

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

**BUXORO OZIQ-OVQAT VA ENGIL SANOAT
TEXNOLOGIYASI INSTITUTI
“MASHINASHUNOSLIK” KAFEDRASI**

dots.O'rinov N. F., kat.o'qit.Saidova M.H.

**«MATERIALSHUNOSLIK VA KONSTRUKTSION
MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI»
(TAJRIBA ISHLARI)**

USLUBIY KO'RSATMA

Buxoro - 2008 y.

Taqrizchilar: Bux OO va YESTI “Mashinashunoslik”
kafedrasi mudiri dots.N.A.Do’skarayev
Bux DU “Qishloq xo’jaligini mexanizatsiya-
lashtirish” kafedrasi dotsenti X.M.Nuridinov

Tuzuvchilar: Bux OO va YESTI “Mashinashunoslik”
kafedrasi: dotsent N.F.O’rinov
katta o’qituvchi M.H.Saidova
assistent M.N.Kenjayeva

"Mashinashunoslik" kafedrasi yigilishida tasdiqlangan. Majlis bayoni: № 11 "12" mart,
2008 yil.

Bux OO va ESTI uslubiy kengashi tomonidan tasdiqlangan. 9 aprel, 2008 y. № 5 –
sonli majlis bayoni

«Materialshunoslik va konstruktsion materiallar texnologiyasi» fanidan tajriba
ishlarini bajarish uchun uslubiy ko’rsatma 5140900 – Kasb ta’limi –“Transport vositalarini
ishlatish va ta’mirlash” yo’nalishida ta’lim olayotgan talabalar uchun mo’ljallangan bo’lib,
unda metallar va qotishmalarning tarkibini, ishlov berish jarayonining metallar struktura va
xossalariga ta’sirini aniqlash usullari, tayyorlanma olish uchun dastgohlar to’g’risida
ma’lumotlar bayon etilgan.

Mundarija

Kirish	4
1-tajriba ishi. Biologik mikroskop yordamida tuzli eritmalarning kristallanish jarayonini o'rganish	5
2-tajriba ishi. Metallar va qotishmalarni o'rganish	8
3-tajriba ishi. Po'latlarning makroskopik analizi	14
4-tajriba. Po'lat namunasini mikroskopik analiz qilish	17
5-tajriba ishi. Temir-uglerod qotishmalarning mikrostrukturasini o'rganish	23
6-tajriba ishi. Termik ishlashning po'lat struktura va xossalariga ta'sirini o'rganish	30
7-tajriba ishi. Ximiyaviy termik ishlov berishning po'lat strukturasini va xossalariga ta'sirini o'rganish	37
8-tajriba ishi. Asbobsozlik po'latlarining mikrostrukturasini o'rganish	42
9-tajriba ishi. Metallarning qattiqligini Brinell va Rokvell usullarida aniqlash ..	45
10-tajriba ishi. Rangli metall va qotishmalarni mikroanaliz qilish	57
11-tajriba ishi. Po'latning uchquniga qarab uning rusumini aniqlash	61
12-tajriba ishi. Metall va qotishmalarning korroziyalanish (zanglash) jarayonini o'rganish	67
13-tajriba ishi. Metal va qotishmalarni payvandlash usullarini o'rganish	72
14-tajriba ishi.. Tokarlik vint-qirqish dastgohining tuzilish va ishlashi bilan tanishish.....	78
15-tajriba ishi. Tokarlik keskich, uning qismlari, elementlari va turlarini o'rganish	81
16-tajriba ishi. Kesish rejimi elementlarini o'rganish.....	86
17-tajriba ishi. Metalmas materiallardan buyumlar tayyorlash.....	90
18-tajriba ishi. Ba'zi yog'och xillari, kesmalari, tashqi belgilari va tuzilishini o'rganish	97
Foydalanilgan adabiyotlar	102

KIRISH

Har qanday islohot, iqtisodiyotdagi har qanday natijaning pirovard maqsadi, kishilar turmushini, maishiy sharoitini yaxshilash, farovonlik darajasini yuksaltirishga qaratilgan.

Shu nuqtai nazardan qaraganda, oxirgi yillarda Respublikamizda zamonaviy texnologiyalar asosida xorijiy hamkorlar bilan birgalikda yangi korxonalar qurildi.

Eksport salohiyatiga ega zamonaviy korxonalar qurilishi natijasida qo'shimcha ish o'rinlari paydo bo'ldi.

Jumladan keyingi yillarda mashinasozlik sanoatida ham tub o'zgarishlar bo'ldi. Mashinasozlikda ishlatiladigan metallar olishning zamonaviy usullari, ularga ishlov berishning yangi texnologiyalari qo'llanilmoqda. Respublikamiz avtomobilsozligi, to'qimachilik, paxta sanoatida mashinalar detallari mustahkam va uzoq muddatda ishlashini ta'minlash uchun ularni tayyorlashning zamonaviy texnologik jarayonlari ishlab chiqilmoqda.

Ushbu uslubiy ko'rsatma "Materialshunoslik va metallar texnologiyasi" kursidan tajriba ishlarini o'tkazish, talabalarni mustaqil ishni bajarishga tayyorlash, shu bilan birga ularga asbob mashina va uskunalar bilan ishlash yo'llarini bilib olishiga yordam beradi. Tajriba ishlarini bajarish davomida talabalar metall va qotishmalarning tarkibini, xossalarini hamda ularga ishlov berish usullarini o'rganib oladilar. Shu bilan birga ish davomida malakaviy ko'nikmalar hosil qiladilar.

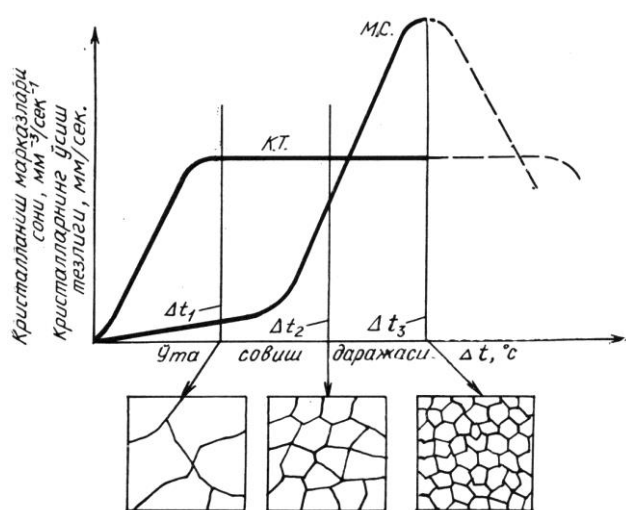
Uslubiy ko'rsatmada har bir tajriba ishi zarur bo'lgan nazariy ma'lumotlar, ishni bajarish uchun maqsad va vazifalar, tajriba o'tkazish asboblari va tartibi, talabalarning bilimlarini qanchalik o'zlashtirilganligini tekshirish uchun nazorat savollari hamda olingan ma'lumotlarni ishlab chiqish va ish yuzasidan hisobot yozish yo'llarini o'z ichiga oladi.

1 – TAJRIBA I SHI

Biologik mikroskop yordamida tuzli eritmalarining kristallanish jarayonini o'rganish.

Ishni bajarishdan maqsad. Biologik mikroskopning ishlashini, tuzilishini, tuzli eritmalarining bug'lanish davrida kristallanish jarayonini o'rganish.

Umumiy tushuncha. *Kristallanish* deb metall (qotishma)larning suyuq holatdan qattiq kristallik holatga o'tishiga aytiladi. Bu birlamchi kristallanishdir. Qattiq kristallik fazada atomlar ma'lum tartibda joylashadi. Harorat kristallanish t_{kr} nuqtadan yuqori bo'lsa beqaror holat suyuqlikdir, harorat t_{kr} nuqtadan past bo'lsa barqaror holat qattqlikdir.



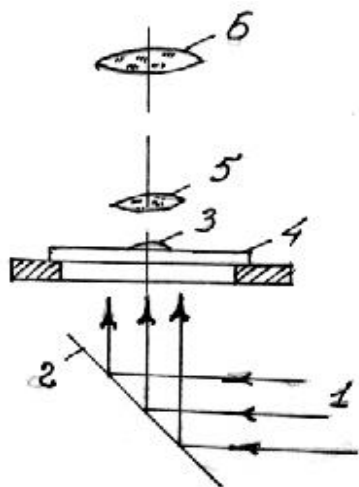
1-rasm. O'ta sovuz markazlar tug'ilish va kristall o'sish tezliklari orasidagi bog'lanish sxemasi.

Suyuqlik sovitilganda kristallanish jarayoni nazariy nuqtaga qaraganda bir oz pastroq haroratda boshlanadi. Boshqacha qilib aytganda kristallanish jarayoniga o'tish uchun ma'lum o'ta sovish talab qilinadi.

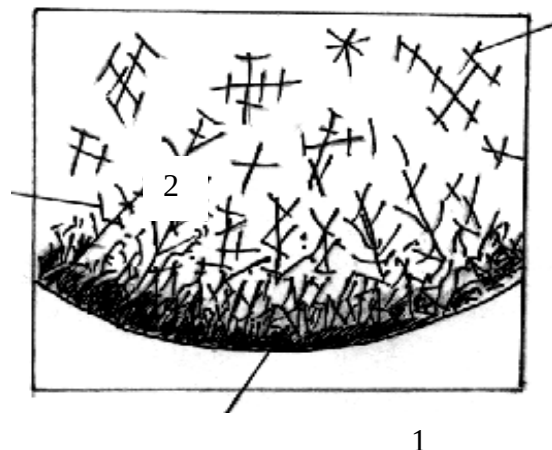
Kristallanish jarayoni ikki davr ichida o'tadi: kristallanish markazlari tug'ilishi va kristallarni o'sishi. Bu ikki davrni o'tish tezligi suyuqlikni o'ta sovishiga bog'liqdir.

Sovitish tezligi qancha ortsa, o'ta sovish ham kristallanish davrida shuncha ortiq bo'ladi. O'ta sovishni oshib borishi bilan kristallanish markazlarining tug'ilishi va kristallarning o'sish tezliklari oshadi, ammo markazlarning tug'ilish tezligi ancha katta bo'ladi (1-rasm).

Shuning uchun kristallanish jarayonida o'ta sovish chuqur bo'lsa, metall (qotishma)lar mayda donali strukturaviy kristall tuzilishga ega bo'ladi. O'ta sovish darajasi kristallarning shakliga ham ta'sir etadi. O'ta sovish darajasi unchalik katta bo'lmagan kristal panjaraning asosiy o'qlariga mos yo'nalishda o'sadi, ya'ni kristallar dendrit shaklini oladi (2-rasm). Kristallanish jarayoni dendrit shoxlari oraliqlarini qotishi bilan yakunlanadi.



3-rasm. MBU – 5 mikroskopining optic sxemasi.



2 - rasm. Dendrit kristallarining tuzilish sxemasi.
1. Mayda kristallar. 2. Cho'ziluvchan dendrit
3. Har xil yo'nalgan dendritlar.

O'ta sovish darajasi ancha katta bo'lsa, sferoid shaklidagi kristallar hosil bo'ladi.

Kristallanish jarayonini mikros-kop ostida tuzlar eritmalarini bug'lanish davrida kuzatish mumkin. Buning uchun biologik mikroskoplardan foydalanish mumkin. Mikroskopning namuna stolchasiga yupqa shisha oyna o'rnatiladi. Oynaning ustiga NH_4Cl yoki $NaCl$ tuzlarning suvdagi o'ta to'yingan eritmasi tomiziladi. Suv bug'langanda tuz kristallanib boradi. MBU-5 biologik mikroskopning optik sxemasi 3 - rasmda keltirilgan.

Nurlar 1 tabiiy yoki sun'iy yorug'lik manbaidan, ko'zgu 2 ga tushib qaytib, yassi shisha 4 plastinkaning kuzatayotgan ob'ekt 3 dan tuzli eritma tomchisi orqali o'tib, ob'ektiv 5 va keyin esa okulyar 6 orqali kuzatuvchining ko'ziga tushadi.

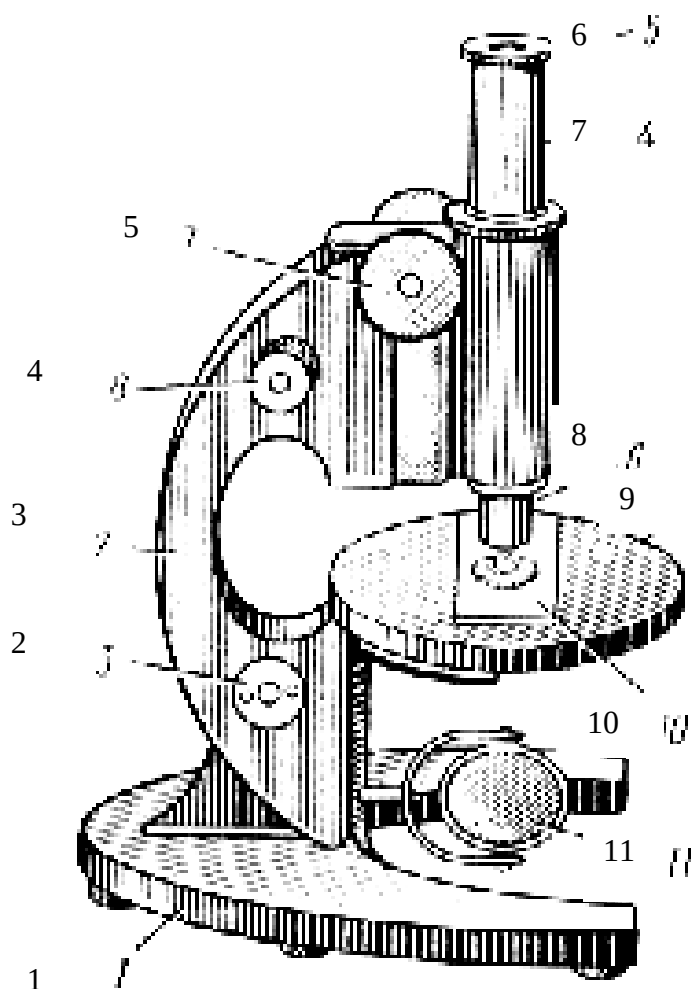
Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Ishni bajarishda MBU-5, SHM-1 va MBS-9 biologik mikroskoplar, probirkalar, spirtovka yoki qizdirish elektroplitkasi, tsirkul, chizgich va $Pb(NO_3)_2$, $K_2Cr_2O_7$, $NaCl$, NH_4Cl tuzlaridan foydaniladi.

Ishni bajarish tartibi. 1. Tuz eritmasi tayyorlanadi. O'ta to'yingan eritma olish uchun yuqorida aytilgan tuzlardan bittasi issiq ($70^\circ - 80^\circ S$) suvda eritiladi. Eritish shisha idishda (probirkada) spirt alangasida $70^\circ - 80^\circ S$ da o'tkaziladi.

2. Biologik mikroskopning kattalashishi 100 dan oshirilmasdan o'rnatiladi (4-rasm).

3. Mikroskopning nur qaytaruvchi ko'zgusi yorug'lik tomonga aylantiriladi. Shunda okulyar (6) da yorug'lik ko'rinadi.

4. Tekis shishaga pipetka bilan issiq suvdagi tuzning o'ta to'yingan eritmasi tomiziladi va mikroskop stolchasiga (9) o'rnatiladi.



4-rasm. MBU-5 Biologik mikroskopning umumiy ko'rinishi.

1.Taglik 2. Sharnir 3. Tana 4.Mikrometrik vint 5. Fokusga kirituvchi vint 6. Okulyar 7. Tubus 8. Ob'ektiv 9. Namuna stolchasi 10. SHisha qistirgich 11. Ko'zgu.

5. Fokusga kirituvchi vint 5 bilan eritma tomchisi fokusga kiritiladi.

6. Okulyar 6 da kuzatilgan kristallanish jarayoni sxematik ko'rinishi hisobotda chiziladi.

Nazorat savollari

1. Kristallanish deb nimaga aytiladi?
2. Qayta sovish nima?
3. Kristall donalarining shakllarini tushuntiring.
4. Dendrit strukturasini paydo bo'lish jarayonini tushuntiring.
5. Biologik mikroskop tuzilishini tushuntiring.
6. Kristallanish jarayonida tashqi muhitning ta'siri qanday?

Ish haqida hisobot. Kuzatuvdan hosil bo'lgan tuz kristallarning tuzilish sxemasi chiziladi. Nazorat savollariga to'liq javob yoziladi.

2 – T A J R I B A I S H I

Metallar va qotishmalarni o'rganish

Ishni bajarishdan maqsad. Metall va qotishmalarning asosiy turlari, fizik - mexanikaviy xossalari hamda qo'llanish sohalari bilan tanishish.

Umumiy tushuncha. Barcha metallar ikki guruxga: qora va rangli metallarga bo'linadi. Qora metallar guruhiga, asosan, temir va uning qotishmalari (cho'yan va po'lat) kiradi, qolgan barcha metallar rangli metallar guruhini tashkil qiladi.

Rangli metallar, o'z navbatida, quyidagi guruhlarga bo'linadi.

a) *og'ir metallar* guruxi: bularga mis, nekel, qo'rg'oshin, qalay, kadmiy, kobalt, mishyak, surma, vismut, simob va boshqalar, ya'ni solishtirma og'irligi $\rho = 5 - 13,6 \text{ g/sm}^3$ gacha bo'lgan metallar kiradi.

Eng og'ir metall *simob* (Hg) bo'lib, uning solishtirma og'irligi $13,6 \text{ g/sm}^3$ ga baravar.

b) *engil metallar* guruxi: bularga alyuminiy, magniy, titan, natriy, berilliy, litiy, bariy, kaltsiy, strontsiy va boshqalar ya'ni solishtirma og'irligi $\rho = 0,53 - 5 \text{ g/sm}^3$ gacha bo'lgan metallar kiradi.

Eng engil metall *litiy* (Li) bo'lib, uning solishtirma og'irligi $0,53 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

v) *asl, (qimmatbaho) metallar* guruhi: bularga oltin, kumush, platina, osmiy, iridiy, rodiy, ruteniy, paladiy kabi metallar kiradi. Asl metallarning ximiyaviy aktivligi juda past bo'lib, kislorod bilan bevosita birikmaydi, demak ular korroziyabardosh metallardir.

g) *nodir (qiyin suyuqlanuvchan) metallar* guruhi: bularga suyuqlanishi qiyin bo'lgan metallar: volfram, molibden, tantal, niobiy, tsirkoniy, tarqoq metallardan: talliy, galliy, germaniy, indiy, reniy, gafniy, rubidiy, tseziy, siyrak er metallardan: lantan va lantanidlar, radioaktiv metallardan: poloniy, radiy, aktiniy, toriy, uran va boshqalar kiradi.

Texnikada eng ko'p ishlatiladigan metallar jumlasiga temir, mis, alyuminiy, magniy, rux, qo'rg'oshin, qalay, surma va boshqalar kiradi. Quyida texnikada keng ko'lamda ishlatiladigan metallarga oid ma'lumotlar keltiramiz.

Qora metall asosini tashkil qiladigan element temir bo'lib uning xarakteristikasi quyidagilardan iborat.

Temir - kimyoviy belgisi «Fe». D.I.Mendeleev elementlar davriy sistemasining VIII guruhida joylashgan bulib tartib rakami 26, atom og'irligi 55,847; solishtirma og'irligi esa 7,86 g/sm³ bo'lgan yumshoq, plastik, kulrang tusda tovlanadigan oq metall. Temirning suyuqlanish temperaturasi 1539 °S ga, qaynash temperaturasi esa 2770 °S ga teng.

Texnikaviy toza temir, asosan, elektr texnikasida elektr motorlari, dinamomashinalar, elektr magnitlar uchun o'zaklar va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi. Temir kukunidan kukun metallurgiyasida detallar tayyorlashda foydalaniladi. Temir cho'yan va po'latning asosiy tarkibiy qismini tashkil etadi.

Texnikada eng ko'p ishlatiladigan ba'zi rangli metall va uning qotishmalari to'g'risidagi xarakteristika quyidagilardan iborat.

Mis - kimyoviy belgisi «Su». D.I.Mendeleev davriy sistemasining I-guruhida joylashgan, tartib nomeri 29, atom og'irligi 63,54, solishtirma og'irligi esa 8,93 g/sm³ bo'lgan yumshoq, plastik, qizil tusli metall. Mis 1083 °S da suyuqlanadi va 2560 °S da qaynaydi, issiqni va elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Toza mis elektr texnikasida elektr simlari va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi. Ishlab chiqariladigan misning anchagina miqdori mis qotishmalari - latun va bronza tayyorlashga ketadi.

Latun - asosan mis bilan ruxning qotishmasi bo'lib, texnikada tarkibidagi rux miqdori 45 % gacha bo'lgan qotishma ishlatiladi.

Latunlarning rusumi "L" harfi va latun tarkibidagi misning miqdorini ko'rsatadigan raqamlar bilan ifodalanadi. Masalan, L62, L68, L70, L80 va h.k. Tarkibida mis bilan ruxdan tashqari boshqa elementlar ham bo'ladigan maxsus latunlarning rusumida L harfidan keyin qaysi element qo'shilganini bildiruvchi harflar (element ruscha nomining bosh harfi), shundan keyin esa tegishli raqamlar yoziladi, masalan, LS74 - 3; LO70 - 1; LAN - 59-3-2 va h. Birinchi qotishmada katta L - latun, 74 % - mis, 3 % - qo'rg'oshin va qolgani ruxdir. Keyingi misollarda ham belgilashlar shu kabi bo'lib, O - qalay (olovo), A - alyuminiy, N - nikelni bildiradi.

Bronza asosan, misning qalayli qotishmasi bo'lib, keyingi vaqtlarda misning alyuminiyli, qo'rg'oshinli va berilliyli qotishmalari ham olingan. Bronzalarning rusumi Br. harflari va qotishma tarkibidagi legirlovchi elementlarni bildiradigan harflar va shu elementlarning foiz hisobidagi o'rtacha miqdorini ko'rsatuvchi raqamlar bilan ifodalanadi. Masalan, BrONS 11- 4-3 rusum qalay, nikel hamda qo'rg'oshin bilan legirlangan bronzani bildirib, 11 soni bronza tarkibida 11% qalay, 4 raqami - 4% nikel, 3 raqami esa 3% qo'rg'oshin borligini bildiradi.

Alyuminiy - kimyoviy belgisi «Al». D.I.Mendeleev elementlar davriy sistemasining III guruhida joylashgan, tartib nomeri 13, atom og'irligi 26,9815, solishtirma og'irligi esa 2,7 g/sm³ bo'lgan yumshoq, plastik, oq tusli metall. Uning suyuqlanish temperaturasi 657 °S ga, qaynash temperaturasi esa 1800 °S ga teng.

Alyuminiyning elektr o'tkazuvchanligi yuqori (misdan keyingi o'rinda), shuning uchun undan elektr simlari tayyorlanadi. Alyuminiyning eng ko'p miqdori qotishmalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Alyuminiyga Su, Si, Mg, Zn, Fe kabi elementlarni alohida-alohida yoki ma'lum kombinatsiyada qo'shib suyuqlantirish yo'li bilan uning qotishmalari olinadi. Alyuminiy qotishmalariga legirlovchi elementlar sifatida Ni, Cr, Co va boshqalar, qotishma xossalarini yaxshilaydigan elementlar sifatida esa oz miqdorda natriy, berilliy, titan, selen Nb lar qo'shiladi. Alyuminiyning qotishmalaridan eng ko'p ishlatiladigani duralyuminiy (alyuminiyning mis va magniy bilan qotishmasi), siluminlar (alyuminiyning kremniy bilan qotishmasi) va boshqalardir.

Rux - ximiyaviy belgisi «Zn». D.I.Mendeleev elementlar davriy sistemasining II guruhida joylashgan, tartib rakami 30, atom og'irligi 65,37, solishtirma og'irligi esa 7,14

g/sm³ bo'lgan ko'kish-oq tusli metall. Rux 419 °S da suyuqlanadi, ancha mo'rt, ammo 100-110 °S da plastik holatga keladi.

Rux xilma-xil maqsadlarda: temir tunukani zanglashdan saqlash uchun uning sirtini qoplashda, galvanik elementlar tayyorlashda, qotishmalar hosil qilishda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi.

Qo'rg'oshin - kimyoviy belgisi «Pb». D.I. Mendeleev elementlar davriy sistemasining IV guruhida joylashgan, tartib raqami 82, atom og'irligi 207,19, solishtirma og'irligi esa 11,34 g/sm³ bo'lgan, oqish-havorang tusli, g'oyat plastik metall. Uning suyuqlanish temperaturasi 327 °S, qaynash temperaturasi esa 1750 °S.

Qo'rg'oshindan akkumulyatorlar ishlab chiqarishda, kavsharlar, babbittlar, kabel qobiqlari, bosmaxona qotishmalari va boshqalar tayyorlashda ham foydalaniladi.

Qalay - kimyoviy belgisi «Sn». D.I. Mendeleev elementlar davriy sistemasining IV guruhida joylashgan, tartib raqami 50, atom og'irligi 118,69, solishtirma og'irligi esa 7,3 g/sm³ bo'lgan yumshoq, oqish metall, havoda sekin-asta xiralashib qoladi, ya'ni oksid parda bilan qoplanadi. Qalayning suyuqlanish temperaturasi 231,9 °S ga, qaynash temperaturasi esa 2270 °S ga teng.

Qalay tunukalarni oqlash, podshipnik qotishmalari, kavsharlar, oson suyuqlanuvchi saqlagich qotishmalar tayyorlash va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi.

Surma - kimyoviy belgisi «Sb». D.I. Mendeleev elementlar davriy sistemasining V guruhida joylashgan, tartib raqami 51, atom og'irligi 121,75, solishtirma og'irligi esa 6,69 g/sm³ bo'lgan yumshoq, yaltiroq oq tusli metall. Surma 631 °S da suyuqlanadi va 1440 °S qaynaydi.

Surma bosmaxona qotishmalari, podshipnik qotishmalari, akkumulyator plastinkalari uchun ishlatiladigan qo'rg'oshin qotishmalarini tayyorlashda, avtomobil, velosiped va boshqa mashinalar detallarining sirtini bezashda ishlatiladi.

Titan - ximiyaviy belgisi «Ti». D.I. Mendeleev elementlar davriy sistemasining IV guruhida joylashgan, tartib raqami 22, atom og'irligi 47,9, solishtirma og'irligi esa 4,54 g/sm³ bo'lgan oq rangli yaltiroq metall. U juda ham plastik, korroziyaga va issiqqa chidamli. Uning suyuqlanish temperaturasi 1725 °S, qaynash temperaturasi 3200 °S.

Titan metallokeramik qotishmalar tayyorlashda, legirlangan po'latlar olishda ishlatiladi.

Titan alyuminiydan salkam ikki barobar og'ir bo'lib uning puxtaligi alyuminiydan uch barobar ortiq. SHuning uchun titan qotishmalari samolyotsozlik, kemasozlik, mashinasozlik, shu jumladan kimyo mashinasozlik sanoatida nihoyatda qimmatbaho material bo'lib qoldi.

Metallarning qotishmalaridan konstruksion materiallar sifatida ko'p ishlatiladiganlaridan yana biri babbittlar va kukun qotishmalaridir.

Mashina va mexanizmlarda ishlatiladigan dumalash va sirpanish podshipniklarining val va o'q bo'yniga tegib turadigan yuza qismlari (vkladishlari) tayyorlash uchun podshipnik qotishmalari yoki antifriktsion qotishmalar babbittlardan yasaladi.

Babbittlar. (Amerika ixtirochisi I.B.Babbitt sharafiga qo'yilgan). Babbitt - qalayga Pb, Zn yoki alyuminiyga Se, Cu, Cg, As va boshqa metallar qo'shib tayyorlangan qotishmadir. Bu materiallar etarli darajada yuqori mexanik xossalarga ega bo'lish bilan birga val sirtiga moslashuvchan, ishqalanish ko'effitsienti kichik, issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, korroziyabardosh hamda o'ziga moyini saqlay olish xususiyatiga ega.

Qiyin suyuqlanuvchi metallarning xarakteristikasi.

Vol'fram - kimyoviy belgisi «W». D.I.Mendeleev elementlar davriy sistemasining VI guruhida joylashgan, tartib raqami 74, atom og'irligi 183,85, solishtirma og'irligi esa 19,3 g/sm³ bo'lgan och kulrang, juda kattiq metall. Uning suyuqlanish temperaturasi 3410 °S, qaynash temperaturasi 5930 °S.

Volfram xona haroratida juda mo'rt, havoda mutlaqo oksidlanmaydi. U legirlangan po'latlar, qattiq qotishmalar, elektr lampalarning cho'g'lanish tolalari, elektrodlar, rentgen naylarining katodlari va boshqa muhim materiallar olishda ishlatiladi.

Molibden - kimyoviy belgisi «Mo». D.I.Mendeleev elementlar davriy sistemasining VI guruhida joylashgan, tartib raqami 42, atom og'irligi 95,94, solishtirma og'irligi esa 10,23 g/sm³ bo'lgan yaltiroq metall. Uning suyuqlanish temperaturasi 2625 °S, qaynash temperaturasi 5560 °S.

Molibden maxsus va tezkesar po'latlar, metallokeramik qotishmalar, maxsus o'tga chidamli shishalar olishda va boshqa maqsadlarda keng qo'llaniladi.

Kukun qotishmalari. Metallarning kukunlaridan tayyorlanadigan qotishmalar *kukun qotishmalari* deyiladi. Ularni ishlab chiqarish sohasi *kukun metallurgiyasi* deyiladi.

Kukun metallurgiyasi usulida buyumlar tayyorlashda kukunlar avvalo yaxshilab aralashtiriladi, so'ngra qoliplarga solinib presslanadi va ular suyuqlanish temperaturasidan bir oz pastroq temperaturada ushlab turiladi. Bu usulda xilma xil shaklli, juda aniq o'lchamli mustahkam buyumlar olishga erishiladi va ularga metall kesish dastgohlarida ishlov berishning hojati qolmaydi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Metall va qotishmalarning namunalari, tarozilar, ko'ndalang kesimi profili bo'yicha ishlov berilgan, shtamplangan va quyma prokat namunalari, shtangentsirkul - SHTS-1, lupa, metall va qotishmalar plakati, metallar va qotishmalarning standart namunalari, D.I.Mendeleev davriy sistemasi.

Ishni bajarish tartibi. Ishni bajarishdan oldin elementlar davriy sistemasini o'rganish va shu mavzuga oid elementlarni o'rganib chiqish, adabiyotdan metall va qotishmalarning olinishi, xossalari va ishlatilish sohalarini o'qib chiqish kerak.

Shundan keyin quyidagicha ish yuritiladi:

1. Metall va qotishmalarning plakatlari, metall va qotishmalarning standartlari bilan tanishiladi.
2. Singan joyiga qarab namuna materiali aniqlanadi.
3. O'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha biror metall namunasining zichligi aniqlanadi.
4. Po'lat va cho'yan quymalari, quyma va shtampovka qoliplari hamda prokat namuna profillari bilan tanishiladi.
5. Namunani o'rganish va kuzatishda olingan natijalar asosida qo'yidagi jadval to'ldiriladi.

1 – jadval

Namuna raqami	Namu -na ma- teri-ali	Davlat stan- darti raqam i	Rangi va boshq a belgi.	So- lish- tirma og'ir.	Suyuq- lanish temp.	Mexanik va b. xoss.	Qo'llanilish sohasi

Nazorat savollari.

1. Metallar necha guruhga bo'lib o'rganiladi va nima uchun?
2. Rangli metallar necha turga bo'linadi?
3. Qora metallarga nimalar kiradi?
4. Asl metallarga qanday metallar kiradi?
5. Nodir metallarga qaysilar kiradi?
6. Latun qanday qotishma va qanday detallar tayyorlashda ishlatiladi?
7. Bronza qanday qotishma va ulardan qanday detallar tayyorlanadi?
8. Babbitt qanday qotishma?
9. Kukun materiallaridan tayyorlangan qotishmalarni aytib bering?

Ish haqida hisobot. Hisobotda ishning maqsad va vazifalari, «Metallar va qotishmalar tansifi» sxemasi, hamda ish natijalari yozilgan jadval to'ldiriladi va nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

3 – T A J R I B A I S H I

Po'latlarning makroskopik analizi.

Ishni bajarishdan maqsad. Makroskopik analiz o'tkazish, makroshlif tayyorlash uslubini o'rganish va po'latlarning makrostrukturasini aniqlash.

Umumiy tushuncha. Har qanday materiallarni, ya'ni qattiq moddalarning, jumladan materiallarning tashqi ko'rinishini, tuzilishini oddiy ko'z yoki linza (lupa) yordamida tekshirish uning makrostrukturasini aniqlash deyiladi. Odatda linza yoki lupalar moddalarning haqiqiy o'lchamlarini qariyb 30 martagacha kattalashtirib ko'rsatadi. Materiallarning makrostrukturasini aniqlash uchun undan tayyorlangan namunalarning sirti yaxshilab silliqilanadi va tozalanadi, ana shunday namunaga **makroshlif** deb ataladi. Tajribada makrostrukturani aniqlaganda toblanmagan uglerodli po'latlardan, ya'ni prokatlardan qalinligi 10 dan 20 mm gacha bo'lgan namunalar tayyorlanadi. Po'latlar makroanaliz qilinganda ko'pincha, ulardagi likvatsiya hodisalari, tarkibiga aralashib qolgan bekorchi jinslar: oltingugurt, fosfor, marganets hamda gaz pufakchalari, havo bo'shliqlari

mavjudligi, darz ketgan va ketmaganligi aniqlanadi. SHuni aytish kerakki, likvatsiya darajasi va xarakteri faqatgina uglerodning va bekorchi jinslarning miqdoriga bog'liq bo'lmay, balki metallni quyish sharoitiga, quymaning kristallanishiga va bosim bilan ishlanishiga ham bog'liq bo'ladi.

Po'latlarda oltingugurt likvatsiyasi Bauman usuli bilan aniqlanadi. Po'latlardagi fosfor likvatsiyasi po'latga quyidagi tarkibli reaktiv vositasi yordamida ishlov berib aniqlanadi: 1000 sm³ suvda 85 g mis xlorid (CuCl₂) va 53 g ammoniy xlorid (NH₄Cl) eritmasi ta'sir ettirish bilan aniqlanadi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Oltingugurt va fosfor notekis taqsimlangan po'lat namunalari, donadorligi turlicha bo'lgan jilvir qog'ozlar, vanna, lupa, qisqichlar, paxta, filtr va foto qog'ozlar, spirt, reaktivlar, chinni kosachalar, xamda shlif mashinasi (CHarxlash dastgohi).

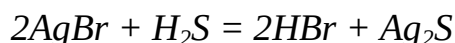
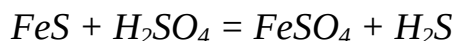
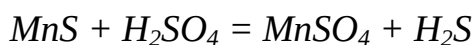
Ishni bajarish tartibi. Tajriba o'tkazishdan oldin texnika xavfsizligiga rioya qilgan holda sulfat kislotaning 5 % li eritmasini tayyorlab olish kerak. Buning uchun zaruriy kontsentrlangan sulfat kislota va suv miqdorini hisoblab topib, kislotani asta-sekin suvga (lekin aksincha emas!) quyish va doimo chayqatib turish kerak. Eritmani tayyorlashda qo'lqop kiyish va himoya ko'zoynagi taqib olish tavsiya etiladi.

Oltingugurt likvatsiyasini aniqlash. 1. Silliqlangan namunani sirti spirtida ho'llangan paxta bilan artib tozalanadi.

2. Ochilgan foto qog'oz 6 minut davomida 5 % li sulfat kislota eritmasida ushlab turiladi, so'ngra eritmadan chiqarilib filtr qog'ozi orasida quritiladi. Qurtilgan foto qog'oz tayyorlangan makroshlif namunasiga emulsiyasi bor tomoni bilan yopishtiriladida, ustidan qo'l bilan bosiladi. Bunda foto qog'oz bilan makroshlif orasidagi havo chiqib ketadi. 2 - 3 minutdan keyin foto qog'oz namunadan ko'chirib olinadi.

3. Ko'chirib olingan foto qog'oz suv bilan yuviladi, so'ngra natriy giposulfitning suvdagi 25 % li eritmasida 3 - 4 minut ushlab turiladi va qaytadan suvda yuvilib, so'ngra quritiladi. Foto qog'ozdagi qo'ng'ir rangli qismlar namunadagi oltingugurt to'plangan (sulfidlar to'plamini) joylarni ko'rsatadi. Ma'lumki, oltingugurt po'latda marganets va temir bilan ximiyaviy birikmalar MnS va FeS holida uchraydi. Bu birikmalar sulfat kislota bilan reaksiyaga kirishib, vodorod sulfid (H₂S) ajratib chiqaradi. Agar makroshlifda (namunada)

oltingugurt likvatsiyalanib (kirib) qolgan bo'lsa, u holda foto qog'ozdagi kumush bromid (AgBr) bilan tajriba natijasida ajralib chiqqan vodorod sulfid (H_2S) reaksiyaga kirishadi va kumush sulfid (Ag_2S) hosil qiladi. Bu esa foto qog'ozda qo'ngir rangli qism bo'lib ko'rinadi, ya'ni:



Fosfor likvatsiyasini aniqlash. 1. Silliqlangan namuna sirti spirtida ho'llangan paxta bilan artib tozalanadi.

2. Namuna yuqorida keltirilgan reaktivga (mis xlorid bilan ammoniy xlorid aralashmasiga) solinib, 1 - 2 minut davomida ushlab turiladi. Reaktivda namuna tarkibidagi temir erib, misni siqib chiqaradi. Siqib chiqirilgan mis namuna sirtiga yopishadi.

3. Namuna sirtidagi mis suv oqimida yuviladi va ho'l latta bilan artiladi.

4. Namuna quritiladi. Namunada paydo bo'lgan tim qora dog'lar (qismlar) fosfor bilan boyigan joylar bo'ladi, chunki temirda fosfor qancha ko'p bo'lsa, u shuncha yaxshi va tezroq eriydi.

5. Namunada hosil bo'lgan izlarni chizing va fosfor likvatsiyasiga xarakteristika bering.

Nazorat savollari.

1. Shlif nima?
2. Makroshlif qanday tayyorlanadi?
3. Makrostruktura deb nimaga aytiladi?
4. Makroanaliz nima?
5. Likvatsiya nima va unda nima aniqlanadi?
6. Likvatsiya darajasi nimaga bog'liq?
7. Oltingugurt likvatsiyasi qanday aniqlanadi?
8. Fosfor likvatsiyasi qanday aniqlanadi?
9. Namuna nima sababdan mis xlorid va ammoniy xlorid aralashmasiga solinadi?
10. Fosfor nima sababdan qora tusga kiradi?

Ish haqida hisobot. Bajarilgan ishning maqsadi, vazifasi, namunani (makroshlifni) tayyorlash uslubi, oltingugurt va fosforning likvatsiyasini aniqlanadi, ikkala makroshliflardagi izlarning sxemasi tasvirlanib, ular analiz qilinadi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

4 – T A J R I B A I S H I

Po'lat namunasini mikroskopik analiz qilish.

Ishni bajarishdan maqsad. Metallarning mikroskopik analiz qilish usullarini amaliy o'rganish. Uglerodli po'lat namunasining mikrostrukturasini aniqlashni o'rganish. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarning tarkibidagi uglerod miqdorini uning mikrostrukturasidan foydalanib aniqlash.

Umumiy tushuncha. Har qanday materialning tuzilishi, ichki nuqsonlari, ya'ni unda darzlar, shlak va gaz aralashmalari bo'shliqlari bor yo'qligi mikroskopik va rentgen analizlaridan hamda magnit maydonidan, ultratovush vositalaridan, radioaktiv izotoplardan foydalanib aniqlanadi. Metall va qotishmalarning strukturasini tekshirish uchun esa metallografik mikroskopdan foydalaniladi. Metallografik mikroskoplarning biologik mikroskoplardan farqi shundaki, metallografik mikroskoplar qaytgan nurlar asosida, biologik mikroskoplar esa o'tgan nurlar asosida strukturalarni tekshirishga imkon beradi.

Hozirgi vaqtda 3000 va undan ortiq martagacha kattalashtiradigan vertikal MIM-6, MIM-7, MIM-10 va gorizontal MIM-8, MIM-8M rusumli metallografik mikroskoplar ishlatiladi.

Metallografik mikroskop yordamida tekshiriladigan AB jism (shlif) linzalar, sistemasidan iborat bo'lgan ob'ektiv oldiga qo'yiladi (5-rasm). Shlifdan qaytgan va ob'ektivdan o'tgan nur sinib haqiqiy tuzilishning kattalashtirgan aksini "A", "V" beradi.

Tekshiriladigan shlif okulyar yordamida kuzatiladi. Ob'ektiv hosil qilingan optik tasvirini okulyar to'g'rilaydi va mavhum kattalashtirgan tasvirini hosil qiladi. Tasvir normal odam ko'zi uchun qulay bo'lgan 250 mm masofada proektsiyalanadi.

Ko'z bilan qaraganda mikroskopning umumiy kattalashtirishini ob'ektiv bilan okulyar birga hosil qiladi (5-rasm).

$$V_M = V_{OK} \cdot V_{ob} = \frac{250}{F_{OK}} \cdot \frac{l}{F_{ob}}$$

Bu erda: V_m - mikroskopning kattalashtirishi.

V_{ok} - okulyarning kattalashtirishi.

V_{ob} - ob'ektivning kattalashtirishi.

F_{ok}, F_{ob} - okulyar va ob'ektivning fokuslararo masofasi, mm.

l - tubusning optik uzunligi.

250 - kuzatish burchagining normal masofasi, mm.

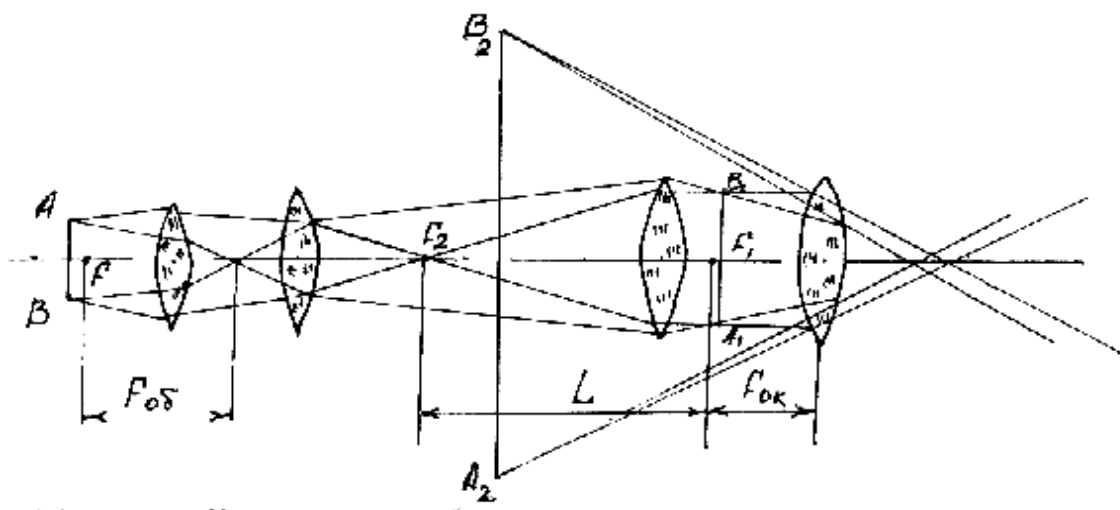
Maksimal foydali kattalashtirish. Bu shunday kattalashtirish bo'lib, kuzatiladigan namuna aniq ko'rinishini taminlaydi.

$$M_{\max} = \frac{d_1}{d}$$

Bu erda: $M_{\max}$ - maksimal kattalashtirish.

d_1 - odam ko'zining maksimal ko'rish qobiliyati 0,2....., 0,3 mm ga teng.

d - optik sistemaning maksimal kattalashtirish qobiliyati.



5-rasm. Namunadan qaytgan nurlarning linzalar sistemasida yo'nalishi.

Temir-uglerod diagrammasi qotishmalarning har xil haroratdagi holatlarini aniqlash imkonini beradi.

Suyuq qotishmaning asta-sekin sovib borishi jarayonida birlamchi kristallanish diagrammadagi likvidus va solidus chiziqlari oralig'ida vujudga keladi.

Ikkilamchi kristallanish esa temirning birinchi allotropik shakl o'zgarishi bilan boshlanadi va haroratning pasayishi bilan qotishma tarkibidagi uglerod miqdori kamayib borib, austenit va ferrit shaklini oladi.

Uglerodli po'latlarning strukturaviy tuzilishi austenit, ferrit, tsementit va perlit kabi strukturaviy tuzilishlardan iborat.

Austenit qattiq aralashma bo'lib, faqat yuqori haroratdagina hosil bo'ladi va γ - temirdagi eritma bo'lib hisoblanadi. Ferrit α - temirdagi qattiq eritma bo'lib, xona haroratida texnik temir holatida bo'ladi. Tsementit ximiyaviy aralashma bo'lib, temir - uglerod va temir karbididan iborat. Uglerodli po'latlarda tsementit plastinka yoki to'r shaklida uchraydi. Ular juda puxta va qattiq strukturali temir-uglerod qotishmasi hisoblanadi. Perlit mexanikaviy aralashma bo'lib, ferrit va tsementit donalaridan iborat. U dispers strukturali, shuning uchun mikroskopda qora rangda ko'rinadi va juda qattiq qotishma bo'lib hisoblanadi. Qattiqligi $NV\ 1700 - 2000\ \text{mn/m}^2$ ($NV\ 170 - 200\ \text{kgk/mm}^2$)

Uglerodli po'latlarning strukturaviy tuzilishi uglerod miqdoriga ko'ra evtektoidgacha, evtektoidli va evtektoiddan keyingi po'latlarga bo'linadi.

Qotishma tarkibida 0,02 % gacha uglerod bo'lsa texnik temir deb, $0,02 \div 0,8$ % gacha uglerodi bo'lgan qotishmaga evtektoidgacha, $0,8 \div 2,14$ % gacha uglerod bo'lsa evtektoiddan keyingi va faqat 0,8 % uglerodi bor eritmaga evtektoidli qotishma deb ataladi.

Mikroskop ostida qaralganda ferrit donalari ochiq oq rangda, perlit esa qora tusda ko'rinadi. Bu bilan qotishma tarkibida necha foiz uglerod borligini undan tayyorlangan namunaning shlifga tayyorlangan yuzasini analiz qilish usuli bilan aniqlash mumkin.

Shlif deb mikroanalizlar uchun maxsus tayyorlangan namunalarning yuzasiga aytiladi.

Metall va qotishmalarning tuzilishini metallografik mikroskop yordamida 50 - 2000 martagacha kattalashtirib o'rganishga **mikroanaliz** deb ataladi.

Mikroskopik analizda metall va qotishmalarning ichki tuzilishlari (strukturasi) o'rganiladi. Mikroanaliz yordamida tekshiriladigan namunadagi elementlarning joylashuvini aniqlash **mikrostruktura** deb ataladi.

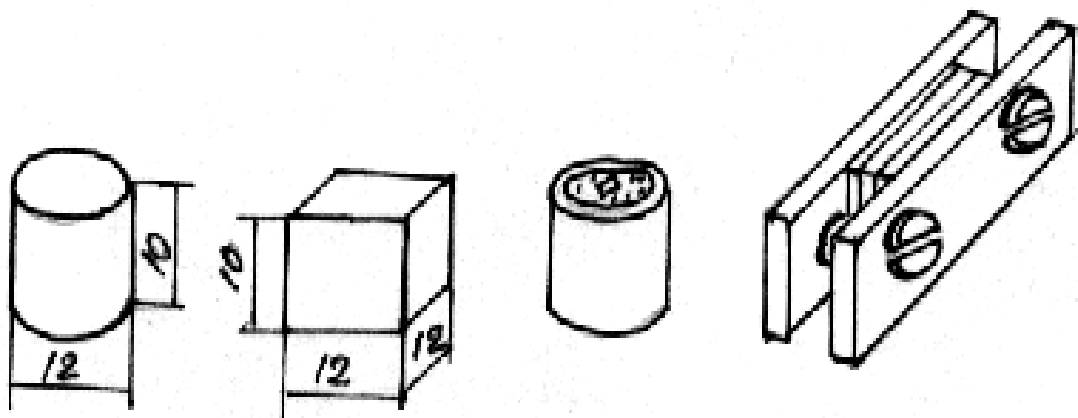
Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Ishni bajarish uchun turli po'lat va cho'yan namunalari, turli donador o'lchamli silliqlash qog'ozlari, suv, chinni idish, paxta, qalin shisha, jilvirlash dastgohi, filtr qog'oz, mikrostrukturani aniqlovchi reaktivlar, silliqlash eritmasi, metallografik mikroskop, chizgich va tsirkul.

Ishni bajarish tartibi. *Mikroshlif tayyorlash texnologiyasi.* Mikroshlif dastgohda yoki qirqish arrasi yordamida kesib olinadi. Bu metall namuna quyidagi o'lchamda bo'lishi tavsiya etiladi (6-rasm).

Kesib olingan namuna jilvir tosh o'rnatilgan charxda tozalanadi. Namuna tozalanganda o'ta qizib ketmasligini ta'minlab turish lozim.

Tekislangan namuna jilvir qog'oz yordamida silliqlanadi. Buning uchun uning donadorligi 125 - 20 mm va M40 - M4 rusumli qog'oz bilan namuna yuzasidagi chiziqlar yo'qolguncha tozalanadi. Namuna avval donalari katta bo'lgan jilvir qog'ozda tozalanadi, so'ng eng kichik donali jilvirda tozalanib, uning yuzasi spirtli paxtada artiladi yoki suvda yuviladi.

Jilvir qog'oz bilan tozalashda namuna bir tekis saqlanishi kerak, chunki tozalanadigan yuzalardagi chiziqlar kesishmasligi shart. Bundan so'ng namuna yuzasidagi qolgan chiziqlarni yo'qotish uchun yaltiratiladi.



6 - rasm. Namuna o'lchamlari mm da beriladi.

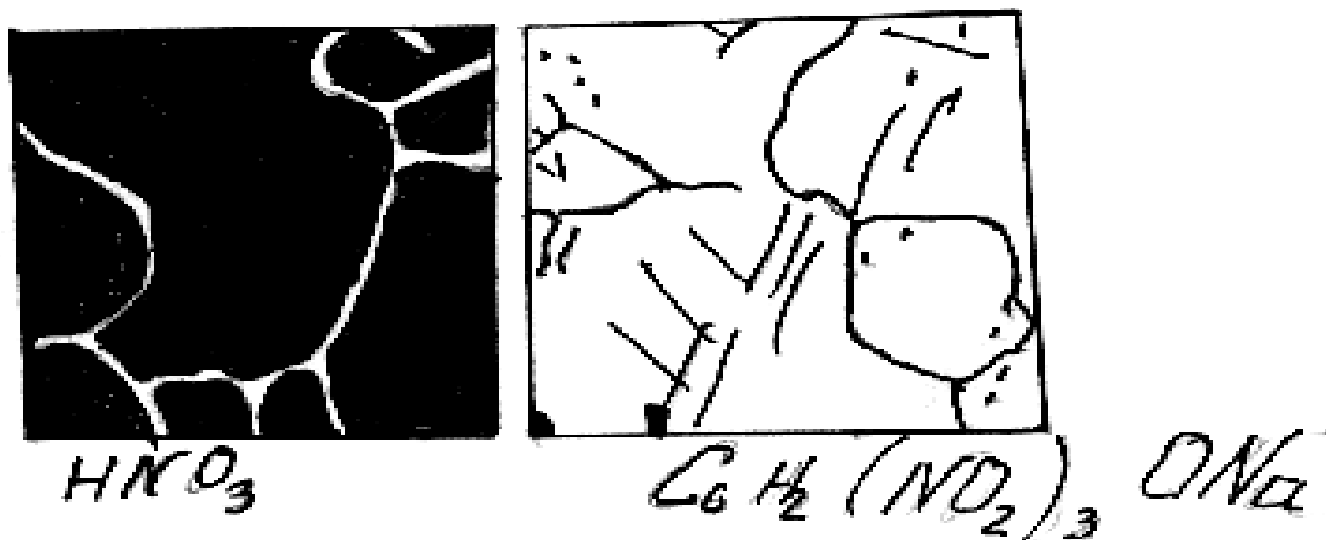
Namuna yuzi maxsus mashina yordamida aylanma harakat qiladigan, ustiga kigiz yoki fetra tortilgan 200 - 250 mm li diskda yaltiratiladi. Jarayon davomida diskga xrom oksidining suvdagi aralashmasi sepilib turiladi. 5 - 10 minut davom etgan yaltiratishda namuna yuzi oynaday bo'ladi. Fetra yuziga alyuminiy oksidining mayda donalari kukun ko'rinishida surtiladi. Namuna diskga qattiq qisilmasdan saqlab turilishi kerak, aks holda namuna yuzi qizib ketib strukturasi o'zgarib qoladi va aniqlash qiyin bo'lib qoladi.

Diskga sepiladigan eritma quyidagicha tayyorlanadi: 1 l suvga 10 - 15 gr xrom oksidi aralashtiriladi yoki 1 l suv - 5 gr alyuminiy oksidi aralashtiriladi.

Yaltiroq yuza suv bilan yuviladi, spirtli paxtada artiladi, filtr qog'oz bilan quritiladi.

Mikroshlifni yaltiratishdan keyin mikroskopda qaralsa oq tekislikda ayrim dog'lar, kulrang nuqtalar va chiziqlar ko'riladi. Bu dog' va chiziqlar turli xildagi metallmas qo'shimchalari (oksidlar, sulfatlar, shlaklar) va yaltiratish davomida yo'qolmagan notekisliklardir.

Metallning ichki tuzilishini aniqlash uchun unga reaktiv ta'sir ettiriladi. Buning uchun



7 – rasm. Mikrostrukturalar.

namuna yuzi yaxshilab spirtida yuviladi va reaktivga tushiriladi. Reaktiv, tuzilishi va ximiyaviy tarkibi bilan farq qiladigan namuna yuzidagi donalar va chegaralarga, faza va struktura tashkil etuvchilariga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

Reaktiv namunaning bazi elementiga ko'proq, ba'zilariga esa kam ta'sir etadi. Natijada strukturaga yorug'lik nuri tushganda turlicha akslanadi.

Ko'p ta'sirlangan elementlar mikroskop ostida qora, kam ta'sirlanganlari oq tusda ko'rinadi (7-rasm). Agar mikroskopda ko'rilgan tasvir qopqora bo'lsa, ya'ni strukturalar aniq ko'rinmasa, unda mikroshlifga tayyorlash texnologiyasi qayta o'tkaziladi va reaktivni saqlash muddati nazorat ostiga olinadi. Reaktiv namuna yuziga tomizib ham uning strukturasi aniqlanadi yoki eritmaga botirilib olish yo'li bilan ham aniqlash mumkin.

Temir va uning qotishmasiga reaktiv ta'sir ettirish uchun ko'pincha azot kislotasining etil spirtidagi 4 - 5 % li eritmasidan foydalaniladi. Mikroskopda ko'ringan mikrostrukturadagi qoramtir ranglar perlit borligini, oq ranglar esa ferritning donalari borligini bildiradi.

Namunadagi elementlar tarkibiga qarab zaharlantirish vaqti bir minutgacha davom ettiriladi.

Nazorat savollari.

1. Mikroanaliz deb nimaga aytiladi?
2. Mikroshliflar nima va u qanday tayyorlanadi?
3. Jilvirlash uchun abraziv materiallar qanday markalanadi?
4. Mikrostruktura nima?
5. Nima uchun shliflarga reaktiv eritmaları ta'sir ettiriladi?
7. Metallografik mikroskopning turlarini aytib bering?
8. Mikroskopning umumiy kattalashtirishi qanday aniqlanadi?
9. Mikroskopning maksimal foydali kattalashtirishi qanday aniqlanadi?
10. Mikroskopning nurlanish qobiliyati deb nimaga aytiladi?

Ish haqida hisobot. Hisobotda bajarilgan ishning maqsadi, vazifasi, namunani mikroshlifga tayyorlash uslubi, mikrostruktura tansifi va sxemasi chiziladi, hamda bajarilgan ishlarning bayoni yoziladi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

5 – T A J R I B A I S H I

Temir-uglerod qotishmalarning mikrostrukturasini o'rganish.

Ishni bajarishdan maqsad. Metallarni mikroskopik analiz qilish yo'li bilan amalda tanishish, uglerodli po'lat va cho'yanlarning mikrostrukturasini (ichki tuzilishini) o'rganish, evtektoidgacha bo'lgan po'latlardagi uglerod miqdorini uning mikrostrukturasiga qarab aniqlash.

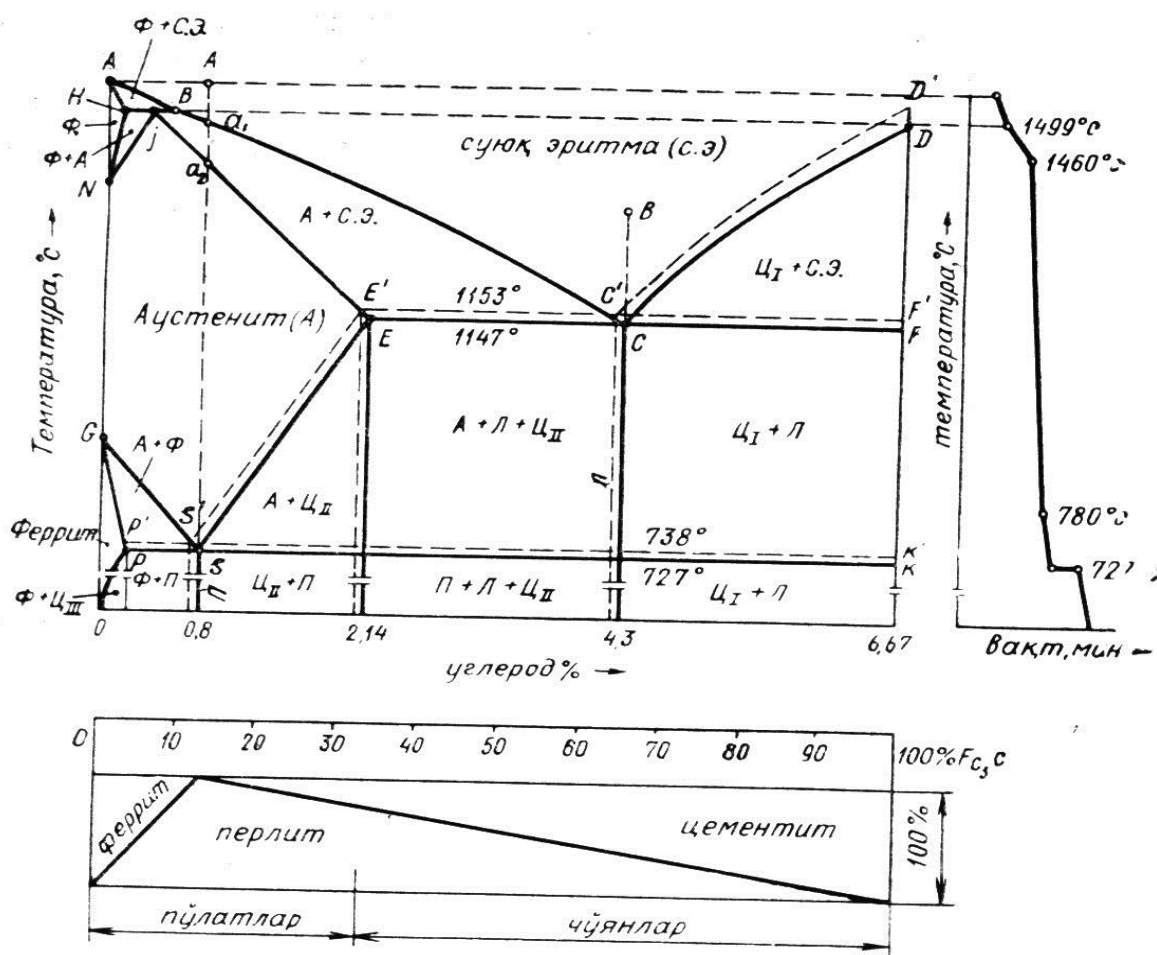
Umumiy tushuncha. Odatda, temir uglerod qotishmalarning tarkibida 0,025 % gacha uglerod bo'lsa texnik temir, 0,025 dan 2,14 % gacha uglerod bo'lsa po'lat, 2,14 dan 4,3 % gacha uglerod bo'lsa texnik cho'yan va 4,3 dan 6,67 % gacha uglerod bo'lsa oq cho'yanlar deb yuritiladi.

Bu qotishmalarning tarkibida temir va ugleroddan tashqari kremniy, marganets, oltingugurt va fosfor kabi ximiyaviy elementlar borligi sababli, ular murakkab tarkibli, ko'p kamponentli qotishmalar hisoblanadi. Ammo ularning tarkibida ikkita asosiy komponent temir (Fe) bilan uglerod (S) dan boshqa kimyoviy elementlarning miqdori kam bo'lganligi sababli, bu qotishmalar temir-uglerod qotishmalari deb yuritiladi.

Temir - uglerod qotishmalari asta-sekin sovutilganda turli haroratlarda sodir bo'ladigan o'zgarishlar holat diagrammasida ko'rsatiladi.

Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasini o'rganish amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega bo'lib, cho'yan va po'latlarning termik ishlash jarayonlari ana shu diagrammaga asoslanadi. Bunday diagrammalarni o'rganishda sof temir (Fe) dan sof uglerod (S) gacha bo'lgan turli xil tarkibli qotishmalarning holatini ko'rib chiqish lozim, ammo amalda ishlatiladigan temir-uglerod qotishmalari tarkibida 5 % gacha uglerod bo'ladi, xolos. Shu sababli temir-uglerod qotishmalarning holat diagrammalarini o'rganishda temir bilan uglerodning tsementit deb ataluvchi va Fe_3S tarkibli ximiyaviy birikma hosil qilgan qotishmalari ko'rib chiqiladi. Bunda sistemaning tashkil etuvchilari, ya'ni komponentlari temir (Fe) bilan uglerod (S) emas, balki temir (Fe) bilan tsementit (Fe_3S) bo'ladi. Diagramma temir-tsementit sistemasining holat diagrammasi deyiladi.

Amalda temir-tsementit diagrammasini tuzishda termik analiz natijalariga asoslaniladi. Buning uchun koordinatalar sistemasida abtsissa o'qi bo'ylab qotishmadagi uglerod miqdori, ordinatalar o'qi bo'ylab qotishmaning temperaturasi qo'yiladi. So'ngra temirdan tsementitgacha bo'lgan turli xil tarkibli qotishmalarning kritik temperaturali va strukturalari belgilanib olingach, turli kontsentratsiyali qotishmalarning kristallanish va qayta kristallanishini boshlanishi hamda tugash temperaturali aniqlanib, shu nuqtalar o'zaro tutashtirilsa, temir-tsementit qotishmalarining holat diagrammasi paydo bo'ladi.



8-расм. Темір - углерод қотішмаларининг ҳолат диаграммаси.

8-расмда темір-углерод қотішмаларининг ҳолат диаграммаси тасвирланган.

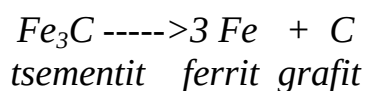
Темір-тсементитнинг ҳолат диаграммаси темір-углерод қотішмалари суyuқ ҳолатдан аста-секин хона температурасигача совитилганда содир бо'ладиган структура о'згарішларини

ifodalaydi. SHu sababli hosil bo'layotgan temir-uglerod qotishmalarining strukturalarini muvozanat yoki stabil strukturalar deb ataladi.

Temir-uglerod qotishmalari suyuq holatdan asta-sekin (soatiga 100 °S dan kam kichik tezlikda) uy temperaturasigacha sovitilgandagi strukturalar mikroskopik analiz qilinganda ferrit, tsementit, austenit, perlit, ledeburit va grafit kabi muvozanat (stabil) strukturalar hosil bo'lishini ko'rish mumkin.

Ferrit (F) uglerodning α -temirdagi qattiq eritmasidir. Uglerodning α -temirdagi erishi mumkin bo'lgan eng ko'p miqdori 727 °S da 0,025 % ni tashkil etadi. Temperatura 727 °S dan ko'tarilganda α -temirda eriydigan uglerod miqdori kamayib boradi va 911 °S da nolga teng bo'ladi. Ferrit temir-uglerod qotishmalari orasidagi eng yumshog'i bo'lib, uning Brinell bo'yicha qattiqligi $HB=80\div100 \text{ kg/mm}^2$, plastikligi $g=40-50 \%$ ni tashkil qiladi. Uning kristall panjarasi hajmi markazlashgan kublardan iboratdir.

Tsementit (TS) temirning uglerod bilan hosil qilgan ximiyaviy birikmasi (Fe_3C), ya'ni temir karbidi bo'lib, uning tarkibida 6,67 % uglerod bo'ladi. Tsementit temir-uglerod qotishmalari orasida eng qattig'i bo'lib, uning Brinell bo'yicha qattiqligi $HB=800\div1000 \text{ kg/mm}^2$, plastikligi $g=0 \%$, suyuqlanish temperaturasi 1600 °S chamasidadir. Tsementit barqaror birikma emas - qizdirilganda parchalanib ferrit va grafitni hosil qiladi:



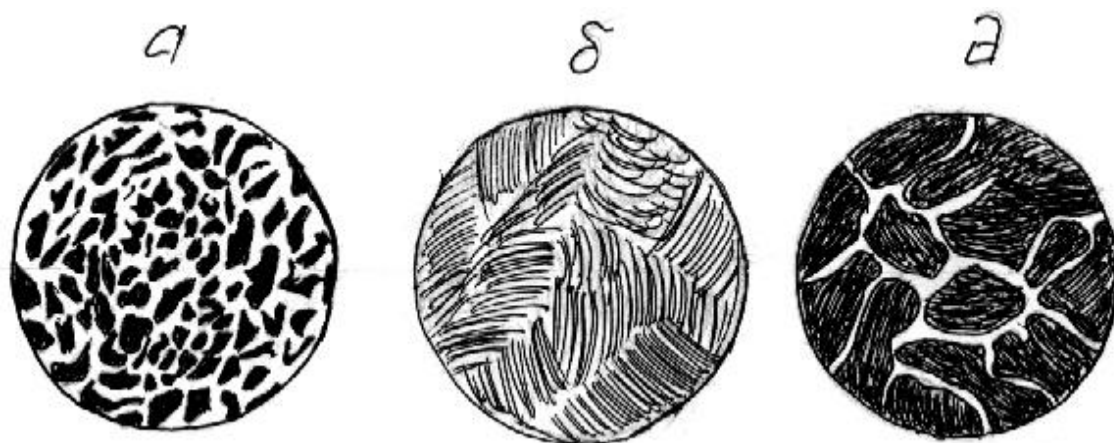
TSementitning kristall panjarasi murakkab bo'lib, bir necha oktaedrlardan iboratdir.

Austenit (A) uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi bo'lib, uning nomi ingliz tadqiqotchisi R.Austen sharafiga qo'yilgan. Austenitning kristall panjarasi yoqlari markazlashgan kub shaklida bo'lib, uning plastikligi $\delta=40\div50 \%$, Brinell bo'yicha qattiqligi $HB=160\div200 \text{ kg/mm}^2$ ni tashkil qiladi.

Perlit (P) austenitning asta-sekin sovishida ferrit bilan tsementitning mayda donalariga parchalanishidan hosil bo'lgan mexanik aralashmadir, ya'ni $P=F+TS$. Bu aralashma *evtektoid* deb ham ataladi. Evtektoid po'latdan tayyorlangan va natriy nitrat eritmasi bilan ishlangan mikroshlif metallomikroskopda qaralsa sadafga o'xshab ko'rinadi, perlit nomi shundan olingan (sadafnig ruscha tarjimasi perlamutr). Perlit plastinkasimon va donador

shaklida bo'lishi mumkin. Plastinkasimon perlitda tsementit plastinkalar shaklida, donador perlitda esa donalar shaklidadir. Sof perlitning tarkibida uglerodning miqdori 0,8 % ga teng bo'ladi. Donador perlitning mexanik xossalari plastinkasimon perlitnikidan yuqori bo'lib, uning Brinell bo'yicha aniqlangan qattiqligi $HB=200\div 250\text{ kg/mm}^2$ oralig'ida bo'ladi.

Ledeburit (L) evtektik aralashma bo'lib, uning tarkibidagi uglerod miqdori 4,3 % ga teng bo'lib, suyuq fazadan hosil bo'ladi. Ledeburit 1147 °S dan 727 °S gacha tsementit bilan austenitning, 727 °S dan xona temperaturasigacha esa tsementit bilan perlitning mexanikaviy aralashmasidir. Bu aralashmalarni o'zaro farq qilishi uchun 1147 ° dan 727 °S gacha ledeburit LA bilan, 727 °S dan pastdagi ledeburit esa LP bilan belgilanadi, ya'ni LA-austenitli, LP - perlitli ledeburit. Diagrammadagi (8-rasm) ABCD chizig'i likvidus, AHECF chizig'i esa solidus chizig'idir. Holat diagrammasidan ko'rinishicha, qotishmalarning birlamchi kristallanishi likvidus va solidus chiziqlarining oralig'ida sodir bo'ladi. Qotishmalarning ikkilamchi kristallanishi solidus egri chizig'idan pastda sodir bo'lib, uglerodning austenit va ferrit strukturalarida eruvchanligiga bog'liq.



9 - rasm. Po'latlarning mikroskopik ko'rinishi.

Tarkibida 0,8 % gacha uglerod bo'lgan qotishmalar evtektoiddan oldingi, tarkibida 0,8% uglerod bo'lgan qotishma evtektoidli po'lat, tarkibida 0,8 % dan 2,14 % gacha uglerod bo'lgan qotishmalar esa evtektoiddan keyingi po'latlar deb ataladi. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar ferrit bilan perlit strukturalaridan iborat bo'lib, ularning tarkibida uglerodning miqdori ortgan sari perlitning miqdori ham orta boradi (8-rasm, a va b).

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar konstruksion po'latlar, evtektoiddan keyingi po'latlar esa asbobsozlik po'latlari deb yuritiladi.

Evtektoiddan keyingi po'latlarning mikrostrukturasi uglerodning miqdoriga bog'liq bo'lib, unda uglerodning ortishi bilan tsementit to'rchasining qalinligi ortib boradi va aksincha uglerodning miqdori kamayib, evtektoid po'latlarga yaqinlashgan sari ferrit yoki tsementit ekanligini farq qilish qiyinlashadi. Bu holda mikroshlif natriy nitrat tuzi ($NaNO_3$) eritmasida ishlanadi, natijada mikroshlifdagi oq rangli tsementit to'rchasi qora bo'ladi, ferrit esa oq ranglicha qoladi (8-rasm, d).

cho'yanlar tarkibidagi uglerodning qanday holatda ekanligiga qarab oq, kul rang, juda puxta, bolg'alanuvchan cho'yanlarga bo'linadi.

Oq cho'yanning tarkibida uglerod ximiyaviy birikma-tsementit holida bo'ladi. Kul rang, juda puxta, bolg'alanuvchan cho'yanlarning tarkibida uglerodning juda ko'p qismi erkin holatda, ya'ni grafit tarzida bo'ladi.

Oq cho'yanlar tuzilishiga va tarkibidagi uglerodning miqdoriga nisbatan quyidagi turlarga bo'linadi.

a) Evtektikagacha bo'lgan cho'yanlar (2,14 - 4,3 % S), ularning strukturalari perlit, ikkilamchi tsementit va ledeburitdan tashkil topgan.

b) Evtektik cho'yan (4,3 % S) uning strukturasi faqat ledeburitdan tashkil topgan.

v) Evtektikadan keyingi cho'yanlar (4,3 - 6,67 % S) ularning strukturalari birlamchi tsementit va ledeburitdan tashkil topgan.

Kulrang cho'yanlarning qolipga quyilish xossasi yuqori bo'lganligi uchun ular *quyish cho'yani* deb ham ataladi. Kulrang cho'yanlar metall asosning tuzilishiga ko'ra quyidagicha turlarga bo'linadi:

a) Perlitli kulrang cho'yan. Perlit bilan plastinkasimon grafitlardan tuzilgan.

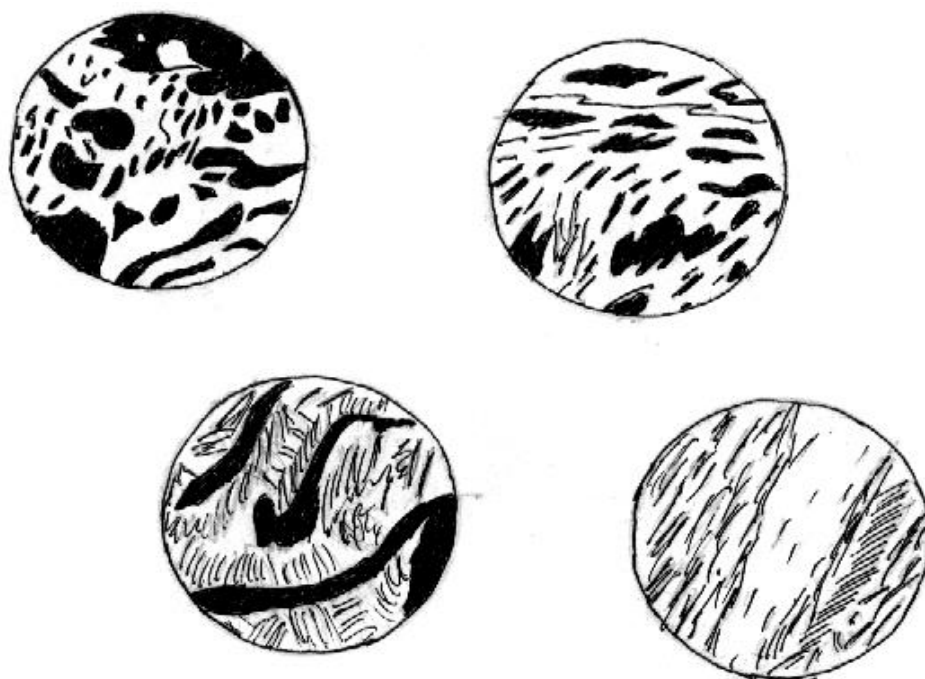
b) Perlit - ferritli kulrang cho'yan perlit, ferrit va plastinkasimon grafitlardan tuzilgan.

a) Ferritli kulrang cho'yan, ferrit bilan plastinkasimon grafitdan tuzilgan.

Bolg'alanuvchan cho'yanlar oq cho'yanni maxsus usulda yumshatish yo'li bilan olinadi. Ularning plastikligi kulrang cho'yannikiga nisbatan yuqori bo'lganligi sababli *bolg'alanuvchan* deyiladi.

Bolg'alanuvchan cho'yanda uglerod erkin bodroqsimon grafit shaklida bo'ladi. Bolg'alanuvchan cho'yanlar o'z navbatida perlitli va ferritli bo'ladi.

Juda puxta cho'yanlar esa suyuq cho'yanni qolipga qo'yish oldidan unga ozgina magniy qo'shish natijasida olinadi. Bunday jarayon natijasida ajralib chiqqan grafit shar shakliga kiradi.



10 - rasm. Cho'yanlarning mikroskopik ko'rinishi.

Shu sababli juda puxta cho'yanlarning strukturalari ferrit bilan sharsimon mayda grafit donalaridan iborat bo'ladi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Metallografik mikroskop, turli xil tarkibli po'lat va cho'yan namunalari, tsirkul va lineyka, metallar va qotishmalar mikrostrukturalari tasvirlangan atlaslar.

Ishni bajarish tartibi. 1. Mikroskopning diafragma va yorug'lik filtrlaridan foydalanib yoritilishi moslangach, zarur bo'lgan kattalashtirish tanlanadi.

2. Tekshiriladigan namunalar birin-ketin mikroskopning ish stoliga avvalgi tajriba ishida ko'rsatilgani kabi joylashtiriladi va mikroskopda kuzatiladi.

3. Mikrostrukturalar atlasidan foydalanib tekshirilayotgan po'lat va cho'yanlarning struktura elementlari fotosuratlardan diqqat e'tibor bilan qaraladi. So'ngra po'lat va cho'yan namunalarning muvozanat holat mikrostrukturalari 200 dan 500 martagacha kattalashtirilib qaraladi va o'rganiladi.

4. Mikroskopda qaralgan har bir mikrostrukturalarni shakli diametri 50 mm li qog'ozga yoki 60 x 60 mm li kvadrat shaklidagi qog'ozga chiziladi.

5. Har bir chizilgan mikrostruktura tagida uning qanchaga kattalashtirilganligi, qotishmaning nomi, ximiyaviy tarkibi va strukturasi ko'rsatiladi.

6. Har bir chizilgan mikrostrukturada uning fazasi, struktura tarkibi va ularning nomlari strelkalar bilan ko'rsatib yoziladi.

7. Temir-tsementit holat diagrammasi chizilib, tekshirilgan qotishmalarga to'g'ri keluvchi vertikal chiziqlar o'tkaziladi. Qotishmalar sovutilganda vujudga keluvchi o'zgarishlar jarayoni yoziladi.

Juda puxta cho'yanlar esa suyuq cho'yanni qolipga qo'yish oldidan unga ozgina magniy qo'shish natijasida olinadi. Bunday jarayon natijasida ajralib chiqqan grafit shar shakliga kiradi.

Nazorat savollari.

1. Temir-uglerod qotishmalari tarkibidagi metallarni qaysilarini bilasiz?
2. Temir-uglerod holat diagrammasini o'rganishdan maqsad nima?
3. Tsementit nima?
4. Muvozanat strukturalar deb nimaga aytiladi?
5. Temir-uglerod qotishmalarini suyuq holatdan xona haroratigacha sovutilganda ularning strukturalari qanday o'zgaradi?
6. Muvozanat strukturalarini izohlang.
7. Evtektoid deb nimaga aytiladi.
8. Ektektika nima?
9. Ledeburit nima?
10. Qanday cho'yan turlarini bilasiz?

Ish haqida hisobot. Xisobotda bajarilgan ishdan maqsad, qullanilgan metallografik mikroskopning rusumi, asosiy parametrlari va kattalashtirish darajalari yoziladi. So'ngra tekshirilayotgan qotishma namunalarining struktura sxemalari chizilib, temir-tsementit holat diagrammasida tekshirilayotgan namunalar sovutilganda sodir bo'ladigan o'zgarishlar ko'rsatiladi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

6 - TAJRIBA ISHI

Termik ishlashning po'lat strukturasini va xossalariga ta'sirini o'rganish

Ishni bajarishdan maqsad. Po'latlarga termik ishlov berish - toblash jarayonini va bunda struktura hamda xossalarining o'zgarishini o'rganish.

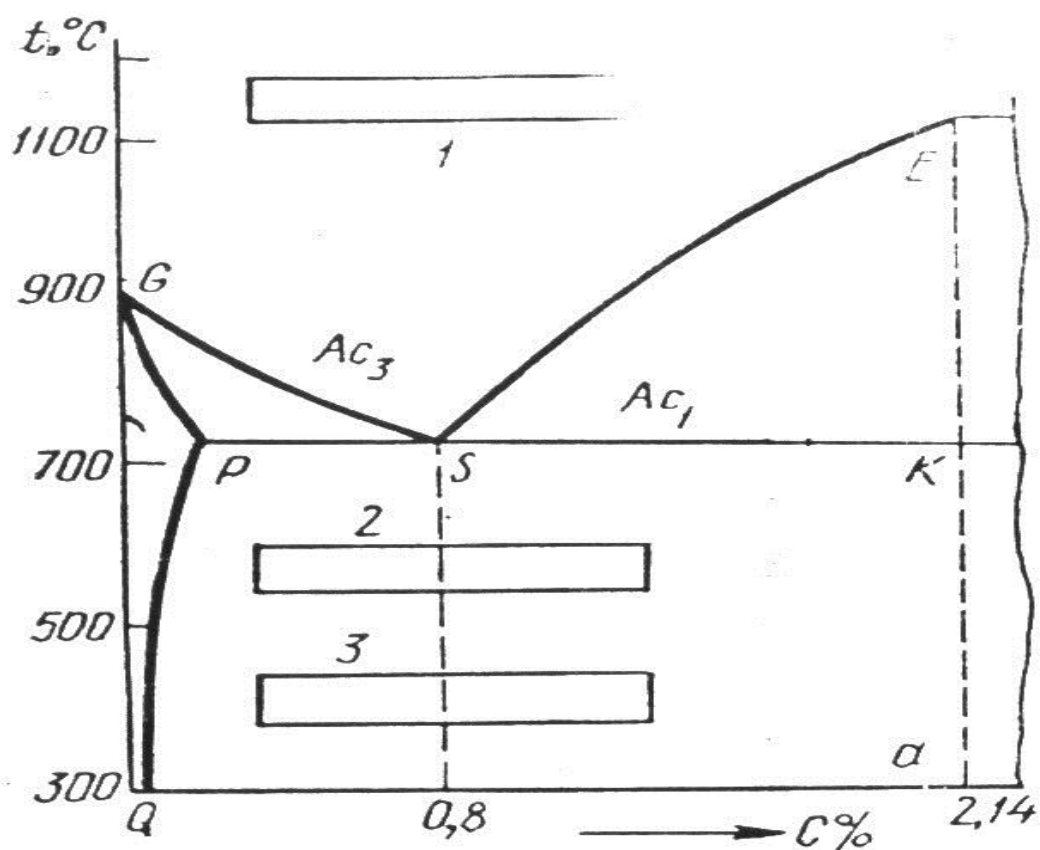
Umumiy tushuncha. Po'latni ma'lum temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt ushlab turgach, ma'lum tezlikda sovitish natijasida uning strukturasini va xossalarini o'zgartirish jarayoni *termik ishlash* deb ataladi.

Po'latlar qizdirilganda yoki sovutilganda ma'lum temperaturalarda (nuqtalarda) ichki o'zgarishlar sodir bo'ladi, bu nuqtalar *kritik nuqtalar* deb ataladi, hamda A_1 va A_3 bilan belgilanadi. Temir-tsementit diagrammasida GS chizig'i A_3 nuqtalarining, PSK chizig'i esa A_1 nuqtalarining geometrik o'rinlarini tasvirlaydi.

Umuman, temir-tsementit diagrammasida PSK chizig'idagi har qanday nuqta pastki kritik nuqta bo'lib, A_1 bilan, GSE chizig'idagi har qanday nuqta esa yuqorigi kritik nuqta bo'lib A_3 bilan belgilanadi. Bunda A_1 kritik nuqta qotishma sovutilganda austenitdan perlit hosil bo'lishini, qizdirilganda esa perlitdan austenit hosil bo'lishini ifodalaydi. A_3 kritik nuqta qotishma sovutilganda evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda ferrit, evtektoiddan keyingi po'latlarda esa tsementit ajralib chiqib boshlashiga, qotishma qizdirilganda evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda ferritning, evtektoiddan keyingi po'latlarda esa ikkilamchi tsementitning batamom erib bo'lishiga to'g'ri keladi.

Qotishma qizdirilgandagi kritik nuqta A_s (frantsuzcha qizdirmoq so'zining bosh harfi) bilan, sovutilgandagi kritik nuqta esa A_r (frantsuzcha sovutmoq so'zining bosh harfi) bilan belgilanadi. SHuning uchun ham austenitning perlitga aylanish kritik nuqtasi A_r bilan,

perlitning austenitga aylanish kritik nuqtasi esa As bilan, austenitdan ferrit ajralib chiqa boshlash kritik nuqtasi Ar_3 bilan, austenitdan ikkilamchi tsementit ajralib chiqa boshlash kritik nuqtasi ham Ar_3 bilan, ferritning austenitda batamom erib bo'lish kritik nuqtasi ham As_3 bilan, ikkilamchi tsementitning austenitda batamom erib bo'lish kritik nuqtasi ham As_3 belgilanadi.



11 - rasm. Temir - uglerod holat diagrammasining po'latga oid qismi.

Termik ishlash operatsiyalarining davom etadigan vaqt va temperaturalar oralig'i ko'rsatilgan tartibi *termik ishlash rejimi* deb ataladi. Qotishmalarni termik ishlashning bir necha turlari bo'lib, ular yumshatish, normallash, toblash va bo'shatishdan iborat. Po'latni ma'lum (As_3 yoki As_1 kritik nuqtalaridan yuqori) temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada kerakli o'zgarish bo'lguncha ushlab turilgandan keyin uni tez sovitish jarayoni *toblash* deb ataladi.

Po'latni to'g'ri toblash uchun qizdirish temperaturasini, shu temperaturada ushlab turish vaqti va sovitish tezligi hamda muhitini tanlay bilish katta ahamiyatga ega.

Temir-uglerod holat diagrammasining chap qismidan (po'lat qismidan) ko'rinishicha (11-rasm), evtektoidgacha bo'lgan po'latlarning qizdirish temperaturasi GS chizig'idan (As_3 kritik chiziqdan), evtektoiddan keyingi po'lat uchun SK chizig'idan (As_1 kritik chiziqdan) va evtektoid po'lat uchun esa faqat bitta nuqtadan (S-nuqtadan) 30-50 °S yuqori qilib olinadi. Po'latlarni qizdirish temperaturasi (kritik nuqtasini) aniqlashning eng sodda va qulay usuli po'latni turli xil vaqt birligida ma'lum temperaturada ushlab turilgach, har xil tezlikda sovitish va toblangan materialning qattiqligini aniqlashdan iboratdir. To'g'ri temperaturada toblanib, to'g'ri tezlikda sovitilgan po'latning strukturasida austenit butunlay martensitga aylanadi.

Evtektoid po'lat tez sovitilganda austenit parchalanib, quyidagi strukturalarni hosil qiladi: sovitilish tezligi sekundiga 50 °S gacha bo'lganda - *sorbit* strukturasini hosil bo'ladi, bu perlit strukturasini singari ferritning tsementitli mexanik aralashmasi bo'lib donlari maydaroq bo'lib, qattiqligi $HB=2700 - 3200$ MPa oralig'ida bo'ladi; sovitilish tezligi sekundiga 80÷100 °S bo'lganda-*trostit* strukturasini hosil bo'ladi va uning donalari sorbitga nisbatan yanada maydaroq bo'ladi. Brinell bo'yicha qattiqligi $HB=3800 - 4200$ MPa oralig'ida bo'ladi; sovitilish tezligi sekundiga 150÷180 °S bo'lganda - *martensit* strukturasini hosil bo'lib, bu uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasidir. Brinell bo'yicha qattiqligi $NB=6000 - 6500$ MPa bo'ladi.

Qotishmalarni tez sovitib hosil qilingan bunday strukturalar (sorbit, trostit va martensitlar) odatda, muvozanatda bo'lmagan strukturalar deb ataladi. Bunday strukturalar temperaturaning o'zgarishi bilan boshqa xil strukturalarga aylanishi mumkin.

Qizdirish temperaturasi aniqlash uchun odatda berilgan po'lat rusumidagi uglerod miqdorining foizi olinadi (masalan, po'lat 45 da 0.45 % uglerod bo'ladi). Gorizont o'qdagi shu miqdorga to'g'ri keladigan nuqtadan (11-rasmga qarang) GS chizig'ini kesib o'tguncha vertikal chiziq o'tkaziladi. Kesishish nuqtasidan ordinata o'qiga gorizont chiziq o'tkazilsa, tekshiriladigan po'lat uchun kritik nuqta topiladi. Zarur bo'lgan qizdirish temperaturasi aniqlash uchun kritik nuqta topiladi. Zarur bo'lgan qizdirish temperaturasi aniqlash uchun diagrammadan topilgan kritik nuqta (Ar_3) ga, ya'ni 1058 °K ga konstruksion po'latlar uchun 30-50 °S, asbobsozlik po'latlari uchun esa 50 - 79 °S qo'shiladi. Ana shu toblash temperaturasi bo'ladi.

Po'latni toblash uchun ma'lum temperaturagacha sekin-asta va bir tekis qizdirish kerak, aks holda ichki kuchlanishlar hosil bo'ladi. Ammo haddan tashqari sekin qizdirish ham yaramaydi, chunki po'latning tashqi qatlami uglerodsizlanishi va oksidlanishi mumkin.

Po'latlarni toblanganda toblanish darajasigacha qizdirish uchun ketadigan umumiy vaqt (T_u), ularning sirtini fazaning o'zgara boshlash temperaturasiigacha qizdirish vaqti (T_q) bilan shu temperaturada tutib turish vaqti (T_t) yig'indisiga teng.

$$T_u = T_q + T_t$$

Bu erda: T_U - umumiy vaqt; T_Q - qizdirish vaqti; T_T - tutib turish vaqti;

Tajribada po'latlarni toblaganda ketadigan umumiy vaqt (T_U) quyidagi jadval asosida aniqlanadi.

2 - jadval

Qizdirish temperaturasi, °K	Namuna shakliga ko'ra qizdirish vaqti		
	Dimetri 1 mm tsilindir	Tomonlari 1 mm li kvadrat	Qalinligi 1 mm li plastinka
870	2,0	3,0	4,0
970	1,5	2,2	3,0
1070	1,0	1,5	2,0
1170	0,8	1,2	1,6
1270	0,4	0,6	0,8

Namunani qizdirish temperaturasi qancha yuqori bo'lsa ushlab turish vaqti shuncha kam bo'lishi kerak. Toblanayotgan buyumlar qo'llanish sohasiga va po'latning tarkibiga qarab turli xil tezlikda sovutiladi.

Tarkibida o'rtacha uglerodli po'lat suvda, yuqori uglerodli po'lat esa moyda sovutilib toblanadi. Tarkibida 0,6 - 1,0 % gacha uglerod bo'lgan ko'pincha, ikki muhitda: avval suvda, so'ngra moyda sovutiladi.

Toblangan po'latning eng qattiq strukturasi austenitdan hosil bo'lgan martensit bo'lib, u po'latni kerakli temperaturagacha qizdirib ushlab turgandan keyin suvda tez sovutilganda hosil bo'ladi. Sovituvchi muhit sifatida suvdan tashqari uyuvchi natriy yoki osh tuzining 10 % li eritmasi, mashina va transformator moylaridan ham foydalaniladi.

Po'lat A_{S1} nuqtadan past temperaturagacha qizdirilib, har qanday tezlikda sovitilganda ham uning strukturasini va mexanikaviy xossalari o'zgarmaydi, chunki bunda martensit strukturasini hosil bo'lmaydi.

Evtektoidgacha bo'lgan po'lat A_{S3} bilan A_{S1} nuqtalar orasidagi temperaturagacha qizdirish yo'li bilan toblansa, qizdirish vaqtida ferritning bir qismi austenitga aylanmay qoladi va strukturasini martensit va ferritdan iborat bo'ladi, ya'ni chala toblanadi. Po'latning qattiqligi esa nisbatan oshadi. Po'latni qattiqligini butunlay, ya'ni to'la ortirish uchun uni A_{S3} nuqtadan 30 - 50 °S yuqori temperaturada qizdirilib, so'ngra sovitiladi. Bunda po'latning austenit strukturasini butunlay martensitga aylanadi.

Po'latni toblanishi natijasida qattiqligining ortishi *toblanuvchanlik* deb ataladi.

Po'latning toblanuvchanlik darajasi η bilan ifodalanadi va quyidagi formuladan topiladi:

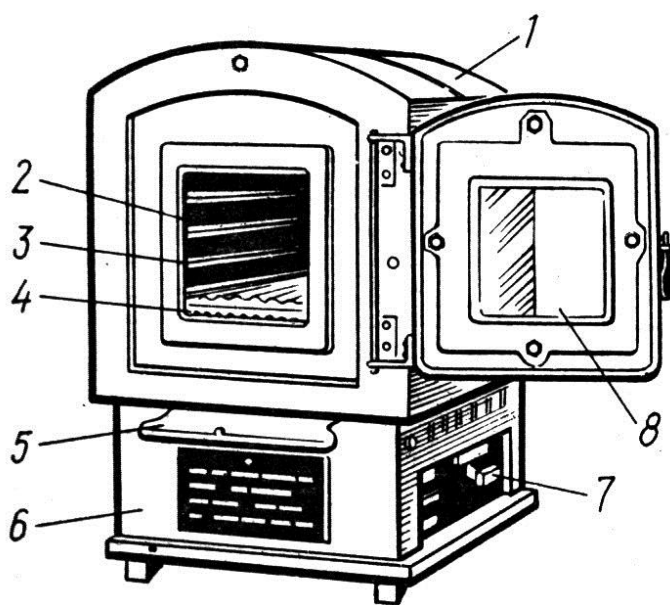
$$\eta = \frac{H_T - H_{10}}{H_{10}}$$

Bu erda: H_T - toblangan po'latning qattiqligi;

H_{10} - yumshatilgan po'latning qattiqligi;

Po'latning toblanuvchanligi po'lat tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liq.

Po'latlarni qizdirish uchun laboratoriya sharoitida mufel pechlaridan foydalaniladi.



12 – rasm. Mufel pechi.

1 – metall qoplama; 2 – shamot plita; 3 – qizdirish chi'lg'mi; 4 – keramik plita; 5 – siljish tagligi; 6 – asos; 7 – boshqaruvchi; 8 – keramik eshik.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Mufel pechi, termoelektrik pirometr, sovitish vannalari, turli xil sovitgichlar, turli xil po'lat namunalari, qattiqlikni aniqlash asboblari: TK-2M, TSH - 2M, qisqich, sekundomer va boshqalar.

Ishni bajarish tartibi. 1. Mufel pechi va issiqlikni o'lchash asboblarning (galvanometrli termoparalar yoki termoelektrik pirometr) tuzilishi va ishlash printsipli bilan tanshish.

2. Tekshirilayotgan po'lat namunalarining kritik nuqtalarini aniqlash uchun temir-tsementning holat diagrammasidan qizdirilish temperaturalari topiladi.

3. Namunalarni qizdirish vaqti 1 mm diametrdagi yoki qalinlikdagi namunani 1,5 minut ushlab turish hisobiga (3-jadvalga qarab) aniqlanadi. Odatda, namunalar, shayba shaklida bo'lib, ularning diametri 15 dan 22 mm gacha, balandligi esa 12 dan 15 mm gacha qilib tayyorlanadi.

Tekshiriladigan namunalarning dastlabki qattiqligi 1000 N yuklanish ostida TK - 2M asbobi bilan (V - shkalada) aniqlanadi.

4. Mufel pechning temperaturasi 920°K ga keltiriladi va unga namunalar joylashtiriladi.

5. Qizdirish uchun mo'ljallangan vaqt tugagach, mufel pechdan namunalarning biri olinadi va uni tezda suvli vannaga botiriladi.

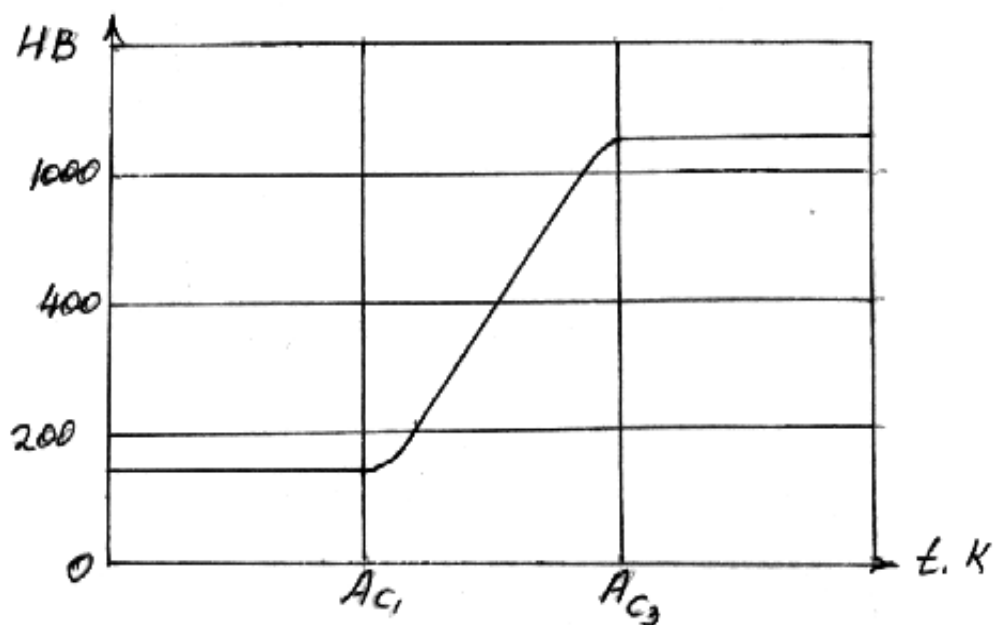
6. Sovutilgan namunaning sirti suvda hosil bo'lgan zangdan silliqlovchi asbob yordamida tozalanadi va uning qattiqligi (HRB) TK-2M da aniqlanadi.

7. Mufel pechning temperaturasi keyingi yuqoriroq nuqtagachga (1000°K) ko'tariladi va shu temperaturada 3 - 4 minut ushlab turiladi. So'ngra pechdan ikkinchi namuna olinib, birinchi namuna kabi sovutilgandan keyin qattiqligini TK-2M da topiladi.

8. Pechda qolgan uchinchi namuna 1100°K dan toblangach, uning qattiqligi aniqlanadi.

9. Po'latning toblanish temperaturasining qattiqlikka bog'liqligini ko'rsatuvchi diagramma (13-rasm) tuziladi. Diagrammadan kritik nuqtalar aniqlanadi.

10 Tajriba natijasida kuzatilgan namunalar ma'lumotlar quyidagi jadvalga yoziladi.



13-rasm. Po'latning kritik nuqtalarini aniqlash diagrammasi.

3 - jadval

Toblanish temperatu- rasi	Qizdi- rish vaqti	Sovi- tuvchi muhit	Qattiqlik			
			Rokvell buyicha		Brinell bo'yicha	
			Tob- lash gacha	Toblashd an keyin	Tob- lash- gach a	Toblash dan keyin

Nazorat savollari.

1. Termik ishlash deb nimaga aytiladi?
2. Kritik nuqta nima?
3. Termik ishlash turlari qaysilar?
4. Toblash jarayoni qanday amalga oshiriladi?

5. Toblashdagi metall strukturalarini aniqlang.
6. Metallarni toblash harorati qaday aniqlanadi?
7. Toblanuvchanlik darajasi qanday aniqlanadi?

Ish haqida hisobot. Hisobotdan bajarilgan ishdan maqsad, o'tkazilgan tajribalar bayoni, qattqlikni (NV) ning toblanish temperaturasi bog'liqlik diagrammasi va kritik nuqtalar (A_{S1} va A_{S3}) ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

7 – T A J R I B A I S H I

Kimyoviy termik ishlov berishning po'lat strukturalari va xossalari ta'sirini o'rganish.

Ishni bajarishdan maqsad. Po'latning kimyoviy tarkibi, strukturalari va xossalari kimyoviy termik ishlov berishning ta'sirini o'rganish.

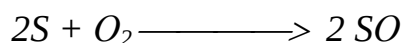
Umumiy tushuncha. Mashinasozlikda ishlatiladigan ko'pchilik detallar va asboblarning ishqalanishga chidamli, korroziyabardosh, sirtqi qatlami qattiq va puxta bo'lishi talab etiladi. Detallarga ana shu xossalari asosan kimyoviy termik ishlov berish yo'li bilan hosil qilinadi.

Po'lat buyumlarning sirtqi qatlamini yuqori temperaturada diffuziya yo'li bilan, uglerod, azot, nikel, xrom kabi elementlarga to'yintirish orqali ularning xossalari o'zgartirish kimyoviy termik ishlov berish deyiladi. Po'latga bunday ishlov berilganda uning faqat sirtqi qavatini emas, balki ma'lum chuqurlikkacha uning ichki qatlami ham o'zgaradi. Elementlarning po'lat ichki qatlamiga diffuziyalanishi: temperaturaga, vaqtga, diffuziyalanuvchi elementlarning konsentratsiyasiga bog'liq. Kimyoviy termik ishlov berishning xillari ko'p bo'lib, ular orasida sanoatda keng qo'llaniladigan tsementlash, azotlash, nitrotsementlash, tsianlash, diffuzion legirlash turlaridir.

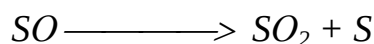
Tsementlash. Kam uglerodli (0,1 - 0,3 % S) po'lat buyumlarni sirtqi qatlamini yuqori temperaturada uglerod atomlari bilan to'yintirish jarayoni **tsementlash** deyiladi.

Po'latlar tsementlangandan keyin yana qaytadan toblanadi, bunda ular qattiq va eyilishga chidamli bo'ladi, ammo ichki qismi dastlabki xossasini saqlab qoladi.

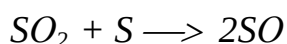
Tsementitlash uch xil muhitda qattiq, gaz va suyuq muhitda olib boriladi. Qattiq muhitda tsementitlash odatda karbyurizatorda olib boriladi. Karbyurizator maxsus temir yashik bo'lib, uning ichiga 60 - 90 % pista ko'mir va germitik ravishda berkitiladi va pechga joylashtirilib, yuqori (600 - 900 °S) temperaturaga qadar qizdiriladi va shu temperaturada ma'lum vaqt (1 - 10 soat) ushlab turiladi. Karbyurizatorida kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi, ya'ni pista ko'mir oksidlanadi:



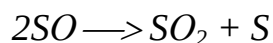
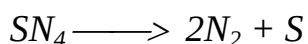
So'ngra uglerod (II) oksid atomar uglerodga parchalanadi:



Ana shu uglerod po'lat katlami sirtiga diffuzilanadi. Karbyurizatoridagi tuzlar ham yuqori temperaturada parchalanib, uglerod (IV) oksid hosil qiladi: $BaCO_3 \longrightarrow Ba + CO_2$. Uglerod (IV) oksid esa pista ko'mir bilan birikib, qo'shimcha uglerod (II) oksid hosil qiladi:



Gaz muhitida tsementitlashda maxsus pechlarda 900 - 950 °S da qizdirilgan po'lat buyumlar ustidan tarkibida uglerod bo'ladigan gaz (metan, propan, butan, uglerod (II) oksid) ma'lum tezlikda o'tkaziladi. Bunda yuqori temperaturada gazlar parchalanib, hosil bo'lgan atomlari uglerod po'lat buyum sirtiga diffuziyalanadi:



Suyuq muhitda tsementitlash, odatda, tuzli vannada o'tkaziladi. Po'lat buyumlarni suyuq muhitda tsementitlash jarayoni 75 – 80 % li Na_2CO_3 , 10 - 15 % li $NaCl$ bilan 6 - 10 % li SiC eritmalari muhitida, 850 - 860 °S temperaturada o'tkaziladi. Jarayon 0,5 - 2 soat davom etadi va quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

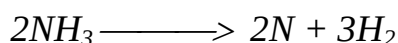


Vannadagi $NaCl$ tuzi reaksiyada katalizator vazifasini bajaradi. Bunday tsementitlash jarayonida po'lat buyumlarning sirtqi qatlami 0,2 - 1 mm chuqurlikkacha uglerod atomlariga to'yinadi va natijada mexanik xossalari o'zgaradi.

TSementitlangan buyumlarni albatta toblash va bo'shatish talab qilinadi.

Azotlash. Tarkibida uglerodning miqdori 0,1 - 0,4 % gacha bo'lgan uglerodli va legirlangan, konstruksion po'latlarning sirtqi qatlamini 500 - 660 °S da azot bilan boyitish jarayoni **azotlash** deyiladi. Azotlangan po'latlarning qattiqligi, ishqalanishga, toliqishga chidamliligi va korroziyabardoshligi ortadi.

Azotlash jarayoni odatda mufel pechida 500 - 560 °S da po'lat buyum ustidan ammiak gazini ma'lum tezlikda o'tkazish bilan olib boriladi. Ammiak gazining yuqori haroratda parchalanishi natijasida atomar azot ajraladi:



Atomar azot pechdagi detallning sirtiga diffuziyalanadi, natijada uglerodli po'lat nitridlar FeN , Fe_2N , Fe_4N ; legirlangan po'latlarda legirlovchi elementlarning nitridlari AlN , MoN , CrN , MnN , TiN , VN hosil bo'ladi.

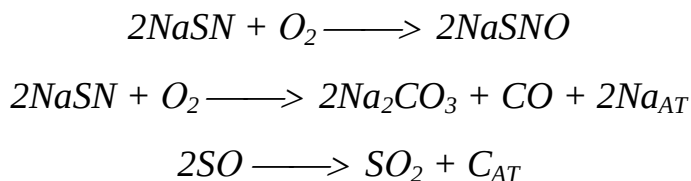
Azotlangan qatlam qalinligi azotlash temperaturasiga, vaqtiga, buyum materialiga, gazning tozaligiga va boshqalarga bog'liq. Tajriba yo'li bilan buyumlar azotlanganda har 10 soatda 0,1 mm qalinlikdagi qatlam azotlanishi aniqlangan.

Azotlangan po'lat buyumlar 200 - 300 °S gacha pechda, so'ngra havoda sovutiladi. Bunday usulda azotlangan detallar qo'shimcha usulda toblanmaydi.

Tsianlash. Tarkibida uglerodning miqdori 0,2 - 0,4 % gacha bo'lgan konstruksion po'latlarning sirtqi qatlamini yuqori temperaturada, (550 - 950 °S) bir vaqtning o'zida azot va uglerod elementlariga to'yintirish **tsianlash** deyiladi. TSianlash natijasida detallar va kesuvchi asboblarning sirtqi qatlamining qattiqligi va edirilishga chidamliligi ortadi.

TSianlash suyuq, gaz va qattiq muhitda olib boriladi. Suyuq muhitda tsianlashda detallar yoki asboblarning suyuq muhitda qizdiriladi. Bunday tuzlar sifatida natriy tsianid

(NaCN), natriy xlorid (NaCl), bariy xlorid (BaCl₂) natriy karbonat (Na₂CO₃) boshqa tuzlar qo'llaniladi. Bu usulda tsianlanganda quyidagicha reaksiyalar sodir bo'ladi:



Ajralib chiqqan atomar azot va uglerod detallar qatlamiga diffuziyalanadi.

Gaz muhitda tsianlashda detallar va kesuvchi asboblarda uglerod va azotli gazlar aralashmasi, masalan metan va ammiak gazlari ishtirokida qizdiriladi. Gaz muhitda tsianlash tsementitlash jarayoni bilan azotlash jarayonini o'z ichiga olganligi sababli bu jarayon **nitrotsementitlash** deyiladi.

Qattiq muhitda tsianlash tarkibidagi 30 - 40 % sariq qon tuzi kaliy ferrotsianid [K₄Fe(CN)₆]; 10 % li soda - natriy karbonat [Na₂CO₃]; qolgani pista ko'mirdan iborat aralashma bilan tsianizatorida olib boriladi. TSianizatorni qizdirish temperaturasi qarang quyi, o'rta va yuqori temperaturada tsianlash usullari mavjud.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Mufel pechi, termoelektrik pirometr yoki termometrlar, qatqilikni aniqlash asbobi, karbyurizator va tsianizatorga solinadigan pista ko'mir, tuzlar, turli xil po'lat namunalari, suv va moy vannalar, qisqich, egov, jilvir qog'oz va h.z.

Ishni bajarish tartibi. 1. Kimyoviy - termik ishlov berishdan oldin po'lat namunalarining mikrostrukturasi o'rganilib, ularning qatqiligi o'lchanib olinadi.

2. Po'latlar qattiq karbyurizatorida 920 °S temperaturada, 1 soat davomida tsementitlanadi va tsementitlangan po'lat birinchi tur oddiy ishlov beriladi.

3. Shu tarzda ishlov berilgan namunalardan mikroshlif tayyorlanib, uning mikrostrukturasi va Rokvell bo'yicha qatqiligi tekshiriladi.

4. Tsementitlangan va tsementitlanmagan po'lat namunalarini strukturasi hamda qatqilik orasidagi o'zgarish aniqlanadi, umumiy xulosa chiqariladi.

5. Po'latlar namunalari tsianizatorida 920 °S temperaturada, 1 soat davomida tsianlanadi va qolgan jarayonlar tsementitlashdagi kabi olib boriladi.

6. Tsementitlash va tsianlash jarayonlari natijasida olingan ma'lumotlar o'zaro taqqoslanadi va olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi.

4 - jadval

Kimyo . term. ishlov berish turla-ri	Namun a ra-qam i	Kimyo. term ishlov beril. po'lat Rusum i	Kimyo.ter m ish.po'latg a oddiy term. ishlov berish turi va temp.si	Kimyo term.va oddiy term. ishlangan po'lat mik-rostruktur asi	Namunanin g Kimyo. va oddiy ishlashdan oldingi qattiqligi	Namuna-nning Kimyo. va oddiy ishlashdan keyingi qattiqligi	Izoh
TSem en-titlash							
TSian-lash							
Azot-lash							

Nazorat savollari.

1. Kimyoviy termik ishlov berish deb nimaga aytiladi?
2. Kimiyoviy termik ishlashning qanday turlarini bilasiz?
3. Tsementitlash deb nimaga aytiladi?
4. Azotlash deb nimaga aytiladi?
5. Tsianlash qanday amalga oshadi?
6. Qanday detallar azotlanadi?
7. Nitrotsementitlash deb nimaga aytiladi?

Ish haqida hisobot. Po'latlarni kimyoviy termik ishlashdan maqsad va vazifalari, shu bilan birga ularni amalga oshirish usullari hisobotda to'liq yoziladi va jadval to'ldiriladi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

8 – T A J R I B A I S H I

Asbobsozlik po'latlarining mikrostrukturasini o'rganish.

Ishni bajarishdan maqsad. Asbobsozlik po'latlarining mikroanalizlarini o'rganish, ko'rinishiga qarab tarkibini aniqlash. Ishni bajarish jarayoni davomida namunani zaharlovchi eritma tarkibiga qarab va mikrostruktura tasviriga asosan asbobsozlik po'latini tushuntirib berish.

Umumiy tushuncha. Uglerodli asbobsozlik po'latlarning mikrostruk-turasi tarkibida 0,65 - 1,35 % gacha uglerod bo'lib, U7.....U13 bilan markalanadi. Evtektoidgacha bo'lgan U7 po'lat strukturasi perlit va ferritdan iborat bo'ladi. U8 rusumli po'latlar esa evtektoidli po'lat bo'lib, uning strukturasi perlitdan iborat bo'ladi. Qolgan U9 va U13 po'latlari evtektoiddan keyingi po'lat bo'lib, uning strukturasi perlit, toblashdan so'ng martensit va tsementitdan iborat bo'ladi.

Legirlangan asbobsozlik po'lati asosan ko'p hollarda turli xildagi kesuvchi asboblar yasashda qo'llaniladi. Shu bilan birga juda katta tezlikda ishlaydigan tezkesar po'latlar tayyorlash uchun foydalaniladi. Ular tarkibida juda qiyin suyuqlanuvchi va kamyob elementlar bo'ladi.

Tezkesar po'lat mikrostrukturasini. Eng ko'p ishlatiladigan va asosiy tezkesar po'lat jumlasiga R18 rusumli po'lat kiradi. Uning tarkibida 0.7 - 0.8 % S; 3.8 - 4.4 % Cr; 17.5 - 19 % W; 1.0 -1.4 % V va qolgani Fe bo'ladi.

Tezkesar po'lat quymasining strukturasi ledeburitli evtektikadan tuzilgan bo'lib ko'rinishi austenitga o'xshaydi.

Metalning sifatiga yomon ta'sir etuvchi qo'shimchalarning turini, miqdorini va qaysi erlarda joylashganini aniqlash uchun shlif metallografik mikroskopda 200-300 marta kattalashtirilib ko'riladi. Bunda metalmas qo'shimchalar qoramtir bo'lib ko'rinadi.

Asbobsozlik po'latlarining strukturalarini o'rganishda shlif yuzasi HNO_3 natriy kislotasining spirtidagi 2 - 4 % li eritmasiga 1 - 2 minut botirilgach tezda suv bilan yuvib va spirt bilan artiladi. SHu usulda tayyorlangan mikroshlifning strukturasi mikroskopda tekshiriladi. Nitrat kislotasi (HNO_3) eritmasining ta'sirida qotishmaning har xil donalari turlicha emirilishi natijasida shlif yuzasida g'adir-budirlik hosil bo'ladi.

SHlifga nur yuborilganda o'ziga tushgan nurni ob'ektivga qaytargan donalar oqish bo'lib, nurni chekkaga qaytaruvchi donalar esa qora bo'lib ko'rinadi. Bu esa metallarning strukturasini o'rganishda katta ahamiyatga ega. SHuning uchun tekshiriladigan metall namuna yuzi obdon tozalanib, tarkibidagi elementlar aniqlanib so'ngra reaktiv ta'sir qilinadi ya'ni zaharlantiriladi.

Asbobsozlik po'latlarining mikrostrukturasida ya'ni tarkibida uglerod miqdori 0,83 % bo'lgan po'latda yolg'iz perlit donalari bo'ladi.

Po'lat tarkibidagi uglerod miqdori 0,83 % dan orta borishi bilan mikrostrukturada, perlit donalaridan tashqari ularning chegaralarida joylashgan mayda tsementit donalari ham vujudga kela boshlaydi.

Tezkesar asbobsozlik po'latlarning quymalarida karbidning uch turdagi donalari mavjud: 1. Ledeburitli evtektika donalari. 2. Austenitning sovishida hosil bo'ladigan donalar. 3. Evtektoidli ya'ni perlitga aylanishidagi donalar tarzida karbidlar uchraydi.

Toblangan tezkesar po'latdagi strukturalar martensit, karbid va austenit qoldiqlaridan iborat bo'ladi. Tezkesar asbobsozlik po'latlari strukturalarining o'zgarishi temperaturaga bog'liq bo'ladi, chunki ular issiqlik bilan ishlaydi. SHuning uchun ba'zi bir turlarini ko'rib chiqamiz.

Qizishgacha bo'lgan toblangan tezkesar po'latning mikrostrukturasida juda mayda austenit donalari va erimagan karbid ko'proq qismini tashkil qiladi. Bunday shliflar azot kislotasining spirtidagi 4 % eritmasi bilan zaharlantirilib mikrostruktura tekshiriladi (14-rasm).

Qizish temperaturasidan yuqorida qizdirib toblangan tezkesar po'lat strukturasida donalarning o'sib borishi kuzatiladi va ledeburitli evtektika donalari paydo bo'ladi.



14 - rasm. R18 rusumli po'latning toblash va bo'shatishdan so'nggi zaharlanish mikrostrukturasi.

Toblangan tezkesar po'latni 550 - 570 °S da uch martalik bo'-shatishdan so'ng uning strukturasi martensit va karbid donalariga o'tadi va o'ta mustahkam, puxta, qovushqoq, ishlanuvchan, olovbardosh qotishma hosil bo'ladi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Metallografik mikroskop, asbobsozlik po'latining bir necha namunalari, zaharlovchi elementlar, tsirkul va chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi. 1. Asbobsozlik po'latining mikrostrukturasini 100.....500 martagacha kattalashtirishdagi o'zgarishini metallo-grafik mikroskopda tekshiriladi.

2. Tekshirilgan mikrostrukturalarni 60 mm li aylana yoki 60x60 mm li to'g'ri to'rtburchak shaklidagi qog'ozda chiziladi.

3. Har bir strukturani xarakterlab, tarkibi yozib chiqiladi va po'lat rusumi aniqlanadi.

4. Mikrostrukturadagi fazalari nomlanib va strukturaviy tarkibi foiz hisobida aniqlanadi.

Nazorat savollari.

1. Evtektoidgacha bo'lgan asbobsozlik po'latlarining strukturasi qanday bo'ladi?

2. Evtektoidli po'lat strukturasi qanday?
3. Evtektoiddan keyingi po'latlarning strukturasi qanday bo'ladi va ularning rusumini ayting.
4. Legirlangan asbobsozlik po'latlari qaerda ishlatiladi?
5. Asbobsozlik po'latlarning strukturasi qanday o'rganiladi?
6. Toblangan tez kesar po'latlarning strukturasi nimalardan tuzilgan?
7. Tezkesar asbobsozlik po'latlarini bo'shatishdan maqsad nima va u qanday strukturaga ega bo'ladi?

Ish haqida hisobot. Bajarilgan ishning maqsadi va vazifasi. Asbobsozlik po'latlarining turlari. Mikroshlifga ta'sir qiladigan reaktivlar mikrostrukturalarning xarakteri va sxemalari chiziladi, hamda bajarilgan ishlarning bayoni yoziladi. Nazorat savollariga yozma ravishda to'la javob beriladi.

9 - T A J R I B A I S H I

Metallarning qattiqligini Brinell va Rokvell usullarida aniqlash.

Ishni bajarishdan maqsad. Metallarning qattiqligini Brinell va Rokvell usulida aniqlashni amalda o'rganish.

Umumiy tushuncha. Har qanday metallning sirtiga shu metallarning qattiqroq jismning botishiga qarshilik ko'rsata olish xususiyati uning **qattiqligi** deb ataladi.

Metallarning qattiqligini aniqlashning bir necha usuli bor. Bu usullar ichida Brinell va Rokvell usullari keng qo'llaniladi. Brinell usuli toblanmagan metallarning, rangli metallar va ular asosidagi qotishmalarning qattiqligini aniqlashda qo'llaniladi. Qattiqligi aniqlanishi kerak bo'lgan metallarning xili va uning qalinligiga qarab diametri 2,5; 5 va 10 mm li toblangan po'lat sharcha sinaluvchi namunaga 1,875; 2,5; 5,0; 7,5; 10 va 30 kN kuch bilan ma'lum vaqt 10, 30 va 60 sek ichida asta-sekin botiriladi, natijada sinalayotgan metall

yuzasida po'lat sharchaning izi qoladi, bu izning diametriga qarab metallning qattiqligi aniqlanadi.

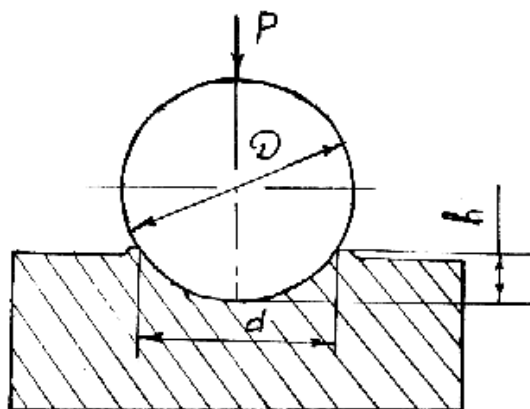
15-rasmda Brinell usuliga ko'ra metall qattiqligini aniqlash sxemasi keltirilgan.

Metallning Brinell bo'yicha qattiqligi "NV", sharchani sinaluvchi metallga botuvchi "R" kuchining shu kuch ta'siridan sinaluvchi metall sirtida hosil bo'lgan sharcha izining yuziga (F) nisbati bilan aniqlanadi.

$$HB = \frac{P}{F}; (H / M^2)$$

Agar sharchaning metalldagi qoldirgan izining yuzini sharcha diametri "D" va iz chuqurligi "h" orqali ifodalasak, unda izning yuzi quyidagicha bo'ladi.

$$F = \pi D h (mm^2)$$



15 - rasm. Namunadagi po'lat sharchaning izi.

Izning chuqurligini o'lchash qiyin bo'lganligi sababli, F quyidagi formuladan topiladi.

$$F = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (M \cdot M^2)$$

U holda metallning Brinell bo'yicha qattiqligi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad \left(\frac{H}{(M \cdot M^2)} \right)$$

bu erda; NB - metallarning Brinell bo'yicha qattiqigi;

D - sharchaning diametri;

d - sharchaning metallarga qoldirgan izining diametri;

Sharcha izining diametri maxsus lupa bilan o'lchanadi.

Namuna qattiqligini tez aniqlash uchun amalda maxsus jadvaldan foydalaniladi. Bu jadvalda qattqlik (HB) ning kuch (P) va izning diametri (d) ga to'g'ri keladigan qiymatlari berilgan bo'ladi.

Sharchalar SHX 15 tipidagi qattiq po'latdan yasaladi. Ular toblanib, so'ngra past temperaturada bo'shatilgandan keyin qattiqligi Vickers bo'yicha kamida 8500 birlikka teng bo'ladi.

Sharning deformatsiyalanishi oqibatida katta xatolikka yo'l qo'ymaslik uchun sinaladigan metall va qotishmalarning qattiqligi Brinell bo'yicha 450 H/mm^2 dan oshmasligi kerak, ya'ni toblangan metallarning qattiqligini hamda qalinligini 1 mm dan kam bo'lgan list materiallarning qattiqligini bu usulda aniqlash maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Bu Brinell usulining kamchiligi hisoblanadi.

Brinell usulining kamchiligi bilan birga uning afzalligi ham bor. Ular pressning soddaligi va bu usulda aniqlangan qattqlik (HB) miqdori bilan cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi (σ_v) miqdorining yaqinligidir ya'ni:

$$\sigma_v \approx K \cdot HB$$

Bu formulada K - o'lchamsiz koeffitsienti bo'lib, u tajribadan aniqlanadi. Po'lat uchun $K = 0,34 \div 0,36$ gacha bo'ladi.

Odatda, namuna sinalishdan ilgari uning sinaladigan sirti silliqalanib, tekis holatda keltiriladi. Standart sinashda 10 mm diametrli shar uchun yuklanish doimo 30 kH (3000 kg) qilib olinadi.

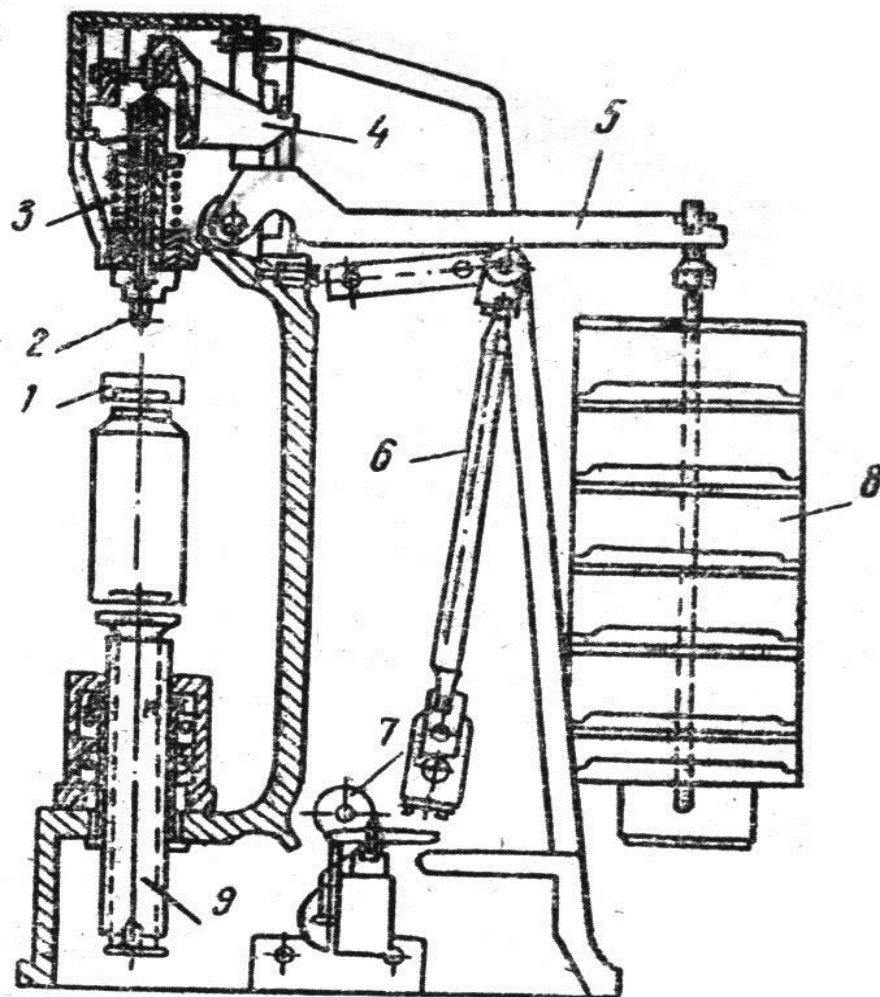
Materialning Brinell bo'yicha qattiqligini standart aniqlash shartlari 5-jadvalda keltirilgan.

5 - jadval

Mater ial	Brinell bo'yicha qattilik $m N/mm^2$ (kg/cm^2)	Sinaladigan namunaning qalinligi	$\frac{P}{D_2}$ kg/mm^2	Shar dia- metri, mm	Yukla- nish R kN (kg)	Yuklanish ta'sirida tutib turish vaqti, sek
Qora metal lar	1400-4500 (140-450)	6-3	30	10,1	30(3000)	10
		4-4		5,0	7,5(750)	10
		2dan ort.		2,5	1,87(165, 5)	10
	1400 dan ortiq (140)	6 dan ort. 6-3 3dan kam	10	10,0 3,0 2,5	10(1000) 2,5(250) 0,62(162, 3)	10 10 10
Rang- li metal lar	1300 dan ortiq (30)	6-3	30	10,0	30(3000)	30
		4-2		3,0	7,5(750)	30
		2 dan kam		2,5	1,87(187) 5	30
	350-1300 (35-130)	9-5	10	10,0	10(1000)	30
		6-3		5,0	2,5(250)	30
		3dan kam		2,5	0,62(162, 5)	30
	80-350 (8-35)	6dan ort.	10,0 2,5	2,5	(250)	60
		6-3		5,5	0,52(62,5)	60
		3dan kam		2,5	0,15(25,5)	60

Brinell bo'yicha sinash shartlarida nagruzka, shar diametri va nagruzka tasir ettirish vaqti keltiriladi. Masalan, HB 10 (3000) 10-2500 yozuvidagi 1-chi raqam (10) sharning diametri, 2-chi raqam (3000) yuklanish, 3-chi raqam (10) nagruzka ta'sir ettirish vaqti, 4-chi raqam (2500) esa Brinell bo'yicha qattiqlikni ifodalaydi.

Brinell pressining sxemasi 16-rasmda tasvirlangan.



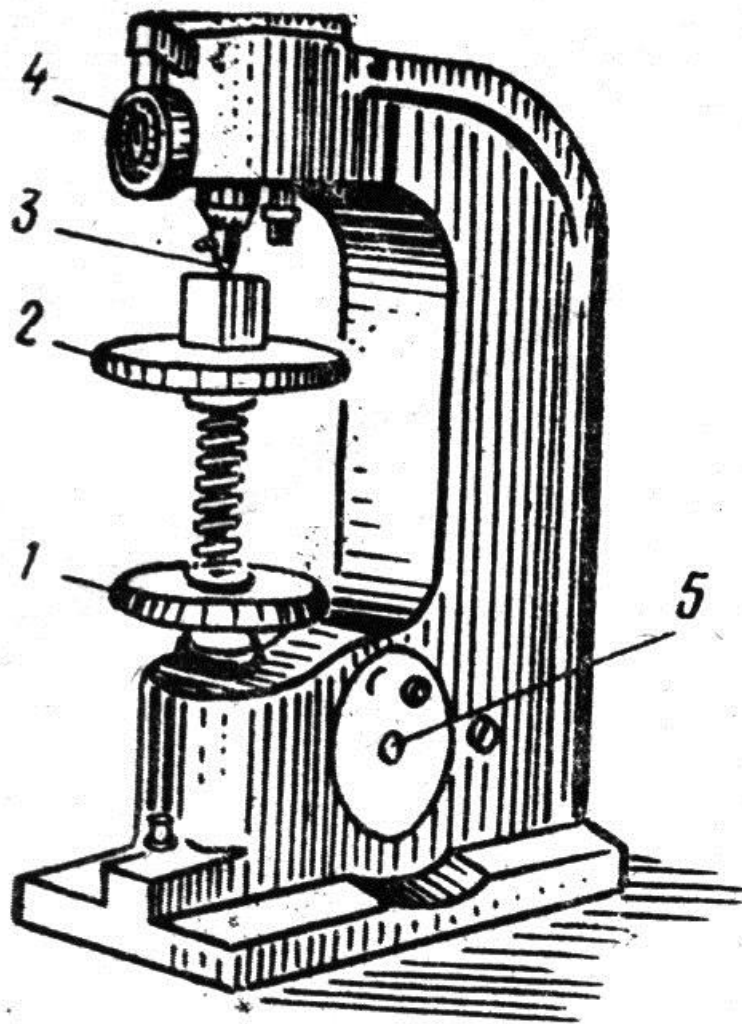
16 - rasm. Brinell pressining sxemasi.

Sinaladigan namuna yoki detal pressning stolchasi (1) ga qo'yilib, vint 9 yordamida stolcha undagi namuna sharcha 2 ga tekkuncha va undan yuqoriroq ko'tarilib, dastlabki yuklanish 100 kG ni belgilovchi prujina 3 siqiladi. SHundan keyin elektr dvigatel ishga tushiriladi, elektr dvigatel esa ekstsentrik 7 ni harakatga keltiradi. Ekstsentrik aylanganda shatun 6 pastga tushadi va yuk 8 richaglar 5 va 4 sistemasi orqali sharikka bosim beradi. Namuna yuklanish ta'siri ostida ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin yuklanish avtomatik ravishda olinib, elektr dvigatel to'xtatiladi. So'ngra maxovik teskari tomonga aylantirib, namuna (detal) taglikdan olinadi va sharning qoldirgan izi o'lchanadi.

Metallarning qattiqligini Rokvell usulida aniqlash ham Brinell usuliga o'xshash, ammo bu usul qattiqligi yuqori bo'lgan (toblangan, tsementitlangan) metallarning qattiqligini

aniqlashda, asosan, sanoatda keng qo'llaniladi. Rokvell usulining Brinell usulidan farqi shundaki, bu usulda qattqlik Brinell usulidagi kabi shar qoldirgan izning yuzasi bilan emas, balki namuna botirilgan olmos konus yoki toblangan shar qoldirgan izning chuqurligi bilan aniqlanadi. Undan tashqari Rokvell usuliga namunaga ta'sir etuvchi kuchlanishni keng chegarada ixtiyoriy o'zgartirish mumkin.

Metallarning qattqligini Rokvell usuli bilan aniqlashda namunaga botirilgan jism izining chuqurligi botirilish jarayonining o'zida o'lchanadi. Bu sinashni ancha tezlatadi va osonlashtiradi. Tekshirilayotgan metallning qattqligiga qarab namunaga botiriladigan jism (uchlik) ning ikki xili ishlatiladi. Qattqligi kichik va o'rtacha namunalar 1000 N umumiy kuchlanishda (V-shkala) diametri 1,58 mm bo'lgan toblangan po'lat sharcha bilan, qattqligi yuqori namunalar 1500 N kuchlanishda (S-shkala) uchining burchagi 120° va yumaloqlanish radiusi 0,002 mm bo'lgan olmos konus bilan sinaladi.



17-rasm. Rokvell pressining umumiy ko'rinishi.

Sinalayotgan namuna Rokvell pressi (17-rasm.) stolchasi 2 ga o'rnatilib, chambarak 1 ni burash yo'li bilan stoldagi namuna olmos konus 3 (yoki po'lat sharcha) ga tekkuncha ko'tariladi. Chambarakni aylantirish konus yoki sharchaning namunaga bosimi 10 kG (dastlabki yuklanish) ga etguncha davom ettiriladi, bu yuklanishni indikator 4 ning kichik strelkasi ko'rsatadi. So'ngra dasta 5 yordamida asosiy yuklanish beriladi.

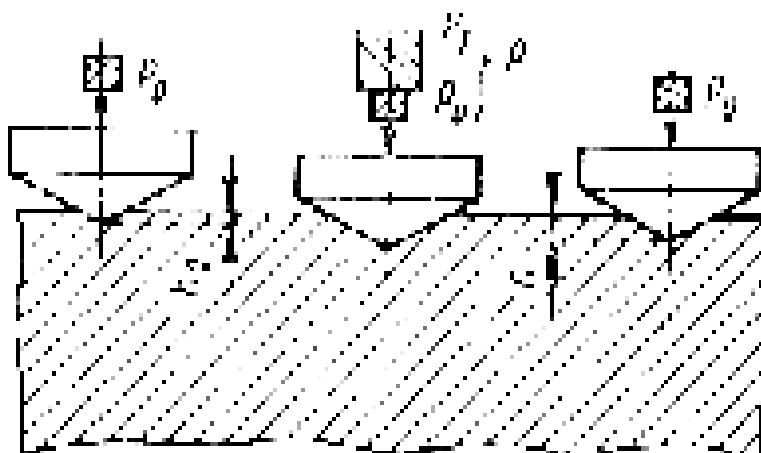
Konus yoki sharchani botirish 5-6 sek davom etadi, shundan keyin asosiy yuklanish dasta 5 ni teskari tomonga burash yo'li bilan olinadi. Bunda indikatorning katta strelkasi qattqlik qiymatini ko'rsatadi. Namunani bo'shatish uchun dastlabki yuklanish (10 kG) ni chambarak 1 ni teskari tomonga burash yo'li bilan olish kerak.

Sinalayotgan namunaga kuchlanish ketma-ket ikki bosqichda ta'sir ettiriladi.

Birinchii bosqichda ta'sir ettiriladigan kuchlanish (dastlabki yuklanish - R_0) doimo 100 N ga, ikkinchi bosqichda ta'sir ettiriladigan kuchlanish (asosiy yuklanish - R_1) esa toblangan po'lat shar bo'lganda 900 N ga, olmos konus bo'lganda esa 1400 N ga teng bo'ladi. SHunday qilib, umumiy kuchlanish (R) dastlabki kuchlanish (R_0) bilan asosiy kuchlanish (R_1) ning yig'indisiga teng, ya'ni:

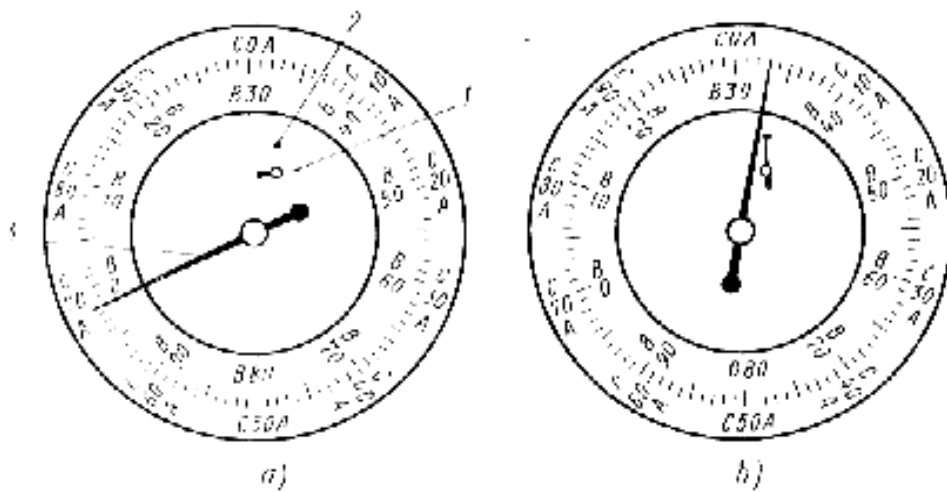
$$R = R_0 + R_1$$

Namunani sinash vaqtida uchlikning (po'lat shar yoki olmos konusning) namunaga botish sxemasi 18-rasmda tasvirlangan.



18 - rasm. Rokvell pressidagi uchliklarning namunaga botirish sxemasi.

Namunaning qattiqligi namunaga asosiy kuchlanish (R_1) ta'sir ettirilganda hosil bo'lgan iz chuqurligi (h) va dastlabki kuchlanish (R_0) ta'sir ettirilganda hosil bo'lgan iz chuqurligi (h_0) ning ayirmasidan topiladi. Rokvell asbobidagi indikatorning ko'rsatish shkalalari 26 - rasmda keltirilgan. Namunani sinashdan oldin uning qattqlik darajasiga qarab, shtok (1) ga uchlik (po'lat shar yoki olmos konus) (2) mahkamlanadi va tegishli yuklanish (7) qo'yiladi. Namunaga olmos konus qo'yilganda 1500 N yuklanish berilib, S (qora) shkala yoki 600 N yuklanish berilib unda ham S (qora) shkala bo'yicha hisoblash olib boriladi. Ammo bu holdagi qattqlik A



19 - rasm. Rokvell pressining indikator shkalasi.

shkalasi bo'yicha olingan qattqlik deb ifodalanadi. Namunaga po'lat shar botirilganda esa 1000 N yuklanish ta'sir ettirilib, hisoblash V (qizil) shkala bo'yicha olib boriladi.

Sinaladigan namuna taglik (3) ga qo'yiladi, maxovik (4) soat strelkasi bo'yicha aylantirilib, namuna uchlikka tekkaziladi. So'ngra dastlabki yuklanish beriladi, bu esa maxovikni kichik strelka qizil nuqta ro'parasiga kelguncha aylantirish bilan belgilanadi. Bu holda katta strelka vertikal vaziyatda joylashadi. SHundan keyin tsiferblat aylantirilib, (19 - rasm) qora shkalaning nol bo'linmasi katta strelka ro'parasiga keltiriladi. Agar namunaga po'lat shar botiriladigan, ya'ni hisob qizil shkala bo'yicha yuritiladigan bo'lsa, bunda ham strelkani nolga qo'yish uchun qora shkaladan foydalaniladi.

Nihoyat krivoship (5) ishga tushirilgach, asosiy yuklanish avtomatik ravishda uchlikni namunaga botiradi. Natijada tsiferblat strelkasi ham burila boradi va to'xtaydi. Unda namunaning qattiqligi aniqlanadi.

Shkalaning har bir bo'linmasi qattiqlikning bitta birligiga teng bo'ladi va uchlikning 0,002 mm botishiga to'g'ri keladi. Shkalada 100 ta bo'linma bo'lib uchlikning namunaga botish chuqurligi 0,2 mm bo'lganda, qattiqlik 0 ga teng bo'ladi.

Uchlikning botish chuqurligi nol bo'lganda qattiqlik 100 birlikka teng, chunki tsiferblatdagi sonlar strelkaning aylanishiga teskari qo'yilgan.

Uchlikning botish chuqurligi hisoblash qiymatiga teskari proportsional bo'ladi. Shuning uchun ham sinalayotgan metallning (namunaning) qattiqligi qancha yuqori bo'lsa, botirilayotgan olmos izining chuqurligi (h), shuncha kam bo'lib qattiqlik birligi katta bo'ladi va aksincha, namuna qanchalik yumshoq bo'lsa, botirilayotgan olmos konus izining chuqurligi (h) katta bo'lib, qattiqlik birligi kichik bo'ladi.

Metallarning qattiqligi qaysi usulda (Rokvell yoki Brinell) aniqlanishdan qat'iy nazar, ularni maxsus jadvallardan foydalanib bir-biriga taqqoslash mumkin (6-jadval).

Turli xil usullarda aniqlangan qattiqlik qiymati bilan cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi orasidagi bog'liqlik mavjud.

Metallarning qattiqligini sinashda qaysi shkaladan foydalanilgan bo'lsa, HR belgisining o'ng yoniga shu shkala belgisi qo'yiladi, masalan: HRC, HRB, HRA.

9013- 59 raqamli Davlat standartiga muvofiq metallarning qattiqligi Rokvell usuli bilan aniqlanganda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

A va S shkalalarda o'lchanganda:

$$HRA (HRC) = 100 - l$$

V shkalasi bo'yicha o'lchanganda: $HRB = 13 - l$

formuladagi l qattiqlik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$l = \frac{h - h_0}{0,002}$$

6 - jadval

Brinel usulida aniqlangan qattqlik NV		Rokvell usulida aniqlangan qattqlik NR			Vik- kers usuli -da aniq. qat- tiql. HV	Ugle- rodli	Xrom -li	Nikel va xrom -nikel
		Shkalalar				Po’latning cho’zilishdagi mustahkamlik chegarasi		
Qol- dir. iz dia- metr.	Qat- tiq qiy- mati	S	A	V				
2,75	4650	50	76	--	5510	1780	1730	1680
2,80	4770	49	76	--	5340	1720	1670	1610
2,85	4610	48	75	--	5020	1650	--	--
2,90	4440	46	75	--	4730	1600	1560	--
2,95	4290	45	74	--	4000	1550	1550	1460
3,00	4150	44	73	--	4350	1490	1450	1410
3,02	4090	43	72	--	4230	1470	1430	1390
3,05	4010	42	72	--	4120	1440	1395	1365
3,10	3880	41	71	--	4010	1395	1360	1320
3,15	3750	40	71	--	3900	1350	1315	1375
3,20	3630	39	70	--	3800	1305	1270	1235
3,25	3520	38	70	--	3610	1265	1230	1195
3,30	3410	37	69	--	3440	1225	1190	1160
3,35	3310	36	68	--	3350	1105	1165	1130
3,40	3210	35	68	--	3200	1155	1120	1090
3,45	3110	34	67	--	3120	1115	1185	1055
3,50	3020	33	67	--	3050	1085	1055	1025
3,55	2930	31	66	--	2910	1055	1025	1000
3,60	2860	30	66	--	2850	1030	1005	975
3,65	2770	29	65	--	2780	995	970	940
3,70	2690	28	65	--	2720	970	640	915
3,75	2680	27	64	--	2610	945	920	895
3,80	2550	26	64	--	2550	920	890	865
3,85	2480	25	63	--	2500	895	870	845
3,90	2410	24	63	100	2400	870	845	820
3,95	2350	23	62	99	2350	845	825	805
4,00	2280	22	62	98	2260	825	800	775
4,05	2230	21	61	97	2210	800	775	765
4,10	2170	20	61	97	2170	780	760	740
4,15	2120	19	60	96	2130	760	740	720
4,20	2070	18	60	95	2090	745	725	705

h_0 - olmos konus izining materialga dastlabki kuchlanish(P_0) berilgandagi chuqurligi, mm;

h - konus izining materialga umumiy kuchlanish(R) berilgandagi chuqurligi, mm;

Demak, umumiy holda:

$$HRA(HRC) = 100 - \frac{h - h_0}{0,002}$$

$$HRB = 130 - \frac{h - h_0}{0,002}$$

Amalda metallarning qattiqligi Rokvell usulida aniqlanganda yuqoridagi formulalardan foydalanmay, to'g'ridan to'g'ri indikator shkalasidan tayyor qattqlik son miqdori aniqlanadi.

Bu usulda turli metallarni; yumshoq, qattiq va yupqa metallarni sinash mumkin bo'lganligi uchun undan sanoatda ko'p foydalaniladi. Bu usulning yana bir afzalligi sinash vaqtining kamligi, 30-60 sekunddan ortmasligidir.

Brinell usulida metallarning qattiqligini sinash ancha murakkab bo'lib, unda metal sirtidagi izni o'lchash uchun lupa, shtangentsirkul va boshqa asbob va jixozlar yordamida aniqlangan o'lchamlar formulalar yordamida hisoblab chiqiladi. Rokvellda esa namunadagi iz to'g'ridan – to'g'ri indikator shkalasidan yozib olinadi. SHuning uchun tajriba ishlarida Rokvell qurilmasidan keng ko'lamda foydalaniladi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. TK-2M tipidagi qattqlikni o'lchash asbobi, namunalar to'plami, egov, qumqog'oz va mikroskop.

Ishni bajarish tartibi. 1. Namunaning taxminiy qattiqligiga asoslanib, yuklanish qiymati, uchlik va (A, V, S) shkalalardan keraklisi tanlanadi. 2. Uchlik va shkala asbobga o'rnatiladi. 3. Namunani tekshirishga tayyorlanadi. Buning uchun namuna sirti egov yoki qumqog'oz bilan tozalanadi. Tekshirishda po'lat sharcha (yoki olmos konus) izining markazidan namuna chekkasigacha yoki boshqa izning markazigacha bo'lgan masofa 3 mm dan kam bo'lmasligi kerak. 4. Namuna asbob stoliga o'rnatiladi. 5. CHambarak soat strelkasi yo'nalishida aylantirilib, namuna yuqorigi uchlikka tekkuncha ko'tariladi.

Stolchani ko'tarishni indikatorning kichik strelkasi tsiferblatdagi qizil nuqta qarshisiga kelguncha, katta strelka esa vertikal holatni egallaguncha davom ettiriladi. 6. Indikator asbobining tsiferblatida strelka S shkala bo'yicha 0 ni yoki V shkala bo'yicha 30 ni ko'rsatguncha baraban aylantiriladi. 7. Mexanizm ishga tushiriladi. Katta strelka soat strelkasi yo'nalishida aylanadi. Strelkaning harakati to'xtagach, asosiy yuklanish olinadi.

8. Qattqlik olmos konusdan foydalanilganda S shkala bo'yicha, po'lat sharchadan foydalanilganda esa V shkala bo'yicha hisoblanadi.

9. Chambarak soat strelkasi yo'nalishiga teskari aylantirilib namuna tushiriladi, iz chuqurligi o'lchanadi, so'ngra tajriba takrorlanadi.

Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

7 - jadval

Namun a- ning mate- riali va qalin- ligi	Uch- lik	Tek- shi- rish shka- lasi	Yuklanish			Rokvell bo'yicha qattqligi				Brinell bo'yicha Qattiq- ligi.
			R ₀	R ₁	R	HRC ₁	HRC ₂	HRC ₃	HR _{0'rt}	

Nazorat savollari.

1. Qattqlikni o'lchash usullarini aytib bering.
2. Qattqlik nima?
3. Brinell asbobining uchliklari necha xil o'lchamli bo'ladi?
4. Nega qattqlik yuqori bo'lganda Rokvell asbobi ishlatiladi va uning sababi nimada?
5. Brinell usulida qancha qattqlikka ega bo'lgan namunalar sinaladi?
6. Rokvell usulida qattqlikni sinash boshqa usullardan nimasi bilan farq qiladi?
7. Bu usullarda sinashda uchliklar nimaga asosan tanlanadi?

8. Indikаторdagi shkalalardan qanday foydalanish mumkin?
9. Namunaga botirilgan uchlikdagi umumiy kuchlanish qanday topiladi?
10. Bu usulda aniqlangan qattiqliklar qanday hisoblanadi
11. Amalda sinash usuli qanday bajariladi?

Ish haqida hisobot. Tajriba ishidan ko'zda tutilgan maqsadi yoziladi, foydalanilgan asboblari, tajriba sxemasi chiziladi, qattiqliklarni o'lchash formulalari tushuntirib beriladi, jadvallar to'ldiriladi va nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

10 - T A J R I B A I S H I

Rangli metall va qotishmalarni mikroanaliz qilish.

Ishni bajarishdan maqsad. Mis, latun va bronza namunalarini mikroanaliz qilishni, holat diagrammasiga bog'liq holda mis, latun va bronzaning mikrostrukturalarini o'rganish.

Umumiy tushuncha. Misning mikrostrukturasini o'rganish uchun, undan kichik o'lchamli namuna olinadi va mikroshlifga tayyorlanadi. Buning uchun namuna yuzasi yaxshilab tozalanib, unga xlarning temirdagi tuzli eritmasi ta'sir qilinadi. So'ngra ma'lum muddat saqlab filtr qog'oz yordamida artilib, namunadagi strukturalar mikroskop yordamida tekshiriladi.



20 - rasm. Temirning xlordagi eritmasi ta'sir qilingan misning mikrostrukturasini.

Misning kislorod bilan birikkan qotishmasining holat diagrammasini ko'rib chiqamiz. Temperatura ortib borishi bilan misda kislorodning taqsimlanishi o'zgarib boradi.

Mis qotishmalari. Mis qotishmalari ikki guruxga: latun va bronzalar guruxiga bo'linadi.

Misning rux bilan birgalikda hosil qilingan qotishmasi *latunlar* deb ataladi.

Texnik latun miqdorida rux 45 % ga etadi.

Normal temperaturada misdan 39 % gacha rux eriy oladi. Demak 39 % li ruxli mis qotishmasining strukturasi bir fazali qattiq eritmadir. Mis tarkibida ruxning ortib borishi bilan qotishmaning mo'rtligi ortib boradi. Agar mis qotishmasi tarkibida 45 % gacha rux bo'lsa ikki fazali qattiq eritma bo'lib hisoblanadi va $(\alpha+\beta)$ - latun deb yuritiladi.

Quyma α latunning mikrostrukturasida dendritlar mavjud bo'lib mikroskopda ochiq rangda ko'rinadi. Qoramtir ranglar esa dendritlarni bog'lovchi ruxdir (Zn). Quyida reaktiv ta'sir qilinmagan α - latunning mikrostrukturasini tasvirlangan.

$(\alpha+\beta)$ - latun mikrostrukturasini tekshirganimizda ularning tarkibida misdan tashqari 39 % rux borligi aniqlandi.

α va $(\alpha+\beta)$ latunlarning rusumi L70 va L10 bilan belgilanadi.

Murakkab latunlar tarkibida alyuminiy, manganets, nikel, qo'rg'oshin va qalay bo'ladi. Ularni mikroskop ostida reaktiv ta'siridan keyin ko'rilganda juda chiroyli rangli manzara ko'rinadi.

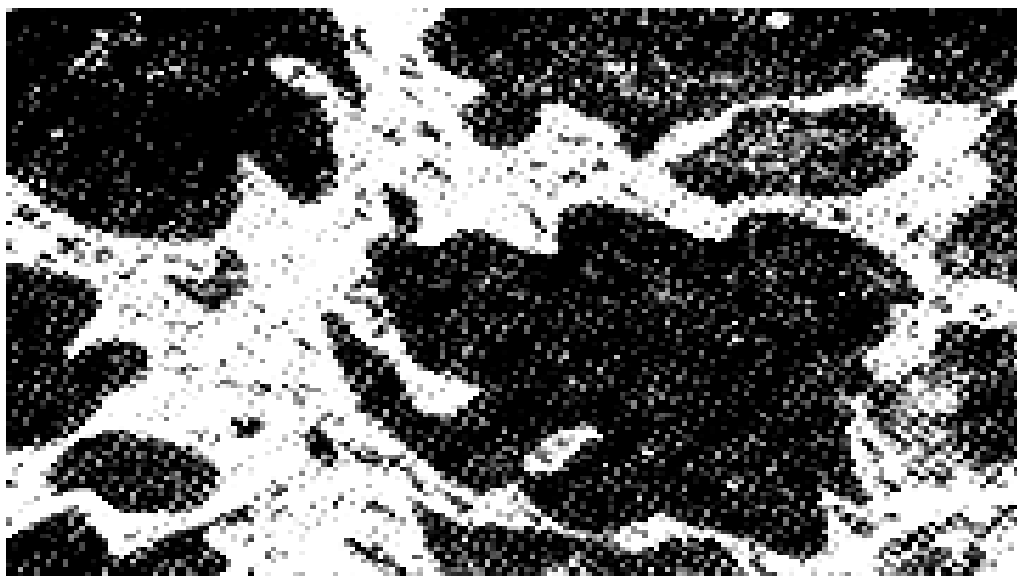
Tarkibida mis miqdori ko'p bo'lgan latunlar oltin rang bo'lib, ulardan zargarlik buyumlari tayyorlashda ishlatiladi. Bunday qotishma *tompak* deb ataladi va uning L96; L90; L95 kabi rusumlari bo'ladi.

Bronza strukturasi. Misning qalay, alyuminiy, qo'rg'oshin va berilliy elementlari bilan birgalikdagi qotishmasi *bronza* deb ataladi.

Agar qotishma tarkibida qalay bo'lmasa bu qotishma *maxsus bronza* deb ataladi.

Tarkibida 6 - 7 % Sn bo'lgan quyma bronzaning mikrostrukturasida qattiq α - aralashma bo'lib mayda dindritlardan iborat bo'ladi.

Mikrostrukturadagi qoramtir ranglar misga boy joylar, dendritchalar orasidagi oq joylar qalayga boy qotishma borligini bildiradi. Bunday qotishmalarga *quymabop bronzalar* deb ataladi.



21 - rasm. Qalayli bronza shlifiga temirning xlorli tuzli eritmasi ta'sir etilgandagi mikrostrukturasi.

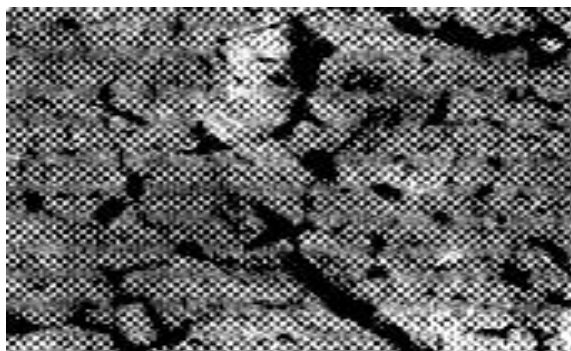


22 – rasm. Alyuminiyli bronzalarp toblanib so'ng bo'shtilgandan keyingi mikrostrukturasi.

Bronza tarkibida qalay 22 % dan oshsa texnikada ishlatilmaydi, chunki ular mo'rtlashadi.

Alyuminiyli bronza tarkibida 9,8 % alyuminiy bo'lganda bir fazali qattiq qotishma shaklida bo'ladi. Alyuminiy bronzalardan quyish yo'li bilan ham, deformatsiyalash yo'li bilan ham xilma - xil buyumlar: vtulka, shesternya va yo'naltiruvchi detallar tayyorlanadi.

Alyuminiy miqdori 10 % ga etganda qotishma ikki fazali bo'ladi. Uning mikrostrukturasini tekshirganimizda, oq ranglar α - faza; qora ranglar esa evtektoidlardir.



23 – rasm. Qo'rg'oshinli bronza mikrostrukturasini.

Alyuminiyli bronzalar toblanib so'ng bo'shatilgandan keyingi mikrostrukturasini tekshirilganda ignasimon strukturalar ya'ni martensit donalari borligi aniqlanadi.

Qo'rg'oshinli bronza $Cu - Pb$ mashinasozlikda ishqalanishga chidamli material sifatida ishlatiladi. Bulardan podshipniklar tayyorlanadi. BrS30 markali bronza tarkibida 30 % qo'rg'oshin bo'lib, uning mikrostrukturasini tekshirilganda oq rang mis miqdorini va qora ranglar qo'rg'oshinning miqdorini bildiradi. Bunday bronzalarni zaharlantirilib tekshirish shart emas.

Berilliyli bronza ($Cu-Be$) puxta, elastik payvandlanuvchan, kesib ishlanuvchan va korroziyabardosh qotishma. Ulardan ko'pincha prujinalar tayyorlanadi. Bu qotishmadagi asosiy xislati uning misda erish temperaturasi beqarorligi bo'lib, 2,7 % Be bor bo'lganda 866 °S dan 0,2 % Be bo'lgangacha 300 °S erishida kamayib boradi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Metallografik mikroskop, mis, latun, bronza namunalari, tsirkul va chizg'ich.

Nazorat savollari.

1. Mis namunasi qanday shlifda tayyorlanadi?
2. Misning mikrostrukturasini qanday aniqlanadi?
3. Misning kandy qotishmalarini bilasiz?
4. Latunning mikrostrukturasini nimalardan iborat?

5. Bronza turlarini aytib bering?
6. Maxsus bronzalar tarkibiga nimalar kiradi?
7. Qalayli bronza mikrostrukturasini qanday aniqlanadi.?
8. Alyuminiyli bronza mikrostrukturasini aniqlab bering.
9. Qo'rg'oshinli bronza tarkibi qanday tekshiriladi?
10. Berilliyli bronza qaerlarda ishlatiladi?

Ish haqida hisobot. Rangli metall va qotishmalarning mikrostrukturalari sxemasini chizing. Ularning qo'llanilish sohalarini aniqlab yozing. Mikrostrukturadagi miqdorlarni xarakterlab yozing. Nazorat savollariga to'liq javob bering.

11 – T A J R I B A I S H I

Po'lat uchquniga qarab uning rusumini aniqlash.

Ishni bajarishdan maqsad. Po'latning xossalari, ishlab chiqarish turlari bilan tanishish va po'lat rusumini aniqlash.

Umumiy tushuncha. Temir-uglerod qotishmalari texnikada mashina konstruksiyalarining asosiy materiallaridir. Ulardan eng asosiysi po'lat bo'lib, uning tarkibida temir va ugleroddan tashqari boshqa element qo'shimchalari ham bo'ladi.

Mashinasozlikda ishlatiladigan po'latlar kimyoviy tarkibi va ishlatilish sohasiga ko'ra bir necha guruhga bo'linadi.

I. Kimyoviy tarkibiga ko'ra: 1. Uglerodli oddiy va sifatli po'latlar.

2. Legirlangan maxsus po'latlar.

Uglerodli oddiy po'latlar tarkibida 2,14 % gacha uglerod va oz miqdorda *Si*, *Mn*, *P*, *S* bo'ladi. Bularning miqdori ma'lum me'yordan ortmasligi kerak. Masalan: *Si* - 0,5 %, *Mn* - 0,7 %, *P* - 0,05 %, *S* - 0,05 %.

Uglerodli sifatli po'latlar esa uglerodli oddiy po'latlardan tarkibidagi zararli elementlardan *P* va *S* ning yanada kamligi bilan farq qiladi.

Legirlangan po'latlar uglerodli po'latlardan tarkibidagi maxsus elementlar (*Cr*, *Ni*, *Co*) borligi bilan farq qiladi.

Po'latlar tarkibidagi vodorod, azot va kislorod gazlari uning xossalarini yomonlashtiradi. Ularning miqdori 0,0002 - 0,1 % dan oshmasligi kerak.

II. Ishlatilish soxasiga ko'ra: 1. Konstruktsion po'latlar. 2. Asbobsoz-lik po'latlari.

Konstruktsion po'latlarda uglerod miqdori 0,1...0,7 % gacha bo'ladi. Bu po'latlardan mashinalarning har xil detallari tayyorlashda, payvandlanadigan ko'priklar qurishda foydalaniladi.

Tarkibida uglerodi oz bo'lgan (0,1...0,3) po'latlar nisbatan yumshoqdir, shuning uchun bu po'latlarni sovuqlayin ishlash yo'li bilan ulardan gayka, bolt, shayba, har xil mixlar va boshqa biriktiruvchi detallar yasaladi.

Tarkibida uglerod miqdori 0,4...0,7 % gacha bo'lgan po'latlar termik ishlangandan keyin ularning qattiqligi, mustahkamligi yanada ortadi. Bunday po'latlardan vallar, o'qlar, tishli g'ildiraklar tayyorlanadi.

Asbobsozlik po'latlari tarkibida 0,7...1,4 % gacha uglerod bo'ladi. Bulardan asosan metall qirquvchi har xil asboblari: keskich, freza, parma, metchik, plashkalar yasaladi.

Sanoatda ishlatiladigan uglerodli va ligerlangan po'latlarning xili bir necha mingga etadi. Ular Davlat standarti bo'yicha bir necha rusumlarga bo'linadi.

Oddiy va sifatli konstruktsion po'latlarning rusumlari Davlat standartiga ko'ra ikki guruhga bo'linadi.

1) "A" guruh: bunga kiruvchi po'latlarni erituvchi zavod mexanik xossalarini ko'rsatsa ham, kimyoviy tarkibini ko'rsatmaydi. Rusumlar: StO, St2, St3 St7. Bunda St - po'latligini bildiradi, undan keyingi son esa po'latning qattiqlasha borishini va uglerod miqdorining oshib borayotganligini bildiradi.

8 - jadval

Ko'rsatgichlar	Po'latlarning rusumi						
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Uglerod miqdori S %	0,07	0,09	0,04	0,18	0,23	0,38	0,51
hisobida	0,12	0,15	0,22	0,27	0,37	0,50	0,67
xo'zilishdagi	32	34	38	42	50	60	70
mustahkamlik	40	42	47	52	61	72	80
chegarasi,kg/mm							
Nisbiy	26	24	21	19	15	11	7
cho'ziluvchanligi,%	28	26	24	21	17	13	9

2) "V" guruh: Bu guruhga sifatli konstruksion po'latlar kiradi. Bunday po'latlar aniq kimyoviy tarkibiga va mexanik xossalariga ega bo'ladi. Bunday po'latlarning 16 ta rusumi bor. Davlat standartiga asosan 0,5; 0,8; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 45; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70;

Ko'rsatilgan raqamlar yuzga taqsim qilinsa, po'latdagi uglerod miqdorining foizi kelib chiqadi.

Sifatli konstruksion po'latlar mexanik xossasiga asosan boshqa po'latlardan afzal bo'lib mashinaning muhim detallarini yasash uchun qo'llaniladi (prujinalar, amartizatsion detallar).

Asbobsozlik po'latlarining Davlat standartiga ko'ra ettita rusumi mavjud. *U7A; U8A; U9A; U10A; U11A; U12A; U13A;* Bunda "U" harfi po'latning uglerodli ekanligini bildirsa, raqamlar unga taqsim qilinsa po'lat tarkibidagi uglerodning foiz hisobidagi miqdori kelib chiqadi. "A" harfi esa po'latning yuqori sifatli ekanligini bildiradi.

Asbobsozlik po'latlaridagi uglerod miqdori oshib borishi bilan ularning qattiqligi ortadi, shu bilan birga mo'rtligi ham osha boradi. SHuning uchun zarb bilan ishlovchi asboblari: zubila, bolg'a, temirchilik shtamplari, bolta, tesha kabi asboblari faqatgina "U7" rusumli po'latdan tayyorlanadi.

Ish jarayonida zarb emaydigan asboblarda parma, freza, metchik, plashka, razvyortka va zenkerlar *U10, U11, U12* rusumli qattiq po'latlardan tayyorlanadi.

Legirlangan konstruksion po'latlarda uglerod 0,55 % gacha; legirlovchi elementlar esa 5% gacha bo'ladi. Bunday po'latlar mashinasozlikda, samolyotsozlikda, avtomobilsozlikda muhim detallar yasashda ishlatiladi.

Legirlovchi asbobsozlik po'latlarida uglerod 1,5 % gacha bo'lib, legirlovchi element miqdori ham ko'p bo'ladi. Yuqori tezlikda ishlovchi qirquv asboblari odatda legirlangan asbobsozlik po'latlardan tayyorlanadi. Bunday po'lat *tezkesar* po'lat deb ataladi.

9-jadval

Po'latning nomlanishi	Po'lat rusumi	% po'latning kimyoviy tarkibi					Po'latni ishlatilish sohasi
		S	Mn	Si	Cr	Ni	
Xromli po'lat	20 X	0,15 0,25	0,5 0,8	0,17 1,0	0,7 1,0	0,4	Eyilishga ishlovchi detallar
Xrom-marganets-kremniyli po'latlar	20 X	0,25 0,35	0,8 1,1	0,9 1,2	0,8 1,1	0,8	Ishqala-nishga ishlovchi detallar
Xrom-ni-kel volframli-po'latlar	18XNV	0,14 0,21	0,25 0,55	0,37	1,35 1,65	4,0 4,4	Tez aylanuvchi detallari
Kremniyli po'latlar	60 S	0,55 0,65	0,60 0,90	0,5 0,2	0,3	0,5	Elastiklik talab qilingan detallar

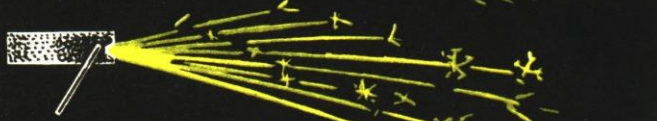
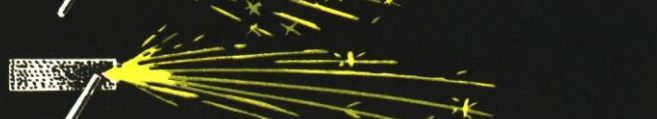
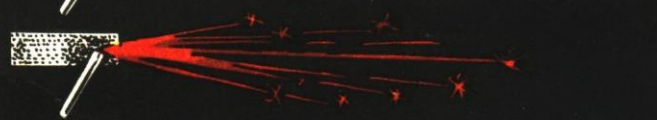
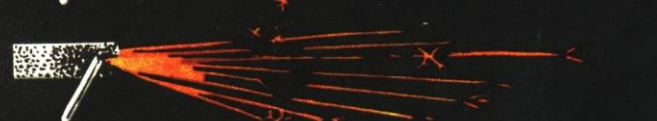
Tez kesar po'latlardan yasalgan kesgichlar 500 - 600 °S gacha qiziganda ham kesgirlikni yo'qotmaydi. Davlat standarti 5952-51 ga asosan tezkesar po'lat rusumlari quyidagicha:

10 - jadval

Po'latning Rusumi	S	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Co
R 18	0,70-0,80	<0.4	<0.4	3.8-4.4	17.5-19	1.0-1.4	---	---
R 9	0.55-0.95	<0.4	<0.4	3.8-4.4	8.5-10	2.0-2.6	---	---
RK 10	0.75-0.85	<0.4	<0.4	3.6-4.4	17.5-19	1.4-1.7	0.5-0.8	9.5-11.0

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar.

Rusumi aniqlanadigan po'lat asbob va uskunalar, uchqunlarni taqqoslash uchun po'lat uchquni tasviri tushirilgan plakati, jilvirlash dastgohi.

Кам углерод- ли конструк- цион пұлат		To'q sariq, kamonsimon yulduzchali
Ўртача углерод- ли конструк- цион пұлат		Sariq, yulduzchali
Кўп углеродли конструк- цион пұлат		Sariq, ko'p yulduzchali
Углеродли асбобсозлик пұлати		Och sariq, juda ko'p yulduzchali
Марганецли пұлат		To'q sariq, yulduzchasi kam.
Тезкесар пұлат		Qizil, yulduz- chalar uchida.
Вольфрамли пұлат		To'q qizil, yulduzchali
Кремнийли пұлат		To'q sariq, yulduzcha uchida
Хромли пұлат		Och qizil, yulduzcha uchida.
Хром-никел- ли пұлат		Och qizil, kam yulduzchali.

24 - rasm. Po'latni uchqunlatib sinash jadvali.

Ishni bajarish tartibi.

1. Rusumi tekshiriladigan po'lat namuna (asbob) lar tayyorlanadi.
2. Po'lat namunalari rusumini aniqlash uchun charx toshi (jilvirlash dastgohi) ishga sozlanadi.
3. Har bir sinab ko'rilgan namunadagi uchqun xarakteri plakat bilan taqqoslanib ko'riladi.
4. Namunadagi uchqun rangi va tuzilishiga qarab uning rusumi aniqlanadi va hisobot jadvaliga yozib to'ldiriladi.

Nazorat savollari.

1. Po'latning klassifikatsiyasini aytib bering.
2. Payvand konstruktsiyalar qanday po'latlardan tayyorlanadi?
3. Asbobsozlik po'lati bilan uglerodli po'lat orasidagi farqni aytib bering.
4. "A" va "B" guruh po'latlarni tushuntiring.
5. Zarbsiz va zarb bilan ishlaydigan asboblarni ayting.
6. Legirlangan elementga qaysilar misol bo'ladi?
7. Tezkesar po'lat deb nimaga aytiladi?

Ish haqida hisobot. Quyidagi jadval to'ldirilib, har bir po'latning rusumlari izohlab beriladi. Ularning ximiyaviy tarkibi va ishlanuvchanligi yozma ravishda bayon etiladi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

Namu- na ning nomi	Po'lat- ning rusumi	Uchqun- ning ko'rinishi	Uchqunni xarakteri (rangi, uchquni)	Po'lat namunaning kimyoviy tarkibi
1.				
2.				
3.				
4.				

12 – T A J R I B A I S H I

Metall va qotishmalarning korroziyalanish (zanglash) jarayonini o'rganish

Ishni bajarishdan maqsad. Metall va qotishmalarning korroziyalanish jarayoni bilan tanishish, korroziyalanish tezligini aniqlash va bu jarayon natijasida massaning yo'qolishini o'rganishdir.

Umumiy tushuncha. Metallarning tashqi muhit bilan fizik-kimyoviy o'zaro ta'siri natijasida emirilishi metallarning *korroziyalanishi* deb ataladi.

Metallarning korroziyalanishi natijasida ularning fizikaviy va mexanikaviy xossalari pasayadi yoki butunlay yo'qolib ketishi mumkin. Korroziya hodisasi mashinalarning ishqalanuvchi qismlari orasida ishqalanishni kuchaytiradi, asbob va apparatlarning elektr xossalarini pasaytiradi.

Metallarning tashqi muhit bilan aloqasi xarakteriga ko'ra korroziyani kimyoviy va elektrokimyoviy korroziyalarga ajratiladi.

Metallarning elektr o'tkazmaydigan muhit, masalan, quruq gazlar, suyuq dielektrik moddalar: benzin, surkov moylar, smolalar, neft va boshqalar bilan kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida emirilish jarayoni kimyoviy korroziyalanish deyiladi.

Metallarning korroziyalovchi tashqi muhitlardan biri quruq gazlar, masalan havo kislorodi, sulfit angidrid, karbonat angidrid, vodorod sulfid kabilar bo'lib, ular metall bilan to'qnashganda kimyoviy ta'sirlashadi, natijada metall sirtida oksid pardalar hosil bo'ladi.

Metallda korroziya oqibatida hosil bo'ladigan pardaning xossalari metallning tarkibiga va sharoitiga bog'liqdir.

Temirning kimyoviy korroziyalanishi oddiy temperaturada ham, yuqori temperaturada ham sodir bo'lishi mumkin. Temperatura ortishi bilan oksidlanish jarayoni kuchayib boradi, unda oksid pardalarining qalinligi ham ortadi.

Temir va uning qotishmalarining oksidlanish darajasi, tezligi ularning tarkibidagi xrom, alyuminiy, kremniy kabi elementlarning miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, tarkibiga 20 % xrom bor po'lat hatto 1170 – 1270 °S temperaturalarda ham mutlaqo korroziyalanmaydi. Bunga sabab shuki, xrom, alyuminiy va kremniylar metallning tashqi qatlamida mustahkam Cr_2O_3 , Al_2O_3 va SiO_2 kabi pardalar hosil qiladi va uni keyingi korroziyalanishdan saqlaydi. SHu sababli, xrom, alyuminiy va kremniylar korroziyabardosh elementlar bo'lib hisoblanadi.

Metallarning elektr toki o'tkazadigan suyuq muhitda, ya'ni elektrolit eritmalarida emirilish jarayoni *elektrokimyoviy korroziya* deb ataladi. Bunda galvanik juftlar - anodli va katodli uchastkalarda paydo bo'ladi. Elektrolit tuzlar, kislotalar va ishqorlarnin suvdagi eritmaları bo'lishi mumkin.

Metallar emirilishining geometrik xarakteriga ko'ra korroziya tekis, mahalliy va kristallararo turlariga bo'linadi.

Tekis korroziyalanishda metallning butun sirti bir qadar tekis emiriladi. Korroziyaning bunday turi sof metallarda va bir jinsli qattiq metall eritmalarida ko'p kuzatiladi.

Mahalliy korroziyalanishda metallning ko'p qismi emirilmay, ayrim joylarigina emiriladi. Korroziya qanchalik notekis bo'lsa, u shunchalik xavfli bo'ladi va tez chuqurlasha boradi.

Kristallitlararo korroziyalanishda metall donalari (kristallitlari) oralig'idagi chegara emiriladi. Korroziyaning bunday turi nihoyatda xavfli bo'ladi, chunki bunda korroziyalangan metallning mexanikaviy xossalari pasayishiga qaramay, uning tashqi ko'rinishi- o'zgarmay qoladi, shu sababli korroziyani o'z vaqtida sezib bo'lmaydi. Bunday korroziyani aniqlash uchun sifat va miqdoriy analiz usullaridan foydaniladi.

Sifat analizida metallarning korroziyalanganligi, ularning tovush o'tkazuvchanligi, egilishga chidamliligi va mikrostrukturasida o'zgarish bor-yo'qligini tekshirish natijasida aniqlanadi. Masalan, kristallitlararo korroziyalanishda metallarning tovush o'tkazuvchanlik vaqti keskin susayadi, egilishga sinalganda esa cho'zilish zonasida mayda darzlar, mikrostrukturasida mikrodarzlar paydo bo'ladi.

Miqdoriy analizda metallarning korroziyalanishi agressiv muhit (kislota va ishqor) ta'siridan keyin mexanik xossalari o'zgarishiga qarab aniqlanadi.

Metallarning korroziyalanish tezligini hajmiy usul bilan ham aniqlash mumkin. Bu usul korroziyalanayotgan metall ajratib chiqarayotgan yoki yutayotgan gazlarning hajmini o'lchashga asoslangan. Masalan, vodorod korroziyometri yordamida ajralib chiqayotgan vodorodning hajmiga qarab eritmaga o'tgan metallning miqdorini hisoblab topish mumkin.

Metallarning tekis korroziyalanishida korroziyabardoshlik darajasi eritmaga o'tgan metall miqdori bilan aniqlanadi: bu miqdor namunaning yuza birligida (1 m^2 , 1 sm^2) yoki vaqt birligi (soat, sutka, yil) ichida korroziyalangan qismining massasi bilan ifodalanadi.

Korroziyabardoshlik darajasi (korroziyalanish tezligi) quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$K = \frac{\Delta m}{st}$$

bunda, K - korroziyabardoshlik darajasi, ($\text{gr}/\text{m}^2 \cdot \text{soat}$)

Δm - massaning yo'qolishi (yoki ko'payishi), gr.

s - namunaning yuzasi, (m^2)

t - sinash muddati, (soat)

Massaning yo'qolishi yoki ko'payishi $\Delta m = P_0 - P_1$ formuladan topiladi, bunda P_0 - namunaning reaktivdan chiqarilgandan keyingi massasi: P_1 - namunaning reaktivga joylashtirilgungacha bo'lgan massasi.

Korroziyabardoshlik chegarasidan foydalanib, korroziya chuqurligi topiladi.

$$\Pi = \frac{K_1}{\rho} 10^{-3}$$

bunda, P - korroziya chuqurligi, (mm/yil)

K_1 - korroziyabardoshlik darajasi, ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{yil}$)

ρ - metall zichligi, (gr/sm³)

Metallarning korroziyabardoshligini baholash uchun massasini yo'qotish bo'yicha besh balli shkala, chuqurligi bo'yicha esa o'n balli shkala qo'llaniladi.

12 - jadval

chidamli-lik guruhi	Korroziya bardoshlik darajasi mm/yil	Ball	chidamlilik guruhi	Korroziya- bardoshlik darajasi mm/yil	Ball
Mutlaqo chidamli	P 00,001	1	Susaygan chidamli	0,1 P 0,5 0,5 P 1,06	6 7
Nihoyatda chidamli	0,001 P 0,005	2	Kam chidamli	1,0 P 5,0 5,0 P 10,0	8 9
chidamli	0,005 P 0,01 0,01 P 0,05	3 4			
	0,05 P 0,10	5	chidamsiz (beqaror)	P 10,0	10

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Mufel elektr pechi, uglerodli va legirlangan po'lat namunalari, chinni idish (tovoqcha), analitik tarozi, shtangentsirkul, paxta, spirt va reaktivlar (zar suvi ya'ni HCl bilan HNO_3 ning 1:3 nisbatdagi aralashmasi).

Ishni bajarish tartibi.

1. Namunalarning sirt yuzasi o'lchanadi, so'ngra tortishga tayyorlanadi.

O'lchashlar aniqligini oshirish uchun namunalarning sirt yuzasi kattaroqlarini olish lozim, ya'ni qalinligi 2 - 3 mm, kengligi 6 - 8 mm va uzunligi 60 - 80 mm bo'lganligini olish maqsadga muvofiq bo'ladi.

2. Namunalar qizdirilgan chinni idishga solinadi.
3. Namunalar solingan chinni idish analitik tarozida tortiladi.
4. Ikkala namuna (solishtirish uchun tarkibida 5 % xrom bo'ladigan va xromsiz uglerodli 15 rusumli po'lat - 15X6S10, legirlangan konstruksion 40X va 40X9S2 po'lat olinadi) elektr pechida qizdiriladi (qizdirish harorati 1070 va 1720 °S), so'ngra shu temperaturada 30 - 60 minutgacha ushlab turiladi. SHiddatli oksidlanish jarayoni borishi bilan pechning eshigi goh-goh bir minutda 2 - 3 marta ochib qo'yiladi.
5. Namunali chinni idish pechdan asta-sekinlik bilan chiqariladi, sovutiladi va analitik tarozida 0,1 mg aniqlikda tortiladi.
6. Namunalarning massasi qancha kamayganligi yoki ortganligi $\Delta m = P_0 - P_1$ hisoblab topiladi.
7. Korroziyabardoshlik darajasi ham hisoblab topiladi.
8. Olingan natijalar jadval tariqasida yoziladi.
8. Po'latning korroziyabardoshlik darajasini tajribada aniqlash uchun namuna texnik tarozida tortib olinadi, sirt yuzasi o'lchanadi, so'ngra spirtida ho'llangan paxta bilan tozalangach, 30 minut zar suviga solib qo'yiladi.
9. Namuna reaktividan chiqarilib, suvda yuviladi va quritish shkafida quritiladi.
10. Quritilgan namuna sovutilgach, u yana tarozida tortiladi va massasi qancha kamaygan yoki ortganligi aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Korroziyalanish deb nimaga aytiladi?
2. Kimyoviy korroziya qanday sodir bo'ladi?
3. Metall va qotishmalardagi oksidlanish darajasi nimaga bog'liq?
4. Elektrokimyoviy korroziya qanday sodir bo'ladi?
5. Metallarning qanday korroziyalanish turlarini bilasiz?
6. Kristallitlararo korroziya qanday aniqlanadi?

Ish haqida hisobot. Hisobotda bajarilgan ishdan maqsad, korroziyani aniqlashga doir sifat va miqdor analizlarini o'tkazish uslubi hamda ishlarni bajarish tartibi yoziladi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

13- jadval

Po'lat rusumi	Namuna yuzasi	Namuna massasi		Qizdi- rish harora-ti ⁰ S	Ushlab turish vaqti min.	Kor- roziya dara- jasi	Korro- ziya chuqurli gi
		Qizdirg ancha	Qiz- dirgan- dan so'ng				

13 – T A J R I B A I S H I

Metall va qotishmalarni payvandlash usullarini o'rganish.

Ishni bajarishdan maqsad. Metall va qotishmalarni elektr yoyi va gaz alangasida payvandlash usullarini o'rganish.

Umumiy tushuncha. Metall va qotishmalarning ulanadigan joylari yumshaguncha yoki suyuqlanguncha qizdirib bir-biriga kristallanish yo'li bilan ajralmas birikma hosil qilish jarayoni **payvandlash** deb ataladi.

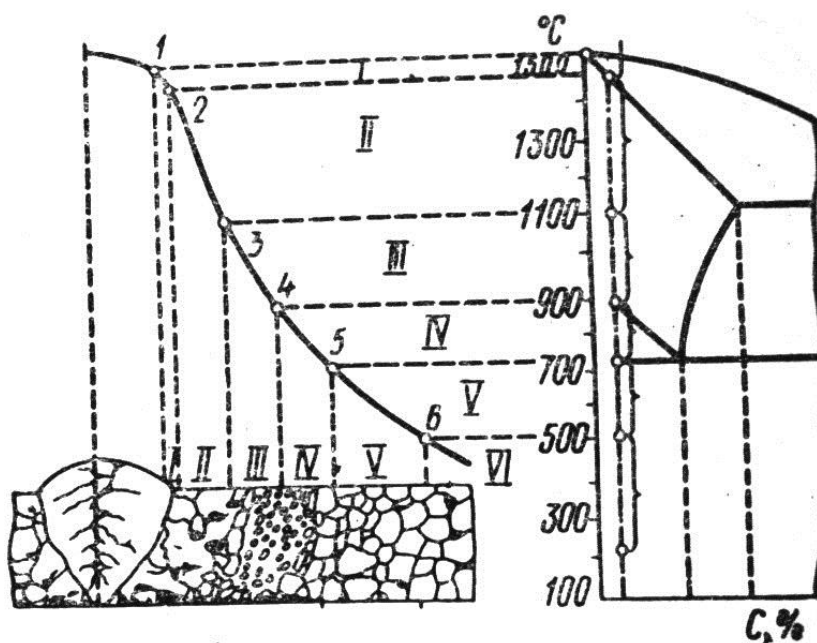
Payvandlanuvchi buyumlarni qizdirish darajasiga ko'ra payvandlash jarayoni ikki guruhga bo'linadi: suyuqlantirib va bosim ostida payvandlash.

Suyuqlantirib payvandlash deganda metallarni suyuqlanish haroratigacha qizdirib, bir-biriga biriktirish tushuniladi. Payvandlanuvchi joylar va chok quyidagi energiyalar yordamida ya'ni: elektr yoyi razryadi (elektr yoyi yordamida payvandlash), gaz alangasida (gazli payvandlash), elektr toki yordamida payvandlash zonasidagi shlak vannacha (elektr shlakli payvandlash), o'ta tez elektronlar oqimi yordamida (elektron - nurli payvandlash),

ionlashtirilgan gazlar oqimida (plazmali payvandlash), o'ta yuqori yorug'lik nurida (lazerli payvandlash) hisobiga suyuqlantiriladi.

Suyuqlantirib payvandlashda payvand birikmalar strukturasi ya'ni issiqlik ta'sir etuvchi zonada ba'zi o'zgarishlar sodir bo'ladi. Quyida kam uglerodli po'latlarni payvandlashda struktura o'zgarishlari sodir bo'lishi keltirilgan (26-rasm).

Chizmadan ko'rinib turibdiki chok metall uzunchoq dendritaviy kristallardan tuzilgan (0 - zona) chunki bu metall sekin qotadi. Chok asosiy metallga tegib turgan 1 - 2 - zonasi (chala suyuqlanish zonasi) da yirik kristallardan iborat, chunki bu zona ancha yuqori haroratgacha qiziydi. 2 - 3 zona (o'ta qizish zonasi) bo'lib yanada yirikroq kristallardan iborat, bu zonada austenit donalari yiriklashadi. 3 - 4 zona mayda kristallardan iborat bo'lib, metallning bu zonasidagi qismi normallanadi va uning mexanikaviy xossalari yaxshilanadi. 4 - 5 zonada metallning donalari qisman maydalanadi. 5 - 6 zonada esa metall strukturasi o'zgarmaydi, agar metall plastik deformatsiyalangan bo'lsa rekristallanishi mumkin. SHuning uchun bu zona *rekristalanish zonasi* deyiladi, ya'ni kristal panjaralarining o'lchami o'zgaradi.



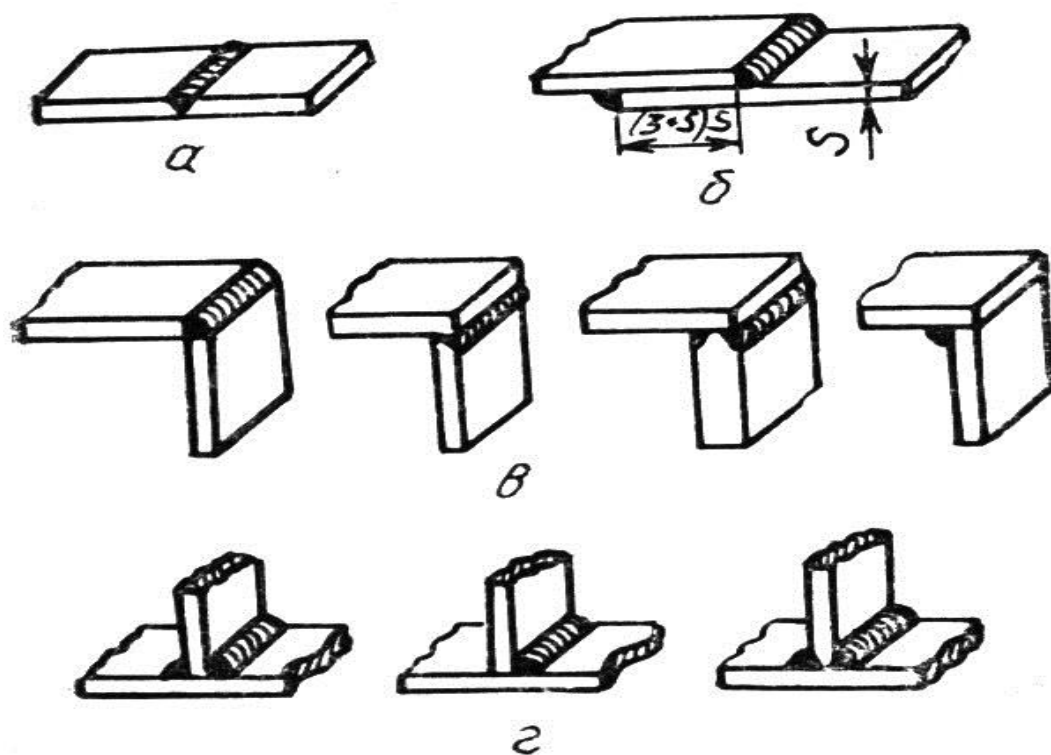
25-rasm. Uglerodli po'latlarni payvandlashda issiqlik ta'sir etish zonasidagi metall strukturasi o'zgarishi.

Bosim ostida payvandlash metall va qotishmalarning ulanadigan qismlarida plastik deformatsiyalanish natijasida atomlar o'zaro bog'lanish hisobida sodir bo'ladi.

Bosim ostida payvandlashda metall buyumlar suyuqlanish haroratiga yaqin temperaturada qizdiriladi va bosim ta'siri ostida payvandlanadi.

Payvandlanuvchi buyumlarni qizdirish uchun temirchilik gornidan (bolg'alab payvandlash) va elektr tokidan (elektr kontaktda payvandlash) foydalaniladi. Bosim ostida payvandlashda ba'zi qismlar qizdirilmaydi, bunda mexanikaviy payvand birikma hosil bo'ladi (ishqalab, portlatib va ultra tovush yordamida payvandlash). Payvand birikmalarning asosiy turlari quyidagilardan iborat (27-rasm).

Metallarning ulanish joylarini va qo'shimcha metallni elektr yoy issiqligida suyuqlantirib payvandlash *elektr yoyi bilan payvandlash* deyiladi.

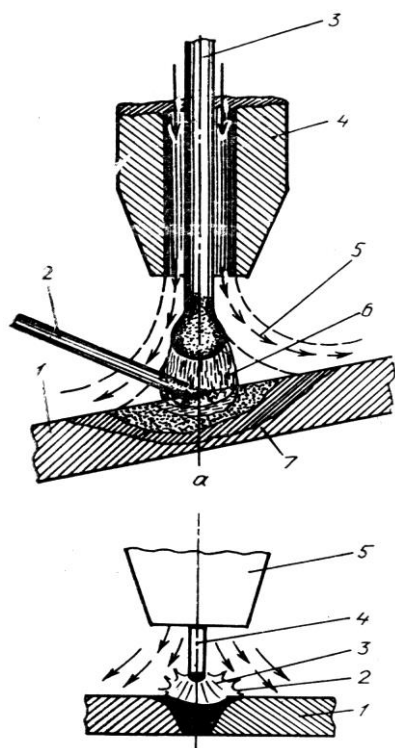


26 - rasm. Payvand birikma turlari.

Elektr yoyi bilan payvandlashda elektrodlar suyuqlanmaydigan va suyuqlanuvchi bo'lishi mumkin. Suyuqlanmaydigan elektrodlar ko'mir va grafitdan, ba'zan esa volframdan tayyorlanadi. Suyuqlanuvchi elektrodlar metallardan tayyorlanadi.

Ko'mir va grafit elektrodlar 200 - 300 mm uzunlikdagi va 6 - 30 mm diametrli sterjen shaklida tayyorlanadi. Grafit elektrodlar tokni juda yaxshi o'tkazadi.

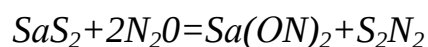
Shuning uchun ko'mir elektrodlardan foydalanish nisbatan kuchliroq tok bilan payvandlashga imkon beradi. Metall elektrodlar bilan payvandlashda elektr yoyi payvandlanadigan detallar bilan metall elektrod o'rtasida paydo bo'ladi.



27 – rasm. Elektr yoyi bilan payvanlash sxemasi

Bu elektrod ayni vaqtda chokni to'ldiruvchi material vazifasini ham o'taydi, metall elektrodlar 300 - 400 mm uzunlikdagi va 1 - 12 mm diametrli sim shaklida ishlatiladi.

Gaz alangasi bilan payvandlash usuli yupqa devorli buyumlarni payvandlashda qo'llaniladi va issiqlik manbai sifatida atsetilin, vodorod, kerosin bug'i hamda tabiiy gazlar ishlatiladi. Bularning ichida eng ko'p ishlatiladigani atsetilindir (S_2N_2), chunki kislorodda yonganda boshqa gazlarga nisbatan yuqori temperatura ($3100 - 3150^{\circ}S$) hosil bo'ladi. Atsetelin kaltsiy karbidga suv ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi.



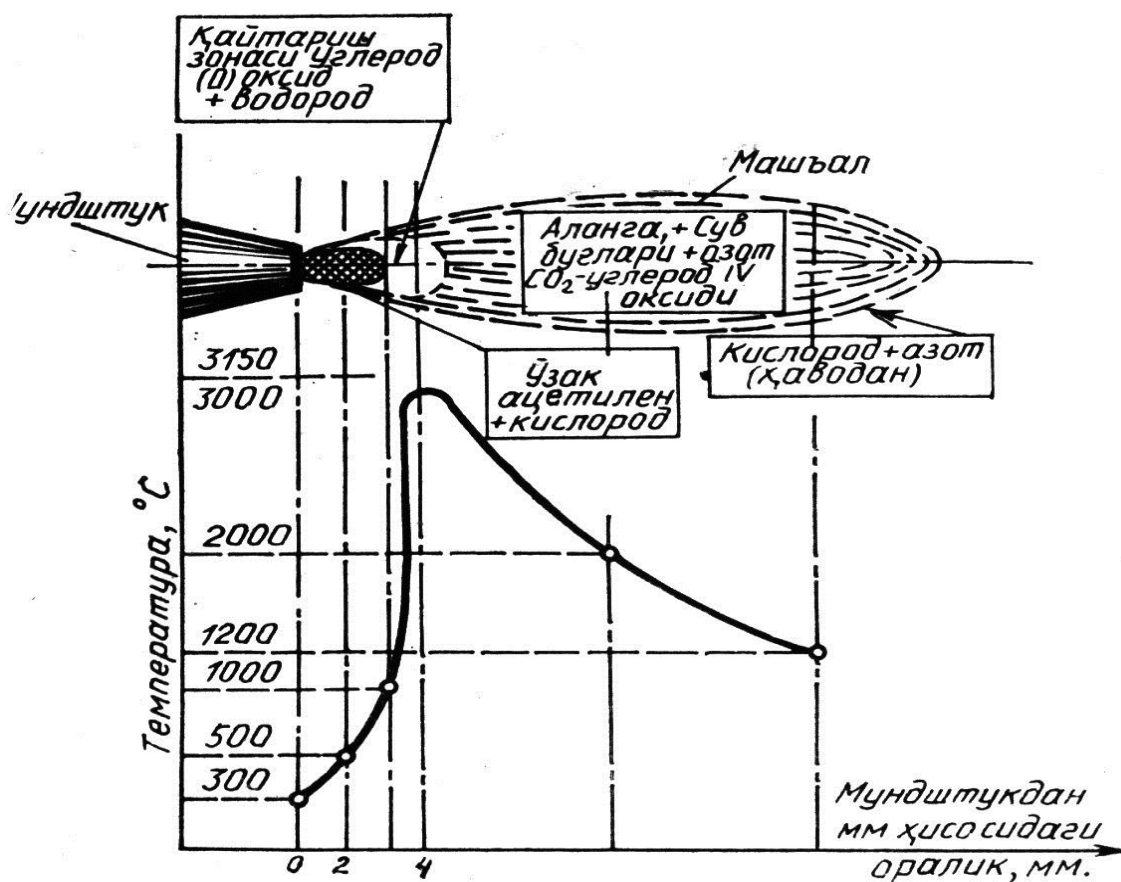
Quyida atsetilen - kislorod alangasining xarakteristikasi keltirilgan.

Metallarning gaz alangasi bilan payvandlashda gaz gorelkalari ishlatiladi.

Gorelka dasta shaklidagi korpusga ega. Korpusda atsetilen va kislorod keladigan trubkalar bo'lib ikkala gaz aralashgandan keyin aralashma munda uchida yonib, alanga metallning qizdiriladigan joyiga yo'naltiriladi.

Atsetilen - kislorod alangasi 3 zonaga bo'linadi.

1 - zona yadro, 2 - zona payvandlash zonasi, 3 - zona to'la yonish zonasi deyiladi.



28 - rasm. Atsetilen - kislorod alangasining tuzilish sxemasi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Elektr yoyi bilan payvandlashda: o'zgaruvchan tok transformatori, metall elektrod, himoya ko'z oynakli niqob, elektrod tutgich, qo'lqop, payvandlanuvchi namuna, ish stoli, bolg'acha, qisqich va sim o'ramlari. Gaz alangasida payvandlashda: gaz apparati, kaltsiy karbid, kislorod baloni, payvandlash gorelkasi, payvandlanuvchi namuna va hokazolar.

Ishning bajarish tartibi. Elektr yoyi bilan payvandlash: 1. Transformatoridagi tok kuchini aniqlash lozim. Tok kuchi payvandlanuvchi metall qalinligiga, turiga va elektrod diametriga ko'ra quyidagicha aniqlanadi.

$I_{cv} = k \cdot d_{el} = (40 - 50) \cdot d_{el}$ - kam uglerodli po'latlar uchun, $I_{cv} = (30 - 40) \cdot d_{el}$ - legirlangan po'latlar uchun, bunda d_{el} - elektrod diametri.

2. Payvandlanuvchi metallarni ish stoliga qo'yib, payvandlanuvchi yuzalarni tayyorlash lozim.

3. Metall elektrod tanlanib, elektrod tutgichga o'rnatiladi.

4. Transformatorning musbat qutbi payvandlanuvchi metallga, manfiy qutbi esa elektrod tutgichga ulanadi.

5. Ishni boshlashdan avval xavfsizlik texnikasi asosida ehtiyot choralari ko'riladi va himoya ko'z oynakli niqob tutiladi.

6. Ko'rsatmaga binoan elektrod yoyli payvandlash ishlari bajariladi.

7. Payvand birikmaning sifati ko'zdan kechiriladi.

Gaz alangasi bilan payvandlash. 1. Kislorod balloni va gaz apparati maxsus shlanglar yordamida reduktor bilan tutashtiriladi.

2. Reduktorning 2 - tomoni gaz gorelkasi bilan tutashtiriladi.

3. Gaz apparatiga kaltsiy karbid va suv solib, apparatni biroz chayqatiladi.

4. Payvandlanuvchi metallar ish stoliga qo'yilib, biriktiriluvchi yuzalari payvandlashga tayyorlanadi. Namuna sifatida uncha qalin bo'lmagan metallar, trubalar va simlardan foydalanish mumkin.

5. Gaz gorelkasining vintlarini sozlab, undan chiqadigan gaz va kislorod aralashmasi gugurt yordamida o't oldiriladi.

6. Xavfsizlik choralari ko'zda tutilgan holda payvandlash ishi amalga oshiriladi.

7. Payvand chokning sifati ko'zdan kechiriladi.

Nazorat savollari.

1. Payvandlash deb nimaga aytiladi?
2. Suyuqlantirib payvandlashda qaysi energiyalardan foydalaniladi?
3. Suyuqlantirib payvandlashda detal strukturasidagi o'zarishlarni yozma tushuntiring?
4. Rekristallanish deb qanday jarayonga aytiladi?
5. Bosim ostida payvandlash qanday amalga oshiriladi?
6. Bosim ostida payvandlash usullari qaysilar?
7. Mexanikaviy payvand birikma deb nimaga aytiladi?
8. Elektrodning turlari va afzalliklari nimalardan iborat?
9. Suyuqlanmaydigan elektrodga qaysilar kiradi?
10. Suyuqlanadigan elektrodga qaysi elektrodlar kiradi?

Ish haqida hisobot. Metall va qotishmalarini payvandlash choklari va birikmalarining sxemalari, atsetilen - kislorod alangasining xarakteristikasi, gaz garelkasining sxemasi, elektr toki yordamida payvandlashda sodir bo'ladigan o'zgarishlar sxemasi va nazorat savollarga javoblar keltiriladi.

14 – T A J R I B A I S H I

Tokarlik - vintqirqish dastgohining tuzilishi va ishlashi bilan tanishish.

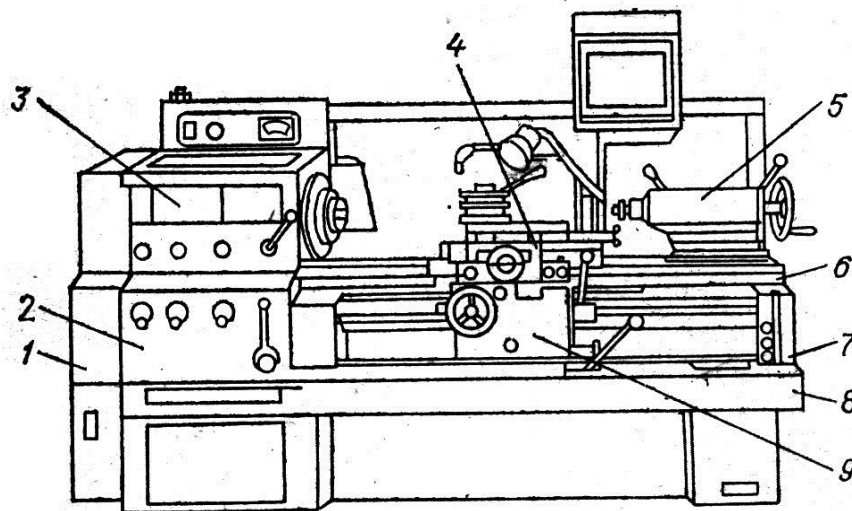
Ishni bajarishdan maqsad. 16K20 rusumli tokarlik - vint qirqish dastgohining tuzilishi va unda bajariladigan jarayonlar bilan tanishish.

Umumiy tushuncha. Hozirgi vaqtda tokarlik-vint qirqish dastgohining bir necha rusumlari mavjud bo'lib, 1D62M; 1D63-A; 1A62 1K62; 16K20 shular jumlasidandir. Tajribalarda ko'proq 16K20 rusumli dastgohlardan foydalaniladi. Bu dastgohlarning asosiy parametrlari ishlov beriladigan tayyorlanmaning staninadan yuqoridagi eng katta diametri va dastgoh markazlari orasidagi eng katta masofani bildiradi. Bu masofa ishlov beriladigan detalning eng kattta o'lchamini belgilaydi.

16K20 rusumli dastgohda tashqi diametri 400 mm gacha bo'lgan tayyorlanmalarning sirti tsilindrik, konus shaklidagi va shakldor yuzalarini yo'nish, torets yuzalarini yo'nish, sirtqi va ichki rezbalar qirqish, teshiklarini yo'nib kengaytirish, parmalash, zenkerlash va razvyortkalash, qirqib tushirish kabi ishlarini bajarish mumkin.

16K20 rusumli tokarlik-vint qirqish dastgohining asosiy ishchi qismlari 30- rasmda keltirilgan.

16K20 modeli tokarlik-vint qirqish dastgohi stanina 6, asos 8, tezliklar qutisi bo'lgan oldingi babka 3, almashinuvchi g'ildiraklar gitarasi 1, uzatmalar qutisi 2, fartuk 9, support 4, ketingi babka 5, tez surishlar yuritmasi 7, boshqarish organlari va sovitish hamda moylash sistemalaridan tashkil topgan (30-rasm).



29- rasm. 16K20 rusumli tokarlik-vint qirqish dastgohi.

1—almashinuvchi tezliklar gitarasi; 2—uzatmalar qutisi; 3—tuzliklar qutisi, oldingi babka; 4—support; 5—ketingi babka; 6—stanina; 7—tez surishlar yuritmasi valik; 8 — asos; 9 - fartuk.

Stanina 6 asosiy yuk ko'taruvchi detal hisoblanib, dastgohning barcha uzellari unga montaj qilinadi; shu bilan birga u support, bo'ylama salazkalari hamda ketingi babkaning dastgoh o'qi bo'ylab surilishini yo'naltirish uchun xizmat qiladi. Tezliklar qutisi shpindelning aylanishlar chastotasini o'zgartirish uchun mo'ljallangan. Titrashlarni kamaytirish uchun tezyurar tokarlik dastgohidagi tezliklar qutisi alohida uzal ko'rinishida yasalgan bo'lib, elektr dvigatel bilan birga old tumbaga joylashtirilgan.

Almashinuvchi g'ildiraklar gitarasi 1 old babkadan aylanma harakatni uzatmalar qutisiga uzatish uchun va barcha tipdagi rezbalar qirqishni ta'minlash maqsadida bu uzatmaning uzatmalar sonini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Uzatmalar qutisi 2 supportning bo'ylama va ko'ndalang uzatilishini o'zgartirish uchun mo'ljallangan. Tokarlik-vint qirqish dastgohida uzatmalar qutisi yordamida rezba qirqishda kerakli qadam o'rnatiladi hamda harakat yo yurish vintiga, yo yurish valiga uzatiladi. Yurish vinti keskich bilan rezba qirqishda, yurish valiki yo'nish uchun qo'llaniladi. Fartuk 9 yurish vinti va uzatish mexanizmining ajraluvchan gaykasini joylashtirish uchun xizmat qiladi, uzatish mexanizmi aylanma harakatni yurish valikidan uzatadi va bu harakatni bir yo'la supportning yo bo'ylama, yo ko'ndalang yo'nalishdagi to'g'ri chiziqli ilgarilanma harakatiga aylantirib beradi.

Support 4 keskichning bo'ylama va ko'ndalang yo'nalishlarda mexanik yo'sinda surilishini va uning shpindel o'qiga nisbatan istalgan burchak ostida harakatlanishini ta'minlaydi. Ketingi babka 5 uzun detallarni markazlarda o'rnatib ishlov berishda ikkinchi tayanch vazifasini o'taydi. Shu bilan birga u teshiklarga parmalar, zenkerlar, razvyortkalar bilan ishlov berishda hamda metchik va plashkalar bilan rezba o'yishda asbobni mahkamlash va uzatish uchun ham ishlatiladi.

Mazkur dastgoh bazasida raqamli programma bilan boshqariladigan (RPB) tokarlik dastgohining 16K20F3 modelini ishlab chiqarish o'zlashtirilgan.

Dastgohda turli xil xomaki va tozalab kesib ishlashlari tegishli keskichlar yordamida bajariladi. Tashqi tsilindrik va konusli yuzalarini yo'nish uchun o'tuvchi keskichlardan foydalaniladi. Torets yuzalari torets keskichi yordamida yo'niladi, bunda keskich ko'ndalang harakat qiladi. Mavjud teshiklarni yo'nib kengaytirish uchun yo'nib kengaytirish kechkichlari ishlatiladi, bunda keskichga bo'ylama harakat (S_{ϕ}) beriladi.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. 16K20 rusumli tokarlik – vint qirqish dastgohi va uning sxemasi, kesib ishlanuvchi tayyorlanma, shtangentsirkul.

Ishni bajarish tartibi. Dastgohning tuzilishi bilan tanishib chiqiladi.

1. Dastgohning ishlashi bilan tanishiladi. Bunda boshqarish va sozlash elementlari o'rganiladi.
2. Qanday vazifa qo'yilganiga qarab keskich tanlanadi va dastgoh tanlanadi.
3. Dastgohda qirqish, yo'nish ishlari bajariladi.
4. Dastgohda bajarilgan ishlar sxemasi asosiy harakatlarni ko'rsatilgan holda chiziladi.

Nazorat savollar.

1. Tokarlik vint qirqish dastgohlarining qanday modellarini bilasiz?
2. Dastgoh rusumidagi son va harflar nimani bildiradi?
3. Tokarlik vint qirqish dastgohida qanday ishlar bajariladi?
4. Dastgoh qanday asosiy qismlardan iborat ?
5. Dastgohning texnik xarakteristikasiga nimalar kiradi?
6. Dastgohda ishlashda qanday kesuvchi asboblardan foydalaniladi?
11. Dastgohda asosiy va yordamchi harakat qacarlarga beriladi va nima uchun?

Ish haqida hisobot. Hisobotda bajariladigan ishdan maqsad, 16K20 rusumli dastgohning kinematik sxemasi, asosiy qismlarining vazifalari, bajarilgan ishlarning qisqacha tafsiloti va nazorat savollariga yozma javoblar keltiriladi.

15- TAJRIBA ISHI

Tokarlik keskich, uning qismlari, elementlari va turlarini urganish

Ishdan maqsad. Tokarlik keskichlarining qismlari, geometriyasi, turlari, ishlatilish soxalari va asosiy burchaklari bilan tanishish.

Umumiy ma'lumot. Tokarlik keskich metallarni kesib ishlashda eng ko'p tarqalgan kesuvchi asbob bulib, bajariladigan ish turiga kura xilma-xil buladi. Bunday keskichlar asosan ikki kismidan: kallak, ya'ni asosiy ishchi (kesuvchi) qismidan va tana kismidan iborat (31- raem). Keskichning tana tsismi uni supportga yoki keskich tutgichga max.kamlash uchun xizmat kiladi. Kallak kismida esa keskichning asosiy kesuvchi elementlari joylashgan, bu elementlar tsuyidagilardan iborat: oldingi yuza (1), asosiy kesuvchi kirra (2), asosiy ketingi yuza (3), keskich uchi (4), yordamchi ketingn yuza (5), yordamchi kesuvchi k.irra (6). Keskichning tsirindi chik.adigan yuzasi oldingi yuza deb ataladi. Keskichning yunilayotgan buyumga qaragan yuzalari ketingi yuzalar deyiladi, Asosiy kesuvchi qirra oldingi va asosiy ketingi yuzalar kesishuvidan hosil bo'lib, asosiy ishni bajaradi, ya'ni qirindi hosil kiladi,

Asosiy va yordamchi kesuvchi qirralarning tutashuv joyi keskichning uchi buladi. Oldingi va yordamchi ketingi yuzalar kesishuvidan hosil buladigan kirra yordamchi kesuvchi tsirra deyiladi.

Yunilayotgan buyumda keskich vaziyatiga kura k.uyidagi yuzalar va tekisliklar mavjud buladi (32-rasm): kesib ishlangan yuza (/) — Qirindi yo'nilgandan keyin hosil bulgan yuza; kesish yuzasi (2) — yo'nalayotgan buyumda keskichning kesuvchi qirrasi hosil qiladigan yuza; kesib ishlanayotgan yuza (3) — qirindi yo'nalayotgan yuza; kesish tekisligi (4) — kesish yuzasiga urinma bo'lib, asosiy kesuvchi qirradan o'tuvchi tekislik; asosiy tekislik (5) —

keskichni bo'ylama (5_b) va ko'ndalang (z_k) surishlarga parallel o'tkazilgan tekislik.

Surish yo'nalishiga ko'ra, keskichlar o'naqay va chapaqay keskichlarga bo'linadi. Agar keskich ustiga o'ng qo'l kafti barmoqlar keskich uchiga qarab turadigan vaziyatda qo'yilganda keskichning asosiy kesuvchi qirrasi bosh barmoq tomonda tursa, bunday keskich o'naqay keskich deb ataladi (33-rasm). Keskich ustiga chap qo'l kafti barmoqlar keskich uchiga qarab turadigan vaziyatda qo'yilganda keskichning asosiy kesuvchi qirrasi bosh barmoq tomonda tursa, bunday keskich chapaqay.

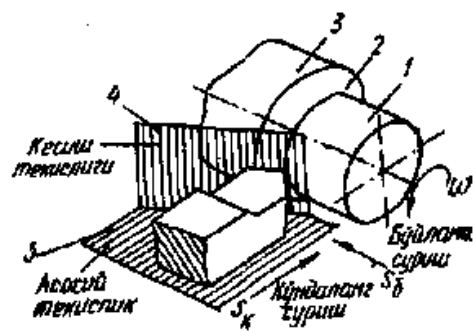
Keskichlar kallak qismining tana qismiga nisbatan joylashishi vaziyatiga ko'ra to'g'ri yoki og'ma keskichlarga bo'linadi.

Keskichning asosiy burchaklari bir necha xil bo'ladi. Kesish tekisligiga perpendikulyar holda asosiy kesuvchi qirra orqali o'tkazilgan tekislik bilan keskichning oldingi yuzasi orasidagi burchak asosiy oldingi burchak (γ), keskichning asosiy ketingi yuzasi bilan kesish tekisligi orasidagi burchak esa asosiy ketingi burchak (α) deb ataladi.

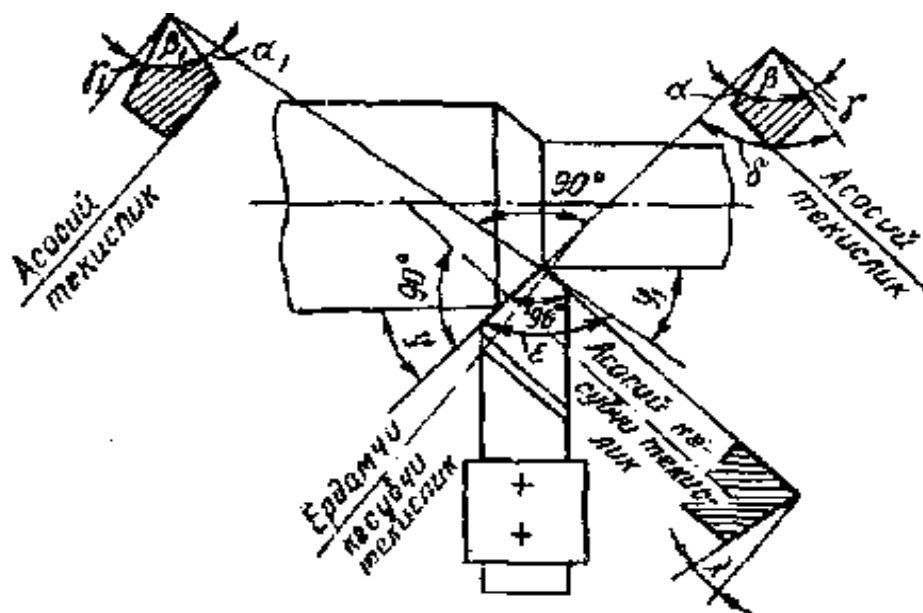
Keskichning oldingi yuzasi va asosiy orqa yuzalaridan o'tkazilgan tekisliklar orasidagi burchak o'tkirlik burchagi (β), keskichning oldingi yuzasi bilan kesish tekisligi orasidagi burchak esa kesish burchagi (δ) deyiladi. Ana shu burchaklar orasida quyidagi borlanish mavjud:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$
$$\gamma + \delta = 90^\circ, \text{ chunki } \delta = \beta + \alpha.$$

Asosiy kesuvchi qirraning asosiy tekislikka tushirilgan proektsiyasi bilan bo'ylama surish yo'nalishi orasidagi burchak plandagn asosiy burchak (φ) deyiladi. Yordamchi kesuvchi qirraning asosiy tekislikka tushirilgan proektsiyasi bilan bo'y-lama surishga teskari yo'nalish orasidagn burchak plandagi yordamchi burchak (φ_1) deyiladi.



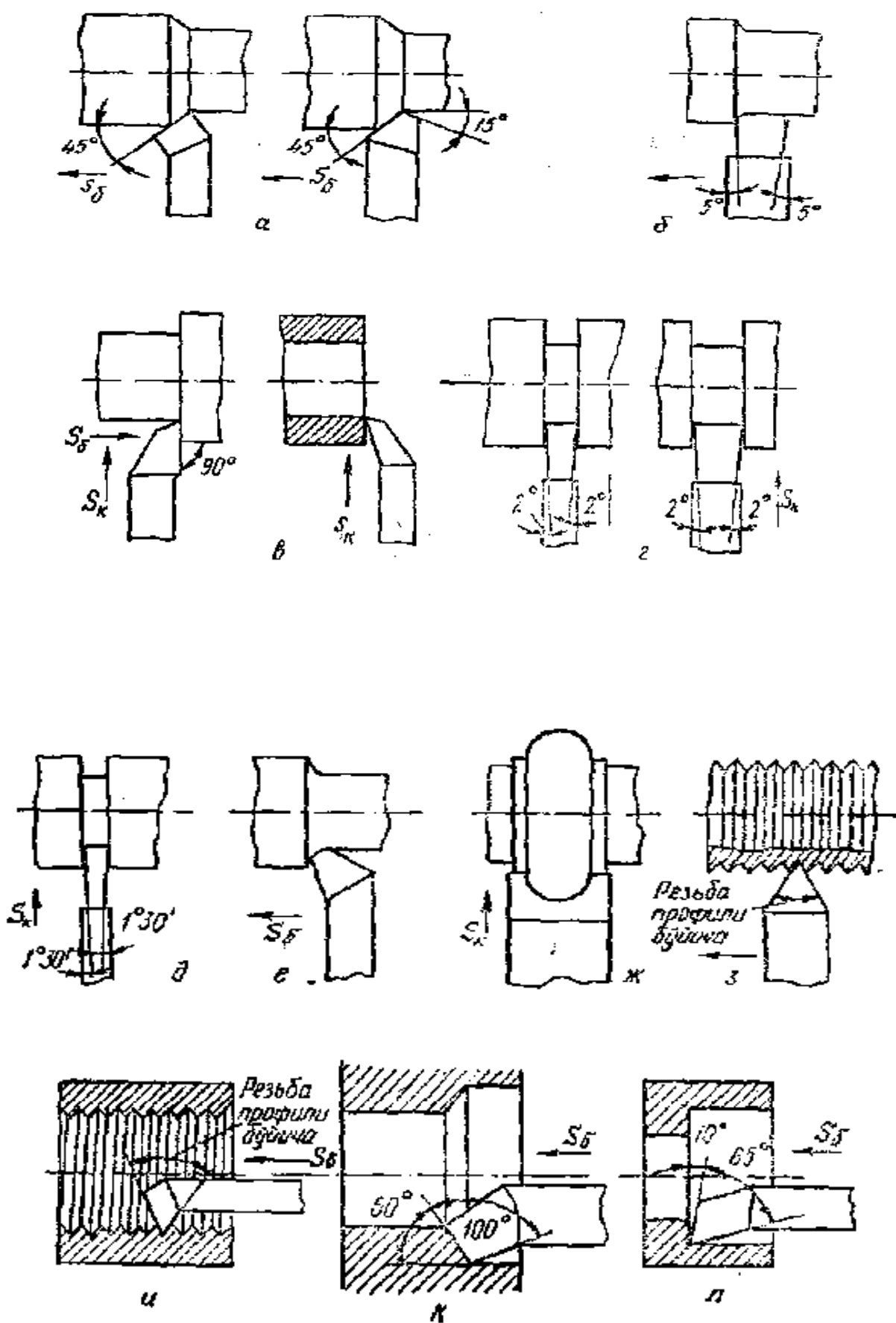
31- rasm. Metallarni normal keskich
bilan yunishdagi tekisliklar va
yuzalar.



Kesuvchi qirralarning asosiy tekislikka tushirilgan proektsiyalari orasidagi burchak keskich uchining burchagi (ε) bo'ladi. Plandagi bu burchaklarning yig'indisi 180° ga teng, ya'ni

$$\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ.$$

Keskichlarning vazifasiga kura ular quyidagi asosiy turlarga bo'linadi (33-raam):



33-rasm. Tokarlik keskichlarning asosiy turlari va ular yordamida bajariladigan ishlar.

a) utuvchi keskich (*a*) tashki tsilindrik va konusli yuzalarni xomaki va tozalab yunish uchun ishlatiladi.

b) kesib tushiruvchi keskich (*g, d*) .zagotovka yoki detallarni kesib tushirish uchun ishlatiladi.

v) Asosiy plandagi burchagi 90°ga teng bulgan chapatsay (v)utuvchi keskichlar; ular tashk.i yuzani yunish bilan birga shu yuzaga tutashgan torets yuzani bir vakdda kesib ishlash uchun ishlatiladi.

g) Galtel keskichlari (*e*) galtellar (poronali valning bir diametrdan ikkinchi diametrga utish joylari) yunish uchun ishlatiladi.

d) Rezba keskichlari (*z, ,*), sirtk.i (*z*) va ichki (*i*) rezbalar kirqish uchun ishlatiladi.

Torets yunish keskichi (v) buylama va kundalang yunishda ishlatiladi. Bu keskichlardan toretslarni yunishda foydalaniladi.

j) Yunib kengaytirish keskichi (*k, l*) mavjud teshiklarni kengaytirishda ishlatiladi. Bu keskichda yunib kengaytirish bilan birga toretslarni kundalangiga kesi

z) Fason keskichlar (*j*) ko'ndalang surish yuli bilan shakldor yuzalar yunish uchun ishlatiladi, bunda keskich kesuvchi qismining profili detalning yuniladigan shakldor yuzasi profiliga mos keladi.

Ishni bajarish uchun zaruriy asbob-uskuna va materiallar:

1. Turli tipdagi tokarlik keskichlar komplekti;
2. Shtangentsirkul;
3. Universal burchak ulchagich;
4. Chizma k,urollari;
5. Rangli *tsalam* komplekti.

Ishni bajarish tartibi: I. Keskichning kism-lari diqqat-e'tibor bilan o'rganiladi va chizmasi chiziladi.

2. Keskichlarning burchaklari bilan tanishib, ularning qiymati universal burchak o'lchagich yordamida aniqlanadi va quyidagi jadvalga yoziladi.

	Кескич турн	α	β	γ	δ	φ	φ_1	ϵ	λ	B	H
1											
2											
3											
4											

3. Turli keskichlarning asosiy elementlarini rangli kalamlarda (bir xil elementlari bir xil rangda) chiziladi.

Ish haqida hisobot. Hisobotda bajariladigan ishdan maqsadi, keskichlarning turlari yoziladi, sxemalari chiziladi va jadval to'ldiriladi.

16 – T A J R I B A I S H I

Kesish rejimi elementlarini o'rganish

Ishni bajarishdan maqsad. Kesish jarayonini xarakterlovchi muhim kattaliklar bilan tanishish. Kesish rejimi elementlarini aniqlashni o'rganish.

Umumiy tushuncha. Metallarni kesib ishlashda ishlanadigan tayyorlamadan qirindi olib tashlash jarayoni **kesish jarayoni** deb ataladi.

Kesuvchi asboblari ishlanadigan yuzaga qarab turli-tuman bo'ladi. Ularning hammasining kesuvchi qismi pona shaklida bo'lib oldingi va ketingi yuzalardan hamda keskich uchidan iborat bo'ladi.

Tokarlik dastgohida bajariladigan ishlarning xilma-xilligi tufayli turli shakldagi keskichlardan foydalaniladi. Ma'lumki har qanday metallarga kesib ishlashda ulardan qirindi olib tashlash yo'li bilan aniq detal yasaladi. Buning uchun esa tayyorlanma ma'lum harakatlanishi, kesgichlar surilishi va ularga qandaydir kuch ta'siri ostida qirindi ajralib chiqishi kerak bo'ladi. Demak, kesish jarayonini xarakterlovchi muhim kattaliklar mavjud bo'ladi.

Bu kattaliklarga: kesish tezligi, surish tezligi va kesish chuqurligi kiradi. Bu ko'rsatkichlarning majmui **kesish rejimi** deb ataladi.

Kesish tezligi: v - keskich tig'ining tayyorlanmaga nisbatan asosiy harakat yo'nalishida, vaqt birligi ichidagi bosib o'tgan yo'li **kesish tezligi** deb ataladi.

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ m / min}$$

Bu erda: π - 3,14 koeffitsient.

D - tayyorlanma diametri.

n - tayyorlanmaning 1 minutda aylanishlar soni.

Agar harakat ilgariylanma bo'lsa, ya'ni randalash va protyajkalashdagi kesish tezligi quyidagicha bo'ladi:

$$v = \frac{L}{1000 t_K}, \text{ m / min}$$

Bu erda: L - keskich yoki tayyorlanma bosib o'tgan yo'l.

t_K - keskichning ishlash vaqti.

Surish tezligi: S - tayyorlamaning to'la bir aylanishida keskichning bosgan yo'li keskichning **surish tezligi** deyiladi.

Texnologik ish usuliga ko'ra surish tezligining birligi o'zgaradi. Masalan: yo'nish va parmalashda (mm/ayl), frezalashda esa (mm/min):

$$S = \frac{S_{\min}}{n}, \text{ mm / ayl} \quad S_{\text{m}} = S_0 \cdot n, \text{ mm / ayl};$$

Kesish chuqurligi: t - tayyorlamani yo'nishda keskichning bir o'tishda ishlangan va ishlanuvchi yuzalar orasidagi masofa **kesish chuqurligi** deyiladi. Bo'ylama yo'nishdagi kesish chuqurligi quyidagicha aniqlanadi:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ mm}$$

Bu erda: D - yo'niladigan yuza dametri.

d - yo'nilgan yuza diametri.

Kesiladigan **qatlam qalinligi** « a » bilan belgilanib keskichning kesish tig'iga tik yo'nalishda o'lchanadi.

$$a = S \sin \varphi, \text{ mm};$$

Kesiladigan qatlamning kengligi «v» - bu masofa kesish yuzasi bo'yicha o'lchanadi, ishlangan va ishlanmagan yuzalar orasidagi masofadan iborat bo'ladi.

$$e = t / \sin \varphi, \text{ mm}$$

Kesib ishlash uchun sarf bo'lgan vaqt ish unumdorligini xarakterlaydi. Shuning uchun har bir jarayonni bajarish uchun muayyan ish vaqti belgilanib hisoblab chiqiladi.

Tashkiliy - texnikaviy sharoitni hisobga olib, donalik vaqtning umumiy normasi quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

$$T_{\text{дл}} = T_a + T_{\text{е}} + T_{\text{uxx}} + T_{\text{тф}}, \text{ min}.$$

Bu erda: T_a - asosiy texnologik vaqt, ya'ni tayyorlamaga shakl berish uchun sarflangan vaqt. Agar bu ish mashinada bajarilsa mashina vaqti deb ham yuritiladi.

$$T_a = \frac{L}{n S}$$

L - keskichning bir minutda yurgan yo'li.

$$L = l + \Delta + V (\text{мм}) \quad V = t \operatorname{ctg} \varphi$$

bu erda: l - ishlangan yuza uzunligi.

U - keskichning ishga tushishdan oldingi yo'li.

Δ - keskichning ishdan so'ngi bosgan yo'li (1÷3 mm).

Asosiy mashina vaqti keskichning o'tishlar soni bilan xarakterlanadi, ya'ni:

$$T = \frac{L}{n S} i \quad (\text{мин})$$

T_{yo} - yordamchi vaqt bo'lib, ishchining yo'l mehnatini xarakterlovchi miqdordir. YA'ni, tayyorlama o'rnatish dastgoh yurgizish, to'xtatish, surishlarni o'zgartirish, asbobni almashtirish, detalni o'lchashlardir.

T_{ixk} - ishda xizmat ko'rsatish vaqti, ya'ni ish davrida ish o'rniga qarab turishdan iborat.

T_{TF} - tanaffus vaqti bo'lib, bunda dam olish va tabiiy zarurlatlardagi vaqt hisobga olinadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Ishning maqsadi va vazifasini tushintirish.
2. Kesish rejimi elementlarini nazariy asosda aniqlab olish.
3. Metallarni kesib ishlash uchun kerakli element miqdorlarini topish.
4. Kesib ishlashda ish unumini xarakterlovchi omillarni o'rganish.
5. Keltirilgan 16-jadvaldan variantingizga mos masala echilsin va sxema chizilsin.

15 - jadval

1 V/t	D mm	l mm	φ grad	S M/ayl	t mm	T min	v m/ayl	2 V/t	D mm	d mm	v m/ayl	T Min	S m/ayl
1	50	65	60	0,3	2	0,5		1	60	40	35	0,43	
2	30	40	45	0,2	1,5	0,3		2	70	50	35	0,5	
3	60	70	50	0,25	1,8	0,45		3	40	30	36	0,4	
4	40	55	60	0,3	1,5	0,35		4	50	36	30	0,25	
5	45	60	55	0,35	1,5	0,4		5	44	28	32	0,2	
6	60	70	60	0,3	2	0,5		6	56	34	34	0,3	
7	70	75	45	0,3	2	0,5		7	80	60	40	0,45	

Jadvalda berilgan variantlarning shartlari:

1-variant. Diametri « D » va « l » bo'lgan vtulkani rejadagi boshlang'ich burchagi « φ » berilganda o'tuvchi keskich bilan o'tishda yo'nish tezligi topilsin.

2-variant. Tashqi diametri « D » ichki diametri « d » bo'lgan vtulka tokarlik vint qirqish stanogida qirqilgan. Agar kesgich tezligi « v » berilgan bo'lib, qirqish vaqti « T_a » ma'lum bo'lsa surish miqdori qanday topiladi.

Variantingizga doir ish rejimining sxemasini tuzing.

Nazorat savollari.

1. Kesish jarayoni deb nimaga aytiladi?
2. Kesish rejimi elementlariga qaysilar kiradi?
3. Kesish tezligi nimaga asosan tanlanadi?
4. Surish tezligi qanday belgilanadi?
5. Asosiy texnologik vaqt nimaga asosan belgilanadi?

6. Yo'nib o'tuvchi kesgichning bosib o'tgan yo'li qanday aniqlanadi?

Ish haqida hisobot. Tajriba ishini maqsad va vazifasini tushuntirib bering. O'zingizga tegishli variantdagi masalani echib, uning sxemasini chizing va tushuntiring. Nazorat savollariga to'liq javob bering.

17 – T A J R I B A I S H I

Metalmas materiallardan buyum tayyorlash.

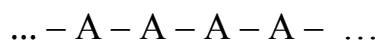
Ishning maksadi: Plastmassadan buyum tayyorlash usullari bilan tanishish. Presslash, erkin quyish va bosim ostida quyish.

Umumiy malumot.

Polimerlar juda ko'p – bir necha mingdan tortib, to bir necha milliongacha atomdan iborat birikmalardir. Polimerlar tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiiy polimerlarga tsellyuloza, jun, ipak, tabiiy kauchuk va boshqalar, sun'iylariga esa organik shisha, polietilen, viskoza, kapron, naylon; sintetik kauchuk va boshqalar kiradi.

Yuqori molekulyar organik birikmalar yoki ularning guruhlari, ko'pincha *smolalar* deb ataladi.

Plastiklik barcha polimerlarga ham xos bo'lavermaydi. Plastiklik xossasi polimerlar molekulasining tuzilishiga bog'liq. Polimerlarning molekulalari esa chizig'iy, ya'ni



tarzida tuzilgan bo'lishi ham,

fazoviy to'rsimon, ya'ni

...- A - A - A - A - A -...

| |

...- A = A - A - A - A -...

| |

...- A - A - A - A - A -...

tarzida tuzilgan bo'lishi ham mumkin.

Molekulalari chizig'iy tuzilgan polimerlar temperatura ko'tarilishi bilan suyuqlanib, sovigandan keyin qotadi va suyuqlanishdan oldingi xossalari tiklanadi, chunki ularda molekulalarning tuzilishi o'zgarmaydi. Bunday moddalar *termoplastik polimerlar* yoki *termoplastlar* deb ataladi. Termoplastik polimerlarni ko'p marta qayta suyuqlantirib, ulardan ko'p marta buyumlar olish mumkin.

Molekulalari to'rsimon tuzilgan polimerlarda bunday xossalar bo'lmaydi. Ularning strukturasi (tuzilishi) chizig'iy molekulalarning bir-biri bilan birikishi natijasida hosil bo'ladi. Molekulalarning bir-biriga tikilib, bitta molekula hosil qilish jarayon temperatura va bosim ta'sirida sodir bo'ladi. To'rsimon struktura hosil bo'lgandan keyin polimerning plastikligi va suyuqlanish xususiyati yo'qoladi. Bunday polimerlar *termoreaktiv polimerlar* yoki *reaktoplastlar* deb ataladi.

Plastik buyumlar olishning muhim xarakterli va texnologik jarayonlari ulardan tayyorlanma olish uchun qizigan holda saqlab turish vaqti bilan belgilanadi. Ularni plastik holatga kelgunga qadar qizdirib turish kerak.

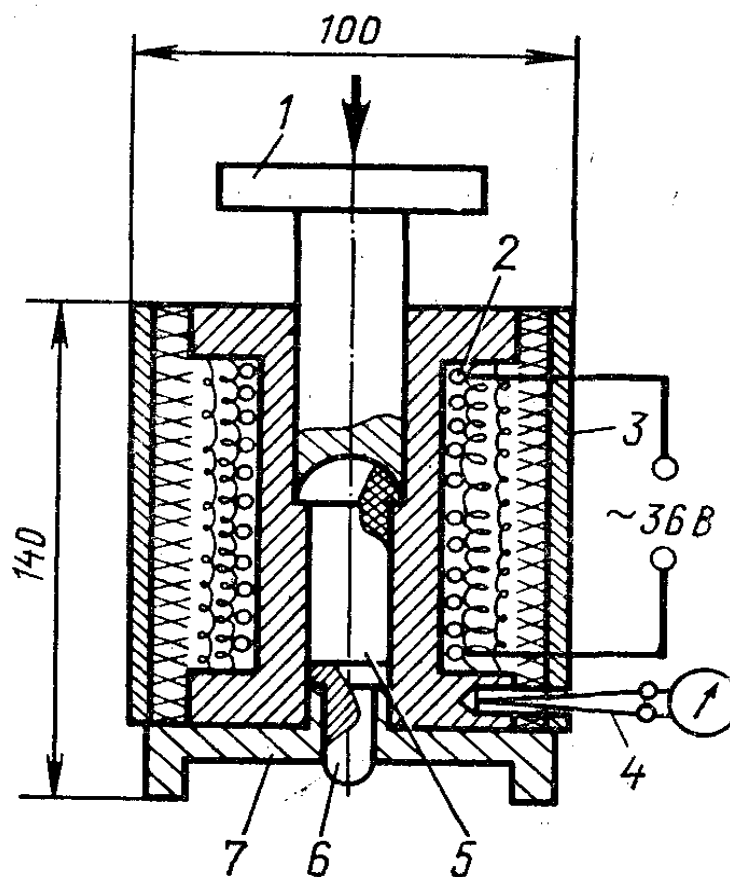
Plastmassalardan buyumlar olish uchun termoplastik va termoreaktiv materiallaridan foydalaniladi. Termoplastik materiallarning plastikligi qizdirish muddati va temperaturaning o'zgarishi bilan oshib boradi. Termoreaktiv plasmassalarda esa aksincha, qizdirib tutib turish muddati ortib borishi bilan plastikligi yo'qolib boradi. Ularning bunday uzgarishlari aralashma tarkibidagi polimerlarning bog'lamlariga bog'liq. SHuning uchun plasmassalardan buyumlar

tayyorlashda polimerlarning tuzilishi, tarkibi, xossasi va bog'lamlariga qarab buyumlar olinadi.

1. *To'g'ridan - to'g'ri qizdirib presslash* yo'li bilan buyum tayyorlash usuli. Buning uchun qizib turgan pressformaga 10..25 MPa bosim ostida presslab termoplastik materiallardan buyumlar tayyorlanadi. Termoplastlarga: fenoplast, aminoplast va silikoplastlar kiradi. Ko'p hollarda kukunli presslardan fodalaniladi. Kukunli presslar tarkibida polimerlar(smola) to'ldirgichlar, plastifikatorlar, bo'yoqlar, qaytargichlar va boshqa qo'shimchalar bo'ladi. Termoreaktiv pressmaterial sifatida esa fenolformaldegid, melaminformaldegid va smolalar ishlatiladi. Bu materiallar polekondensatslash usulida olinadi. YAni fenol(C_6H_5OH) va formaldegid(CH_2O) aralashmalaridagi miqdorlarining birini kamaytirish yoki ko'paytirish yuli bilan termoplastik va termoreaktiv plastmassalar olinadi.

To'ldirgich sifatida organik va neorganik moddalar ishlatiladi. Organik moddalarga daraxt uni va litnin kiradi. Neorganik moddalarga esa kvars qumi, talk va bo'r kiradi. Pressqoliplardagi buyumlarni ajratib olish oson bo'lishi uchun ular moylovchi moddalar bilan qoplanadi. *Moylovchi modda* sifatida stearin, oleinovaya kislota va kukunlar qo'llaniladi.

Qaytargichlar sifatida urotapin ishlatiladi. U pressqolipdagi temperatura tasirida ikkiga yani ammiak va fenolga ajralib pressporashokning shakllanishiga yordam beradi. Sanoatda kukunli materiallarning quyidagi rusumlari ishlab chiqariladi va qo'llaniladi. K15-2, K20-2, K19-2. Bunday presskukunlarga to'ldirgich sifatida tolasimon fenolformaldegid smolasi va daraxt uni ishlatiladi.



34-rasm. Kompressorli qizdirib presslash sxemasi. 1-puanson, 2-elektr qizdirgich, 3-issiqlik izolatsiyasi, 4-termopara, 5-tayyorlanma, 6-tayyor detalni siqib chiqorish shtifti, 7-tayanch plita

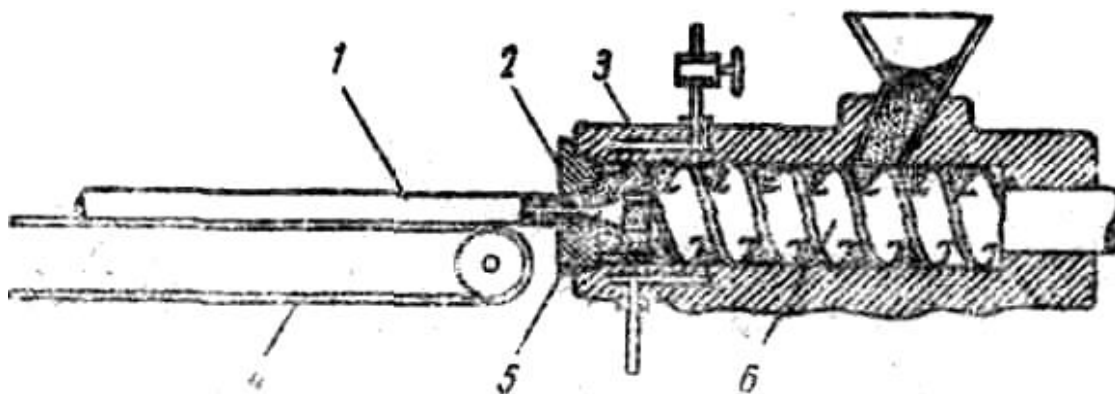
11 **Bosim ostida quyish** orqali juda muhim va puxta buyumlar olinadi. Bu usulning avzalligi shundaki metalmass materiallar qizdirilmasdan pressqolip kamerasiga solinib puanson yordamida ishchi matrisadan siqib chiqariladi. Pressqolibdagi bosim kuchi 15....20 MPa ga teng. Asosan termoplastlardan yani polistirol, etrol, poliamid smolalari, polietilen va polietilmetakrilat kabi metalmas materiallardan buyumlar tayyorlanadi. CHunki bular qiziganda o'z ximiyaviy xossasini saqlolmay shaklini o'zgartiradi. SHuning uchun qizdirmasdan to'g'ridan-to'g'ri malum bosim ostida siqib chiqarish yo'li bilan buyumlar tayyorlanadi. Bu usulda buyum tayyorlash jarayoni tez borishi bilan birga materiallaridagi ichki kuchlanishlar va deformatsiya juda kam bo'ladi. Bular

yordamida chuqur teshikli detallar va devorining qalinligini talab qilingan meyorda tayyorlash mumkin.

111. Ekstruziyalash usuli. Bu usul yordamida sterjenlar, trubalar, listlar va plyonkalar olinadi, buning uchun, asosan, termoplastik, kamdan-kam hollarda esa termoreaktiv polimerlar ishlatiladi. Ekstruziyalash polimerni munshtuk teshigi orqali siqib chiqarishdan iborat, teshikning shakli buyumning ko'ndalang kesimi shakliga bog'liq bo'ladi.

24-rasmda ekstruzion mashinaning sxemasi tasvirlangan. Kukun yoki granulalar(donador) holdagi polimer bunkerga solinadi, polimer bunkerdan shnek (kirmak) 6 ga tushadi. Shnek elektr dvigateldan aylanma harakatga keluvchi vintaviy rotordir, u polimerni o'qiy yo'nalishda vintaviy yuzalari yordamida surib beradi. Xuddi qiyma mashinasidagi kabi. Vint aylanganda vint qadamining kichrayishi yoki kanal chuqurligining kamayishi natijasida material siqiladi. Ta'minlagichning tsilindrik kojuxida surilayotgan sochiluvchan material o'z yo'lida qizdirish zonasi 3 dan o'tadi, qizdirish zonasining temperaturasi, ishlov berilayotgan polimer turiga qarab, 100 dan 400 °S gacha bo'ladi.

Yumshagan polimerni shnekning uchi munshtuk 2 li kallakka itarib beradi, munshtukda teshik bo'ladi, bu teshikning shakli hosil qilinadigan buyumlarning kesimi shakliga o'xshash qilib tayyorlanadi.



35- rasm. Ekstruzion mashinaning sxemasi.

Buyumlarda teshik hosil qilish lozim bo'lsa, gorn 5 (yo'naltiruvchi) dan foydalaniladi, kesimi yaxlit buyumlar hosil qilish kerak bo'lganda esa gorn

ishlatilmaydi. Mundshtukning teshigidan chiqayotgan buyum 1 ni transportyor 4 olib ketadi.

1V. Erkin quyish usuli. Bu usuldan oquvchanlik darajasi yuqori bo'lgan polimerlardan listlar va bloklar tayyorlashda foydalaniladi. Bunda xam xuddi metallarni quyish texnologiyasidek jarayon boradi va ularda bor bo'lgan nuqsonlar yani materiallarni quyishda yo'l qo'yiladigan xatoliklar natijasida quymada bo'shliqlar, g'ovaklar va pufakchalar uchraydi. Bu nuqsonlardan qutilish maqsadida hali to'la polimerlanmagan suyuqlikni qolipga solib asta-sekinlik bilan to'la polimerlanguncha qolib bilan birga qizdirib boriladi so'ngra xarorat 310 K etguncha juda sekinlik bilan sovutiladi. Tayyor bo'lgan buyum yoki tayyorlanma qotib bo'lgach qolipdan ajratib olib keyin mexanik ishlov berishga yuboriladi.

Kerakli moslama , asbob va materiallar.

Qo'lda harakatlantiriladigan gidravlik press. Elektr isitgichli pressqolip. Bosim bilan quyish moslamasi. Erkin quyish uskunasi. K18-2 rusumli presskukuni. Maydalangan polietilen material, epoksidli smola, shisha materiallari va boshqa yordamchi materiallar.

Ishni bajarish tartibi.

Kompressorli qizdirib presslash usulining bajarish tartibi.

1.Pressqolipning to'g'ri ishlashini tekshirish va unga asbestli ustquymani joylashtirish. Isitgich teshigiga galvanametrni hamda termoparani o'rnatish.

2.Talab qilingan bosimni pressqolipga berishni hisoblash.

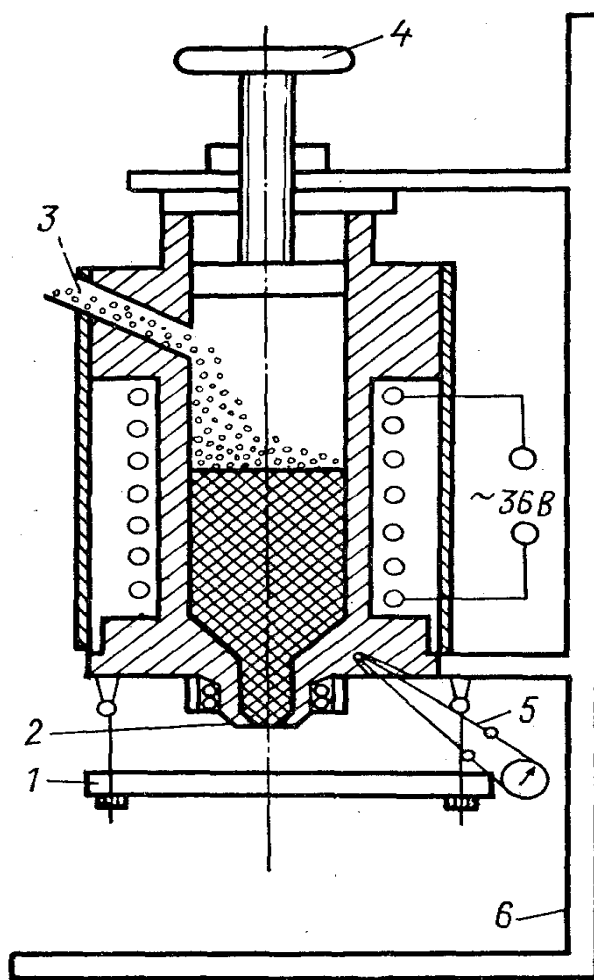
$$F = \frac{f_n A_0}{A_n}$$

f_n -ajratilgan bosim. A_0 -pressdagi buyumning bo'ylama yuzi. A_n -porshen yuzi.

Pressqolipda qizigan materialni tutib turish vaqtini aniqlash. $T = T_0 \delta$

T_0 - qizdirishda 1mm qalinlikdagi buyumning tutish vaqti.

δ - buyumning hisobiy qalinligi.



36.- Rasm. 1-planka, 2-presskolip bo'yin teshigi, 3-materialni quyish teshigi, 4-maxavik, 5-termopara, 6-stoyka(tayanch).

3. Moslamaga kuruk presskukunini joylashtirib talab qilingan temperaturani hosil qilish. Buning uchun pressqolipni asbestli ustquymaga joylashtirib, boshlang'ich bosim berib ko'riladi. Barchasi qo'lda mexanik tartibda bajarilib ishonch hosil qilingach so'ngra press ishga tushiriladi.

4. Belgilangan muddatdan so'ng isitgichni o'chirib bosim bo'shatiladi.

5. Qo'lqop yordamida detal pressqolipdan bolg'a yordamida ajratib olinadi keyin havoda sovutiladi.

6. Yana ikkita detal xuddi shu tartibda faqat boshqa presskukun materialidan tayyorlanib, detallarning sifati taqqoslanib ko'riladi.

Ish haqida xisobot.

Tajriba ishining maqsadini tushuntiring. Plasmassadan buyum tayyorlash usullarini xarakterlang va texnologik jarayonlarini izohlab bering. Moslamaning sxemasini chizib ishlatilishini tushuntiring.

Nazorat savollari.

1. Plasmassalarning qanday turlari mavjud?
2. Konstruktsion materiallar sifatida qanday avzalliklarga ega?
3. Polimerlarga temperatura qanday tasir qiladi?
4. Qanday polimer buyumlarni bilasiz?
5. Kompozitsion materiallarga nimalar kiradi?
6. Termoplastik material nima?
7. Termoreaktiv materiallar nimalardan olinadi?

18 – T A J R I B A I S H I

Ba'zi yog'och xillari, kesmalari, tashqi belgilari va tuzilishini o'rganish.

Ishni bajarishdan maqsad. Xalq xo'jaligida konstruktsion materiallar sifatida qo'llaniladigan ba'zi yog'och xillarining tuzilishini, asosiy kesmalarini, rangi, hidi va tashqi qavat (qobiq) xarakterini o'rganish.

Umumiy tushuncha. Yog'ochlar xalq xo'jaligining turli sohalarida konstruktsion materiallar sifatida keng qo'llaniladi. Buning asosiy sababi quyidagilardir:

1. Solishtirma va hajmiy og'irligi kichik;
2. Issiqlikni kam o'tkazadi;
3. Kimyoviy barqaror;
4. Temperatura o'zgarishi bilan uning o'lchamlari deyarli o'zgarmaydi;
5. Korroziyabardosh;

6. Oson ishlanuvchan va unga istalgan shaklni berish mumkin va hokazo. **Yog'ochning kamchiligi:** uning yonuvchanligi va chirishidir. Ammo hozirgi vaqtda yog'ochning bunday kamchiliklarini bartaraf etish uchun turli eksperimental ishlar qilinmoqda.

Yog'ochlarning tarkibi asosan, tsellyulozadan iborat bo'lib, qolganlari turli xil organik birikmalardan tashkil topgan. SHu sababli, yog'ochlar qatlam-qatlam tuzilishli bo'ladi.

Yog'ochlarning mexanik mustahkamligi ularning turidan tashqari namligiga ham bog'liq bo'ladi. Namligiga ko'ra yog'ochlar: uy temperaturasiga quritilgan, havoda quritilgan, yangi qirqilgan va nam yog'ochlarga bo'linadi.

Havoda quritilgan yog'ochlarning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi o'rtacha 2,3-7,0 N/sm² bo'ladi.

Yog'ochlarning mexanik mustahkamligi, asosan, ularning turiga bog'liq bo'ladi. Quyidagi 14-jadvalda ba'zi yog'ochlarning mexanik mustahkamligi ko'rsatilgan.

Yog'ochning ko'ndalang kesim qirqimida uning qobig'i (6), po'stlog'i (5) po'ctloq osti qatlami (1), yadro (2), o'zak (3) yillik halqa (7) va o'zak nurlari (4) ifodalangan.

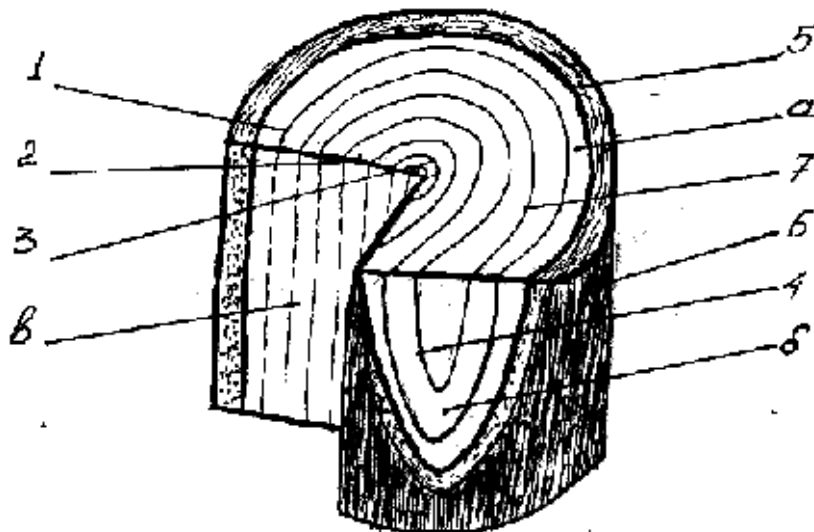
Yog'ochlarning tuzilishi, asosan g'o'la yog'ochni (25-rasm) uch xil kesimda qirqib o'rganiladi: Yog'ochning yillik qatlamini uning hamma qirqimlarida ham ko'rish mumkin, bu qatlam ko'ndalang kesimda aylana ko'rinishida joylashgan:

14 - jadval

Yog'och turlari	Mexanik mustahkamligi N/sm ²			Hajmiy og'irligi, Tonna
	Siqilishda	cho'zilishda	Egilishda	
Qarag'ay	3,6	8,3	6,5	0,52
Eman	4,6	10,0	7,4	0,70
Qora qayin	3,9	9,3	7,3	0,65
Qayin	4,5	12,0	8,5	0,73
Archa	3,4	7,5	6,0	0,47

Radial qirqimda to'g'ri chiziq bo'lib, uning har biri yillik qatlamni ifodalaydi: tangentsial qirqimda esa parabola shaklida bo'ladi.

Yog'ochlarning o'zaro bir-biridan farq qiluvchi tashqi belgilari: rangi, teksturasi, tusi va hidi hisoblanadi. Yog'ochlarning rangi oq tusdan qora tusga qadar o'zgarishi mumkin. Oq qarag'ay, jo'ka va archa daraxtlari yog'ochlarining rangi oq bo'lib, qayin, zarang, qora qayinlarning rangi esa oq-qizg'ish tusli bo'ladi. Dub, kashtan, tilog'och daraxtlarining yog'ochlari kul rang tusli bo'lib, nok, tut, kedr, qarag'aylarning rangi qizg'ish, yong'oqniki esa - kul rang-qo'ng'ir tuslidir. Yog'ochlarning hidi ular tarkibida efir moylari, smolalari va turli xil oshlovchi moddalar borligidandir. Odatda ignabargli daraxt yog'ochlari skipidar hidini, sarv daraxti va oqqarag'ay xushbo'y hid, yong'oq esa ancha yoqimsiz hid tarqatadi.



37-rasm. Yog'ochning asosiy kesim va qirqimlarining tuzilish.

a - ko'ndalang kesim buyicha: b - ko'ndalang kesimga burchak ostida qirqimi (tangentsial kesim) buyicha va v - ko'ndalang kesimga vertikal qirqim (radial kesma) bo'yicha.

Ishni bajarish uchun kerakli asbob, jihoz va materiallar. Lupa, masshtabli chizg'ich, shtangentsirkul, turli xil yog'och namunalari va ularning qirqimlari.

Ishni bajarish tartibi. 1. Plakatdan yog'ochning asosiy kesimlari o'rganiladi.

2. Qarag'ay, dub, qayin va boshqa yog'och namunalarining ko'ndalang, radial va tangentsial kesimlari lupa yordamida o'rganiladi. Bunda kesimlarning tuzilishi xilma-xilligiga e'tibor beriladi va ular chizmada tasvirlanadi.

3. 1 sm uzunlikdagi yillik qatlam soni aniqlanadi.

4. O'tkazilgan kuzatishlar va o'rganishlar asosida tekshirilayotgan yog'ochning tashqi belgilariga qisqacha xarakterlab beriladi.

5. Atlaslar yoki ranglar shkalasidan foydalanib, har qaysi tur yog'ochning rangi aniqlanadi.

6. Yog'ochning ko'ndalang kesimidan ularning teksturasi o'rganiladi.

7. Yog'ochning hidi, rangi va teksturasiga qarab uning turi aniqlanadi.

8. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

16 - jadval

Yog'ochning xillari	Asosiy qirqimlari	1 sm dagi yil-lik qatlam	Yog'ochning tashqi belgilari			
			Rangi	yaltiroqligi	Tekstura-rasi	Hi-di

Nazorat savollari.

1. Yog'ochning halq xo'jaligidagi roli qanday?
2. Uning afzalligi nimalardan iborat?
3. Yog'ochning namliligi qanday aniqlanadi?
4. Yog'och mustahkamligi nima bilan ifodalanadi?
5. Yog'och bir-biridan qanday farqlanadi?
6. Yog'ochning yoshi qanday aniqlanadi?

Ish haqida hisobot. Hisobotda bajarilgan ishning maqsadi, vazifasi, yog'ochning tuzilishi va tarkibi haqida qisqacha ma'lumot hamda yog'ochning tansifi va turlari yoziladi. Undan tashqari, yog'ochning asosiy kesimlarining chizmalari va bajarilgan ishlarning bayoni keltiriladi. Nazorat savollariga to'liq javob beriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. I.A.Karimov. Barkamol avlod - O'zbekiston taraqqiyotining poydevori. «Sharq» nashriyoti, Toshkent, 1997 y.
2. Geller Yu.A. va Raxshtart A.G. "Materialovedenie" Moskva "Metallurgiya", 1984 g.
3. Alai S.I. "Praktikum po mashinovedeniyu" Moskva - 79 g.
4. Alai S.I., Grigorev P.M. i Rostovtsev A.N. "Texnologiya konstruksionnûx materialov" Moskva - 80 g.
5. Yo'ldoshev O. va Usmonov A. "Konstruktsion materiallar texnologiyasi kursidan laboratoriya ishlari" Toshkent "O'qituvchi" 1991 yil.
6. Laxtin Yu. M. Asanteeva V.P., "Materialovedenie". "Mashinostroenie" 1980 g.
7. Xudokoromova R.N. Agtentlenko F.I. Materialovedenie. Laboratornyy praktikum. 1988 y.
8. Muxammedov A.A. va boshqalar "Materialshunoslikdan laboratoriya ishlarni mustaqil bajarish o'quv qo'llanmasi" Toshkent 1990 y.
9. Texnologiya mashinostroeniya 82 t. T.1. Основы технологии mashinostroeniya uchebnik dlya vuzov /V. M. Burtsev, A. S. Vasilev, A.D. Dalskiy, i dr; Pod red A.M. Dalskogo - M; Izdatelstvo MGTU im N.E. Bauman, 1998 - 564 s.
10. Texnologiya mashinostroeniya 82 t. T. 2. Производство машин uchebnik dlya vuzov /V.M. Burtsev, A.S. Vasilev, O.M. Deev i dr; Podred. G.N. Melnikova - M; izd - vo MGTU im N.E. Bauman, 1998 - 640 s.
11. Proektirovanie texnologii /I.M. Baranchukova, A.A. Gusev, YU.B. Kramarenko i dr., Pod red. Yu. M. Solomentseva -M.: Mashinostroenie, 1990 - 288 s.

«Texno - tasvir» bosmaxonasi.
Buxoro sh.. Q. Murtazoev ko`chasi 15 uy.
513 xona. tel. 223 – 18 – 02.
Buyurtma 50 nusxa.
2008 yil