

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**MATERIALSHUNOSLIKNING
FUNDAMENTAL ASOSLARI**

o‘quv fanidan
amaliyot mashg‘ulotlari va laboratoriya ishlari bo‘yicha
USLUBIY KO‘RSATMALAR

Toshkent 2019

Tuzuvchilar: *Rasulov A.X., Abdukarimova S.B., Xabibullayeva I.A.*
“Materialshunoslikning fundamental asoslari” o‘quv fanidan amaliyot
mashg‘ulotlari va laboratoriya ishlari bo‘yicha uslubiy ko‘rsatma. –
Toshkent, ToshDTU, 2019. – 80 b

Ushbu o‘quv-uslubiy ko‘rsatma hozirgi zamon o‘quv texnologiyalari talablari asosida yaratilgan. Ushbu o‘quv-uslubiy ko‘rsatmada “Materialshunoslikning fundamental asoslari” fani bo‘yicha amaliyot mashg‘ulotlari va laboratoriya ishlarini bajarish uslublari va tartiblari berilgan. Har bir amaliy mashg‘ulot va laboratoriya ishlarini bajarishda qo‘llaniladigan jihozlar, asbob-uskunalar va o‘lchov asboblarning sxemalari va ulardan foydalanish tartib-qoidalari keltirilgan. Amaliy mashg‘ulot va laboratoriya ishlarni bajarish tartiblari namunaviy misol keltirishlar bilan tushuntirilgan. O‘quv-uslubiy ko‘rsatma barcha texnika oliy o‘quv yurtlari 300 000 – “Ishlab chiqarish texnika soha”, 320000 – “Ishlab chiqarish texnologiyalari”, 5320100 – “Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” (mashinasozlik) yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan. Boshqa bilim sohalari yo‘nalishlari talabalari ham foydalanishlari mumkin.

O‘quv-uslubiy ko‘rsatmaning asosiy maqsadi talabalarning ma‘ruzada va mustaqil ishda olgan bilimlarini mustahkamlash. Shuning uchun har bir ish yakunida o‘z-o‘zini tekshirish savollari bor.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga muvofiq chop etildi.

Taqrizchilar: 1. Shernayev A.N., TKTI “Oziq-ovqat sanoati mashina jihozlari – mexanika asoslari” kafedrası mudiri, t.f.n. dotsent;
2. Nurmurodov S.D., “Materialshunoslik” kafedrası profes-sori, t.f.d.

©Toshkent davlat texnika
universiteti 2019

So‘z boshi

Ushbu o‘quv-uslubiy ko‘rsatma “Materialshunoslikning fundamental asoslari” fanini o‘qiyotgan 5320100 – “Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” yo‘nalishi bakalavriat talabalari uchun mo‘ljallangan. O‘quv-uslubiy ko‘rsatma “Materialshunoslik” kafedrasida dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) Alisher Xakimovich Rasulovning ko‘p yillik pedagogik faoliyati va ishlab chiqarishda orttirgan tajribalari asosida hamda ustoz-shogird an‘analari asosida ish olib borib tarbiyalayotgan yosh o‘qituvchilar Abdukarimova S.B. va Xabibullayeva I.A. lar bilan birgalikda yozilgan. O‘quv-uslubiy ko‘rsatmada asosiy amaliy mashg‘ulot va laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar berilgan va talabalarni ma‘ruza darslarida hamda mustaqil ish davomida olgan bilimlarini mustahkamlaydi. Ayniqsa amaliy ishlarni bajarishda bu katta ahamiyatga ega. Ishlarni bajarish uchun kerakli bo‘lgan ma‘lumotlar, ko‘rsatmalar shu yerning o‘zida berilgan. Bajarish oson bo‘lishi uchun namunaviy misollar ham keltirilgan. Olingan bilimlarni yanada chuqurlashtirish maqsadida har bir ish oxirida o‘z-o‘zini tekshirish savollari ham berilgan.

Laboratoriya ishlarini bajarishda foydalaniladigan asbob-uskunalar, moslama va o‘lchov asboblari ko‘rsatilib ishlash prinsiplari yoritilgan. Ishlar ro‘yxati talabalarga oldindan e‘lon qilinadi. Talabalar har bir ishga oldindan tayyorgarlik ko‘rib keladilar: nazariy bilimlarini mustahkamlash, lozim jadval va grafiklarni chizib tayyorlaydilar. O‘qituvchi darsdan oldin ishning maqsadini va bajarish tartibini o‘rgatadi. Albatta, bunda texnika muhofazasi qoidalari masalasi qayd qilinib rasmiylashtiriladi. Amaliy mashg‘ulotlarni bajarishda har bir talabaga alohida topshiriq beriladi. Shu maqsadda ishlar oxirida topshiriqning bir necha variantlari berilgan.

Amaliyot mashg'ulotlarining mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar, variantlar, masala va misollar, ko'rsatmalar

1 – AMALIY MASHG'ULOT TEMIR-UGLEROD SISTEMASIDAGI QOTISHMALAR HOLAT DIAGRAMMASINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasini tahlil qilishni o'rganish.

Amaliy mashg'ulot mazmuni: Temir-uglerodli (Fe-C) qotishmalarni va termik ishlov berish jarayonlarini o'rganish 1868 yilda e'lon qilingan Chernov D.K. ning "Lavrov va Kalakutskiyning po'lat va po'latdan ishlangan qurollar haqidagi maqolalarining tanqidiy tahlili hamda ushbu soha bo'yicha Chernov D.K. ning o'z tadqiqotlari" maqolasi bilan boshlanadi. Chernov D.K. birinchi bo'lib, po'latda kritik nuqtalar borligini ko'rsatdi va temir-sementit diagrammasi haqida dastlabki tushunchani berdi. Keyinchalik temir-uglerodli qotishmalarni o'rganishga hamda temir-uglerod diagrammalarini tahlil qilishga Osmond F., Le Shatale (Fransiya), Austen R. (Angliya), Baykov A.A. va Gudsov N.T. (Rossiya), Rozenbaum (Gollandiya), Gerens P. (Germaniya) va boshqalarning ishlari bag'ishlandi.

Temir va uglerod Fe-C qotishmaning strukturasi va xossalariga bog'liq bo'lgan asosiy komponentlar hisoblanadi. Toza temir kumushsimon oq rangdagi metall bo'lib, suyuqlanish harorati 1539°C ga teng. Temir ikkita α va γ polimorf modifikatsiyaga ega: α modifikatsiyaga 911°C dan past va 1392°C dan yuqori haroratlarda; γ modifikatsiyaga esa $911-1392^{\circ}\text{C}$ haroratlar intervalidagisi kiradi. Harorat va uglerod miqdoriga bog'liq holda Fe-C li qotishmalarning quyidagi struktura tashkil etuvchilari mavjud:

Ferrit (Φ) - uglerodning α -temirga singdirilgan qattiq eritmasi. Xona haroratida α -temirda uglerod 0,005% gacha eriy oladi; eng ko'p eruvchanlik 727°C haroratda bo'lib, 0,002% ga teng. Ferritning qattiqligi past (HB 80-100) va mustahkamligi kichik ($\sigma_v=250$ MPa), lekin plastikligi yuqori ($\delta=50\%$, $\varphi=80\%$);

Austenit (A) - uglerodning γ -temirga singdirilgan qattiq eritmasi. U temir-uglerodli qotishmalarda, faqat yuqori haroratlardagina mavjud bo'la oladi. Uglerodning γ -temirdagi eng ko'p eruvchanligi 1147°C da bo'lib, 2,14% ga teng. 727°C da esa 0,8%. Bu harorat Fe-C li qotishmalarda austenitning barqaror mavjud bo'lishligining pastki

chegasidir. Austenitning qattiqligi HB 160-200, plastikligi juda yuqori ($\delta=40-50\%$);

Sementit (II) - temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi (temir karbidi Fe_3C). Sementitda 6,67% uglerod bor. Uning suyuqlanish harorati 1600°C atrofida. U juda qattiq (HB-800) mo'rt va amalda umuman plastik emas. Sementit barqaror bo'lmay, ma'lum sharoitlarda $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$ reaksiya bo'yicha grafit ko'rinishda erkin uglerod ajralib parchalanadi.

Grafit (Γ) - bu erkin uglerod bo'lib, yumshoq (HB3) va mustahkamligi past. Grafit aralashmalarining shakli o'zgarish bilan qotishmaning mexanik va texnologik xossalari ham o'zgaradi;

Perlit (II) - tarkibida 0,8% uglerod bo'lgan ferrit va sementitning mexanik aralashmasi. Perlit plastinkasimon va zarrasimon (globulyar) bo'lishi mumkin. Bu sementitning shakliga (plastinka yoki zarralarga) bog'liq bo'lib, perlitning mexanik xossalarini belgilaydi. Xona haroratida zarrali, ya'ni donali perlitning mustahkamlik chegarasi $\sigma_v=800 \text{ MPa}$ ga, nisbiy cho'zilishi $\delta =15\%$, qattiqligi HB 160 ga teng. Perlit quyidagicha hosil bo'ladi: sementit plastinkasi yoki austenit zarrasi chegarasida o'sa boshlaydi, yoxud metallmas aralashma Kristallanish markazi bo'lib hisoblanadi. Bunda qo'shni qismlarda uglerod kamayadi va ularda ferrit hosil bo'ladi. Bu jarayon sementit va ferritning parallel plastinkalari va donachalaridan (zarralaridan) tashkil topuvchi perlit zarrasi (donachasi) hosil bo'lishiga olib keladi. Qancha yirik sementit ajralib chiqsa, perlitning mexanik xossalari shuncha yomonlashadi);

Ledeburit (JI) - tarkibida 4,3% uglerod bo'lgan austenit va sementitning mexanik aralashmasi (evtektika). Ledeburit suyuq qotishmaning 1147°C haroratda qotishidan hosil bo'ladi. Uning qattiqligi HB 600-700 ga teng, juda mo'rt. 727°C haroratda austenit perlitga aylanganligidan, bu o'zgarish ledeburit tarkibiga kiruvchi austenitni ham qamrab oladi. Buning natijasida 727°C haroratda ledeburit austenitning sementit bilan aralashmasi emas, balki perlitning sementit bilan aralashmasidan iborat bo'ladi.

Fe-C li qotishmalarda yuqorida sanab o'tilgan struktura tashkil etuvchilardan tashqari oksidlar, nitridlar, sulfidlar, fosfidlar, ya'ni kislorod, azot, oltingugurt va fosfor bilan hosil qilingan birikmalar ko'rinishidagi keraksiz metallmas aralashmalar ham bo'lishi mumkin.

Temir-sementit holat diagrammasidan Fe-C li qotishmalarning kristallanish jarayonlari, hamda suyuq qotishmani xona haroratigacha sekin sovitganda uning strukturasidagi o'zgarishlar o'rganiladi.

Diagramma (1.1-rasm) toza temirdan sementitgacha (6,67% C) bo'lgan miqdorli qotishmalarning faza tarkibi va strukturasini ko'rsatadi. Tarkibida 0,02 dan 2,14% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar **po'lat** deb, 2,14 dan 6,67% gacha uglerod bo'lgan qotishmalarga **cho'yan** deb ataladi.

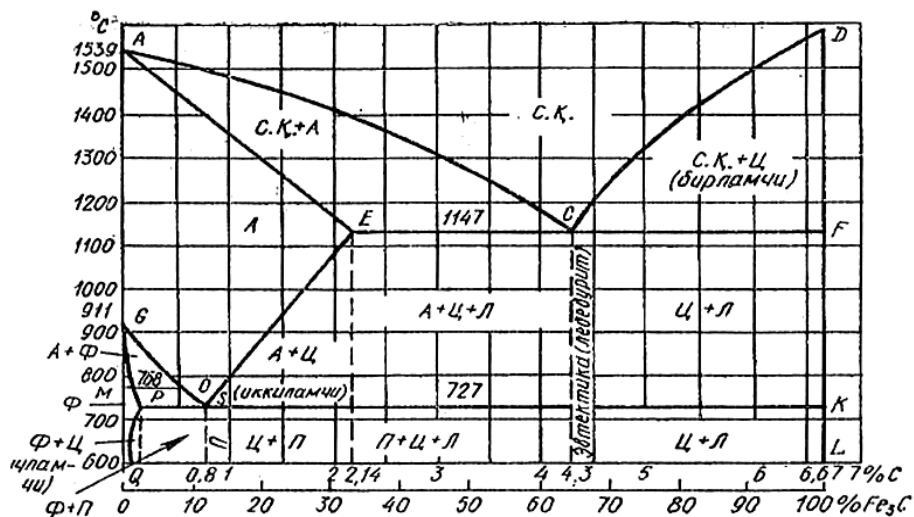
Fe- Fe₃C diagrammasi sodda holda ko'rsatilgan. Birlamchi kristallanish, ya'ni suyuq qotishmaning qotishi AS likvidus chizig'iga mos keluvchi haroratlarda boshlanadi. Bu diagrammadagi A nuqta temirning suyuqlanish (qotish) harorati 1539°C ga mos keladi. D nuqta esa sementitning suyuqlanish (qotish) harorati 1600°C ga mos keladi.

AECF solidus chizig'i oxirgi qotish haroratiga mos keladi. AS chizig'iga mos keluvchi temperaturalarda suyuq qotishmadan austenit, D chizi-g'iga mos keluvchi temperaturalarda esa birlamchi sementit deb ataladigan sementit kristallanadi. 1147°C haroratda va uglerod miqdori 4,3% bo'lganda S nuqtada suyuq qotishmadan bir yula austenit va birlamchi sementit kristallanib evtektika - ledeburit hosil qiladi.

AE solidus chizig'iga mos kelgan haroratlarda tarkibida 2,14% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar uzil-kesil qotadi va austenit hosil bo'ladi. ECF solidus chizig'ida tarkibida 2,14 dan 6,67% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar uzil-kesil evtektika (ledeburit) struktura hosil qilib, qotadi. Struktura avvalroq, suyuq qotishmadan hosil bo'ladi: 2,14 - 4,3% uglerod bo'lganda austenit, 4,3 - 6,67% uglerod bo'lganda birlamchi sementit hosil bo'ladi (1.1-rasmga qarang).

Birlamchi kristallanish natijasida uglerod miqdori 2,14% gacha bo'lgan barcha qotishmalarda, ya'ni po'latlarda bir fazali struktura – austenit hosil bo'ladi. Uglerod miqdori 2,14% dan ko'p bo'lgan qotishmalarda, ya'ni cho'yanlarda birlamchi kristallanishda ledeburit evtektikasi hosil bo'ladi.

Ikkilamchi kristallanish (qattiq holatda o'zgarish) - GSE, PSK va GPQ chiziqlarga mos keluvchi haroratlarda sodir bo'ladi. Qattiq holatda o'zgarish temirning bitta allotropik modifikatsiyadan boshqasiga (γ dan α ga) o'tishi tufayli, hamda uglerodning austenit va ferritda eruvchanligi o'zgarishiga bog'liq holda ro'y beradi. Harorat pasayishi bilan eruvchanlik kamayadi. Qattiq qotishmalardan ortiqcha uglerod sementit ko'rinishida ajralib chiqadi.



1.1-rasm. Temir-sementning xolat diagrammasi (sodda ko‘rinishda)
A-austenit, П-perlit, Л-ledeburit, Ф-ferrit, Ц-sementit

Diagrammaning AGSE qismida austenit bo'ladi. Qotishma sovutilganda austenit GS chizig'iga mos keluvchi haroratlarda ferritni, SE chizig'iga mos keluvchi temperaturalarda esa ikkilamchi deb ataladigan sementitni ajratib chiqarib parchalaydi. *Ikkilamchi sementit* deb qotishmadan ajralib chiqadigan birlamchi sementitdan farqli ravishda, qattiq eritmadan ajralib chiqadigan sementitga aytiladi. Diagrammaning GSP qismida ferrit va parchalanadigan austenit aralashmasi bo'ladi. GP chizig'idan pastda, faqat ferrit bo'ladi. PQ chizig'iga mos keluvchi haroratgacha sovutilganda ferritdan uchlamchi sementit ajralib chiqadi. PQ chizig'i temperatura pasayishi bilan ferritda uglerodning eruvchanligi (727°C temperaturada), 0,02% dan (xona temperaturasida) 0,005% gacha kamayishini ko'rsatadi.

Kutilayotgan natija: Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasini tahlil qilish asosida undagi fazalar miqdori aniqlanadi.

Amaliy mashgʻulot ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Berilgan temir –uglerod holat diagrammasini masshtabda chizish va undagi fazalarni ko‘rsatish;
2. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasidagi chiziqlarni o‘tkazish va kritik nuqtalarni aniqlash;
3. Sovush egri chizig‘ini chizish va uy haroratida faza o‘zgarishlarini ko‘rsatish;
4. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasidan fazalar miqdorini aniqlash.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasi, masshtabli chizg'ich, rangli qalamlar va ma'lumotnomalar.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish qoidolari va xavfsizlik choralari:

Kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Amaliy mashg'ulotni o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

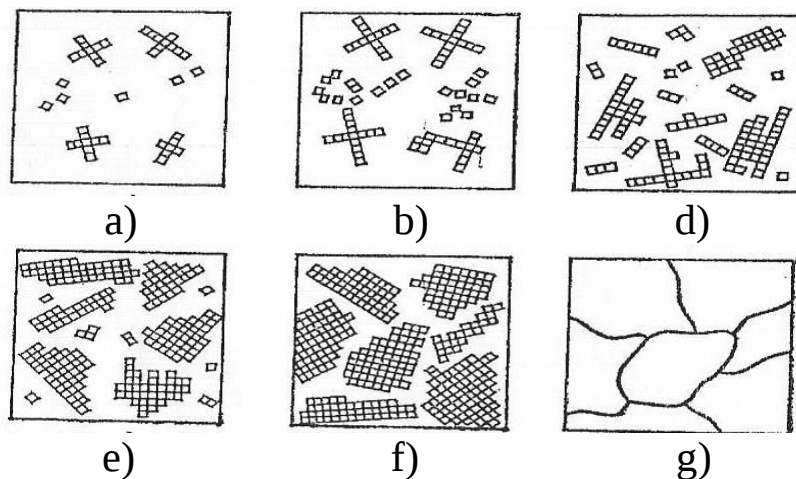
1. Temir-uglerod holat diagrammasini amaliy ahamiyati nimadan iborat?
2. Temir-uglerod holat diagrammasidagi qanday faza tashkil etuvchilarni bilasiz?
3. Temir-uglerod holat diagrammasidagi qanday struktura tashkil etuvchilarni bilasiz?
4. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarni sovutilganda sodir bo'ladigan qanday faza o'zgarishlarni bilasiz?
5. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalar uchun ma'lum bir haroratlarda fazalar miqdori qanday aniqlanadi?

2 – AMALIY MASHG'ULOT METALLAR VA ULAR QOTISHMALARINING KRISTALLANISH JARAYONINI O'RGANISH

Amaliy mashg'ulotni o'tishdan maqsad: Qolipga quyilgan metall yoki uning qotishmalarning sovib borishida kristallanish jarayonining borishini o'rganish yoki tuz eritmalarini kuzatish yordamida o'rganish, shu asosda donalar o'lchamini, tartibini va zonalar hajmini boshqarish.

Amaliy mashg'ulotning mazmuni: Metall va qotishmalarning suyuq holatdan qattiq holatga o'tish jarayoni *kristallanish* deb ataladi. Kristallanish bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishlar ko'p jihatdan metallarning xossalarini belgilab beradi.

Kristallanish jarayonlari dastavval rus olimi Chernov D.K. tomonidan o'rganilgan edi. Kristallanishning mohiyati quyidagicha: suyuq metallda atomlar uzluksiz harakatlanadi, temperatura pasayishi bilan harakat sekinlashadi, atomlar o'zaro yaqinlashadi va kristallanish markazlari deb ataladigan kristallarga guruhlanadi.



2.1-rasm. Metall kristallanishining ketma-ketlik bosqichlari

Shundan so'ng bu markazlarga yangi hosil bo'lgan kristallar birikadi. Bir vaqtda yangi markazlar ham paydo bo'ladi. Shunday qilib, kristallanish ikkita kristallanish markazlari paydo bo'lishi va bu markazlar atrofida kristallarning o'sish bosqichidan tashkil topadi. Metallarning kristallanish jarayonini sxemasi 2.1-rasmda ko'rsatilgan. Bu sxemani tahlil qilib chiqamiz. Avvaliga kristallar hech qanday to'siqsiz o'sadi (2.1-rasm, a), ular panjaraning to'g'ri tuzilishini saqlaydi. Kristallarning keyingi harakati vaqtida, ular o'zaro to'qnashadi va Kristallarning hosil bo'lgan guruhlari noto'g'ri shaklga kiradi, lekin har bir kristallning o'z ichki shakli to'g'riligicha qoladi. Kristallarning bunday guruhlari, donachalar deyiladi (2.1-rasm, b). Turli o'lchamli donachalarning chegaralari (2.1-rasm, e da) ko'rsatilgan. Donachalarning o'lchamlari metallning ekspluatatsion xossalariga ta'sir qiladi. Yirik donachali metallning zarbga qarshiligi past bo'ladi, bunday metallga ishlov berish yo'li bilan mayda g'adir-budirlikdagi sirt hosil qilish juda qiyin. Zarralarning (donachalarning) o'lchami kristallanish markazlarining soniga va kristallarning o'sish tezligiga bog'liq. Kristallanish markazlari qancha ko'p bo'lsa, metall zarralari (donachalari) shuncha mayda bo'ladi.

Kristallanish vaqtida hosil bo'ladigan donachalarning o'lchami faqat o'z-o'zidan paydo bo'ladigan kristallanish markazlari soniga bog'liq bo'libgina qolmay, suyuq metallda doim mavjud bo'ladigan erimagan aralashmalar miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. Bunday erimagan aralashmalar kristallanishning tayyor markazlari bo'lib xizmat qiladi. Ularga oksidlar, nitridlar, sulfidlar va boshqa birikmalar kiradi. Ushbu metall yoki qotishmada asosiy metall atomlarining o'lchamlariga teng bo'lgan qattiq zarrachalargina kristallanish markazlari bo'la oladi.

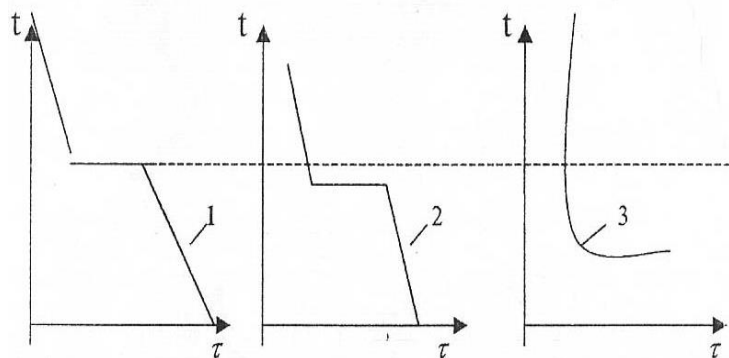
Bunday qattiq zarrachalarning kristall panjarasi tuzilishi va parametrlariga ko'ra kristallanayotgan metall panjarasiga yaqin bo'lishi lozim. Bu zarrachalarning soni qancha ko'p bo'lsa, kristallanayotgan metall zarrachalari shuncha mayda bo'ladi. Kristallanish markazlari hosil bo'lishiga sovish tezligi ham ta'sir etadi. Sovish tezligi qancha yuqori bo'lsa, kristallanish markazlari shuncha ko'p paydo bo'ladi va demak, metall zarralar (donachalar) ham mayda bo'ladi.

Mayda donachalar olish uchun sun'iy kristallanish markazlari hosil qilinadi. Buning uchun suyultirilgan metallga modifikatorlar deb ataladigan maxsus moddalar solinadi. Masalan, magniyli qotishmalarni modifikatsiyalaganda, uning zarralari 0,2-0,3 mm dan 0,1-0,2 mm gacha kichiklashadi. Quymalarni modifitsirlash uchun qotishmaga qiyin eriydigan birikmalar (karbidlar, oksidlar) hosil qiluvchi qo'shimchalar qo'shiladi. Masalan, po'latni modifitsirlashda alyuminiy, titan, vanadiy, alyuminiyli qotishmalarni modifitsirlashda esa marganets, titan, vanadiydan foydalaniladi.

Kristallanish jarayoni temperatura t ga bog'liq bo'lib, ma'lum vaqt τ ichida sodir bo'ladi. Shuning uchun kristallanish egri chiziqlari t - τ koordinatalarda quriladi (2.2 - rasm). O'ta sovimasdan turib, metall kristallanishning ideal jarayoni 1 egri chiziq bilan tasvirlangan. Avvalam bor temperatura bir tekis pasayadi – egri chiziq pastga qarab ketadi. Kristallanish temperaturasiga yetgach, temperaturaning pasayishi to'xtaydi, egri chiziqda gorizontaal yuzacha hosil bo'ladi.

Bu atomning guruhlanishi issiqlik ajralib chiqishi orqali sodir bo'lishi bilan tushuntiriladi. Qotish tugashi bilan egri chiziq yana pastga qarab ketadi, chunki temperatura pasayadi. Amalda kristallanish boshqacha kechadi, chunki metall qotish temperaturasida ham suyuq holatda bo'ladi, kristallanish ancha past temperaturada boshlanadi, ya'ni Kristallanish o'ta sovish bilan bog'liq bo'ladi.

Kristallanishning ideal va haqiqiy temperaturalari orasidagi farqqa *o'ta sovish darajasi* deyiladi. Metallning o'ta sovish bilan kristallanishi 2-egri chiziqqa mos keladi. Nometall materiallarning qotishi 3-egri chiziq bo'yicha kechadi, unda kristallanishning aniq ajralib turadigan temperaturasi yo'q, qotish sekin kechadi. Shunday qilib o'ta sovish darajasi donachalarning o'lchamlarini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi.



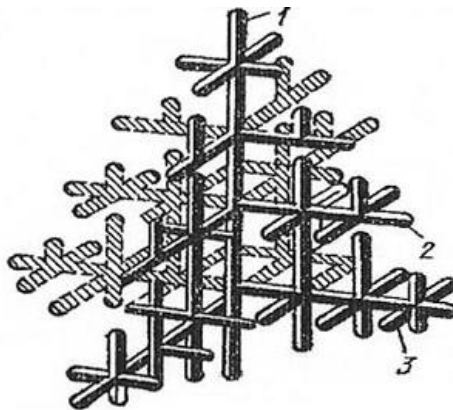
2.2 - rasm. Kristallanishda sovish egri chiziqlari:

1-nazariy egri chiziq; 2-metallarning o'ta sovib kristallanish egri chizig'i; 3-metallmas materiallarning kristallanish egri chizig'i

O'suvchi kristallarning shakli, ularning bir-biriga tegish shartlari bilangina emas, balki qotishmaning tarkibi, qo'shimchalar borligi va sovish tartibi bilan ham belgilanadi. Odatda, kristallar hosil bo'lish mexanizmi dendrit (daraxtsimon)—xarakterga ega (2.3 - rasm).

Dendrit kristallanish donachalarning notekis tezlikda o'sishi bilan xarakterlanadi. Donachalar hosil bo'lgach, ularning rivojlanishi atomlar joylashishining zichligi katta va ular orasidagi masofa kichik bo'lgan tekislik, hamda panjara yo'nalishlarida sodir bo'ladi. Bu yo'nalishlarda bo'lg'usi kristallning birinchi tartibli o'qlari (1) deb ataluvchi uzun shoxchalar paydo bo'ladi. Keyinchalik birinchi tartibli o'qlardan yangi ikkinchi tartibli o'qlar (2), ikkinchi tartibli o'qlardan esa uchinchi tartibli o'qlar (3) o'sib chiqadi va v.x. Kristallana borish davomida yuqori tartibli o'qlar hosil bo'lib, ular asta-sekin suyuq metall egallab turgan oraliqlarni to'ldira boradi (2.3 - rasm).

Suyuq metall qolip devorlariga (1) tekkanda dastlabki vaqtda o'qlari teng bo'lgan mayda kristallar zonasi (2) hosil bo'ladi (2.4 - rasm). Qattiq metall hajmi suyuq metall hajmidan kichik bo'lganligidan, qolip devori bilan qotgan metall orasida havo qatlami hosil bo'ladi, hamda metall devorga tegishi natijasida devor qiziydi, shuning uchun metallning sovish tezligi kamayadi va kristallar issiqlik chiqayotgan tomonga qarab o'sadi. Bunda daraxtsimon yoki ustunsimon kristallardan tashkil topgan zona (3) hosil bo'ladi. Quymaning ichki zonasida (4) sekin sovish natijasida teng yonli ma'lum yo'nalishga ega bo'lmagan katta o'lchamli kristallar hosil bo'ladi.



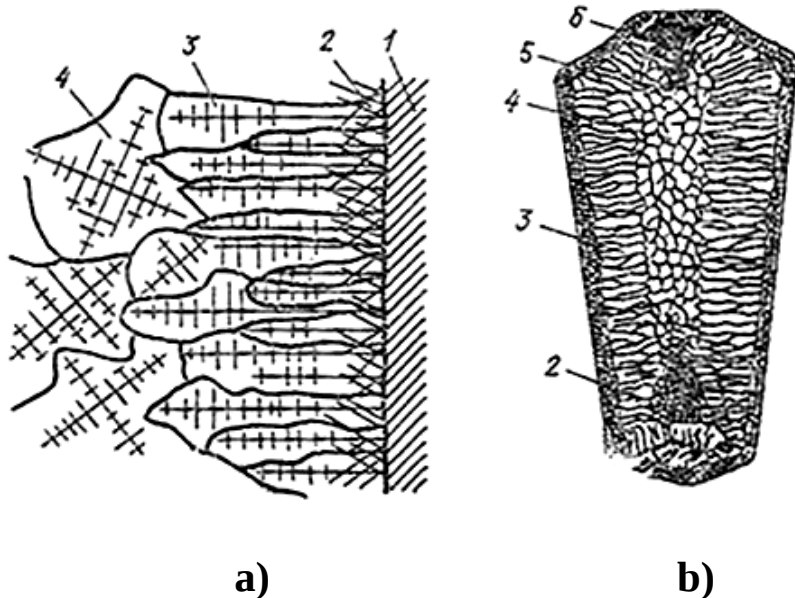
2.3 - rasm. Kristallning dendrit o'sishi sxemasi

Quymaning eng oxirida soviydigan yuqori qismida sovish jarayonida metall hajmining kichrayishi oqibatida, cho'kish chuqurchasi (6) paydo bo'ladi. Cho'kish chuqurchasi ostidagi zonada (5) metall cho'kish g'ovaklari ko'p bo'lganligidan quymada zichligi kichik bo'lgan zona hosil bo'ladi. Buyum olish uchun quymaning cho'kish chuqurchasi hamda zichligi kichik bo'lgan qismi olib tashlanadi. Olib tashlangan qism qayta eritishda foydalaniladi.

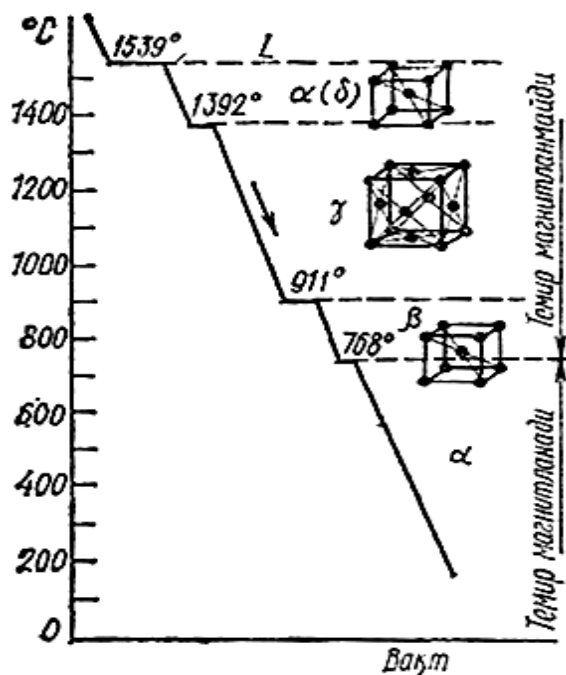
Ba'zi metallarda faza kristall panjaralar barqaror bo'lmaydi. Ular ikkita va undan ham ko'p shakllarga ega bo'lishi mumkin. Bu o'zgarish temperatura, bosimning o'zgarishi va boshqa aralashmalar borligi tufayli sodir bo'lishi mumkin.

Bitta metallning turli shakllardagi kristall panjaralarga ega bo'lishiga *allotropiya* deyiladi. Allotropik o'zgarishlar temir, qalay, titan, kobalt kabi metallarda sodir bo'ladi. Mis, alyuminiyda allotropik o'zgarishlar sodir bo'lmaydi.

Allotropiyaning mohiyati shundan iboratki, qizdirilganda qattiq metallda yangi kristallanish markazlari paydo bo'ladi. Bu esa yangi panjara paydo bo'lishiga olib keladi. Panjara hosil bo'layotganda u qizdirilsa, issiqlik yutiladi, sovitilganda esa issiqlik ajralib chiqadi. Shuning uchun kristall panjara shakllanganda harorat o'zgarmas qoladi, egri chiziqdagi to'g'ri uchastka bu holatga mos keladi (2.5- rasm). Temirdagi allotropik o'zgarishlar texnikada muhim ahamiyatga ega. Suyultirilgan toza temirning xona haroratigacha sovitish egri chiziqlari



2.4 - rasm. Po'lat quymaning tuzilish sxemasi:
a-quymaning tashqi qismida dendritlarning joylashishi,
b-quymaning tuzilishi;
1-qolip devori, 2-mayda teng o'qli kristallar, 3-daraxtsimon
kristallar, 4-teng o'qli katta o'lchamli orientirlanmagan kristallar,
5-cho'kish g'ovaklari, 6- cho'kish bo'shlig'i.



2.5 - rasm. Temirdagi allotropik o'zgarish sxemasi

2.5-rasmda ko'rsatilgan. 1539°C haroratgacha temir suyuq holatda bo'ladi. Kristallanish 1539°C haroratda boshlanadi va δ -temir hosil

bo'ladi. Bu temir $2,53 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli xajmi markazlashgan panjaraga ega bo'ladi; bu panjara 1392 va 911°C haroratlar oralig'ida yangi modifikatsiyaga $3,65 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli yoqlari markazlashgan kub panjarali γ -temirga aylanadi.

Temir 911°C dan past haroratda $2,9 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli hajmi markazlashgan panjarali magnitsiz shaklga α -temir hosil bo'lib, so'nggi haroratli turg'unlik sodir bo'ladi, unda $2,87 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli hajmi markazlashgan panjara saqlanadi.

Kutilayotgan natija: Qolipga quyilgan metall yoki uning qotishmalarining sovib borishida kristallanish jarayonining borishini o'rganish, shu asosda donalar o'lchamini, tartibini va zonalar hajmini boshqarishni aniqlash hisoblanadi.

Amaliy mashg'ulotning batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Osh tuzi yoki boshqa tuzdan bir necha gramm olib, uni probirkaga $70 - 80^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan suvga solib, o'ta to'yingan eritma hosil qilinadi;

2. Probirkadagi eritmadan ozginasini tomizgichga olib, undan bir tomchisini stolga o'rnatilgan sirlanmagan toza oyna sirtiga tomiziladi;

3. Eritmaning vaqt birligida kristallanish jarayonining borishini kuzatib, ko'rilayotgan manzarani 2.1-jadvalning tegishli grafasiga tushiramiz;

4. Eritmaning kristallanish jarayoni tahlil qilinadi va uning metall hamda ularning qotishmalarining kristallanish jarayonlari bilan solishtiriladi.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Biologik mikroskop, osh tuzi eritmasi, qo'rg'oshin nitradi, ammoniy xlorid, sariq qon tuzi eritmalari, probirka, spirt lampasi, chizg'ich va boshqalar.

Nazorat savollari:

1. Kristallanish jarayoni deganda nimani tushunasiz?
2. Birlamchi kristallanish nima?
3. Kristall jismlarga nimalar kiradi?
4. Nima sababdan amaliyot ishida osh tuzini eritmasidan foydalanilgan?
5. Kristallanish jarayonini o'rganishning amaliy ahamiyati nimadan iborat?

3 – AMALIY MASHG‘ULOT

METALL VA QOTISHMALARNING XOSSALARINI O‘RGANISH

Amaliy mashg‘ulotni o‘tishdan maqsad: Metall va qotishmalarining xossalarini o‘rganish.

Amaliy mashg‘ulotning mazmuni: Metall va qotishmalarning kimyoviy, fizikaviy va texnologik xossalarini o‘rganish va tahlil qilishni o‘rganish.

Kimyoviy xossalari, bu ularning oksidlanishga, tashqi muhit, havo namligi, kislota va boshqalarning ta’siridan yemirilishga qarshi tura olish xossalaridir. Aytib o‘tilgan omillar ta’siridan kimyoviy yemirilishga metallarning korroziyasi deyiladi.

Kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya bo‘ladi. Kimyoviy korroziya elektr toki o‘tmaydigan muhitda, masalan, quruq gaz, benzinda ro‘y beradi. Dvigatellar chiqarish klapanlarining, termik ishlov berish pechlarida ichki armaturasining oksidlanishi shunday korroziya hisoblanadi. Elektro-kimyoviy tok o‘tkazuvchi muhitning (namlik, nam xavo, kislota, ishqorlar va boshqalar) metallga ta’siri oqibatida yuz beradi. Metall va qotishmaning tarkibi bir xil yemasligi tufayli bunday korroziya hosil bo‘ladi. Turli jinsli elementlar elektrolit bilan kontaktda bo‘lganda galvanik tok paydo bo‘ladi. Elementlardan biri katod, ikkinchisi anod vazifasini o‘taydi. Anod vazifasini o‘taydigan element yemiriladi. Barcha metall va qotishmalar elektrodli potensialga ega. Elektrodli potentsiali turlicha bo‘lgan ikkita metall biriktirilsa, potensial kichik bo‘lgan metall yemiriladi. Amalda korroziya, po‘lat va cho‘yanning zanglashi, misni yashil rangli, latunni esa qora rangli oksid pardasi bilan qoplashida sodir bo‘ladi.

Yemirilish harakteriga ko‘ra korroziya umumiy, mahalliy va Kristallitlararo turlarga bo‘linadi. Korroziyaga qarshi kurashishda korroziyaga bardosh metallar, metall bo‘lmagan materiallar (lak, bo‘yoq, emal), shuningdek oksid pardalari (qoraytirish, fosfatlash), kimyoviy barqaror qotishma va boshqalarni qoplash usullaridan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda agressiv muhitlarda, yuqori temperatura va tezliklar bilan birga katta kuch ta’sir etadigan muhitlarda metallardan foydalanishning solishtirma ulushi ortib ketdi. Korroziyaga bardosh, issiqqabardosh qotishmalarga talab ortib bormoqda. Yuqorida sanab o‘tilgan korroziya turlar bilan kurashish uchun alohida himoya vositalari bilan himoyalaniadi. Bularga misol qilib, ingibitorlarni olish mumkin. Ingibitorlar

korroziyani sekinlatuvchi turli organik va anorganik moddalar hisoblanadi.

Fizik xossalari. Metall va qotishmalarning fizikaviy xossalari uning rangi, zichligi, suyuqlanish temperaturasi, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqlikdan kengayuvchanligi, issiqlik sig'imi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xossalari va boshqalar kiradi.

Metallning rangi deb, metallning unga tushgan yorug'lik nurlarini qaytara olish xususiyatiga aytiladi. Masalan, mis qizg'ish ranglarni, alyuminiy kumushsimon oq ranglarni qaytaradi.

Metallning zichligi hajm birligida joylashgan massa bilan xarakterlanadi. Zichligiga ko'ra barcha metallar yengil va og'ir turlarga bo'linadi. Turli buyumlar yaratishda metall zichligi muhim rol o'ynaydi. Masalan, samolyot va raketasozlikda juda yengil metall va qotishmalardan (alyuminiy, berilliy, magniy, titan qotishmalardan) foydalanishga harakat qilinadi. Bu buyum massasini kamaytirish imkonini beradi.

Metallning suyuqlanish temperaturasi deb, uni qattiq holatdan suyuq holatga o'tadigan temperaturasi aytiladi. Suyuqlanish temperaturasi qarab, metallar qiyin suyuqlanadigan (volfram 3416°C, tantal 2950°C, titan 1725°C va boshqalar) va oson suyuqlanadigan (qalay 232°C, qo'rg'oshin 327°C, rux 419°C, alyuminiy 660°C) metallarga bo'linadi. Quyma buyumlar, payvandlanadigan va kavsharlanadigan birlikmalar termoelektrik asboblari va boshqa buyumlar tayyorlash uchun metall tanlashda suyuqlanish temperaturasi katta ahamiyatga ega.

Metallning issiqlik o'tkazuvchanligi deb, uning ko'p qizigan qismidan kam qizigan qismiga issiqlik o'tkazish xususiyatiga aytiladi. Kumush, mis, alyuminiy kabi metallar yaxshi issiqlik o'tkazuvchidir. Temirning issiqlik o'tkazuvchanligi alyuminiyga nisbatan uch marta, misga nisbatan besh marta kichikdir. Detal va buyumlar uchun material tanlashda issiqlik o'tkazuvchanlik muhimdir.

Mashinalarning ayrim detallari (dvigatellarning porshenlari, turbinelarning kurakchalari) issiqlikni yaxshi o'tkazadigan materiallardan tayyorlanishi kerak.

Metallning issiqlikdan kengayuvchanligi, qizdirilganda uning o'lchamlarining kattalashish, sovutilganda esa kichrayishi bilan bog'liq bo'lgan chiziqli kengayish koeffitsienti bilan xarakterlanadi:

$$\alpha = \frac{(\ell_2 - \ell_1)}{[\ell_1 (\ell_2 - t_1)]}$$

Bu yerda ℓ_1 va ℓ_2 - jismning t_1 va t_2 haroratlardagi uzunligi. Hajmiy kengayish koeffitsienti 3α ga teng. Metallarning issiqlikdan kengayuvchanligi payvandlashda, bolg'alachda hamda qizdirib hajmiy shtamplashda, quyish qoliplari, shtamplar, prokat juvalari, kalibrilar tayyorlashda, hamda priborlar yig'ishda, ko'prik termalar qurishda, temir yo'l relslarini yotqizishda hisobga olinishi lozim.

Metallning issiqlik sig'imi deb, u qizdirilganda uning ma'lum miqdordagi issiqlikni yutish xususiyatiga aytiladi. Issiqlik sig'imi $J/^{\circ}K$ bilan o'lchanadi. Turli metallarning issiqlik sig'imi miqdoriga qarab solishtiriladi. Solishtirma issiqlik sig'imi 1 kg metall temperaturasini $1^{\circ}C$ ga ko'tarish uchun kerak bo'ladigan, katta kaloriyada ifodalangan issiqlik miqdoridir.

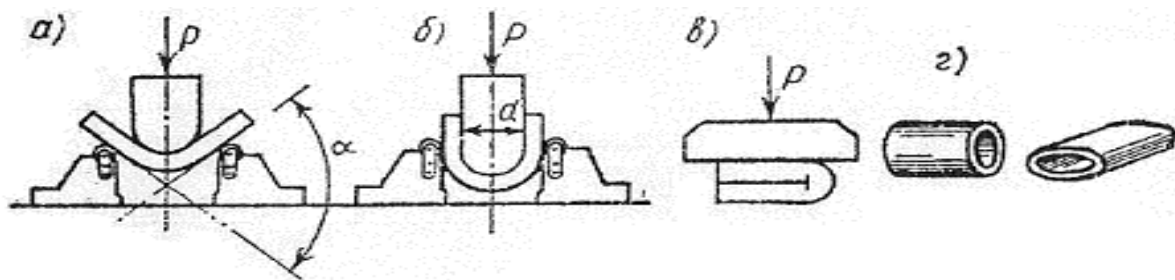
Metallarning elektr tokini o'tkazish xususiyati ikkita o'zaro qarama-qarshi tavsifnomalar—elektr o'tkazuvchanlik va elektr qarshiligi bilan belgiladi. Tok o'tkazuvchi simlar (mis, alyuminiy) yaxshi elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak. Pribor va pechlarning elektr qizdirgichlarini tayyorlashda elektr qarshiligi yuqori bo'lgan qotishmalar (nixrom, konstantan) kerak bo'ladi. Metall temperaturasi ko'tarilishi bilan uning elektr o'tkazuvchanligi kamayadi, temperatura pasayishi bilan esa ortadi.

Metallarning magnit xossalari absolyut magnit singdiruvchanlik yoki magnit doimiysi, ya'ni metallarning magnitlanish xususiyati bilan belgilanadi. Temir, nikel, kobalt va ularning ferromagnit deb ataluvchi qotishmalari yuqori magnit xossalari ega. Magnit xossalari ega bo'lgan materiallar elektrotexnika apparatlarida va magnitlar tayyorlashda ishlatiladi.

Texnologik xossalari. Metall va qotishmalarning texnologik xossalari sovuq xolatda va qizdirilganda ularga ishlov berish xususiyatini xarakterlaydi. Texnologik xossalari ularga u yoki bu ishlov berish usullariga yaroqli ekanligi xaqida sifatli ma'lumot beruvchi texnologik namunalarda aniqlanadi (3.1-rasm).

Asosiy texnologik xossalari payvandlanuvchanlik, bolg'anuvchanlik, ishlanuvchanlik, quymakorlik xossalari va boshqalar kiradi.

Payvandlanuvchanlik deb, payvandlanadigan sirtlarning plastik yoki suyuq holatgacha qizdirib, ajralmas mustahkam birikmalar hosil qila olish xususiyatiga aytiladi. Kam uglerodli po'lat yaxshi payvandlanadi, cho'yan va rangli metallar esa yomon payvandlanadi. Bu juda muhim xossa hisoblanadi, chunki payvandlash metall inshootlarni biriktirishda



3.1-rasm. Texnologik namunalar:

**a-ma'lum burchakka egish; b-tomonlari parallel bo'lguncha egish;
d- tomonlari tutashguncha egish; e-trubalarni pachoqlanishga
sinash**

yuqori ish unumi, samaradorlik va puxtalikni ta'minlovchi asosiy jarayon hisoblanadi.

Bog'lanuvchanlik deb, metallning bosim ostida bog'lanib va prokatlanib ishlanuvchanlik xossasiga, ya'ni qizdirilgan holatda yoki sovuqlayin zarb yoki bosim ta'sirida kerakli shaklga kirish xususiyatiga aytiladi.

Ishlanuvchanlik deb, metallning kesib ishlov berish mumkinlik xossasiga aytiladi.

Ko'pincha metallning texnologik xossalariga sifatli yoki solishtirma baho berish uchun texnologik namunalardan foydalaniladi (3.1-rasm). Namunalarni sinash metallning aniq ish sharoitidagi kabi deformatsiyaga uchrash xususiyatini ko'rsatadi. Egilish, o'ralish, siqib chiqarish va cho'kishga sinash namunalari shunday namunalar hisoblanadi. Yassi, shakldor va maxsus prokatlar, trubalar, payvand choklarni tayyorlashda darzlar, yorilish hamda sinashlarning oldini olish maqsadida egilishga sinash uchun namunalar tayyorlanadi. Namunalarni ma'lum burchakka, tomonlari parallel bo'lguncha, tomonlari tutashguncha egish xillari bo'ladi (3.1-rasm).

Shuningdek, trubalarni pachoqlanishga sinash uchun ham namunalar tayyorlanadi (3.1-rasm). O'ralishga sinash uchun namunalar diametri 0,2 dan 10 mm gacha bo'lgan qora va rangli metallardan yasalgan simlar uchun yasaladi. Sim bo'lagi diametri ma'lum opravkaga yoki xuddi shunday simga 5 tadan 10 tagacha o'ram hosil bo'lguncha o'raladi. Siqib chiqarishga mo'ljallangan namuna metallning sovuq xolda shtamplash va cho'zishga yaroqligini aniqlash uchun xizmat qiladi. Cho'kishga sinash namunasi sovuq metallning sinalishida kerakli shaklni olishga yaroqligini aniqlash imkonini beradi.

Materiallarning quymakorlik xossalari ularning darzsiz, bo'shliqsiz va boshqa nuqsonlarsiz quyma hosil qila olish xususiyatini xarakterlaydi. Asosiy quymakorlik xossalari suyuq holatdagi oquvchanlik, kirishuvchanlik va kimyoviy notekislik (likvatsiya) kiradi.

Suyuq holatda oquvchanlik suyultirilgan metallning quyish qolipi bo'shlig'ini yaxshi to'ldirish xususiyatidir.

Kristallanishda kirishuvchanlik suyuq holatdan qattiq holatga o'tishda, metall hajmining kamayishidir: u quymalarda kirishuvchanlik bo'shlig'i va g'ovaklari hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Kimyoviy notekis (likvatsiya) qotishmalarning kristallanishida paydo bo'ladigan kimyoviy tarkibning bir jinsli emasligidir. Bu qotishmalar toza metallarga qaraganda, qat'iy bir temperaturada emas, balki temperatura oralig'ida kristallanishi bilan tushuntiriladi. Qotishmaning kristallanish temperatura intervali qancha katta bo'lsa, kimyoviy notekislik shuncha tez rivojlanadi, bunda kristallanish temperatura oralig'iga yuklanish ta'sir qiladigan qotishma komponentlari (po'lat uchun S, O₂, P, S) kimyoviy notekislikka ko'proq moyil bo'ladi.

Kutilayotgan natija: Metall va qotishmalarning kimyoviy, fizika-viy va texnologik xossalari o'rganib, xulosalar chiqarish.

Amaliy mashg'ulotning batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Metall va qotishmalarning turlari tanlanadi;
2. Metall va qotishmalarning kimyoviy, fizik va texnologik xossalari o'rganiladi;
3. O'rganilgan metall va qotishmalarning xossalari haqida xulosalar chiqariladi.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Metall yoki qotishmalarning turlari, maxsus ma'lumotnomalar, pribor va jihozlar hamda namunalar.

Nazorat savollari:

1. Metall va qotishmalarning kimyoviy xossasi deganda nimani tushunasiz?
2. Metall va qotishmalarning fizik xossasi deganda nimani tushunasiz?
3. Erish va qaynash temperaturasi nima?
4. Metall va qotishmalarning rangi nima?
5. Issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik nima?

6. Metall va qotishmalarning fizik xossasining ahamiyati nimadan iborat?
7. Metall va qotishmalarning yana qanday fizik xossalarini bilasiz?
8. Metall va qotishmalarning texnologik xossasi deganda nimani tushunasiz?
9. Payvandlanuvchanlik nima?
10. Bolgʻalanuvchanlik deganda nimani tushunasiz?
11. Metall va qotishmalarning texnologik xossasining ahamiyati nimadan iborat?
12. Metall va qotishmalarning yana qanday texnologik xossalarini bilasiz?

4 – AMALIY MASHGʻULOT

KONSTRUKSION MATERIALLARNING MEXANIK

XOSSALARINI (PLASTIKLIGI, MUSTAHKAMLIGI)

ANIQLASH

Amaliy mashgʻulotni oʻtishdan maqsad: Metall va qotishmalarning, aynan konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) oʻrganish.

Amaliy mashgʻulotni mazmuni: Metall va qotishmalarning mexanik xossalari ularning tashqi kuchlarga qarshilik koʻrsata olish xususiyatini belgilaydi. Mexanik xossalar metallarning kimyoviy tarkibi, strukturasi, texnologik ishlov berish usuli va boshqa omillarga bogʻliq boʻladi. Mexanik xossalari maʼlum boʻlsa, metallarga ishlov berish vaqtida hamda konstruksiya va mexanizmlarning ish jarayonida, ularning oʻzini qanday tutishi haqida hukm yuritish mumkin. Metallarga taʼsir etish xarakteriga koʻra uch xil tashqi yuklanish boʻladi: statik yuklanish-doimiy yoʻysinda yoki juda sekin oʻsib boruvchi kuch koʻrinishida taʼsir qiladi; dinamik yuklanish-zarb xarakteriga ega boʻlib, bir onda taʼsir qiladi; siklik yoki oʻzgaruvchan ishorali yuklanish-qiymati yoki yoʻnalishi, yoxud ham qiymati, ham yoʻnalishi bir yoʻla oʻzgaruvchan kuchlardir.

Yuklanish taʼsiridan qattiq jismda, yaʼni metallarda kuchlanish va deformatsiya paydo boʻladi. Kuchlanish – sinalayotgan namuna yaʼni koʻndalang kesim yuzining yuza birligiga toʻgʻri keladigan yuklanish kattaligidir.

Deformatsiya metallning tashqi kuchlar taʼsiridan oʻz shakli va oʻlchamlarini oʻzgartirishidir. Choʻzilish, siqilish, egilish, buralish,

qirg'ilish deformatsiyalari bo'ladi. Ular metallni yemiradi, qoldiq deformatsiyalarga yo'l qo'ymaslik uchun metallarning mexanik xossalari bilish zarur. Hozirgi zamon sinash usullari bu xossalarning tavsifnomalarini, hamda ularning turli mashina va mexanizmlar tayyorlash uchun yaroqligini aniqlash imkonini beradi.

Metallarning asosiy mexanik xossalarga mustahkamlik, qattqlik, elastiklik, zarbiy qovushqoqlik kiradi.

Mustahkamlik – metallning kuchlar ta'siri ostida yemirilishga yoki qoldiq deformatsiya paydo bo'lishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir. Solishtirma mustahkamlik katta ahamiyatga ega, u mustahkamlik chegarasining metall zichligiga nisbati sifatida topiladi. Po'latning mustahkamlik chegarasi alyuminiydan katta, lekin solishtirma mustahkamligi kichik.

Qattqlik – metallning o'zidan qattiqroq jism ta'siridan sirti deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

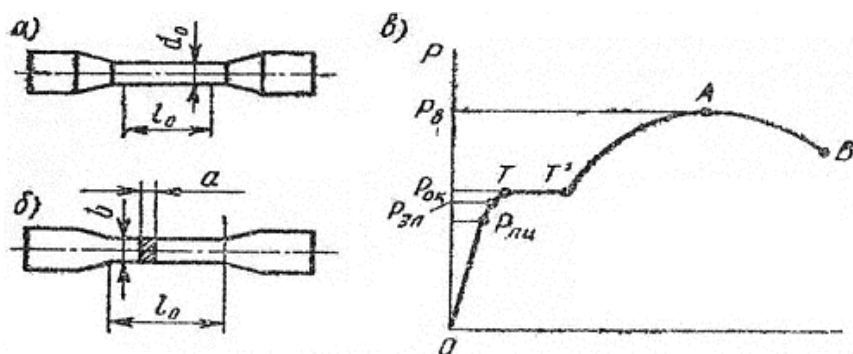
Elastiklik – metallning kuch ta'siri to'xtatilgach, o'zining dastlabki shaklini tiklash xossasidir.

Zarbiy qovushqoqlik – metallning dinamik kuchlar ta'siridan yemirilishga qarshilik ko'rsatish xossasidir.

Cho'zilishga statik sinash

Bunday sinovlar bilan metallarning proporsionallik, elastiklik chegaralari va plastikligi aniqlanadi. Bunday sinovlar uchun shakli va o'lchamlari davlat standarti tomonidan belgilangan yassi va silindrik ko'rinishdagi namunalar tayyorlanadi (4.1-rasm).

Diametri $d_0=10\text{mm}$, hisobiy uzunligi $l_0=10 d_0$ bo'lgan, namunalar normal, uzunligi $l_0=5 d_0$ bo'lgan namunalar qisqa namunalar hisoblanadi. Cho'zilishga sinishda namuna asta-sekin o'sib boruvchi yuklanish bilan uzilguncha cho'ziladi. Bunda asosan MPB-2 turidagi uzish mashinalaridan foydalaniladi. Bu mashinalar maxsus, o'zi-yozar pribor bilan jihozlangan bo'lib, avtomatik ravishda deformatsiyalanish egri chizig'ini chizib beradi, bu egri chiziqqa cho'zilish diagrammasi deyiladi. Diagrammalardan biri 4.1-rasm, d da ko'rastilgan. Mo'rt metallarning cho'zilishi diagrammasida oquvchanlik maydonchasi bo'lmaydi. Diagrammada metall va qotishmalarning biri qator sifatlarni aniqlash imkonini beradigan xarakterli qismi va nuqtalar qayd qilinadi.



4.1-rasm. Cho‘zilishga statik sinash:

a va b—cho‘zilishga sinaladigan standart namunalar; d- kam uglerodli po‘latdan yasalgan namunaning cho‘zilish diagrammasi.

Diagrammaning $O-R_{ps}$ qismida namunaning uzayishi kuchning ortishiga proporsional ravishda bo‘ladi. Yuklanish bilan deformatsiya orasidagi proporsionallik qonuni saqlanadigan yuklanish R_{ps} ga proporsionalik chegarasidagi kuch deyiladi. Yuklangan R_{ps} dan ortganda $R_{ps}-R_{el}$ uchastkasida qoldiq deformatsiya paydo bo‘la boshlaydi. Namuna dastlabki, hisobiy uzunligining 0,005-0,05 bo‘lgan qadar qoldiq deformatsiyaga erishadigan kuch R_{el} ega elastiklik chegarasidagi kuch deyiladi.

Diagrammalarda R_{el} nuqtasidan yuqoridagi qismida sezilarli qoldiq deformatsiya paydo bo‘ladi va cho‘zilish egri chizig‘i to‘g‘ri chiziqdan ancha og‘adi. Namuna hisobi uzunlikni 0,2% qadar qoldiq deformatsiya hosil qiluvchi yuklangan $R_{0.2}$ ga oquvchanlik chegarasidagi kuch deyiladi. Egri chiziqning gorizontaal qismiga oquvchanlik maydonchasi deyiladi. Bunday maydoncha kam uglerodli po‘latdan yasalgan detallarda kuzatiladi. $R_{0.2}$ ga tegishli nuqtadan yuqorida yuklanish A nuqttagacha ortib boradi, bu nuqta maksimal kuch R_v ga mos keladi, undan keyin diagramma egri chizig‘i pasayib boradi, bu namunada bo‘yin hosil bo‘lib, uning uzilishi bilan bog‘liq. Namunani uzish uchun kerak bo‘lgan eng katta kuch R_v mustahkamlik chegarasidagi kuch deb ataladi.

Bo‘yin hosil bo‘lgach, yuklanish B nuqttagacha kamayadi, namuna cho‘ziladi va uziladi. Plastik materiallarga bo‘yin hosil bo‘lib uziladi. Cho‘zilish diagrammasinig asosiy nuqtalariga mos keluvchi yuklanishlar metallning deformatsiyalanishiga bo‘lgan qarshiligining quyidagi tavsifnomalarini (MPa larda) aniqlash imkonini beradi: Proporsionallik chegarasi - σ_{ps} yuklanishlar bilan deformatsiyalar orasida to‘g‘ri proporsionallik saqlanadigan eng katta kuchlanish:

$$\sigma_{ps} = \frac{R_{ps}}{F_0}$$

Bu yerda, F_0 –namunaning ko‘ndalangan kesim yuzasi, mm^2 ;

Elastiklik chegarasi - σ_{el} deb, deformatsiya ma’lum qo‘yim bilan harakatlanadigan birinchi marta ma’lum kichik qiymatga erishadigan kuchlanishga aytiladi:

$$\sigma_{el} = \frac{R_{el}}{F_0}$$

Oquvchanlik chegarasi - σ_{oq} yuklanish yanada ortmaganda ham namuna deformatsiya ortib boradigan kuchlanishdir:

$$\sigma_{oq} = \frac{R_{oq}}{F_0}$$

Mustahkamlik chegarasi - σ_v deb, namuna uzilishidan oldingi yuklanishining namunaning boshlang‘ich ko‘ndalangan kesimi yuzasiga nisbati sifatida topiladigan kuchlanishga aytiladi.

$$\sigma_v = \frac{R_v}{F_0}$$

Statik cho‘zishda metallarning plastikligini aniqlash

Statik cho‘zishda metallarning plastikligini ham aniqlash mumkin. Metallning plastikligi deb, statik yuklanishda qoldiq deformatsiya olish xossasiga aytiladi.

Nisbiy uzayishi va nisbiy torayishi metallarning plastik ko‘rsatkichlari hisoblanadi. Nisbiy uzayishi δ namuna uzilgandan keyingi qoldiq deformatsiyaning namuna boshlang‘ich uzunligiga nisbati (% hisoblarda ifodalangan) sifatida topiladi.

$$\delta = \frac{\ell_1 - \ell_0}{\ell_0} \cdot 100\%$$

Bu yerda ℓ_1 - namunaning uzilgandan keyingi uzunligi, mm; ℓ_2 - namunaning dastlabki (hisobiy) uzunligi.

Nisbiy torayish ψ namunaning uzilgandan keyingi ko'ndalang kesimi yuzasining boshlang'ich ko'ndalang kesimi yuzasiga nisbati (foizlarda ifodalangan) sifatida topiladi:

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%$$

Bu yerda F_0 - namunaning dastlabki ko'ndalang kesimi yuzasi mm^2 ; F_1 - namunaning uzilgan joyidagi ko'ndalang kesimi yuzasi, mm^2 .

Fan–texnika taraqqiyotining jadallashishi ko'p jihatdan metallarning xossalarini keskin yaxshilanishiga bog'liq. Hozirgi vaqtda olimlarning e'tibori metallarning mustahkamligini oshirish usullarini topishga qaratilgan.

Kutilayotgan natija: Metall va qotishmalarning, aynan konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) laboratoriya sharoitida o'rganib, xulosalar chiqarish.

Amaliy mashg'ulotni batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Metall va qotishmalarning turi tanlanadi;
2. Metall va qotishmalarning mexanik xossalari o'rganiladi;
3. O'rganilgan konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) haqida xulosalar chiqariladi.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Metall yoki qotishmalarning turlari, maxsus ma'lumotnomalar, pribor va jihozlar hamda namunalar.

Nazorat savollari:

1. Metall va qotishmalarning mexanik xossasi deganda nimani tushunasiz?
2. Plastiklik nima?
3. Mustahkamlik deganda nimani tushunasiz?
4. Metall va qotishmalarning mexanik xossasining ahamiyati nima-dan iborat?
5. Metall va qotishmalarning yana qanday mexanik xossalarini bilasiz?

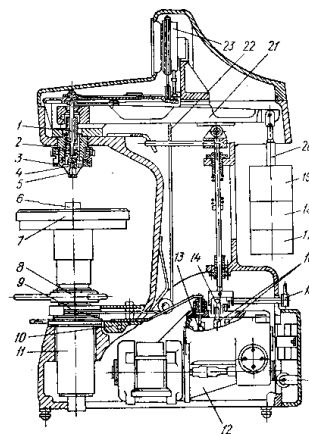
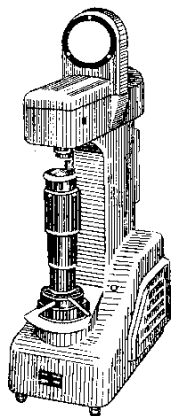
6. Metall va qotishmalarning yana qanday mexanik xossasi deganda nimani tushunasiz?

5 – AMALIY MASHG‘ULOT
MATERIALLARNING QATTIQLIGINI BRINELL
USULIDA SINASHDA FOYDALANILADIGAN
NAMUNALAR, ASBOB, MOSLAMA VA O‘LCHOV
ASBOBLARINI O‘RGANISH

Amaliy mashg‘ulotni o‘tishdan maqsad: Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o‘lchov asboblari o‘rganish.

Amaliy mashg‘ulotning mazmuni: Qattiqlikka sinash mexanik xossalarni aniqlashning eng sodda va tez usullardan bo‘lganligidan, ishlab chiqarish sharoitida keng tarqalgan. Qattiqlikka sinashning turli usullari bor. Quyida, ulardan eng ko‘p tarqalganlari keltirilgan.

Bu usulda materiallarning qattiqligini aniqlashda TK-2 asbobidan, moslama sifatida plita, prizmalardan, shtangensirkul yoki chizig‘ichdan foydalaniladi. 5.1-rasmda qattiqlikni o‘lchashda keng foydalaniladigan TK-2 asbobining ko‘rinishi va kinematik sxemasi keltirilgan. Rasmdan ko‘rinadiki, uning korpusining yuqori qismida sinaladigan materialga uchlik orqali yuklamani qo‘yuvchi richag 21, pastida esa stol 7 ni zaruriyatga ko‘ra yuqoriga ko‘taruvchi yoki pastga tushiruvchi mexanizmi bor. Bu usulning mohiyati shundan iboratki geometriya 2,5; 5 yoki 10mm bo‘lgan toblangan po‘lat sharcha mos ravishda 1,87; 7,5 va 30 kN yuklanish bilan sinalayotgan sirtga botiriladi. Namuna sirtida qoladigan iz diametri bo‘yicha qattiqlik aniqlanadi (5.2-rasm, a). Iz diametri darajalariga bo‘lingan maxsus lupa bilan o‘lchanadi. Amalda iz diametri bo‘yicha HB bilan belgilangan qattiqlik sonini aniqlash imkonini beradigan jadvallardan foydalaniladi.

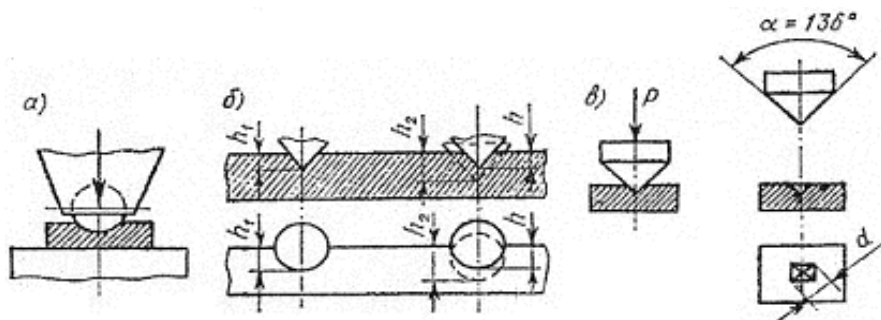


5.1-rasm. TK-2 tipdagi qattqlikni o‘lchash asbobining umumiy ko‘rinishi va kinematik sxemasi: 1-shpindel; 2-prujina; 3-cheklagich; 4-vint; 5-apravka; 6-namuna; 7- stol; 15-dasta; 9- baraban; 10-klavish; 11-vint; 12-uzatma; 13-tumbler; 14-shtok; 16-kulachokli blok; 17- doimiy yuktosh; 18-19- yuktoshlar;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

Bu usulda materiallarning qattqligini aniqlashda TK-2 asbobidan, moslama sifatida plita, prizmalardan, shtangensirkul yoki chizig‘ichdan foydalaniladi. 5.1-rasmda qattqlikni o‘lchashda keng foydalaniladigan TK-2 asbobining ko‘rinishi va kinematik sxemasi keltirilgan. Rasmdan ko‘rinadiki, uning korpusining yuqori qismida sinaladigan materialga uchlik orqali yuklamani qo‘yuvchi richag 21, pastida esa stol 7 ni zaruriyatga ko‘ra yuqoriga ko‘taruvchi yoki pastga tushiruvchi mexanizmi bor. Bu usulning mohiyati shundan iboratki geometriya 2,5; 5 yoki 10mm bo‘lgan toblangan po‘lat sharcha mos ravishda 1,87; 7,5 va 30 kN yuklanish bilan sinalayotgan sirtga botiriladi. Namuna sirtida qoladigan iz diametri bo‘yicha qattqlik aniqlanadi (5.2-rasm, a). Iz diametri darajalariga bo‘lingan maxsus lupa bilan o‘lchanadi. Amalda iz diametri bo‘yicha HB bilan belgilangan qattqlik sonini aniqlash imkonini beradigan jadvallardan foydalaniladi.

Qattqlikni Brinell usuli bilan o‘lchash

Bu usuldan asosan toblanmagan metall va qotishmalarning (prokat, pakovka, quyma va xokazolarning) qattqligini aniqlashda qo‘llaniladi. Bu usul bilan o‘lchangan qattqlik bo‘yicha metallning cho‘zilishidagi mustahkamligi haqida hukm chiqarish mumkin, chunki qattqlik bilan



5.2-rasm. Qattiqlikni o'lchash;

a - Brinell usuli bilan; b - Rokvell usuli bilan; d - Vikkers usuli bilan

mustahkamlik o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud: pakovka va prokatlar uchun $\sigma_v = (0,34-0,36) \cdot HB$, po'lat quymalari uchun $\sigma_v = (0,3-0,4) \cdot HB$, kul rang cho'yan uchun $\sigma_v = 0,12 \cdot HB$. Shunday qilib, qattiqlik qotishmalarning mustahkamlik asoslarini belgilovchi tavsifnoma bo'lib xizmat qiladi.

Kutilayotgan natija: Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari o'rganiladi.

Amaliy mashg'ulotni batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Metall va qotishmalarning turi tanlanadi;
2. Metall va qotishmalarning Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari o'rganiladi;
3. Materiallarning qattiqligini Brinell usulida aniqlashni o'rganish va xulosalar chiqariladi.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Metall yoki qotishmalarning turlaridan namunalar, maxsus ma'lumotnomalar, Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari.

Nazorat savollari:

1. Metall va qotishmalarning qattiqligini aniqlashning qanday usullari bor?
2. Materiallarning qattiqligini Brinell usulida aniqlash deganda nimani tushunasiz?
3. Materiallarning qattiqligini Brinell usulida aniqlashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari haqida nimani bilasiz ?

4. Qanday materiallarning qattiqligini Brinell usulida aniqlanadi?
5. Metall va qotishmalarning yana qanday usullarda qattiqliklari o'lanadi?

6 – AMALIY MASHG'ULOT

MAKROTAHLIL UCHUN MAKROSHLIFLAR

TAYYORLASH

Amaliy mashg'ulotni o'tishdan maqsad: Metall va uning qotishmalaridan makrotahlil uchun makroshliflar tayyorlashni o'rganish.

Amaliy mashg'ulotni mazmuni:

Makro - tahlil deb metall va qotishmalar tuzilishini oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida 30 martagacha kattalashtirib o'rganishga aytiladi.

Mikro - tahlil deb metall va qotishmalar strukturalarini (ichki tuzilishlarini) maxsus tayyorlangan namunalar yordamida o'rganishga aytiladi. Makro - va mikro - tahlil yordamida tekshiriladigan metallar strukturasida makro - va mikrostruktura deyiladi.

Makronamuna tayyorlash texnologiyasi. Makronamuna tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: temir qirgish arrasi yoki stanok yordamida tekshirilayotgan namuna ikkiga bo'linadi. Agar makronamuna detalining ko'ndalang kesim yuzasidan tayyorlanayotgan bo'lsa, unda u templet deb ataladi. Namuna stanokda, egov yoki abraziv charx yordamida tozalanadi, keyin u metallografik jilvirlash qog'ozlarida silliqiladi, bunda metallografik jilvirlash qog'ozlarini katta nomerlaridan asta-sekin kichik nomerlariga o'tiladi. Bir nomer qog'ozdan boshqasiga o'tilganda namuna 90° ga buriladi. Namuna yuzasidan chiziqlar yo'qotilmaguncha bir yo'nalishda silliqiladi. Makrostruktura ko'rinishi uchun namunalarga turli reaktivlar ta'sir ettiriladi. Turli reaktiv eritmalar ta'sirida makronamunalar yuzasidan ichki tuzilishining ko'rinishi hosil bo'ladi (dendrit kristallar va tolasimon tuzilishlari).

Mikronamunalar tayyorlash texnologiyasi. Mikronamuna stanok yoki metall qirgish arrasida kesib olinadi. Namunani tayyorlashda quyidagi o'lchamlar tavsiya etiladi: agar namuna silindrik bo'lsa, JL2 mm yoki 12x12. Agar namuna prizma ko'rinishida bo'lsa, uning o'lchamlari 12x15 mm balandlikda. Kesib olingan namuna abraziv charxda tozalanadi.



6.1- rasm. Namunani kesib olib olish uchun abraziv charx

Namunani tozalaganda o'ta qizishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Tekislangan namuna jilvirlash qog'ozi yordamida silliqylanadi, bunda jilvirlash qog'ozining 12-3 markasidan (donadorligi 125-200 mkm) va M40-M4 markasigacha (donadorligi 28-35 mkm GOST 6456-75) namuna yuzasida chiziqlar yo'qolguncha tozalanadi. Jilvirlash qog'ozi silliqlash uchun to'g'ri tekislikka yotqiziladi. Eng kichik donali qog'ozda jilvirlangandan keyin namuna yuvilib, uning yuzasidagi qolgan chiziqlarni yo'qotish uchun yaltiratiladi. Namunani yaltiratish silliqlash uskunasi, ustiga namat yoki fetro tortilgan dumaloq disk yordamida amalga oshiriladi. Yaltirash davomida diskka hrom oksidini suvdagi aralashmasi sepilib (namlab) turiladi, aluminiy oksidi mayda donali kukun ko'rinishida surtiladi. Reaktiv eritmasi ta'sir ettirilmagan mikronamunani yaltirashdan keyin mikroskopda qaralsa, oq tekislikda ayrim qora dog'lar kulrang nuqtalar va chiziqlar ko'rinadi. Bu dog' va chiziqlar turli xildagi metallmas qo'shimchalar (oksidlar, sulfatlar, grafit, shlaklar) va yaltiratish davomida yo'qolmagan notekisliklardir. Bularga chuqurlik, mikroyoriq va ishlov berish izlari kiradi.

Metallar mikrostrukturasining ko'rinishi uchun namunaga reaktivlar ta'sir ettiriladi. Reaktiv ta'sir ettirishdan oldin namunaning yuzasi spirt bilan yuviladi, keyin mikrostrukturaning ko'rinishi uchun kerak bo'lgan vaqtda reaktivga botiriladi. Reaktiv tuzilishi va kimyoviy tarkibi bilan farq qiladigan namuna yuzasidan donalar va chegaralarga, fazalar va struktura tashkil etuvchilarga turli ta'sir ko'rsatadi. Reaktiv strukturaning ba'zi elementlariga ko'proq, ba'zilariga esa kamroq ta'sir etadi. Natijada strukturaga yorug'lik nuri tushganda turlicha akslanadi. Ko'p ta'sirlangan elementlar mikroskop ostida qora, kam ta'sirlanganlari esa oq ko'rinadi. Bir fazali metallarda donalar har xil kristallografik yo'nalishga ega, shuning uchun mikronamuna yuzasi har xil ta'sirlanadigan bir - biriga qiya joylashgan kristallografik tekisliklardan

iborat bo‘ladi.



**6.2-rasm Namunani
yaltiratish silliqlash uskunasi**

Ishni o‘tish uchun kerak bo‘ladigan jihoz, asbob-uskuna, namuna va materiallar:

Tokar stanogi, kesgich, elektrcharx, turli xil metal qotishmalaridan namunalar, jilvirlash qog‘ozlari, reaktivlar va rasm qog‘ozlari.



**6.3-rasm. Tayyorlangan
mikronamunalarni kuzatish
uchun metallografik
mikroskop**

Ishni bajarish tartibi:

- Guruhdan har ikki talaba makro va mikro namunalar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;
- Namuna yuzasini silliqlash uchun qattiq to‘g‘ri tekislikda va jilvirlash qog‘ozining kerakli nomerlari mavjud bo‘lganish joyida amalga oshiriladi;
- Silliqlash tugatilgandan keyin talaba namunani tozalab yuvadi va quritadi;
- Po‘latlardan tayyorlangan namunalarga reaktiv ta’sir ettiriladi.
Makronamuna sulfat kislotasining 10-15% suvdagi ikkilangan mis ammiak tuzi aralashmasi bilan ta’sirlantiriladi. Mikronamuna esa

azotkislotasining etil spirtidagi 4-5% eritmasiga ta'sirlantiriladi. Ta'sirlanish vaqti 3-6 sekund;

- Reaktiv ta'sir ettirilgandan keyin namunalar suvda yuviladi va filtr qog'ozi bilan quritiladi. Tayyor bo'lgan namunalarni ichki strukturasi optik mikroskoplar yordamida ko'rib o'rganiladi.

Hisobotni yozish tartibi:

Amaliyot ishi mavzui, ishdan maqsad, makro - va mikro namunalar tayyorlash usullari va xulosa.

Nazorat savollari:

1. Makroshlif nima?
2. Makrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. Makroshlif tayyorlash uchun nimalar kerak bo'ladi?
4. Makroshlif qanday tayyorlanadi?
5. Reaktiv deganda nimani tushunasiz?
6. Makroshlif nimaga kerak?

7 – AMALIY MASHG'ULOT

MIM-7 METALLOGRAFIK MIKROSKOPNI TUZILISHINI O'RGANISH

Amaliy mashg'ulotni o'tishdan maqsad: MIM-7 metallografik mikroskopini tuzilishi va ishlashi bilan tanishish.

Amaliy mashg'ulotning mazmuni: Metall va qotishmalarning tuzilishini makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqot qilinadi.

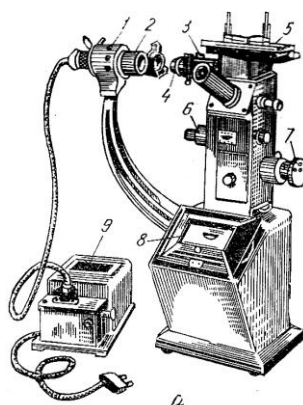
Makrotahlil (makroanaliz) usuli bilan makrostruktura, ya'ni oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek aralashmalarning metallda note-kis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo'yicha o'rganiladi. Makroshlif metall va qotishma namunasi bo'lib, uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog'dan tozalangan, mahsus reaktivlar ta'sir ettirilgan bo'ladi va 5-10 marta kattalashtiriladigan optik lupa ostida yoki MBS-2 mikroskopda kuzatiladi.

Metall va uning qotishmalaridan mikrotahlil uchun makroshliflar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: Mikroshlif stanokda yoki metall qirqish arrasida kesib olinadi. Shlif tayyorlashda quyidagi o'lchamlar

tavsiya etiladi, (agar namuna silindrik bo'lsa) 12 mm yoki 12x12 mm. Namunaning balandligi 10 – 15 mm. Kesib olingan namuna abraziv charxda tozalanadi. Namunani tozalaganda o'ta qizishi mumkin emas. Tekislangan namuna jilvirlash qog'ozi yordamida silliqilanadi, bunda jilvirlash qog'ozining 12-3 markasidan (uning donadorligi 125-200 mkm) uning M 40-M4 markasigacha (donadorligi 28-35 mkm) namuna yuzasida chiziqlar yo'qolguncha tozalanadi. Jilvirlash qog'ozi silliqilash uchun to'g'ri tekislikka yotqiziladi. Eng kichik donali qog'ozda jilvirlangandan keyin namuna yuvilib, uning yuzasidagi qolgan chiziqlarni yo'qotish uchun yaltiratiladi. Namunaning yuzi aylanma xarakat qiladigan ustiga na'mat yoki fetro tortilgan disk yordamida yaltiratiladi. Yaltirash davomida diskka xrom oksidining suvdagi aralashmasi sepilib turiladi, alyuminiy oksidi mayda donali kukun ko'rishda suritiladi. Reaktiv eritmasi ta'sir ettirilmagan mikroshlifni

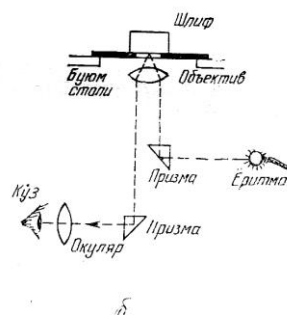


7.1- rasm. MIM-7 metallografik mikroskopi



7.2- rasm. MIM-7 metallografik mikroskopini tuzilishi:

1 – lampochka, 2 – filtr, 3 – okulyar, 4 – nur yo'naltirgich, 5 – stol, 6 – mikrovint, 7 – xomaki rostlash vinti, 8 – kasega, 9 – transformator



yaltiratishdan keyin mikroskopda qaralsa, oq tekislikda ayrim qora dog'lar kulrang nuqtalar va chiziqlar ko'rinadi. Bu dog' va chiziqlar turli xildagi metall bo'lmagan qo'shimchalar (oksidlar, sulfatlar, grafitlar va shlaklar) va yaltiratish davomida yo'qolmagan notekisliklardir.

Metallning mikrostrukturasining ko'rinishi uchun namunaga reaktivlar ta'sir ettiriladi. Reaktiv ta'sir ettirishdan oldin namunaning yuzasi spirt bilan yuviladi, keyin mikrostrukturaning ko'rinishi uchun kerak bo'lgan vaqtda reaktivga tushiriladi. Temir-uglerodli qotishma-

larni reaktiv ta'sir ettirish uchun ko'pincha azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasidan foydalaniladi.

MIM-7 metallografik mikroskopini tuzilishi va ishlashi bilan tanishiladi.

Kutilayotgan natija: Talabalar MIM-7 metallografik mikroskopini tuzilishi va ishlashi prinsipi bilan tanishiladilar.

Amaliy mashg'ulotining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Guruhdan har ikki talaba makroshliflar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;
2. Namunani silliqlash qattiq to'g'ri tekislikda va jilvirlash qog'ozining kerakli raqamlari mavjud bo'lgan ish joyida amalga oshiriladi;
3. Silliqlash tugatilgandan keyin talaba shlifni tozalab yuvadi, mikroshlifga reaktiv ta'sir ettiradi, mikroshlifni silliqlash stanogida yaltiratiladi;
4. Tayyorlangan shliflarga reaktiv ta'sir ettiriladi. Mikroshlif azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasida ta'sirlantiriladi. Ta'sirlantirish vaqti 3 -5 sekund;
5. Reaktiv ta'sir ettirilgandan keyin shliflar suvda yuviladi va filtr qog'ozini bilan quritiladi;
6. MIM-7 va MIM-8 metallografik mikroskopining tuzilishi va ishlashi prinsipi o'rganiladi.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar: MIM-7 metallografik mikroskopi, turli metall va uning qotishmalaridan namunalar, optik lupa va boshqa priborlar, jilvirlash qog'ozlari, abraziv charx, temir qirqish arrasi, stanok filtr qog'ozini va reaktiv - azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasi.

Nazorat savollari:

1. Mikroshlif nima?
2. Mikrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. MIM-7 metallografik mikroskopi qanday tuzilgan?
4. MIM-7 metallografik mikroskopi qanday ishlaydi?
5. MIM-7 metallografik mikroskopida nimalar o'rganiladi?

8 – AMALIY MASHG‘ULOT

NEOFOT-21 METALLOGRAFIK MIKROSKOPNI TUZILISHINI O‘RGANISH

Amaliy mashg‘ulotni o‘tishdan maqsad: NEOFOT-21 metallografik mikroskopni tuzilishi va ishlashi bilan tanishish.

Amaliy mashg‘ulotni mazmuni: Metall va qotishmalarning tuzilishini makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqot qilinadi.

Makrotahlil (makroanaliz) usuli bilan makrostruktura, ya’ni oddiy ko‘z bilan yoki lupa yordamida ko‘rinadigan struktura o‘rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya’ni darzlar, cho‘kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek aralashmalarning metallda notekis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo‘yicha o‘rganiladi. Makroshlif metall va qotishma namunasi bo‘lib, uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog‘dan tozalangan, mahsus reaktivlar ta’sir ettirilgan bo‘ladi va 5-10 marta kattalashtiriladigan lupa ostida yoki MIM-3, MBS -2 mikroskopda kuzatiladi.

Metall va uning qotishmalaridan mikrotahlil uchun makroshliflar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: Mikroshlif stanokda yoki metall qirqish arrasida kesib olinadi. Shlif tayyorlashda quyidagi o‘lchamlar tavsiya etiladi, (agar namuna silindrik bo‘lsa) 12 mm yoki 12x12 mm. Namunaning balandligi 10 – 15 mm. Kesib olingan namuna abraziv charxda tozalanadi. Namunani tozalaganda o‘ta qizishi mumkin emas. Tekislangan namuna jilvirlash qog‘ozi yordamida silliqqlanadi, bunda jilvirlash qog‘ozining 12-3 markasidan (uning donadorligi 125-20 mkm) uning M40-M4 markasigacha (donadorligi 28-35 mkm) namuna yuzasida chiziqlar yo‘qolguncha tozalanadi. Jilvirlash qog‘ozi silliqqlash uchun to‘g‘ri tekislikka yotqiziladi. Eng kichik donali qog‘ozda jilvirlangandan keyin namuna yuvilib, uning yuzasidagi qolgan chiziqlarni yo‘qotish uchun yaltiratiladi. Namunaning yuzi aylanma xarakat qiladigan usiga na’mat yoki fetro tortilgan disk yordamida yaltiratiladi. Yaltirash davomida diskka xrom oksidining suvdagi aralashmasi sepilib turiladi, alyuminiy oksidi mayda donali kukun ko‘rinishda suritiladi. Reaktiv eritmasi ta’sir ettirilmagan mikroshlifni yaltiritishdan keyin mikroskopda qaralsa, oq tekislikda ayrim qora dog‘lar kulrang nuqtalar va chiziqlar ko‘rinadi. Bu dog‘ va chiziqlar turli xildagi metall bo‘lmagan qo‘shimchalar (oksidlar, sulfatlar, grafitlar va shlaklar) va yaltiratish davomida yo‘qolmagan notekisliklardir.

Metallning mikrostrukturasining ko‘rinishi uchun namunaga reaktivlar ta’sir ettiriladi. Reaktiv ta’sir ettirishdan oldin namunaning yuzasi spirt bilan yuviladi, keyin mikrostrukturaning ko‘rinishi uchun kerak bo‘lgan vaqtda reaktivga tushiriladi. Temir-uglerodli qotishmalarni reaktiv ta’sir ettirish uchun ko‘pincha azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasidan foydalaniladi.

NEOFOT-21 metallografik mikroskopni tuzilishi va ishlashi bilan tanishiladi.



8.2- rasm. NEOFOT-21 metallografik mikroskopi

Kutilayotgan natija: Talabalar NEOFOT-21 metallografik mikroskopni tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishadilar.

Amaliy mashg‘ulotning batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Guruhdan har ikki talaba makroshliflar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;
2. Namunani silliqlash qattiq to‘g‘ri tekislikda va jilvirlash qog‘ozining kerakli raqamlari mavjud bo‘lgan ish joyida amalga oshiriladi;
3. Silliqlash tugatilgandan keyin talaba shlifni tozalab yuvadi, mikroshlifga reaktiv ta’sir ettiradi, mikroshlifni silliqlash stanogida yaltiratiladi;
4. Tayyorlangan shliflarga reaktiv ta’sir ettiriladi. Mikroshlif azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasida ta’sirlantiriladi. Ta’sirlantirish vaqti 3 -5 sekund;
5. Reaktiv ta’sir ettirilgandan keyin shliflar suvda yuviladi va filtr qog‘ozi bilan quritiladi.
6. NEOFOT-21 metallografik mikroskopning tuzilishi va ishlashi prinsipi o‘rganiladi.

Amaliy mashg‘ulotni o‘tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar: NEOFOT-21 metallografik mikroskopi, turli metall va uning qotishmalaridan namunalar, lupa va boshqa priborlar, jilvirlash qog‘oz-

lari, abraziv charx, temir qir-qish arrasi, stanok filtr qog'ozi va reaktiv - azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasi.

Nazorat savollari:

1. Mikroshlif nima?
2. Mikrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. NEOFOT-21 metallografik mikroskop qanday tuzilgan?
4. NEOFOT-21 metallografik mikroskop qanday ishlaydi?
5. NEOFOT-21 metallografik mikroskopda nimalar o'rganiladi?

9– AMALIY MASHG'ULOT

ODDIY KO'Z VA OPTIK LUPA YORDAMIDA METALL VA QOTISHMALARNI MAKROSTRUKTURASINI O'RGANISH

Amaliy mashg'ulotni o'tishdan maqsad: Metall va uning qotishmalarini makrostrukturasini oddiy ko'z va optik lupa yordamida o'rganish.

Amaliy mashg'ulotni mazmuni: Bugungi kunda metall va qotishmalarining tuzilishini makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqod qilinadi.

Oddiy ko'z bilan yoki optik lupa yordamida makrotahlil (makroanaliz) usuli bilan makrostruktura, ya'ni ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek aralashmalarining metallda notekis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo'yicha o'rganiladi. Makroshlif metall va qotishma namunasi bo'lib, uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog'dan tozalangan, mahsus reaktivlar ta'sir ettirilgan bo'ladi va 5-10 marta kattalashtiriladigan lupa ostida kuzatiladi.

Metall va uning qotishmalaridan makrotahlil uchun makroshliflar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: temir qirqish arrasi yoki stanok yordamida tekshirilayotgan namuna ikkiga bo'linadi. Agarda makroshlif detalning ko'ngdalang kesim yuzasidan tayyorlnayotgan bo'lsa, unda u templet deb ataladi. Namunaning stanokda egov yoki abraziv charx yordamida tozalanadi, keyin namuna metallografik jilvirlash qog'ozlarida silliqilanadi, bunda metallografik jilvirlash qog'ozlarda silliqilanadi, keyin metallografik jilvirlash qog'ozlarining katta nomerlaridan kichik

raqamlariga o'tiladi. Bir raqam qog'ozdan boshqasidan o'tilganda shlif 90 °S ga buriladi. Shliflar yuzasidan chiziqlar yo'qolmagancha bir yo'nalishda silliq lanadi. Makrostrukturaning ko'rinishi uchun shliflarga turli reaktivlar ta'sir ettiriladi. Turli reaktiv eritmalar ta'sirida makroshliflar yuzasida ichki tuzilishning ko'rinishi hosil bo'ladi.

Lupa yoki MIM-3, MBS-2 mikroskopida metall va qotishmalarning makrostrukturasi o'rganiladi.

Kutilayotgan natija: Talabalar oddiy ko'z va optik lupa yoki MIM-3, MBS-2 mikroskopida metall va qotishmalarning makrostrukturasi o'rganadilar.

Amaliy mashg'ulotning batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Guruhdan har ikki talaba makroshliflar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;
2. Namunani silliq lash qattiq to'g'ri tekislikda va jilvirlash qog'ozining kerakli raqamlari mavjud bo'lgan ish joyida amalga oshiriladi;
3. Silliq lash tugatilgandan keyin talaba shlifni tozalab yuvadi, makroshlifga reaktiv ta'sir ettiradi, mikroshlifni silliq lash stanogida yaltiratiladi;
4. Tayyorlangan shliflarga reaktiv ta'sir ettiriladi. Mikroshlif azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasida ta'sirlantiriladi. Ta'sirlantirish vaqti 3 -5 sekund;
5. Reaktiv ta'sir ettirilgandan keyin shliflar suvda yuviladi va filtr qog'ozi bilan quritiladi.
6. Tayyorlangan namunalar MIM-3 mikroskopida makrostrukturasi o'rganiladi.

Amaliy mashg'ulotni o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar: Optik lupa yoki MIM-3, MBS-2 mikroskopi, turli metall va uning qotishmala-ridan namunalar, lupa va boshqa priborlar, jilvirlash qog'ozlari, abraziv charx, temir qirqish arrasi, stanok filtr qog'ozi va reaktiv - azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasi.

Nazorat savollari:

1. Makroshlif nima?
2. Makrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. MIM-3 mikroskopi qanday tuzilgan?
4. MIM-3 mikroskopi qanday ishlaydi?
5. MIM-3 mikroskopida nimalar o'rganiladi?

**Laboratoriya ishlarini mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar,
variantlar, masala va misollar, ko'rsatmalar**

**1 - LABORATORIYA ISHI
IKKI KOMPONENTLI SISTEMADAGI
QOTISHMALARNING HOLAT DIAGRAMMASINI
TAHLIL QILISH**

Laboratoriya ishni o'tishdan maqsad: Ikki komponentli sistemadagi qotishmalarning holat diagrammasini tahlil qilishni o'rganish.

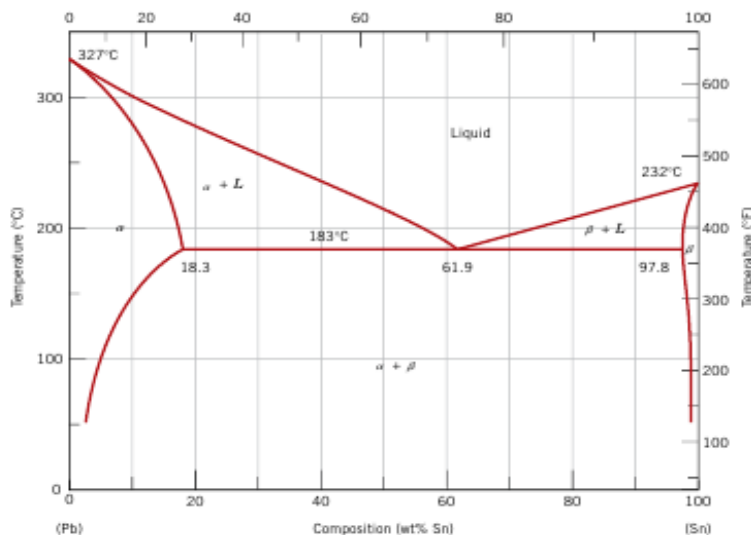
Laboratoriya ishini mazmuni: Qotishmalarning holat diagrammasi deb, qotishmalarning holatini temperatura va kimyoviy tarkibiga qarab o'zgarishini ko'rsatuvchi chizma tasavvuriga (grafikka) aytiladi. Bu grafiklar asosan termik tahlillar asosida quriladi. Holat diagrammasi qotishma nazariyasini muhim qismini tashkil etadi. Ikki va undan ortiq elementlarning turli usullarda olingan moddasiga qotishma deyiladi. Qotishmani tashkil etuvchi elementlar komponentlar deb ataladi. Qotishmalar ikki, uch, to'rt va ko'p komponentli bo'lishi mumkin. Qotishmalarning turiga qarab har xil sistemalarga ega bo'lamiz. Masalan, alyuminiy-mis, temir-uglerod, alyuminiy-magniy, mis-nikel-qalay va boshqalar. Berilgan sistemadagi qotishmalarning miqdorlar (konsentratsiyalar) deb uning tarkibida ishtirok etuvchi har bir elementning miqdori tushuniladi. Faza qotishmaning bir jinsli qismi bo'lib, ikkinchi qismidan chegara sirtlari bilan ajraydi va bu chegaradan o'tganda moddaning kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossalari keskin o'zgaradi. Moddalar suyuq va qattiq faza holatida bo'lishi mumkin. Masalan, suv va muz ikki fazali sistemadir. O'z navbatida qattiq faza qattiq eritma yoki kimyoviy birikmadan iborat bo'lishi mumkin.

Holat diagrammasi har-xil faza chiziqlaridan iborat bo'lib, bu chiziqlar qotishmalarni har xil faza holati sohalariga bo'linadi.

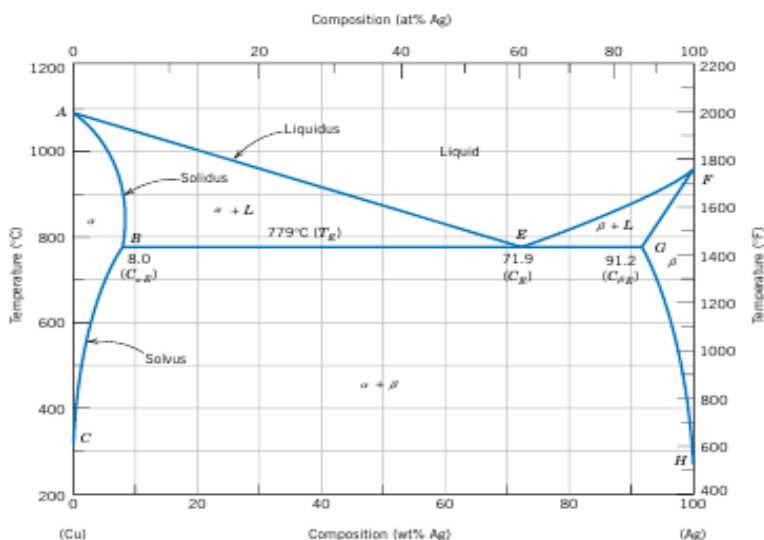
Bu laboratoriya ishida ikki komponentli sistemadagi qotishmalarning holat diagrammasi masshtablarda chiziladi va undagi fazalar ko'rsatilib, tahlil qilinadi. Tahlil natijasida ikki komponentli sistemadagi qotishmalarning holat diagrammasida fazalar miqdori aniqlanadi va aniqlangan fazalar miqdori bo'yicha xulosalar qilinadi.

Ma'lumki Fe-C holat diagrammasi - harorat va uglerod miqdoriga qarab qotishmalarning xolatini ko'rsatuvchi grafikdir. Grafikdagi chiziqlar qotishmadagi fazalarni doirasini oblastini chegaralaydi.

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



1.1-rasm. Evtektoidli qotishma



1.2-rasm. Evtektik qotishma

Temir uglerodli qotishmalarda po'lat, cho'yan fazaviy o'zgarishlar faqat erish-qotish (birlamchi kristallanish) davrida emas, boshqa hollar-da ham sodir bo'ladi. Masalan, temir (demak po'lat ham) qizdirilganda yoki sovutilganda bir holatdan - fazadan ikkinchi fazaga o'tadi (ikkilam-chi kristallanish) polimorfik (allotropik) o'zgaradi. Temir 911 °C gacha

Fe_α (kristallik panjarasi hajmi markazlashgan) holatda undan yuqori haroratda Fe_γ (yoqlari markazlashgan kristallik panjara) holatda bo'ladi. $1392^\circ C$ dan boshlab yana hajmi markazlash kristallik panjaraga o'tadi.

Temir-uglerod qotishmalari suyuq holatdan asta-sekin uy harorati-gacha sovitilganda ularda ferrit, tsementit, austenit, fazalarini hosil qilishini ko'rish mumkin.

1. Ferrit (Φ) - bu uglerodni alfa temirdagi qattiq eritmasi. Bunda uglerod miqdori juda kam: $727^\circ C$ da 0,02 %, uy haroratida: $20^\circ C$ da 0,006 %
2. Austenit (A) - uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi. Undagi uglerod miqdori: $1147^\circ C$ da 2,14 % gacha. Lekin, harorat pasayishi bilan uglerodning gamma temirda erishi pasayadi. $727^\circ C$ da 0,83 % ga teng.
3. Sementit (II) - temirni uglerod bilan hosil qilgan kimyoviy birikmasi - Fe_3C . Unda uglerod miqdori 6,67 %.

Kesmalar usulidagi yoki richaglar qoidasidan foydalanib suyuq va qattiq fazalarni protsent va og'irlik tarkibini aniqlash mumkin. Shu tariqa ikki har-xil fazalar struktura tarkibini tashkil etuvchilarini miqdorini va ularni kontsentratsiyasini aniqlash mumkin. Buning uchun tanlangan nuqtadan, masalan, rasmdagi "V" nuqtadan GP va GS chiziqlarigacha gorizontalar chiziq o'tkaziladi. "A" nuqtaning kontsentratsiya o'qidagi proeksiyasi (izi) shu haroratda ferritdagi uglerod miqdorini ko'rsatadi. "S" nuqtaning proeksiyasi esa austenitdagi uglerod miqdorini ko'rsatadi. Austenit va ferritlarni miqdorini aniqlash uchun kesmalarni teskari proportsionallik nisbatini olish kerak:

$$Q_f/Q_{ayc}=bc/ab;$$

Bu yerda, Q_f -ferrit miqdori; "v" nuqtadagi haroratda

Q_{aus} -austenit miqdori; "v" nuqtadagi haroratda.

Misol:

Agar "v" nuqtada qotishma og'irligi 100 g bo'lsa,

$$Q_f/Q_{aus}=Q_f/100-Q_a=bc/ab;$$

Rasm bo'yicha: $V_s=5,6$ mm, $a_v=10,5$ mm.

U holda:

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

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

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

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

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

Austenit va ferrit miqdorlarini protsent hisobida ham aniqlasa bo'ladi: kesmalar qoidasi bo'yicha:

Agar as chiziqni 100 % deb olsak,

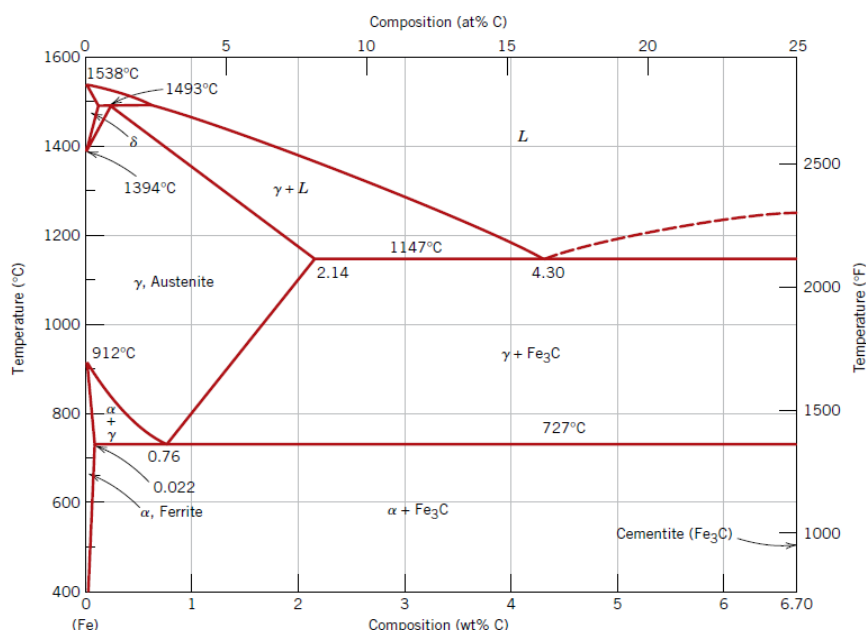
$V_s (Q_f)$ chizig'i X %

$$X \cdot a_s = 100 \cdot v_s; \quad x = \frac{100 \cdot v_s}{a_s} = \frac{100 \cdot 5.6}{16.1} = 34,8\%$$

Demak, $Q_f = 34,8\%$

$Q = 65,2\%$

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



1.3-rasm. Fe-Fe₃C holat diagrammasi

Qabul qilingan qoida bo'yicha kritik haroratlarni "A" harfi bilan belgilanadi. Bular quyidagilar:

1. A₀-210°C ga to'g'ri keladi: sementitning (FeC) magnit xossasini o'zgarish harorati.

2. A₁-727°C - evtektoidli (perliti) o'zgarish harorati.

3. A₂-768°C - ferritni magniy xossalari o'zgarish harorati.

4. A₃-GS chizig'i - ferrit fazasini qizdirganda uni yo'qolishini, sovuganda paydo bo'lish haroratini ko'rsatadi.

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

6. 1147°C- evtektikali-ledeburitli o'zgarish harorati.

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

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

Laboratoriya ishini bajarish quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi.

1. Fe-C-xolat diagrammasini masshtabda chizish.
2. Topshirilgan variant bo'yicha topshiriq nuqtalarini belgilash.
3. Nuqtalardan vertikal chiziq chizib, qotishma sovutilganda (qizdirilganda) o'tadigan fazalar o'zgarishlarni yozib izox berish.
4. Berilgan qotishma fazalarining miqdorini protsentda va og'irlikda hisoblash.

1.1-jadval

Laboratoriya ishi variantlari va shartlari

Ishning varianti	Qotishma tarkibi, %		Qotishma harorati,		Og'irligi-massasi,kg	
	I-qotishma, S ₁	II-qotishma, S ₂	I-qotishma, t ₁	II – qotishma t ₂	I-qotishma, Q ₁	III-qotishma Q ₂
1	0,3	4,5	800	1000	0,5	0,3
2	0,9	3,5	900	1200	0,1	0,4
3	0,5	5,0	1450	700	0,2	0,3
4	0,4	3,0	1000	950	0,1	0,2
5	1,8	6,0	1300	850	0,2	0,2
6	0,7	4,0	900	600	0,3	0,4
7	1,4	3,0	800	1050	0,5	0,6
8	0,6	4,8	1450	1200	0,4	0,2
9	1,2	5,5	750	900	0,5	0,6
10	0,45	2,8	1000	500	0,2	0,3
11	0,2	2,2	1200	600	0,2	0,3
12	0,5	2,7	750	800	0,2	0,3
13	1,1	3,2	1000	1200	0,3	0,5
14	0,3	3,6	600	1500	1,2	1,0
15	1,6	4,5	1400	850	0,8	1,0
16	1,9	5,2	400	1250	0,6	0,7
17	0,55	6,3	750	1100	0,5	0,8
18	0,7	2,7	1450	850	0,5	0,5
19	1,2	4,2	700	900	0,8	0,9
20	0,75	5,7	700	1050	0,9	1,0

Kutilayotgan natija: Ikki komponentli sistemadagi qotishmalar-ning holat diagrammasini tahlil qilish asosida undagi fazalar miqdori aniqlanadi.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Berilgan holat diagrammani masshtabda chizish va undagi fazalarni ko'rsatish;
2. Holat diagrammadagi chiziqlarni o'tkazish va kritik nuqtalarni aniqlash;
3. Sovush egri chizig'ini chizish va uy temperaturasida faza o'zgarishlarini ko'rsatish;
4. Ikki komponentli sistemadagi qotishmalarning holat diagramma-sidan fazalar miqdorini aniqlash.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Ikki komponentli sistemadagi turli qotishmalarning holat diagram-masi, masshtabli chizg'ich, rangli qalamlar va ma'lumotnomalar.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonala-rida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rna-tilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Qotishmalarning holat diagrammasi nima?
2. Qotishmalarning holat diagrammasining ahamiyati nimadan iborat?
3. Qotishmalarning holat diagrammasini qurishning qanday usul-larini bilasiz?
4. Holat diagrammalarning faza va struktura tashkil etuvchilari haqida nimani bilasiz?
5. Sovush egri chizig'i nima?
6. Ikki komponentli sistemadagi qotishmalarning holat diagramma-sidan fazalar miqdori qanday aniqlanadi.

2 - LABORATORIYA ISHI

TEMIR-UGLEROD SISTEMASIDAGI QOTISHMALAR HOLAT DIAGRAMMASINI TAHLILI

Laboratoriya ishini o'tishdan maqsad: Temir-uglerod sistemasi-dagi qo-tishmalarning holat diagrammasini tahlil qilishni o'rganish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Temir-uglerodli (Fe-C) qotishmalarni va termik ishlov berish jarayonlarini o'rganish 1868 yilda e'lon qilingan Chernov D.K. ning "Lavrov va Kalakutskiyning po'lat va po'latdan ishlangan qurollar haqidagi makolalarining tanqidiy tahlili hamda ushbu soha bo'yicha Chernov D.K. ning o'z tadqiqotlari" maqolasi bilan boshlanadi. Chernov D.K. birinchi bo'lib, po'latda kritik nuqtalar borligini ko'rsatdi va temir-sementit diagrammasi haqida dastlabki tushunchani berdi. Keyinchalik temir-uglerodli qotishmalarni o'rganishga hamda temir-uglerod diagrammalarini tahlil qilishga Osmond F., Le Shatale (Fransiya), Austen R. (Angliya), Baykov A.A. va Gudsov N.T. (Rossiya), Rozenbaum (Gollandiya), Gerens P. (Germaniya) va boshqalarning ishlari bag'ishlandi.

Temir va uglerod Fe-C qotishmaning strukturasi va xossalariga bog'liq bo'lgan asosiy komponentlar hisoblanadi. Toza temir kumushsimon oq rangdagi metall bo'lib, suyuqlanish harorati 1539°C ga teng. Temir ikkita α va γ polimorf modifikatsiyaga ega: α modifikatsiyaga 911°C dan past va 1392°C dan yuqori haroratlarda; γ modifikatsiyaga esa $911-1392^{\circ}\text{C}$ haroratlar intervalidagisi kiradi. Harorat va uglerod miqdoriga bog'liq holda Fe-C li qotishmalarning quyidagi struktura tashkil etuvchilari mavjud:

Ferrit (Φ) - uglerodning α -temirga singdirilgan qattiq eritmasi. Xona haroratida α -temirda uglerod 0,005% gacha eriy oladi; eng ko'p eruvchanlik 727°C haroratda bo'lib, 0,002% ga teng. Ferritning qattiqligi past (HB 80-100) va mustahkamligi kichik ($\sigma_v=250$ MPa), lekin plastikligi yuqori ($\delta=50\%$, $\varphi=80\%$);

Austenit (A) - uglerodning γ -temirga singdirilgan qattiq eritmasi. U temir-uglerodli qotishmalarda, faqat yuqori haroratlardagina mavjud bo'la oladi. Uglerodning γ -temirdagi eng ko'p eruvchanligi 1147°C da bo'lib, 2,14% ga teng. 727°C da esa 0,8%. Bu harorat Fe-C li qotishmalarda austenitning barqaror mavjud bo'lishligining pastki chegarasidir. Austenitning qattiqligi HB 160-200, plastikligi juda yuqori ($\delta=40-50\%$);

Sementit (II) - temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi (temir karbidi Fe_3C). Sementitda 6,67% uglerod bor. Uning suyuqlanish harorati 1600°C atrofida. U juda qattiq (HB-800) mo'rt va amalda umuman plastik emas. Sementit barqaror bo'lmay, ma'lum sharoitlarda $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$ reaksiya bo'yicha grafit ko'rinishda erkin uglerod ajralib parchalanadi.

Grafit (I) - bu erkin uglerod bo'lib, yumshoq (HB3) va mustahkamligi past. Grafit aralashmalarining shakli o'zgarish bilan qotishmaning mexanik va texnologik xossalari ham o'zgaradi; harorat

Perlit (II) - tarkibida 0,8% uglerod bo'lgan ferrit va sementitning mexanik aralashmasi. Perlit plastinkasimon va zarrasimon (globulyar) bo'lishi mumkin. Bu sementitning shakliga (plastinka yoki zarralarga) bog'liq bo'lib, perlitning mexanik xossalarini belgilaydi. Xona haroratida zarrali, ya'ni donali perlitning mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 800 \text{ MPa}$ ga, nisbiy cho'zilishi $\delta = 15\%$, qattiqligi HB 160 ga teng. Perlit quyidagicha hosil bo'ladi: sementit plastinkasi yoki austenit zarrasi chegarasida o'sa boshlaydi, yoxud metallmas aralashma kristallanish markazi bo'lib hisoblanadi. Bunda qo'shni qismlarda uglerod kamayadi va ularda ferrit hosil bo'ladi. Bu jarayon sementit va ferritning parallel plastinkalari va donachalaridan (zarralaridan) tashkil topuvchi perlit zarrasi (donachasi) hosil bo'lishiga olib keladi. Qancha yirik sementit ajralib chiqsa, perlitning mexanik xossalari shuncha yomonlashadi);

Ledeburit (II) - tarkibida 4,3% uglerod bo'lgan austenit va sementitning mexanik aralashmasi (evtektika). Ledeburit suyuq qotishmaning 1147°C haroratda qotishidan hosil bo'ladi. Uning qattiqligi HB 600-700 ga teng, juda mo'rt. 727°C haroratda austenit perlitga aylanganligidan, bu o'zgarish ledeburit tarkibiga kiruvchi austenitni ham qamrab oladi. Buning natijasida 727°C haroratda ledeburit austenitning sementit bilan aralashmasi emas, balki perlitning sementit bilan aralashmasidan iborat bo'ladi.

Fe-C li qotishmalarda yuqorida sanab o'tilgan struktura tashkil etuvchilardan tashqari oksidlar, nitridlar, sulfidlar, fosfidlar, ya'ni kislorod, azot, oltingugurt va fosfor bilan hosil qilingan birikmalar ko'rinishidagi keraksiz metallmas aralashmalar ham bo'lishi mumkin.

Temir-sementit holat diagrammasidan Fe-C li qotishmalarning kristallanish jarayonlari, hamda suyuq qotishmani xona haroratigacha sekin sovitganda uning strukturasidagi o'zgarishlar o'rganiladi.

Diagramma (1.1-rasm) toza temirdan sementitgacha (6,67% C) bo'lgan miqdorli qotishmalarning faza tarkibi va strukturasi ko'rsatadi. Tarkibida 0,02 dan 2,14% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar **po'lat** deb, 2,14 dan 6,67% gacha uglerod bo'lgan qotishmalarga **cho'yan** deb ataladi.

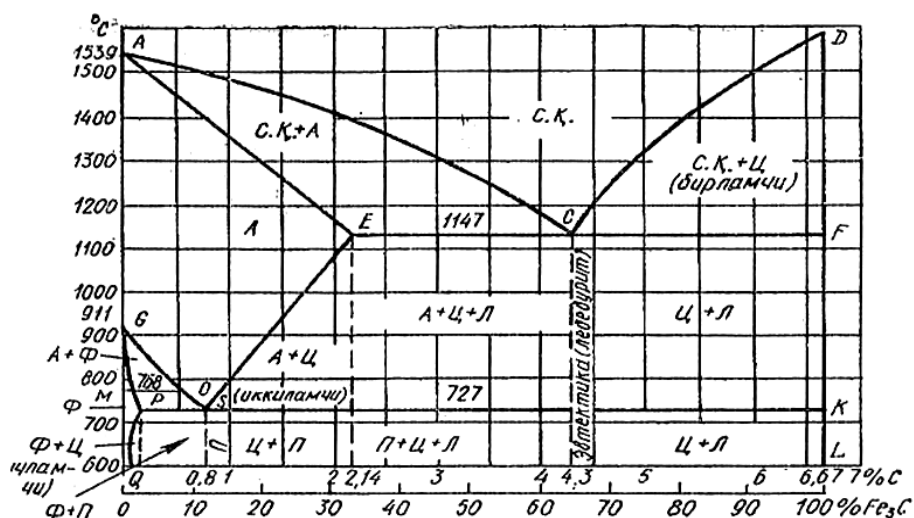
Fe- Fe₃C diagrammasi sodda holda ko'rsatilgan. Birlamchi kristallanish, ya'ni suyuq qotishmaning qotishi AS likvidus chizig'iga mos keluvchi haroratlarda boshlanadi. Bu diagrammadagi A nuqta temirning suyuqlanish (qotish) harorati 1539°C ga mos keladi. D nuqta esa sementitning suyuqlanish (qotish) harorati 1600°C ga mos keladi.

AECF solidus chizig'i oxirgi qotish haroratiga mos keladi. AS chizig'iga mos keluvchi temperaturalarda suyuq qotishmadan austenit, D chizi-g'iga mos keluvchi temperaturalarda esa birlamchi sementit deb ataladigan sementit kristallanadi. 1147°C haroratda va uglerod miqdori 4,3% bo'lganda S nuqtada suyuq qotishmadan bir yula austenit va birlamchi sementit kristallanib evtektika - ledeburit hosil qiladi.

AE solidus chizig'iga mos kelgan haroratlarda tarkibida 2,14% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar uzil-kesil qotadi va austenit hosil bo'ladi. ECF solidus chizig'ida tarkibida 2,14 dan 6,67% gacha uglerod bo'lgan qotishmalar uzil-kesil evtektika (ledeburit) struktura hosil qilib, qotadi. Struktura avvalroq, suyuq qotishmadan hosil bo'ladi: 2,14 - 4,3% uglerod bo'lganda austenit, 4,3 - 6,67% uglerod bo'lganda birlamchi sementit hosil bo'ladi (1.1-rasmga qarang).

Birlamchi kristallanish natijasida uglerod miqdori 2,14% gacha bo'lgan barcha qotishmalarda, ya'ni po'latlarda bir fazali struktura - austenit hosil bo'ladi. Uglerod miqdori 2,14% dan ko'p bo'lgan qotishmalarda, ya'ni cho'yanlarda birlamchi kristallanishda ledeburit evtektikasi hosil bo'ladi.

Ikkilamchi kristallanish (qattiq holatda o'zgarish) - GSE, PSK va GPQ chiziqlarga mos keluvchi haroratlarda sodir bo'ladi. Qattiq holatda o'zgarish temirning bitta allotropik modifikatsiyadan boshqasiga (γ dan α ga) o'tishi tufayli, hamda uglerodning austenit va ferritda eruvchanligi o'zgarishiga bog'liq holda ro'y beradi. Harorat pasayishi bilan eruvchanlik kamayadi. Qattiq qotishmalardan ortiqcha uglerod sementit ko'rinishida ajralib chiqadi.



**2.1-rasm. Temir-sementning xolat diagrammasi (sodda ko‘rinishda)
A-austenit, П-perlit, Л-ledeburit, Ф-ferrit, Ц-sementit**

Diagrammaning AGSE qismida austenit bo‘ladi. Qotishma sovitilganda austenit GS chizig‘iga mos keluvchi haroratlarda ferritni, SE chizig‘iga mos keluvchi temperaturalarda esa ikkilamchi deb ataladigan sementitni ajratib chiqarib parchalaydi. *Ikkilamchi sementit* deb qotishmadan ajralib chiqadigan birlamchi sementitdan farqli ravishda, qattiq eritmadan ajralib chiqadigan sementitga aytiladi. Diagrammaning GSP qismida ferrit va parchalanadigan austenit aralashmasi bo‘ladi. GP chizig‘idan pastda, faqat ferrit bo‘ladi. PQ chizig‘iga mos keluvchi haroratgacha sovitilganda ferritdan uchlamchi sementit ajralib chiqadi. PQ chizig‘i temperatura pasayishi bilan ferritda uglerodning eruvchanligi (727°C temperaturada), 0,02% dan (xona temperaturasida) 0,005% gacha kamayishini ko‘rsatadi.

Kutilayotgan natija: Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasini tahlil qilish asosida undagi fazalar miqdori aniqlanadi.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Berilgan temir –uglerod holat diagrammasini masshtabda chizish va undagi fazalarni ko‘rsatish;
2. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasidagi chiziqlarni o‘tkazish va kritik nuqtalarni aniqlash;
3. Sovush egri chizig‘ini chizish va uy haroratida faza o‘zgarishlarini ko‘rsatish;
4. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasidan fazalar miqdorini aniqlash.

Laboratoriya ishini o‘tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarning holat diagrammasi, masshtabli chizg‘ich, rangli qalamlar va ma’lumotnomalar.

Laboratoriya ishini o‘tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o‘tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o‘tkaziladi. Laboratoriya ishini o‘tkazishda o‘rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko‘riladi.

Nazorat savollari:

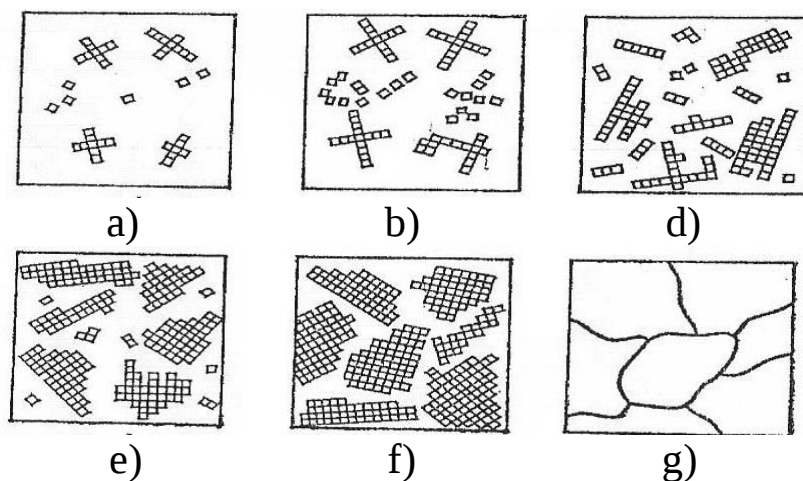
1. Temir-uglerod holat diagrammasi haqida nimani bilasiz?
2. Temir-uglerod holat diagrammasini ahamiyati nimadan iborat?
3. Temir-uglerod holat diagrammasidagi qanday faza tashkil etuvchilarni bilasiz?
4. Temir-uglerod holat diagrammasidagi qanday struktura tashkil etuvchilarni bilasiz?
5. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalarni sovutilganda sodir bo‘ladigan qanday faza o‘zgarishlarni bilasiz?

3 - LABORATORIYA ISHI METALLAR VA ULAR QOTISHMALARINING KRISTALLANISH JARAYONI

Laboratoriya ishini o‘tishdan maqsad: Qolipga qo‘yilgan metall yoki uning qotishmalarning sovib borishida kristallanish jarayonining borishini tuz eritmalarini kuzatish yordamida o‘rganish, shu asosda donalar o‘lchamini, tartibini va zonalar hajmini boshqarish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Metall va qotishmalarning suyuq holatdan qattiq holatga o‘tish jarayoni *kristallanish* deb ataladi. Kristallanish bilan bog‘liq bo‘lgan o‘zgarishlar ko‘p jihatdan metallarning xossalarini belgilab beradi.

Kristallanish jarayonlari dastavval rus olimi Chernov D.K. tomonidan o‘rganilgan edi. Kristallanishning mohiyati quyidagicha: suyuq metallda atomlar uzluksiz harakatlanadi, temperatura pasayishi bilan harakat sekinlashadi, atomlar o‘zaro yaqinlashadi va kristallanish markazlari deb ataladigan kristallarga guruhlanadi.



3.1-rasm. Metall kristallanishining ketma-ketlik bosqichlari

Shundan so‘ng bu markazlarga yangi hosil bo‘lgan kristallar birikadi. Bir vaqtda yangi markazlar ham paydo bo‘ladi. Shunday qilib, kristallanish ikkita kristallanish markazlari paydo bo‘lishi va bu markazlar atrofida kristallarning o‘sinh bosqichidan tashkil topadi. Metallarning kristallanish jarayonini sxemasi 3.1-rasmda ko‘rsatilgan. Bu sxemani tahlil qilib chiqamiz. Avvaliga kristallar hech qanday to‘siqsiz o‘sadi (3.1 - rasm, a), ular panjaraning to‘g‘ri tuzilishini saqlaydi. Kristallarning keyingi harakati vaqtida, ular o‘zaro to‘qnashadi va kristallarning hosil bo‘lgan guruhlarini noto‘g‘ri shaklga kiradi, lekin har bir kristallning o‘z ichki shakli to‘g‘riligicha qoladi. Kristallarning bunday guruhlariga, donachalar deyiladi (3.1-rasm, b). Turli o‘lchamli donachalarning chegaralari (3.1-rasm, e da) ko‘rsatilgan. Donachalarning o‘lchamlari metallning ekspluatatsion xossalariga ta‘sir qiladi. Yirik donachali metallning zarbga qarshiligi past bo‘ladi, bunday metallga ishlov berish yo‘li bilan mayda g‘adir-budirlikdagi sirt hosil qilish juda qiyin. Zarralarning (donachalarning) o‘lchami kristallanish markazlarining soniga va kristallarning o‘sinh tezligiga bog‘liq. Kristallanish markazlari qancha ko‘p bo‘lsa, metall zarralari (donachalari) shuncha mayda bo‘ladi.

Kristallanish vaqtida hosil bo‘ladigan donachalarning o‘lchami faqat o‘z-o‘zidan paydo bo‘ladigan kristallanish markazlari soniga bog‘liq bo‘libgina qolmay, suyuq metallda doim mavjud bo‘ladigan erimagan aralashmalar miqdoriga ham bog‘liq bo‘ladi. Bunday erimagan aralashmalar kristallanishning tayyor markazlari bo‘lib xizmat qiladi. Ularga oksidlar, nitridlar, sulfidlar va boshqa birikmalar kiradi. Ushbu metall yoki qotishmada asosiy metall atomlarining o‘lchamlariga teng bo‘lgan qattiq zarrachalargina kristallanish markazlari bo‘la oladi. Bunday qattiq zarrachalarning kristall panjarasi tuzilishi va

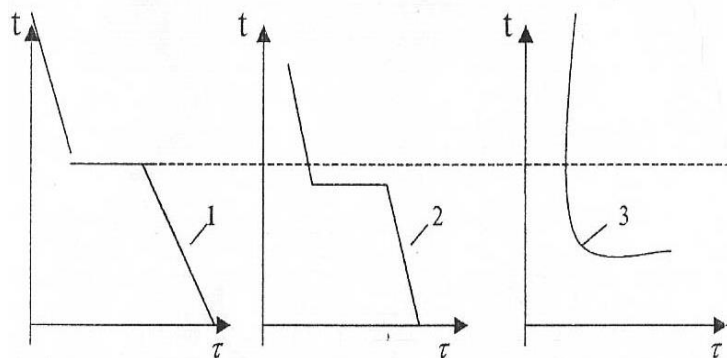
parametrlariga ko‘ra kristallanayotgan metall panjarasiga yaqin bo‘lishi lozim. Bu zarrachalarning soni qancha ko‘p bo‘lsa, kristallanayotgan metall zarrachalari shuncha mayda bo‘ladi. Kristallanish markazlari hosil bo‘lishiga sovish tezligi ham ta’sir etadi. Sovish tezligi qancha yuqori bo‘lsa, kristallanish markazlari shuncha ko‘p paydo bo‘ladi va demak, metall zarralar (donachalar) ham mayda bo‘ladi.

Mayda donachalar olish uchun sun’iy kristallanish markazlari hosil qilinadi. Buning uchun suyultirilgan metallga modifikatorlar deb ataladigan maxsus moddalar solinadi. Masalan, magniyli qotishmalarni modifikatsiyalaganda, uning zarralari 0,2-0,3 mm dan 0,1-0,2 mm gacha kichiklashadi. Quymalarni modifitsirlash uchun qotishmaga qiyin eriydigan birikmalar (karbidlar, oksidlar) hosil qiluvchi qo‘shimchalar qo‘shiladi. Masalan, po‘latni modifitsirlashda alyuminiy, titan, vanadiy, alyuminiyli qotishmalarni modifitsirlashda esa marganets, titan, vanadiydan foydalaniladi.

Kristallanish jarayoni temperatura t ga bog‘liq bo‘lib, ma’lum vaqt τ ichida sodir bo‘ladi. Shuning uchun kristallanish egri chiziqlari t - τ koordinatalarda quriladi (3.2 - rasm). O‘ta sovimasdan turib, metall kristallanishning ideal jarayoni 1 egri chiziq bilan tasvirlangan. Avvalam bor temperatura bir tekis pasayadi – egri chiziq pastga qarab ketadi. Kristallanish temperaturasiga yetgach, temperaturaning pasayishi to‘xtaydi, egri chiziqda gorizontaal yuzacha hosil bo‘ladi.

Bu atomning guruhlanishi issiqlik ajralib chiqishi orqali sodir bo‘lishi bilan tushuntiriladi. Qotish tugashi bilan egri chiziq yana pastga qarab ketadi, chunki temperatura pasayadi. Amalda kristallanish boshqacha kechadi, chunki metall qotish temperaturasida ham suyuq holatda bo‘ladi, kristallanish ancha past temperaturada boshlanadi, ya’ni kristallanish o‘ta sovish bilan bog‘liq bo‘ladi.

Kristallanishning ideal va haqiqiy temperaturalari orasidagi farqqa *o‘ta sovish darajasi* deyiladi. Metallning o‘ta sovish bilan kristallanishi 2-egri chiziqqa mos keladi. Nometall materiallarning qotishi 3-egri chiziq bo‘yicha kechadi, unda kristallanishning aniq ajralib turadigan temperaturasi yo‘q, qotish sekin kechadi. Shunday qilib o‘ta sovish darajasi donachalarning o‘lchamlarini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi.

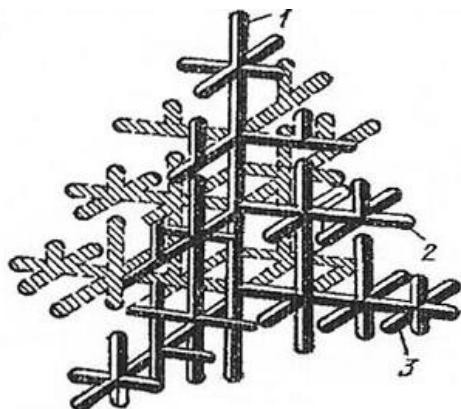


**3.2 - rasm. Kristallanishda sovish egri chiziqlari:
1-nazariy egri chiziq; 2-metallarning o'ta sovib kristallanish egri
chizig'i; 3-metallmas materiallarning kristallanish egri chizig'i**

O'suvchi kristallarning shakli, ularning bir-biriga tegish shartlari bilangina emas, balki qotishmaning tarkibi, qo'shimchalar borligi va sovish tartibi bilan ham belgilanadi. Odatda, kristallar hosil bo'lish mexanizmi dendrit (daraxtsimon)—xarakterga ega (3.3 - rasm).

Dendrit kristallanish donachalarning notekis tezlikda o'sishi bilan xarakterlanadi. Donachalar hosil bo'lgach, ularning rivojlanishi atomlar joylashishining zichligi katta va ular orasidagi masofa kichik bo'lgan tekislik, hamda panjara yo'nalishlarida sodir bo'ladi. Bu yo'nalishlarda bo'lg'usi kristallning birinchi tartibli o'qlari (1) deb ataluvchi uzun shoxchalar paydo bo'ladi. Keyinchalik birinchi tartibli o'qlardan yangi ikkinchi tartibli o'qlar (2), ikkinchi tartibli o'qlardan esa uchinchi tartibli o'qlar (3) o'sib chiqadi va v.x. Kristallana borish davomida yuqori tartibli o'qlar hosil bo'lib, ular asta-sekin suyuq metall egallab turgan oraliqlarni to'ldira boradi (3.3 - rasm).

Suyuq metall qolip devorlariga (1) tekkanda dastlabki vaqtda o'qlari teng bo'lgan mayda kristallar zonasi (2) hosil bo'ladi (3.4 - rasm). Qattiq metall hajmi suyuq metall hajmidan kichik bo'lganligidan, qolip devori bilan qotgan metall orasida havo qatlami hosil bo'ladi, hamda metall devorga tegishi natijasida devor qiziydi, shuning uchun metallning sovish tezligi kamayadi va kristallar issiqlik chiqayotgan tomonga qarab o'sadi. Bunda daraxtsimon yoki ustunsimon kristallardan tashkil topgan zona (3) hosil bo'ladi. Quymaning ichki zonasida (4) sekin sovish natijasida teng yonli ma'lum yo'nalishga ega bo'lmagan katta o'lchamli kristallar hosil bo'ladi.

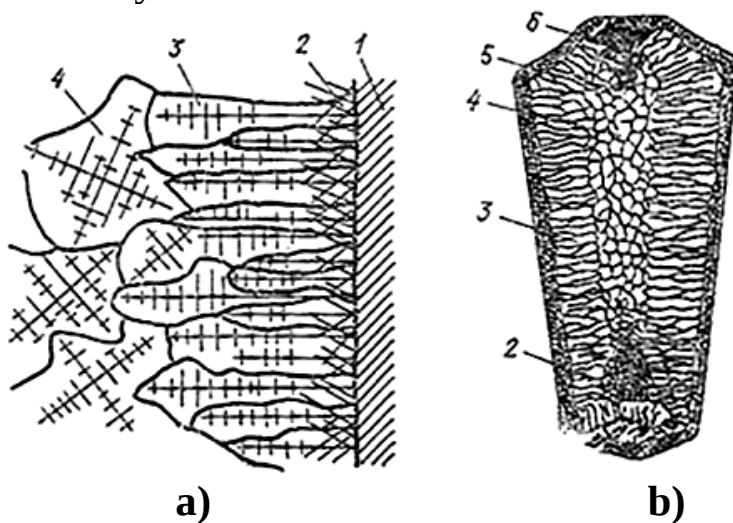


3.3 - rasm. Kristallning dendrit o'sishi sxemasi

Quymaning eng oxirida soviydigan yuqori qismida sovish jarayonida metall hajmining kichrayishi oqibatida, cho'kish chuqurchasi (6) paydo bo'ladi. Cho'kish chuqurchasi ostidagi zonada (5) metall cho'kish g'ovaklari ko'p bo'lganligidan quymada zichligi kichik bo'lgan zona hosil bo'ladi. Buyum olish uchun quymaning cho'kish chuqurchasi hamda zichligi kichik bo'lgan qismi olib tashlanadi. Olib tashlangan qism qayta eritishda foydalaniladi.

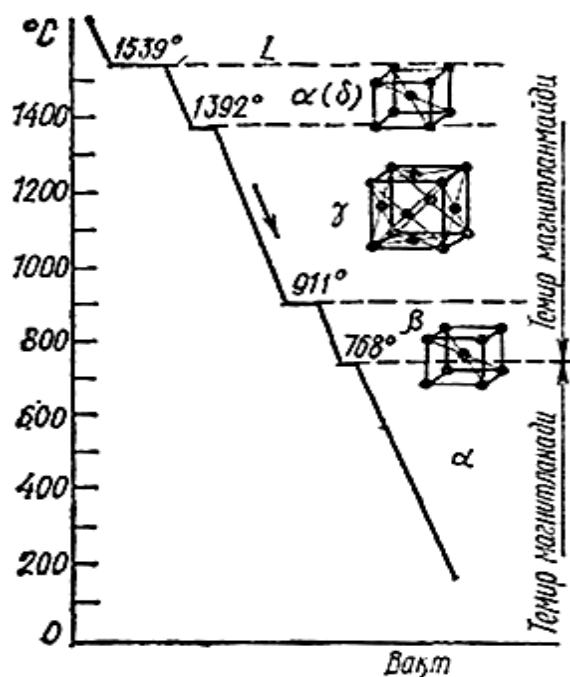
Ba'zi metallarda faza kristall panjaralar barqaror bo'lmaydi. Ular ikkita va undan ham ko'p shakllarga ega bo'lishi mumkin. Bu o'zgarish temperatura, bosimning o'zgarishi va boshqa aralashmalar borligi tufayli sodir bo'lishi mumkin.

Bitta metallning turli shakllardagi kristall panjaralarga ega bo'lishiga *allotropiya* deyiladi. Allotropik o'zgarishlar temir, qalay, titan, kobalt kabi metallarda sodir bo'ladi. Mis, alyuminiyda allotropik o'zgarishlar sodir bo'lmaydi.



3.4 - rasm. Po'lat quymaning tuzilish sxemasi:
a-quymaning tashqi qismida dendritlarning joylashishi, b-
quymaning tuzilishi;

1-qolip devori, 2-mayda teng o'qli kristallar, 3-daraxtsimon kristallar, 4-teng o'qli katta o'lchamli orientirlanmagan kristallar, 5-cho'kish g'ovaklari, 6- cho'kish bo'shlig'i.



3.5 - rasm. Temirdagi allotropik o'zgarish sxemasi

Allotropiyaning mohiyati shundan iboratki, qizdirilganda qattiq metallda yangi kristallanish markazlari paydo bo'ladi. Bu esa yangi panjara paydo bo'lishiga olib keladi. Panjara hosil bo'layotganda u qizdirilsa, issiqlik yutiladi, sovitilganda esa issiqlik ajralib chiqadi. Shuning uchun kristall panjara shakllanganda harorat o'zgarmas qoladi, egri chiziqdagi to'g'ri uchastka bu holatga mos keladi (2.5- rasm). Temirdagi allotropik o'zgarishlar texnikada muhim ahamiyatga ega. Suyultirilgan toza temirning xona haroratigacha sovitish egri chiziqlari 2.5-rasmda ko'rsatilgan. 1539°C haroratgacha temir suyuq holatda bo'ladi. Kristallanish 1539°C haroratda boshlanadi va δ -temir hosil bo'ladi. Bu temir $2,53 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli xajmi markazlashgan panjaraga ega bo'ladi; bu panjara 1392 va 911°C haroratlar oralig'ida yangi modifikatsiyaga $3,65 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli yoqlari markazlashgan kub panjarali γ -temirga aylanadi.

Temir 911°C dan past haroratda $2,9 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli hajmi markazlashgan panjarali magnitsiz shaklga α -temir hosil bo'lib, so'nggi

haroratli turg'unlik sodir bo'ladi, unda $2,87 \cdot 10^{-10}$ m o'lchamli hajmi markazlashgan panjara saqlanadi.

Kutilayotgan natija: Qolipga quyilgan metall yoki uning qotishmalarining sovib borishida kristallanish jarayonining borishini o'rganish, shu asosda donalar o'lchamini, tartibini va zonalar hajmini boshqarishni aniqlash hisoblanadi.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Osh tuzi yoki boshqa tuzdan bir necha gramm olib, uni probirkaga $70 - 80^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan suvga solib, o'ta to'yingan eritma hosil qilinadi;

2. Probirkadagi eritmadan ozginasini tomizgichga olib, undan bir tomchisini stolga o'rnatilgan sirlanmagan toza oyna sirtiga tomiziladi;

3. Eritmaning vaqt birligida kristallanish jarayonining borishini kuzatib, ko'rilayotgan manzarani 3.1-jadvalning tegishli grafasiga tushiramiz;

4. Eritmaning kristallanish jarayoni tahlil qilinadi va uning metall hamda ularning qotishmalarining kristallanish jarayonlari bilan solishtiriladi.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Biologik mikroskop, osh tuzi eritmasi, qo'rg'oshin nitridi, ammoniy xlorid, sariq qon tuzi eritmalari, probirka, sprit lampasi, chizg'ich va boshqalar.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Kristallanish jarayoni deganda nimani tushunasiz?
2. Birlamchi kristallanish nima?
3. Kristall jismlarga nimalar kiradi?
4. Nima sababdan laboratoriya ishida osh tuzini eritmasidan foydalanilgan?
5. Kristallanish jarayonini o'rganishning amaliy ahamiyati nimadan iborat?
6. Metall va ularning qotishmalarining kristallanish jarayonini o'ziga xos tomonlari nimadan iborat?

4 - LABORATORIYA ISHI

KONSTRUKSION MATERIALLARNING MEXANIK XOSSALARINI (PLASTIKLIGI, MUSTAHKAMLIGI) ANIQLASH

Laboratoriya ishini o'tishdan maqsad: Metall va qotishmalarning, aynan konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) aniqlash.

Laboratoriya ishini mazmuni: Metall va qotishmalarning mexanik xossalari, ularning tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olish xususiyatini belgilaydi. Mexanik xossalar metallarning kimyoviy tarkibi, strukturasi, texnologik ishlov berish usuli va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Mexanik xossalari ma'lum bo'lsa, metallarga ishlov berish vaqtida, hamda konstruksiya va mexanizmlarning ish jarayonida, ularning o'zini qanday tutishi haqida hukm yuritish mumkin. Metallarga ta'sir etish xarakteriga ko'ra uch xil tashqi yuklanish bo'ladi: statik yuklanish doimiy yo'sinda yoki juda sekin o'sib boruvchi kuch ko'rinishida ta'sir qiladi; dinamik yuklanish zarb xarakteriga ega bo'lib, bir onda ta'sir qiladi; siklik yoki o'zgaruvchan ishorali yuklanish qiymati yoki yo'nalishi, yoxud ham qiymati, ham yo'nalishi bir yo'la o'zgaruvchan kuchlardir.

Yuklanish ta'siridan qattiq jismda, ya'ni metallarda kuchlanish va deformatsiya paydo bo'ladi. Kuchlanish sinalayotgan namuna ya'ni ko'ndalang kesim yuzining yuza birligiga to'g'ri keladigan yuklanish kattaligidir.

Deformatsiya metallning tashqi kuchlar ta'siridan o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirishidir. Cho'zilish, siqilish, egilish, buralish, qirqilish deformatsiyalari bo'ladi. Ular metallni yemiradi, qoldiq deformatsiyalarga yo'l qo'ymaslik uchun metallarning mexanik xossalarini bilish zarur. Hozirgi zamon sinash usullari bu xossalarining tavsifnomalarini, hamda ularning turli mashina va mexanizmlar tayyorlash uchun yaroqligini aniqlash imkonini beradi.

Metallarning asosiy mexanik xossalarga mustahkamlik, qattiqlik, elastiklik, zarbiy qovushoqlik kiradi.

Mustahkamlik – metallning kuchlar ta'siri ostida yemirilishga yoki qoldiq deformatsiya paydo bo'lishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir. Solishtirma mustahkamlik katta ahamiyatga ega, u mustahkamlik chegarasining metall zichligiga nisbati sifatida topiladi. Po'latning

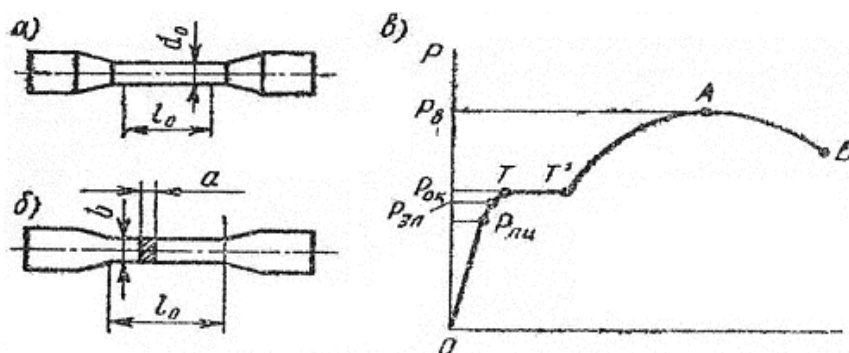
mustahkamlik chegarasi alyuminikidan katta, lekin solishtirma mustahkamligi kichik.

Qattqlik – metallning o‘zidan qattiqroq jism ta’siridan sirti deformatsiyalanishga qarshilik ko‘rsatish xususiyatidir. Elastiklik – metallning kuch ta’siri to‘xtatilgach, o‘zining dastlabki shaklini tiklash xossasidir. Zarbiy qovushoqlik – metallning dinamik kuchlar ta’siridan yemirilishga qarshilik ko‘rsatish xossasidir.

Cho‘zilishga statik sinash

Bunday sinovlar bilan metallarning proporsionallik, elastiklik chegaralari va plastikligi aniqlanadi. Bunday sinovlar uchun shakli va o‘lchamlari davlat standarti tomonidan belgilangan yassi va silindrik ko‘rinishdagi namunalar tayyorlanadi (4.1-rasm).

Diametri $d_0=10\text{mm}$, hisobiy uzunligi $l_0=10 d_0$ bo‘lgan, namunalar normal, uzunligi $l_0=5 d_0$ bo‘lgan namunalar qisqa namunalar hisoblanadi. Cho‘zilishga sinishda namuna asta-sekin o‘sib beruvchi yuklanish bilan uzilguncha cho‘ziladi. Bunda asosan MPB-2 turidagi uzish mashinalaridan foydalaniladi. Bu mashinalar maxsus, o‘zi-yozar pribor bilan jihozlangan bo‘lib, avtomatik ravishda deformatsiyalanish egri chizig‘ini chizib beradi, bu egri chiziqqa cho‘zilish diagrammasi deyiladi. Diagrammalardan biri 4.1-rasm, v da ko‘rastilgan. Mo‘rt metallarning cho‘zilishi diagrammasida oquvchanlik maydonchasi bo‘lmaydi. Diagrammada metall va qotishmalarning biri qator sifatlarni aniqlash imkonini beradigan xarakterli qismi va nuqtalar qayd qilinadi.



4.1-rasm. Cho‘zilishga statik sinash:

a va b—cho‘zilishga sinaladigan standart namunalar; d- kam uglerodli po‘latdan yasalgan namunaning cho‘zilish diagrammasi.

Diagrammaning O- R_{ps} qismda namunaning uzayishi kuchning ortishiga proporsional ravishda bo‘ladi. Yuklanish bilan deformatsiya orasidagi proporsionallik qonuni saqlanadigan yuklanish R_{ps} ga proporsionallik chegarasidagi kuch deyiladi. Yuklanganlik R_{ps} dan ortganda R_{ps} - R_{el} uchastkasida qoldiq deformatsiya paydo bo‘la boshlaydi. Namuna dastlabki, hisobiy uzunligining 0,005-0,05 bo‘lgan qadar qoldiq deformatsiyaga erishadigan kuch R_{el} ega elastiklik chegarasidagi kuch deyiladi.

Diagrammalarda R_{el} nuqtasidan yuqoridagi qismida sezilarli qoldiq deformatsiya paydo bo‘ladi va cho‘zilish egri chizig‘i to‘g‘ri chiziqdan ancha og‘adi. Namuna hisobi uzunlikni 0,2% qadar qoldiq deformatsiya hosil qiluvchi yuklangan R_{oq} ga oquvchanlik chegarasidagi kuch deyiladi. Egri chiziqning gorizontaal qismiga oquvchanlik maydonchasi deyiladi. Bunday maydoncha kam uglerodli po‘latdan yasalgan detallarda kuzatiladi. R_{oq} ga tegishli nuqtadan yuqorida yuklanish A nuqttagacha ortib boradi, bu nuqta maksimal kuch R_v ga mos keladi, undan keyin diagramma egri chizig‘i pasayib boradi, bu namunada bo‘yin hosil bo‘lib, uning uzilishi bilan bog‘liq. Namunani uzish uchun kerak bo‘lgan eng katta kuch R_v mustahkamlik chegarasidagi kuch deb ataladi.

Bo‘yin hosil bo‘lgach, yuklanish B nuqttagacha kamayadi, namuna cho‘ziladi va uziladi. Plastik materiallarga bo‘yin hosil bo‘lib uziladi. Cho‘zilish diagrammasinig asosiy nuqtalariga mos keluvchi yuklanishlar metallning deformatsiyalanishiga bo‘lgan qarshiligining quyidagi tavsifnomalarini (MPa larda) aniqlash imkonini beradi: Proporsionallik chegarasi - σ_{ps} yuklanishlar bilan deformatsiyalar orasida to‘g‘ri proporsionallik saqlanadigan eng katta kuchlanish:

$$\sigma_{ps} = \frac{R_{ps}}{F_0}$$

Bu yerda, F_0 –namunaning ko‘ndalangan kesim yuzasi, mm^2 ;

Elastiklik chegarasi - σ_{el} deb, deformatsiya ma’lum qo‘yim bilan harakatlanadigan birinchi marta ma’lum kichik qiymatga erishadigan kuchlanishga aytiladi:

$$\sigma_{el} = \frac{R_{el}}{F_0}$$

Oquvchanlik chegarasi - σ_{oq} yuklanish yanada ortmaganda ham namuna deformatsiya ortib boradigan kuchlanishdir:

$$\sigma_{oq} = \frac{R_{oq}}{F_0}$$

Mustahkamlik chegarasi - σ_v deb, namuna uzilishidan oldingi yuklanishining namunaning boshlang'ich ko'ndalangan kesimi yuzasiga nisbati sifatida topiladigan kuchlanishga aytiladi.

$$\sigma_v = \frac{R_v}{F_0}$$

Statik cho'zishda metallarning plastikligini aniqlash

Statik cho'zishda metallarning plastikligini ham aniqlash mumkin. Metallning plastikligi deb, statik yuklanishda qoldiq deformatsiya olish xossasiga aytiladi.

Nisbiy uzayishi va nisbiy torayishi metallarning plastik ko'rsatkichlari hisoblanadi. Nisbiy uzayishi δ namuna uzilgandan keyingi qoldiq deformatsiyaning namuna boshlang'ich uzunligiga nisbati (% hisoblarda ifodalangan) sifatida topiladi.

$$\delta = \frac{\ell_1 - \ell_0}{\ell_0} \cdot 100\%$$

Bu yerda ℓ_1 - namunaning uzilgandan keyingi uzunligi, mm; ℓ_2 - namunaning dastlabki (hisobiy) uzunligi.

Nisbiy torayish ψ namunaning uzilgandan keyingi ko'ndalang kesimi yuzasining boshlang'ich ko'ndalang kesimi yuzasiga nisbati (% foizlarda ifodalangan) sifatida topiladi:

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%$$

Bu yerda F_0 - namunaning dastlabki ko'ndalang kesimi yuzasi mm^2 ;
 F_1 - namunaning uzilgan joyidagi ko'ndalang kesimi yuzasi, mm^2 .

Fan–texnika taraqqiyotining jadallashishi ko'p jihatdan metallarning xossalarini keskin yaxshilanishiga bog'liq. Hozirgi vaqtda olimlarning e'tibori metallarning mustahkamligini oshirish usullarini topishga qaratilgan.

Kutilayotgan natija: Metall va qotishmalarning, aynan konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) laboratoriya sharoitida o'lchab, xulosalar chiqarish.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Metall va qotishmalarning turi tanlanadi;
2. Metall va qotishmalarning mexanik xossalari o'rganiladi;
3. O'rganilgan konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) haqida xulosalar chiqariladi.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Metall yoki qotishmalarning turlari, maxsus ma'lumotnomalar, pribor va jihozlar hamda namunalar.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

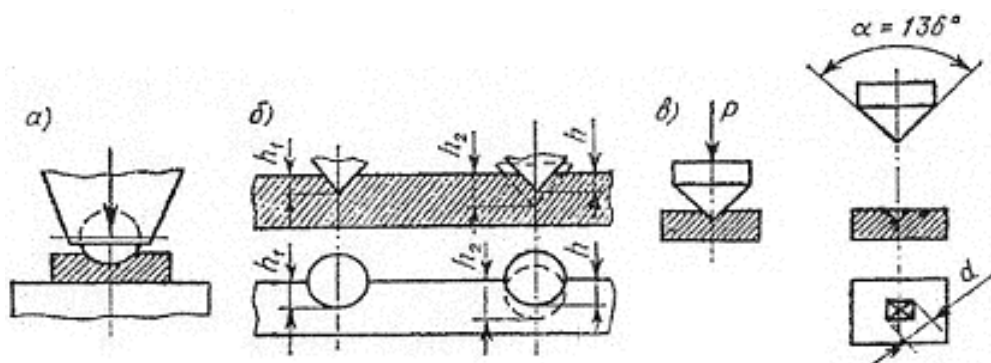
1. Metall va qotishmalarning mexanik xossasi deganda nimani tushunasiz?
2. Plastiklik nima?
3. Mustahkamlik deganda nimani tushunasiz?
4. Metall va qotishmalarning mexanik xossasining ahamiyati nimadan iborat?
5. Metall va qotishmalarning yana qanday mexanik xossalarini bilasiz?
6. Metall va qotishmalarning yana qanday mexanik xossasi deganda nimani tushunasiz?

5 - LABORATORIYA ISHI

MATERIALLARNING QATTIQLIGINI BRINELL USULIDA SINASHDA FOYDALANILADIGAN NAMUNALAR, ASBOB, MOSLAMA VA O'LCHOV ASBOBLARI

Laboratoriya ishini o'tishdan maqsad: Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari haqida dastlabki bilimni berish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Qattiqlikka sinash mexanik xossalarni aniqlashning eng sodda va tez usullardan bo'lganligidan, ishlab chiqarish sharoitida keng tarqalgan. Qattiqlikka sinashning turli usullari bor. Quyida, ulardan eng ko'p tarqalganlari keltirilgan.



5.1-rasm. Qattiqlikni o'lchash;

a - Brinell usuli bilan; b - Rokvell usuli bilan; d - Vickers usuli bilan

Qattiqlikni Brinell usuli bilan o'lchash

Bu usulning mohiyati shundan iboratki geometriya 2,5; 5 yoki 10mm bo'lgan toblangan po'lat sharcha mos ravishda 1,87; 7,5 va 30 kN yuklanish bilan sinalyotgan sirtga botiriladi. Namuna sirtida qoladigan iz diametri bo'yicha qattiqlik aniqlanadi (5.1-rasm, a). Iz diametri darajalariga bo'lingan maxsus lupa bilan o'lchanadi. Amalda iz diametri bo'yicha HB bilan belgilangan qattiqlik sonini aniqlash imkonini beradigan jadvallardan foydalaniladi. Bu usuldan asosan toblanmagan metall va qotishmalarning (prokat, pakovka, quyma va xokazolarning) qattiqligini aniqlashda qo'llaniladi. Bu usul bilan o'lchangan qattiqlik bo'yicha metallning cho'zilishidagi mustahkamligi haqida hukm chiqarish mumkin, chunki qattiqlik bilan mustahkamlik o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud: pakovka va prokatlar uchun $\sigma_v = (0,34 -$

$0,36) \cdot HB$, po‘lat quymalari uchun $\sigma_v = (0,3-0,4) \cdot HB$, kul rang cho‘yan uchun $\sigma_v = 0,12 \cdot HB$. Shunday qilib, qattqlik qotishmalarning mustahkamlik asoslarini belgilovchi tavsifnoma bo‘lib xizmat qiladi.

Namunalarni tayyorlash. Sinaladigan materiallardan kesib olingan zagotovkalardan namunalarni GOST talabiga ko‘ra tayyorlanadi.

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

$$h = \frac{0,102 P}{\pi D HB} (P \cdot H\partial a) \quad \text{yoki} \quad h = \frac{P}{\pi D \cdot HB} (P, \kappa z. \kappa)$$

Bu yerda R — namunaga qo‘yilgan yuklama, N yoki $kg.k$; D — sharcha diametri, mm ; HB — materialning Brinell bo‘yicha qattqligi $kg. k/mm^2$.

Sinaladigan namunani yoki detalning eng kichik qalinligi (h), sharcha diametri (D), yuklama (R) va Brinell bo‘yicha qattqligi (HB). HB ga ko‘ra sharcha diametrini kamida necha mm bo‘lishi 5.1-jadvalda keltirilgan.

5.1- jadval

Brinell bo'yicha qattiqligi HB	Sharcha diametri, D mm														
	10		5		2,5		2		1						
	Sinov va nagruzka (P), H (кг·к)														
	29420 (3030)	14710 (1500)	9807 (1000)	4903 (1500)	7355 (75)	2452 (250)	1226 (125)	1839 (1875)	306,0 (31,2)	1177 (120)	392,3 (40)	196,1 (20)	294,2 (30)	98,07 (10)	49,03 (5)
20	—	—	—	6,4	—	—	3,2	—	1,6	—	—	1,2	—	—	0,6
40	—	—	6,4	3,2	—	3,2	1,6	—	0,8	—	1,3	0,6	—	0,6	0,3
60	—	6,4	4,2	2,1	—	2,1	1,0	—	0,5	—	0,8	0,4	—	0,4	0,21
80	—	4,2	3,2	1,6	—	1,6	0,8	—	0,4	—	0,6	0,3	—	0,3	0,16
100	—	3,8	2,6	1,3	—	1,3	0,7	—	0,3	—	0,5	0,25	—	0,25	0,13
120	6,4	3,2	2,1	1,1	3,2	1,1	0,6	1,6	0,3	1,3	0,4	0,20	0,6	0,20	0,11
150	5,1	2,6	1,7	0,9	2,6	0,9	0,4	1,3	0,2	1,0	0,3	0,17	0,5	0,17	0,09
200	3,8	1,9	1,2	—	1,9	0,7	—	1,0	—	0,8	0,25	—	0,4	0,13	—
300	2,6	1,2	0,9	—	1,3	0,4	—	0,7	—	0,5	0,17	—	0,3	0,10	—
400	1,9	0,9	—	—	1,0	—	—	0,5	—	0,4	—	—	0,2	—	—

Sinashni o'tkazish tartibi:

1. Sinaladigan namunani asbobning ish stoli 6 ga siljimaydigan qilib quyiladi.
2. Tanlangan sharcha va zarur yuklamani beruvchi toshlar 12 ilgak 11 ga osiladi.
3. Maxovik 10 ni soat mili tomon aylantirib namunani sharcha tomon to chexol 4 ga tiralguncha ko'taramiz (Bunda sharcha markazi namuna chekkasidan kamida 2,5 h ga, izlar markazlar oralig'i esa 4 h dan kichik bo'lmasligi lozim).

4. Tugmacha 7 bosiladi, bunda namunaga yuklama qo'yilishi bilan nazorat lampochkasi 25 yonadi. Namunani yuklama ostida tutish vaqti o'tishi bilanok, yuklama avtomatik olinadi. Bunda lampochka 25 o'chadi (qora metallarni sinashda namunani yuklama ostida 10—15 sekund, rangli metallarni sinashda esa 10—180 sekund saqlanadi). Agar namunani yuklama ostida tutish vaqtiga asbobni rostlash zarur bo'lsa, staninasiga o'rnatilgan rostlash mexanizm kosachasi 8 ni tegishli shkala chizig'iga o'tkazib maxkamlanadi.

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

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

aks holda namunaning boshqa joyini takror o'lchash lozim.

Materiallarning Brinell bo'yicha qattiqligi tubandagi formula bilan ifodalanadi:

$$HB = \frac{P}{F_e} \text{ МПа (кгс.к / мм}^2\text{)}$$

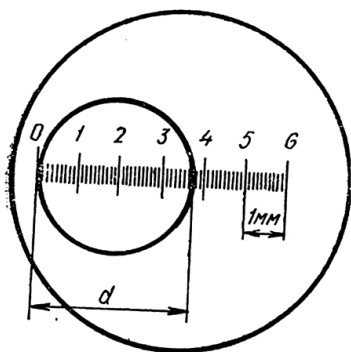
Bu yerda R — sharchaga qo'yilgan yuklama N (kg.k); F_e — sharchaning namuna sirtida qoldirgan segment izining yuzi, mm^2 .

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

$$F_c \approx \pi \cdot D \cdot h \text{ мм}^2 \quad (1)$$

Bu yerda π — aniq son bo'lib, u 3,14 ga teng; D — sharcha diametri, mm; h — sharchaning namunaga botgan chuqurligi, mm. h ni aniq o'lchash qiyinroqligi sababli sharcha izi diametri ulchanadi. Ma'lumki, sharchaning namunaga botgan

chuqurligi $h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$ mm ga teng bo'lgani uchun formula (1) dagi o'rniga uning qiymatini qo'ysak, unda sharchaning segment izi yuzini tubandagicha ifodalash mumkin.



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

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

Materiallarning qattiqligini tezda aniqlashda yuqoridagi formula asosida tuzilgan jadvallardan foydalanish katta qulaylik beradi.

5.2-rasm. Lupa yordamida iz diametrini o'lchash sxemasi

Brinell bo'yicha qattqlik, masalan, 85 HB 5(750)20 tarzida yoziladi.

Bu yerda 85-materialning Brinell bo'yicha qattiqligini ($\text{kg} \cdot \text{k/mm}^2$), 5-sharcha diametrini (mm), 750 (kg-k) yuklamani qiymatini va 20 namunaning yuklama ostida tutish vaqtini sekundning, hisobida bildiradi.

5.2-jadval

Tartib №	Namuna materiali va qattiqligi kgk/mm^2	Qalinligi, mm	Sinov sharti			Sinalishda sharchaning namuna sirtida qoldirgan izlari diametri, mm			Izlarning o'rtacha diametri, mm	Brinell bo'yicha qattiqligi kgk/mm^2
			Toblangan sharcha diametri D, mm	Namuna qo'yiladigan qoplama P, kg	Namuna yuklama ostida tutish vaqti, s	d_1	d_2	d_3		

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

$$\sigma_y \cong a \cdot HB \text{ MPa} \left(\kappa \Gamma \cdot \kappa / \text{mm}^2 \right)$$

Masalan, yumshatilgan po‘latlar uchun a koeffitsient 0,34—0,36 oralig‘ida bo‘ladi.

Kutilayotgan natija: Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o‘lchov asboblari haqida dastlabki bilimlarni olish.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Metall va qotishmalarning turi tanlanadi;
2. Metall va qotishmalarning Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o‘lchov asboblari o‘rganiladi;
3. Materiallarning qattiqligini Brinell usulida aniqlashni o‘rganish va xulosalar chiqariladi.

Laboratoriya ishini o‘tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Metall yoki qotishmalarning turlari, maxsus ma’lumotnomalar, Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o‘lchov asboblari.

Laboratoriya ishini o‘tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o‘tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o‘tkaziladi. Laboratoriya ishini o‘tkazishda o‘rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko‘riladi.

Nazorat savollari:

1. Metall va qotishmalarning qattiqligi deganda nimani tushunasiz?
2. Metall va qotishmalarning qattiqligini aniqlashning qanday usullari bor?
3. Materiallarning qattiqligini Brinell usulida aniqlash deganda nimani tushunasiz?
4. Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o‘lchov asboblari haqida nimani bilasiz?

6- LABORATORIYA ISHI

MAKROTAHLIL UCHUN MAKROSHLIFLAR

TAYYORLASHNI O'RGANISH

Laboratoriya ishini o'tishdan maqsad: Metall va uning qotishmalaridan makrotahlil uchun makroshliflar tayyorlashni o'rganish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Metall va qotishmalarning tuzilishini makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqot qilinadi.

Makroatahlil deb oddiy ko'z yordamida yoki 60 martagacha kattalashtirib ko'rsatadigan optik lupa dan foydalanib metal va qotishmalarni tashqi tuzilishini o'rganishga aytiladi. Makrotahlil uchun tayyorlangan namuna yuzasi makroshlif deb ataladi.

Makrotahlil (makroanaliz) usuli bilan makrostruktura, ya'ni oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek aralashmalarning metallda notekis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo'yicha o'rganiladi. Makroshlif metall va qotishma namunasi bo'lib, uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog'dan tozalangan, mahsus reaktivlar ta'sir ettirilgan bo'ladi va 60 martagacha kattalashtiriladigan lupa ostida kuzatiladi.

Metall va uning qotishmalaridan makrotahlil uchun makroshliflar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: temir qirqish arrasi yoki stanok yordamida tekshirilayotgan namuna ikkiga bo'linadi. Agarda makroshlif detalning ko'ngdalang kesim yuzasidan tayyorlnayotgan bo'lsa, unda u templet deb ataladi. Namunaning stanokda egov yoki abraziv charx yordamida tozalanadi, keyin namuna metallografik jilvirlash qog'ozlarida silliqalanadi, bunda metallografik jilvirlash qog'ozlarda silliqalanadi, keyin metallografik jilvirlash qog'ozlarining katta nomerlaridan kichik raqamlariga o'tiladi. Bir raqam qog'ozdan boshqasidan o'tilganda shlif 90^0 ga buriladi. Shliflar yuzasidan chiziqlar yo'qolmagancha bir yo'nalishda silliqalanadi. Makrostrukturaning ko'rinishi uchun shliflarga turli reaktivlar ta'sir ettiriladi. Turli reaktiv eritmalar ta'sirida makroshliflar yuzasida ichki tuzilishning ko'rinishi hosil bo'ladi.

Kutilayotgan natija: Talabalar metall va uning qotishmalaridan makrotahlil uchun makroshliflar tayyorlashni o'rganadilar.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Guruhdan har ikki talaba makroshliflar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;
2. Namunani silliqlash qattiq to'g'ri tekislikda va jilvirlash qog'ozining kerakli raqamlari mavjud bo'lgan ish joyida amalga oshiriladi;
3. Silliqlash tugatilgandan keyin talaba shlifni tozalab yuvadi, makroshlifga reaktiv ta'sir ettiradi;
4. Tayyorlangan shliflar reaktiv ta'sir ettiriladi. Makroshlif sulfat kislotaning 10-15 foizli suvdagi ikkilangan mis ammiak tuzi aralashmasi bilan ta'sirlantiriladi;
5. Reaktiv ta'sir ettirilgandan keyin shliflar suvda yuviladi va filtr qohozini bilan quritiladi.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar:

Turli metall va uning qotishmalaridan namunalar, lupa va boshqa priborlar, jilvirlash qog'ozlari, abraziv charx, temir qirqish arrasi, stanok filtr qog'ozini.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Makroshlif nima?
2. Makrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. Makroshlif tayyorlash uchun nimalar kerak bo'ladi?
4. Makroshlif qanday tayyorlanadi?
5. Reaktiv deganda nimani tushunasiz?
6. Makroshlif nimaga kerak?

**7 - LABORATORIYA ISHI
МММ-8 METALLOGRAFIK MIKROSKOPNI
TUZILISHINI O'RGANISH**

Laboratoriya ishini o'tishdan maqsad: МММ-8 metallografik mikros-kopini tuzilishi va ishlashi bilan tanishish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Metall va qotishmalarning tuzilishini makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqot qilinadi.

Makrotahlil (makroanaliz) usuli bilan makrostruktura, ya'ni oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek aralashmalarning metallda notekis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo'yicha o'rganiladi. Makroshlif metall va qotishma namunasi bo'lib, uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog'dan tozalangan, mahsus reaktivlar ta'sir ettirilgan bo'ladi va 5-10 marta kattalashtiriladigan lupa ostida yoki MBS-2 mikroskopda kuzatiladi.

Metall va uning qotishmalaridan mikrotahlil uchun makroshliflar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: Mikroshlif stanokda yoki metall qirqish arrasida kesib olinadi. Shlif tayyorlashda quyidagi o'lchamlar tavsiya etiladi, (agar namuna silindrik bo'lsa) 12 mm yoki 12x12 mm. Namunaning balandligi 10 – 15 mm. Kesib olingan namuna abraziv charxda tozalanadi. Namunani tozalaganda o'ta qizishi mumkin emas. Tekislangan namuna jilvirlash qog'ozi yordamida silliqqlanadi, bunda jilvirlash qog'ozining 12-3 markasidan (uning donadorligi 125-20 mkm) uning M40-M4 markasigacha (donadorligi 28-35 mkm) namuna yuzasida chiziqlar yo'qolguncha tozalanadi. Jilvirlash qog'ozi silliqqlash uchun to'g'ri tekislikka yotqiziladi. Eng kichik donali qog'ozda jilvirlangandan keyin namuna yuvilib, uning yuzasidagi qolgan chiziqlarni yo'qotish uchun yaltiratiladi. Namunaning yuzi aylanma harakat qiladigan ustiga na'mat yoki fetro tortilgan disk yordamida yaltiratiladi. Yaltirash davomida diskka xrom oksidining suvdagi aralashmasi sepilib turiladi, alyuminiy oksidi mayda donali kukun ko'rinishda surtiladi. Reaktiv eritmasi ta'sir ettirilmagan mikroshlifni yaltiratishdan keyin mikroskopda qaralsa, oq tekislikda ayrim qora dog'lar kulrang nuqtalar va chiziqlar ko'rinadi. Bu dog' va chiziqlar turli xildagi metall bo'lmagan qo'shimchalar (oksidlar, sulfatlar, grafitlar va shlaklar) va yaltiratish davomida yo'qolmagan notekisliklardir.

Metallning mikrostrukturasi ko'rinishi uchun namunaga reaktiv-lar ta'sir ettiriladi. Reaktiv ta'sir ettirishdan oldin namunaning yuzasi spirt bilan yuviladi, keyin mikrostrukturaning ko'rinishi uchun kerak bo'lgan vaqtda reaktivga tushiriladi. Temir-uglerodli qotishmalarni reaktiv ta'sir ettirish uchun ko'pincha azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasidan foydalaniladi.

MIM-8 metallografik mikroskopini tuzilishi va ishlashi bilan tanishiladi.

Kutilayotgan natija: Talabalar MIM-8 metallografik mikroskopini tuzilishi va ishlashi prinsipi bilan tanishiladilar.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Guruhdan har ikki talaba makroshliflar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;
2. Namunani silliqlash qattiq to'g'ri tekislikda va jilvirlash qog'ozining kerakli raqamlari mavjud bo'lgan ish joyida amalga oshiriladi;
3. Silliqlash tugatilgandan keyin talaba shlifni tozalab yuvadi, mikroshlifga reaktiv ta'sir ettiradi, mikroshlifni silliqlash stanogida yaltiratiladi;
4. Tayyorlangan shliflarga reaktiv ta'sir ettiriladi. Mikroshlif azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasida ta'sirlantiriladi. Ta'sirlantirish vaqti 3 -5 sekund;
5. Reaktiv ta'sir ettirilgandan keyin shliflar suvda yuviladi va filtr qog'ozini bilan quritiladi;
6. MIM-8 metallografik mikroskopining tuzilishi va ishlashi prinsipi o'rganiladi.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar: MIM-8 metallografik mikroskopi, turli metall va uning qotishmalaridan namunalar, lupa, jilvirlash qog'ozlari, abraziv charx, temir qirqish arrasi, stanok filtr qog'ozini va reaktiv - azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasi.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Mikroshlif nima?
2. Mikrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. MIM-8 metallografik mikroskopi qanday tuzilgan?
4. MIM-8 metallografik mikroskopi qanday ishlaydi?
5. MIM-8 metallografik mikroskopida nimalar o'rganiladi?

8 - LABORATORIYA ISHI

METALL VA QOTISHMALARNI

MAKROSTRUKTURASINI O'RGANISH

Laboratoriya ishni o'tishdan maqsad: Metall va uning qotishmalarini makrostrukturasini o'rganish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Metall va qotishmalarning tuzilishini makro va mikrotahlil, rentgen, shuningdek defektoskopiya (rentgen, magnit, ultratovush va boshqa) usullari bilan tadqiqot qilinadi.

Makrotahlil (makroanaliz) usuli bilan makrostruktura, ya'ni oddiy ko'z bilan yoki lupa yordamida ko'rinadigan struktura o'rganiladi. Bunday yirik nuqsonlar, ya'ni darzlar, cho'kish chuqurchalari, gaz pufakchalari va boshqalar, shuningdek aralashmalarning metallda notekis taqsimlanganligi aniqlanadi. Makrostruktura yordamida metallning singan joyi makroshlifi bo'yicha o'rganiladi. Makroshlif metall va qotishma namunasi bo'lib, uning bir tomoni jilvirlangan, yaxshilab yog'dan tozalangan, maxsus reaktivlar ta'sir ettirilgan bo'ladi va 5-10 marta kattalashtiriladigan lupa ostida kuzatiladi.

Metall va uning qotishmalaridan makrotahlil uchun makroshliflar tayyorlash texnologiyasi quyidagicha: temir qirqish arrasi yoki stanok yordamida tekshirilayotgan namuna ikkiga bo'linadi. Agarda makroshlif detalning ko'ngdalang kesim yuzasidan tayyorlanayotgan bo'lsa, unda u templet deb ataladi. Namuna stanokda egov yoki abraziv charx yordamida tozalanadi, keyin metallografik jilvirlash qog'ozlarida silliqilanadi, bunda metallografik jilvirlash qog'ozlarda silliqilanadi, keyin metallografik jilvirlash qog'ozlarining katta raqamlaridan kichik raqamlariga o'tiladi. Bir raqam qog'ozdan boshqasidan o'tilganda shlif 90 °C ga buriladi. Shliflar yuzasidan chiziqlar yo'qolmaguncha bir yo'nalishda silliqilanadi. Makrostrukturaning ko'rinishi uchun shliflarga turli reaktivlar ta'sir ettiriladi. Turli reaktiv eritmalar ta'sirida makroshliflar yuzasida ichki tuzilishning ko'rinishi hosil bo'ladi.

Lupa yoki MIM-3, MBS-2 mikroskopida metall va qotishmalarning makrostrukturasini o'rganiladi.

Kutilayotgan natija: Talabalar lupa yoki MIM-3, MBS-2 mikroskopida metall va qotishmalarning makrostrukturasini o'rganadilar.

Laboratoriya ishining batafsil rejasi va tushuntirish matni:

1. Guruhdan har ikki talaba makroshliflar tayyorlash uchun ikkitadan namuna oladi;

2. Namunani silliqdash qattiq to'g'ri tekislikda va jilvirlash qog'ozining kerakli raqamlari mavjud bo'lgan ish joyida amalga oshiriladi;

3. Silliqdash tugatilgandan keyin talaba shlifni tozalab yuvadi, makroshlifga reaktiv ta'sir ettiradi, mikroshlifni silliqdash stanogida yaltiratiladi;

3. Tayyorlangan shliflarga reaktiv ta'sir ettiriladi. Mikroshlif azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasida ta'sirlantiriladi. Ta'sirlantirish vaqti 3 -5 sekund;

4. Reaktiv ta'sir ettirilgandan keyin shliflar suvda yuviladi va filtr qog'oz bilan quritiladi.

5. Tayyorlangan namunalar MIM-3 mikroskopida makrostrukturasi o'rganiladi.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar: Lupa yoki MIM-3, MBS-2 mikroskopi, turli metall va uning qotishmala-ridan namunalar, lupa va boshqa asboblari, jilvirlash qog'ozlari, abraziv charx, temir qirqish arrasi, stanok filtr qog'oz va reaktiv - azot kislotasining etil spirtidagi 4-5 foizli eritmasi.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidalari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Makroshlif nima?
2. Makrostruktura tahlili deganda nimani tushunasiz?
3. MIM-3 mikroskopi qanday tuzilgan?
4. MIM-3 mikroskopi qanday ishlaydi?
5. MIM-3 mikroskopida nimalar o'rganiladi?

9 - LABORATORIYA ISHI MATERIAL TANLASH VA DETALLARNING ISHLASH SHAROITIGA QARAB PUXTALIGINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASINI ANIQLASH

Laboratoriya ishni o'tishdan maqsad: Material tanlash va detallarning ishlash sharoitiga qarab puxtaligini oshirish texnologiyasini aniqlashni talabalar tomonidan o'rganish.

Laboratoriya ishini mazmuni: Biron detal tayyorlash uchun material tanlash – bu juda murakkab muammoni, ya'ni ko'p o'zgaruvchan parametrlarga ega bo'lgan masala yechish demakdir. Bunda materialning mexanik xossalari, undan detal tayyorlash usuli, tannarxi va ishlab chiqarishga sarflanadigan mablag' hisobga olinadi.

Sanoat korxonalarining amaliy faoliyatida yana boshqa omillar – materialning noyoblighi, shu materialdan detal tayyorlash uchun bor imkoniyat, ya'ni kerakli asbob uskunalarning bor-yo'qligi ham hisobga olinadi. Shuning uchun sanoat korxonalarida ularning ishlab chiqarish sohasiga qa-rab aniq bir guruh materiallardan foydalanish odat bo'lib qolgan.

Ko'pchilik ma'lumotlarda materiallar qo'llanilish joylariga qarab guruhlariga bo'lingan, masalan: asbobsozlik, konstruksiyalar uchun, zanglamas, temir yo'l transportida qo'llaniladigan, sharikopodshipniklar uchun, prujina va resoralar uchun qo'llaniladigan po'latlar va boshqalar. Muxandis tayyorlanayotgan detalning ishlash sharotiga qarab ana shu guruhlardan kerakli tanlab oladi.

Shuni esda tutmoq kerakki - material tanlashda birinchi navbatda undan detal tayyorlash texnologiyasiga, ya'ni korxonaning imkoniyatiga ko'proq ahamiyat beriladi.

Metall material tanlashda, ba'zi hollarda birinchi bosqichda materialning guruhini (asbobsozlik, konstruksion) aniqlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Material tanlash va uning puxtaligini oshirish usulini aniqlashda maxsus sxemadan foydalanish tavsiya etiladi (sxemalar beriladi). Bu sxemalarda materialning ikkita mezon, ya'ni ishlab chiqarish texnologiyasi va materialning yoki detalning xossalari bo'yicha tanlash ko'rsatilgan. Beriladigan sxemalardan shu holat ko'rinadiki, har bir guruh materiallar quyma yoki bosim ostida ishlov berilgan xomashyo sifatida qo'llaniladi. Demak detal tayyorlash uchun xomashyo material tanlashda qotishmaning markasini tanlab olishda hisobga olinishi kerak.

Shunday qilib birinchi navbatda xomashyo material ishlab chiqarish usuli tanlab olinadi. Undan so'ng materiallarning guruhi tanlanadi. Tabiiyki, ishlab chiqarish texnologiyasi kam xarajatli bo'lmog'i lozim.

Materialning guruhi tanlab olingandan keyin ma'lumotnomalardan materialdan talab qilingan mexanik va boshqa xossalariqa qarab, uning markasi aniqlanadi. Bunda materialning narxiga ahamiyat berish kerak.

Laboratoriya ishini bajarish jarayonida o'qituvchi tomonidan material va uning puxtaligini oshirish usulini tanlashni osonlashtiradigan boshqa sxema va usullar ham tavsiya etilishi mumkin.

Kutilayotgan natija: Talabalar aniq bir detal yoki zagotovkalar uchun material tanlash va detallarning ishlash sharoitiga qarab puxtaligini oshirish texnologiyasini aniqlashni o'rganadilar.

Laboratoriya ishini batafsil rejasi va tushuntirish matni:

Laboratoriya ishini bajarishni batafsil rejasi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Talaba o'qituvchidan topshiriq (masala) oladi. Masalalar odinda turli variantlarda berilgan bo'ladi. Masalaning varianti talabaning jurnaldagi tartib raqamiga mos qilib beriladi;
2. O'qituvchi tomonidan berilgan sxemalardan foydalanib, birinchi navbatda materialning guruhi aniqlanadi. Bunda albatta arzon, ishlab chiqarish oson va kam harajatli bo'lgan materialni tanlashga xarakat qilinadi;
3. Materialning guruhi aniqlangandan so'ng ma'lumotnomalardan yoki o'quv qo'llanmalaridan foydalanib qotishmaning detalga qo'yilgan talablarini to'la qondira oladigan va arzon markasi tanlab olinadi. Tanlangan materialga alternativ sifatida boshqa variantlarni (qotishmaning boshqa turini) ham ko'rsatish maqsadga muvofiq hisoblanadi;
4. Agar qotishmadan mexanik xossasi yuqori bo'lishi talab qilinsa, uning puxtaligini oshirish texnologiyasi ham ko'rsatilishi kerak.

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun zarur asbob-uskunalar va jihozlar: Material tanlash kerak bo'ladigan sxemalar, ma'lumotnomalar va o'quv qo'llanmalar, detal yoki zagotovkaga qo'yilishi mumkin bo'lgan talablar, top-shiriq yoki masalalar variantlari.

Laboratoriya ishini o'tkazish qoidolari va xavfsizlik choralari:

Laboratoriya ishini o'tkazish kafedraga tegishli laboratoriya xonalarida 12-14 ta talabaga o'tkaziladi. Laboratoriya ishini o'tkazishda o'rnatilgan tartibda xavfsizlik choralari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Qotishma nima?
2. Detal yoki zagotovkalar uchun material tanlashda nimalarga e'tibor beriladi?
3. Qotishmaning markasi qaerdan olinadi?
4. Materialning puxtaligini oshirish deganda nimani tushunasiz?

**“Materialshunoslikning fundamental asoslari” fanidan
YAN uchun BAHOLASH MEZONLARI**

Ball	Baholash mezonlari
21-30	- savollar mazmunini to‘liq va batafsil bayon etib qaror qabul qila oladi; - savollarga javoblar to‘liq asoslangan, ijodiy fikrlay oladi; - misollar yetarli darajada keltirilgan; - ta’lim olayotgan yo‘nalishi haqida to‘liq va aniq tasavvurga ega; - xulosalar to‘liq asoslangan; - intellektual bilimlarining saviyasi yuqori darajada; - himoya qilayotgan talaba o‘zini yaxshi tuta biladi; - mustaqil fikrlay oladi
11-20	-savollarga javoblar mazmuni qoniqarli bayon qilindi; - javoblar savollarga deyarli mos, savollar mohiyatini tushunadi; - ta’lim olayotgan yo‘nalishi haqida tasavvurga ega; -- xulosalar qoniqarli darajada asoslangan; - intellektual bilimlarining saviyasi qoniqarli darajada; - himoya qilayotgan talaba o‘zini qoniqarli tuta biladi; - mustaqil asoslashga xarakat qiladi.
0 -10	-javoblar savollarga mos emas; - javoblar etarli darajada asoslanmagan; - ta’lim olayotgan yo‘nalishi haqida tasavvurga ega emas; -- xulosalar etarli darajada asoslanmagan; - talabaning tayyorgarlik darajasi qoniqarsiz; - mustaqil fikrlay olmaydi.

**“Materialshunoslikning fundamental asoslari” fanidan
JN(35 ball) va ON (35 ball)BAHOLASH MEZONLARI**

Guruhlar	Baho	Baholash ko‘rsatkichlari va mezonlari				Izoh
		o‘tgan materiall arni bilimi	faolligi (ko‘shimchalar, savollar, javoblar	Muamm o yechimig a takliflar	Jami Ballar	
	ball	0-1,0	0-0,5	0-1,5	0-3,0	
Amaliyot va laboratoriy	JN	0,5	0,5	1,0	2,0	

a mashg'ulot larbo'yich a						
Ma'ruza mashg'ulot lar o'zlashtiris h darajasi	ON-1	16	1,0	1,0	18	
	ON-2	15	1,0	1,0	17	

Amaliy mashg'ulot №	Ball	Amaliyot mashg'ulotlarining nomi
1	0-2	Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalar holat diagrammasini o'rganish.
2	0-2	Metallar va ular qotishmalarining kristallanish jarayonini o'rganish.
3	0-2	Metall va qotishmalarning xossalarini o'rganish.
4	0-2	Konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustaxkamligi) aniqlash.
5	0-2	Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va o'lchov asboblari.
6	0-2	Makrotahlil va mikrotahlillar uchun makroshliflar tayyorlashni o'rganish.
7	0-2	MIM-8 metallografik mikroskopning tuzilishini o'rganish.
8	0-2	Metall va qotishmalarning makrostrukturasi va mikrostrukturasi o'rganish.
9	0-1	Material tanlash va detallarning ishlash sharoitiga qarab puxtaligini oshirish texnologiyasini o'rganish.
Jami	17	

Laboratoriya mashg'uloti №	Ball	Laboratoriya mashg'ulotlarining nomi
1	0-2	Ikki komponentli sistemadagi qotishmalar holat diagrammasini tahlil qilish.
2	0-2	Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalar holat diagrammasini tahlil qilish.
3	0-2	Metallar va ular qotishmalarining kristallanish jarayonini tahlil qilish.
4	0-2	Konstruksion materiallarning mexanik xossalari (plastikligi, mustaxkamligi) aniqlash.
5	0-2	Materiallarning qattiqligini Brinell usulida sinash va unda foydalaniladigan namunalar, qo'shimcha moslama va o'lchov asboblari.
6	0-2	Makrotahlil va mikrotahlillar uchun shliflar tayyorlash.
7	0-2	MIM-8 metallografik mikroskopining tuzilishini o'rganish.
8	0-2	Metall va qotishmalarni makrostrukturasini o'rganish.
9	0-2	Material tanlash va detallarning ishlash sharoitiga qarab puxtaligini oshirish texnologiyasini aniqlash.
Jami	18	

Baholash mezonlari ToshDTUni "Materialshunoslik" kafedrasida yig'ilishida muhokamadan o'tgan va ma'qullangan.

Bayonnoma № _____ "_____" _____ 2019 y

Foydalaniladigan xorijiy va mahalliy adabiyotlar ro‘yxati

Asosiy adabiyotlar

1. William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials science and engineering /Wiley and Sons. UK, 2014. - 896 r.
2. Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay. Essentials of Materials Science and Engineering. Second Edition. CEN GAGE Learning, 2009. 604p.
3. Umarov E.O. Materialshunoslik. Darslik. -T.: Cho‘lpon, 2014.
4. Norxudjayev F.R. Materialshunoslik. Darslik. - T.: Fan va texnologiyalar. 2014.
5. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Baxodirov Q.G‘. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi. Darslik. – Toshkent, Fan va texnologiya, 2015. 243.
6. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Baxodirov Q.G‘. Konstruksion materiallar texnologiyasi. Darslik. – Toshkent, Fan va texnologiya, 2015. 270.
7. Nosir I. Materialshunoslik. Darslik. - T.: O‘zbekiston, 2002.
8. Зиямухамедова У.А., Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Металлшunoslik. Дарслик. – Тошкент, Fan va texnologiya, 2018. 250.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutqi. –T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag‘ishlangan tantanali marosimdagi ma’ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
4. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.

5. Адаскин А.М. Материаловедение. Учебник. - М.: Машиностроение, 2006.
6. Колесов С.Н., Колесов И.С. Материаловедение и технология металлов. – М.: Машиностроение, 2004.
7. Арзамасов Б.Н. Материаловедение. Учебник для ВУЗов. - М.: Машиностроение, 2004.
8. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Создание конструкций с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015. 168 с.
9. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Ruziev U.N. Ekstremal sharoitlarda ishlatiladigan qattiq qotishmali metall kompozitlar va ularni termik ishlash: Monografiya - Toshkent, ToshDTU, 2016. 170 b.

Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi hukumat portali.
2. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi.
3. www.catback.ru – научные статьи и учебные материалы.
4. www.ziyonet.uz;
5. www.lex.uz.

MUNDARIJA

Soʻz boshi.....	3
1 – amaliy mashgʻulot. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalar holat diagrammasini oʻrganish.....	4
2 – amaliy mashgʻulot. Metallar va ular qotishmalarining kristallanish jarayonini oʻrganish.....	8
3 – amaliy mashgʻulot. Metall va qotishmalarning xossalarini oʻrganish.....	15
4 – amaliy mashgʻulot. Konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) aniqlash.....	20
5 – amaliy mashgʻulot. Materiallarning qattiqligini brinell usulida sinash, foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va oʻlchov asboblari oʻrganish	25
6 – amaliy mashgʻulot. Makro tahlil uchun makroshliflar tayyorlash.....	28
7 – amaliy mashgʻulot. MIM-7 metallografik mikroskopning tuzilishini oʻrganish.....	31
8 – amaliy mashgʻulot. NEOFOT-21 metallografik mikroskopning tuzilishini oʻrganish.....	34
9 – amaliy mashgʻulot. Oddiy koʻz va optik lupa yordamida metall va qotishmalarning makrostrukturasini oʻrganish.....	36
1 – laboratoriya ishi. Ikki komponentli sistemadagi qotishmalarning holat diagrammasini tahlil qilish.....	38
2–laboratoriya ishi. Temir-uglerod sistemasidagi qotishmalar holat diagrammasining tahlili.....	44
3–laboratoriya ishi. Metallar va ular qotishmalarining kristallanishi.....	48
4–laboratoriya ishi. Konstruksion materiallarning mexanik xossalarini (plastikligi, mustahkamligi) aniqlash.....	55
5–laboratoriya ishi. Materiallarning qattiqligini brinell usulida sinashda foydalaniladigan namunalar, asbob, moslama va oʻlchov asboblari.....	60
6 – laboratoriya ishi. Makro tahlil uchun makroshliflar tayyorlash.....	66
7–laboratoriya ishi. MIM-8 metallografik mikroskopning tuzilishini oʻrganish.....	67
8– laboratoriya ishi. Metall va qotishmalarning makrostrukturasini oʻrganish.....	70
9–laboratoriya ishi. Material tanlash va detallarning ishlash sharoitiga qarab puxtaligini oshirish texnologiyasini aniqlash.....	71
Adabiyotlar.....	77

**MATERIALSHUNOSLIKNING
FUNDAMENTAL ASOSLARI**
o'quv fanidan
amaliyot mashg'ulotlari va laboratoriya ishlari bo'yicha
USLUBIY KO'RSATMALAR

Tuzuvchilar: Rasulov A.X.,
Abdukarimova S.B.,
Xabibullayeva I.A.

Muharrir: Sidikova K.A.
Musahhih: Toshpulatova Sh.