yuqoridir. Bu usul bilan qattqligi $NV > 450$ bo‘lgan materiallar qattqligini o‘lchash tavsiya

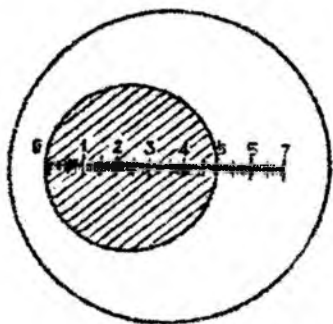
etilmaydi, masalan, toblangan po‘latlarni, chunki o‘lchash vaqtida sharcha deformatsiyalanishi mumkin va material qattiqligi son qiymatini aniqlab bo‘lmaydi.

Qattqlikni Rokvell bo‘yicha o‘lchash. Rokvell usulida olmos konus yoki po‘lat sharchaga kuch ta’sirida botish chuqurligiga qarab qattqlik aniqlanadi.

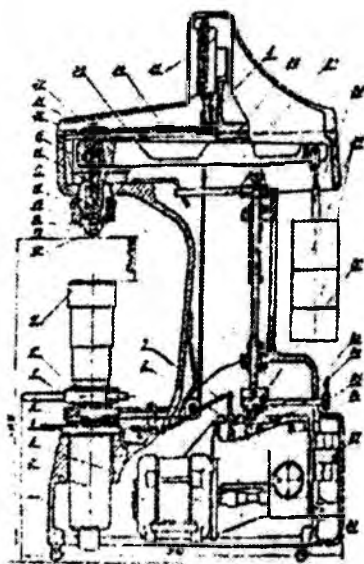
Qattqlikni olmos konus bilan o‘lchashda nagruzka 150 kg yoki 60 kg bo‘lishi mumkin. Bunda qattqlik qiymati, asbob indikatorining qora shkalasida ko‘rsatiladi. Qattqlik NRS va NRA bilan belgilanadi. NRA qiymatini HRC ga quyidagi formula orqali o‘tkazilishi mumkin:

$$NRS = 2 NRA - 104.$$

NRS va NRA shkalalarida qattqligi yuqori bo‘lgan materiallar o‘lchanadi. Qattqligi yuqori bo‘lmagan materiallar uchun po‘lat sharchasidan foydalaniladi (bunda nagruzka 100 kg ni tashkil etadi).



33-rasm. Sharchaning izini o‘lchash chizmasi



34-rasm. Rokvel uskunasi chizmasi

Bu holda qattqlik siferblatning qizil V shkalasi soni bilan xarakterlanadi va NRV bilan belgilanadi.

Rokvell asbobining ishlash prinsipi 35 rasmda ko'rsatilgan.

Tekshiriladigan namuna, stol 7 ga qo'yiladi. Stol strelkasi bo'yicha maxovik 8 ni aylantirib stol 7 ni va 6 namunani 5 olmos konusli g'ilofga tekkuncha ko'taramiz. Indikatorning kichik strelkasini qizil nuqttagacha va katta strelkasini vertikal holga yetmaguncha 8 maxovikni aylantiramiz, bunda konus materialga bota boshlaydi. Katta strelkani nolga keltirish uchun barabanni richag 9 orqali aylantiramiz.

Ishni bajarishdan maqsad

1. Qattqlikni Brinell va Rokvell usullari bilan aniqlash metodikasini o'rganish.

2. Po'latning qattqligini uning tarkibidagi uglerod bilan bog'liqligini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi

Ishni bajarish uchun talabalar 3-4 tadan kichik guruhlariga bo'linishadi. Bu guruhlar tarkibida 0,07% , 0,45%, 0,6%, 0,8% uglerod bo'lgan po'lat namunalarini olishadi. Hamma namunalar yuklatilgan va muvozanat holda olinadi, ya'ni qattqligi NV=300 dan oshmagan bo'lishi kerak. Demak, qattqlikni Brinell usulida aniqlanadi yoki Rokvell usulida po'lat sharcha yordamida aniqlanadi.

Ishning bajarish tartibi quyidagicha

1. Sinalayotgan namuna yuzasi jilvirlash qog'ozi yordamida tozalanadi.

2. Brinell asbobida 750 kg nagruzka va 5 mm li sharcha o'rnatiladi.

3. Namuna asbob stoliga o'rnatilib, sinash o'tkaziladi.

4. Izning diametri o'lchanadi.

5. Izning diametridan va qattqlik jadvalidan namuna qattqligi aniqlanib, 19-jadvalga kiritiladi.

19-jadval

| № | Material markasi. Namuna qalinligi | Nagruzka sharcha diametri | Izning diametri (mm) | | Izning o'rtacha diametri (mm) | Qattqlik |
|---|------------------------------------|---------------------------|----------------------|---|-------------------------------|----------|
| | | | 4 | 5 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

| № | Namuna materiali markasi | Indikatorlar shkalasi | NRS qattqlik | | | O'rtacha o'lchashlar | Qattqlik Brinelda NV |
|---|--------------------------|-----------------------|--------------|---|---|----------------------|----------------------|
| | | | 4 | 5 | 6 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

6. Shu namunani o'zini Rokvell asbobi stoliga o'rnatiladi.
7. Qattqlik 3 marta o'zlanib, 2-jadvalga kiritiladi.
8. NRS qattqlik qiymatini jadvallar yordamidja NV qiymatiga o'tkaziladi.
9. Po'lat tarkibidagi uglerod va uning qattqligi orasidagi bog'liqlik grafigi chiziladi.
10. Xulosa chiqariladi.

Hisobotni yozish tartibi

1. Ishning maqsadi.
2. Qattqlikni Brinelda o'lchashda sharcha izining diametrini o'lchash chizmasi.
3. 1- va 2-jadvallarni to'ldirish.
4. Po'lat tarkibidagi uglerod va uning qattqligi orasidagi bog'liqlik grafigi.
5. Xulosa.

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Ishdan maqsad nima?
2. Uglerod miqdoriga qarab po'latlar necha turga bo'linadi; sanab, chegara miqdorini ko'rsating.
3. Tajriba natijasida qanday fikrga kelindi?
4. Po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini termik ishlash jarayoniga qanday ta'siri bor?

11-LABORATORIYA ISHI

Cho‘yanlar mikrostrukturalari tahlili

Mikrotahlil deb metallografik mikroskop yordamida 50 dan 2000 martagacha kattalashtirib, metalda qotishmalarni ichki tuzilishini o‘rganishga aytiladi. Mikroskop ostida o‘rganish uchun tayyorlangan namuna yuzasi mikroshlif deb ataladi.

Temir uglerod qotishmalarida uglerodning miqdori 2,14 %dan 6,67 %gacha bo‘lsa, cho‘yanlar deb ataladi. Cho‘yanlar oq kulrang bolg‘alanuvchi va juda puxta cho‘yanlarga bo‘linadi.

Oq cho‘yanlarda bor uglerod temir bilan bog‘langan sementit (Fe_3C) holatda bo‘ladi. Oq cho‘yanlar uglerod miqdoriga qarab uch xilda bo‘ladi:

1. Evtetikagacha (tarkibida 2,14% dan 4,3% uglerod bo‘lgan) perlit - ledeburit strukturali;
2. Evtetikali (tarkibida 4,3% S) ledeburit strukturali;
3. Evtetikadan keyingi (tarkibida 4,3% dan 6,67% S gacha) ledeburit-sementit strukturali.

Bizni qiziqtiradigan evtetikagacha bo‘lgan oq cho‘yan (35-rasm).

Kulrang cho‘yanlarda uglerod qisman erkin holatda (grafit) plastina shaklida ajralib chiqadi. Cho‘yan strukturalari quyidagicha bo‘lishi mumkin.

1. Temir plastinasimon grafit. Bu cho‘yanlar perlitli kulrang cho‘yanlar deyiladi (35-rasm b).
2. Perlit + ferrit + plastinasimon grafit perlit ferritli kulrang cho‘yan (35-rasm v).
3. Ferrit + plastinasimon grafit-ferritli kulrang cho‘yan (35-rasm g).

Kulrang cho‘yanlar quyidagicha markalanadi:

Cu 10, Cu 15, Cu 20, Cu 25, Cu 30, Cu 40 bunda raqamlar cho'zilishidagi mustahkamlik chegarasini ko'rsatadi (kg.s/mm²).

Bog'lanuvchi cho'yanlarda grafit pag'a-pag'asimon bo'ladi. Bog'lanuvchi cho'yanlarni oq cho'yanlarni yumshatish yo'li bilan olinadi. Bu cho'yanlarni metall asosi – perlitli, perlit ferritli va ferritli bo'lishi mumkin.

Bog'lanuvchi cho'yanni olish uchun oq cho'yanni 3 rejimda yumshatish kerak (37-rasm).

1. - perlit + grafit strukturali, perlitli bog'lanuvchi cho'yanni olish uchun yumshatish.

2. - perlit + ferrit + grafit strukturasi, perlit - ferritli cho'yanni olish uchun yumshatish.

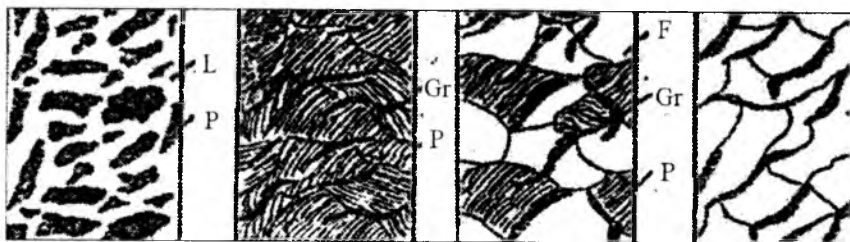
3. - ferrit + grafit strukturali, ferritli bog'lanuvchi cho'yanni olish uchun yumshatish.

Bog'lanuvchi cho'yanlar quyidagicha markalanadi:

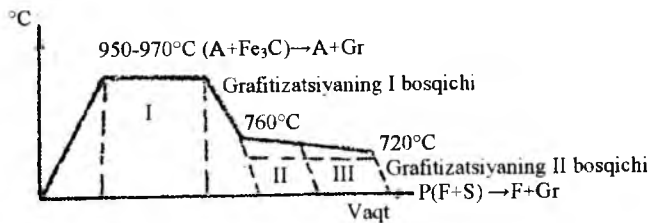
K4 = 30-6, K4 33-8, K4 50-4, K4 56-4, K4 60-3 bunda birinchi raqamlar cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasini (kg.s/mm²) va ikkinchi raqamlar nisbiy uzayishni (%) hisobida bildiradi.

Juda puxta cho'yanlarda grafit shar shaklida bo'ladi. Metall asosi perlitli, strukturasi perlitli+grafitli, perlit ferritli, strukturasi perlit+ferrit+grafit; Ferritli, strukturasi ferrit+grafit.

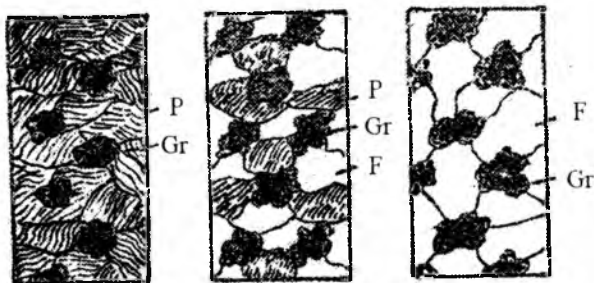
Juda puxta cho'yanlar quyidagicha markalanadi: *V4 42-12, V4 45-5, V4 50-2, V4 60-2, V4 70-3, V4 80-3, V4 100-4, V4 120-4*. Bunda birinchi raqamlar cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasini (kg.s/mm²) va ikkinchi raqamlar nisbiy uzayishni (%) hisobida bildiradi.



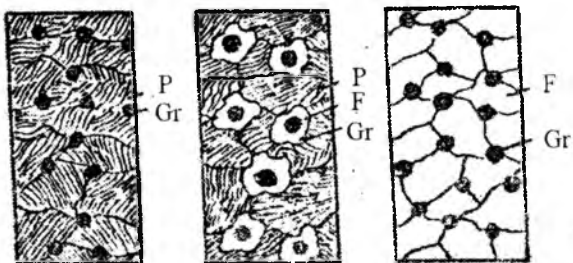
35-rasm. Cho'yanlarning mikrostruktura chizmasi



37-rasm. Oq cho'yanni yumshatish rejimi grafigi



38-rasm. Bolg'alanuvchi cho'yanlarni mikrostrukturasi chizmasi



39-rasm. Juda puxta cho'yanlarni mikrostrukturasi chizmasi

Ishni bajarishdan maqsad

Mustaqil ravishda oq, kulrang, bolg'alanuvchi va juda puxta cho'yanlarni strukturalarini (tuzilishini) reaktiv ta'sir ettirib va ta'sir ettirmasdan o'rganish va mikrotahlil o'tkazish.

Ishni bajarish uchun: metallografik mikroskop, reaktiv ta'sir ettirilgan va ta'sir ettirilmagan mikroshliflar (oq, kulrang, bolg'alanuvchi, juda puxta) kerak.

Ishni bajarish tartibi

Talabalar 3-4 kishidan bo'lib kichik guruhlariga bo'linadi. Har bir guruh komplekt mikroshliflarni qabul qilib, quyidagilarni bajarishlari kerak:

- a) mikroskopni ishga soldirish;
- b) mikroshlif yaltiratilgan tomoni bilan mikroskop stoliga o'rnatiladi;
- v) kattalashtirish jadvalidan foydalanib okulyar o'rnatiladi;
- g) mikroskop ostida oq, kulrang, bolg'alanuvchi juda puxta cho'yanlarni strukturalarini o'rnatish;
- d) mikroskopda ko'ringan struktura bilan plakat albomlarda ko'rsatilgan strukturalarni taqqoslash (solishtirish);
- e) jadvalga oq, kulrang, bolg'alanuvchan juda puxta cho'yanlarni strukturalarini chizish;
- z) tekshirilgan cho'yan strukturalaridan grafit qo'shilganlariga metall asosiga va struktura sinfiga xarakteristika berish;
- i) oq, kulrang, bolg'alanuvchi juda puxta cho'yanlarni strukturalaridan xossalarni orasidagi farqini tushuntirish;
- k) bolg'alanuvchi cho'yan strukturasi uni hosil qilish texnologik jarayonini yozish va yumshatish grafigini chizish;
- g) tekshirilgan cho'yanlarning markalarini yozish.

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Cho'yan, deb qanday qotishmaga aytiladi?
2. Cho'yanlarning qanday turlarini bilasiz?
3. Cho'yanlarning markotinishini belgilanishini ta'riflab bering. Harf va raqamlar nimani ifodalaydi?

12-LABORATORIYA ISHI

Termik ishlashning tuzilishiga va mexanik xossalariga ta'siri

Ishdan maqsad. Uglerodli po'latlarni termik ishlash turi, bajarilishi bilan tanishish va ularning tuzilishi o'zgarishi qonuniyatlarini takrorlab, mustaqil ravishda zarur termik ishlashlarni olib borib, ishlash natijalarini kuzatish.

Umumiy ma'lumot. Ma'lumki, po'lat zagotovkalarini termik ishlashda ularni zarur haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlangach, turli tezlikda sovutiladi. Bunda ularning kimyoviy tarkibi o'zgarib ham tuzilishi o'zgarishi hisobiga mexanik va texnologik xossalari o'zgaradi. A.A.Bochvar tasnifiga ko'ra termik ishlash 1-xil yumshatish, 2-xil yumshatish, toblash va bo'shatishlarga ajratiladi 1-xil yumshatishda fazada o'zgarishlar bormaydi. Bu xil yumshatishlarga diffuzion, qayta kristallanish va ichki zo'riqish kuchlanishlarini kamaytirish uchun olib boriladigan yumshatishlar kiradi. 2-xil yumshatish faza o'zgarishlar bilan boradi. Bu xil yumshatishlarga to'la va chala yumshatishlar, normallashtirish kiradi. Quyida uglerodli po'latlarni termik ishlashda tuzilish o'zgarishlarini $Fe-Fe_3C$ holat diagrammasining tegishli sohalarini kuzataylik. Ma'lumki, perlit tuzilishli evtektoid po'lat zagotovkani uy haroratida asta-sekin qizdirib borsak, u As_1 , kritik harorat ($727^{\circ}C$) da austenitga o'tadi. Ferrit bilan perlit tuzilishli evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni asta-sekin qizdirib borsak, perlit faza Ac_1 kritik haroratda austenitga o'tadi, haroratning yanada ko'tarilishida ferrit faza austenitda eriy boshlab, As_3 kritik haroratda esa batamom eriydi.

Agar perlit bilan ikkilamchi sementit tuzilishli evtektoiddan keyingi po'latlarni asta-sekin qizdirib borsak, perlit faza As_1 kritik haroratda austenitga o'tadi. Harorat yanada ko'tarilishida

ikkilamchi sementit austenitda eriy boshlab, u *Ast* kritik haroratda batamom eriydi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan ma'lumki, Fe-Fe₃C holat diagrammasidagi GSE chiziqli kritik haroratdan yuqoriroq haroratda po'latlar austenit tuzilishli bo'ladi. Savol tug'iladiki, nima uchun po'latlarni to'la yumshatishda, toblashda, normallashtirishda ularni *As3* kritik haroratdan 30–50°C gradus yuqoriroq qizdirish zarur. Kuzatishlar ko'rsatadiki, po'latlarni qizdirishda ularning donlari, o'lchami qaytarilganlik darajasiga ko'ra turli tezlikda yiriklashadi. Masalan, yaxshi qaytarilmagan evtektoid po'latlarning donlari o'lchami *Ac1+30:50°C* haroratgacha o'zgarimasada bu haroratdan yuqoriroq haroratda keskin yiriklashadi. Yaxshi qaytarilgan po'latlarda esa donlar o'lchamining keskin o'zgarishi 900–950°C haroratga to'g'ri keladi. Buning boisi shundaki, donlararo joylashgan oksidlar, nitridlar, sulfidlar va boshqa birikmalar shu haroratga qadar donlar o'sishiga qarshilik ko'rsatadi, lekin harorat 900–950°C ga yetganda ularning austenitda erishi yuz beradi. Binobarin ular donlar o'sishiga qarshilik ko'rsata olmaydilar. Po'latlarning bu xususiyatini qizdirish haroratlarini belgilashda e'tiborga olish kerak.

Agar po'latlarni bu kritik haroratdan o'ta qizdirilsa, masalan, 1000–1100°C gacha austenit donlar yiriklashib ketadi.

Ma'lumki, donlar qancha yirik bo'lsa, ular shuncha mo'rt bo'ladi. Agar po'latlarni AE chiziqqa (*Fe-Fe₃C* diagrammasiga qarang) yaqin haroratda qizdirilsa, yirik donli po'lat havo kislorodi hisobiga kuyib, zagotovka ishga yaroqsiz holga keladi. Demak, po'latlarni termik ishlashda qizdirish haroratini po'lat markasiga ko'ra to'g'ri belgilashning ishlash sifatiga va ish unumdorligiga ahamiyati g'oyat katta.

Termik ishlashda pechlar termojuftli potentsiometr bilan jihozlangan bo'lib, pechni zarur haroratda saqlaydi. Shu bilan birga, ba'zan amalda metallarni qizdirishda ularning cho'g'lanish ranglaridan ham foydalanish mumkin (40-rasm).

Ikkinchi tomondan, masalan, evtektoid po'latni austenit holatidan, sekin sovutishda austenitda uglerodning erish qobiliyati kamayishi sababli undan uglerod ajralib, sementit hosil bo'ladigan

markazlarni yuzaga keltiradi. Austenitlarning sovish tezligini rostlash bilan perlit donlari o'Ichamini o'zgartirish mumkin. Quyida po'latlarni termik ishlash usullari va ularni qanday bajarish haqida ma'lumotlar keltiriladi.

| | |
|-----------------|----------|
| Och sariq | 220° |
| Sariq | 230° |
| To'q sariq | 240° |
| Jigarrang | 255° |
| Jigarrang qizil | 265° |
| Binafsha | 285° |
| To'q havorang | 295-310° |
| Och havorang | 315-325° |
| Kulrang | 330° |

| | |
|---------------------------|----------------------|
| Nurlanishning boshlanishi | 530-580° |
| To'q qizil | 580-650° |
| To'q olcha rang | 650-720° |
| Olcha rang | 720-780° |
| Och olcha rang | 780-830° |
| Qizil | 830-900° |
| Och qizil | 900-1050° |
| Sariq | 1050-1150° |
| Och sariq | 1150-1250° |
| Oq | 1250-1300° 8q 10KOP. |

40-rasm. Metallarni qizdirishda ularning cho'g'lanish ranglari

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

keyin donlarni maydalash maqsadida zagotovkalar to'la yumshatilmog'i kerak.

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

Ichki zo'riqish kuchlanishlarini kamaytirish uchun yumshatish. Shtamplash, payvandlash kabi texnologik usullarda olingan buyumlardagi ichki zo'riqish kuchlarini kamaytirish uchun ularni 350–600°C haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sekin sovutiladi.

To'la yumshatish. Yumshatishning bu usulidan yirik donli po'lat zagotovkalar donlarini maydalash yo'li bilan tekislab, ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalarni *As₂* kritik haroratdan, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni *As₁* kritik haroratdan 30–50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovutiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, agar evtektoiddan keyingi po'lat zagotovkalar *As₁* kritik haroratli chiziqdan yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovutilganda ajratilayotgan ikkilamchi sementit perlit donlarini o'rab mo'rtlashtirib yuboradi. Shu sababli bu po'latlar austenit tuzilishli xolgacha qizdirilmaydi.

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

Izotermik yumshatish. Bu usuldan to'la yumshatish maqsadlarida foydalaniladi. Bunda evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalarni *As₃* kritik haroratgacha, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni esa *As₁* kritik haroratdan 30–50°C dan yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab

turiladi, keyin kutilgan maqsadga ko'ra, masalan, 600–700°C li muhitga o'tkazib, unda austenit ferrit bilan sementit fazalarga to'la parchalanguncha saqlanadi, so'ngra havoda sovutiladi.

Donador perlit olish maqsadida yumshatish. Bu usuldan evtektoiddan keyingi po'lat zagotovkalaridagi plastinka tarzidagi sementit donlarini mayda donli tuzilishga o'tkazish uchun foydalaniladi. Buning uchun po'lat zagotovkani *Ac1* kritik haroratdan bir oz yuqoriroq haroratgacha (750–760°C) qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi, keyin pech bilan birga sekin sovutiladi.

Ma'lumki, po'lat zagotovkalarini *As1* kritik haroratdan bir oz yuqoriroq haroratda qizdirilganda perlit donlari austenitga aylanib, sementit donlari saqlanib qoladi. Bu po'latlarni shu haroratdagi holatidan sovutishda esa sementit va begona birikmalarning donlari qo'shimcha kristallanish markazlari hosil qilib, mayda, donador perlit tuzilma olinadi.

Normallash. Po'lat zagotovkalarining donlari maydalanib bir tekis tuzilmali bo'lib qoladi va ichki kuchlanishlardan holi etiladi. Buning uchun po'lat zagotovkalarini markasiga ko'ra *As3* yoki *As1* kritik haroratdan 30–50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin havoda sovutiladi. Po'latlarning markalariga ko'ra bu ishlovdan yumshatish yoki toblash o'rnida foydalansa ham bo'ladi.

Toblash. Bu usuldan konstruksion po'latlardan tayyorlanadigan tishli g'ildiraklar, vallar, kulachoklar va boshqalarning puxtaligini, asbobsozlik po'latlardan tayyorlanayotgan keskichlarning keskirligini ko'tarib kam yeyiladigan tish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalar *As3* kritik haroratdan evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar *As1* kritik haroratdan 30–50°C yuqoriroq haroratda qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi, keyin kritik tezlik (*v_{kp}* dan yuqori tezlikda) sovutiladi. Bunda austenit ferrit bilan sementitga parchalanishga ulgurmaydi va martensit deb ataluvchi uglerodga o'ta to'yingan qattiq eritmaga [*Fea (S)*] o'tadi hamda uning qattiqligi HRC ~ 62 ga ko'tariladi.

Agar austenit holatidagi po'lat zagotovkani, masalan, yog'da (sekundiga 80–100°C tezlikda) sovutilsa, austenit ferrit bilan sementitning juda mayda bo'lgan mexanik aralashmalariga parchalanib, troostit deb ataluvchi tuzilishga o'tadi va uning qattiqligi HRC 40–45 ga ko'tariladi. Agar austenit holatidagi po'lat zagotovkalarini, masalan, qizdirilgan moyda (sekundiga 50–70°C tezlikda) sovutsak, u troostit tuzilishli donalariga nisbatan yirikroq bo'lgan ferrit bilan sementitning mexanik aralashmasiga parchalanib, sorbit deb ataluvchi tuzilishga o'tadi va uning qattiqligi HRC 30–35 ko'tariladi.

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

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

Past haroratli bo'shatish. Bu bo'shatishdan maqsad toblangan, masalan, keskichlar yoki o'lchov asboblarini ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etib qattiqligi saqlangan holda qovushoqligini ko'tarishdir. Buning uchun toblangan po'lat 150–250°C haroratgacha qizdirilib shu haroratda ma'lum vaqtga saqlanadi, keyin sekin sovutiladi.

Bunda bo'shatilgan martensit tuzilma olinadi. O'rtacha haroratli bo'shatish. Bu bo'shatishdan maqsad toblangan, masalan, prujina, shtamplarni ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etib,

qovushoqligini ko‘tarish va troostit tuzilma olishdir. Buning uchun toblangan po‘lat zagotovkalar 350–500°C haroratgacha qizdirilib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlanadida, keyin sekin sovutiladi.

Yuqori haroratli bo‘shatish. Bundan bo‘shatish toblangan konstruksion po‘latlardan tayyorlayotgan detallar qovushoqligini va plastikligini ko‘tarib, sorbit tuzilma olish maqsadida o‘tkaziladi. Buning uchun toblangan po‘lat zagotovka 500–650°C haroratgacha qizdirilib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlanadi va sekin sovutiladi.

Foydalaniladigan material, uskuna, moslama va o‘lchov asboblari. Laboratoriya ishini bajarishda 800–1500°C harorat beradigan termoelektrik perometrlı mufel elektr pechidan, Brinell va Rokvell asboblari, sovutkich muhitli idish, qisqichlar va chizg‘ichlardan foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Berilgan aniq markali po‘lat zagotovkalarining shakli, o‘lchamlari, qattiqligi aniqlanadi.

2. Qaysi termik ishlash o‘tkazilishiga ko‘ra termik ishlash tartiblari (qizdirish tezligi, harorati, shu haroratda tutish vaqti va sovutish tezligi) belgilanadi.

3. Zarur pech va sovutish tezligini ta‘minlovchi sovutkichli idish olinadi.

4. Belgilangan tartibda zagotovkalar termik ishlanadi

5. Termik ishlangan zagotovkalar qattiqligi TK yoki TSh asboddan o‘lchanadi.

Olingan natijalar asosida 24-jadval to‘ldiriladi.

Termik ishlash natijalari

| Tartib raqami | Namunalar eskizi | Material va markasi | Namuna o‘lchamlari, mm | Namunaning ishlovigacha qattiqligi, NV kgk/mm ² | Ishlov xili | Ishlov rejimi | | | Ishlovdan keyingi qattiqlik | Nuqsonlar bo‘lsa xili, ularning hosil bo‘lish sabablari va tuzatish yo‘llari |
|---------------|------------------|---------------------|------------------------|--|-------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|
| | | | | | | Qizdirish harorati, ° S | Ayni haroratda tutish vaqti, daqiqa | Sovutish muhiti va harorati, °C | | |
| | | | | | | | | | | |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

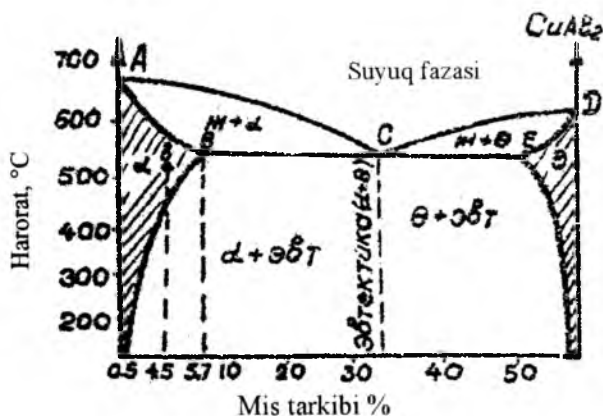
1. Termik ishlashdan maqsad nima?
2. Termik ishlash qanday jarayonlarni o'z ichiga oladi?
3. Po'latlarni termik ishlash ularning qaysi xususiyatiga asoslangan?
4. Termik ishlashning qanday turlarini bilasiz? Har birining maqsadi nimada?
5. Qo'yilgan maqsad qanday amalga oshiriladi?
6. Qanday po'latning toblanishlik qobiliyati kuchliroq? Necha?
7. Toblanishlik qobiliyatiga ta'sir qiluvchi omillarni sanab bering.
8. Martensit, trostit va sorbitlar nima? Har biriga ta'rif bering.

13-LABORATORIYA ISHI

Alyuminiyni termik ishlash

Alyumin deb alyuminiy asosida miss, magniy, marganes hamda oz miqdorda kremniy va temirdan tashkil topgan qotishmalarga aytiladi. Duralyuminiy termik ishlash yo'li bilan puxtalanadi, uning yumshatilgan holatdagi strukturasi α qattiq eritma va harorat oshganda alyuminiyda eriydigan ikkinchi faza (θ -faza $Cu Al_2 S$ – faza $Cu Mg Al_2$) lardan tashkil topgan. Bu fazalar termik ishlov berishda puxtalovchi fazalardir.

Termik ishlashni ($Al-Cu$) qotishma misolida ko'rib chiqamiz.



42-rasm. (Al-Cu) qotishma sistemasining holat diagrammasi

Alyuminiy termik ishlanishi toblash va keyinchalik eskirtirishdan iborat (sun'iy yoki tabiiy).

Toblashdan maqsad, uy haroratida bir jinsli o'ta to'yingan qattiq eritma strukturasi hosil qilishdir. Masalan, qotishmada 4,5% Su bo'lsin. Su ning Al da uy haroratida erishi 0,5% dir. "V" nuqtasigacha qizdirilganda misning hammasi $Cu Al_2$ dan qattiq eritmada o'tadi.

Agar qizdirilgan qotishmani tez sovutsak (toblasak) uy haroratida. Tarkibida 4,5 % S bo'lgan, o'ta to'yingan α qattiq eritmasini hosil qilamiz.

Eskirish jarayoni quyidagicha bajariladi. Toblangandan keyin normal +200°C haroratda vaqt o'tishi bilan o'ta to'yingan qattiq eritma donalarida mis atomlari kristall panjaraning muayyan (100) tekisligida diffuziyalanib, 2-3 atom qotishmadagi qatlam hosil qilinadi. Bu qatlam zonalarini Gine-Preston zonalarini deb ataladi.

Gine-priston zonalarini hosil bo'lishi kristall panjarani qiyshayishga olib keladi. Puxtalik oshib plastiklik kamayadi.

Tabiiy eskirish jarayonida, Gine-Preston zonasi 5-7 sutka davomida hosil bo'ladi. Bunda qotishma maksimal puxtalikka ega bo'ladi. Sun'iy eskirish deb yuqori (100, 200, 300°C) haroratlarda eskirishga aytiladi. Bunda Gine-Preston zonasi hosil bo'lish va qotishmani mustahkamlanish jarayoni tez o'tadi. Yuqori haroratlarda hosil qilingan Rene-Preston zonalarini tabiati normal haroratlarda, hosil qilingan zonalar bilan bir xil, lekin o'lchami katta bo'ladi. Masalan, 200°C da 800°A bo'ladi.

Haroratni ko'tarilishi va eskirish vaqtini ko'payishi qattiq eritmaning kristall panjarasining qiyshayishi va qotishma puxtaligi pasayishlariga olib keladi.

Ishni bajarishdan maqsad

D 16 qotishmasini toblash va uni 100°C, 200°C, 300°C haroratlarda sun'iy eskirish. Qotishma qattiqligining, eskirish haroratiga bog'liqlik grafigini tuzish.

Xulosa

Ishni olib borish uchun kerakli asboblari: Mufel pechi, toblash uchun suv to'ldirilgan bak, Brinel jarayoni, izni o'lchash uchun lupa, duralyumin namunalari, shliflash qog'ozi, qisqich.

Ishni bajarish tartibi: Talabalar ish rahbaridan duralyumin namunalari qabul qilib, quyidagilarni bajarishlari kerak!

1. Yumshatilgan namunalarni qattiqligini (NB da) o'lchab, jadvalga kiritish.

2. D 16 markali qotishma namuna uchun toblash haroratini 500±5°C qabul qilish.

3. Namunalarni qizdirish vaqtini aniqlash (1 mm namuna qalinligida 2 daqiqa hisobida).

4. 500°C da qizdirilgan pechga namunalarni yuklash va kerakli vaqtda ushlab turish.

5. Namunalarni birin ketin pechdan olib, suvda toblash.

6. Toblashdan so'ng namunalarni ikki tomonini tozalab, shliflash qog'ozida tozalash.

7. Namunalarni qattiqligini o'lchab jadvalga kiritish.

8. Toblangan namunalarni birin-ketin 30 daqiqadan 100°C, 200°C haroratlarda sun'iy eskirish. Buning uchun toblangan duralyumin namunalarni bittadan 100°C, 200°C, 300°C ga qizdirilgan pechlarda yuklash kerak.

9. Eskirishdan keyin namunalarni ikkala tomonini tozalab qattiqligini (NV da) o'lchash.

10. Aniqlangan duralyumin namunalar qattiqligini, suniy eskirish haroratiga bog'liqlik grafisini chizish.

11. Duralyumin qotishmasida toblash va eskirish natijasida faza va struktura o'zgarishlarini yozish.

12. Hisobot yozish.

| Qotishma markasi | Qotishmaning qalinligi yoki diametri (mm) | Namunaning dastlabki qattiqligi (NV) | Toblash harorati (°C) | Toblash uchun qizitish vaqti (daqiqa) | Toblashdan keyingi qattiqlik (NV) | Eskirish harorati (°C) | Eskirish vaqti (daqiqa) | Eskirishdan keyingi qattiqligi (NV) | |
|------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Alyuminiyning qaysi qotishmalarini termik ishlab, puxtalash mumkin?

2. Eskirish nima?

3. Tabiiy eskirish nima-yu sun'iy eskirish nima?

4. D16 qanday qotishma?

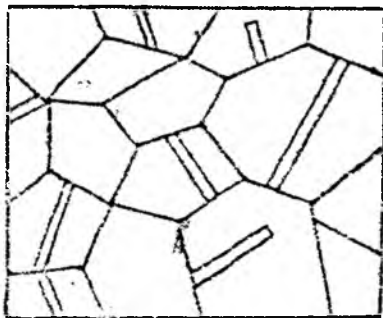
14-LABORATORIYA ISHI

Rangli metallar va qotishmalarning mikrotablili

Mis va uning qotishmalari. Mis qizg'ish rangli metall, uning issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi boshqa metallarga nisbatan ancha yuqori (kumushdan keyingi). Sanoatda mis har xil tozalikda, quyidagi markalar bo'yicha ishlab chiqariladi.

| No | Misning markasi | MOO | MO | M1 | M2 | M3 | M4 |
|----|---------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| | Misning tozaligi, % | 99,99 | 99,95 | 99,9 | 00,7 | 99,5 | 99,0 |

Quyma va yumshatilgan misning strukturasi (ichki tuzilishi) ko'p qirrali (poliedrik) donalardan iborat. Bosim ostida ishlov berilgan va yumshatilgan misning strukturasi esa ko'p qirrali hamda siljish chegarasi yuzaga chiqqan kristallardan iborat (1-rasm).



43-rasm. Bosim ostida ishlov berilgan va yumshatilgan mis strukturasi chizmasi

Bosim ostida ishlov berilgan misning mexanik xossalari quyidagicha: $B_r = 240 \text{ MPa}$; $B_{0,2} = 50 \text{ Mpa}$; $\delta = 45\%$

Misdan ko'pincha elektr o'tkazuvchan material sifatida (struktura) foydalaniladi.

Latun

Latun deb misning rux bilan qotishmasiga aytiladi. Amalda tarkibida 45 % gacha rux bo'lgan qotishmalar ishlatiladi.

Latunlar “L” harfi bilan va undan keyin yoziladigan, latundagi misning miqdorini bildiradigan sonlar bilan belgilanadi. Masalan, L 60 markali latunning tarkibida misning miqdori 60 % ni tashkil qiladi.

Latunlar ikki turga bo‘linadi:

a) quyma latunlar;

b) bosim ostida ishlov beriladigan latunlar.

Bosim ostida ishlov beriladigan latunlar.

Bu latunlar ham ikki turga bo‘linadi:

α - latunlar. Bu latunlarning tarkibida ruxning miqdori 39 %gacha bo‘lib, ularning strukturasi asosan ruxning misdagi qattiq eritmasi bo‘lgan α - kristallardan iborat.

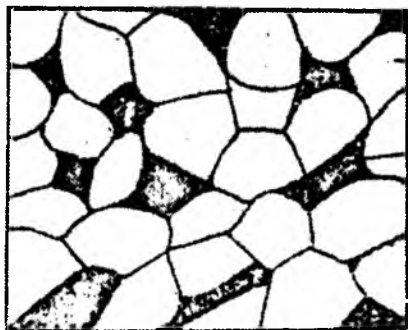
α - qattiq eritmaning kristallarining rangi har xil bo‘lishiga sabab ularning namunaning yuzasiga har xil kristalografik yuzalari bilan chiqishida va bu yuzalarning kimyoviy eritma ta‘sirida bir xilda yemirilmasliklarida (kristallarning anizotropik xossalari).

α - latunlar quyidagi markalar bo‘yicha ishlab chiqariladi: 160, 163, 168, 170, 180, 185, 190, 196.

α - latunlar juda yumshoq. Ulardan bosim ostida ishlov berilib har xil xomashyo materiallar: yupqa list, folga, lenta, truba, sim va boshqalar ishlab chiqariladi.

Maxsus latunlar. Bu latunlarning tarkibida ruxdan tashqari boshqa elementlar ham bor. Latunlarni legirlashdan maqsad ularning mexanik hossalari yaxshilashdan iborat. Maxsus latunlarning I harfidan keyin legirlovchi elementlarning nomlari belgi sifatida yoziladi.

Masalan, S – qo‘rg‘oshin, O – qalay, J – temir, M – marganes, N – nikel, K – kremniy, A – alyuminiy va boshqalar.



44-rasm. $\alpha + \beta$ latunlarning strukturasi (chizmasi)

Harflardan keyin latundagi misning miqdori va legirlovchi elementlarning miqdorlari (%) conlar bilan ko‘rsatiladi.

Masalan: LS 59-1 latunning tarkibida 57/60 % mis va 0,8-1,5 % qo'rg'oshin bor, qolgani esa rux atomlaridan iborat.

Maxsus latunlar ikki turga bo'linadi:

- Quyma latunlar: LK 80-3L, LKS 80-3-3L, LAJ 66-3-2 LMsJ 52-1-1 va boshqalar;

- Bosim ostida ishlov berilgan latunlar: LAJ 60-1-1, LS 59-1, LJMs 59-1-1 va boshqalar.

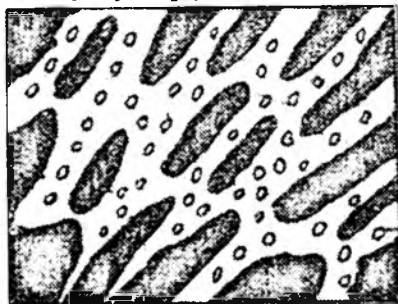
Bronza

Bronza, deb misning qalay va boshqa elementlar (*Al, Si, Be, Pl*) bilan legirlanishiga qarab bronzalar: qalayli, alyuminiyli, kremniyli, berilliyli turlarga bo'linadi.

Bronzalar Br. Harflari va legirlovchi elementlarning bosh harflari bilan hamda ularning miqdorini ko'rsatadigan sonlar bilan belgilanadi, Masalan: Br. °CS 4-4-2,5 markali bronzaning tarkibida qalay (0)-4%, rux (S)-4%, qurg'oshin (S)-2,5 % bor.

Qalayli quyma bronzaning strukturasi ikki fazadan iborat: α - dendrit kristallar (qalayning misdagi qattiq eritmasi) va ular orasida joylashgan evtektoid aralashma ($\alpha + \beta$) (4 rasm). Bu yerda *b-Si31 Sng* birikmasi.

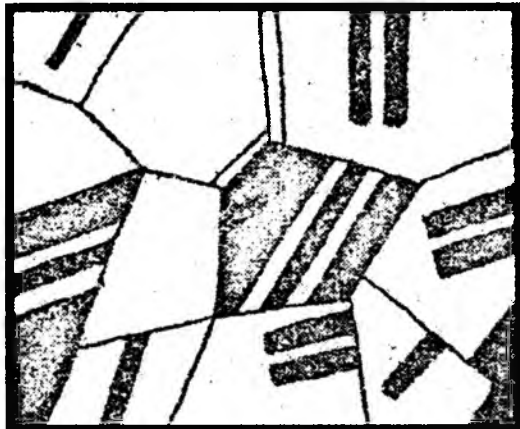
Qalayli quyma bronza antifriksion (yengil sirpanadigan) detallar, tishli g'ildiraklar, sirpanma podshipniklar va nam havoda hamda dengiz suvlari ta'sirida ishlaydigan detallar tayyorlash uchun ishlatiladi.



45-rasm. Qalayli quyma bronzaning strukturasi

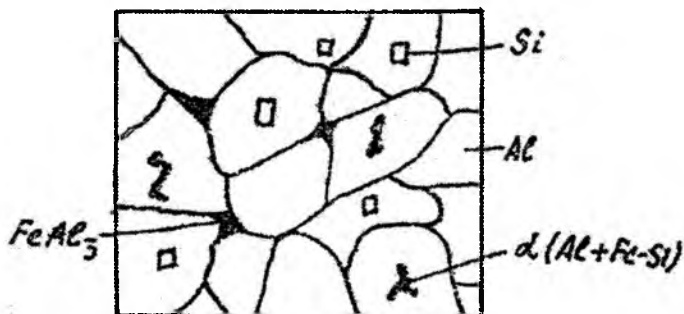
Bosim ostida ishlov beriladigan bronzaning tarkibida qalayning miqdori 5-6% dan ortmaydi. Bronzaning bu turidan prujina, membrana, antifriksion detallar tayyorlashda va boshqa sohalarda foydalaniladi.

Bosim ostida ishlov beriladigan va yumshatilgan bronzaning strukturasi bir xil α - qattiq eritmaning kristallaridan iborat.



46-rasm. Bosim ostida ishlov berilgan va yumshatilgan bronzaning strukturasi

Alyuminiy va uning qotishmalari. Alyuminiyning strukturasi (bosim ostida ishlov berilgan va yumshatilgan holatida) bir xil kristall donalardan iborat. Alyuminiy va uning qotishmalarini temir va kremniydan to'la tozalash juda qiyin. Shuning uchun alyuminiy kristallarining orasida kremniyning kristallari (kulrang) $FeAl_3$ birikmalari (qo'ng'ir) hamda alyuminiy – kremniy – temirdan tuzilgan o'lchamli birikmalar uchrashi mumkin (5-rasm). Ular alyuminiyning va uning qotishmalarining plastikligini kamaytiradi.



47-rasm. Alyuminiy strukturasi chizmasi

Alyuminiy qotishmalari ikki turga bo'linadi:

a) quyma qotishmalar;

b) bosim ostida ishlov beriladigan qotishmalar.

Quyma qotishmalar. Quyma detallar tayyorlash uchun *Al-Si*, *Al-Cu*, *Al-Mg* qotishmalari qo'llaniladi. Ular ko'pincha boshqa elementlar bilan legirlanadi. (*Al-Si*) qotishmalari *Cu*, *Mg* va *Mn* bilan (*Al-Mg*) qotishmalari *Si* bilan, (*Al-Cu*) qotishmalari esa *Mn*, *Sr*, *Ni* bilan. Qorishmalarning kristall donalari mayda va mexanik xossalari yuqori bo'lishi uchun ularning tarkibiga oz miqdorda modifikator (ichki tuzilishini o'zgartiradigan) elementlar (*Ti*, *Zr*, *B*, *V*, *Na*) ham qo'shiladi.

Alyuminiyning quyma qotishmalari AL harflari (alyuminiy lityeiny) va qotishmaning raqamini bildiruvchi sonlar bilan belgilanadi. Masalan AL2.

Siluminlar

Silumin deb alyuminiyning kremniy bilan (*Si-14%*) quyma qotishmalriga aytiladi. Siluminlar juda yaxshi quymakorlik xossalariga ega va shuning uchun boshqa quyma qotishmalarga nisbatan ko'proq qo'llaniladi.

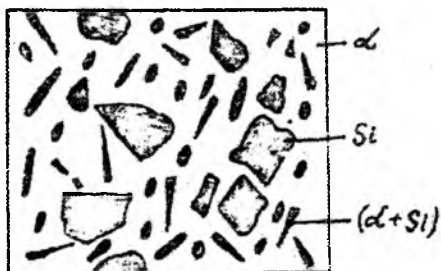
Siluminlar ikki turga bo'linadi:

1. Oddiy siluminlar.

2. Modifikatsiyalangan siluminlar.

Oddiy silumin

Oddiy siluminning strukturasi plastinkasimon birlamchi kremniy kristallaridan (kulrang rangda) va evtektik aralashma ($\alpha + Si$) dan iborat. Bu aralashmada kremniy ninasimon plastinkalar shaklida (7-rasm). Bunday siluminning mexanik xossalari aytarli yaxshi emas. $\delta v = 140$ MPa, $\delta = 3\%$.



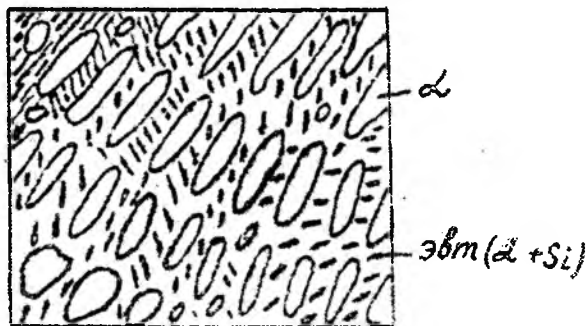
48-rasm. Oddiy silumin strukturasi chizmasi

Modifikatsiyalangan silumin

Modifikatsiyalangan silumin deb suyultirilgan holatida tarkibiga 0, 01-0, 1 % natriy qo'shilgan qotishmaga aytiladi. Siluminning modifikatsiyalash natijasida kremniyning plastinkalari maydala-shadi va qotishmaning mexanik xossalari yaxshilanadi.

$$\delta v = 180 \text{ MPa}, \delta = 8\%$$

Modifikatsiyalangan siluminning strukturasi kremniyning alyuminiydagi qattiq eritmasi bo'lgan α - kristallaridan va mayda donali eitektik aralashma ($\alpha + Si$) dan iborat (49-rasm).



49-rasm. Modifikatsiyalangan siluminning strukturasi chizmasi

Bosim ostida ishlov beriladigan qotishmalar

Bu qotishmalar ikki turga bo'linadi:

a) bosim ostida ishlov beriladigan. Termik ishlov natijasida mustahkamligi o'zgarmaydigan qotishmalar;

b) bosim ostida ishlov beriladigan, termik ishlanganda puxtalanadigan qotishmalar.

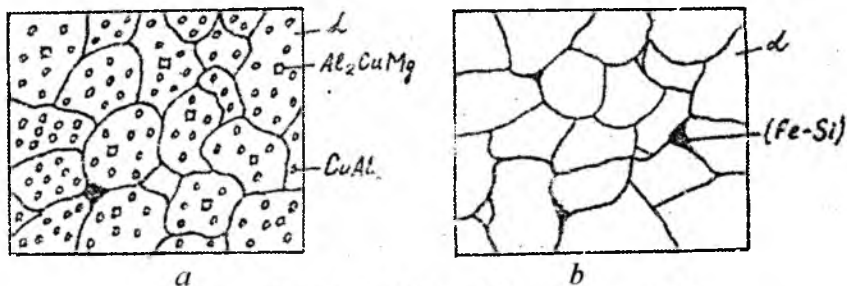
Duralyumin. Duralyumin deb *Al-Cu-Mg* qotishmasiga aytiladi. Ulardan tashqari qotishmaning tarkibida *Mn*, *Fe* va *Si* ham bor. Duralyumin olti elementdan tashkil topgan murakkab qotishma.

Duralyumin "D" harfi bilan va qotishmaning raqamini bildiradigan sonlar bilan belgilanadi. Masalan, D 16.

Yumshatilgan duralyuminning (D16) strukturasi *Su*, *Mg* va *Mn* larning alyuminiydagi qattiq eritmasi α - kristallardan hamda V

faza ($Cu Al_2$) va S faza ($Al_2 Cu, Mg$) larning donachalaridan iborat (9-rasm).

Duralyumin toblash uchun qizdirilganda ($485-903^{\circ}C$) 0 va S fazalar α - qattiq eritmada eriydi. Toblangan va tabiiy eskirtirilgan duralyuminning strukturasi o'ta to'yingan qattiq eritma α - kristallaridan va alyuminiyda erimaydigan Fe va Si ning birikmalaridan iborat (9-rasm).



50-rasm. D16 strukturasi chizmalari:

a) yumshatilgan holatda; b) toblangan va tabiiy eskirgan holatda.

Yengil eruvchi podshipnikning qotishmalari

Bu qotishmalar o'tgan asrning o'rtalarida ularni kashf etgan ingliz muhandisi I. Babbit nomi bilan ataladi va "B" harfi bilan belgilanadi.

Babbitlar uch turga bo'linadi:

1. Qalay-surmali babbitlar ($Sn-sb-Cu$). Ularga B83, B88 qotishmalari kiradi. Sonlar qotishmadagi qalayning miqdorini bildiradi.

2. Qo'rg'oshin-qalay-surmali babbitlar ($Pb-Sn-Sb-Cu$) ularga B6, B16, BN, Bt qotishmalari kiradi. "N" va "T" - legirlovchi elementlarning (Ni va Te) bosh harflari.

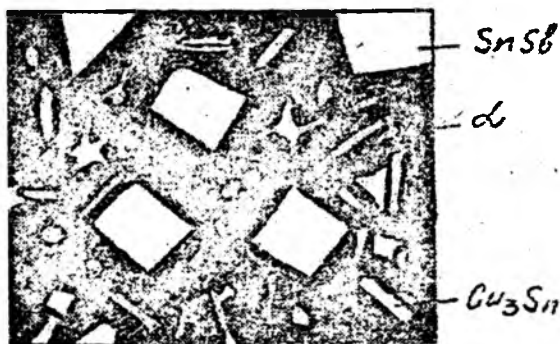
3. Qo'rg'oshin babbitlar ($Pb-Ca, Pb-sb-Cu$) Ularga BK va BS qotishmalari kiradi.

Babbitlar juda yumshoq (Nv 13-35) mustahkamligi kam ($bg = 60-100$ Mpa), erish harorati past $380-410^{\circ}C$, tez yumshaydigan ($1000^{\circ}C$ ga qiziganda ularning qattiqligi NV 10-20), lekin sirpanishga qarshiligi juda kam va po'lat bilan ishqalanish koeffitsiyenti eng kam (0, 005-0, 009) bo'lgan qotishmalardir.

Babitlar juda tez aylanadigan, katta kuchlanish ta'sirida ishlaydigan mexanizmlarning ishlash jarayonida 100°C dan ortiq qizimaydigan sirpanma podshipniklarining ichki qismiga qo'yish uchun yoki shtampovka yo'li bilan ikki, uch qatlamli (bimetall, tri metall) podshipniklar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Qalay-surmali babitlar (B-83, B88). Bu qotishmalar yemirishga chidamliligi va po'lat bilan ishqalanish koeffitsiyenti kamligi jihatidan boshqa podshipnik qotishmalariga nisbatan ustun turadi.

B83 qotishmasini ichki tuzilishi (strukturasi) surma va misning qalaydagi α qattiq eritmasini (qotishmasi asosi, qora rangda), $SnSb$ birikmasi asosida tuzilgan β - qattiq eritmasining, yirik, ko'k shaklidagi kristallarida (oq rangda) va Cu_3Sn - kimyoviy birikmasining mayda yulduzcha yoki ninasimon kristallaridan iborat (10-rasm).



51-rasm. Qalayli B83 babitning struktura chizmasi

Ishni bajarishdan maqsad

1. Rangli metall va qotishma strukturalarini (ichki tuzilishini) mikroskop ostida ko'rilishini kuzatish va ularni bir-biridan farq qila olishni o'rganish.

2. Rangli metall va qotishmalarni strukturalarini daftarga chizma ravshda yozish.

3. Rangli metall va qotishmalarning markalanishini o'rganish va ularni qo'llanish joylari bilan tanishish.

Ishni bajarish tartibi

1. Ishni bajarish uchun talabalarga rangli metall va qotishmalardan tayyorlangan bir necha to'plam (komplekt) namunalar beriladi. Har bir to'plamda qotishmalarning nomlari va markalari ko'rsatilgan bo'lishi kerak.

To'plamlarga quyidagi namunalar kiradi:

- mis
- α latun
- $\alpha + \beta$ latun
- qalayli quyma bronza
- bosim ostida ishlov berilgan va yumshatilgan qalayli bronza
- oddiy silumin
- modifikatsiyalangan silumin
- yumshatilgan duralyumin
- toblangan va tabiiy eskirgan duralyumin
- babbitt

2. Berilgan namunalarning strukturalari mikroskop ostida kuzatiladi va ularning rasmi (chizmasi) 1-jadvalning 2-ustuniga chizib olinadi.

Eslatma: rasmlar diametri 35 mm bo'lgan aylana yoki 35x35 mm li to'rtburchak shaklida, qalamda chiziladi.

3. Qotishmalardagi faza va boshqa birikmalar chizg'ich bilan ko'rsatiladi va ularning nomlari 1-jadvalning 3-ustuniga yoziladi.

4. Qotishmaning strukturasi qarab (albomdagi va qo'lingizdagi qo'llanmadagi rasmlar bilan solishtirib) ularning turlari aniqlanadi va nomlari hamda markalari 1-jadvalning 4-ustuniga yoziladi.

5. Jadvalning 5-ustuniga qotishmalarning kimyoviy tarkibi ko'rsatiladi (ma'lumotnomalardan va qo'lingizdagi qo'llanmadan olinadi).

6. 1-jadvalning 6-ustuniga qotishmalarning mexanik yoki boshqa muhim xossalari (ma'lumotnomalardan olib) yoziladi.

7. 1-jadvalning 7-ustuniga qotishmalarning qo'llanilish joylaridan misollar yoziladi.

Hisobot yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.

2. 1-jadval to'ldirilgan holda.

Termik va kimyoviy-termik ishlov berilgan po'latlarning mikrotahlil laboratoriya ishi uchun HISOBOT

| № | Termik ishlov berilgan po'latlar | | | | Kimyoviy-termik ishlov berilgan po'latlar | | | |
|---|----------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|---|-------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | Mikrostruktura chizmasi | Struktura nomi | Strukturani hosil qilish usullari | Mexanik xossalari | Ishlov usuli | Qatlam chuqurligi | Yuza va o'zakning qattiqligi | Strukturani hosil qilish usuli |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Rangli metall va qotishmalarning mikrotahlili

| № | Qotishmaning strukturasi (chizmasi) | Faza va boshqa birikmalarning nomlari | Qotishmaning nomi va GOST bo'yicha markasi | Qotishmaning kimyoviy tarkibi, % | Mexanik xossalari | | | | Qotishmaning qo'llanilishiga misollar |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|-------------------|--------|-----|----------------------------|---------------------------------------|
| | | | | | NV, Mpa | BV Mpa | B % | Ishqalanish koeffitsiyenti | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | 7 |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

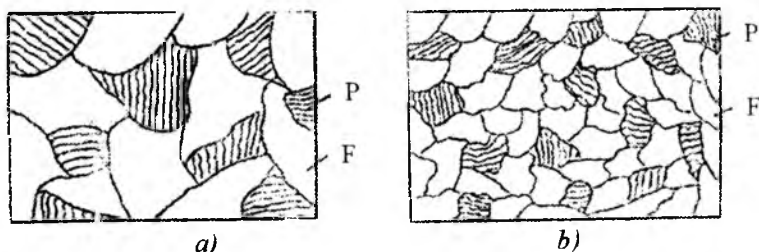
1. Mis tozaliligiga qarab qanday markalaniladi?
2. Latun qanday qotishma? L60 dagi harf va raqamlar nimani ifodalaydi?
3. LS4°C markali qotishmani izohlab bering.
4. Bronza qanday qotishma?

5. Br 01S10 markali qotishmani izohlab bering.
6. Duralyumin qanday qotishma?
7. AMr6 markali qotishmani ta'riflang.
8. AL4 markali qotishmani ta'riflab bering.
9. Chiniqish-eskirish qanday hodisa?
10. Qaysi qotishma ko'proq chiniqadi?
11. Tabiiy chiniqish nima-yu, sun'iy chiniqish nam?

15-LABORATORIYA ISHI

Termik va kimyoviy-termik ishlangan po'latlarning mikrotahlili

Termik ishlangan po'latlarning mikrotahlili. Ma'lumki, eng ko'p qo'llaniladigan termik ishlov usullari bu yumshatish va bo'shatishdir. Yumshatishda muvozanat holatdagi struktura hosil bo'lib, u temir uglerod diagrammasida ko'rsatilgan. Masalan, evtektoidgacha bo'lgan po'latning strukturasi ferrit va perlitdan iborat (1-rasm).

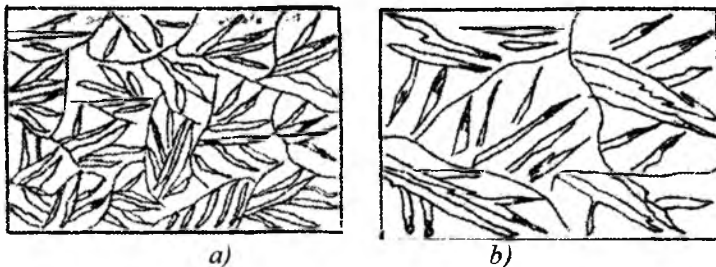


52-rasm. Evtektoidgacha bo'lgan uglerodli po'latlarning yumshatgandagi: a) va normallashtirilgandagi b) mikrostrukturasi.

Yumshatilgan va normallashtirilgan po'latlarning strukturasi tashkil etuvchisi bo'lgan perlit plastinkasimon tuzilishiga ega bo'lib, ferrit va sementit kristallari aralashmasidan iborat. Unchalik yuqori bo'lmagan kattalashtirishda sementit plastinkalarini ajratib, ko'rib bo'lmaydi. Bunday holatda strukturani tashkil qiluvchi perlitga nisbatan qopapoq dona bo'lib ko'rinadi.

Agarda evtektoidgacha bo'lgan po'latni (masalan, 45 markali po'lat) As_2 nuqtasidan yuqori, austenit holatiga, qizdirib, so'ngra suvda toblasak, u holda austenit martensit strukturasi ga o'tadi (aylanadi).

Martensit – bu uglerodni α temirdagi o‘ta to‘yingan qattiq eritmasi. Austenitni martensitga o‘tishi kristallografik yo‘llangan bo‘ladi, ya’ni plastinkasimon martensit kristallari austenit kristallik panjarasining ma’lum tekisligi bo‘ylab joylashgan bo‘ladi. Shuning uchun martensit kristallarining o‘lchamlari (uzunligi) dastlabki austenit donalariga qarab aniqlanadi. Bundan tashqari martensit plastinkalari bir-biriga nisbatan ma’lum 60° va 120° burchak ostida yo‘llangan bo‘lib mikroskopda ignasimon tuzilishga (ko‘rinishga) ega bo‘ladi (2-rasm).



53-rasm. Po‘latlardagi martensit strukturasi nisbatan mayda donali: a) va yirik donali b) chizmasi.

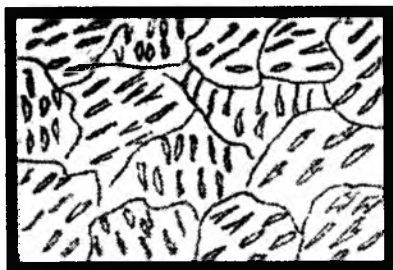
Austenit donasi qanchalik yirik bo‘lsa, martensit ignasi shunchalik uzunroq bo‘ladi.

Martensit yuqori qattqlikka ega va u po‘latlardagi uglerodning miqdoriga qarab HRC 48-65 bo‘lishi mumkin.

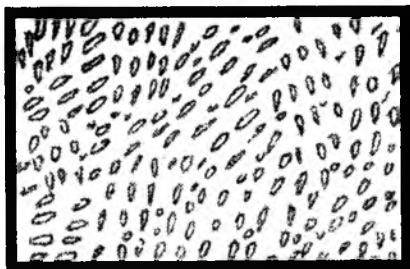
Martensit muallaq struktura bo‘lib, qizdirilganda parchalanadi. Toblangan po‘latlarni past haroratda bo‘shatganda ($160-200^\circ\text{C}$) ignasimon tuzilish saqlanadi, lekin struktura kimyoviy reaktivlarga ta’sirchan bo‘ladi. Bunday martensitni bo‘shatilgan deyiladi.

Toblangan po‘latlarni 300°C dan yuqoriga qizdirganda martensit tamomila ferrit sementit aralashmasiga parchalanadi. 400°C da bo‘shatganda esa u yuqori dispersli (mayda zarrali) bo‘lib, sementit zarrachalarini optik mikroskop yordamida ko‘rish imkoniyati yo‘qdir. Qattqligi 45 ga yaqin bo‘lib, bu strukturani troostit deyiladi va mikroskop ostida qoramtir sharpa (massa)

shaklida ko'rinadi. Biroq ko'pincha dastlabki martensitning yo'nalishi ko'zga yaqqol tashlanadi.



54-rasm. Bo'shatilgan troostit mikrostrukturasi chizmasi



55-rasm. Bo'shatilgan sorbit mikrostrukturasi chizmasi

Toblangan po'latni yuqori haroratda bo'shatganda (500–650°C) ferrit-sementit aralashmasi yiriklashadi.

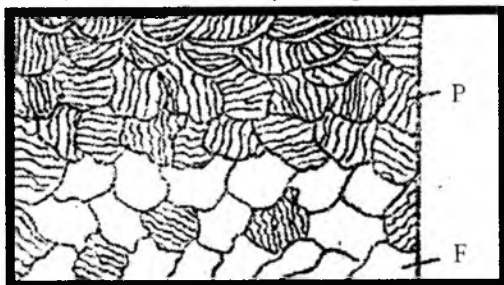
Mikroskop ostida sementit zarrachasi ferrit asosida (mayda dispere) dumaloq shaklda ko'rinadi.

Sorbitning qattiqligi 300–350 NV (HRC 30–35) ni tashkil etadi.

Kimyoviy-termik ishlangan po'latning mikrostrukturasi

Kimyoviy-termik ishlov deb metall sirtini (yuzasini) qandaydir elementlar bilan yuqori haroratda to'yintirishga aytiladi. Bunday ishlovdan maqsad sirdagi xossalarni keskin oshirishdir. Kimyo-termik ishlov, sementatsiyalash, azotlash, nitrotsementatsiyalashga o'xshagan hamda diffuzion metallashuv jarayonlarini o'z ichiga oladi.

56-rasm. Sementatsiyalangan qatlam mikrostrukturasi chizmasi



Juda keng qo'llaniladigan jarayonlardan biri sementatsiya bo'lib, unda buyum sirti uglerod bilan to'yintiriladi. Sementatsiyadan maqsad mashina detallarining sirtini qattiq yedirilishga chidamli

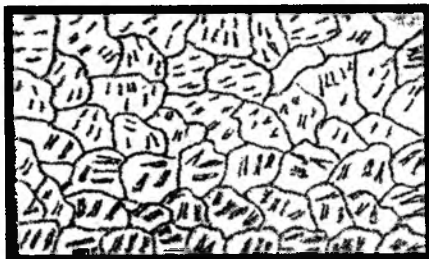
qilish bilan birga o'zagini qovushqoq, dinamik yuklanishga bardosh berish qobiliyatini saqlashdir. Kam uglerodli (0,3 % C gacha) po'latdan yasalgan detallar sementatsiya qilinadi. Shunday qilib, sementatsiyadan so'ng sirtqi qism evtektoiddan keyingi yumshatilgan po'latning strukturasi ega (perlit+ikkilamchi sementit). Bu struktura asta-sekin evtektoidgacha bo'lgan zonaga o'ta boradi, o'zagi esa kam uglerodli po'lat strukturasi ega. Mikroskop ostida biryo'la barcha zonalarni ko'rish mumkin emas, chunki sementatsiyaning chuqurligi 1.5.2 mm dir. Shunga qaramay, bu zonalarning chizmasini bitta rasmda ifodalash mumkin.

Sementitlangan buyumlarning yuzasida yuqori qattqlikni hosil qilish uchun termik ishlanadi - toblab past haroratda bo'shatiladi. Agarda buyum uglerodli po'latdan tayyorlangan bo'lsa, unda yuzasidagi struktura bo'shatilgan martensitdan iborat. O'zagi esa xuddi kam uglerodli po'latlardagidek ferrit-perlitdan iborat, chunki odatda kam uglerodli po'latlarning toblash chuqurligi kam bo'lib, o'zagi toblanmaydi.



57-rasm. Sementitlangan va toblangan kam uglerodli po'lat mikrostrukturasi chizmasi

Agarda sementatsiyalangan buyum legirlangan po'latdan tayyorlangan bo'lsa, u holda toblangandan so'ng martensit strukturasi ham yuzada ham o'zakda hosil bo'ladi. O'zakdagi kam uglerodli martensit yuqori qattqlikka ega bo'lmaydi. (HRC 30–35), yuqori qovushqoqligi saqlanadi va kimyoviy reaktivlarga ta'sirchanligining kamayishi bilan farqlanadi.



58-rasm. Sementatsiyalangan va toblangan kam uglerodli legirlangan po‘lat mikrostrukturasi chizmasi

Ishni bajarishdan maqsad

Termik ishlangan po‘latlar mikrostrukturasi o‘rganish (yumshatilgan, normallangan, toblangan. Toblab, so‘ng past, o‘rta va yuqori haroratda bo‘shatilgandan so‘ng). Sementatsiyalangan hamda sementatsiyalab so‘ng termik ishlangan mikrostrukturasi o‘rganish.

Ishni bajarish tartibi. Talabalar 3 - 4 tadan guruhlariga kichik guruhlariga ajratiladi. Har bir guruh o‘qituvchidan mikronamunalar komplektini olib, so‘ngra quyidagicha bajaridilar.

- mikroskopni ishga tushirish.
- mikroskop stolchasiga mikronamunani yaltiragan tomoni bilan qo‘yish.

Termik va xkimyoviy-termik ishlov berilgan po‘latlarning mikrotahlil laboratoriya ishi uchun HISOBOT

| № | Termik ishlov berilgan po‘latlar | | | | Kimyoviy-termik ishlov berilgan po‘latlar | | | |
|---|----------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| | Mikrostruktura chizmasi | Struktura nomi | Strukturani bosil qilish usuli | Mexanik xossalari NV | Ishlov usuli | Qatlam chuqurligi mm | Yuza va o‘zakni qattiqligi | Struktura bosil qilish usuli |
| | | | | | | | | |

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

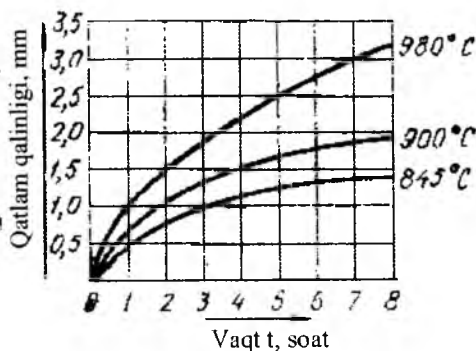
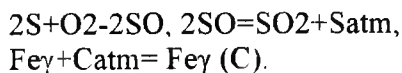
1. Kimyoviy-termik ishlash o'z ichiga qanday jarayonlarni oladi?
2. Termik ishlash o'z ichiga qanday jarayonlarni oladi?
3. Termik ishlashning maqsadi nima?
4. Kimyoviy-termik ishlashning maqsadi nima?
5. Martensit strukturasi qanday olinadi?
6. Martensit strukturasi ta'rif bering.
7. Martensitni qattiqligi ko'proq nimaga bog'liq?
8. Sementitlashni ta'riflab bering
9. Sementitlanib toblangan kam uglerodli po'lat mikrostrukturasi ta'riflang.
10. Sementitlanib, toblangan legirlangan po'lat mikrostrukturasi ta'riflang.

16-LABORATORIYA ISHI

Po‘lat buyumlarni qattiq karbyurizatorida sementitlash

Ishdan maqsad. Kam uglerodli po‘lat zagotovkalarining sirt yuzalarini qattiq karbyurizatorida zarur qalinligacha uglerodga to‘yintirib (sementitlab), so‘ngra toblab, bo‘shatish texnologik jarayonini mustaqil ravishda bajarish va erishilgan natijalarni kuzatish.

Umumiy ma‘lumot. Ma‘lumki, ko‘pgina mashina detallari va asboblari (tishli g‘ildiraklar, porshen barmoqlari, podshipnik, roliklar, shtamplar, kalibrlar) kam uglerodli va kam ligerlangan po‘latlardan tayyorlanib, ularning ish muddatini uzaytirish maqsadida kimyoviy termik ishlovlarga beriladi. Bunda zagotovkalarining sirt yuza qatlami uglerodga to‘yintirilsa sementitlash, azotga to‘yintirilsa – azotlash, azot va uglerodga to‘yintirilsa – nitrotsementitlash deyiladi. Bu ishlovlarning ichida sementlash ko‘proq tarqalgan bo‘lib, uni uglerodga boy bo‘lgan qattiq, suyuq va gaz muhitlarda olib boriladi. Ayni laboratoriya ishida zagotovkalarni qattiq muhitda sementitlab, toblab bo‘shatilib, natijalar kuzatiladi. Buning uchun zagotovkalarni guvoh namuna bilan 38 – rasmda ko‘rsatilgandek po‘lat yashikka avvaliga ma‘lum qatlam karbyurizator deb ataluvchi 75 – 80 % pista ko‘mir va qolgani bariy yoki natriy karbonatlar aralashmasi kiritilib, uning ustiga zagotovkalar ma‘lum tartibda joylanadi va bu ketma – ketlik yashik to‘lguncha takrorlanadi, keyin esa yashik qopqoqlanib, tirqishlari o‘tga chidamli gil bilan suvaladi. So‘ngra yashik pechga kiritilib, sementitlash qalinligiga ko‘ra 900 – 950°C haroratda bir necha soat saqlanadi. Bu sharoitda yashikdagi pista ko‘mir havo kislorodi bilan reaksiyaga kirib, uglerod (II) oksid gazi (SO) hosil qiladi va uning parchalanishida ajralayotgan atomlar uglerod zagotovka sirtiga o‘tib, temir eriydi:



59-rasm. Sementitlangan buyum mikrostrukturasi (a); sementitlash chuqurligi haroratiga va vaqtiga qay darajada bog'liqligini ko'rsatuvchi grafik keltirilgan (b).

Shu bilan birga, karbonat tuzlari ($BaCO_3$ yoki $NaCO_3$) ham parchalanadi. Bunda ajralayotgan karbonat angidrid gazi pista ko'mir (C) bilan reaksiyaga kirib, yashikda uglerod (II) oksid gazi miqdorini ko'paytiradi. Yuqorida qayd etilgandek, bu gaz parchalanib, yashikdagi aomlar uglerod miqdori ortadi. Bu esa o'z navbatida sementitlash jarayonining tezlashishiga ko'maklashadi. 59-rasmda sementitlangan buyum mikro tuzilishi sementitlash qatlam qalinligi haroratga va vaqtiga qay darajada bog'liqligini ko'rsatuvchi grafik keltirilgan.

Foydalaniladigan uskuna, moslama, zagotovka, karbyurizator va o'lchov asboblari

Laboratoriya ishini bajarishda zarur haroratni beradigan elektr pech, metall yashik, sementitlanuvchi kam uglerodli konstruksion po'lat namunalari, kerakli miqdorda qattiq karbyurizator (70-80% pista ko'mir va 30-20% bariy karbonat), gil, MIM-7 mikroskopi, shtangensirkul yoki chizg'ichlardan foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Namunalarning sirt yuzalari zang, kuyindi kabi begona jinslardan tozalanadi.
2. Zarur tarkibli va ma'lum miqdorda qattiq karbyurizatorlar tayyorlanadi.
3. Metall yashikka 59-rasmda ko'rsatilgan tartibda karbyurizatorlar, zagotovkalar va guvoh namuna joylanib, yashik qopqoqlangach, tirqishlarini o'tga chidamli gil bilan suvaladi.
4. Metall yashikni pechga kiritib belgilangan haroratgacha qizdiriladi, ma'lum soat shu haroratda saqlab, keyin asta sovutilib, namunalar ajratib olinadi.
5. Sementitlangan buyumni zarur haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi, zarur tezlikda sovutilib, toblangach, uni zarur haroratda qizdirib, ma'lum vaqt shu haroratda saqlagach, sovutib, bo'shatiladi.
6. Ishlov natijalari namunaning sirt yuza qattiqligini Rokvell usulida o'lchash yo'li bilan kuzatiladi.
7. Sementitlangan qatlam qalinligi chizg'ich yoki shtangensirkul bilan o'lchanadi.
8. Agar sementitlangan buyum tuzilishini kuzatish zarur bo'lsa, undan shlif tayyorlab, MIM-7 yoki MIM-6 mikroskopi ostida kuzatiladi.
9. Ishlovda erishilgan natijalar asosida 21-jadval to'ldiriladi.

21-jadval

| Zagotovka ko'rsatkichlari | | | | Karbyurizator tarkibi, % | Sementitlash tarkibi | | | Toblash rejimi | | | Bo'shatish rejimi | | | Olingan natijalar | |
|---------------------------|---------|---------|---------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Tartib raqami | Belgisi | Markasi | Qattiqligi NV | | Qizdirish harorati, °C | Tutib turish vaqti, soat | Sovutilish tezligi, gr s | Qizdirish harorati, °C | Tutib turish vaqti, daqiqa | Sovutilish tezligi yoki sharoiti | Qizdirish harorati, °C | Tutib turish vaqti, daqiqa | Sovutilish tezligi yoki sharoiti | Toblash qalinligi, daqiqa | Qatlam qattiqligi, NRS |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

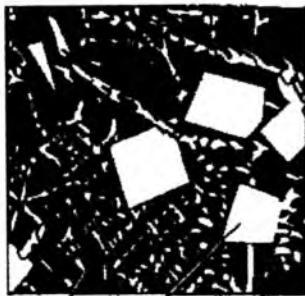
1. Sementitlashning maqsadi nimada?
2. Sementitlash necha xil bo‘ladi?
3. Karbyurizator nima?
4. Sementitlangan detallar qayerda ishlatiladi?

17-LABORATORIYA ISHI

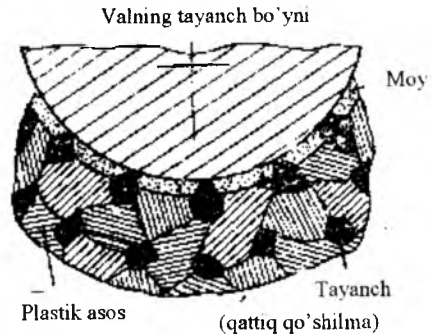
Antifriksion materiallar va ularning ishlatilish joylari

Ishdan maqsad. Antifriksion materiallarning xossalari, tuzilishlari, markalari va ularning ishlatilish joylarini aniqlash.

Umumiy ma'lumot. Antifriksion materiallar deb qalay, qo'rg'oshin, alyuminiy elementlari asosida olingan qotishmalarga aytiladi. Ular ma'lum mexanik, texnologik xossalarga ega bo'lishdan tashqari ishqalanish koeffitsiyentining kichikligi, issiqlikni o'zidan yaxshi o'tkazishi, moyni o'zida saqlashi, korroziyabardoshligi va kam yeyiladigan bo'lmog'i lozim. Shundagina ular val bilan ishqalanib ishlovchi detallarning uzoq vaqt ishlashini ta'minlaydi. Antifriksion materiallar sifatida babbittlar, bronzalar, maxsus cho'yanlar, metallokeramik materiallar, ayrim plastmassalardan foydalaniladi.



Cu_3Sn $SnSb$ (qattiq eritma)
 B^1 fazalar



Valning tayanch bo'yni
Moy
Plastik asos
Tayanch
(qattiq qo'shilma)

60-rasm. Babbittlar tuzilishi (a) va ulardan tayyorlangan podshipnikning chizmasi

60-rasmda babbittlar tuzilishi va ulardan tayyorlangan podshipnikning chizmasi keltirilgan. Chizmadan ko'rinadiki, u ikki va

undan ortiq fazalardan iborat bo'lib, ularning biri (asosi) plastik va qovushoq bo'lib, sirtiga o'tgan qattiq zarrachalarni yutadi. Qattiqrog'i ish jarayonida valga tayanch bo'lib ishqalanuvchi sirt yuzalarning timalib, yeyilishidan saqlaydi. Podshipnik materiallari valning materialiga, aylanish tezligiga va solishtirma bosimga qarab tanlanadi. 22 – jadvalda ishqalanib ishlovchi antifriksion materiallarni ish sharoitiga ko'ra tanlashga misollar keltirilgan.

22-jadval

| Antifriksion qotishma nomi | Markasi | Qo'llanish sharoiti | | | Ishlatish joylari |
|-----------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--|
| | | Bosim R, kgk/sm ² | Tezlik, m/s | P*V kgs ^m 2-m/s | |
| Babbit | B88 | 200 | 50 | 750 | Tez yurar dizellar podshipniklari |
| | B16 | 100 | 30 | 300 | Elektrovoz podshipniklari |
| Bronza | BrOTS AChS 5 - 55 | 80 | 3 | 120 | Elektr dvigateli va nasos podshipniklari |
| Latun | L – MSJ52 – 4 – 1 | 40 | 2 | 60 | Konveyer, reduktor podshipniklari |
| Cho'yan | AChS - 1 | 25 | 5 | 100 | Toblangan, normallangan vallar bilan ishlovchi podshipniklar |
| Metall keramika materiallar | bronza grafit temir grafit | 120 – 180 80 – 12 150 – 250 6 – 10 | 0.1 40. 0.1 4.0 | - - - - | Moylanishi qiyin sharoitda ishlovchi podshipniklar |

Foydalaniladigan material, uskuna, moslama va o'lchov asboblari

Laboratoriya ishini bajarishda kuzatiladigan materialdan namunalar, reaktivlar tayyorlab, ularning tuzilishi metallografik

mikroskopda kuzatiladi va shuningdek plakatlar, stendlar va boshqa zurur materiallardan ham foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Namunalardan shliflar tayyorlash (reaktiv sifatida 2 – 4 % HNO₃ ning spirtidagi eritmasidan foydalaniladi).
2. Ularni mikrotuzilishlarini kuzatib, fazalar miqdorini taxminiy bo'lsa-da % da aniqlash.
3. Tuzilishiga ko'ra markasini aniqlash.
4. Ish sharoitiga ko'ra ishlatilish joylarini belgilash.
5. Kuzatish natijalarini 23 – jadvalning tegishli ustunlariga to'ldiriladi.

O'z –o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Antifriksion materiallarga misollar keltiring.
2. Antifriksion materiallar qanday xossalarga ega bo'lishi kerak?
3. B88, BrO – 5 – 55, AChS – 1 markalarni izohlab bering.
4. Antifriksion materiallarning qo'llanish sohalarini aytib bering.

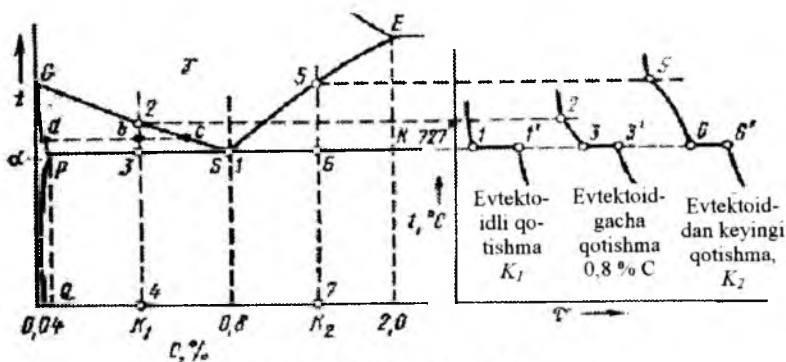
AMALIY MASHG'ULOTLAR

1-AMALIY MASHG'ULOT

FE-C holati diagrammasi asosida fazalar miqdorini aniqlash

Ma'lumki Fe-C holat diagrammasi harorat va uglerod miqdoriga qarab qotishmalarning holatini ko'rsatuvchi grafikdir. Grafikdagi chiziqlar qotishmadagi fazalar doirasi sohasini chegaralaydi.

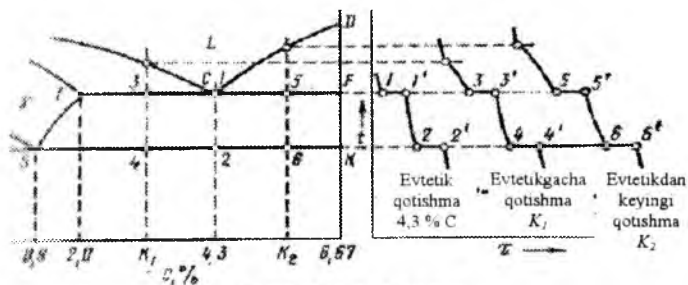
Faza – bu qotishmaning bir jismi bo'lib qolgan qismdan chegara sirtlari bilan chegaralanadi va undan o'tganda moddaning kimyoviy tarkibi tuzilishi va xossasi keskin o'zgaradi. Masalan, qattiq va suyuq faza. Demak, holat diagrammasidagi chiziqlar fazaviy o'zgarishlarning kritik nuqtasidir.



Evtektoidli qotishma

Temir uglerodi qotishmalarda po'lat, cho'yan fazaviy o'zgarishlar faqat erish-qotish (birlamchi kristallanish) davrida emas, boshqa hollarda ham sodir bo'ladi. Masalan, temir (demak, po'lat ham) qizdirilganda yoki sovutilganda bir holatdan-fazadan ikkinchi fazaga o'tadi (ikkilamchi kristallanish) polimorfik (allotropik) o'zgaradi. Temir 911°C gacha Fe_α (kristallik panjarasi hajmi mar-

kazlashgan) holatda undan yuqori haroratda Fey (yoqlari markazlashgan kristallik panjara) holatda bo'radi. 1392°C dan boshlab yana hajmi markazlashgan kristallik panjaraga o'tadi.



Evtetik qotishma

Temir-uglerod qotishmalari suyuq holatdan asta-sekin uy haroratigacha sovutilganda ularda ferrit, sementit, austenit, fazalarini hosil qilishini ko'rish mumkin.

1. Ferrit (F)-bu uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi. Bunda uglerod miqdori juda kam: 727°C da 0,02 %, Uy haroratida: 20°C da 0,006 %

2. Austenit (A)-uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi. Undagi uglerod miqdori: 1147°C da 2,14 %gacha. Lekin, harorat pasayishi bilan uglerodning gamma temirda erishi pasayadi. 727°C da 0,83 % ga teng.

3. Sementit (S)-temirni uglerod bilan hosil qilgan kimyoviy birikmasi-Fe₃S. Unda uglerod miqdori 6,67 %.

Kesmalar usulidagi yoki richaglar qoidasidan foydalanib suyuq va qattiq fazalarni foiz va og'irlik tarkibini aniqlash mumkin. Shu tariqa ikki har xil fazalar struktura tarkibini tashkil etuvchilarning miqdorini va ularni konsentratsiyasini aniqlash mumkin. Buning uchun tanlangan nuqtadan, masalan, rasmdagi "V" nuqtadan GP va GS chiziqlarigacha gorizontaal chiziq o'tkaziladi. "a" nuqtaning konsentratsiya o'qidagi proeksiyasi (izi) shu haroratda ferritdagi uglerod miqdorini ko'rsatadi. "S" nuqtaning proeksiyasi esa austenitdagi uglerod miqdorini ko'rsatadi. Austenit va ferritlar miqdorini aniqlash uchun kesmalarni teskari proporsionallik nisbatini olish kerak:

$$Q_f/Q_{\text{aust}} = bc/ab;$$

Bu yerda,

Q_f -ferrit miqdori; “v” nuqtadagi haroratda

Q_{aust} -austenit miqdori; “v” nuqtadagi haroratda.

Misol

Agar “v” nuqtada qotishma og‘irligi 100 g bo‘lsa,

$$Q_f/Q_{\text{aust}} = Q_f/100 - Q_a = bc/ab;$$

Rasm bo‘yicha:

$$V_s = 5,6 \text{ mm}, a_v = 10,5 \text{ mm}.$$

U holda:

$$Q_f/100 - Q_f = 5,6/10,5:$$

$$5,6(100 - Q_f) = 10,5 Q_f$$

$$560 = 10,5 Q_f + 5,6 Q_f = 16,1 Q_f$$

$$Q_f = \frac{560}{16,1} = 34,8 \text{ gr}.$$

$$Q_{\text{aust}} = 100 - 34,8 = 65,2 \text{ gr}.$$

Austenit va ferrit miqdorlarini foiz hisobida ham aniqlasa bo‘ladi: kesmalar qoidasi bo‘yicha:

Agar as chiziqni 100 % deb olsak,

$V_s(Q_f)$ chizig‘i X %

$$X \cdot a_s = 100 \cdot v_s; x = \frac{100 \cdot v_s}{a_s} = \frac{100 \cdot 5,6}{16,1} = 34,8\%$$

Demak, $Q_f = 34,8\%$

$$Q = 65,2\%$$

Fe-Fe₃C diagrammasida fazalarning holati ko‘rsatilgan, konsentratsiya va haroratga qarab. Diagrammada kritik haroratlarni o‘rganish va bilish kerak.

Qabul qilingan qoida bo‘yicha kritik haroratlarni “A” harfi bilan belgilanadi. Bular quyidagilar.

1. A₀-210oSga to‘g‘ri keladi: sementitning (FeS) magnit xossasini o‘zgarish harorati.

2. A₁-727oS-evtetoidli (perpitli) o‘zgarish harorati.

3. A₂-768oS-ferritni magniy xossalari o‘zgarish harorati.

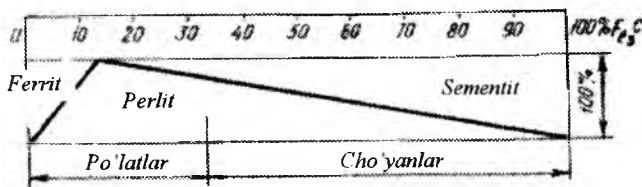
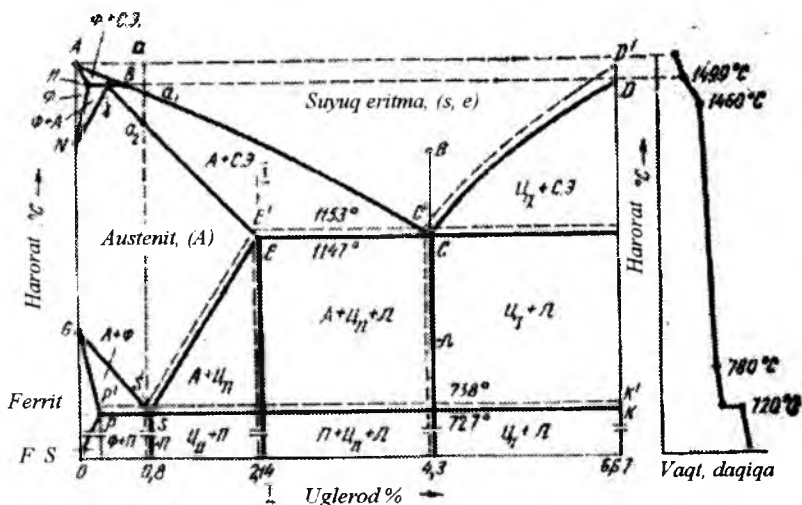
4. A₃-GS chizig‘i-ferrit fazasini qizdirganda uni yo‘qolishini, sovutganda paydo bo‘lishi haroratini ko‘rsatadi.

5. Am-SE chizig'i-sementit fazasini sovutganda paydo bo'lishi, qizdirganda yo'qolishini ko'rsatadigan harorat.

6. 1147oS-evtektikali-ledeburitli o'zgarish harorati.

7. ASD chizig'i-likvidus chizig'i. Bu chiziqdan yuqorida qotishma suyuq holatda bo'ladi.

8. AECF chizig'i-solidus chizig'i. Bu chiziqlardan pastda qotishma qattiq holatda bo'ladi.



Amaliyotni bajarish quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi.

1. Fe-S-holat diagrammasini masshtabda chizish.
2. Topshirilgan variant bo'yicha topshiriq nuqtalarini belgilash.

3. Nuqtalardan vertikal chiziq chizib, qotishma sovutilganda (qizdirilganda) o'tadigan fazalar o'zgarishlarni yozib, izoh berish.

4. Berilgan qotishma fazalarining miqdorini foizda va og'irlikda hisoblash.

Amaliyot variantlari va shartlari

| Ishning varianti | Qotishma tarkibi, % | | Qotishma harorati, % | | Og'irligi-massasi, kg | |
|------------------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------------|------------------|
| | I qotishma, S1 | II qotishma, S2 | I qotishma, t1 | II qotishma, t2 | I qotishma, Q1 | III qotishma, Q2 |
| 1 | 0,3 | 4,5 | 800 | 1000 | 0,5 | 0,3 |
| 2 | 0,9 | 3,5 | 900 | 1200 | 0,1 | 0,4 |
| 3 | 0,5 | 5,0 | 1450 | 700 | 0,2 | 0,3 |
| 4 | 0,4 | 3,0 | 1000 | 950 | 0,1 | 0,2 |
| 5 | 1,8 | 6,0 | 1300 | 850 | 0,2 | 0,2 |
| 6 | 0,7 | 4,0 | 900 | 600 | 0,3 | 0,4 |
| 7 | 1,4 | 3,0 | 800 | 1050 | 0,5 | 0,6 |
| 8 | 0,6 | 4,8 | 1450 | 1200 | 0,4 | 0,2 |
| 9 | 1,2 | 5,5 | 750 | 900 | 0,5 | 0,6 |
| 10 | 0,45 | 2,8 | 1000 | 500 | 0,2 | 0,3 |
| 11 | 0,2 | 2,2 | 1200 | 600 | 0,2 | 0,3 |
| 12 | 0,5 | 2,7 | 750 | 800 | 0,2 | 0,3 |
| 13 | 1,1 | 3,2 | 1000 | 1200 | 0,3 | 0,5 |
| 14 | 0,3 | 3,6 | 600 | 1500 | 1,2 | 1,0 |
| 15 | 1,6 | 4,5 | 1400 | 850 | 0,8 | 1,0 |
| 16 | 1,9 | 5,2 | 400 | 1250 | 0,6 | 0,7 |
| 17 | 0,55 | 6,3 | 750 | 1100 | 0,5 | 0,8 |
| 18 | 0,7 | 2,7 | 1450 | 850 | 0,5 | 0,5 |
| 19 | 1,2 | 4,2 | 700 | 900 | 0,8 | 0,9 |
| 20 | 0,75 | 5,7 | 700 | 1050 | 0,9 | 1,0 |

2-AMALIY MASHG'ULOT

Mikrostrukturaga qarab po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini (%) aniqlash

Temir bilan uglerod qotishmalari (po'lat va cho'yanlar) asosiy konstruksion material bo'lib, ularda uglerod 6,67 %gacha bo'ladi. Amalda ishlatiladigan qotishmalarda uglerod miqdori 3,5-5 %dan oshmaydi. Temir-uglerod qotishmasining kimyoviy tarkibiga, uning qolipda sovish tezligiga ko'ra uglerod grafit yoki Fe₃C kimyoviy birikma tarzida bo'ladi. Uning temir-uglerod holat diagrammasi Fe-C (grafit) yoki Fe-Fe₃C tarzida bo'ladi. Termik tahlil ma'lumotlari asosida koordinatalar sistemasining ordinata o'qi bo'ylab temirning va uning turli miqdordagi uglerodli qotishmalarining kritik haroratlari, absissa o'qi bo'ylab qotishmalardagi uglerod miqdori belgilanadi. Keyin ularning xarakterli konsentratsiyalaridan vertikal chiziqlar chiqazib, bu chiziqlarga ularning kristallanishining boshlanish va tugash kritik haroratlari nuqtalarini belgilab, bu nuqtalarni o'zaro tutashtirsak, muvozanat holatli Fe-Fe₃C qotishmasining holat diagrammasi tuziladi.

Fe-Fe₃C holatdagi qotishmalarning tuzilmalari va ularning xossalari ko'rib chiqamiz.

Ferrit (shartli belgisi-F)-bu uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi. Fe₂ (S) unda uglerodning miqdori uy haroratida 0,006 % ga, 727°C da 0,025% ga teng. Buni nomi texnik temir.

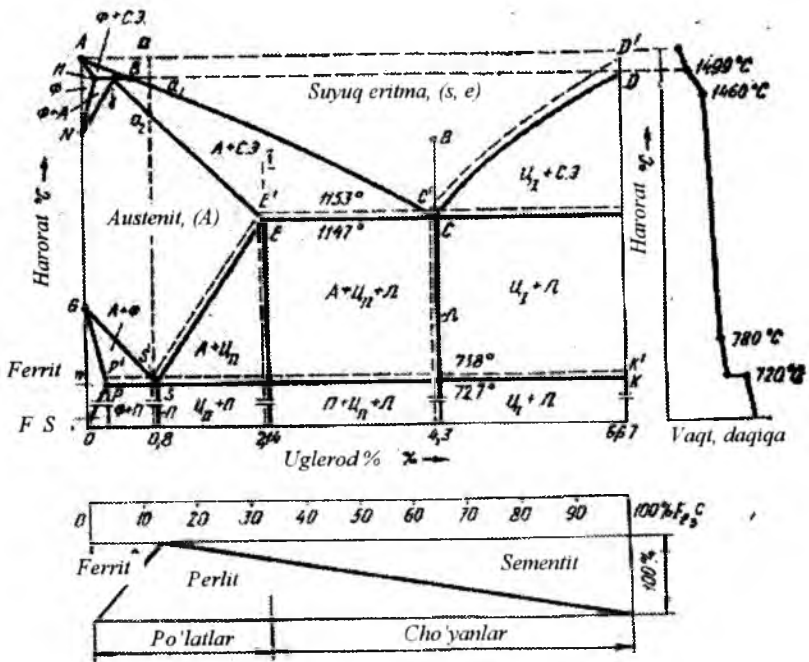
Austenit (shartli belgisi-A). Bu uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi (Fe₂(S))1 uglerodning miqdori 2,14 % gacha. Harorat pasayishi bilan uglerodni austenitda erishishi pasayadi: 1147°C da 2,14 %; 727°C da 0,8 % eriydi.

Sementit-(shartli belgisi-S). Temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi (Fe_3C). Uglerod miqdori 6.67 % ga teng. Juda qattiq, mo'rt. $NV=8000$ Mpa.

Perlit (shartli belgisi-P)-bu ferrit va sementit fazalarining mexanik aralashmasi, tarkibda uglerod miqdori 0.8% ga teng (evtektoid).

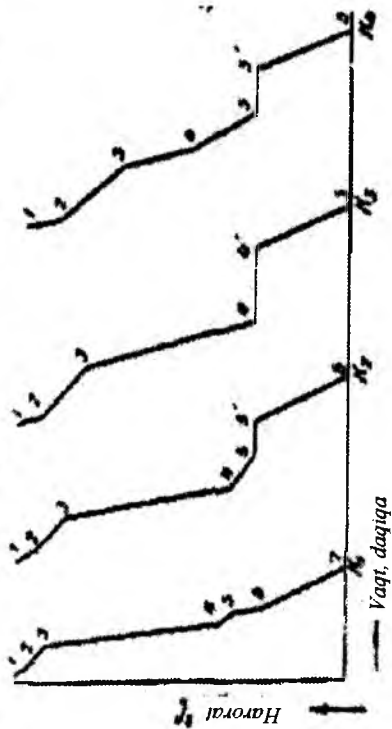
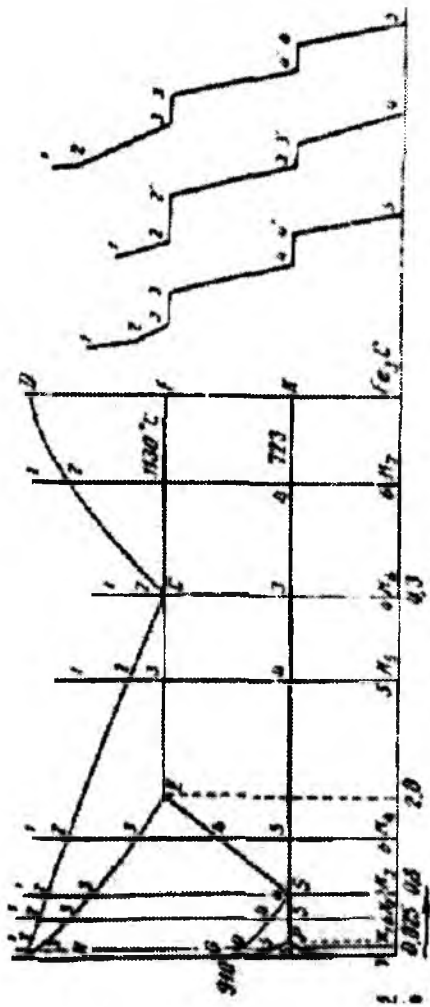
Ledeburit-(shartli belgisi-L)-bu austenit va sementit fazalarining mexanik aralashmasi. Uglerod miqdori 4,3 % ga teng (evtektika).

Grafit (shartli belgisi-G) metal massasida turli shaklda bo'ladi.



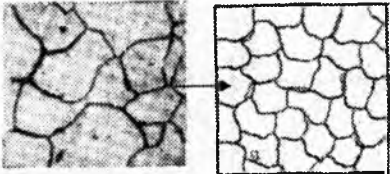
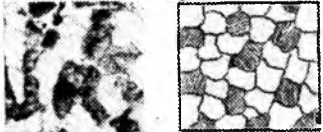
Bu Fe-C diagramma holatini bilgan holda, po'latlarni mikrostrukturasi o'rganib, u orqali po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini aniqlasa bo'ladi.





Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni mikrostrukturasi qarang ular tarkibidagi uglerod miqdorini ancha aniq topsa bo'ladi.

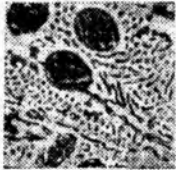
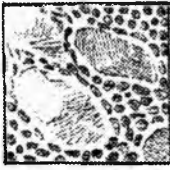
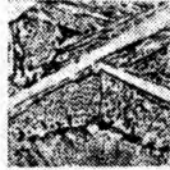
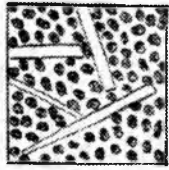
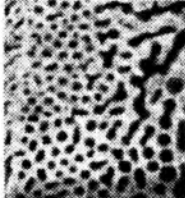
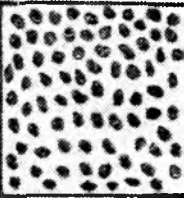


Masalan, mikroskopda ko'rdik yoki mikrostruktura fotosiga qarab (rasm 1, K2 nuqta uchun) ko'rdik. Bunda evtektoidgacha bo'lgan po'latda 20% perlit va 80 % ferrit bor.

1-rasm da "temir-uglerod" tizimidagi qotishmani sovutishdagi grafigi va qotishmani belgilangan nuqtalari bo'yicha mikrostruktura fotosi (500 marta kattalashtirilgan) hamda uni chizmasi berilgan.

| Qotishma | Sovutishda bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish harorati. Grafik bo'yicha. | Qotishmani sovutishda o'tayotgan jarayonlar. | Natijaviy mikrostruktura | Chizma rasmi. |
|----------|--|---|---|---------------|
| K1 | 1 dan 2 gacha | Suyuq qotishmani sovutish | <p>Ferrit va o'lchamli sementit</p>  | |
| | 2 dan 3 gacha | Suyuq qotishmadan austenit kristallarini ajralishi s.f. | | |
| | 3 dan 4 gacha | Austenitni sovutish | | |
| | 4 dan 5 gacha | Austenitdan ferrit kristallarini ajralishi: $A \rightarrow F$ | | |
| | 5 dan 6 gacha | Ferritni sovutish | | |
| | 6 dan 7 gacha | Ferritdan o'lchamli sementitni ajralishi $F \rightarrow \text{SIII}$ | | |
| K2 | 1 dan 2 gacha | Suyuq qotishmani sovutish | <p>Ferrit va perlit</p>  | |
| | 2 dan 3 gacha | Suyuq qotishmadan austenit kristallarini ajralishi: $F. \rightarrow A$ | | |
| | 3 dan 4 gacha | Austenitni sovutish | | |
| | 4 dan 5 gacha | Austenitdan ferrit kristallarini ajralishi $A \rightarrow F$ | | |

| | | | |
|----------|----------------|---|--|
| | 5-51 | Evtektoidni almashish $A_{0.8} \rightarrow P_{0.8}$ (F0.025+S6.67) Ferritdan uchlamchi sementitning ajralishi: $F \rightarrow S_{III}$ | |
| | 51 dan 6 gacha | | |
| K3 S=0.8 | 1 dan 2 gacha | Suyuq qotishmani sovutish | |
| | 2 dan 3 gacha | Suyuq qotishmadan austenit kristallarini ajralishi: $S.F. \rightarrow A$ |   |
| | 3 dan 4 gacha | Austenitni sovutish | |
| | 4-41 | Evtektoidli almashish | |
| | 41 dan 5 gacha | $A_{0.8} \rightarrow P_{0.8}$ (F0.025+S6.67) Ferritdan uchlamchi sementitni ajralishi: $F \rightarrow S_{III}$ | |
| K4 | 1 dan 2 gacha | Suyuq qotishmani sovutish | |
| | 2 dan 3 gacha | Suyuq qotishmadan austenit kristallarining ajralishi: $S.F. \rightarrow A$ | |
| | 3 dan 4 gacha | Austenitni sovutish | |
| | 4 dan 5 gacha | Austenitdan ikkilamchi sementit kristallarining ajralishi: $A \rightarrow S_{III}$ | Perlit va ikkilamchi sementit   |
| | 5-51 | Evtektoidli aylanish | |
| | | $A_{0.8} \rightarrow P_{0.025} + S_{6.67}$ | |
| | 51 dan 6 gacha | Ferritdan uchlamchi sementit ajralishi: $F \rightarrow S_{III}$ | |

| | | | |
|------------|--------------------------------|---|--|
| K5 | 1 dan 2 gacha | Suyuq qotishmani sovutish | Perlit, ikkilamchi sementit va ledeburit. K5   |
| | 2 dan 3 gacha | Austenitni kristallanishi | |
| | 3-31 | (Birlamchi sementitni) Evtetikali aylanish $S.F. \rightarrow 4.3$. Ledeburit 4.3 (A2.0 + S6.67) Austenitdan ikkilamchi sementit kristallarining ajralishi. $A \rightarrow SIII$ | |
| K7 | 4-41 | Evtektoidli aylanish $A0.8 \rightarrow P0.8$ (F0.025 + S6.67) Ferritdan uchlamchi sementitni ajralishi $F \rightarrow SIII$ | Birlamchi sementit va Ledeburit K7   |
| | 41-5 | | |
| | 1 dan 2 gacha 2 dan 21gacha | Suyuq qotishmani sovutish Evtetikali aylanish | |
| K6 S=4,3 % | 2-3 | $S.f.4.3. \rightarrow Ae.d.4.3.$ (A0.8 + S6.67) Austenitdan ikkilamchi sementit kristallarining ajralishi $A \rightarrow SII$ Evtektoidli aylanish $A0.8 \rightarrow P$ | Ledeburit   |
| | 3-31 | $0.8(F0.025 + S6.67)$ Ferritdan uchlamchi sementit ajralishi: $F \rightarrow SIII$ | |
| | 31-4 | | |

Ferrit tarkibidagi uglerodni hisobga olmasa (juda kam), unda barcha uglerod faqat perlit tarkibida bo'ladi. Bu holda po'lat tarkibidagi uglerod quyidagi hisob bo'yicha aniqlanadi.

100 % perlitda uglerodning miqdori=0.8 % S ga
20 % perlitda uglerod miqdori-x1 % S

U holda,

$$X1 = \frac{20 \times 0,8}{100} = 0,16 \% S.$$

Po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini aniqroq topish kerak bo'lsa (ayniqsa, kam uglerodli po'latlarda), u holda ferrit va uchlamchi sementit ichidagi uglerodni ham hisobga olish kerak. Buni quyidagi hisoblar bo'yicha olib boriladi.

100 % ferritda uglerod miqdori-0,25 % S (723°C haroratda)

80 %ferritda uglerod miqdori-X2% S

$$X2 = \frac{80 \times 0,25}{100} = 0,02 \% S.$$

Demak, po'lat tarkibida uglerod:

$$S = X1 + X2 = 0,16 + 0,02 = 0,18 \% \text{ ekan.}$$

Agar po'lat evtektoiddan keyingi bo'lsa, va uning strukturasi 95 % perlit va 5 % ikkilamchi sementit bo'lsa (rasmda K4), uning tarkibidagi uglerod quyidagicha aniqlanadi:

A) 100% perlitda uglerod miqdori-0,8% S

95%-----X1%S

$$X1 = \frac{95 \times 0,8}{100} = 0,76 \% S.$$

B) 100 % sementitda uglerod miqdori-6,67 %S

5%-----X2%S

$$X2 = \frac{5 \times 6,67}{100} = 0,33 \% S.$$

Demak, po'lat tarkibida uglerod miqdori:

$$S = x1 + x2 = 0,76 + 0,33 = 1,09 \%$$

Amaliyotni bajarishda har bir talabaga po'lat yoki cho'yanning mikrostrukturasi beriladi. Talaba bu bo'yicha va berilgan grafik va rasmlar asosida po'lat yoki cho'yanga to'la tahlil berishi lozim. Strukturasi aniqlanadi, yoziladi. Grafik bo'yicha barcha termik o'zgarishlari tahlil qilinadi. Yakunida undagi uglerod miqdori topiladi va uni markasi aniqlanadi.

3-AMALIY MASHG'ULOT

Materiallarni tanlash

Mashinasozlikning umumiy qonuni bu eng kam sarf bilan (aqliy va jismoniy) oldiga qo'yilgan funksional vazifalarini bajar-gan holda mashinani yasash. Mashina detallari materiallarini tan-lash ham shu qonunga bo'ysunadi. Material tanlab olingandan so'ng, detalni ishlash texnologiyasi-usuli tanlanadi. Bu esa birinchi navbatda ishlab chiqarish "daturi"ga, ya'ni ishlab chiqarish haj-miga (donalab, seriyalab, ko'plab ishlab chiqarish) bog'liq. Qolgan sharoitlar hisobga olinadi: asbob-uskunalarining borligi; keskich va boshqa asboblarning bor-yo'qligi, holati, boshqa korxonalar bilan bog'liqligi va h.k.

Detal materialini tanlash yuqoridagilarni hisobga olgan holda, uni mexanik xossalarini tanlashdan boshlanadi. Hamma talablarga javob bergan holda, bu yerda, uning tannarxi birinchi o'rinda turadi. Bu masalaning murakkabligi (qolaversa, qiziqdigi) arzon materialni tanlab, uni termik ishlab mexanik xossalarini qimmat materiallar mexanik xossalariga tenglashtirish mumkin. Bu holda termik ishlash turini va texnologiyasini to'g'ri tanlab olish katta ahamiyatga ega.

MASALA 1. Tokar vintkesar stanogida bolt yasalyapti. Agar boltga qo'yilgan kuchlanish-mustahkamlik $\sigma \geq 480$ Mpa bo'lsa, bolt qaysi materialdan yasalishi maqsadga muvofiq?

MASALA 2. Payvandlangan konstruksiyaga qo'yilgan kuch $\sigma \geq 210$ Mpa. Bu konstruksiyani qanday po'latdan yasash maqsadga muvofiq?

MASALA 3. Yog'da toblashni suvda toblashga nisbatan qanday afzalliklari bor?

MASALA 4. Quyidagi po'latlardan qaysi birini ko'prik fermalarini yasashda ishlatish kerak? Material $\sigma_t \geq 250$ Mpa, $\delta \geq 15\%$ St.5; 14xGS; 10xSND

MASALA 5. Ko'ndalang kesimi katta bo'lgan mas'ul detallar yasash uchun quyidagi po'latlar ishlatiladi: 40x; 40xGN, 34xNM. Qaysi biri ma'qulroq?

MASALA 6. Uzatish qutisi tishli g'ildiragini qalinligi 6 mm. Tishni eguvchi kuch 60 Mpa ga yetadi. Yuza qatlamini qattiqligi 1,5 mm qalinlikkacha 600 NRC dan kam bo'lishi kerak emas. Bu tishli g'ildirakni qaysi po'latdan yasash kerak? Detalni termik ishlash rejimini tanlang.

MASALA 7. Dvigatel valining diametri 35 mm, val materialini mustahkamligi $\delta \geq 600$ Mpa, $\varphi \geq 40\%$, $KSI \geq 100$ Dk/sm², val bo'yni qattiqligi ≥ 600 NRC. Bu valni qaysi po'latdan yasash yaxshiroq?

MASALA 8. Dvutavr-ikkitavr ko'ndalang kesimli qalinligi 10 mm bo'lgan shatunni qaysi materialdan yasash ma'qul?

Uning $\delta \geq 700$ Mpa; $KSI \geq 50$ Dj/sm², termik ishlashni qaysi usuli qo'llaniladi?

MASALA 9. Yuqori bosimda ishlaydigan quvurlarni birlashtiruvchi flanetslarni mahkamlovchi boltni qaysi materialdan yasaladi. Quvurning ko'ndalang kesimi 20 mm²; $\delta \geq 600$ Mpa; $\varphi \geq 40\%$. Termik ishlash texnologiyasi?

MASALA 10. Diametri 50 mm. bo'lgan vallarni ko'plab ishlab chiqarish kerak. Val materiali $\delta \geq 1500$. $\varphi \geq 15\%$. Qaysi materialdan yasash maqsadga muvofiq? Bu sharoitda ishlash uchun qanday termik ishlov kerak?

MASALA 11. Prujina materiallarining prujinaligini nima hisobiga ta'minlanadi?

MASALA 12. Ishqalanib, yeyilishiga chidamli detallar qanday po'latlardan yasaladi va qaysi holatda?

MASALA 13. Qaysi po'latlar (G13 dan tashqari) plastik deformatsiya natijasida yuqori puxtalanish xususiyatiga ega?

MASALA 14. Suyuq yoqilg'i forsunkalari ninalari juda yuqori aniq o'lchamli va yuqori ishqalanib yeyilishga chidamli bo'lishi kerak. Qanday material va termik ishlashni tavsiya qilasiz?

MASALA 15. Boshqarish ruli chervyagi yuzasi yuqori tozalikka (g'adir-budirligi juda kam) ega bo'lishi lozim. $\delta t \geq 700$ MPa. Ko'plab ishlab chiqarish sharoitida qanday po'latdan yasashni taklif qilasiz?

MASALA 16. Po'lat 1000°C da ishlashi lozim. Austenitli po'latni olovbardoshligini ta'minlash uchun qancha xrom (S2) qo'shish kerak?

MASALA 17. Me; Ne; Te; W larni yuqori issiqbardoshligini qanday tushuntursa bo'ladi?

MASALA 18. O'zgaruvchan tok elektrodvigateli rotori qanday materialdan yasaladi?

MASALA 19. Magnitli po'latlar nima uchun sovuq bilan ishlanadi?

MASALA 20. Quyidagi po'latlardan qaysi biridan oziq-ovqat sanoatida idishlar yasash maqsadga muvofiq?

St.3; 0x13; 12x18N10T.

MASALA 21. Egovlar qaysi po'latdan yasaladi?

R18; X12F1; U12.

MASALA 22. Po'latni issiq holda deformatsiyalash uchun "molotovoy shtamp" qaysi po'latdan yasaladi? 7xF; 4x58V2FS.

MASALA 23. "Zubila" qaysi po'latdan yasaladi?

7XF; 9X5F; XVG.

MASALA 24. Keskich-asbob tez kesar po'lati R18 dan yasalgan: bir bo'lak quymadan. Bir bo'lagini ko'ndalang kesimi 30 mm² gacha prokatlangandan yasalgan; ikkinchi bo'lagi 100 mm² gacha prokatlangan. Qaysi birida mustahkamlik ko'proq bo'ladi?

MASALA 25. Diametri 100 mm bo'lgan "torsovoy" frezani qaysi materildan yasash lozim: R18, R6M5? Qirqish rejimi: "previstiy" (bir tekis emas).

MASALA 26. Uglerodli po'latlarni zarbiy qovushqoqligi yuqoriligini nima bilan tushuntirsa bo'ladi?

MASALA 27. Po'lat quymani qora-dag'al yo'nishda keskichni qaysi materialdan yasash maqsadga muvofiq?

U12A, VK3, VK8.

JAVOBLAR

1. ST.5.

2. ST-2, chunki $\delta 1$ yetarli, arzon, yaxshi payvandlanadi.

3. Agar sovutish tezligi kritik sovish tezligiga teng yoki yuqori bo'lsa, qattiqlashish sovutish tezligiga bog'liq emas.

4. Eng yaxshisi-10XSND. Bu yuqori mexanik va texnologik xususiyatga ega. Ni bilan Cu uni karroziya bardoshligini oshiradi.

5. 34 XNM. Bu po'latda uglerod kamroq; nikel va molibden bor. Bular hammasi sovuqdan darz ketish chegarasini yaxshilaydi. Bo'shatish davrida mo'rtlashishmaydi.

6. Po'lat 15XRa; mayda zarrali. Bu po'lat yog'da toblanganda tishni toblanishi butun (sementitlash, toblash, bo'shatish).

Ko'ndalang kesimi bo'yicha yetarli darajada mayda zarrachali bo'ladi. Bu mo'rtlashishga olib kelmaydi. Mustahkamlik va qattqlik yetarli. Po'lat qimmat emas.

7. Bu po'lat 20xGNR, termik ishlash: sementatsiya, suvda toblash, bo'shatish (200°C). Bu holda po'lat qo'yilgan talablarga javob beradi. Suvda toblash xavfli emas, chunki detal sodda.

8. Po'lat ZOXM. Bu konstruksiya mustahkamligini ta'minlaydi. (o'zining mexanik xossalari kompleksi bilan). Suvda toblash, bo'shatish (560°C) bunda po'lat mo'rtlashmaydi.

9. Po'lat 30XM, yog'da toblash, bo'shatish 540°C da. Masala sharoitida bu po'lat ishonchli: uglerodi kam, molibdenning birligi boltni ishlash ishonchliligini oshiradi. 540°C da bo'shatish mo'rtlashishni keltirib chiqarmaydi.

10. Po'lat 40 XN. Yu.T.M.-yuqori haroratda termo-mexanik ishlanadi, yuqori haroratda bo'shatiladi. Mexanik ishlov berib bo'lgach yakuniy toblash, 5800-bo'shatish.

11. Po'latdagi uglerod miqdorini ko'paytirish va kiryalash ("volochenie") davrida puxtalanish ("naklyop") hisobiga.

12. Ko'p uglerodli, toblangan, past haroratda bo'shatilgan. Yaxshi toblanadi-qattiqlashadi. Yoki ustki qatlami puxtlashtirilgan (XTI: sementitlash, azotlash) va termik ishlangan.

13. Fe-Ni tizimidagi po'latlar, agar Ni miqdori 30 %dan ko'p bo'lsa, $\text{Ni} > 30\%$. Bu po'lat austenitli po'lat, puxtalanish davrida yuqori mustahkamlanish xususiyatiga ega.

14. Po'lat 38xMYuA, azotlash 500°C da. Bu material past haroratda azotlangach eng yuqori qattqlikka va ishqalanib yeyilishga chidamli bo'ladi.

15. Mexanik xossalarini ta'minlash bo'yicha sifati yaxshilanadigan bir qancha po'latlarni tanlash mumkin. Lekin, ishlangan yuza sifatiga juda yuqori talab qo'yilgan. Shu nuqtai nazardan avtomat po'latini taklif qilish maqsadga muvofiq: AS38xGM. Bunda molibdenning borligi bo'shatish davrida mo'rtlashishning oldini oladi. Bu degani bo'shatishdan so'ng detalni havoda sovutish mumkin demakdir.

16. Po'latni olovbardoshligini (zanglamasligini) ta'minlash uchun eng kamida 12,5 % xrom qo'yish lozim.

17. Atomlarning o'zaro bog'lanish xarakteri bilan.

18. Dinamli po'latdan.

19. Qoldiq austenitni yo'qotish uchun. Chunki, austenit-bu paramagnit faza.

20. Oziq-ovqat idishlari zangga bardoshli bo'lishi lozim. St3 va 0x13 lardagi yasash tavsiya qilinmaydi. St3 zanglaydi; 0x13 yomon payvandlanadi. Shuning uchun qimmat bo'lsa ham 12x18 N10 T dan yasaladi.

21. R18-qimmat, X12F1 dan yasash murakkab, U12-nisbatan arzon, uglerodi ko'p bo'lganidan toblanishlik qobiliyati katta. Qattiq va ishqalanishga yaxshi ishlaydi. Shuning uchun egov U12 po'latidan yasaladi.

22. 7xF-olovbardosh emas; ishlash davrida (qizdirib ishlanyapti-ku) metall ustida kuyundi ("okolina") hosil bo'ladi. Shtamp deformatsiyalanadi. Shuning uchun shtamp bu sharoitda 4X58V2FE po'latidan yasaladi: olovbardosh, mustahkam yuqori haroratda ham.

23. 9x5F-uglerodi ko'p: mo'rt, zubila sinadi. XVG-da ham uglerod ko'p. Mo'rt, natijada zubila sinadi. 7XF-nisbatan uyushqoq ("vyazkiy"), mustahkam, yetarli qattiq va ishqalanishga chidamli. Shuning uchun 7xF dan yasaladi.

24. Albatta, kesim 30 mm² da mustahkamlik yuqori bo'ladi, chunki, yuqqada deformatsiya ko'proq, demak. puxtalanish ko'p.

Bundan tashqari karbidi bir xil emasligi kamroq, yaxshiroq jilvirlanadi.

25. Ko'pincha R6M5 dan yasaladi. Chunki, u arzon (R18 ga nisbatan). qovushqoqligi yuqori, karbidi bir xil emasligi kamroq. Yaxshiroq jilvirlanadi.

26. Bu po'latlar toblanganda, o'zagigacha toblanmaydi: ustki qavoti martensit (qattiq) strukturaga ega bo'ladi, o'zagi trostit (qovushqoqligi ko'proq) Shuning uchun, bu po'latlarning zarbiy qovushqoqligi yuqoriroq.

27. U12Ani mustahkamligi va bu sharoitda ishqalanib yeyilishga chidamliligi past. VK3, VK8 lar mustahkamligi va ishqalanib yeyilishga qarshiligi yetarli. Lekin, VK 3 mo'rtroq. (WC=97 %); VK8 esa nisbatan plastikligi yuqori (wc=92 %). Masala sharoitida VK3 uqalanib yeyilishi mumkin. VK8 plastikligi yuqori. Shuning uchun masala sharoitida, keskich VK8 dan yasaladi.

4-AMALIY MASHG'ULOT

Rangli metall va qotishmalarni, metall emas materiallarni tanlash

MASALA 1. Sanoatning qaysi sohalarida titanni qo'llash "is-tiqbolli" deb bashorat qilinadi?

MASALA 2. Al-Cu (3%-Cu+97% Al) tizimidagi alyumin qo-tishmasini qanday termik ishlash mumkin?

MASALA 3. Alyuminiy qotishmasini sun'iy eskitirganda vaqt o'tishi bilan uning mustahkamligi pasayadimi?

MASALA 4. Dyuralyuminiy konstruksiyalari ko'pincha dural-yumindan yasalgan "zaklyonka"lar bilan birlashtiriladi. Shu zak-lyonkalarni pachaqlab-deformatsiyalab birikma olish uchun ular qaysi holatda bo'lislari kerak? 1) toblangan 2) toblangan va tabiiy eskitirilgan; 3) toblangandan so'ng 2-3 soat o'tgach.

MASALA 5. Nega magniy qotishmalari yomon deformatsiya-lanadi?

MASALA 6. Sink bilan temirni zanglamaslikdan sink qanday saqlaydi?

MASALA 7. Katta quvvatli transformatorlarning kontaktlari moy erroziyasiga chidamli bo'lishi uchun qaysi materialdan yasa-ladi: 1-misdan; 2-alyuminiydan, 3-volframdan, 4-mis bilan to'yin-tirilgan g'ovakli volframdan.

MASALA 8-Polimer materiallarda zarrachalar orasidagi bog'lanish turini toping.

1-kovalent; 2-qutbli ("polyarnyy"), 3-makromolekula ichida-kovalentli; makromolekulalar orasida-qutbli.

MASALA 9. Metall va polimerlarning kristallanish jarayonini "prinsipial" farqi nimada?

MASALA 10. Metall va polimerlarning kristallanish haroratini "prinsipial" farqi nimada?

MASALA 11. Sovuqqa chidamli (-20°C) rezinadan qayish (“remen”) yasali b, tezligi katta qayishli uzatishda ishlatildi. Harorati 0°C da. Ma’lum vaqtdan so’ng, u mo’rtligi uchun ishdan chiqdi. Sababi nimada?

MASALA 12. Agar polimer materialini kir yadan (“filera”) dan cho’zib o’tkazilayotganda uning qoyushqoqligi o’zgarmasa, nima bo’ladi?

MASALA 13. Baquvvat konstruksion material sifatida qanday polimer materiallarini ishlat sa bo’ladi?

MASALA 14. Oddiy plastmassalar nimadan tarkib topgan?

MASALA 15. Podshipniklar uchun qanday plastmassalar ishlatiladi?

1-kapron, 2-ftoroplast; 3-ftoroplast-4.

MASALA 16. Kapron. Ortoroplast yaxshi antifriksion xossaga ega, lekin mustahkamligi past. Bularni qaysi usul bilan ishlab podshipnik yasash mumkin. 1-vtulka devorini qalinlashtirib; 2-vtulkani metall dan yasab, ustiga plastmassa qoplash.

MASALA 17. Kauchukni elastik “qayishqoq” material sifatida ishlat sa bo’ladimi?

MASALA 18. Asbob korpuslarini qaysi material dan yasash mumkin?

1-stekplastikdan; 2-fenoplastiklardan; 3-voloknitlardan.

MASALA 19. Po’lat bilan shishani toblashda mustahkamlanishini qanday farqi bor?

MASALA 20. Metall qirquvchi stanogini qirindisini ishchiga tegishini saql ovchi yorug’ o’tkazuvchi ekran, qaysi material dan yasaladi?

JAVOBLAR

1. Titanni xossalari bir-biriga monand: mexanik xossalari yuqori, texnologik xossalari yaxshi (nisbatan), zichligi ancha kam ($\alpha=4,5 \text{ g/sm}^3$) boshqa metallarga nisbatdan, zangga qarshiligi zangbarndoshligi po’latnikidan qolishmaydi, olovbardosh, issiqbardosh. Mana shularni hisobga olib, titan va uning qotishmalari samolyotsozlikda (samolyotni burun qismi, eleronlari); kemasozlikda, ayniqsa, suv osti kemalarida, qiruvchi samolet qorin qismida; raketsozlikda; kimyo sanoatida ko’proq ishlatiladi.

2. Barcha termik ishlash turlariga duchar qilish mumkin, chunki 430°C da fazali o'zgarishga ega.

3. Sun'iy eskirtirishdagi yuqori harorat va uzoq vaqt natijasida θ -faza zarrachalarini "koagulyasiya"ga olib keladi. Bu dislokatsiyalarning harakatiga ularni qarshiligini kamaytiradi.

4. Birinchi holatda 10...20 soat o'tgach, zaklepkani ishlatib bo'lmaydi, chunki u yomon deformatsiyalanadi. Ikkinchi holatda zaklepkalar plastikligini yo'qotadi, natijada pachaqlash davrida zaklepka darz ketadi. Uchinchi holat to'g'ri, zaklepkalar yuqori plastiklikka ega bo'ladi.

5. Magniy kristallik panjalari geksoganal tizimda (G.P.U.) Bunda sirpanish tizimlari kam. Shuning uchun magniy va uning qotishmalari yomon deformatsiyalanadi.

6. Sink temirga nisbatdan ancha elektromanfiy. Korroziyali muhitda sink tezroq va ko'proq reaksiyaga kirishib (korroziyalanib-zanglab), temirni zanglashdan saqlaydi: qalqon bo'lib, saqlab turadi.

7. "Si" dan yasalsa, yoy issiqligida 6000°C tez erib ketadi; "Al" yasalmaganda ham shu voqea bo'ladi; "W" yaxshi erish harorati $W=3400^{\circ}\text{C}$ lekin, tokni yaxshi o'tkazadi, variant – "Li" – eovok ichidagi mis tok o'tkazadi, volfram sim bo'lib mustahkam ushlab turadi (o'zini issiqbardoshligi bilan): kontakt yoy ta'sirida payvandlanib, yopishib qolmaydi.

8. Birinchi javob to'g'ri, lekin tola emas. Nisbatan 2-ham to'g'ri. Lekin, eng to'g'ri javob 3-si.

9. Hamma gap kristallarni o'sish tezligida; metallarda kristallarni o'sish tezligi ancha yuqori. Metall atomlarini diffuzion harakatlanganligi, makromolekulyar harakatlanganligidan yuqori. Bu eng katta farq emas, asosiy farq bu kristallarning o'sish xarakterida. Metallarda bu atomlarni suyuq metaldan zarodishga qo'shilishi bilan xarakterli. Polimer materiallarda makromolekulyar tudasini o'sayotgan kristalga qo'shilishidir.

10. Polimerning strukturasi har xil haroratda kristallanadi.

11. Sababi kuch qo'yish chastotasini yuqoriligida. Bunda rezinani mo'rtlanish harorati ish sharoiti haroratiga ko'tarilgan. Natijada aytilgan sharoitda ishlatish kerak.

12. Agar qovushqoqligi o'zgarmasa, fileradan o'tgach, polimer ingichkalanaveradi va natijada uziladi.

13. Chiziqli va shaxobchagi strukturasi sinchlangan va kristallik holda; setkasimon polimerlar ham ishlatiladi.

14. Polimerlardan tashkil topgan.

15. Ftoroplast-4.

16. Vtulka qalinligini orttirish bilan mustahkamligli ortsa ham uni oquvchanligi eskicha qolaveradi. Shuning uchun 2-variant to'g'ri: deformatsiya kamayadi.

17. Mumkin emas, chunki, kuch ushlash qobiliyati juda kam. Deformatsiya, "relaksatsiya" vaqti katta.

18. Stekloplastik katta kuchlar uchun ishlatiladi. Voloknitlar ham katta kuch qo'yilgan detallar uchun qo'llaniladi. Bizning sharoit uchun yaxshi material bu - fenoplast.

19. Sababi, po'lat toblanganda fazalari o'zgaradi. Shisha toblanganda bu narsa yo'q.

20. "Bezskolochnoe" shishadan. Buni qirindi tirnay olmaydi, sinmaydi, sinsa ham oskolka chiqmaydi.

5-AMALIY MASHG'ULOT

Uglerodli po'latlarning termik ishlashining ular tuzilishiga va mexanik xossalariga ta'siri

Umumiy ma'lumot. Ma'lumki, po'lat zagotovkalarni termik ishlashda ularni zarur haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlangach, turli tezlikda sovutiladi. Bunda ularning kimyoviy tarkibi o'zgarmasa ham tuzilishi o'zgarishi hisobiga mexanik va texnologik xossalari o'zgaradi. A.A. Bochvar tasnifiga ko'ra termik ishlash 1-xil yumshatish, 2-xil yumshatish, toblash va bo'shatishlarga ajratiladi. 1-xil yumshatishda fazada o'zgarishlar bormaydi. Bu xil yumshatishlarga diffuzion, qayta kristallanish va ichki zo'riqish kuchlanishlarini kamaytirish uchun olib boriladigan yumshatishlar kiradi. 2-xil yumshatish faza o'zgarishlari bilan boradi. Bu xil yumshatishlarga to'la va chala yumshatishlar, normallashtirish kiradi. Quyida uglerodli po'latlarni termik ishlashda tuzilish o'zgarishlarini Fe—Fe₃S holat diagrammasining tegishli sohalarini kuzataylik. Ma'lumki, perlit tuzilishli evtektoid po'lat zagotovkani uy haroratida asta-sekin qizdirib borsak, u Ac₁ kritik harorat (727°C) da austenitga o'tadi. Ferrit bilan perlit tuzilishli evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni asta-sekin qizdirib borsak, perlit faza Ac₁ kritik haroratda austenitga o'tadi, haroratning yanada ko'tarilishida ferrit faza austenitda eriy boshlab, As₃ kritik haroratda esa batamom eriydi.

Agar perlit bilan ikkilamchi sementit tuzilishli evtektoiddan keyingi po'latlarni asta-sekin qizdirib borsak, perlit faza As_x kritik haroratda austenitga o'tadi. Haroratning yanada ko'tarilishida ikkilamchi sementit austenitda eriy boshlab, u Ast kritik haroratda batamom eriydi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan ma'lumki, Fe—Fe₃C holat diagrammasidagi GSE chizig'i kritik haroratdan yuqoriroq

haroratda po'latlar austenit tuzilishli bo'ladi. Nima uchun po'latlarni to'la yumshatishda, toblashda, normallashtirishda ularni Asz kritik haroratdan 30-50°C daraja yuqoriroq qizdirish zarur? Kuzatishlar ko'rsatadiki, po'latlarni qizdirishda ularning donalar o'lchami qaytarilganlik darajasiga ko'ra turli tezlikda yiriklashadi. Masalan, yaxshi qaytarilmagan evtektoid po'latlarning donalar o'lchami As1+ 30/50°C haroratgacha o'zgarishida bu haroratdan yuqoriroq haroratda keskin yiriklashadi. Yaxshi qaytarilgan po'latlarda esa donlar o'lchamining keskin o'zgarishi 900-950°C haroratga to'g'ri keladi. Buning boisi, donalar aro joylashgan oksidlar, nitridlar, sulfidlar va boshqa birikmalar shu haroratga qadar donlar o'sishiga qarshilik ko'rsatadi, lekin harorat 900-950°C ga yetganda ularning austenitda erishi yuz beradi. Binobarin, ular donlar o'sishiga qarshilik ko'rsata olmaydilar. Po'latlarning bu xususiyatini qizdirish haroratlarini belgilashda e'tiborga olish kerak. Agar po'latlarni bu kritik haroratdan o'ta qizdirilsa masalan, 1000-1100°C gacha austenit donlar yiriklashib ketadi. Ma'lumki, donlar qancha yirik bo'lsa, ular shuncha mo'rt bo'ladi. Agar po'latlarni AE chizig'ida (Fe—Fe3C diagrammasiga qarang) yaqin haroratga qizdirilsa, yirik donli po'lat havo kislorodi hisobiga kuyib, zagotovka ishga yaroqsiz holga keladi. Demak, po'latlarni termik ishlashda qizdirish haroratini po'lat markasiga ko'ra to'g'ri belgilashning ishlash sifatiga va ish unumdorligiga ahamiyati g'oyat katta. Termik ishlashda pechlar termojuftli potensimetr bilan jihozlangan bo'lib, pechni zarur haroratda saqlaydi (shu bilan birga, ba'zan amalda metallarni qizdirishda ularning cho'g'lanish ranglaridan ham foydalanish mumkin (36-rasm)).

Ikkinchi tomondan, masalan, evtektoid po'latni austenit holatidan, sekin sovutishda austenitda uglerodning erish qobiliyati kamayishi sababli undan uglerod ajralib, sementit hosil bo'ladigan markazlarni yuzaga keltiradi. Austenitlarning sovish tezligini rostlash bilan perlit donalari o'lchamini o'zgartirish mumkin. Quyida po'latlarni termik ishlash usullari va ularni qanday bajarish haqida ma'lumotlar keltiriladi.

Diffuzion yumshatishdan quyma po‘lat zagotovkalar kimyoviy tarkibining notekisligini tekislash maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat zagotovkalarni As3 kritik haroratdan 200-300°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda 10-15 soat saqlanadi, keyin 600°C haroratgacha pech bilan birga, so‘ngra havoda sovutiladi. Zagotovkalarni yuqori haroratda qizdirishda austenit donalaridagi uglerod va boshqa elementlar diffuziyalanib, tarkibi deyarli tekislanadi va bunda austenit donalari yiriklashadi. Shu boisdan diffuzion yumshatishdan keyin donalarni maydalash maqsadida zagotovkalar to‘la yumshatilmog‘i kerak.

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

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

Tula yumshatish. Yumshatishning bu usulidan yirik donali po‘lat zagotovkalar donalarini maydalash yo‘li bilan tekislab, ichki zo‘riqish kuchlanishlaridan holi etish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo‘lgan po‘lat zagotovkalarni As3 kritik haroratdan, evtektoid va evtektoiddan keyingi po‘latlarni Ac1 kritik haroratdan 30-50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma‘lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovutiladi. Shuni qayd etish lozim-ki, agar evtektoiddan keyingi po‘lat zagotovkalar Ast kritik haroratli chiziqdan yuqoriroq haroratgacha qizdirilib, shu haroratda ma‘lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovutilganda ajratilayotgan ikkilamchi sementit perlit donalarini o‘rab, mo‘rtlashtirib boradi, shu sababli bu po‘latlar austenit tuzilishli holgacha qizdirilmaydi.

Chala yumshatish. Yumshatishning bu usulida po'lat zagotovkalarni ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etib, mexanik ishlovlarga moyil etish maqsadida o'tqaziladi. Buning uchun po'latlarni 750-780°C haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sekin sovutiladi.

Izotermik yumshatish. Bu usuldan to'la yumshatish maqsadlarida foydalaniladi. Bunda evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalarni As3 kritik haroratgacha, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni esa Ac1 kritik haroratdan 30-50°C dan yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab turiladi, keyin kutilgan maqsadga ko'ra, masalan, 600-700°C li muhitga o'tkazib, unda austenit ferrit bilan sementit fazalarga to'la parchalanguncha saqlanadi, so'ngra havoda sovutiladi.

Donador perlit olish maqsadida yumshatish. Bu usuldan evtektoiddan keyingi po'lat zagotovkalardagi plastinka tarzidagi sementit donalarini mayda donli tuzilishga o'tqazish uchun foydalaniladi. Buning uchun po'lat zagotovkani Ac1 kritik haroratdan bir oz yuqoriroq haroratgacha (750-760°C) qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi, keyin pech bilan birga sekin sovutiladi.

Ma'lumki, po'lat zagotovkalarni As1 kritik haroratdan bir oz yuqoriroq haroratda qizdirilganda perlit donalari austenitga aylanib, sementit donalari saqlanib qoladi. Bu po'latlarni shu haroratdagi holatidan sovutishda esa sementit va begona birikmalarning donalari qo'shimcha kristallanish markazlari hosil qilib, mayda donador perlit tuzilma olinadi.

Normallashtirish. Po'lat zagotovkalarining donalari maydalanib bir tekis tuzilmali bo'lib qoladi va ichki kuchlanishlardan holi etiladi. Buning uchun po'lat zagotovkalarni markasiga ko'ra As3 yoki Ast kritik haroratdan 30-50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlab, keyin havoda sovutiladi. Po'latlarning markalariga ko'ra bu ishlovdan yumshatish yoki toblash o'rnida foydalansa ham bo'ladi.

Toblash. Bu usuldan konstruksion po'latlardan tayyorlanadigan tishli g'ildiraklar, vallar, kulachoklar va boshqalarning puxtaligini, asbobsozlik po'latlardan tayyorlanayotgan keskichlarning

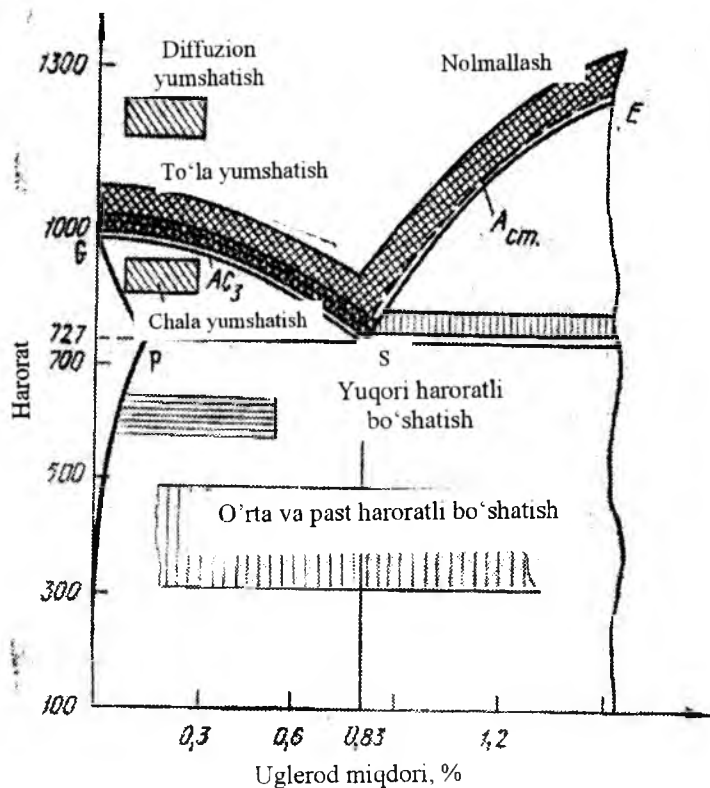
keskirligini ko'tarib, kam yeyiladigan etish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'lat zagotovkalar As3 kritik haroratdan evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar AS1 kritik haroratdan 30 - 50°C yuqoriroq haroratda qizdirilib, shu haroratda ma'lum vaqt saqlanadi, keyin kritik tezlik (Vkr dan yuqori tezlikda) sovuyladi. Bunda austenit ferrit bilan sementitga parchalanishga ulgurmaydi va martensit deb ataluvchi uglerodni Fea dagi o'ta to'yingan qattiq eritmaga [Fea(S)] o'tadi hamda uning qattiqligi HRC ~ 62 ga ko'tariladi.

Agar austenit holatidagi po'lat zagotovkani, masalan, moyda (sekundiga 80-100°C tezlikda) sovuylsa, austenit ferrit bilan sementitning juda mayda bo'lgan mexanik aralashmalariga parchalanib, troostit deb ataluvchi tuzilishga o'tadi va uning qattiqligi HRC 40-45 ga ko'tariladi. Agar austenit holatidagi po'lat zagotovkalarni, masalan, qizdirilgan moyda (sekundiga 50-70°C tezlikda) sovuysak, u troostit tuzilishli donalariga nisbatan yirikroq bo'lgan ferrit bilan sementitning mexanik aralashmasiga parchalanib, sorbit deb ataluvchi tuzilishga o'tadi va uning qattiqligi HRC 30-35 ko'tariladi.

Shuni qayd etish zarurki, amalda kam uglerodli ($S < 0,3\%$) po'lat zagotovkalar toblanmaydi, chunki, bu po'latlar toblaganda uning martensitga o'tish harorati o'rtacha va ko'p uglerodli po'latlarga qaraganda ancha yuqoriroqligi sababli sovuylashda austenit ferrit bilan sementit fazalarga parchalanib, kutilgan martensit tuzilmaga aylanmaydi. Ma'lumki, po'lat zagotovkalarni toblashda sirt qatlami uzoq qismiga qaraganda tezroq sovuylashi natijasida fazalar o'zgarishi oqibatida unda zo'riqish kuchlari hosil bo'ladi. Agar bu kuchlanishlar katta bo'lsa, zagotovka tob tashlashi va yorilishi mumkin.

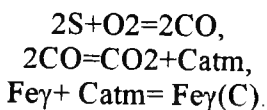
Ma'lumki, ko'pgina mashina detallari va asboblar (tishli g'il-diraklar porshen barmoqlari, podshipnik, roliklar, shtamplar kalibrlar) kam uglerodli va kam legirlangan po'latlardan tayyorlanib, ularning ish muddatini uzaytirish maqsadida kimyoviy termik ishlov beriladi. Bunda zagotovkalarining sirt yuza qatlami uglerodga to'yintirilsa - sementitlash, azotga to'yintirilsa — azotlash, azot va uglerodga to'yintirilsa — nitrotsementitlash deyiladi. Bu ishlovlar-

ning ichida sementlash ko'proq tarqalgan bo'lib, uni uglerodga boy bo'lgan qattiq, suyuq va gaz muhitlarda olib boriladi. Ayni laboratoriya ishida zagotovkalarni qattiq muhitda sementitlab, toblab bo'shatilib, natijalar kuzatiladi.



Buning uchun zagotovkalarni uglevod namuna bilan 38-rasm-da ko'rsatilgandek po'lat yashikka avvaliga ma'lum qatlam karbyurizator deb ataluvchi 75—80 % pista ko'mir va qolgani bariy yoki natriy karbonatlar aralashmasi kiritilib, uning ustiga zagotovkalar ma'lum tartibda joylanadi va bu ketma-ketlik yashik to'lguncha takrorlanadi, keyin esa yashik qopqoqlanib, tirqishlari o'tga chidamli gil bilan suvaladi. So'ngra yashik pechga kiritilib, sementitlash qalinligiga ko'ra 900—950°C haroratda bir necha

soat saqlanadi. Bu sharoitda yashikdagi pista ko'mir havu kislorodi bilan reaksiyaga kirib, uglerod (II) oksid gazi (SO) hosil qiladi va uning parchalanishidan ajralayotgan atomlar uglerod zagotovka sirtiga o'tib, temirda eriydi:



Shu bilan birga, karbonat tuzlari ($VaSO_3$ yoki $NaCO_3$) ham parchalanadi. Bunda ajralayotgan karbonat anhidrid gazi pista ko'mir (S) bilan reaksiyaga kirib, yashikda uglerod (II) oksid gazi miqdorini ko'paytiradi. Yuqorida qayd etilgandek, bu gaz parchalanib, yashikdagi atomlar uglerod miqdori ortadi. Bu esa navbatida dementitlash jarayonining tezlashishiga ko'maklashadi.

Masala 1. Evtektoid po'latni qanday termik ishlash usullariga ko'ra yuzaga kelishi mumkin va ularni harorati nimaga teng?

Masala 2. Po'lat toblangan, so'ngra bo'shatilgan. Bu texnologik jarayon qaysi asosiy o'zgarishlardan tashkil topgan?

Masala 3. Po'latni qizdirishda austenitni mayda zarrachalarini olish uchun qanday choralarni ko'rish kerak?

Masala 4. Toblangan holdagi po'lat qanday xossalarda ega?

Masala 5. Zavod sexi kichkina partiyada mayda asboblarni-keskichlarni ishlab chiqaryapti; bular uchun uglerodni kuyishi (kamayishi) yo'l qo'yilmaydi. Bu holda toblash uchun qizdirishni qaysi usuli optimal (yaxshi) hisoblanadi: 1-nazoratli atmosferada; 2-vaqti-vaqti bilan qaytaruvchi tuz vannasida.

Masala 6. Po'lat list sovuq cho'zilgan va yumshatilgan (qayta kristallangan). Natijada yirik zarrachali-donali struktura olingan. Bu nuqsonni qanday to'g'rilash mumkin: 1-to'la yumshatib, 2-chala yumshatib; 3-normallashtirib.

Masala 7. Evtektoiddan keyingi po'latlarni to'la toblanganda po'lat tarkibidagi uglerod kuyishi bilan uning qattiqligi nisbatan pasayadi. Sababi nimada?

Masala 8. Evtektoiddan keyingi po'latlarni to'la toblasmaslik maqsadga muvofiqligini nima bilan tushunturasiz?

Masala 9. Toblash jarayonida sovutish muhiti sifatida yog' ishlatilganda toblashda darz ketish ehtimoli kam bo'ladi. Nega?

Masala 10. Po'latning toblanishligi nimaga boglik?

Masala 11. Toblanishlik chuqurligini oshirish va butun ko'ndalang kesim bo'yicha yuqori xossalarni olish uchun nima qilish kerak? 1-Toblash uchun qizdirishni yuqori haroratda olib borish kerak: austenitni bir xilligi kutariladi; 2-uglerodli po'latni legirlangan po'latda almashtirish lozim.

Masala 12. Po'lat 40 optimal konstruktiv mustahkamlikka erishishi uchun qanday termik ishlash kerak? 1-toblash va yuqori bo'shatish; 2-toblash (840°C da) va o'rta bo'shatish (650°C).

Masala 13. Detal po'lat 15X dan yasalgan. Yuqori konstruktiv mustahkam qilish uchun qanday termik ishlov berish rejimi lozim? 1-toblash va yuqori bo'shatish; 2-toblash va past bo'shatish.

Masala 14. Po'lat detallarni yuqori chastotali tok (T.V.Ch.) bilan qizdirishda qizdirilgan qatlam chuqurligini qanday o'zgartirish mumkin?

Masala 15. Sementitlash bilan detalni ishqalanib yeyilishga qarshiligini oshirib bo'ladimi? Sementatsiya nima uchun qo'llaniladi?

Masala 16. Mahsulotdan-detaldan yuzasini juda yuqori qattiqligi ≥ 1000 HV talab qilinmoqda. Bunga qanday eritish mumkin?

Masala 17. Juda murakkab formalı detal yuzasiga qattiqlik ≥ 67 HRC berish kerak. Qaysi usulni qo'llab maqsadga muvofiq? Yuza-ni toblash; 2-azotlash.

Masala 18. Kam uglerodli va o'rta uglerodli po'latdan yasalgan detallarni eng optimal xossalarni beruvchi termik ishlash usulini aniqlang. Bunda qanday struktura hosil bo'ladi?

Masala 19. Uglerodli 0,9 %S bo'lgan po'latdan keskich yasalgan. Yegda toblangandan so'ng (770°C) qattiqligi past. Sababi nimada?

Masala 20. Diskli freza suvda toblangach, toblash boshlagandan keyin qiyshaygan. Sababi nimada?

JAVOBLAR

1. Evtektoid po'latni yumshatish, toblash va bo'shatish mumkin. Yumshatish va toblash harorati 727°C dan yuqori. Bo'shatish harorati 727 °C dan past.

2. Po‘latni toblash uchun uni austenit holatiga aylantirish kerak. Demak, $P \rightarrow A$ ga (perlit austenitga aylanadi). Toblash davrida austenit sovutish tezligiga qarab martensit, trostit, sorbit holatiga o‘tadi: $A \rightarrow M$ (T.S.). Bo‘shatish davrida martensit parchalanadi: $M \rightarrow$ parchalanish mahsulotlari.

3. Buni birinchi sharti po‘lat Ti, Zr, V, W lar bilan legirlangan oldindan merosli mayda zarrachali bo‘lishi kerak. Bundan so‘ng yuqori tezlikda qizdirish; o‘ta qizishni oldini olish; qizdirishni optimal vaqtda olib berish.

4. Bu po‘latda ortiqcha uglerod bor. Bu martensit qattiq eritmasini turg‘un emas (“neravnovesnoe”) holatga olib keladi. Bu po‘latlarda martensit kristallari mayda blokli holatda bo‘ladi; hatto ichki kuchlanishli; dislokatsiyalarning zichligi katta.

5. Birinchi variant to‘g‘ri bo‘lsada, kichkina partiya detallar uchun qimmatga tushadi: shunday maxsus moslamani sotib olish uchun. Agar moslama o‘zi bo‘lsa boshqa gap. Shuning uchun masala shartiga asosan ikkinchi variant to‘g‘ri keladi.

6. Umuman, birinchi variant to‘g‘ri bo‘lishi mumkin, lekin jarayon uzoq vaqt davom etishi mumkin. Ikkinchi variant to‘g‘ri emas: bunda strukturasi faqat perlit qismigina to‘g‘rilanadi. Uchinchi to‘g‘ri, iqtisodiy jihatdan samarali.

7. Yuqori uglerodli toblangan po‘lat strukturasi martensit bilan bir qatorda qoldiq austenit ham bor. Buni miqdori po‘lat tarkibidagi uglerod ortib borishi bilan u ham ortadi. Bu HRC ni pasayshiga olib keladi.

8. Bunday po‘latlarni to‘la toblamaslikda ($A \uparrow$) maksimal qattqlik va ishqalanib yeyilishga qarshilik ta‘minlanadi.

9. Austenitni martensitga aylanishi davrida yog‘ po‘latni suvga nisbatan sekinroq sovutadi. Bu davrda katta cho‘ziluvchi qoldiq kuchlanish paydo bo‘ladi. Sekin sovutilganda bu kuchlanish kamroq bo‘ladi.

10. Po‘latning toblanishligi uning tarkibidagi uglerod va legirlovchi elementlar miqdoriga bog‘liq.

11. Birinchi variant to‘g‘ri kelmaydi: austenit donalari kattalashib ketadi. Bu po‘latni mo‘rtlashishiga olib keladi. Ikkinchi variant to‘g‘ri: legirlangan po‘lat toblanishligi talab qilinganiga

to'g'ri kelish kerak. Ortiqcha toblanishlar zarar: yuqori toblanuvchi legirlangan bo'ladi. Ularni plastikligi va uyushqoqligi past.

12. Birinchi variant to'g'ri, lekin aniq emas. Ikkinchi variant to'g'ri: bu o'rta uglerodli po'latlar uchun eng optimal rejim.

13. Birinchi variant to'g'ri emas, chunki yuqori bo'shatishdan so'ng, po'latning mustahkamligi pastroq bo'ladi. Ikkinchisi to'g'ri, chunki past bo'shatishda bo'shatish martensiti strukturalari bo'ladi. Bu kam uglerodli legirlangan po'latlar uchun yuqori mustahkamlikni ta'minlaydi; yuqori plastik va uyushqoqlik saqlangan holda.

14. Tok chastotasini bilan.

15. Sementitlash davrida yuza qatlamida uglerod miqdori oshadi, natijada yuza qattiqligi qisman ortadi. Lekin ishqalanib, yeyilish qarshiligiga erishilmaydi. Shuning uchun sementitlangan so'ng, toblash talab qilinadi.

16. Bunga past haroratli azotlash bilan erishish mumkin. Masalan, po'lat 38MYUA ni yuza qatlamini 600°C da azot bilan to'yintirib.

17. Birinchi variant qo'llanganda, murakkab forma toblanganda, sirtlar o'tish joylarida darz ketishi mumkin; talab qilingan qattiqlikka erishishi qiyin, qimmat. To'g'ri javob: past haroratli azotlash.

18. Kam uglerodli po'latlar uchun eng optimal struktura bu bo'shatish martensiti; toblash va past bo'shatish (160-200°C) bilan olinadi. O'rta uglerodni po'latlar uchun eng optimal struktura bu bo'shatish sorbiti: tablash va yuqori bo'shatish bilan olinadi.

19. Sovutish tezligi kam. Qaytadan toblash kerak yoki zinapoyali toblash zarur.

20. Balki toblashda suvga tushurishda yonboshlab tushurilgan. Zinapoyali toblash lozim. Juda bo'lmasa, XVT po'latidan yasash kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Umarov E.O. Materialshunoslik. T.: Cho'lpon, 2014.
2. Norxodjaev F.R. Materialshunoslik. T.: Fan va taraqqiyot, 2014.
3. Saydaxmedov R.X., Umarov E.O. Aviatsiya materiallari. T.: Cho'lpon, 2007.
4. Mirboboev V.A., Umarov E.O., Axmadxo'jaeva M.M. Konstruktion materiallar texnologiyasi kursidan laboratoriya ishlari. T.: O'qituvchi, 1993.
5. Nosir I. Materialshunoslik. T.: O'zbekiston, 2002.
6. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. М.: Высшая школа, 2003.
7. Mirboboyev V.A. Konstruktion materiallar texnologiyasi. T.: O'zbekiston, 2004.
8. Mirboboyev V. A. Konstruktion materiallar texnologiyasi. T.: Mo-liya, 2003.
9. Umarov E.O. Konstruktion materiallar texnologiyasi: Ma'ruzalar matni. T.: TDAI, 2003.
10. Umarov E.O. Konstruktion materiallar texnologiyasi: Ma'ruzalar matni. T.: TDTU, 2013.
11. Umarov E. «Konstruktion materiallar texnologiyasi» fani bo'yicha laboratoriya ishlari uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDTU, 2013.
12. Колосов С.Н. и др. Материаловедение и технология металлов. М., 2004.
13. Umarov E. «Konstruktion materiallar texnologiyasi» fani bo'yicha laboratoriya ishlari uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDTU, 2013.
14. Mirboboyev V.A. Metallshunoslik asoslari. T.: ILM ZIYO, 2006.
15. Братухин А.Г. Современные авиационные материалы. М.: Авиатехинформ, 2003.
16. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. М.: Высшая школа, 2003.
17. Mirboboyev V.A. Konstruktion materiallar texnologiyasi. T.: O'zbekiston, 2004.
18. <http://www.zivonet.uz>
19. <http://www.ref.uz>
20. <http://www.TDTU.uz>

MUNDARIJA

| | |
|---|-----------|
| So'zboshi | 3 |
| 1-LABORATORIYA ISHI | 5 |
| Metallar va ular qotishmalarining kristallanish jarayoni | 5 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 10 |
| 2-LABORATORIYA ISHI | 11 |
| Konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (statik, dinamik va siklik yuklamalar ta'sirida) aniqlash | 11 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 18 |
| 3-LABORATORIYA ISHI | 19 |
| Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinash | 19 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 29 |
| 4-LABORATORIYA ISHI | 30 |
| Materiallarning zarbiy qovushqoqligini sinash | 30 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 34 |
| 5-LABORATORIYA ISHI | 35 |
| Metallarning siklik yuklamalarga chidamliligini sinash (GOST 2860-65)..... | 35 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 37 |
| 6-LABORATORIYA ISHI | 38 |
| Konstruksion materiallarning texnologik xossalarini aniqlash | 38 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 43 |
| 7-LABORATORIYA ISHI | 44 |
| Konstruksion materiallarning sifatini makrostrukturasi yordamida o'rganish | 44 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 49 |
| 8-LABORATORIYA ISHI | 50 |
| Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasini tuzish va tuzilishlarini o'rganish | 50 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 61 |
| 9-LABORATORIYA ISHI | 62 |
| Uglerodli po'latlarni yumshatilgan holatda mikrostruktura tahlili | 62 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 65 |
| 10-LABORATORIYA ISHI | 66 |
| Yumshatilgan po'latlarning uglevod miqdori o'zgarishi bo'yicha qattiqligini aniqlash | 66 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 69 |
| 11-LABORATORIYA ISHI | 70 |
| Cho'yanlar mikrostrukturalari tahlili | 70 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 73 |

| | |
|--|------------|
| 12-LABORATORIYA ISHI | 74 |
| Termik ishlashning tuzilishiga va mexanik xossalari ta'siri | 74 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 81 |
| 13-LABORATORIYA ISHI | 82 |
| Alyuminiyni termik ishlash | 82 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 84 |
| 14-LABORATORIYA ISHI | 85 |
| Rangli metallar va qotishmalarning mikrotahlili | 85 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 94 |
| 15-LABORATORIYA ISHI | 96 |
| Termik va kimyoviy-termik ishlangan po'latlarning mikrotahlili | 96 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar</i> | 101 |
| 16-LABORATORIYA ISHI | 102 |
| Po'lat buyumlarni qattiq karbyurizatorida sementitlash | 102 |
| 17-LABORATORIYA ISHI | 106 |
| Antifrikсион materiallar va ularning ishlatilish joylari | 106 |
| <i>O'z-o'zini tekshirish uchun savollar</i> | 108 |
| | |
| 1-AMALIY MASHG'ULOT | 110 |
| FE-C holati diagrammasi asosida fazalar | 110 |
| miqdorini aniqlash | 110 |
| 2-AMALIY MASHG'ULOT | 115 |
| Mikrostrukturaga qarab po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini (%) aniqlash .. | 115 |
| 3-AMALIY MASHG'ULOT | 122 |
| Materiallarni tanlash | 122 |
| 4-AMALIY MASHG'ULOT | 128 |
| Rangli metall va qotishmalarni, metall emas | 128 |
| materiallarni tanlash | 128 |
| 5-AMALIY MASHG'ULOT | 132 |
| Uglerodli po'latlarning termik ishlashining ular tuzilishiga va mexanik xossalari ta'siri | 132 |
| | |
| Foydalanilgan adabiyotlar | 142 |

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие

Лабораторные работы

- 1 Процесс кристаллизации металлов и их сплавов
- 2 Испытание конструкционных материалов растяжением статической погрузкой
- 3 Определение твердости материалов методом Бренла
- 4 Испытание материалов на ударную вязкость
- 5 Испытание материалов на стойкость при циклических нагрузках
6. Определение технологических свойств конструкционных материалов
- 7 Изучение качества конструкционных материалов при помощи их микроструктуры
8. Составление и изучение диаграммы сплава железо-углерод
- 9 Анализ микроструктуры углеродистой стали в отожженном состоянии

Практические работы

- 1 Определение твердости отожженных сталей по содержанию углерода
2. Анализ микроструктуры чугунов
- 3 Влияние термической обработки на строение и механические свойства
4. Термическая обработка алюминиевых сплавов
- 5 Микроанализ цветных металлов и сплавов
- 6 Микроанализ термически и химико-термически обработанных сталей
- 7 Цементация стальных изделий в твердых карбюризаторах
- 8 Антифрикционные материалы и их место применения
- 9 Определение количества фаз на основе диаграммы состояния Fe-C
10. Определение количества (%) углерода в составе стали по микроструктуре
11. Выбор материалов
12. Выбор цветных металлов, сплавов, неметаллических материалов
13. Влияние термической обработки углеродистых сталей на их строение и механические свойства

TABLE OF CONTENTS

Preface

Laboratory work

1. The process of crystallization of metals and their alloys
2. Test construction materials stretching static loading
3. Hardness of materials methods Brenla
4. Test materials toughness
5. Testing of materials for resistance under cyclic loading
6. Identification of technological properties of structural materials
7. A study of the quality of structural materials using their macrostructure
8. Drawing up and studying charts iron-carbon alloy
9. Analysis of the microstructure of a carbon steel in the annealed condition
10. Hardness annealed steel carbon content
11. Analysis of the microstructure of cast iron
12. Effect of heat treatment on the structure and mechanical properties
13. Heat treatment of aluminum alloys
14. Microanalysis of non-ferrous metals and alloys
15. Microanalysis heat and chemical-heat-treated steels
16. Cementation steel products in solid carburizing
17. Anti-friction materials and their place of application

Practical work

1. Determination of the number of phases on the basis of the phase diagram of Fe-C
2. Determination of the amount (%) of carbon in the steel microstructure
3. The choice of materials
4. Selection of non-ferrous metals, alloys, non-metallic materials
5. Effect of heat treatment of carbon steels on their structure and mechanical properties

UMAROV ERKIN ODILOVICH

MATERIALSHUNOSLIK

O'quv qo'llanma

Muharrir N. Rustamova

Badiiy muharrir M. Odilov

Kompyuterda sahifalovchi U. Raxmatov

Nashr. lits. AI № 174. Bosishga ruxsat 20.11.2015-y.da berildi.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆. Ofset qog'ozi №2. «Times» garniturası.
Shartli b.t. 8,75. Nashr hisob t. 9,25. Adadi 100 dona.
63-buyurtma.

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi.
100084, Toshkent, Kichik halqa yo'li ko'chasi, 7-uy.

«HUMOYUNBEK-ISTIQLOL MO'JIZASI»
bosmaxonasida chop etildi.
100000, Toshkent, Amir Temur 60^{«A»}-uy.

11657-36

Qaydlar uchun