

Б.Қ.ТИЛАБОВ, Ж.А.ШЕРБЎТАЕВ, У.Э.НОРМУРОДОВ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА-МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

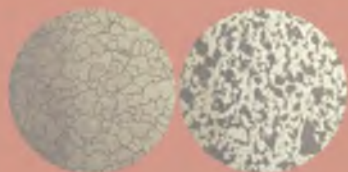
ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ОЛМАЛИҚ ФИЛИАЛИ

# МАТЕРИАЛШУНОСЛИК

ФАНИДАН

ТЕХНИКА ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИ  
ТАЛАБАЛАРИ УЧУН ЛАБОРАТОРИЯ ВА АМАЛИЙ  
МАШҒУЛОТЛАРНИ МУСТАҚИЛ  
БАЖАРИШ БЎЙИЧА

*ЎҚУВ-УСЛУБИЙ КЎРСАТМА*



Олмалиқ - 2020

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ОЛМАЛИҚ ФИЛИАЛИ**

**Б.К. ТИЛАБОВ, Ж.А. ШЕРБЎТАЕВ, У.Э. НОРМУРОДОВ**

# **МАТЕРИАЛШУНОСЛИК**

**ФАНИДАН**

**ТЕХНИКА ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИ ТАЛАБАЛАРИ УЧУН**

**ЛАБОРАТОРИЯ ВА АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРНИ  
МУСТАҚИЛ БАЖАРИШ БЎЙИЧА**

## **ЎҚУВ-УСЛУБИЙ КЎРСАТМА**



УЎК: 620.26(075.8)

Т 49

КБК: 30.3я73

**Тилабов Б.К.,**

Материалшунослик [техника олий таълим муассасалари талабалари учун лаборатория ва амалий машғулотларни мустақил бажариш бўйича]: ўқув-услубий кўрсатма / Б.К. Тилабов, Ж.А. Шербутаев, У.Э. Нормуродов - Тошкент: "DELTA PRINT SERVICE", 2020. - 144 б.

УЎК: 620.26(075.8)

КБК: 30.3я73

Ўқув-услубий кўрсатма асосан машинасозлик, энергетика, кончилик иши, металлургия ва шуларга яқин соҳаларнинг турли йўналиш мутахассисликлари бўйича таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган. Кўрсатмада материалшунослик фанини ўзлаштириш билан боғлиқ бўлган назарий билимларнинг асосий қисмини амалий иш билан мустаҳкамлаш кўзда тутилган. Унда лаборатория ишларини бажариш учун зарур бўлган назарий ва амалий маълумотлар, у ёки бу ишларни мустақил бажариш йўллари, унинг учун зарур бўладиган приборлар асбоб-усқунлар, жиҳозлар ваҳисобот тайёрлаш йўллари кўрсатилган. Таълим йўналиши соҳаларига тегишли бўлган мутахассисликлар талабалари билимларини қанчалик ўзлаштирганликларини ва мустақил равишда тайёрланиб ўзларини текшириш учун назорат снов саволлари ҳам берилган.

*Ислоҳ Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Олмалик филиали Илмий Кенгаши томонидан нашр этишга тавсия этилган.*

**Илмий муҳаррир:** т.ф.д., проф. А.А.Мухамедов

**Тақризчилар:** Тошкент давлат техника университетининг «Материалшунослик» кафедраси доценти, т.ф.н. **Аз.А.Мухамедов.**

Тошкент давлат техника университети Олмалик филиали «Умумқасбий ва техникавий фанлар» кафедраси мудири т.ф.н., доц. **Т.Т.Адилов,**

«Олмалик КМК» АЖ ўқу в маркази бошлиғи **Г.Б.Салимбоев.**

ISBN: 978-9943-5121-5-3

© Тошкент давлат техника университети Олмалик филиали, 2020.

© Тилабов Б.К., Шербутаев Ж.А., Нормуродов У.Э., 2020.

© "DELTA PRINT SERVICE" МЧЖ, 2020.

## МУНДАРИЖА

|  |     |
|--|-----|
| Суз боши .....   | 2   |
| Мундарижа .....  | 3   |
| <b>1 - Лаборатория иши</b> Макроскопик таҳлиллар учун макронамуналар тайёрлаш усуллари .....   | 4   |
| <b>2 - Лаборатория иши</b> Микроскопик таҳлиллар учун микронамуналар тайёрлаш усуллари .....   | 8   |
| <b>3 - Лаборатория иши</b> Металлар ва қотишмаларнинг кристалланиш жараёнини таҳлили .....   | 13  |
| <b>4 - Лаборатория иши</b> Металлар ва улар қотишмаларининг макроструктура макроструктура таҳлили .....  | 18  |
| <b>5 - Лаборатория иши</b> Юмшатилган пулатларнинг углерод миқдори ўзгариши бўйича қаттиқлигини аниқлаш .....  | 23  |
| <b>6 - Лаборатория иши</b> Ҳолат диаграммаларини термик таҳлил усули ёрдамида тузиш .....  | 29  |
| <b>7 - Лаборатория иши</b> Икки компонентли системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларини таҳлил қилиш .....  | 34  |
| <b>8 - Лаборатория иши</b> Темир-углерод системасидаги қотишмалар ҳолат диаграммасини таҳлили .....  | 52  |
| <b>9 - Лаборатория иши</b> МИМ-7 ва МИМ-8М оптик металлографик микроскопларнинг тузилишини урганиш .....   | 57  |
| <b>10 - Лаборатория иши</b> Углеродли пулатларнинг юмшатилган ҳолатдаги микроструктура таҳлили .....   | 62  |
| <b>11 - Лаборатория иши</b> Чўянларнинг микроструктуралари таҳлили .....   | 67  |
| <b>12 - Лаборатория иши</b> Углеродли пулатларга термик ишлов бериш .....  | 71  |
| <b>13 - Лаборатория иши</b> Термик ва кимёвий-термик ишлов берилган пулатларнинг микротаҳлили .....  | 77  |
| <b>14 - Лаборатория иши</b> Конструкциян пулатларнинг тобланиш чуқурлигини учидан тоблаш усули ёрдамида аниқлаш .....  | 82  |
| <b>15 - Лаборатория иши</b> Дураломия қотишмасига термик ишлов бериш .....   | 88  |
| <b>16 - Лаборатория иши</b> Легирланган пулатларнинг микроструктура таҳлили .....  | 92  |
| <b>17 - Лаборатория иши</b> Рангли металлар ва қотишмаларнинг микроструктура таҳлили .....   | 97  |
| <b>18 - Лаборатория иши</b> Мис қотишмасига термик ишлов бериш .....   | 106 |
| <b>Амалий машғулотлар</b> Материал танлаш ва шу материалдан тайёрланган деталларнинг ишлаш шароитига қараб, уларнинг пухталигини ошириш усулларини аниқлаш ..... | 111 |
| <b>Лотинча – ўзбекча – русча лугат</b> .....   | 135 |
| <b>Фойдаланилган адабиётлар</b> .....  | 142 |

## 1 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### МАКРОСКОПИК ТАҲЛИЛЛАР УЧУН МАКРОНАМУНАЛАР ТАЙЁРЛАШ УСУЛЛАРИ

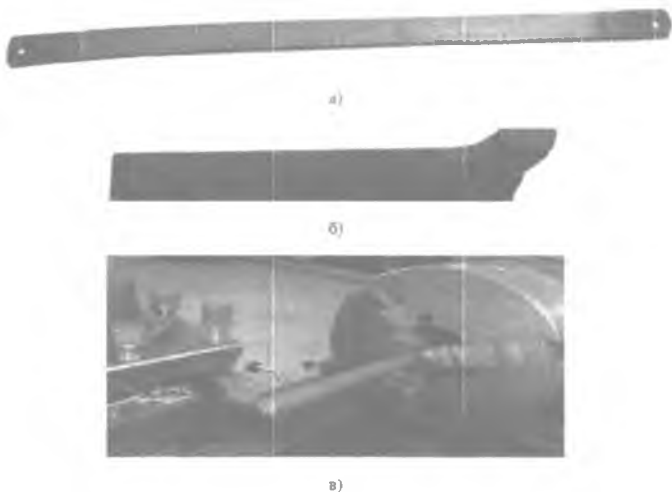
**1.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар макронамуналарни тайёрлаш усулларини ўрганадилар ва уларни таҳлил қиладилар.

**1.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда талабаларга аввало назария бўйича тулиқ маълумот бериб таништирилади ва макроскопик таҳлил нима эканлиги тушинтирилади. Макроскопик таҳлил деб металл ва қотишмаларнинг тузилишини оддий кўз билан кўришга ва ўттиз мартагача катталаштириб ўрганишга айтилади. Макроскопик таҳлилда асосан махсус металллар ва қотишмалардан тайёрланган намуналарнинг ташқи кўринишлари ўрганилади. Макро таҳлил ёрдамида текшириладиган металллар ёки қотишмаларнинг ташқи юза тузилишларига макроструктура деб аталади.

*Махсус макронамуна тайёрлаш тартиби ва технологияси.* Бунинг учун олдин текшириладиган металл намуна танлаб олинади ва уни қўлда металл қирқиш арраси (1.1-расм,а), кескичда (1.1-расм,б) ёки токарлик станокда (1.1-расм,в) иккига (ёки бир неча бўлакка) бўлинади. Агарда макронамуна деталнинг кўндаланг кесим юзасидан тайёрланаётган бўлса, унда у темплет деб аталади. Намуналар станокда, эгов ёки абразив чархда тозаланади ва кейин жилвирлаш қоғозларида силлиқланади. Намуналарни силлиқлашда асосан жилвирлаш қоғозларининг катта номерларидан кичик номерларига ўтилади. Ҳар битта номерли қоғоздан бошқасига ўтилганда намуна 90° га бурилади. Намуналар юзасидан чизиклар тулиқ йўқолмагунча бир йўналишда силлиқланаверади. Одатда макротузилишнинг кўриниши учун намунага турли кимёвий реактивлар таъсир эттирилади. Реактивли эритмалар таъсирида макронамуналар юзасида ички тузилишнинг кўриниши учун (масалан, дендритлар, дендритли кристаллар ва толасимон тузилишлар) ҳосил бўлади.

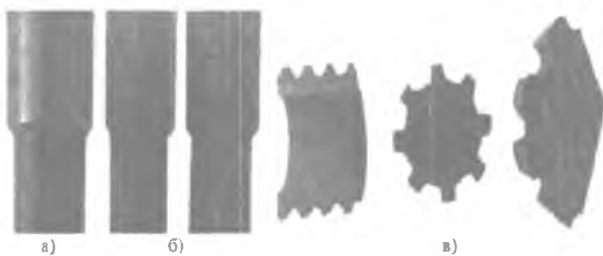
Макронамуна тайёрлаш тартиби ва технологияси бўйича аввало махсус текшириладиган металл намуна танлаб олинади. Танлаб олинган намуна қўлда металл қирқиш арраси билан ёки кескичда токарлик станокда бир ёки бир неча бўлакка бўлиб кесилади. Кесилган махсус намуналар жилвирлаш дастгоҳида, қиррали эговда ёки абразив чархда силлиқлаб тозаланади ва кейин жилвирлаш қоғозларида бирин-кетин силлиқлаб жилвирланади.

Жилвирланиб тозаланган намуналар оқар сувда тозалаб ювилади ва махсус фильтр қоғозларига босиб қурилади. Қурилган намуналар бирин-кетин реактивга ботирилади, яъни уларга реактив таъсир эттирилади. Реактив таъсир эттиришдан мақсад намуналардаги макро дарзлар, ёриқлар ва бошқа дефектларни кўриш ҳамда юзада макроструктура ҳосил қилишдир.



1.1-расм Макронамуналарни кесиш технологияси: а - металл кескич; б - махсус кескич; в - токарлик станокда металл прутукни кескич билан кесиш жараёни.

Текшириладиган макронамуна металл арра, кескич ва токарлик станокда кесиб олинади ҳамда кесилган намуна икки бўлакка бўлинади (1.2-расм,а,б,в). Агар макронамуна деталнинг кундаланг кесими бўйича тайёрланган бўлса, унда уни темплет деб аталади.



1.2-расм. Макронамуна тайёрлаш учун текшириладиган намуналар: а - деталь; б - деталнинг кесилган бўлаклари; в - макронамуналарнинг бошқа тузилишлари.

Макронамуна тайёрлаш технологияси бўйича кесиладиган намуналарни станокда ёки металл қирқиш аррасида кесиш тавсия этилади ва қуйидаги ўлчамлар билан кесиб олинади. Агар намуна цилиндрик бўлса 12 мм ёки 12x12, агар намуна думалоқ ва тўртбурчак кўринишда бўлса 15 мм ёки 15x15, 15x20, 20x20, 22x22 мм ли, намунанинг баландлиги эса 10-15 мм ёки 15-20

мм ли (айрим ҳолларда намуналарнинг ўлчамлари бу ўлчамлардан ҳам каттароқ) бўлиши мумкин. Каттароқ ўлчамларнинг камчилиги шундаки, уларда ишлаш ва текшириш жараёнлари жуда кийин бўлади. Шунинг учун намуналарни тавсия этилган ўлчамларда тайёрлаш мақсадга мувофиқдир.

Тавсия этилган ўлчамларда кесиб олинган намуна абразив чархда тозаланади. Тозалаш вақтида намунани қизиб кетиши ёки ўта қизиши мумкин эмас. Сабаби ўта қизиган намуналарнинг структуралари қорайиб ёки қоп-қора бўлиб қолиши мумкин (тўғрироғи ҳеч нарсани аниқлаб бўлмайди). Махсус кесилган намуналарнинг иккала томони ҳам бир хил жилвирланади, айниқса, намунани текширадиган бир томони жуда яхши теп-текис қилиб жилвирланади ва ҳар хил жилвирлаш қоғозлари ёрдамида силлиқланади. Бунда жилвирлаш қоғозининг энг катта донаторлиги М45 ва энг кичик донаторлиги М00 ишлатилади, яъни 12-3 маркасида (донаторлиги 125-мкм) унинг М40-М4 маркасигача (донаторлиги 28-35 мкм) фойдаланилади. Жилвирлаш қоғозларида намуна юзасида чизиклар (энг майда чизиклар) йўқолгунча тозаланади. Жилвирлаш қоғози силлиқлаш учун турли текисликга ўтказилади, яъни силлиқлаш вақтида текис столдан ёки қалинлиги 5-10 мм ойнадан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади. Энг кичик донали қоғозда жилвирлангандан кейин намуна қилиб, унинг юзасидаги қолган чизикларни йўқотиш учун ялтиратилади. Намунанинг юзи айланма ҳаракат қиладиган устига наъмат ёки фетро тортилган диск ёрдамида ялтиратилади. Ялтиратиш давомида дискга хром оксидининг сувдаги аралашмаси сепилиб турилади, алюминий оксиди майда донали кукун-порошок кўринишда суртилади. Реактив эритмаси таъсир эттирилмаган микронамунани ялтиратишдан кейин микроскопда қаралса, у оқ текисликда айрим қора доғлар кулранг нуқталар ва чизиклар кўринади. Бу доғлар ва чизиклар турли хилдаги металлмас қўшимчалар (оксидлар, сульфатлар, графитлар, шлаклар) ва ялтиратиш давомида йўқолмаган нотекисликлардир, яъни чуқурликлар, микро ёриқлар, ишлов бериш излари ва ҳақозалар.

Металл макроструктурасининг кўриниши учун намунага реактив таъсир эттирилади. Реактив таъсир эттиришдан олдин намунанинг юзаси спирт билан ювилади ва кейин макроструктуранинг кўриниши учун керак бўлган вақтда реактивга ботирилади. Реактив тузилиши ва кимёвий таркиби билан фарқ қиладиган намуна юзасидан доналар ва чегараларга, фазалар ва структуралар ташкил этувчиларига турли таъсир кўрсатади. Реактив структуранинг баъзи элементларига кўп, баъзиларига эса кам таъсир этади. Натижада структурага ёруғлик нури тушганда турлича аксланади. Кўп таъсирланган элементлар микроскоп остида қора, кам таъсирланганлари эса оқ кўринади. Бир фазали металлларда доналар ҳар хил кристаллографик йўналишга эга. Шунинг учун макроамуна юзаси ҳар хил таъсирланадиган бир-бирига қия жойлашган кристаллографик текисликлардан иборат бўлади. Кўп фазали қотишмаларда таъсирланиш даражаси турлича бўлади. Айниқса, металл доналарига нисбатан кўпроқ турли аралашмаларга эга бўлган дон

чегаралари интенсив таъсирланади. Реактив таъсир эттирилган намуналарга макроскопик микроскоп МБС-9 билан қаралганда, уларнинг структура тузилишлари, яъни реактив кўп таъсирланган элементлари қоп-қора, кам таъсирланганлари эса оқ рангда кўринади. Демак, макронамуналарга реактив таъсир эттиришда, яъни реактивда тутиб туришда албатта вақтга эътибор бериш керак, акс ҳолда структуралар қора рангда кўринаверади. Реактивда тутиб туриш вақтига эътибор берилса, унда структуралар қора рангда эмас, балки фақат оқишроқ рангда кўринади ва уларни аниқлаш имконияти бўлади.

Темир - углеородли қотишмаларга реактив таъсир эттириш учун кўпинча азот кислотасининг этил спиртидаги 4-5 фоизли эритмасидан фойдаланилади. Макронамуналарга реактив таъсир эттириш учун азот кислотаси, этил спирти ва тоза сув (ёки дистирланган сув) ишлатилади.

**1.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмалар намуналари, ўлчовчи асбоблар, азот кислотаси, этил спирти, тоза сув ёки дистирланган сув, минзуркалар ва бошқалар.

**1.4. Ишни бажариш тартиби:** Макронамуналарни тайёрлаш жараёни қуйидаги тартибда олиб борилади:

1. Гуруҳдан ҳар икки талаба макронамуналар тайёрлаш учун иккитадан намуна олади;

2. Намунани силлиқлаш қаттиқ тўғри текисликда ва жилвирлаш қоғозининг керакли номерлари мавжуд бўлган иш жойида амалга оширилади;

3. Силлиқлаш жараёни тугатилгандан кейин талаба намунани тозалаб ювади ва унга реактив таъсир эттиради ҳамда макронамунани силлиқлаш станогида ялтиратади. Ялтиратилган макронамуна юзаси топ-тоза ялтироқ бўлади ва яна реактив таъсир эттирилади;

4. Тайёр макронамуналар сульфит кислотасининг 10-15 фоизли сувдаги иккиланган мис аммиак тузи аралашмаси билан таъсирлантирилади.

Макронамуна азот кислотасининг этил спиртидаги 4-5 фоизли эритмасида таъсирлантирилади, таъсирланиш вақти 3-6 секунддан иборат;

5. Реактив таъсир эттирилгандан кейин макронамуналар оқар сувда ювилади ва тезда филтёр қоғози билан қуритилади.

6. Қуритилган макронамуналарнинг макротузилишлари макроскопик микроскопларда ўрганилади.

**1.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Гуруҳ талабалари томонидан макронамуналарнинг тайёрлаш тартиби ва технологияси ёзилади. Агар зарур бўлса, махсус макронамуналар чизмалари ва ўлчамлари чизилади.

**1.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, макроскопик таҳлиллар учун макронамуналар тайёрлаш тартиби ва технологияси белгиланган тартибда ўрганилди ва иш тўлиқ бажарилди. Ишни бажаришда керакли барча анжомлардан унумли фойдаланилди.



### 1.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:

1. Макронамуна деб нимага айтилади?
2. Макронамуналар қандай усулда тайёрланади?
3. Макронамуналар ўлчамлари қанақа бўлади?
4. Жилвирлаш учун қандай абразив материаллар маркаларидан фойдаланилади?
5. Силликлаш жараёни нима учун керак бўлади?
6. Макронамуналарга нима сабабдан реактив эритмалари таъсир эттирилади?
7. Макронамуналарнинг реактив эритмасида тутиб туриш вақти канча?
8. Минзурка нима ва унда қандай иш бажарилади?
9. Макроскопик микроскопларнинг вазифаси нимадан иборат?
10. Макротузилишни катталаштириш учун нималардан фойдаланилади.

## 2 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### МИКРОСКОПИК ТАҲЛИЛЛАР УЧУН МИКРОНАМУНАЛАР ТАЙЁРЛАШ УСУЛЛАРИ

**2.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар микронамуналарни тайёрлаш усуллари ва технологияларини ўрганадилар ва таҳлил қиладилар.

**2.2. Ишнинг назарий қисми:** Ишнинг назарий қисмида талабалар металллар ва улар қотишмаларининг микроструктурасини текшириш учун микронамуналар тайёрлаш технологияси билан танишади ҳамда уларнинг микроструктурасини текшириш усулларини ўрганиб боради. Микромуна тайёрлаш тартиби ва технологияси қуйидагича бўлади: Бу усул ҳам деярли макронамуна тайёрлаш усулига ўхшаш. Текшириш учун тайёрланган металл пруток ёки бўлаги махсус арра ёки токарлик станок ёрдамида белгиланган ўлчамларда кесилиб бўлақларга бўлинади. Кесилган намуналар станокда, абразив чархда ёки эгов ёрдамида тозаланади, тозаланган намуналар жилвирлаш қоғозларида силликланади. Бунда металлографик жилвирлаш қоғозларининг катта номерларидан аста-секин кичик номерларига ўтилади. Бир номер қоғоздан бошқасига ўтилганда намуна 90°га бурилади. Силликланаётган намуналар юзасидан чизиклар йўқолмаганча бир йўналишда силликланаверади. Ҳар бир силликлаганда микроструктуранинг кўриниши текшириб турилади ва ниҳоят структура тоза тиниқ кўрингандан кейин силликлаш тўхтатилади ва улар тозалаб ювилади ҳамда уларга турли реактивлар таъсир эттирилади. Реактив эритмалари таъсирида микронамуналар юзасида ички структура тузилишининг кўриниши ҳосил бўлади.

Микронамуналарни тайёрлашда қуйидаги ўлчамлар тавсия этилади. Мобода намуна цилиндрик бўлса, унда 12 мм ёки 12X12. Бунда намунанинг баландлиги 10-15 мм бўлиши керак. Махсус микронамунани тайёрлаш ва текшириш учун заводской пруток метали (2.1-расм,а) олинади ва уни тискада сиқилади (2.1-расм,б), кейин металл аррада (2.1-расм,в) ёки токарлик станокда (2.1-расм,г,д) кесилади.



а)



б)



в)



г)

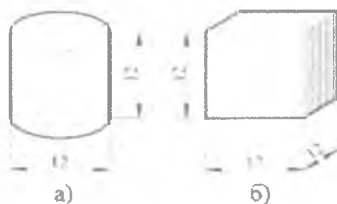


д)

2.1-расм. Пулат пруроки (а), тиска (б), арра (в) ва 1К62 токарлик станокнинг (г,д) умумий кўриниши.

Бунинг учун қуйидаги размерлар тавсия этилади,  $d=12$  мм,  $12 \times 12$  мм,  $15 \times 15$  мм,  $20 \times 20$  мм,  $20 \times 22$  мм (2.2-расм). Намунанинг баландлиги 10-20 мм. Кесилган намуналар абразив круг – жилвирлаш станокда (2.3-расм) чаркланиб текисланади. Бу намуналар абразив чархда тозаланаётганда қизиб кетиши ёки ўта қизиши мумкин эмас. Сабаби, ўта қиздирилган намуналарнинг ички структураси қорайиб кетади ва структура тузилиши яхши кўринмайди. Абразив чархда текисланган намуналар жилвирлаш

қоғозлари ва силлиқлаш станокда ёрдамида яхшилаб силлиқланади (2.4-расм), бунда жилвирлаш қоғозининг 12–3 маркасидан (донадорлиги 125 мкм) токи М40-М4 маркасигача (донадорлиги 28-35 мкм) бўлади, намуна юзасида чизиклар йўқолгунча тозаланади. Жилвирлаш қоғози силлиқлаш учун турли текисликга ўтказилади. Энг кичик донали қоғозда жилвирлангандан кейин намуна қилиб, унинг юзасидаги қолган чизикларни йўқотиш учун ялтиратилади. Намунанинг юзи айланма ҳаракат қиладиган устига наъмат ёки фетро тортилган диск ёрдамида ялтиратилади (2.4-расмга қаранг). Ялтиратиш давомида дискга хром оксидининг сувдаги аралашмаси сепилиб турилади, алюминий оксиди майда донали порошок кўринишда суртилади. Реактив эритмаси таъсир эттирилмаган микронамунани ялтиратишдан кейин оптик микроскопда қаралса, оқ текисликда айрим қора доғлар кулранг нуқталар ва чизиклар кўринади. Бу доғ ва чизиклар турли хилдаги металлмас, қўшимчалар (оксидлар, сульфатлар, графитлар, шлаклар) ва ялтиратиш давомида йўқолмаган текисликлардир, масалан, чуқурликлар, микро ёриқлар ва ишлов бериш изларидир.



2.2-расм. Махсус кесилган металл намуналарнинг умумий кўриниши: а-цилиндрик; б-тўғри бурчакли.



2.3-расм. Жилвирлаш станокнинг йирик ва майда донадор тошлари билан умумий кўриниши.



2.4-расм. Силлиқлаш станокнинг умумий кўриниши: а-намуналарни жилвирлаш қисми; б-майин силлиқлаш қисми.

Жилвирланган ва кейин майин силлиқланган намуналарнинг микроструктураси кўриниши учун намунага реактивлар таъсир эттирилади. Реактив таъсир эттиришдан олдин наамунанинг юзаси спирт билан ювилади ва кейин микроструктуранинг кўриниши учун керак бўлган вақтда реактивга ботирилади. Реактив тузилиши ва кимёвий таркиби билан фарқ қиладиган намуна юзасидан доналар ва чегараларга, фазалар ва структура ташкил этувчиларга турли таъсир кўрсатади. Реактив структуранинг баъзи элементларига кўпроқ, баъзиларига камроқ таъсир этади. Натижада структурага ёруғлик нури тушганда турлича аксланади. Кўп таъсирланган элементлар микроскоп остида қора, кам таъсирланганлари эса оқ кўринади. Бир фазали металлларда доналар ҳар хил кристаллографик йўналишга эга, шунинг учун микронамуна юзаси ҳар хил таъсирланадиган бир-бирига қия жойлашган кристаллографик текисликлардан иборат бўлади. Бир ёки кўп фазали қотишмаларда таъсирланиш даражаси турлича бўлади. Айниқса, металл доналарига нисбатан, кўпроқ турли аралашмаларга эга бўлган донани чегаралари интенсив таъсирланади. Темир углерод қотишмаларига реактив таъсир эттириш учун кўпинча азот кислотасининг этил спиртидаги 4-5 фоизли эритмаси ишлатилади. Пўлатлар ёки чуёнлар маркаларига қараб, ишлатиладиган реактивлар ҳам ҳар хил бўлади. Масалан, пўлатлардан тайёрланган намуналарга реактив таъсир эттириш учун азот кислотаси, этил спирти, тоза ва дистирланган сув ҳамда шуларни ўлчаш учун махсус шишали минзуркалар ва бошқалар қўлланилади.

**2.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металллар ёки қотишмалар намуналари, ўлчовчи асбоблар, азот кислотаси, этил спирти, тоза сув ёки дистирланган сув ва улар миқдорини ўлчовчи минзуркалар ва бошқа материаллардан унумли фойдаланилади.

**2.4. Ишни бажариш тартиби:** Микронамуналарни тайёрлаш жараёни куйидаги тартибда олиб борилади:

1. Гуруҳдан ҳар икки талаба микронамуналар тайёрлаш учун иккитадан намуна олади;

2. Намунани силлиқлаш қаттиқ тўғри текисликда ва жилвирлаш қоғозининг керакли номерлари мавжуд бўлган иш жойида амалга оширилади;

3. Силлиқлаш жараёни тугатилгандан кейин талаба намунани тозалаб ювади ва унга реактив таъсир эттиради ҳамда микронамунани силлиқлаш станогига ялтиратади. Ялтиратилган микронамуна юзаси топ-тоза ойнасимон ялтироқ бўлади ва яна реактив таъсир эттирилади;

4. Тайёр бўлган микронамуналар сульфит кислотасининг 10-15 фоизли сувдаги иккиланган мис аммиак тузи аралашмаси билан таъсирлантирилади.

Микронамуна азот кислотасининг этил спиртидаги 4-5 фоизли эритмасида таъсирлантирилади, таъсирланиш вақти 3-6 секунддан иборат бўлади;

5. Реактив таъсир эттирилгандан кейин микронамуналар оқар сувда ювилади ва тезда филтер қоғози билан курилади;

6. Курилган микронамуналарнинг микроструктура тузилишлари оптик микроскопларда ўрганилади.

**2.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Гуруҳ талабалари томонидан микронамуналарнинг тайёрлаш тартиби ва технологияси ёзилади. Агар зарур бўлса, махсус микронамуналар чизмалари ва ўлчамлари чизилади.

**2.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, микроскопик таҳлиллар учун микронамуналар тайёрлаш тартиби ва технологияси белгиланган тартибда ўрганилди ва иш тўлиқ бажарилди. Ишни бажаришда керакли барча анжомлардан унумли фойдаланилди.

**2.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

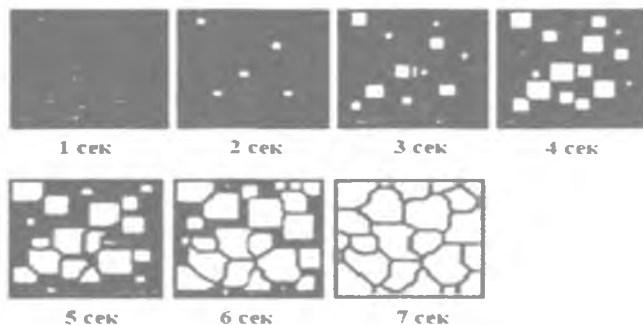
1. Микронамуна деб нимага айтилади?
2. Микронамуналар қандай усулда тайёрланади?
3. Микронамуналар ўлчамлари қанақа бўлади?
4. Жилвирлаш учун қандай абразив материаллар маркаларидан фойдаланилади?
5. Силлиқлаш жараёни нима учун керак бўлади?
6. Микронамуналарга нима сабабдан реактив эритмалари таъсир эттирилади?
7. Микронамуналарнинг реактив эритмасида тутиб туриш вақти қанча?
8. Минзурка нима ва унда қандай иш бажарилади?
9. Микроскопик оптик микроскопларнинг вазифаси нимадан иборат?
10. Микротузилишни катталаштириш учун нималардан фойдаланилади.

### 3 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

#### МЕТАЛЛАР ВА ҚОТИШМАЛАРНИНГ КРИСТАЛЛАНИШ ЖАРАЁНИНИ ТАҲЛИЛИ

**3.1. Ишнинг мақсади.** Қолипга қуйилган металл ёки унинг қотишмаларини совиб боришида кристалланиш жараёнининг боришини туз эритмаларини кузатиш ёрдамида таҳлил қилиб ўрганиш ва шу асосда доналар ўлчамини, табиатини ва зоналар ҳажмини бошқариш. Металлларнинг кристалланиш жараёнини, яъни суяқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтишини секундлар давомида кузатиш.

**3.2. Ишнинг назарий қисми.** Металлар ва улар қотишмалари шароит ўзгарганида кичик эркин энергияли барқарор ҳолатга ўтишга интилади ва шунга кўра улар газ, суяқ ва қаттиқ ҳолатда бўлади. Металлларнинг суяқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтишига бирламчи кристалланиш деб, қаттиқ ҳолатдаги металллар кристалл панжараларининг ўзгаришига иккиламчи кристалланиш деб аталади. Металлларнинг суяқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиш жараёнини кузатиш шуни кўрсатдики, қолипдаги суяқ металл ҳарорати маълум даражага пасайганда унда майда кристалланиш марказлари ҳосил бўла бошлайди, яъни уларда кристаллар ўсиб боради. Металлларнинг ўта совиш даражаси билан «туғма», барқарор кристалланиш марказлар сони ва кристаллларнинг ўсиш тезлиги орасида маълум боғланиш бор. Металлларнинг вақт бирлигида совишидаги кристалланиш жараёнида ҳосил бўлаётган кристалланиш марказларидан кристаллларнинг ўсиш схемалари 3.1-расмда аниқ тасвирланган. Бу схемаларда кристалланиш тезлиги ва кристалланиш марказлари ҳосил бўлиш тезлиги ўзгармайдиган шароит учун тузилган. Металлларнинг совиш вақтида ҳосил бўлаётган кристалланиш марказларида кристаллларнинг ўсиши секундлар давомида кўпайиб боради (3.1-расмга қarang).

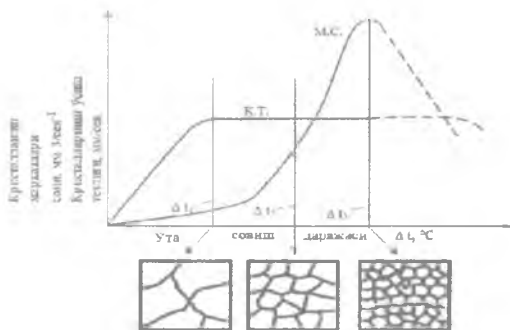


3.1-расм. Кристалланиш жараёнининг моделлари ва кристалланиш жараёнида ҳосил бўлаётган кристалланиш марказларидан кристаллларнинг ўсиши.

Кристалларнинг ўсиш схемасидан кўриниб турибдики, металллардаги кристалланишнинг дастлабки бошланишида кристаллар ўз геометрик шаклларини сақлаган ҳолда бемалол ўсаверади, лекин ўсаётган кристаллар бир-бири билан учрашган жойларда ўсишдан тўхтайди ва ўсиш учун тўскинлик бўлмаган томонга қараб ўса бошлайди. Бундай шароитда кристаллнинг мунтазам геометрик шакли бузилади, шакли бузилган кристаллар *доналар* ё *кристаллитлар* ёки *полиэдрлар* деб аталади. Металлларнинг кристалланишида дастлабки кристаллар 1 секунддан бошланиб, охириги кристаллар 7 секундда тугаган ва ҳар хил кристаллар ҳосил бўлган.

Металлларнинг кристалланиш марказлари, кристалларнинг ўсиш тезлиги ва ўта совиш даражаси оралигида боғланишлар бўлади. Уларга кристалланиш марказлар сони ( $m$  с), кристалларнинг ўсиш тезлиги ( $k$  т) ва ўта совиш даражаси ( $\Delta t$ ) орасидаги боғланишлар билан ўзгариб боради (3.2-расм).

Ўта совиш даражасининг ортиши билан кристалланиш марказлари сони ва кристалларнинг ўсиш тезлиги ортиб боради-да, ўта совиш даражаси бирор қийматга етганда улар максимумга эришади, ўта совиш даражаси ортишда давом этса,  $m$  с ва  $k$  т нолгача пасаяди. Ўта совиш даражасининг қийматлари кичик бўлганда кристаллар ўсиш тезлигининг ва кристалланиш марказлари сонинг ортишига сабаб шуки, мувозанат ҳарорати ( $T_m$ ) яқинида суюқликнинг ҳаракатчанлиги юқори бўлиб, суюқ фаза билан қаттиқ фаза (кристалл) эркин энергиялари айирмаси ортади, натижада кристалланиш тезлашади. Ўта совиш даражасининг қийматлари катта бўлганда кристаллар ўсиш тезлигининг ва кристалланиш марказлари сонининг пасайиши заррачалар ҳаракатчанлигининг пасайишидан келиб чиқади: ўта совиш даражасининг қийматлари катта бўлганда ва паст ҳароратларда заррачаларнинг ҳаракатчанлиги пасайиб, системанинг ўзгариш хусусияти заифлашади.



3.2-расм. Кристалланиш марказлари сони ва кристалларнинг чизикли ўсиш тезлигининг ўта совиш даражасига қараб ўзгариши графиги.

Ушбу графикдан кўришиб турибдики, ҳосил бўлган ҳар қайси кристалланиш марказларидан тўғри шакли, турли томонга йўналган кристаллар ўса боради. Бу кристалларнинг сиртлари шунга бўлак кристаллар билан тўқнашганларида уларнинг сирт қиёфалари бузилади. Бундай ҳосил бўлган кристаллар мажмуасига кристаллитлар ёки доналар дейилади. Кристалланишнинг бориш тезлиги металлнинг тозалигига, суюқланиш ҳароратига ўта совиш даражасига ва ҳоказоларга боғлиқ. Туз эритмаларининг кристалланиш жараёнини кузатишлар кўрсатдики, уларда ҳам кристалланиш металллардаги сингари борар экан. Шу сабабли лаборатория ишида металлларнинг кристалланиш жараёнини туз эритмалари мисолида ўрганамиз.

**Кузатиладиган эритмалар ва фойдаланиладиган асбоб-ускуналар ва мосламалар.** Лаборатория ишида кузатиладиган эритмалар сифатида ош тузи ( $NaCl$ ), қўрғошин нитрати  $Pb(NO_3)_2$ , аммоний хлорид ( $NH_4Cl$ ), сариқ қон тузи  $K_4[Fe(CH)_6]$ , қизил қон тузи  $K_3[Fe(CH)_6]$  ва бошқаларнинг сувдаги эритмаларидан, уларни тайёрлашда пробирка, спирт лампасидан, эритма томчисини биологик микроскоп столидаги ойнага томизишда, томизгичдан, томчи диаметрини ўлчашда чизғичдан, кристалланишни кузатиш учун биологик микроскопдан фойдаланилади 3.3-расм.



3.3-расм. Биологик микроскопнинг умумий кўриниши.

**Туз эритмасини тайёрлаш.** Бунинг учун ош тузи ёки бошқа туздан бир неча грамм олиб, уни пробиркадаги  $70-80^{\circ}C$  гача қиздирилган сувга солиб, ўта тўйинган эритма ҳосил қилинади.

**Биологик микроскопнинг тузилиши ва уни ишга тушириш.** 3.3-расмдан кўришиб турибдики, унинг таглик плитасига колонна ва шарнир билан бириктирилган. Шарнир эса колоннани заруриятига кўра керакли бурчакка буришга имкон беради. Колоннага тубус ва ёруғлик нуруни объективга йўналтирувчи ойна ўрнатилган. Тубуснинг юқорисига окуляр

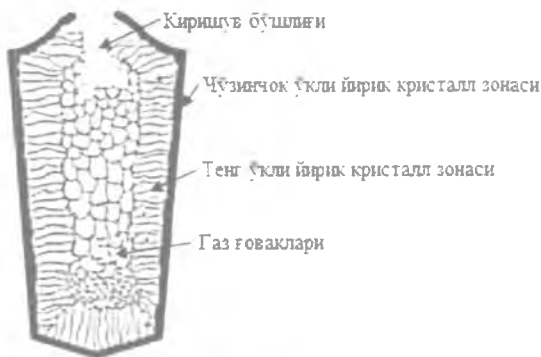


кийдирилган, пастига эса объектив бураб маҳкамланган. Микроскопнинг столига ўрнатилган ойнага томизилган туз эритмасига қараб, олдин винтни бураб тубусни юқорига ёки паства тушириш билан хомаки, кейин эса микровинтни бураб узил-кесил ростланади. Ростланган биологик микроскопда керакли объект текширилиб ўрганилади.

Пулат куймаларнинг кристалланиш жараёнини кузатиш кўрсатадики, қолипга куйилган металл унинг совуқ деворларига тегишида ўта совиб, кўп «туғма» кристалланиш марказлар ҳосил бўлиши сабабли, унинг сиртида майда донли, тенг ўқли кристаллар зонаси ҳосил бўлади. Бу даврда металлнинг киришиши ва металл қолипнинг қизиб кенгайиши оқибатида улар орасида ҳаво бушлиқ ҳосил бўлади. Натижада металлнинг совиш тезлиги пасаяди ва оқибатда куйма марказига қараб чўзилган кристаллар зонаси ҳосил бўлади ва кристалланиш пировардида юқоридаги сабабларга кўра, йирик донли зона ҳосил бўлади. Суяқ металлда эримаган газлар туфайли газ ғоваклари, кимёвий таркиб нотекисликлари ҳам бўлади. 3.4-расмда схематик тарзда қайнамайдиган пулат куймасининг буйлама ва кўндаланг кесими қирқими ва унда ҳосил бўлган кристаллар зоналари, киришув бушлиқлари ва газ ғоваклари кўрсатилган. Металларда туз эритмалардан фарқли равишда оз бўлса ҳам бегона қўшимчалар, эриган газлар ва бошқалар бўлиши куйма хоссасига путур етказади. Умумий ҳолда, бирлик ҳажмдаги доналар сони қуйидагича бўлади:

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

Бу ерда  $f$  - мутаносиблик коэффициентини  $K.T.$  - кристалларнинг чизикли ўсиш тезлиги, мм/сек.  $M.C.$  вақт бирлиги ҳажмда ҳосил бўлган кристалланиш марказлари сони, мм<sup>3</sup>/с.



3.4-расм. Куйма пулатни буйлама кўндаланг кесим юзаси.

Кристалланиш жараёни қонуниятларини ўрганиш, уни ижобий томонга йўналтиришга имкон беради. Бу қонуниятга кўра, суяқ металлга озгина миқдорда магний, серий ва бошқа элемент куқунларини қўшиш билан майда донали, юқори сифатли модифицирланган қўймалар олинади. Модификаторлар таъсирини ўрганиш шуни кўрсатадики, уларнинг баъзилари қўшимча кристалланиш марказлари ҳосил қилса, бошқалари суяқ металлда эриб кристаллар сиртига юпқа парда бериб ўсишига тўсиқ бўлиб, майда донали қотишмалар олишга қўмаклашади. Агар кузатилган туз эритмаси тузилишининг қайнамайдиган сифатли қўйма тузилишига таққосласак, уларнинг ўхшашлигига ишонч ҳосил қиламиз. 3.1-жадвал туз эритмаларининг бирламчи кристалланиш жараёнини кузатиш натижалари билан тўлдирилади.

3.1-жадвал

Туз эритмаларини бирламчи кристалланиш жараёнини кузатиш

| № т/р | Туз эритмасининг номи | Кузатилган катталиқ | Кузатилган манзара | Умумий ҳулоса |
|-------|-----------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| 1     | 2                     | 3                   | 4                  | 5             |
|       |                       |                     |                    |               |
|       |                       |                     |                    |               |
|       |                       |                     |                    |               |
|       |                       |                     |                    |               |

**3.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** биологик микроскоплар, Туз ва туз эритмалари, металллар ва қотишмалар намуналари, ўлчовчи асбоблар, тоза сув ёки дистирланган сув ва улар миқдорини ўлчовчи минзуркалар ва бошқа материаллардан унумли фойдаланилади.

**3.4. Ишни бажариш тартиби:** 1 - пробиркадаги эритмадан озгинасини томизгичга олиб, ундан бир томчини столга ўрнатилган сирланмаган тоза ойна сиртига томизилади; 2 - окуляр орқали томчига қараб, микроскопни кузатишга ростланади; 3 - эритманинг вақт бирлигида кристалланиш жараёнининг боришини кузатиб, кўрилаётган манзарани 3.1-жадвалнинг тегишли графасига ёзилади. Маълумки, томчи чекка қисмининг ўзақ қисмига қараганда тезроқ совиши сабабли у эрда «туғма» кристалланиш марказлари кўпроқ ҳосил бўлади, бу марказлардан кристалланиш жараёни металллардаги сингари бошланиб, иккинчи шундай марказлардан ўсаётган кристаллар билан тўқнашгунларигача ўса боради. Қачонки, улар бир-бири билан тўқнашганларида кристалланиш қаршилик йўқ томонга қараб боради. Шу тартибда кристалланиш эритма тўла қотгунча давом этиб, турли томонга йўналган тенг ўқли майда доналардан ташкил топган юпқа қатламли кристаллар ҳосил бўлади. Бу зона қалинлиги эритма хилига, тўйинганлик даражасига, томчи ўлчамига ва совиш тезлигига боғлиқ бўлади. Бу зонадан

ўзак томон томчининг совиш тезлиги пасайиши сабабли ҳосил бўладиган «туғма» марказлар кам бўлади. Бунинг оқибатида биринчи зонага тик равишда чузилган - чузинчоқ кристаллар қатлами ҳосил бўлади. Шуни қайд этиш керакки, доналар ўлчами фақатгина ҳосил бўлган «туғма» кристалланиш марказларга боғлиқ бўлиб қолмай, балки металлда эримай қолган оксидлар, нитридлар, сульфидлар ва бошқа қўшимчалар микдорига ҳам боғлиқ бўлади.

**3.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Гуруҳ талабалари томонидан микронамуналарнинг тайёрлаш тартиби ва технологияси ёзилади. Агар зарур бўлса, махсус микронамуналар чизмалари ва ўлчамлари чизилади.

**3.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, микроскопик таҳлиллар учун микронамуналар тайёрлаш тартиби ва технологияси белгиланган тартибда ўрганилди ва иш тўлиқ бажарилди. Ишни бажаришда керакли барча анжомлардан унумли фойдаланилди.

**3.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Моддалар неча ҳолатда бўлади санаб беринг;
2. Туз ва туз эритмалари нима учун керак;
3. Бирламчи кристалланиш нима;
4. Металлларнинг кристалланиш жараёни секунддами, минутдами ёки соатда;
5. Металл қуймаларнинг кристалланиш жараёнида турли зоналар ҳосил бўлишига сабаб нима;
6. Кристалланиш жараёнини ўрганишнинг амалий аҳамиятини айтиб беринг;
7. Металлларнинг кристалланиш схемаларини чизиб кўрсатинг;
8. Кристалланиш схемаларининг ўзгариб боришини тушунтириб беринг.

## 4 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### МЕТАЛЛАР ВА УЛАР ҚОТИШМАЛАРИНИНГ МАКРОСТРУКТУРА ТАҲЛИЛИ

**4.1. Ишнинг мақсади:** Талабаларга тайёрланган макронамуналарнинг текшириш усулларини мустақил равишда ўргатиш. Талабалар ўзлари макронамуналарнинг ташқи кўринишларини, синиш юзларини, қуйма ёки бошқа усулларда олинганлигини ўрганадилар. Талабалар макронамуналарнинг синиш юзларини расмини чиза оладиган, юзларга қараб маълум бир хулосалар қила оладиган ва уларни тўлиқ таҳлил қиладиган бўлишлари керак.

**4.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда талабалар металллар ва улар қотишмаларининг макроструктурасини текширишнинг усуллари билан танишадилар. Макроструктураларни текширишда асосан кўз ёки микроскопик лупадан фойдаланилади. Кўз ёки лупа ёрдамида Х30 мартагача катталаштирилган ҳолатда тайёр махсулот юзларини, синиш юзларини, макронамуналарни текширишга макро-структурали текшириш деб аталади.

Макро-текширишда махсулотларнинг сифати куйидаги усуллар билан аниқланади

1 - ташқи кўринишни текшириш;

2 - синиш юзаларини текшириш;

3 - куйма, босим билан ишланган, пойдеворланган ёки юзаси пухталанган ва бошқа металл махсулотларнинг ички тузилишини макроамуна ёрдамида текшириш.

Одатда тайёр металл махсулотларида тоблаш ва жилвирлаш натижасида ҳосил бўлган дарзларни, пайвандланган бирикмалардаги бўшлиқларни, ўткир бурчакларни ва бошқа нуқсонларни бор-йўқлигини тайёр махсулотнинг ташқи тузилишини кузатиб аниқлаш мумкин.

Деталлар қовушқоқ, мўрт ва толиқиш оқибатида синиши мумкин:

1 - қовушқоқ синиш юзаси толасимон тузилишга эга бўлиб, деталь материали юқори пластикликга эга эканлигини кўрсатади ва бундай синишлар фақатгина ўта кучланиш ёки зўриқиш натижасида ҳосил бўлади (4.1-расм,а);

2 - мўрт синиш юзаси донасимон тузилишга эга бўлиб, катта донали синиш юзаси металл ўта қизиганлиги натижасида мўртлашганлигини билдиради. Майда майин донали синиш юзаси эса деталь материали сифатли эканлигини ва унинг синиши фақатгина қаттиқ зарба, ўта зўриқиш ва бошқа эксплуатация нормаларининг бузилиши натижасида ҳосил бўлганлигини кўрсатади (4.1-расм,б);

3 - толиқиш оқибатида синиш эса ўзгарувчи куч таъсирида ишлайдиган деталларда ҳосил бўлиб, толиқиш оқибатида ҳосил бўлган синиш юзаси икки қисмдан иборат бўлади (4.1-расм,в):

а - толиқиш натижасида синишларга машина деталларидаги бўшлиқлар, дарзлар ва металл эмас бирикмалар;

б - кучланишлар ёки ўта кучланишлар тўпланган жойлари сабаб бўлади.



4.1-расм. Деталларнинг синиш турлари: қовушқоқ синиш (а); мўрт синиш (б); толиқиш оқибатида синиш (в) ва толиқиш синишнинг схемаси (г): 1 - дарзнинг ривожланиш зонаси; 2 - мўрт синиш зонаси.

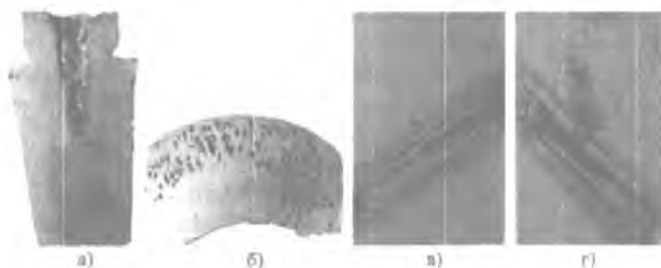
Одатда машина деталлари ва асбобларининг ички тузилиши макроамуна ёрдамида текширилади. Макроамуна металл

махсулотларининг ички тузилишини ўрганиш учун тайёрланган махсус намуна. Металл ва қотишмаларни ички тузилишини макронамуна ёрдамида текшириш қуйидагиларни аниқлаш имконини беради:

1 - махсулотларни қандай усулда тайёрланганлигини масалан, қуйма, пайвандлаш, босим билан ишлаш ва уларни ички тузилишида нуқсонлар бор ёки йўқлигини аниқлаш (4.2-расм);

2 - олтингугурт, фосфор ва углерод элементларининг нотекис жойлашишини ликвациясини аниқлаш;

3 - бўшлиқлар, дарзлар, шлак қўшилмалари, пайвандланмай қолган жойлари ва бошқа нуқсонларнинг бор ёки йўқлигини аниқлаш.



4.2-расм. Қуйма ва пайвандланган деталларнинг кўриниши: а-заготовкани чуқиш говаклари: б-заготовкани газли пуфакчалари: в-пўлат листларни аргонли пайвандлаш: г-листли алюминий материалларини пайвандлаш.

Металллар ва қотишмаларнинг макроструктурасини юзага чиқариш учун қўлланиладиган асосий реактивлар қуйидагилардан иборат:

**1. Хромпикнинг сульфат кислотасидаги эритмаси;**

сульфат кислота - 60 мл;

хромпик ( $K_2C_2O_7$ ) - 25 г;

сув → - 500 мл.

Реактив пўлат толасининг йўналишини аниқлайди. Реактив иситилмаган ҳолатда 1-3°C давомида таъсир эттирилади. Сўнгра намунани оқиб турган сув билан ювилади.

**2. Вагапов реактиви,**

азот кислотасининг 50% ли сувдаги эритмаси - 50 мл;

сирка кислотасининг 50% ли сувдаги эритмаси - 50 мл.

Реактив пайвандланган чок чегарасини, толалар йўналишини, термик ишланган қатламнинг қалинлигини ва бўшлиқларни кўрсатиб беради. Реактив иситилмаган ҳолатда қўлланилади ҳамда 2-3 минут давомида таъсир эттирилади ва кейин намуна оқиб турган сув билан тозалаб ювилади.

**3. Гейне реактиви;**

хлорли аммоний - 53 гр;

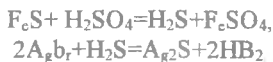
хлорли мис - 85 гр;

сув → - 1000 мл.

Реактив фосфор ва углероднинг нотекис жойлашишини аниқлайди. Реактив иситилмаган ҳолатда қўлланилади, 2-3 минут давомида намуна юзаси реактивга ботириб ёки чуқтириб турилади ва кейин ҳосил бўлган мис қатламини оқиб турган сув билан ёки намланган пахта билан енгил ҳаракат қилиб бемалол ювилади. Сўнгра тоза юзани ҳаво таъсирида тез оксидланишидан сақлаш мақсадида фильтрловчи қоғоз билан тозаланади ва қуриган ҳолатигача ушлаб турилади.

#### 4. Бауман усули;

Олтингургуртга текшириш - пўлат таркибида олтингургурт энг зарарли элемент аралашма ҳисобланади ва унинг миқдори Давлат стандартларида кескин чекланади. Олтингургурт пўлат таркибида  $FeS$ ,  $MnS$  сульфидлари сифатида учрайди. Олтингургуртнинг тақсимланиши бром-кумушли фотоқоғозда ҳосил бўлган қорамтир изига қараб аниқлаш мумкин. Бунинг учун таркибида бромкумуши бўлган фотоқоғозини оддий ёругликда, 5-10 минут давомида 5% ли сульфат кислотасининг сувдаги эритмасига намланади. Кейин фильтрловчи қоғоз ёрдамида фотоқоғоз юзидаги ошиқча кислота олиб ташланади. Фотоқоғоз эмульция томони билан макронамунани тайёрланган юзасига қопланади ва 2-3 минут давомида ушлаб турилади. Натижада фото эмульция таркибига кирган бромли кумуш. сульфат кислотаси билан сульфидлар орасида қуйидаги кимёвий реакциялар содир бўлади:



Фотоқоғоз юзасида  $Ag_2S$  жигарранг доғлари ҳосил бўлиши сульфидларнинг (олтингургуртнинг) шаклини ва тақсимланишини кўрсатади.

Махсус намуна юзасида бром-кумушли қоғозни ушлаб тургандан сўнг, фотоқоғоз ажратиб олинади; сувда ювилади ва гипосульфитнинг 25% ли сувдаги эритмасига ҳосил бўлган доғни мустаҳкамлаш учун ташланади.

**4.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ва қотишмалар макронамуналари, қовушқоқ, мўрт ва толиқиш оқибатида синган деталлар ва намуналар, макроструктурани юзага чиқариш учун қўлланиладиган асосий реактивлар, тоза сув ва улар миқдорини ўлчовчи асбоблар, атласлар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**4.4. Ишни бажариш тартиби:** Иш бошланиши билан 2-4 талабалардан иборат бўлган ҳар бир группачага синган қовушқоқ, мўрт ва толиқиш оқибатида синган деталлар ёки намуналар қисми, микронамуналар тайёрлаш учун махсус намуналар, ҳамда ишни бажариш учун керак бўлган атласлар ва давлат стандартлари берилади, кейин асосий иш қуйидаги тартибда олиб борилади:

- 1 - синиш юзаларини текшириб, расмини чизади ва хотима беради;
- 2 - деталь ва пайвандланган бирикмаларнинг макронамуналарини тайёрлайди;

3 - иловадан фойдаланиб иссиқлайин босим билан ишланган махсулотларнинг толаларининг йўналишини, қуйма дендритларининг тузилишини, пайвандланган чокларнинг тузилишини ҳамда олтингугурт, фосфор ва углероднинг ликвацияларини аниқлаш учун реактивлар танлайди;

4 - макронамуналарни танланган реактивлар билан ишлайди;

5 - реактив таъсир эттирилган макронамуналарнинг расмини чизади;

6 - хулоса беради.

#### **4.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:**

1. Ишнинг мақсади;

2. Текшириш учун танланган деталлар ва намуналар;

3. Сিনিш юзаларининг характери, расми ва уларга қараб хотима бериш;

4. Макронамуналарни тайёрлаш усуллари;

5. Таъсир қилинадиган асосий реактивлар;

6. Намуналарга реактивлар таъсир қилишдан мақсад;

7. Реактивлар билан ишланган макронамуналарнинг расмлари;

8. Деталнинг сифатига ва тайёрлаш усулига бериладиган хулосалар.

**4.6. Хулосалар:** Хулоса шуки, металллар ва қотишмалардан тайёрланган макронамуналарнинг ковушқоқ, мўрт ва толиқиш оқибатида синиш турларини, синган деталлар ва намуналар кўринишларини, макроструктура тузилишларини, макроструктурани юзага чиқариш учун қўлланиладиган реактивларни ва бошқа керакли материалларни қўллаш усуллари ўрганилди. Махсус намуналар ва атласлардан фойдаланиб, синиш юзалари чизилди, сабаблари ўрганилди ва иш тўлиқ бажарилди. Ишни бажаришда керакли барча намуналардан унумли фойдаланилди.

#### **4.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Макроструктурали текшириш деб нимага айтилади;

2. Макротаҳлилнинг вазифаси нимадан иборат;

3. Метал ва қотишмаларнинг синиш турлари;

4. Макротаҳлил учун қўлланадиган реактивлар номлари;

5. Қайси реактив пайвандланган чок чегараси ва толалар йўналишини аниқлайди;

6. Металл толаларининг йўналишини аниқлаш усуллари;

7. Қотишмаларда кимёвий элементларнинг ликвациясини, яъни нотекис жойлашини аниқлаш.

### ЮМШАТИЛГАН ПУЛАТЛАРНИНГ УГЛЕРОД МИҚДОРИ ЎЗГАРИШИ БЎЙИЧА ҚАТТИҚЛИГИНИ АНИҚЛАШ

**5.1. Ишнинг мақсади:** Талабаларга юмшатишган пулатларнинг қаттиқлигини Бринель ва Роквель приборлари ёрдамида аниқлаш усулларини ўргатиш ҳамда пулатларнинг қаттиқлиги уларнинг таркибидаги углерод миқдорига боғлиқлигини тушинтириш.

**5.2. Ишнинг назарий қисми:** Ишлаб чиқариш саноатларида ишлатиладиган материаллар (чўянлар ёки пулатлар) ҳар хил механик хоссаларга эгадир. Шу хоссалар ичида энг кўп ишлатиладиган ва аниқлаши осон бўлган механик хосса бу қаттиқликдир. Металларнинг қаттиқлиги уларнинг пухтали ва мустаҳкамлиги юқори эканлигини билдиради.

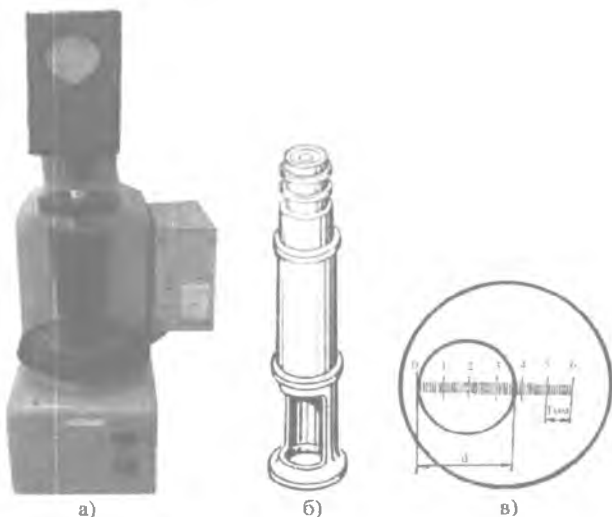
Қаттиқлик - деб синалаётган материалга бошқа қаттиқроқ жисм ботишини қаршилигига айтилади. Пулатнинг қаттиқлиги уларни таркибига, хоссасига ва ички структура тузиллигига боғлиқ бўлади. Металлар қаттиқлигини аниқлашни жуда кўп усуллари мавжуд бўлиб, биз ушбу ишда уларнинг фақат икки усули билан танишамиз:

1 - Бринель усули (НВ);

2 - Роквель усули (HRC).

*1. Бринель приборида қаттиқликни аниқлаш усули.* Бу усулда металл намунанинг текис юзасига юк таъсири остида пулат шарча ботирилади. Пулат шарчани диаметрини ва юк қатталигини материал қалинлиги ва унинг қаттиқлигига қараб танланади. Намунани синаш қуйидагича олиб борилади. Қаттиқлиги ўлчанадиган намуна юзасини жилвирлаш қоғози ва эгов билан яхшилаб тозаланади. Намуна Бринель прибори (5.1-расм,а) столига қўйилади ва приборни шпинделига жойлаштирилган шарча билан тегишганча кўтарилади (бу дастлабки юк). Сўнгра оғирлик тушиб синалаётган намунага шарчани ботиради ва намуна юзасида шарча изи қолади ҳамда шу кичкина из диаметри микроскопда кўриб ўлчанади (5.1-расм,б,в).





5.1-расм. Бринель ТБ 5004 прибори умумий кўриниши (а), из диаметрини кўриш микрокопи (б) ва намуна юзасида ҳосил бўлган шарча изи (в).

Намунадаги из қанчалик катта бўлса, материал шунчалик юмшоқ бўлади. Қаттиқликни сон қиймати куйидагича аниқланади: из диаметри лупа ёрдамида ўлчаниб, унинг қийматидан жадвалда тўғри келадиган қаттиқлик сони топилади. Бу усулнинг афзаллик томонлари шуки, у жуда оддий ва ўлчаш аниқлиги юқоридир. Бу усул билан қаттиқлиги  $HB > 450$  бўлган материаллар қаттиқлигини ўлчаш тавсия этилмайди, масалан, тобланган пўлатларни, чунки ўлчаш вақтида шарча деформацияланиши мумкин ва материал қаттиқлиги сон қийматини аниқлаб бўлмайди.

2. *Роквель приборида қаттиқликни аниқлаш усули.* Роквель усулида (5.2-расм) олмос конус ёки пўлат шарчага куч таъсирида ботиш чуқурлигига қараб қаттиқлик аниқланади. Қаттиқлиги аниқланаётган намунанинг иккала томони ҳам айниқса, бир томони жуда яхши силлиқланган бўлиши керак, акс ҳолда ўлчанаётган қаттиқликни нотўғри кўрсатиши мумкин.

Қаттиқликни олмос конус билан ўлчашда юк 150 кг ёки 60 кг бўлиши мумкин. Бунда, қаттиқлик қиймати, прибор индикатори қора шкаласида кўрсатилади. Қаттиқлик HRC ва HRA билан белгиланади HRA қийматини HRC га аниқликдаги формула орқали ўтказилиши мумкин бўлади.

$$HRC = 2 HRA - 104$$

HRC ва HRA шкалаларида қаттиқлиги юқори бўлган материаллар ўлчанади. Қаттиқлиги юқори бўлмаган материаллар учун пўлат шарчасидан фойдаланилади ва унда юк 200 кг ни ташкил этади. Бу ҳолда қаттиқлик

циферблатанинг қизил В шкаласи сони билан характерланади ва HRB билан белгиланади. Қаттиқликни ўлчашда Роквелл приборига ҳар хил юклар қўйилади. Роквелл приборининг умумий кўриниши ва ишлаш принципи 5.2-расмда келтирилган.



5.2-расм. Қаттиқликни ўлчовчи Роквелл ТК-2 приборининг умумий кўриниши.

Қаттиқлиги ўлчанаётган намуна прибор столига қўйилади. Стол стрелкаси бўйича маховикни айлантириб, столни ва намунани олмос конусли ғилофга тегканча кўтарамиз. Индикаторнинг кичик стрелкасини қизил нуқтагача ва катта стрелкасини вертикал ҳолга 0 га етмагунча маховикни айлантираемиз. Бунда конус материалга бота бошлайди. Катта стрелкани нольга келтириш учун барабан ричагини айлантираемиз ва 0 га келтираемиз. Шунда индикатордаги кичик стрелка қизил нуқтага, катта стрелкаси эса вертикал ҳолда 0 га келтирилади. Шунда катта стрелка уч марта айлантирилади ва 0 га келгандан кейин ўлчаш педали босилади. Педаль босилгандан кейин 3-5 секунд давомида қаттиқлик ўлчанади ва прибор циферблатасида аниқ кўрсатилади. Шу тариқа биз пўлат намуналарнинг қаттиқлигини билиб оламиз ва тегишли жадвалларга киритамиз.

3. *Виккерс приборида қаттиқликни аниқлаш усули.* Виккерс усулида (5.3-расм,а) тўрт кыррали олмос пирамида  $136^\circ$  куч таъсирида ботиш чуқурлигига қараб қаттиқлик аниқланади. Қаттиқлиги аниқланаётган намунанинг иккала томони ҳам жуда яхши силлиқланган бўлиши керак, акс

ҳолда ўлчанаётган қаттиқликни нотўғри кўрсатиши эҳтимоли мавжуд. Олмос пирамида билан ўлчаётганда олинаётган из диагонал оралиғи ва ўлчанаётгандаги юклар доимий қолади. Шу тариқа бажарилаётган иш мақсадига қараб, юкларни қўпайтириш ёки камайитириш имконини беради.

Виккерс приборида намуналар қаттиқлигини синаётганда станинаси силжимаслиги лозим, чунки унинг пастки қисмида маховик ёрдамида вертикал айлантириладиган столлик ўрнатилган. Синалаётган намунанинг юза сирт қисми маҳкамланган столга ўрнатилади ва кейин стол аста-секин олмос пирамидага қараб кўтарилади ва намунага теккизилади ҳамда педаль босилиши билан пускли рычаг юклама механизми орқали микроскоп ёрдамида олинган из (5.3-расм,б) диагонали узунлиги аниқланади.

Микроскоп окулярида иккита шторка бўлади: 1-суриладиган; 2-сурилмайдиган. Микрометрли винт айланадиган барабан кўрсаткичи сонлари билан маҳкамланган. Олмос пирамида ёрдамида ҳосил қилинган из (5.3-расм,а га қаранг) махсус жадвал ёрдамида Виккерс бўйича қаттиқлик сонларига айлантирилади, яъни олдин намуна қаттиқлиги жадвалдан аниқланади ва кейин Виккерс қаттиқлигига ўтказилади (Эслатма: бунинг учун махсус жадвал бўлиши шарт, акс ҳолда қаттиқликни аниқлаш қийин бўлади). Шу усулда Виккерс қаттиқлиги топилади ва тегишли жадвалларга киритилади. Виккерс приборида бериладиган юкларни 1,3,5,10,20,30,50,100 ва 120 кг ҳосил қилиш мумкин. Шу юклар тўғри қўйилганда қаттиқлик аниқ ўлчанади. Юкни қанчалик катта олсак, синаладиган материалга олмос пирамида шунчалик чуқур киради. Шу боис, юпка қатламли қаттиқликни ўлчаш учун кам юк қўйилади 1,3 ёки 5 кг. Бу приборда қалинлиги 0,3-0,5 мм гача бўлган ёки юза қатлам қалинлиги 0,03-0,05 мм гача бўлган намуналар қаттиқлигини ўлчаш мумкин. Билиб қўйиш керакки, унча катта бўлмаган юкда, масалан, 1 кг олмос пирамидадаги из етарли бўлмаган ҳолда диагонал узунлигини аниқлашда хатолик келтириб чиқариши мумкин. Шу сабабли цианланган пўлат қатлами қалинлигини ўлчаш учун 0,04-0,06 мм гача бўлганда юк 5 кг ни ҳамда азотланган пўлат қатламининг қалинлиги 0,05 мм гача, асосий юклар эса 5 ёки 10 кг бўлган юклар қўлланилади. Виккерс бўйича қаттиқликни белгилашда қабул қилинган юкларни (1кг, 3кг ва бошқалар) кўрсатиш талаб этилади. Қаттиқлиги олмос пирамидада аниқланадиган намуналар юза қатлам қалинлиги қисми эҳтиёткорона жилвирланган ва майин силлиқланган бўлиши керак. Синаладиган намуна қалинлиги диагонал изидан 1,5 баробарга кам бўлиши керак.



5.3-расм. Виккерс буйича юза қатлам қалинлиги бўладиган металллар ва қотишмалар қаттиқлигини аниқлаш (а) ва олмос пирамида босимида олинган изи ўлчами (б) схемасининг кўриниши.

**5.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ва қотишмалар қаттиқлигини ўлчашда Бринель ва Роквель приборлари, уларнинг юклари (нагрузкалари), олмос конус ва пўлат шарли учликлардан фойдаланилади. Бунинг учун намуналар юмшатиш ҳолатда юмшоқ ва тобланган ҳолатда қаттиқ бўлиши керак. Қаттиқликни ўлчашда приборларни ўзи, намуналар, оптик микроскоплар, учликлар, юклар, махсус жадваллар, жилвирлаш станоклари, жилвирлаш қоғозлари, атласлар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**5.4. Ишни бажариш тартиби:** Ишни бажариш учун талабалар 3-4 тадан кичик гуруҳларга бўлинади. Бу гуруҳлар таркибида 0,07%, 0,45%, 0,6%, 0,8% углерод бўлган пўлат намуналарини олишади. Бунда ҳамма намуналар юмшатиш ва мувозанат ҳолатда бўлади, яъни уларнинг қаттиқлиги  $HV=300$  дан ошмаслиги керак. Демак, қаттиқликлар Бринель усулида ва Роквель усулида пўлат шарча ёки олмос конус ёрдамида аниқланади ҳамда ишни бажариш тартиби қуйидагича бўлади:

1. Синалаётган намуна юзаси жилвирлаш қоғози ёрдамида тозаланади;
2. Бринель приборида 750 кг юк ва 5 мм ли шарча ўрнатилади;
3. Намуна прибор столига ўрнатилиб синаш ўтказилади;
4. Изнинг диаметри ўлчанади;

5. Ўлчанган изнинг қаттиқлиги махсус жадвалдан аниқланади ва 5.1-жадвалга киритилади;

6. Шу намунани ўзини Роквелл прибори столига ўрнатилади;

7. Қаттиқлик 3 марта ўлчаниб 5.2-жадвалга киритилади;

8. HRC қаттиқлик қийматини жадвалар ёрдамида НВ қийматига ўтказилади;

9. Пулат таркибидаги углерод ва унинг қаттиқлиги орасидаги боғлиқлик графиги чизилади;

10. Хулоса ёзилади.

Намуналардаги изнинг диаметри қаттиқлик жадвалидан аниқланади ва 5.1-жадвалга киритилади.

| № т/р | Материал маркази ва намуна қалинлиги | Юк ва шарча диаметри, мм | Изнинг диаметри, мм |         | Изнинг ўртача диаметри, мм | Қаттиқлик, НВ |
|-------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------|----------------------------|---------------|
|       |                                      |                          | 1-ўлчов             | 2-ўлчов |                            |               |
| 1.    |                                      |                          |                     |         |                            |               |
| 2.    |                                      |                          |                     |         |                            |               |
| 3.    |                                      |                          |                     |         |                            |               |
| 4.    |                                      |                          |                     |         |                            |               |

Намуналарнинг қаттиқлиги 3 марта ўлчанади ва 5.2-жадвалга киритилади.

| № т/р | Намуна материали маркази | Индикатор шкаласи | Қаттиқлик, HRC |         |         | Ўртача ўлчовлар, HRC | Қаттиқлик, НВ бўйича |
|-------|--------------------------|-------------------|----------------|---------|---------|----------------------|----------------------|
|       |                          |                   | 1-ўлчов        | 2-ўлчов | 3-ўлчов |                      |                      |
| 1.    |                          |                   |                |         |         |                      |                      |
| 2.    |                          |                   |                |         |         |                      |                      |
| 3.    |                          |                   |                |         |         |                      |                      |
| 4.    |                          |                   |                |         |         |                      |                      |

#### 5.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:

1. Ишнинг мақсади;

2. Назарий қисмнинг қисқача баёни;

3. Қаттиқлиги Бринельда ўлчанган намунада қолган шарча изининг диаметрини ўлчаш схемаси;

4. Биринчи ва иккинчи жадвалларни тўлдириш;

5. Пулат таркибидаги углерод ва унинг қаттиқлиги орасидаги боғлиқлик графигини чизиш.

**5.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, юмшатишган пулатларни углерод миқдори ўзгариши бўйича қаттиқлигини аниқлаш Бринель ва Роквель приборларида ўлчанди. Олинган натижалар 4.1 ва 4.2 – жадвалларга киритилди ва пулатларнинг таркибидаги углерод ва унинг қаттиқлиги орасидаги боғлиқлик графиги чизилди ҳамда ишга умумий хулоса берилди. Ишни бажаришда керакли барча намуналардан унумли фойдаланилди.

**5.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Қаттиқлик деб нимага айтилади;
2. Бринель приборида қандай намуналар қаттиқлиги ўлчанади;
3. Бринель приборига қандай юклар қўйилади;
4. Роквель приборида қандай намуналар қаттиқлиги ўлчанади;
5. Роквель приборига қандай юклар қўйилади;
6. Қандай учликларни биласиз;
7. Бу ишда оптик микроскоп нима учун керак;
8. НВ бўйича ўлчанган изнинг қаттиқлиги қандай аниқланади.

## 6 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

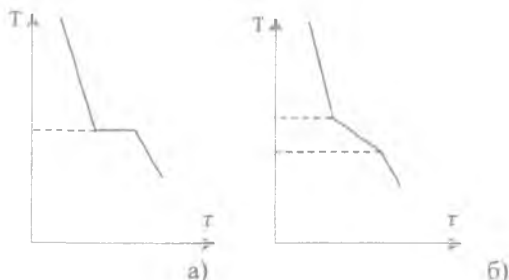
### ҲОЛАТ ДИАГРАММАЛАРИНИ ТЕРМИК ТАҲЛИЛ УСУЛИ ЁРДАМИДА ТУЗИШ

**6.1. Ишнинг мақсади:** Икки компонентли қотишмалар системасининг ҳолат диаграммасини тузиш ва уларни таҳлил қилиш.

**6.2. Ишнинг назарий қисми:** Аввало қотишма нима эканлиги ва уни қайси усуллар билан таҳлил қилиш жараёнлари билан танишиб чиқамиз. Қотишма деб икки ва ундан ортиқ элементларни бирга эритиб ҳосил қилинган моддага айтилади. Қотишмани ташкил этувчи элементлар компонентлар дейилади. Компонентларнинг ўзаро нисбати турлича бўлганида ҳар хил ҳароратда, қотишмаларнинг ҳолати турлича бўлиши мумкин (Масалан, суюқ, қаттиқ ва қаттиқ заррачалари бўлган суюқлик). Демак, компонентларнинг ўзаро нисбатига ва ҳароратига қараб, қотишманинг ҳолатини ҳолат диаграммаси шаклида ифоладалаш мумкин бўлади.

Металл ва қотишмаларнинг ҳар қандай ҳолатини ўзгаришини турли ўзгаришлар натижасида иссиқлик эффекти содир бўлади - иссиқлик ёки ютилади ёки ажралиб чиқилади. Қотишмаларни қизиш ва совиш эгри чизиғи графигини кўриб чиқадиган бўлсак, графикда шундай нуқталарни кўриш мумкин у, қаттиқ эффектини пайдо бўлиши ва яқунланишига тўғри келади. Бундай нуқталар критик нуқталар дейилади. Улар қотишмаларда бўладиган ўзгаришларнинг бошланиши ва яқунланиши қайси ҳароратга тўғри келишини кўрсатади. Тоза металлларни суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиши мутассил ҳароратда рўй беради (6.1-расм,а). Тоза металллардан фарқли

ўларок, қотишмалардаги ўзгаришлар ҳарорат оралиғида рўй беради (6.1 расм,б).



6.1-расм. Тоza металлнинг совиш эгри чизиғи (а) ва қотишманинг совуш тезлиги (б).

Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларини тузиш провардида, критик нуқталарни қотишмаланинг совиш графигидан аниқлаб (ҳарорат вақт координаталаридаги) сўнгра диаграммага кўчирилади (компонентларнинг миқдори ҳарорат координатасига).

**6.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ва уларнинг қотишмаларини таҳлилни ўтказиш учун электро печлар, терморалар, махсус тигеллар, ҳар хил таркибдаги қотишмалар, потенциометрлар, оловбардош ғишглр, стерженлар, сиёҳлар, қаламлар, линейкалар ва турли ручкалар ҳамда ўқув-услубий кўрсатмалар керак бўлади. Шу билан бирга зарурий приборлар, намуналар, жадваллар, атласлар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**6.4. Ишни бажариш тартиби:** Шу иш учун компонентларнинг (қалай ва рух) ўзаро нисбати турлича 5 та қотишма тайёрланган ва улар 6.1-жадвалда кўрсатилган.

6.1-жадвал

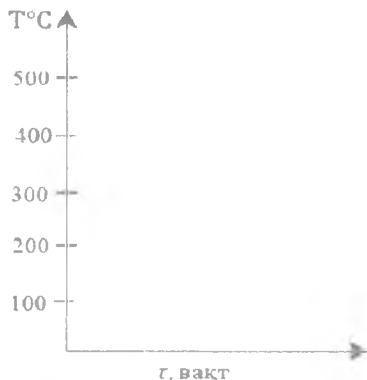
Тайёрланган қотишмаларнинг миқдори, % ҳисобида

| № т/р | Қотишмалар | 1   | 2  | 3  | 4  | 5   |
|-------|------------|-----|----|----|----|-----|
| 1.    | %          | 0   | 4  | 8  | 60 | 100 |
| 2.    | %          | 100 | 96 | 92 | 40 | 0   |

Талабалар 2-3 тадан бўлиб, 5 группачага ажратилади ва сўнгра ҳар бир қотишмани суyoқ ҳолатга келгунча (эригунча) қиздирилади. Қиздириш печ ичида жойланган махсус тигелларда олиб бoрилади:

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| I – қотишма   | T = 250 - 260°C гача |
| II – қотишма  | T = 250 - 260°C гача |
| III – қотишма | T = 240 - 250°C гача |
| IV – қотишма  | T = 400 - 410°C гача |
| V – қотишма   | T = 450 - 460°C гача |

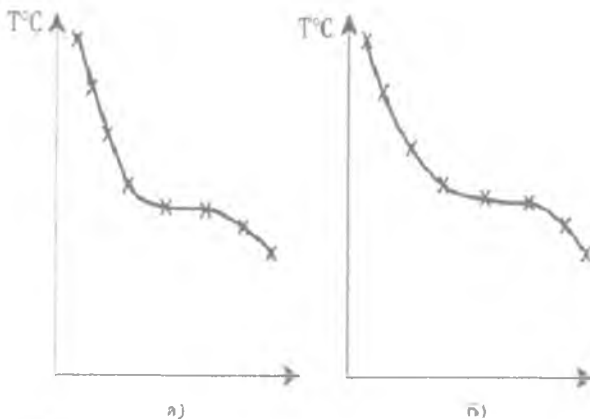
Ҳароратнинг ортиб бориши потенциометр орқали назорат қилинади. Сунгра қотишмаларни эриб бўлишига қараб, тигеллардаги эриган қотишмани совитиш учун махсус чуқурчага жойлаштирилади ва потенциометрни кўрсатишини ҳар 10 секундда 1°C гача бўлган аниқликда ёзиб борилади. (Эслатма: потенциометрни барча маълумотларини ёзиб бориш шарт, қуйдагиларга аҳамият бермаган ҳолда ҳарорат тез пасаядими, секинми ёки пасайиши вақтинча тўхтаб қоладими?) барибир ёзиш керак. Потенциометрни кўрсатиши 160°C га тушгунча ёзиш давом эттирилади. Олинган маълумотларга асосланиб қотишмани совитиш графиги ҳарорат – вақт координаталарида чизилади (6.2-расм).



6.2-расм. Ҳарорат ва вақт ўқи графиги.

Қуйдагиларни тавсия қиламиз: Ордината ўқига ( $y$ ) ҳарорат шкаласини жойлашни, абцисса ўқига ( $X$ ) вақт шкаласини жойлашни (ўлчанган ҳарорат ҳисоботларининг номерини ёки вақтини секундларда) ёзиш бориш керак. Бунинг учун Масштаб: Ҳарорат ўқига 1 мм - 2°C вақт ўқига 1 мм битта ҳисоб ёки 10 сек. Асосий графикга барча малумотлар жойлаштирилади (ҳарорат – вақт координаталарига) ва ундан кейинги графикдаги барча нуқталар охиста бирлаштирилади (совитиш эгри чизиғи) қурилади. Масалан, мутадил ҳароратда кристалланишнинг совитиш эгри чизиғи ва ҳарорат оралигида кристалланидиган қотишманинг совитиш эгри чизиғи 6.3-расмда келтирилган.





6.3-расм. Мутадил ҳароратда кристалланишнинг совиш эгри чизиғи (а) ва ҳароратлар оралиғида кристалланадиган қотишманинг совиш эгри чизиғи (б).

Барпо қилинган графикда критик нуқталар аниқланади:

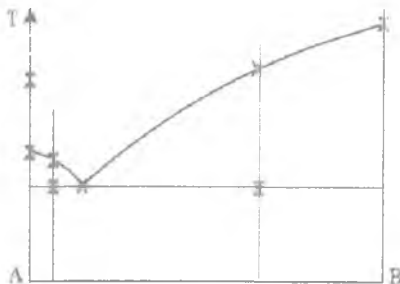
1. Горизонтал майдончанинг ҳарорати (агар у бўлса) - Т, 6.3-расм,а.
2. Графикни ўқларга нисбатан кескин бурилган қисми, яъни совиш тезлиги ўзгаргандаги ҳарорати - Т ва Т, 6.3-расм,б.

Қуйидагилар графикда белгиланиб, сўнгра кўрсатилади қайси ҳароратда совиш эгри чизиғида букилиш рўй беради, қайси ҳароратда қотишма ҳароратининг пасайишини тўхташи кузатилади. Аниқланган кристалланиш жараёнининг бошланиши ва якунланиши критик нуқталарини жамловчи 6.2-жадвалга ёзилади.

6.2-жадвал

| № т/р | Кристалланиш ҳарорати       | Қотишмаларнинг критик ҳароратларини қийматлари |  |
|-------|-----------------------------|--|--|
|       |                             |  |  |
| 1.    | Кристалланишнинг бошланиши  |  |  |
| 2.    | Кристалланишнинг якунланиши |  |  |

Кристалланишни бошланиши ва якунланишини билдирувчи критик нуқталар (ҳароратлар) жамланган жадвалга эга бўлган ҳолда тадқиқ қилинаётган қотишмаларнинг ҳолат диаграммасини барпо этишга киришиш лозим. Бунинг учун абцисса ўқига компонентларнинг фоиз миқдори, ордината ўқига эса кристалланишнинг бошланиши ва якунланиши ҳарорати (нуқтаси) жойлаштирилади (6.4-расм).



6.4-расм. Қотишмалар системасининг ҳолат диаграммасининг кўриниши.

Қотишмада кристалланиш бошланишини аниқлашчи барча нуқталар раван чизиқлар билан туташтирилади (ликвидус чизиғи) сўнгра кристалланиш якунланганлигини билдирувчи барча нуқталар туташтирилади (солидус чизиғи).

Сиз ва биз тузган диаграммада қотишманинг суяқ ҳолатини, қаттиқ ҳолатини ва бир вақтда ҳам суяқ ҳам қаттиқ фазаларнинг мавжудлик областини кўрсатинг.

#### 6.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:

1. Ишни бажаришдан мақсад;
2. Қотишмалар таркиби;
3. Сиз текширган қотишма совигандаги ҳарорат ўлчанган протоколи;
4. Сиз текширган қотишманинг совиш графиги;
5. Барча қотишмаларнинг критик нуқталари ёзилган жадвали;
6. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

**6.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, металллар ва уларнинг қотишмаларини таҳлилини ўтказиш учун электропечлардан, термопаралардан, махсус тигеллардан, ҳар хил таркибли қотишмалардан, потенциометрлардан ва оловбардош ғиштлардан унумли фойдаланилди. Ишга ҳар хил рангли стерженлар, сиёҳлар, қаламлар, ручкалар ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллар фойдаланилди.

#### 6.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:

1. Қотишма деб нимага айтилади;
2. Қотишмада неча компонентлар бўлиши мумкин;
3. Ликвидус (солидус) нуқтаси деб нимага айтилади;
4. Кристалланишда иссиқлик чиқишини сабаби нима;
5. Совиш эгри чизиқ деб нимага айтилади;
6. Ҳолат диаграммаси деб нимага айтилади;
7. Қандай концентрациядаги компонентлар эвтектика дейилади;
8. Потенциометр ва термопаралар нима вазифани бажаради.

## ИККИ КОМПОНЕНТЛИ СИСТЕМАДАГИ ҚОТИШМАЛАРНИНГ ҲОЛАТ ДИАГРАММАЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

**7.1. Ишнинг мақсади:** Талабаларга икки компонентдан иборат бўлган қотишмалар системасини таҳлил қилишни ўргатиш. Талабалар бажарилдиган ишни номерини гуруҳ журнали рўйхатидаги номерига қараб танланади ва иловадан текшириладиган системадаги қотишмани ҳолат диаграммасини ҳамда ишнинг шартини кўчириб олади. Иш шартига биноан талаба икки қотишма учун фазалари кўрсатилган совиш эгри чизиги, сўнгра биринчи қотишма учун  $t_1$  ҳароратда, иккинчи қотишма учун  $t_2$  ҳароратда фазалар миқдорини аниқлаш керак.

**7.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда биз асосан қотишмалар таърифи ва икки компонентли системадаги қотишмалар ҳолат диаграммасини таҳлил қилишни кўриб чиқамиз. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси деб қотишмалар ҳолатини ҳарорат ва кимёвий таркибига қараб ўзгаришини кўрсатувчи чизма тасавури графикага айтилади. Бундай графиклар асосан термик таҳлил ёрдамида тузилади. Ҳолат диаграммаси қотишма назариясининг муҳим қисмини ташкил этади. Икки ёки ундан ортиқ элементлардан эритиб олинган моддага - бирикмага қотишма дейилади. Қотишмани ташкил этувчи элементлар компонентлар дейилади. Қотишмалар икки, уч ва кўп компонентли бўлади. Компонентларнинг турига қараб ҳар хил системаларга эга бўламиз. Масалан, темир-углерод, алюминий-мис, алюминий-магний, марганец ва бошқалар системалардаги қотишмалардир.

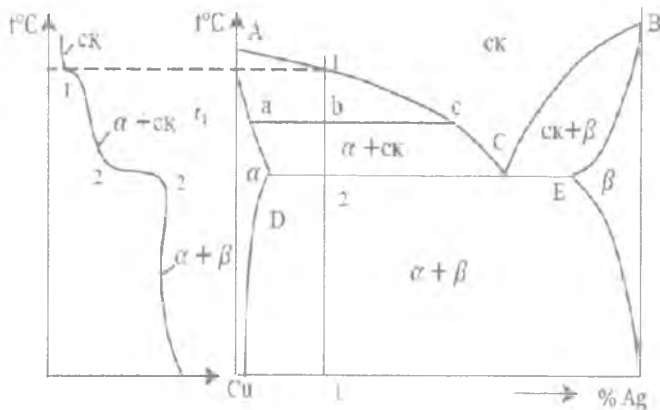
Таҳлил қилинаётган системадаги қотишмаларнинг миқдорлар исботи концент-рацияси деб унинг таркибида иштирок этувчи ҳар бир элементнинг миқдори тушунилади.

Асосий фаза қотишманинг бир жинсли қисми бўлиб, иккинчи қисмидан чегара сиртлари билан ажрайди ва бу чегарадан ўтганда модданинг кимёвий таркиби, структураси ва хоссалари кескин ўзгаради. Моддалар суюқ ва қаттиқ фаза ҳолатида бўлиши мумкин. Масалан, сув ва муз икки фазали система ҳисобланади. Ўз қаторида қаттиқ фаза қаттиқ эритма ёки кимёвий бирикмадан иборат бўлиши мумкин.

Қаттиқ эритмалар бир жинсли суюқ қотишмада кристалланиш натижасида кристалл панжара қотишмани ташкил этувчи элемент атомлари сақланган ҳолда ҳосил бўлади. Қаттиқ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  эритмалар ва бошқа ҳарфлар билан белгиланади. Кимёвий бирикмалар қотишмани ташкил этувчи компонентлар орасида кимёвий боғланиш бўлганда ҳосил бўлади (масалан  $A_nB_m$ ).

Қаттиқ эритма ёки кимёвий бирикма ҳосил қилиш учун шароит бўлмаганда иккала компонентнинг донасидан ташкил топган ва уларнинг механик аралашмасидан иборат бўлган қотишма ҳосил бўлади.

Маълум ҳолат диаграммаси ҳар-хил чизиклардан иборат бўлиб, бу чизиклар қотишмаларни ҳар-хил фазавий ҳолат областларига бўлинади (7.1-расм). АСВ чизигидан юқори системадаги (масалан, Си-Ag) ҳамма қотишмалар суяқ ҳолатда бўлади ва бу чизикни **ликвидус чизиги** деб аталади. АДСЕВ чизиги пастда системадаги ҳамма қотишмалар каттик ҳолатда бўлади ва бу чизикни **солидус чизиги** дейилади.



7.1-расм. Cu-Ag ҳолат диаграммаси ва совиш эгри чизиги графигининг кўриниши.

Қотиш кристалл (қаттик) ҳолатда бир фазали икки фазали ва кўп фазали бўлиши мумкин. Бу фазаларнинг миқдори ва ўзаро жойлашишига қараб қотишмаларнинг хилма-хил ички тузилиши структураси ҳосил бўлади.

**7.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмалар таҳлилини ўтказиш учун ҳар хил таркибли қотишмалар ҳолат диаграммалари, турли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар керак бўлади. Шу билан бирга зарурий намуналар, жадваллар, атласлар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**7.4. Ишни бажариш тартиби:** 1. Берилган ҳолат диаграммани масштаб чизилади ва унда фава лари кўрсатилади; 2. Рангли қалам билан текшириладиган қотишмалар чизиги (масалан, 7.1-расмдаги II) ўтказилади ва критик ҳароратлар (қотишма чизиги билан диаграмма чизиги кесишган нуқта) номерланади (масалан, 1,2...); 3. Ҳолат диаграмманинг чап томонидан I-қотишма учун, ўнг томонида 2-қотишма учун совиш эгри чизиги чизилади (7.1-расмга қаранг). Совиш эгри чизикларида суяқ қотишмани уй ҳароратига совитганда содир бўладиган фазавий ўзгаришлар кўрсатилади; 4. Фазалар миқдори I-қотишма учун  $t_1$  ҳароратда, 2-қотишма учун  $t_2$  ҳароратда, аниқланади. Бунинг учун қотишма чизигида берилган ҳароратларга (масалан,  $t_1$  ва  $t_2$ ) тааллуқли нуқталар (масалан, 7.1-расмда  $b$  нуқта) аниқланади. Ҳар

бир фазанинг нисбий миқдорини (агар кўрсатилган ҳароратда қотишма икки фазадан иборат бўлса) аниқлаш учун  $b$  нуқтадан фазалар чегарасига бўлган горизонтал чизиқ (каннода) ўтказилади ва унинг узунлиги аниқланади  $a_c$  чизиғи қотишманинг тула массасига (100%) мисол бўлади. У ҳолда суюқ фазанинг миқдори  $a_b$  кесмаси қаттиқ фазанинг ( $\alpha$ -нинг) миқдори эса  $b_c$  кесмаси орқали ифодаланади:

$$A_{сж} = \frac{a_b \cdot 100}{a_c}, \quad \%, \quad A\alpha = \frac{b_c \cdot 100}{a_c}, \quad \%$$

5. Совиш эгри чизиғи ёнида текширилаётган қотишмаларнинг уй ҳароратидаги структуралари схематик равишда чизилади.

#### 7.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:

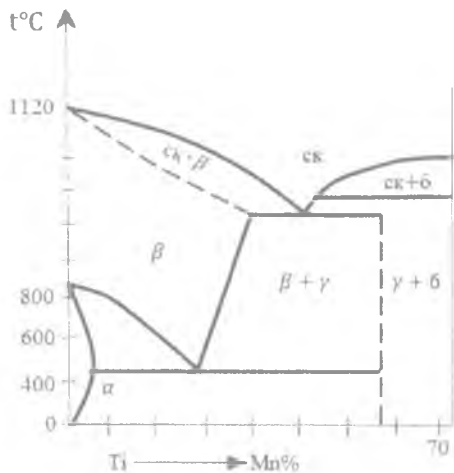
1. Ишнинг мақсади;
2. Ишнинг назарий қисмидан қисқача маълумот ёзиши лозим;
3. Берилган ҳолат диаграммасини ва иккита қотишманинг совиш эгри чизиғини чизиб, сўнгра  $t_1$  ва  $t_2$  ҳароратларда фазалар миқдорини ҳисобини келтириш керак.

7.6. **Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, қотишмаларнинг таҳлилини ўтказиш учун фойдаланилган ҳар хил таркибли қотишмаларнинг таркиблари, киздириш ёки совиш эгри чизиғларини чизиш ва кейин уларни таҳлил қилиш. Ишни бажаришда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

#### 7.7. Мустақил таёрланиш учун саволлар:

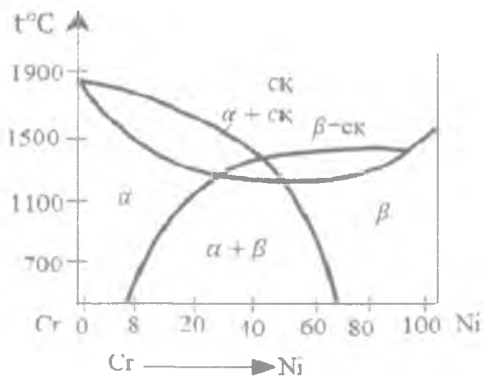
1. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларининг асосий аҳамияти;
2. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларининг кўриш усуллари;
3. Ҳолат диаграммаларининг фаза ва структура ташкил этувчилари;
4. Ҳамма диаграммаларининг турлари;
5. Ҳолат диаграммаларининг асосий турларининг схематик кўриниши;
6. Берилган ҳолат диаграммасига қараб қотишмаларнинг совиш эгри чизиғини чизиш;
7. Маълум бир ҳароратда қотишмаларнинг фазалар миқдорини аниқлаш.

**Иловалар:** 7 - Лаборатория иши бўйича «Икки компонентли системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларини таҳлил қилиш»ни мустақил равишда уйда бажариш учун талабаларга журнали рўйхати бўйича бериладиган ҳар хил таркибли системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси масалалар тўплами.



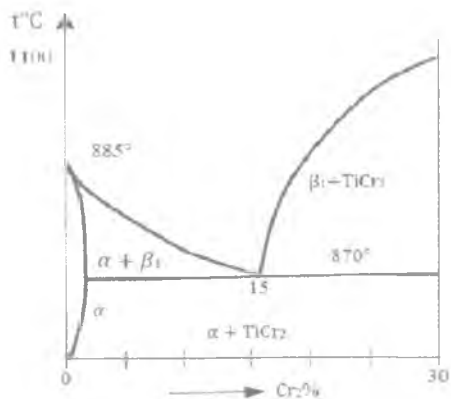
1-расм. Ti–Mn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Mn_1=10\%$        $t_1=450^{\circ}C$   
 $Mn_2=40\%$       $t_2=1000^{\circ}C$



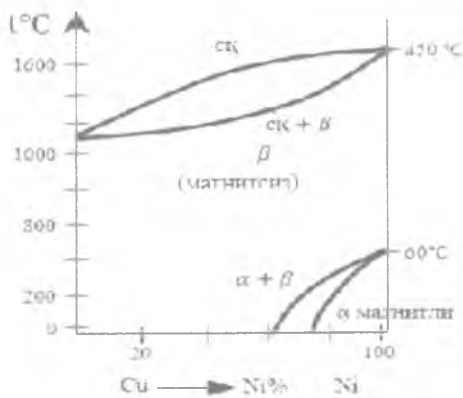
2-расм. Cr–Ni системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Ni_1=10\%$        $t_1=1100^{\circ}C$   
 $Ni_2=40\%$       $t_2=700^{\circ}C$



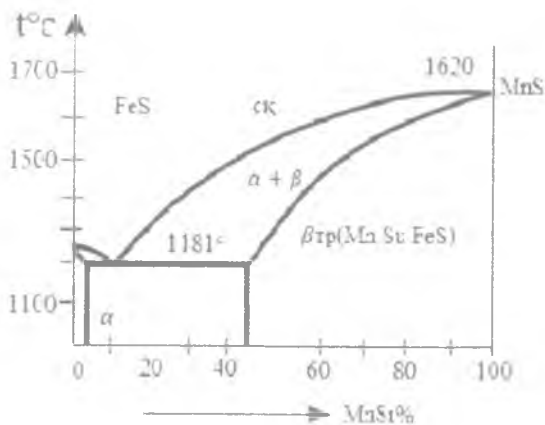
3-расм Ti-Cr системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Cr<sub>1</sub>=5%            t<sub>1</sub>=700°C  
 Cr<sub>2</sub>=20%          t<sub>2</sub>=1000°C



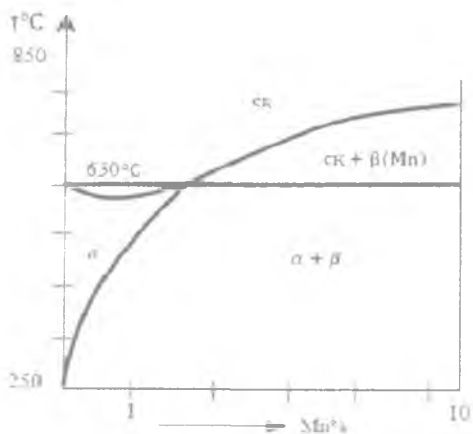
4-расм. Cu-Ni системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Ni<sub>1</sub>=40%            t<sub>1</sub>=1250°C  
 Ni<sub>2</sub>=70%            t<sub>2</sub>=50°C



5-расм. FeS–MnS системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

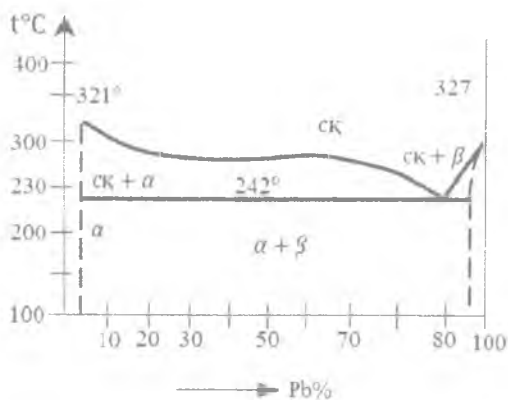
$MnS_1=20\%$        $t_1=1100^{\circ}C$   
 $MnS_2=50\%$        $t_2=1300^{\circ}C$



6-расм. Mg–Mn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Mn_1=1\%$        $t_1=450^{\circ}C$   
 $Mn_2=4\%$        $t_2=700^{\circ}C$

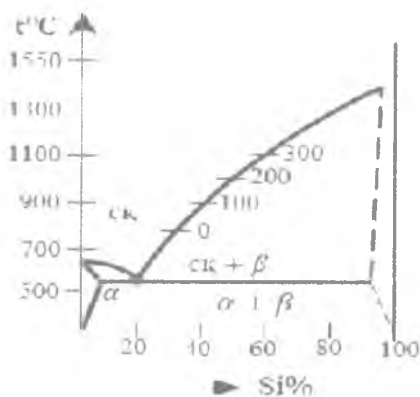




7-расм. Cd–Pb системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Pb<sub>1</sub>=40%      t<sub>1</sub>=200<sup>0</sup>C

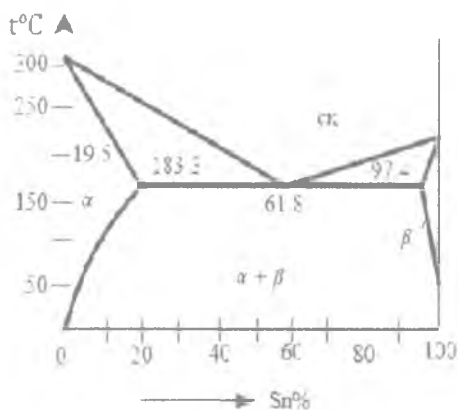
Pb<sub>2</sub>=95%      t<sub>2</sub>=270<sup>0</sup>C



8-расм. Al–Si системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

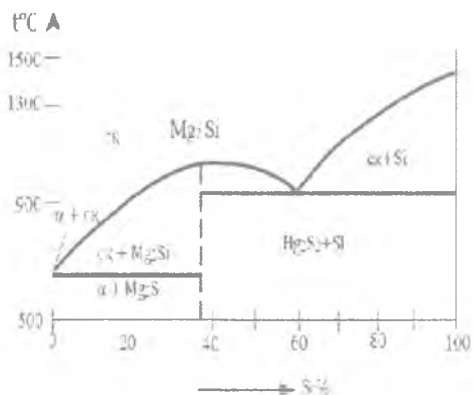
Si<sub>1</sub>=5%      t<sub>1</sub>=500<sup>0</sup>C

Si<sub>2</sub>=70%      t<sub>2</sub>=900<sup>0</sup>C



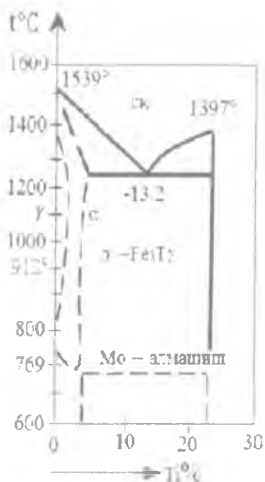
9-расм. Pb-Sn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Sn_1=30\%$                        $t_1=220^{\circ}C$   
 $Sn_2=65\%$                        $t_2=150^{\circ}C$



10-расм. Mg-Si системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

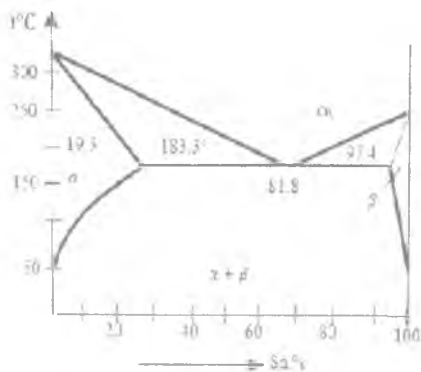
$Si_1=25\%$                        $t_1=800^{\circ}C$   
 $Si_2=55\%$                        $t_2=750^{\circ}C$



11-расм. Fe–Ti системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Ti<sub>1</sub>=8%      t<sub>1</sub>=1320<sup>0</sup>C

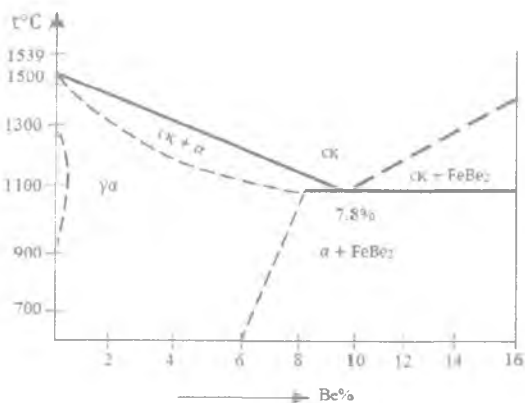
Ti<sub>2</sub>=15%      t<sub>2</sub>=1000<sup>0</sup>C



12-расм. Pb–Sn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

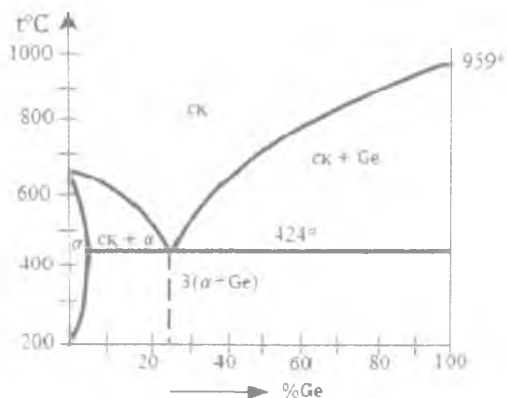
Sn<sub>1</sub>=15%      t<sub>1</sub>=100<sup>0</sup>C

Sn<sub>2</sub>=90%      t<sub>2</sub>=200<sup>0</sup>C



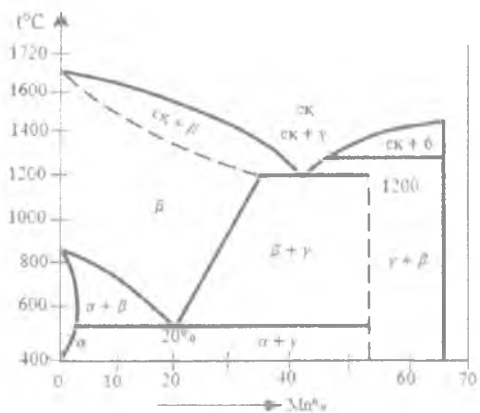
13-расм. Fe-Be системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Be<sub>1</sub>=7%                      t<sub>1</sub>=1200<sup>0</sup>C  
 Be<sub>2</sub>=12%                     t<sub>2</sub>=1300<sup>0</sup>C



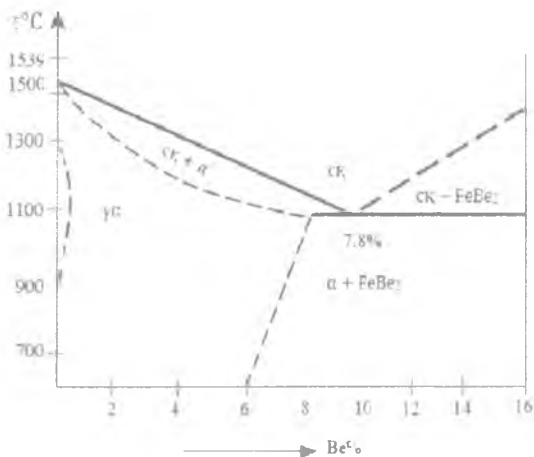
14-расм. Al-Ge системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Ge<sub>1</sub> = 15%                    t<sub>1</sub>=450<sup>0</sup>C  
 Ge<sub>2</sub>=75%                     t<sub>2</sub>=600<sup>0</sup>C



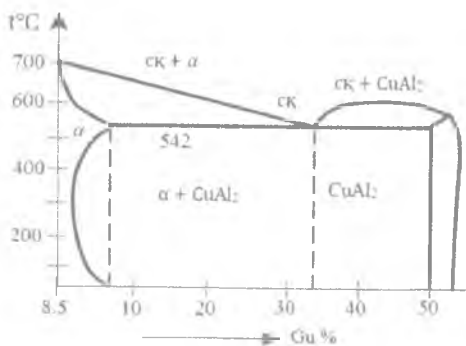
15-расм. Ti-Mn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Mn_1=10\%$   $t_1=600^{\circ}C$   
 $Mn_2=40\%$   $t_2=1000^{\circ}C$



16-расм. Fe-Be системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Be_1=4\%$   $t_1=1300^{\circ}C$   
 $Be_2=7\%$   $t_2=1000^{\circ}C$



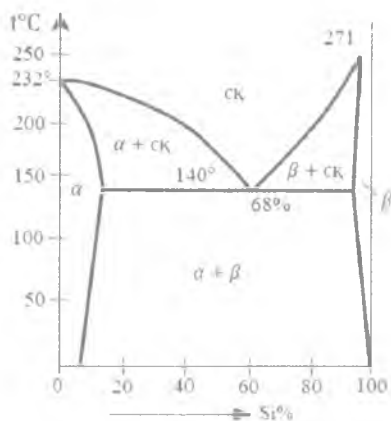
17-расм. Al–Cu системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Cu_1=10\%$        $t_1=600^{\circ}C$   
 $Cu_2=35\%$       $t_2=350^{\circ}C$



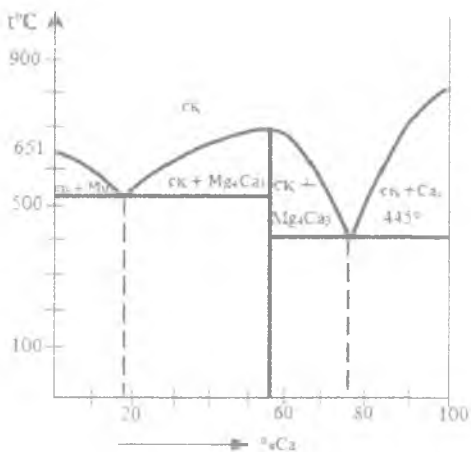
18-расм. Bi–Sb системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Sb_1=70\%$        $t_1=200^{\circ}C$   
 $Sb_2=30\%$        $t_2=320^{\circ}C$



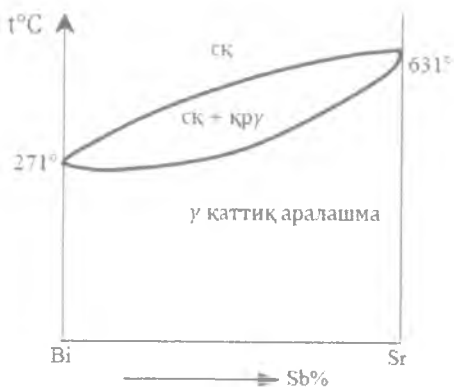
19-расм. Sn–Bi системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Bi_1=25\%$        $t_1=100^{\circ}C$   
 $Bi_2=80\%$        $t_2=160^{\circ}C$



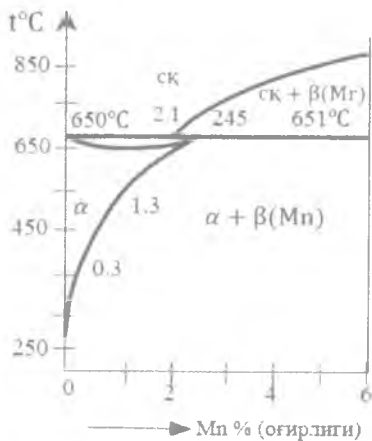
20-расм. Mg–Ca системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$Ca_1=30\%$        $t_1=300^{\circ}C$   
 $Ca_2=90\%$        $t_2=500^{\circ}C$



21-расм. Bi-Sb системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

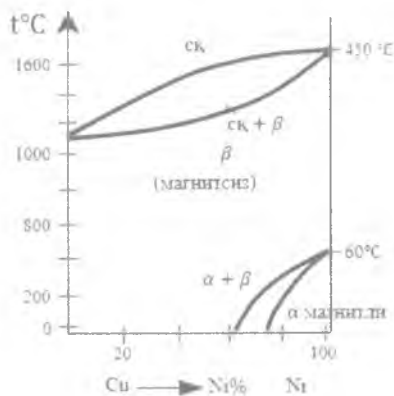
$Sb_1=1\%$                        $t_1=580^{\circ}C$   
 $Sb_2=4\%$                          $t_2=680^{\circ}C$



22-расм. Mg-Mn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

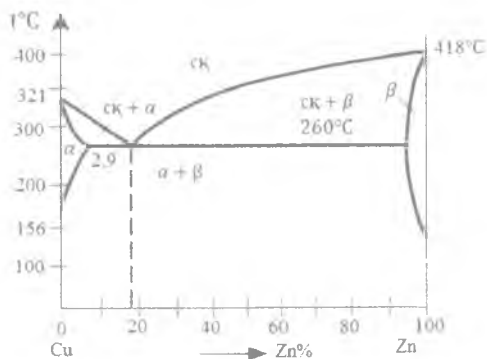
$Mn_1=1\%$                        $t_1=580^{\circ}C$   
 $Mn_2=4\%$                          $t_2=680^{\circ}C$





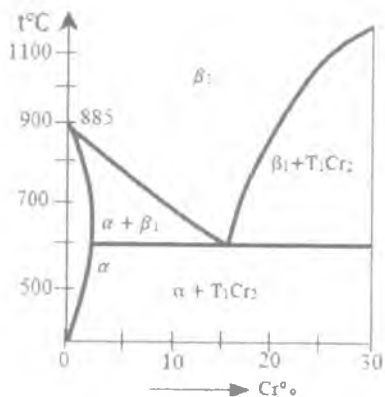
23-расм. Cu–Ni системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$$\begin{aligned} Ni_1 &= 75\% & t_1 &= 1500^\circ\text{C} \\ Ni_2 &= 40\% & t_2 &= 1250^\circ\text{C} \end{aligned}$$



24-расм. Cd–Zn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$$\begin{aligned} Zn_1 &= 10\% & t_1 &= 100^\circ\text{C} \\ Zn_2 &= 75\% & t_2 &= 300^\circ\text{C} \end{aligned}$$



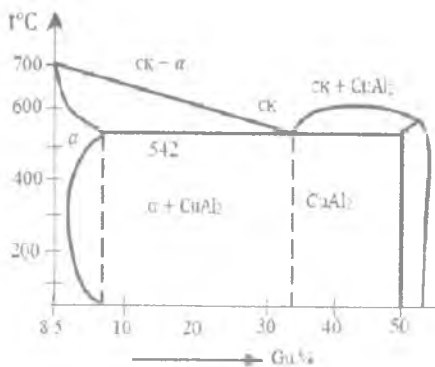
25-расм. Ti-Cr системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$$Cr_1=25\%$$

$$t_1=800^{\circ}C$$

$$Cr_2=10\%$$

$$t_2=700^{\circ}C$$



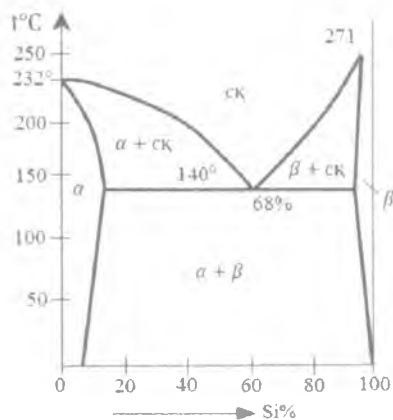
26-расм. Al-Cu системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$$Cu_1=13\%$$

$$t_1=610^{\circ}C$$

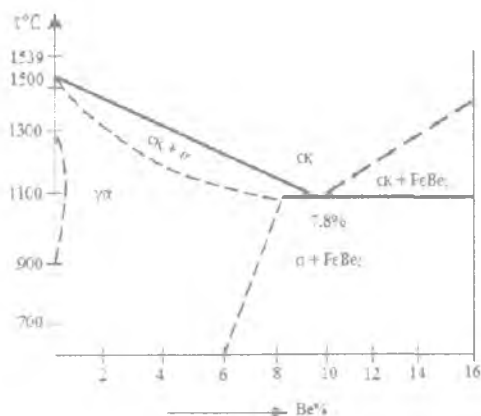
$$Cu_2=37\%$$

$$t_2=360^{\circ}C$$



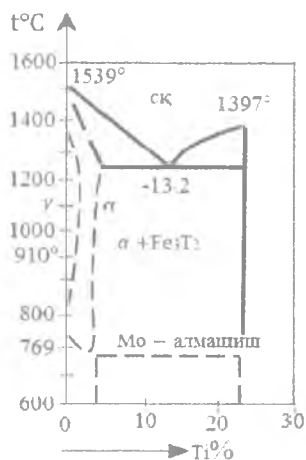
27-расм. Sn-Bi системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

$$\begin{aligned} \text{Bi}_1 &= 28\% & t_1 &= 105^{\circ}\text{C} \\ \text{Bi}_2 &= 85\% & t_2 &= 164^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$



28-расм. Fe-Be системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

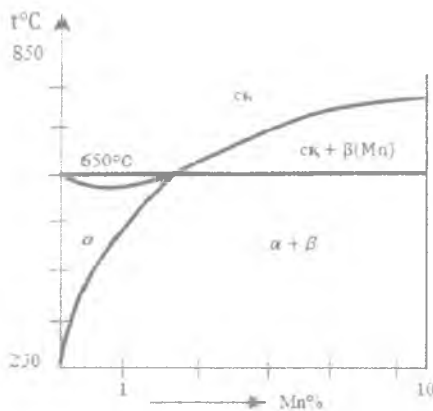
$$\begin{aligned} \text{Be}_1 &= 5\% & t_1 &= 1310^{\circ}\text{C} \\ \text{Be}_2 &= 8\% & t_2 &= 1000^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$



29-расм. Fe–Ti системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Ti<sub>1</sub>=8%      t<sub>1</sub>=1325<sup>0</sup>C

Ti<sub>2</sub>=17%     t<sub>2</sub>=1000<sup>0</sup>C



30-расм. Mg–Mn системадаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси.

Mn<sub>1</sub>=1,5%     t<sub>1</sub>=460<sup>0</sup>C

Mn<sub>2</sub>=4%       t<sub>2</sub>=710<sup>0</sup>C

## ТЕМИР-УГЛЕРОД СИСТЕМАСИДАГИ ҚОТИШМАЛАР ҲОЛАТ ДИАГРАММАСИНИ ТАҲЛИЛИ

**8.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар Fe-C қотишмаларининг ҳолат диаграммасини таҳлил қилишни ўрганиш ва иккита қотишма учун совиш эгри чизиғини чизиб, уларда содир бўладиган структурали ўзгаришларни ва берилган ҳароратда фазаларнинг миқдорий нисбатини аниқлаш. Бунда ҳар бир талаба шахсан бажариш учун иш олади (8.1-жадвал қаранг). Ишда иккита қотишма (углерод миқдorigа қараб) кўрсатилган бўлиб, улар учун совиш эгри чизиғи чизиш керак. Ҳамма иккита кўрсатилган ҳароратларда берилган қотишмаларнинг фазалар миқдорини нисбатини топиш керак. Бажариладиган иш талабалар гуруҳ журнали рўйхатидаги фамилиялар номерларига қараб танланади ва уларга берилади.

**8.2. Ишнинг назарий қисми:** Темир-углерод системасидаги қотишмалар ҳолат диаграммасини таҳлилини тушиниш талаб этилади. Бунинг учун қотишмалар ҳолат диаграммаси таърифини билиб олишимиз керак. «Fe-C ҳолат диаграммаси деб – ҳарорат ва углерод миқдори ўзгаришига қараб қотишмаларнинг ҳолатини кўрсатувчи чизма тасаввур графикага айтилади». Одатда Fe-C диаграммасини фақатгина биринчи стабил кимёвий бирикма цементат ( $Fe_3C$ ) ҳосил қилган қисми ўрганилади. Шунинг учун бу диаграммани Fe-Fe<sub>3</sub>C ҳолат диаграммаси деб ҳам аталади (8.1-расм). Ҳолат диаграммасида барча узликсиз чизиклар қотишмаларнинг ҳамма фазаларининг мавжудлик областини чегаралайди.

**Фаза бу** – қотишманинг бир жинсли қисми бўлиб, қолган қисмидан чегара сиртлари билан чегараланади ва ундан ўтганда модданинг кимёвий таркиби, тузилиши ва хоссалари кескин ўзгаради (масалан, қаттиқ ва суюқ фаза).

Ҳолат диаграмманинг узликсиз чизиғини кесиб ўтиш – бу янги фазалар ёки йўқоладиган ва ҳосил бўладиган янги фазалар области қисмига ўтишидир. Шундай қилиб, ҳолат диаграммасида чизиклар фазавий ўзгаришларнинг критик нуқтаси ҳисобланади.

Темир углеродли қотишмаларда фазавий ўзгаришлар фақатгина эриш бошланиши ёки кристалланиш қобилятига боғлиқ эмас. Темирнинг ўзи қиздирилганда ёки совитилганда полиморф аллотропик ўзгаришга эга бўлади, яъни маълум критик нуқталарда ҳароратларда ўзининг кристаллик тузилишини ўзгартиради. Уй ҳароратида унинг кристалл панжараси ҳажми марказлашган куб шаклида бўлади. Бу пайтда темир  $\alpha Fe$  деб аталади.

Қиздириш ҳарорати 911°C кўтарилганда темирнинг кристалл панжараси марказлашган куб шаклига ўтади. Бунда темир  $\gamma Fe$  деб аталади. 1392°C да темирнинг фазавий панжараси яна ҳажми марказлашган куб шаклига айланади. Бундай темирни  $\delta Fe$  ёки  $\alpha Fe$  нинг юқори ҳароратли шакли деб аталади.

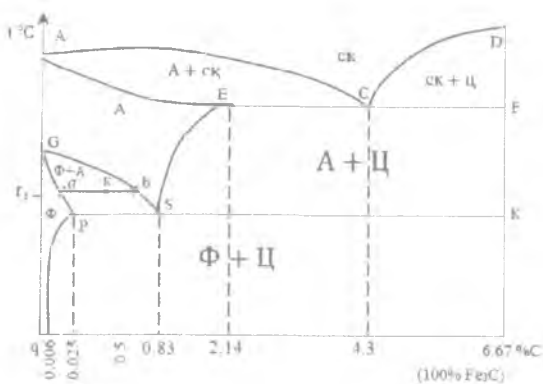
Қотишмаларда темир-углерод билан боғланган қаттиқ ҳолатда, бир неча фазалар ҳосил қилади:

1-феррит ( $\Phi$ ) – углеродни  $\alpha Fe$  даги сингиш қаттиқ эритмаси. Феррит таркибида  $727^\circ C$  да -  $0,025\% C$ ,  $20^\circ C$  да -  $0,0006\% C$  бўлади;

2-аустенит ( $A$ ) – углеродни  $\gamma Fe$  даги сингиш қаттиқ эритмаси. Таркибида  $1147^\circ C$  да -  $2,14\% C$ ,  $727^\circ C$  эса  $0,83\% C$  бўлади;

3-цементит ( $\Psi$ ) – темир билан углероднинг кимёвий бирикмаси ( $Fe_3C$ ). Таркибида  $6,67\% C$  бўлади.

8.1-расмда  $Fe-Fe_3C$  системадаги қотишмаларнинг фазавий ҳолат диаграммаси кўрсатилган. Кесмалар усулидан фойдаланиб диаграмманинг исталган нуқтасида фазалар миқдорини аниқлаш мумкин. Масалан,  $k$  нуқтасида иккита фаза феррит ва аустенит мувозанат ҳолатда бўлади. Феррит фазасининг миқдори  $Q_\Phi = \frac{K\Psi}{\Delta b} \cdot 100\%$ , аустенит фазасининг миқдори  $Q_a = \frac{\Delta K}{\Delta b} \cdot 100\%$  га тенг бўлади.

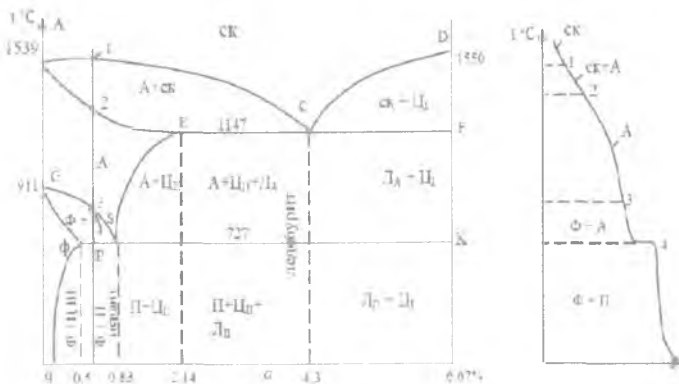


8.1-расм.  $Fe-Fe_3C$  системадаги қотишмаларнинг фазалари кўрсатиладиган ҳолат диаграммасининг кўриниши.

Шундай қилиб қотишманинг умумий ҳажми  $ab$  кесмасига пропорционалдир. Миқдор сифатида  $kb$  кесмаси феррит фазасининг ҳажмига,  $ak$  кесмаси аустенит фазасининг ҳажмига пропорционалдир. Фақатгина фазалари кўрсатилган ҳолат диаграммаси қотишма ҳолатини тўла ифодала олмайди. Фазалар миқдори нисбатини ўрганилганда (Масалан, цементит кўп ёки оз) қотишмаларнинг ички структура тузилишида катта ўзгаришлар содир бўлади. Чунончи ҳар хил фазалар нисбати ҳар-хил структура ва хоссага эга бўлган қотишмаларни ташкил этади. Масалан, таркибида  $4,3\% C$  бўлган қотишма кристалланганда,  $C$  нуқтасида ледебурит деб аталадиган аустенит билан цементитнинг ( $t > 727^\circ C$ ) ёки перлит билан цементитнинг ( $t < 727^\circ C$ ) механик аралашмасини ташкил этади.

Таркибида 0,83%С бўлган қотишма совитилганда, S нуктасида перлит деб аталадиган феррит билан цементитнинг механик аралашмасидан ташкил топган структураси ҳосил бўлади. Кристалланганда механик аралашма ҳосил қиладиган ва ўзгармас ҳароратда қотадиган қотишмага эвтектикали қотишма дейилади. Масалан, ледебурит. Агарда бундай ўзгаришлар қотишма қаттиқ кристалл ҳолагга ўтгандан сўнг содир бўлса, унга эвтектоидли ўзгариш дейилади. Масалан, перлит.

Юқорида айтиб ўтилганлар асосида Fe-Fe<sub>3</sub>C ҳолат диаграммасидаги фазаларнинг миқдорий нисбати ўзгаришига қараб ҳосил бўладиган структураларини кўрсатиш керак (8.2-расмга қаранг).



8.2-расм. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси: а - Fe<sub>3</sub>C системалардаги қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси; б - C=0,5% қотишманинг совитиш эгри чизиғи.

Fe-Fe<sub>3</sub>C ҳолат диаграммаси ўрганилганда фазалар ўзгариши критик ҳароратларини билиш катта аҳамиятга эга. Fe<sub>3</sub>C диаграммасида критик ҳароратларни “А” ҳарфи билан белгилаш қабул қилинган:

1. A<sub>0</sub> (210°C) - цементитнинг (Fe<sub>3</sub>C) магнитли ўзгариш ҳарорати;
2. A<sub>1</sub> (727°C) - эвтектоидли (перлитни) ўзгариш ҳарорати;
3. A<sub>2</sub> (768°C) - ферритнинг магнитли ўзгариш ҳарорати;
4. A<sub>3</sub> (GS чизиғи) - феррит фазаси совитганда пайдо бўлишини киздирганда йўқолишини кўрсатувчи чизик;
5. A<sub>m</sub> (SE, - чизиғи) - цементит фазаси пайдо бўлиши (совитганда) ёки қолишини (қиздирганда) кўрсатувчи чизик;
6. 1147°C - эвтектикали (ледебуритли) ўзгариш ҳарорати;
7. ACD - ликвидус чизиғи. Бу чизикдан юқорида қотишмалар суюқ ҳолатда бўлади;
8. AE - солидус чизиғи. Бу чизикдан пастда қотишмалар қаттиқ ҳолатда бўлади.

Асосий структураси кўрсатилган ҳолат диаграммадан фойдаланиб, исталган қотишмада суюқ ҳолатдан совутганда содир бўладиган кузатишларни ёзиб чиқиш мумкин. Масалан, 0,6%С бўлган қотишмани кўриб чиқамиз. Диаграмманинг абцисса ўқида 0,5% га тенг бўлган углерод миқдорини топамиз. Топилган нуқтадан вертикал чизик ўтказамиз (8.2-расм). Шу вертикал чизикни диаграмма чизиклари билан кесишган нуқталарини белгилаймиз (масалан 1,2,3,4). Бу нуқталар текширилаётган қотишмамининг фаза ўзгаришини ифодаловчи критик нуқталар бўлади. Бу нуқталарнинг ўқлари ҳарорат вақтдан иборат бўлган графикга кўчирамиз ва 0,5%С бўлган қотишманинг совиш эгри чизигини чизамиз (8.2-расм). Шуни айтиб ўтиш керакки, эвтектикали ва эвтектоидли ўзгариш критик ҳароратларини кесиб ўтганда совиш эгри чизигида бу ўзгаришлар ўзгармас ҳароратда содир бўлишини кўрсатувчи поғона (масалан, 4-41) ҳосил қилади. Совиш эгри чизигини ёнида критик ҳароратларни кесиб ўтишда ҳосил бўладиган структуралар ёзилиб микроструктуралар расми схематик равишда чизилади.

**8.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмалар таҳлилини ўтказиш учун ҳар хил таркибли қотишмалар ҳолат диаграммалари, турли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар керак бўлади. Шу билан бирга зарурий намуналар, жадваллар, атласлар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

## 8.1-жадвал

### Қотишмалар таркиби ва ҳарорати

| Ишнинг<br>номери<br>№ | Таркиби        |               | Ҳарорати                   |                            |
|-----------------------|----------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
|                       | 1-қотишма      | 2-қотишма     | 1-қотишма                  | 2-қотишма                  |
| 1.                    | $C_1 = 0,3\%$  | $C_2 = 4,5\%$ | $t_1 = 800^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1000^\circ\text{C}$ |
| 2.                    | $C_1 = 0,9\%$  | $C_2 = 3,5\%$ | $t_1 = 900^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1200^\circ\text{C}$ |
| 3.                    | $C_1 = 0,5\%$  | $C_2 = 5\%$   | $t_1 = 1450^\circ\text{C}$ | $t_2 = 700^\circ\text{C}$  |
| 4.                    | $C_1 = 0,5\%$  | $C_2 = 5\%$   | $t_1 = 1450^\circ\text{C}$ | $t_2 = 700^\circ\text{C}$  |
| 5.                    | $C_1 = 0,4\%$  | $C_2 = 3,0\%$ | $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ | $t_2 = 950^\circ\text{C}$  |
| 6.                    | $C_1 = 1,8\%$  | $C_2 = 6,0\%$ | $t_1 = 1300^\circ\text{C}$ | $t_2 = 850^\circ\text{C}$  |
| 7.                    | $C_1 = 0,7\%$  | $C_2 = 4,0\%$ | $t_1 = 900^\circ\text{C}$  | $t_2 = 600^\circ\text{C}$  |
| 8.                    | $C_1 = 1,4\%$  | $C_2 = 3,0\%$ | $t_1 = 800^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1050^\circ\text{C}$ |
| 9.                    | $C_1 = 0,6\%$  | $C_2 = 4,8\%$ | $t_1 = 1450^\circ\text{C}$ | $t_2 = 1200^\circ\text{C}$ |
| 10.                   | $C_1 = 1,2\%$  | $C_2 = 5,5\%$ | $t_1 = 750^\circ\text{C}$  | $t_2 = 900^\circ\text{C}$  |
| 11.                   | $C_1 = 0,45\%$ | $C_2 = 2,8\%$ | $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ | $t_2 = 500^\circ\text{C}$  |
| 12.                   | $C_1 = 0,2\%$  | $C_2 = 2,2\%$ | $t_1 = 1200^\circ\text{C}$ | $t_2 = 600^\circ\text{C}$  |
| 13.                   | $C_1 = 0,5\%$  | $C_2 = 2,7\%$ | $t_1 = 750^\circ\text{C}$  | $t_2 = 800^\circ\text{C}$  |
| 14.                   | $C_1 = 1,1\%$  | $C_2 = 3,2\%$ | $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ | $t_2 = 1200^\circ\text{C}$ |
| 15.                   | $C_1 = 0,3\%$  | $C_2 = 3,6\%$ | $t_1 = 600^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1500^\circ\text{C}$ |



|     |                |                |                            |                            |
|-----|----------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| 16. | $C_1 = 1,6\%$  | $C_2 = 4,6\%$  | $t_1 = 1400^\circ\text{C}$ | $t_2 = 850^\circ\text{C}$  |
| 17. | $C_1 = 1,9\%$  | $C_2 = 5,2\%$  | $t_1 = 400^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1250^\circ\text{C}$ |
| 18. | $C_1 = 0,55\%$ | $C_2 = 6,3\%$  | $t_1 = 750^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1100^\circ\text{C}$ |
| 19. | $C_1 = 0,7\%$  | $C_2 = 27,7\%$ | $t_1 = 1450^\circ\text{C}$ | $t_2 = 850^\circ\text{C}$  |
| 20. | $C_1 = 0,9\%$  | $C_2 = 3,3\%$  | $t_1 = 1100^\circ\text{C}$ | $t_2 = 700^\circ\text{C}$  |
| 21. | $C_1 = 0,4\%$  | $C_2 = 3,9\%$  | $t_1 = 800^\circ\text{C}$  | $t_2 = 400^\circ\text{C}$  |
| 22. | $C_1 = 1,2\%$  | $C_2 = 4,2\%$  | $t_1 = 700^\circ\text{C}$  | $t_2 = 900^\circ\text{C}$  |
| 23. | $C_1 = 1,4\%$  | $C_2 = 5,4\%$  | $t_1 = 1350^\circ\text{C}$ | $t_2 = 1300^\circ\text{C}$ |
| 24. | $C_1 = 0,65\%$ | $C_2 = 6,4\%$  | $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ | $t_2 = 1400^\circ\text{C}$ |
| 25. | $C_1 = 0,75\%$ | $C_2 = 5,7\%$  | $t_1 = 700^\circ\text{C}$  | $t_2 = 1050^\circ\text{C}$ |
| 26. | $C_1 = 1,7\%$  | $C_2 = 3,6\%$  | $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ | $t_2 = 850^\circ\text{C}$  |

#### 8.4. Ишни бажариш тартиби:

1. FeC (Fe-Fe-C) ҳолат диаграмасини масштабда чизиш;
2. Диаграммада фазаларни (қалам билан) ва структураларни (сиёҳ билан) кўрсатиш;
3. Берилган икки қотишма учун диаграмманинг ўнг (қотишма учун) ва чап (2-қотишма учун) томонидан совиш эгри чизигини кўриш;
4. Биринчи қотишма учун  $t_1$  ҳароратда, иккинчи қотишма учун  $t_2$  ҳароратда фазалар миқдорини (%) да аниқлаш.

#### 8.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:

1. Ишнинг мақсади;
2. Қисқача ишнинг назарий қисми;
3. Fe-C ҳолат диаграммасининг ёнида совиш эгри чизиқларини чизинг ва фазалар миқдорини аниқлаш ҳисоботини ёзинг.

**8.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, қотишмаларнинг таҳлилни ўтказиш учун фойдаланилган ҳар хил таркибли қотишмаларнинг таркиблари, қиздириш ёки совиш эгри чизиқларини чизиш ва кейин уларни таҳлил қилиш. Ишни бажаришда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

#### 8.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:

1. Fe-C ҳолат диаграммаси аҳамияти;
2. Fe-C ҳолат диаграмасидаги фаза ва структура ташкил этувчилари;
3. Fe-C системадаги қотишмаларни совитганда содир бўладиган фазавий ўзгаришлар;
4. Берилган қотишма учун маълум бир ҳароратларда фазалар миқдорини % да ҳисоблаш;
5. Fe-C (Fe-Fe<sub>3</sub>C) қотишмаларининг ҳолат диаграммасини мустақил равишда таҳлил қилиш учун талабаларга гуруҳ журналидаги номерлари бўйича бериладиган ишлар тўплами.

## МИМ-7 ВА МИМ-8М ОПТИК МЕТАЛЛОГРАФИК МИКРОСКОПЛАРНИНГ ТУЗИЛИШНИ УЎРГАНИШ

**9.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар МИМ-7 ва МИМ-8М оптик металлографик микроскопларнинг умумий тузилиши ва ишлаш принципи билан танишадилар ва ўрганадилар.

**9.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда талабалар МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскопларнинг тузилишини ҳамда уларда металллар ва уларнинг қотишмаларини ички структурасини текшириб ўрганадилар ва расмларини алоҳида чизадилар. Шу сабабли ҳам металл қотишмалари структураларини текширишда оптик металлографик микроскоплардан унумли фойдаланилади. Металлографик микроскопларнинг биологик микроскоплардан асосий фарқи шундаки, металлографик микроскоплар қайтган нурлар асосида, биологик микроскоплар эса ўтган нурлар асосида структуралари текширилади ва кейин ўрганилади. Бугунги кунгача РФ да 1500-2000 мартагача катталаштирадиган вертикал Мир-46, ММУ-3, МИМ-6, МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М маркали металлографик микроскоплардан фойдаланилади.

ОПТИК металлографик микроскоп ёрдамида текшириладиган АВ қисми (намуна) линзалар системасидан иборат бўлган объектив олдига қўйилади (9.1-расм). Намунадан қайтган ва объективдан ўтган нур синиб, ҳақиқий тузилишнинг катталаштирган аксини беради. Текшириладиган намуна окуляр ёрдамида кузатилади. Объективдан ҳосил қилинган оптик тасвирини окуляр тўғирлайди ва мавҳум катталаштирган тасвирни ҳосил қилади. Тасвир нормал одам кўзи учун қулай бўлган 250 мм масофада проекцияланади. Кўз билан қараганда микроскопнинг умумий катталаштиришини объектив билан окуляр бирга ҳосил қилади. Объектив ва окуляр билан бирга ҳосил қилинган структура кўринишига микроструктура дейилади. Металллар ва уларнинг қотишмаларини ички структурасини текширишда объектив ва окуляр катта роль ўйнайди, яъни улар металл структурасини катталаштириб кўрсатади. Металл ички структурасини тиниклаштириш учун макро ва микро винтлардан унумли фойдаланиб кўрилади.

$$V_m = V_{ок} \cdot V_{об} - \frac{250}{F_{ок}} \cdot \frac{e}{F_{об}},$$

$V_m$  - микроскопнинг катталаштириши;

$V_{ок}$  - окулярнинг катталаштириши;

$V_{об}$  - объективни катталаштириши;

$F_{ок} \cdot F_{об}$  окуляр ва объективнинг фокусаро масофаси, мм;

$e$  - тубуснинг оптик узунлиги;

250 - кузатиш бурчагининг нормал масофаси, мм

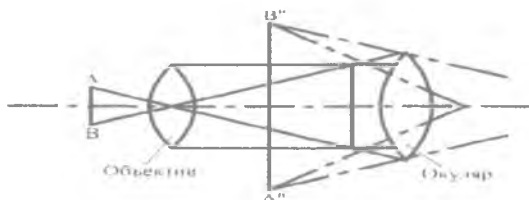
Максимал фойдали катталаштириш, бу шундай катталаштириш бўлиб кузатиладиган намуна тасвири жуда яхши кўринади.

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

$M_{\max}$  - максимал катталаштириш;

$d_1$  - одам кўзи максимал кўра оладиган қобилияти 0,2...0,3 мм га тенг;

$d$  - оптик системанинг максимал катталаштириш қобилияти.



9.1-расм. Намунадан қайтган нурларнинг линзалар системасидаги йўналиши

Микроскоп остида аниқ кўринадиган энг кичик заррачага микроскопнинг кўра олиш қобилияти дейилади. Оптик системанинг максимал кўра олиш қобилияти дифракция шартидан аниқланади.

$$d = \frac{\lambda}{h \cdot \sin \alpha},$$

$\lambda$  - оддий оқ нур учун нурнинг тўлқин узунлиги 6000 Å ( $1\text{Å} = 10^{-10}\text{м}$ );

$h$  - намуна билан микроскоп орасидаги мухитнинг қайтариш (синиш) коэффициентини, ҳаво учун  $h=1$ , кедр ёнғоғидан олинган мой учун  $h=1,51$ ;

$\alpha$  - объективга қирадиган нур тўпламининг очилиш бурчагини ярми.

Имерсияли мухитнинг ёритувчанлик таъсири жуда катта аҳамиятга эгадир. Имерсияли мухит (9.2-расм) кўриладиган намуна билан объектив орасидаги фазовий бўшлиққа тўлдирилган суюқлик. Бу суюқлик нурни катта синдириш буралиш қобилиятига эга бўлиши керак (металлографич микроскоплардан кедр мойи ишлатилади).



9.2-расм. Имерсияли мухитнинг ёритувчанлик таъсири.

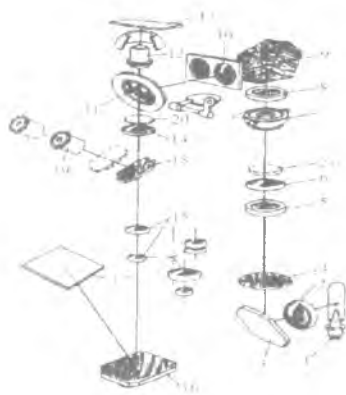
$h \sin \alpha$  - микдорини  $A$  ҳарфи билан белгиланади ва объективнинг рақамли апертураси деб аталади. Рақамли апертура тасвирининг аниқ кўриниши ва микроскопнинг катталаштириш қобилитини аниқлайди.  $\alpha$ -энг катта қийматга эга бўлган микроскоп максимал фойдали катталаштириш қобилиятига эришади.  $\lambda = \text{const}$  бўлганда апертура ( $A$ ) максимал қийматга эга бўлади.

Одатда ҳаво муҳитида ( $n=1,0$ )  $C-ti-1,0$  оддий қуруқ объективи бўлган микроскопда кузатиш олиб борилади. Катта катталаштиришга эришиш учун иммерсияли муҳит сифатида  $n=1,5$  бўлган кедр мойи қўлланилади. У ҳолда оптик системанинг кўра олиш қобилияти

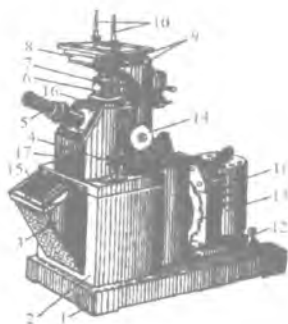
$$d = \frac{\lambda}{A} = \frac{60 \text{ мк}}{1,5 \cdot 0,95} = 0,4 \text{ мк га тенг бўлади ва шунда оптик микроскопнинг}$$

катталаштириш қобилияти  $M = \frac{d_1}{d} = \frac{0,2}{0,0004} = 50$  марта бўлади. Бу ерда шуни айтиш жоизки, оптик микроскопнинг катталаштириш объективи билан окуляри орасида мақсадга мувофиқ тақсимланиш керак. Масалан, 600 марта катталаштириш ҳосил қилиш учун  $A=0,85$  бўлган объектив ва катталаштириши  $\times 20$  бўлган окуляр ёки  $A=0,95$  бўлган объектив ва катталаштириш  $\times 10$  бўлган окуляр қўллаб эришиш мумкин.

МИМ-7 Микроскопнинг оптик тизими схемаси (9.3-расм) ва умумий тузилиши (9.4-расм) қуйидаги кўринишлардан иборат. МИМ-7 металлографик микроскопики фотокамераси бўлган вертикал ҳолатда ишлайдиган микроскопдир. Микроскопда 60 мартадан 1600 мартагача катталаштириб, металл намуналар структурасини кузатиш мумкин.



9.3-расм. МИМ-7 металлографик микроскопнинг оптик схемаси: 1-лампочкаси; 2-коллектори; 3-ойнаси; 4-рангфилтри; 5-апертура диафрагмаси; 6-линза; 7-расмзатвори; 8-полевои диафрагмаси; 9-пентапризмаси; 10-линза; 11-қайтарувчи пластинкаси; 12-объектив; 13-предмет текислиги; 14-ахроматли линза; 15-расмокуляр; 16.18-ойналар; 17-расмпластинаси; 19-окуляри; 20-анализатори ва поляризатори.

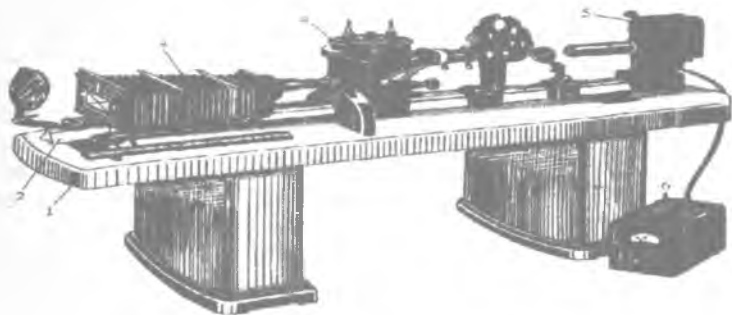


9.4-расм. МИМ-7 металлографик микроскопининг умумий кўриниши: 1-микроскопнинг қуйма асоси; 2-корпуси; 3-расмкамераси; 4-микромтрли кўриш; 5-окуляр билан визуаль тубуси; 6-иллюминатор қўлушлагичи; 7-иллюминатор; 8-предметли столи; 9-столни айлантирадиган қўлушлагичи; 10-клеммалари; 11-ёритувчи; 12-ёритувчи стопор мосламаси; 13-ранглифилтрлар қўлушлагичи; 14-макротрли винт; 15-мавовий ойна рамкаси; 16-анализатори; 17-микроскоп корпусининг марказий қисми.

МИМ-8М горизонтал металлографик микроскопининг ёритувчи тизими МИМ-7 микроскопи тизимига қараганда аналогик кўринишга эгадир. Микроскопнинг марказий қисмига қуйидагилар киради: оптик тизими (системаси), микромтрли узатиши ва қўполроқ механизми; предметли столи ва бошқалар. МИМ-8М микроскопнинг оптик тизими схемаси (9.5-расм) ва умумий тузилиши (9.6-расм) ларда кўрсатилган. МИМ-8М горизонтал металлографик микроскопиди замонавий расмаппарати (фотоаппарат) бўлиб, у расмларни 13X18 см форматда олиш учун мўлжалланган. Бу микроскопда металллар ва уларнинг қотишмаларини X2000 мартагача катталаштириб структураларни кузатиш, кўриш ва расмга олиш мумкин.



9.5-расм. МИМ-8М микроскопининг оптик тизими схемаси: 1-ёруғлик манбаи; 2-коллектор; 3-иссиқотувчи; 4-откид линзаси; 5-думалоқ диафрагма; 6-ранглифилтрлар; 7-поляризатор; 8-гомали ёки окуляри; 9-апертура диафрагмаси; 10,11-ёритувчи тубуснинг линзаси; 12-полевои диафрагма; 13- ёритувчи тубуснинг линзаси; 14-косой ёруғликнинг призмаси; 15- қайтарувчи пластинкаси; 16- думалоқ ойна; 17-объектив; 18-анализатор; 19- визуаль тубуснинг ахроматик линзаси; 20-визуаль тубуснинг призмаси; 21- расмлитубуснинг призмаси; 22-расмлитубуснинг ахроматик линзаси; 23- визуаль тубуснинг сурилмайдиган призмаси; 24-коронгу майдон конденсатори.



9.6-расм. МИМ-8М микропининг умумий кўриниши: 1-стол; 2-оптик скамьяси; 3-расмкамераси; 4-микроскопинг марказий қисми; 5-ёритиш мосламалари; 6-трансформатори.

Лампочкага ток кучланиши 220В, частотаси 50-60 бўлган ўзгарувчан ток манбасидан микроскоп трансформатори орқали берилади ва у 40% қўлушлагич лампочка толаларининг қизишини ёки чўғланишини сақлаш учун хизмат қилади.

**9.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмалар ички структура таҳлилини ўтказиш учун вертикал МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М оптик металлографик микроскоплари, уларнинг паспортлари ва комплектлари, ҳар хил таркибли металл ва қотишмаларнинг намуналари, объектив ва окуляр, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**9.4. Ишни бажариш тартиби:** Бу ишни бажариш учун 1 гуруҳ талабалари 3...4 гуруҳчага бўлинади ва ҳар-бир оптик микроскопда 3-4 талаба мустақил равишда ишлайди. Бунинг учун 1 - МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскопларининг оптик схемаларини ва тузилишларини ўрганади ҳамда микроскоплардаги нурларнинг йўналишини чизади ва яхшилаб танишади. 2 - микроскоп столига намунани ўрнатишни, фокусга келтиришни, катталаштиришни аниқлаш ва танлашни ўрганиб оладилар. Микроскопларни фокусга келтиришда шуни эсда тутиш керакки, дастлаб макровинт билан, сўнгга микровинт билан нишонга олинади, шунда ички структура тўлиқ ва тиниқ кўринадиган бўлади.

**9.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Талабалар иш мақсади ва қисқача назарий қисм маълумотлари, металлографик микроскопларининг вазифаси тасвирлаш, МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскопларида нурларнинг йўналиш схемаси чизмасини чизиши ва жавобини асослаши лозим ҳамда металлографик микроскопларининг нурланиш қобилиятини нималар билан аниқлашини тасвирлаши керак.

**9.6. Хулосалар:** Хулоса шуки, металллар ва қотишмаларнинг микроструктура таҳлилин утказиш учун МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскоплари фойдаланилди, уларнинг оптик схемалари ва умумий тузилишлари ўрганилди, махсус намуналар ички структураларни текширилди, макро ва микровинтлар билан структуралар нишонга олинди ва тиниқ кўринишга эришилди, ишни бажаришда тегишли объектлар расмлари чизилди ҳамда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

**9.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. МИМ-7 ва МИМ-8М қандай микроскоплар туркумига киради;
2. Микроскопнинг умумий катталаштириши қандай аниқланади;
3. Микроскопнинг максимал фойдали катталаштириши қандай аниқланади;
4. Микроскопнинг нурланиш қобилияти деб нимага айтилади;
5. Микроскопнинг рақамли апертураси деб нимага айтилади;
6. Микроскопнинг оптик системасига нималар киради;
7. Микроскопдаги объектив нима учун керак;
8. Микроскопдаги окуляр нима учун керак;
9. Макро ва микровинтлар нима вазифани бажаради;
10. Микроскопни трансформаторсиз ҳам ишлатса бўладими.

## 10 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

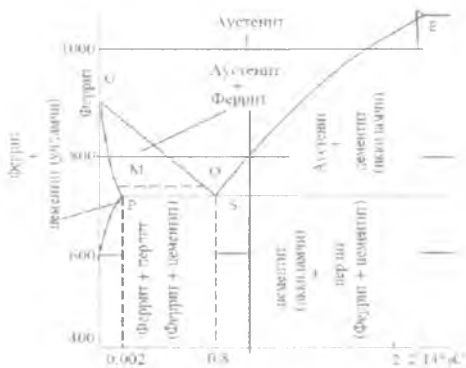
### УГЛЕРОДЛИ ПЎЛАТЛАРНИНГ ЮМШАТИЛГАН ҲОЛАТДАГИ МИКРОСТРУКТУРА ТАҲЛИЛИ

**10.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар углеродли пўлатларнинг юмшатиш ҳолатдаги микроструктураларини таҳлил қилади, мувозанат ҳолатдаги ҳар хил углеродли пўлатларнинг ва техника темирнинг структураси билан танишади, микроскоп остида кузатилаётган структурада пўлатдаги углерод миқдори (фоиз ҳисобида) ва перлитнинг эгаллаган юзаси ўртасидаги боғлиқликни аниқлайди, текшираётган пўлатнинг таркибидаги углеродини (фоиз ҳисобида) ва структурасидаги перлит миқдорини аниқлаб, пўлатнинг тахминий маркасини топади.

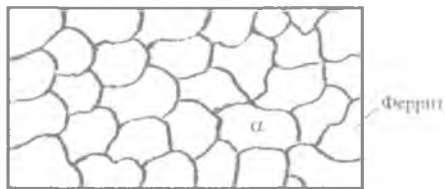
**10.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда углеродли пўлатларнинг юмшатиш ҳолатдаги микроструктураси, техника темири, эвтектоидгача, эвтектоидли ва эвтектоиддан кейинги пўлатларнинг микроструктуралари текширилади. Микроструктура таҳлили алоҳида махсус тайёрланган металл микронамуналарни оптик микроскоп ёрдамида ички тузилишини текширадиган усулдир. Микроскоп остида металлнинг ички тузилиш кўринишига микроструктура дейилади. Техника темирнинг ва углеродли пўлатнинг мувозанат ҳолатдаги микроструктураси, темир цементит ҳолат диаграммасининг чап томонидаги пастки қисми билан характерланади. Таркибида 0,02% гача углероди бўлган қотишмаларга техника темири деб

аталади. Демак, таркибида 0,02 дан 0,83% гача углерод бўлса, эвтектондгача бўлган пўлат, таркибида 0,83% углерод бўлса, эвтектондли ва таркибида 0,83% дан 2,14% гача углерод бўлса, эвтектондан кейинги пўлатлар деб аталади.

Углероднинг  $\alpha$ -темирда, яъни ферритда эриши ўзгарувчандир (10.1-расм). Ҳароратнинг пасайиши билан углероднинг  $\alpha$ -темирда эриши камаяди. Агар 727°C темирда 0,02%С эрса, уй ҳароратида эса 0,006%С. Шунинг учун таркибида 0,006% гача С темир қотишмаси углероднинг  $\alpha$ -темирдаги каттик эритмаси структурасига, яъни феррит структурасига эга бўлади (10.2-расм)



10.1-расм. Ҳолат диаграмманинг пастки чап қисми кўриниши.



10.2-расм. Техника темирининг микроструктураси кўриниши.

*Эвтектондгача ва эвтектондли пўлатларнинг микроструктураси маълумотлари*

Эвтектондгача бўлган пўлатларнинг (0,8%С гача) микроструктураси феррит ва перлитдан иборат (10.3-расм). Эвтектондли пўлатнинг (0,83%С) микроструктураси фақат перлитдан иборат (10.4-расм). Ферритнинг микроструктураси 10.2-расмда берилган. Эвтектондгача бўлган пўлатнинг микроструктурасидаги иккинчи структура ташкил этувчи перлитнинг нима эканлигини кўриб чиқайлик.



Перлит эвтектоидли аустенитнинг парчаланишида ҳосил бўладиган феррит ва цементитнинг механик аралашмаси ҳисобланади (10.1-расм). Таркибида 0,8%С ли пўлат намунага реактив таъсир эттирилганда у перломутр рангига киришади, шунинг учун бу структурани перлит деб аталган. Эвтектоидгача бўлган пўлат структурасида перлит ва ферритнинг миқдори, унинг таркибидаги углеродга боғлиқ. Пўлат таркибидаги углерод кўпайган сари структурада феррит камайиб, перлитни миқдори кўпайиб боради. Эвтектоидгача бўлган пўлатнинг микроструктурасидан углероднинг тахминий миқдорини аниқлаш мумкин, бунинг учун феррит ва перлитни (%) ҳисобида қанча юзани эгаллаганлигини аниқлаш кифоядир.

Ферритда углероднинг эриши жуда ҳам кам бўлганлиги учун эвтектоидгача бўлган пўлатдаги ҳамма углерод перлит таркибида деб ҳисобланиши мумкин. Бундай пўлатдаги углероднинг “С” миқдорини куйидаги формула билан аниқлаш мумкин.

$$C = \frac{F_n = 0.8}{100} \% \quad (I)$$

$F_n$  — перлитнинг эгаллаган юзаси (% да).

Буни тушиниш яхшилаб фараз қилайлик, масалан, 30% юзани феррит, 70% юзани перлит эгаллаган бўлсин дейлик, демак, бундай пўлатда углероднинг миқдори

$$C = \frac{70 \cdot 0.8}{100} = 0,56 \%$$

тахминан 55 маркали (сталь 55) бўлади.



10.3-расм. Эвтектоидгача бўлган пўлатнинг микроструктура кўриниши.



10.4-расм. Эвтектоидли пўлатнинг микроструктураси кўриниши.

Таркибида углерод 0,8% дан 2,14% гача С бўлган углеродли пўлатларга эвтектоиддан кейинги пўлатлар дейилади ва унинг микроструктураси перлит ва иккиламчи цементитдан иборат бўлади (10.5-расм). Иккиламчи цементит аустенитдан секин  $A_{c1}$  ҳароратдан  $A_{r1}$  ҳароратгача (ES ва PK чизиқларда) совиш натижасида ажралиб чиқади. Секин аста совиш натижасида иккиламчи цементит тўрсимон шаклда аустенит доналарининг чегараларида ажралиб чиқадиган ҳарорат  $A_{r1}$  га етганда эса аустенитнинг ўзи перлитга айланади. Секин аста совиш натижасида эвтектоиддан кейинги пўлат перлит ва тўрсимон цементит структурасига эга бўлади (10.5-расм)



9.5-расм. Эвтектоиддан кейинги пўлатнинг микроструктураси кўриниши.

Бу структурадаги оқ - тўр иккиламчи цементит, тўр ичидаги пластинасимон доналар перлитнинг тузилишидир. Эвтектоиддан кейинги пўлатда углероднинг миқдори қанчалик кўп бўлса, цементит тўрларининг қалинлиги шунчалик ошиб боради. Эвтектоиддан кейинги пўлатдаги углерод миқдорини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$C = \frac{F_n \% 0.8 + F_u \% 6.67}{100}, \text{ бунда} \quad (II)$$

$F_n$ — перлитнинг эгаллаган юзаси (%) тахминий;

$F_u$ — цементитнинг эгаллаган юзаси (%) тахминий.

**10.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жихозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмалар ички структура таҳлилини ўтказиш учун вертикал МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М оптик металлографик микроскоплари, уларнинг паспортлари ва комплектлари, ҳар хил таркибли юмшатиш ҳолатдаги пўлатларнинг намуналари, объектив ва окуляр, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**10.4. Ишни бажариш тартиби:** Талабалар биринчидан (3-4 кишидан иборат) 2-3 гуруҳчага бўлинади, иккинчидан ҳар бир гуруҳ юмшатишган пўлатлар комплекти намуналарини оладилар ва оптик микроскопларда ички структураларни кўриб, 10.1-жадвалга микроструктураларни киритиб

чизадилар, учинчидан микроструктурани ташкил этувчилари номларини жадвалнинг 2 графасига киритади, туртинчидан формулаларга биноан углероднинг миқдорини аниқлаб, фойз ҳисобида 3 графага киритади, бешинчидан пўлатнинг маркасини аниқлаб, 4 графага киритади, олтинчидан шу пўлатларнинг механик хоссаларини услубий курсатмадан, китоблардан, плакатлардан ва справочниклардан топиб, жадвалнинг 5-8 графаларини тўлдиради, еттинчидан бу пўлатларни ишлатилиш областларини аниқлаб, 9 графага ёзадилар.

10.1-жадвал

Пўлатларнинг юмшатиш ҳолатдаги микроструктуралар натижалари

| Микроструктура расми | Структура ташкил этувчилари номи | Углероднинг миқдори, % | Пўлатнинг маркаси | Механик хоссалари |            |       |    | Ишлатилиши |
|----------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------|-------|----|------------|
|                      |                                  |                        |                   | $\sigma_s$        | $\delta$ % | $a_n$ | НВ |            |
| 1                    | 2                                | 3                      | 4                 | 5                 | 6          | 7     | 8  | 9          |
|                      |                                  |                        |                   |                   |            |       |    |            |
|                      |                                  |                        |                   |                   |            |       |    |            |

**10.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Талабалар ҳисобот ёзишда аввало ишнинг мақсадини, қисқарок назарий қисмини ва ҳолат диаграммани пастки чап томонини чизиб ёзади, углеродли пўлатларнинг юмшатиш ҳолатдаги микроструктураси, техника темири, эвтектоидгача, эвтектоидли ва эвтектоиддан кейинги пўлатларнинг микроструктураларини текшириб ўрганади ва схематик расмларини чизади ҳамда жадвални тўлдиради.

**10.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, углеродли пўлатларнинг юмшатиш ҳолатдаги микроструктуралари таҳлилини ўтказиш учун МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскоплари фойдаланилди, уларнинг оптик схемалари ва умумий тузилишлари ўрганилди, махсус намуналар ички структуралари текширилди, макро ва микровинтлар билан структуралар нишонга олинди ва тиниқ кўринишга эришилди, ишни бажаришда тегишли объектлар расмлари чизилди ҳамда ҳақ хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, укув-услубий курсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

**10.7. Мустақил тайёрланиш учун совоплар:**

1. Микроструктура анализи нима;
2. Унинг мақсади ва ишлатилиши;
3. Структура нима;
4. Феррит нима;
5. Эвтектоидгача бўлган пўлат қандай структурага эга;
6. Эвтектоидли пўлат қандай структурага эга ва унда қанча фаза бор;
7. Эвтектоиддан кейинги пўлат қандай структурага эга;
8. Таркибида углероди 0,8% дан кўп бўлган пўлатлар нима деб аталади;
9. Перлит нима;
10. Пўлатнинг маркасини структурадан қандай аниқлаш мумкин.

## ЧҶҮЯНЛАРНИНГ МИКРОСТРУКТУРАЛАРИ ТАҲЛИЛИ

**11.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар мустақил равишда оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чўянларнинг ички структура тузилишларини реактив таъсир эттириб ва таъсир эттирмасдан ўрганадилар ва микротахлил ўтказадилар. Ишни бажариш жараёнида оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чўянларнинг структура қисмларини ўрганадилар. Шу ишни бажариш учун металлографик микроскоп, реактив таъсир эттирилган ва таъсир эттирилмаган оқ (белый), кулранг (серый), болғаланувчи (ковкий) ва жуда пухта (высокопрочный) чўянларнинг микронамуналари керак бўлади.

**1.2. Ишнинг назарий қисми:** Микротахлил деб оптик металлографик микроскоплар ёрдамида 50 дан 2000 мартагача катталаштириб, металл қотишмаларини ички структура тузилишини ўрганишга айтилади. Микроскоп остида ўрганиш учун тайёрланган намуна юзаси эса микромуна дейилади. Темир углерод қотишмаларида углероднинг миқдори 2,14% дан 6,67% гача бўлган чўянлар деб аталади. Чўянлар оқ кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чўянларга бўлинади. Асосан оқ чўянлардаги углерод темир билан боғланган - цементит ( $Fe_3C$ ) ҳолатда бўлади. Оқ чўянлар углерод миқдорига қараб уч хилда бўлади:

1 - эвтектикагача (таркибида 2,14% дан 4,3% гача углерод бўлган) перлит - ледебурит структурали;

2 - эвтектикали (таркибида 4,3%С) ледебурит структурали;

3 - эвтектикадан кейинги (таркибида 4,3% дан 6,67% гача С бўлган) ледебурит-цементит структурали.

Бу ишда Сиз билан бизни кўпроқ қизиқтирадигани эвтектикагача бўлган оқ чўян ҳисобланади (11.1-расм,а).

Кулранг чўянларда углерод қисман эркин ҳолатда (графит) пластина шаклида ажралиб чиқади. Кулранг чўян структуралари қуйидагича бўлиши мумкин:

1-темир пластинасимон графит. Бу чўянлар перлитли кулранг чўянлар дейилади (11.1-расм,б);

2-перлит + феррит + пластинасимон графит перлит - ферритли кулранг чўян (11.1-расм,в);

3-феррит + пластинасимон графит - ферритли кулранг чўян (10.1-расм,г).

Кулранг чўянлар қуйидагича маркаланади. Чўян маркалари Сч10, Сч15, Сч20, Сч25, Сч30, Сч40, бу ерда Сч – серый чугун рақамлар эса чўзилишдаги мустаҳкамлик чегарасини кўрсатади ( $кгм/мм^2$ ).

Болғаланувчи чўянларда графит пага-пағасимон бўлади. Болғаланувчи чўянларни оқ чўянларни юмшатиш йўли билан олинади. Бу чўянларни металл асоси - перлитли, перлит-ферритли ва ферритли бўлиши мумкин.

Болғаланувчи чўянни олиш учун оқ чўянни 3 хил режимда юмшатилади (11.2-расм):

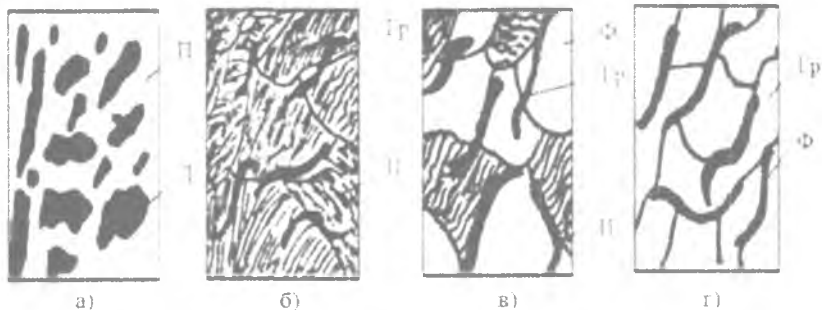
I – перлит + графит структурали, перлитли болғаланувчи чўянни олиш учун юмшатиш (11.3-расм,а);

II – перлит + феррит + графит структурали, перлит-ферритли болғаланувчи чўянни олиш учун юмшатиш (11.3-расм,б);

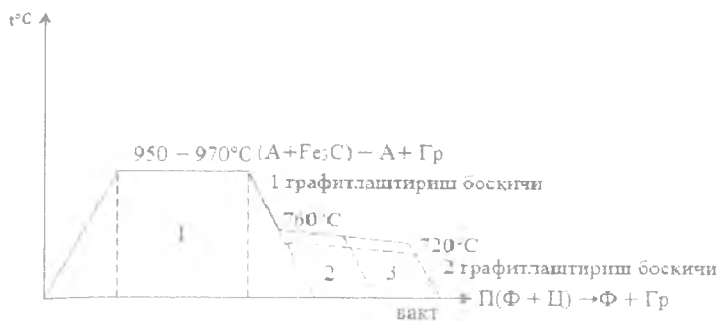
III – феррит + графит структурали, ферритли болғаланувчи чўянни олиш учун юмшатиш (10.3-расм,в).

Болғаланувчи чўянлар қуйидагича маркаланади: Кч30-6, Кч33-8, Кч50-4, Кч56-4, Кч60-3, бу ерда Кч – ковкий чугуно биринчи рақамлар чўзилишдаги мустаҳкамлик чегарасини ( $\text{кгм/мм}^2$ ) ва иккинчи рақамлар нисбий узайиши (%) ҳисобида) билдиради.

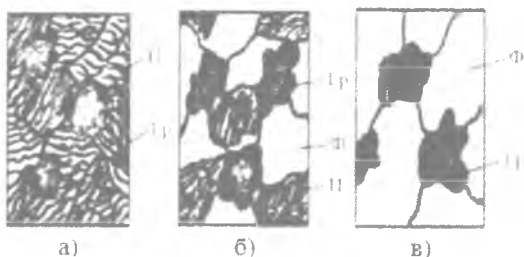
Жуда пухта чўянларда графит шар шаклида бўлади. Металл асоси перлитли, структураси перлит – графитли (11.4-расм,а); перлит-ферритли, структураси перлит + феррит + графит (11.4-расм,б); ферритли, структураси феррит + графит (11.4-расм,в). Жуда пухта чўянлар қуйидагича маркаланади: Вч42-12, Вч45-5, Вч50-2, Вч60-2, Вч70-3, Вч80-3, Вч100-4, Вч120-4 ва бошқалар. Бу ерда Вч – высокопрочный чугуно биринчи рақамлар чўзилишдаги мустаҳкамлик чегарасини ( $\text{кгм/мм}^2$ ) ва иккинчи рақамлар нисбий узайишини (%) ҳисобида) билдиради.



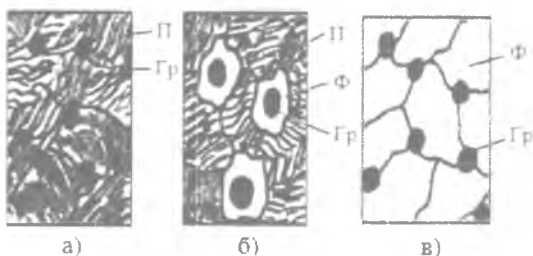
11.1-расм. Оқ чўян микроструктураси (а) ва кулранг чўяннинг микроструктура формаси буйича ҳар хил кўринишлари (б, в, г).



11.2-расм. Оқ чўянни юмшатиш режими графигининг кўриниши.



11.3-расм. Болғаланувчи чўяннинг микроструктура формаси буйича ҳар хил кўринишлари (а.б.в).



11.4-расм. Жуда пухта чўяннинг микроструктура формаси буйича ҳар хил кўринишлари (а.б.в).

**11.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмалар ички структура таҳлилини ўтказиш учун вертикал МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М оптик металлографик микроскоплари, уларнинг паспортлари ва комплектлари, ҳар хил маркали чўянларнинг намуналари, объектив ва окуляр, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар,

ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**11.4. Ишни бажариш тартиби:** Талабалар 3-4 кишидан бўлиб кичик гуруҳларга бўлинади. Ҳар бир гуруҳ чуянлар комплекти микроамуналарини қабул қилиб оладилар ва куйидагиларни бажарадилар:

- 1-микроскопни ишга тушириш;
- 2-микронамуна ялтиратилган томони билан микроскоп столлига ўрнатилади;
- 3-катталаштириш жадвалидан фойдаланиб объектив ва окуляр ўрнатилади;
- 4-микроскоп остида оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чуянларнинг микроструктураларини ўрнатиш;
- 5-микроскопда кўринган структура билан плакат альбомларда курсатилган структураларни таққослаб солиштириш.
- 6-жадвалга оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чуянларнинг микроструктураларини чизиш;
- 7-текширилган чуянлар структураларидан графит қушилганларига металл асосига ва структура классига характеристика бериш;
- 8-оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чуянларнинг структураларидан хоссалари орасидаги фарқни тушунтириш;
- 9-болғаланувчи чуян структурасидан уни ҳосил қилиш технологик жараёнини ёзиш ва юмшатиш графигини чизиш.
- 10-текширилган чуянларнинг маркаларини ёзиш

**11.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Талабалар энг аввало ишнинг мақсадини ва қисқароқ назарий қисми бўйича материалларни ёзади ҳамда 11.1-жадвални тулдиради. Болғаланувчи чуянларни олпш технологиясини ёзади ва графигини чизади. Микроструктуралари текширилган чуянлар ички структуралари ёрдамида оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чуянларнинг хоссалари орасидаги фарқни тушунтиради.

11.1-жадвал

Чуянларнинг номи ва микроструктуралари

| №<br>т/р | Чуянлар микро-структураларининг схематик расмлари | Чуянлар микро-структуралари | Чуянлар номи ва уларнинг маркалари | Чуянлар олиш усуллари | Чуянлар механик хоссалари миқдори |                                   |            |              |
|----------|---|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|--------------|
|          |   |                             |                                    |                       | НВ<br>кгс/мм <sup>2</sup>         | $\sigma_b$<br>кгс/мм <sup>2</sup> | $\alpha_n$ | $\delta^0\%$ |
| 1        | 2   | 3                           | 4                                  | 5                     | 6                                 | 7                                 | 8          | 9            |
| 1        |   |                             |                                    |                       |                                   |                                   |            |              |
| 2        |   |                             |                                    |                       |                                   |                                   |            |              |
| 3        |   |                             |                                    |                       |                                   |                                   |            |              |

**11.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, оқ, кулранг, болғаланувчи ва жуда пухта чуянларнинг микроструктуралари таҳлилини утказиш учун МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскоплари фойдаланилди, уларнинг оптик схемалари ва умумий тузилишлари

ўрганилди, чуянли намуналар ички структуралари текширилди, макро ва микровинтлар билан структуралар нишонга олинди ва тиниқ кўринишга эришилди. ишни бажаришда тегишли объектлар расмлари чизилди ҳамда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиеҳлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

### 11.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:

1. Чуянлар деб нимага айтилади;
2. Қанақа чуянларни биласиз;
3. Чуянларда қанақа структура ташкил этувчилар бор;
4. Чуянларда графит қандай нусхаларда бўлади;
5. Чуянлар қандай маркаланади;
6. Чуянлар маркасидаги биринчи ва иккинчи сонлар нимани билдиради;
7. Оқ чуянни юмшатиш режими нечта стадияда олиб борилади;
8. Нима учун оқ чуян маркаланмайди.

## 12 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### УГЛЕРОДЛИ ПЎЛАТЛАРГА ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ

**12.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар Ст45 ва У8 маркали пўлатларга термик ишлов беради ва термик ишлашда совитиш тезлигининг пўлатни қаттиқлигига таъсирини аниқлайди ҳамда тегишли графикларни чизади.

**12.2. Ишнинг назарий қисми:** Талабалар термик ишлов бериш таърифи, мақсади ва назарий қисми бўйича Ст45 ва У8 маркали пўлатларининг ички структура тузилиши ва механик хоссалари ҳақидаги материаллар билан танишади ҳамда термик ишлов бериш турларини ўрганишади Термик ишлов бериш деб қотишмаларни маълум ҳароратгача қиздирилгандан кейин уларни ҳар хил тезликда совитишга айтилади. Пўлатга термик ишлов беришдан мақсад ички структура тузилишини ва механик хоссаларини керакли йўналишда ўзгартиришдан иборат бўлади. Пўлатларга термик ишлов бериш жараёнида унинг ички тузилишини ўзгартиришга таъсир кўрсатувчи асосий факторлар куйидагилардан иборат:

- Қиздириш ҳарорати;
- Қиздириш вақти;
- Қиздирилган пўлатни совитиш тезлиги

Қиздириш ҳарорати кўзланган мақсадга қараб ва пўлатнинг қиздиришдан олдинги ички тузилишига боғлиқ ҳолда Fe–C ҳолат диаграммасидан аниқланади

Пўлатни қиздириш ва совитиш жараёнларида ички тузилишида фаза ўзгариши содир бўлишига олиб келадиган ҳароратга критик ҳарорат дейилади, критик ҳароратлар A ҳарфи билан белгиланади. Fe–C ҳолат диаграммасида (12.1-расм) РСКчизигининг ҳароратга A<sub>1</sub> GS чизигининг устида ётган ҳароратларга A<sub>3</sub> SE, чизигини устидагиси эса критик ҳароратлари дейилади.



Пўлатни қиздириш ва совитиш жараёнларида ундаги ички фаза ўзгаришлари мувозанат ҳароратлар ( $A_1, A_3, A_m$ ) га нисбатан бир оз юқори ёки паст ҳароратларда содир бўлади. Шунинг учун қиздириш пайтидаги ҳароратни совитиш пайтидагисидан фарқ қилиш учун критик ҳароратнинг белгиси – А нинг ёнига яна битта қўшимча ҳарф (индекс) қўйилади: қиздириш пайтидаги ҳарорат кўзда тутилганда “С” совитиш эса “Т” ҳарфи. Шундай қилиб, пўлат қиздирилганда перлитнинг аустенитга айланиш ҳарорати,  $A_{c1}$ , ферритнинг аустенитда эриш ҳарорати  $A_{c3}$ , иккиламчи цементитнинг аустенитда эриш ҳарорати  $A_{cm}$  ҳарфи билан белгиланади. Қиздирилган пўлатни совитилганда эса аустенитнинг перлитга айланиш ҳарорати  $A_1$ , аустенитда ферритнинг ажралиб чиқиши  $A_{c3}$ , иккиламчи цементитнинг ажралиб чиқиши  $A_{cm}$  билан белгиланади. Пўлатларга термик ишлов беришнинг бир неча турлари бор: 1-юмшатиш; 2-нормаллаш; 3-тоблаш; 4-бўшатиш.



12.1-рasm. Fe-C ҳолат диаграммасининг пўлат қисми кўриниши.

Юмшатиш (отжиг) деб пўлатни маълум ҳароратгача қиздириб, мўлжалланган вақтда печда тутиб турилгандан кейин аста-секин печь билан биргаликда совитишга айтилади. Ўз навбатида юмшатиш ҳам бир неча турларга бўлинади ва улар бир-биридан қиздириш ҳарорати билан фарқ қилади:

1-тўла юмшатишда эвтектойдгача бўлган пўлатларни  $A_{c3}$  дан 30-50°C юқори ҳароратда қиздирилади;

2-чала юмшатишда пўлатларни  $A_{c1}$  дан 30-50°C юқорироқ ҳароратда қиздирилади;

3-қайта кристалланиш (рекристалланиш) юмшатишда совуқ ҳолида босим остида ишлов берилган пўлатларни  $A_{c1}$  дан пастрок, лекин қайта кристалланиш ҳарорати ( $T_{рекр} = 0,4 \times T$  эриши) дан баландроқ ҳароратда

(650-700°C) қиздирилади. Пулатни юмшатишдан мақсад уларнинг қаттиқлигини камайтириш ва ички структурасини мувозанат ҳолатга келтиришдан иборат.

Нормаллаш (нормализация) деб углеродли пулатларни GSE чизигидан 30-50°C юқорирак ҳароратда қиздириб, печьда мўлжалланган вақтда тутиб турилгандан кейин, секин ҳавода совитишга айтилади. Нормаллаш пулатни термик ишлашнинг тайёрлов босқичи сифатида ёки ўрта углеродли пулатлар учун охириги босқич сифатида қўлланилиши мумкин. Нормалланган пулатнинг мустақамлиги ва қаттиқлиги юмшатишган пулатникига нисбатан бироз юқори бўлади.

Тоблаш (закалка) деб эвтектоидгача бўлган пулатларни GSE чизигидан 30-50°C юқорирак ҳароратда, яъни  $A_{c1} + (30-50^\circ\text{C})$  да, эвтектоиддан кейинги пулатларни SK чизигидан 30-50°C юқорирак ҳароратда, яъни  $A_{c1} + (30-50^\circ\text{C})$  да (12.1-расмга қаранг) қиздириб, печьда мўлжалланган вақтда тутиб турилгандан кейин катта тезлик билан сувда (углеродли пулатлар) ёки мойда (легирилган пулатлар) совитишига айтилади. Тобланган пулатнинг қаттиқлиги энг юқори даражада, лекин қовушқоқлиги кам даражада бўлади. Тобланган пулатнинг қаттиқлиги унинг совитиш тезлигига боғлиқ. Совитиш тезлиги камайиши билан пулатнинг қаттиқлиги ҳам камаяди.

Бўшатиш (отпуск) деб тобланган пулатларни  $A_1$  дан пастроқ ҳароратларда қиздириб, печьда мўлжалланган вақтда тутиб тургандан кейин ҳавода совитишга айтилади. Ўз навбатида бўшатиш ҳам бир неча турларга бўлинади:

1-паст ҳароратда (160-250°C) бўшатиш (низкий отпуск). Бўшатишнинг бу тури тобланган пулатдаги ички кучланишларни камайтириш учун қўлланилади. Пулатнинг қаттиқлиги унчалик камаймайди;

2-ўрта ҳароратда (350-450°C) бўшатиш (средний отпуск) тобланган пулатнинг қаттиқлиги анча камаяди (HRC 35-45), лекин пластиклиги ортади;

3-юқори ҳароратда (550-600°C) бўшатиш (высокий отпуск) пулатнинг қаттиқлиги (HRC25-35) орасида, лекин зарбий қовушқоқлиги энг юқори бўлади. Бўшатишган пулатларнинг қаттиқлиги унчалик камайиб кетмайди, ammo ички кучланишларни деярли йўқолиб камайиб кетади.

**12.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жихозлар, намуналар ва материаллар:** Металлар ёки қотишмаларга термик ишлов бериш учун Ст45 ва У8 ёки У10 маркали пулатлар намуналари, клеши-кискич, махсус кийимлар ва брезент қўлқоплар, очкилар, термик муфель печлари, бўшатиш печлари, қизиб тобланган намуналарни совитиш учун сувли бак, мойли бак, оловбардош гишт, тоблаб совитилган намуналарни артиб тозалаш учун махсус латталар, электроточило, қаттиқликни ўлчовчи (Бринель, Роквель, Виккерс) приборлари, махсус жадваллар, изни ўлчовчи оптик микроскоплар, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**12.4. Ишни бажариш тартиби:** Талабалар ишни бажариш учун икки гуруҳга бўлинадилар. Биринчи гуруҳ талабалари 45 маркали пулат билан, иккинчиси эса У8 ёки У10 маркали пулат билан, тажриба ишини ўтказадилар. Гуруҳдаги ҳар бир талаба термик ишлов беришнинг фақат бир турини (12.1 ва 12.2 - жадвалларида кўрсатилган) бажаради ва олинган натижани 12,1 ва 12.2 - жадвалларига ёзиб қўяди.

Ушбу лаборатория иши қуйидаги тартибда бажарилади:

1-намуналарнинг аввалги юмшатирилган ҳолатидаги қаттиқликлари аниқланади. Бунинг учун Бринель приборидан фойдаланилади. —→ (босим кучи  $P = 750$  кг, шарикнинг диаметри  $D=5$ мм), қаттиқликни аниқлаш учун намуналарнинг икки қарама – қарши томонлари қумқоғозга ишқаланиб ялтирагунча тозаланади. Олинган натижани 12.1-жадвалнинг 6 устунига ёзиб қўйилади;

2-Fe–C ҳолат диаграммасидан (12.1-расм) тажриба ўтказиладиган пулатларнинг қиздириш ҳароратлари аниқланади ва улар 12.1-жадвалнинг 3 устунига ёзиб қўйилади; Пулатларни тоблаш учун қуйидагиларни келтириш мумкин: Масалан, 35 ва У12 маркали пулатларни тоблаш учун қиздириш ҳароратларини аниқлаш керак. Бунинг учун углеродли пулатларнинг маркаланишини эса оламиз, яъни: 35 маркали пулатда углерод миқдори

$$C = \frac{35}{100} \cdot 0,35\% ; \text{У12 да эса } C = \frac{12}{10} \cdot 1,2\% ,$$

бу сонни Fe–C ҳолат диаграммасида углероднинг миқдори кўрсатилган ўқда белгилаб оламиз ва шу нуқталардан вертикал чизиқлар ўтказамиз: 35 пулати учун GS чизиғидан 30-50°C юқори, У12 учун эса SK чизиғидан 30-50°C юқори нуқталаргача. Бу нуқталар пулатларнинг қиздириш ҳароратларини кўрсатади (12.1-расмга қаранг).

3-ҳар бир талаба ўзининг намунасини ҳарорати мўлжалга етган печьга солиб қиздиради;

**Эслатма - 1:** а) намуналарни печьга солиш ва ундан олиш учун махсус қисқичлардан фойдаланилади;

б) қуйиб қолмаслик учун қўлга брезент қўлқоп кийиб олиш керак.

4-намуналарнинг қиздириш вақти (печьда тутиб туриш вақти) қуйидагича аниқланади: намунанинг қалинлиги X 1,5 минут. Олинган натижа 12.1-жадвалнинг 4 устунига ёзиб қўйилади;

5-қиздирилган намуналар печьдан олиниб қуйидаги муҳитларда совитилади:

а) ҳавода (нормаллаш) - ҳар бир пулатдан 1 тадан намуна;

б) мойда (мойда тоблаш) - ҳар бир пулатдан 1 тадан намуна;

в) сувда (сувда тоблаш) - ҳар бир пулатдан 3 тадан намуна;

**Намуналарни совиш тезлигини қуйидагича олиш мумкин:**

сувда – 600°C/с

мойда – 150°C/с

ҳавода – 2°C/с

печьда – 0,03°C/с

Бу сонларни 12-1-жадвалнинг 5 устунига ёзиб қўйилади.

**Эслатма - 2:** Намуналарни сувда ёки мойда совитганда уларни чуқурроқ ботириб, тўхтовсиз чайқатиб туриб, совитиш керак.

6-намуналар тўла совигандан кейин уларнинг икки томони қум қоғозга ишқаланиб ялтирагунча тозаланади.

7-термик ишланган намуналарнинг қаттиқликлари ўлчанади:

а) нормалланган намуналар Бринель приборида;

б) тобланган намуналар Роквель приборида, "С" шкаласи бўйича.

Олинган натижаларни 12.1-жадвалнинг 6 устунига ёзилади

**8-1-график** ва 12.1-жадвалдаги маълумотлар асосида, қаттиқлик, совиш тезлиги, С/с координатларида «Совитиш тезлигининг нулатлар қаттиқлигига таъсири»ни тасвирловчи график чизилади;

**Эслатма - 3:** График чизиш учун Роквель приборида ўлчанган намуналарнинг қаттиқликларини жадвал ёрдамида Бринель усулида ўлчанадиган бирликка ўтказиш керак;

9-сувда тобланган намуналарни 200, 400, 600° ҳароратларда бўшатилади. Бўшатиш печларида қиздириш вақти 40 минут

10-бўшатиш намуналар ҳавода совитилади.

11-намуналар совигандан кейин уларнинг қарама-қарши икки томони қум қоғозда ялтирагунча тозаланади;

12-бўшатиш намуналарнинг қаттиқликлари Роквель приборида, "С" шкаласи бўйича ўлчанади. Олинган натижалар 12.2-жадвалнинг 3 ва 4 устунларига ёзилади;

**13-2-график** ва 11 2-жадвалдаги маълумотлар асосида, қаттиқлик, бўшатиш ҳарорати, С координатларида «Бўшатиш ҳароратининг тобланган нулатнинг қаттиқлигига таъсири»ни тасвирловчи график чизилади;

14-ишнинг натижаси бўйича хулоса қилинади ва ҳисобот ёзилади.

## Совитиш тезлигининг пўлатлар қаттиқлигига таъсири

| № т/р            | Термик ишлов бериш турлари               | Намунани қиздириш ҳарорати, °C | Қиздириш вақти, мин | Совитиш тезлиги, °C/с | Намуналарнинг қаттиқлиги, НВ ёки HRC |
|------------------|--|--------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1                | 2  | 3                              | 4                   | 5                     | 6                                    |
| 45 маркали пўлат |  |                                |                     |                       |                                      |
| 1.               | Юмшатиш (термик ишловдан олдинги ҳолати) |                                |                     |                       |                                      |
| 2.               | Нормаллаш                                |                                |                     |                       |                                      |
| 3.               | Мойда тоблаш                             |                                |                     |                       |                                      |
| 4.               | Сувда тоблаш                             |                                |                     |                       |                                      |
| У8 маркали пўлат |  |                                |                     |                       |                                      |
| 1                | Юмшатиш (термик ишловдан олдинги ҳолати) |                                |                     |                       |                                      |
| 2.               | Нормаллаш                                |                                |                     |                       |                                      |
| 3.               | Мойда тоблаш                             |                                |                     |                       |                                      |
| 4.               | Сувда тоблаш                             |                                |                     |                       |                                      |

## Бушатиш ҳароратининг тобланган пўлатлар қаттиқлигига таъсири

| № т/р | Намуналарнинг бушатиш ҳарорати, °C | Қиздириш вақти, мин | Қаттиқлиги, HRC  |                  |
|-------|------------------------------------|---------------------|------------------|------------------|
|       |                                    |                     | 45 маркали пўлат | У8 маркали пўлат |
| 1     | 2                                  | 3                   | 4                | 5                |
| 1.    |                                    |                     |                  |                  |
| 2.    |                                    |                     |                  |                  |
| 3.    |                                    |                     |                  |                  |
| 4.    |                                    |                     |                  |                  |

**12.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:**

- 1 Ишни бажариш мақсади,
- 2 Fe-C ҳолат диаграммасининг пўлат қисми чизилади ва унда пўлатни термик ишлаш (юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бушатиш) учун қиздириш ҳароратлари кўрсатилади ва 12.1 - 12.2-жадваллар тўлдирилади;
- 4 1-график "Совитиш тезлигининг пўлатлар қаттиқлигига таъсири" графиги чизилади;
5. 2-график "Бушатиш ҳароратининг тобланган пўлатлар қаттиқлигига таъсири" чизилади;
- 6 Бажарилган ишнинг натижаси бўйича якуний хулоса ёзилади.

**12.6. Хулосалар:** Хулоса шуки, 45 маркали У8 маркали пўлатларга термик ишлов бериш, яъни юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бўшатиш усулларини қўллаб, пўлатларнинг қаттиклиги оширилди, структуралари нормал ҳолатга келтирилди, механик хоссалари яхшиланди ва энг асосийси 45 ва У8 маркали пўлатларнинг мустаҳкамлиги анчага оширилди. Бунинг учун Fe-C ҳолат диаграммасининг пўлат қисми чизилди ва таҳлил қилинди. Намуналар қаттиқликларн Бринель, Роквель (ва Виккерс) приборларида улчанди ва тегишли 1-2-графиклар чизилди, олинган маълумотлар жадвалларга киртилди. ишни бажаришда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, снѐхлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

#### **12.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Термик ишлов бериш деб нимага айтилади;
2. Термик ишлов беришнинг қандай турлари бор;
3. Пўлатларни юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бўшатиш усулларини тушунтиринг;
4. Пўлатларни юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бўшатиш учун қиздириш ҳароратлари ва қиздириш вақти қандай аниқланади;
5. Пўлатни тоблаш учун қанақа совитиш муҳитларидан фойдаланилади;
6. Пўлатни юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бўшатиш жараёнларида унинг ички тузилишида қандай ўзгаришлар юз беради

## **13 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ**

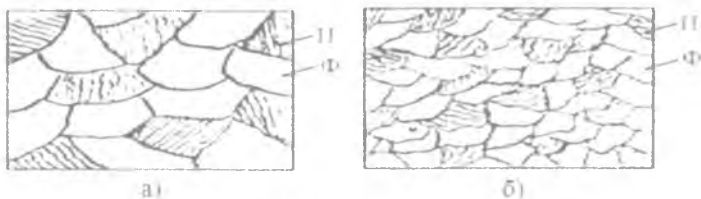
### **ТЕРМИК ВА КИМӒВИЙ-ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИЛГАН ПЎЛАТЛАРНИНГ МИКРОТАҲЛИЛИ**

**13.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар олдин термик ишлов берилган (юмшатишган, нормалланган, тобланган, тоблаб сўнг паст, ўрта ва юқори ҳароратларда бўшатишган) пўлатлар микроструктураларини ва кейин эса цементацияланган ва цементациялаб сўнг (кимӒвий - термик ишлов берилган) пўлатларнинг микроструктураларини ўрганадилар ва таҳлил қиладилар ҳамда тегишли жадвалларни тўлдирадилар

**13.2. Ишнинг назарий қисми:** Талабалар биринчи навбатда термик ишлов берилган пўлатларнинг микротаҳлилини ўтказадилар. Бу ишда энг кўп қўлланиладиган термик ишлов усуллари бу юмшатиш, тоблаш ва бўшатишдир. Юмшатишда мувозанат ҳолатдаги структура ҳосил бўлиб, у темир-углерод ҳолат диаграммасида кўрсатилган. Масалан, эвтектоидгача бўлган пўлатнинг структураси феррит ва перлитдан иборат бўлиб, у 13 1-расмда тасвирланган

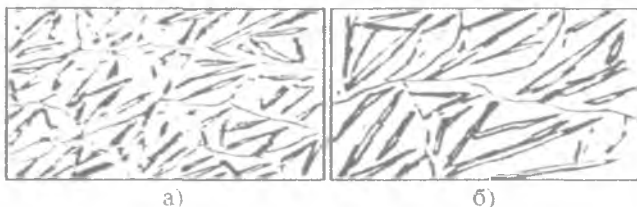
*Термик ишлов берилган пўлатларнинг микроструктураси.* Юмшатишган ва нормализацияланган пўлатларнинг структурасини ташкил этувчиси бўлган перлит пластинкасимон тузилшига эга бўлиб, феррит ва цементит кристаллари аралашмасидан иборат Унчалик юқори бўлмаган

катталаштиришда цементит пластинкаларини ажратиб кўриб бўлмайди. Бундай ҳолатда структурани ташкил қилувчи перлитга нисбатан қорарор дона бўлиб кўринади. Агарда эвтектоидгача бўлган пўлатни (масалан, 45 маркали пўлат)  $As_3$  нуқтасидан юқори, аустенит ҳолагига қиздириб, сўнгра сувда тобласак, у ҳолда аустенит мартенсит структурасига айланади, яъни аустенит структураси аста-секин мартенсит структурасига ўтади. Энди мартенсит нима эканлигини билиб оламиз.



13.1-расм. Эвтектоидгача бўлган углеродли пўлатларнинг юмшатишган ҳолати (а) ва нормализацияланган ҳолати (б) микроструктураси схемасининг кўриниши.

**Мартенсит** - бу углероднинг  $\alpha$  - темирдаги ўта тўйинган қаттиқ эритмаси. Аустенитни мартенситга ўтиши кристаллографик йўлланган бўлади, яъни пластинкасимон мартенсит кристаллари аустенит кристаллик панжарасининг маълум текислиги бўйлаб жойлашган бўлади. Шунинг учун мартенсит кристалларининг ўлчамлари узунлиги дастлабки аустенит доналарига қараб аниқланади. Бундан ташқари, мартенсит пластинкалари бир-бирига нисбатан маълум  $60^\circ$  ва  $120^\circ$  бурчак остида йўлланган бўлиб, микроскопда игнасимон тузилишига (13.2-расм) ёки кўринишга эга бўлади. Мартенсит микроструктураси майда донали ёки йирик донали бўлиши мумкин. Бундай доналарнинг ҳосил бўлишига албатта, термик ишлов бериш режимларининг аҳамияти каттадир. Мартенсит структурасини ҳосил қилиш учун термик ишлов беришнинг бир неча усуллари бажарилади ва айнан шу структура ҳосил бўлади.

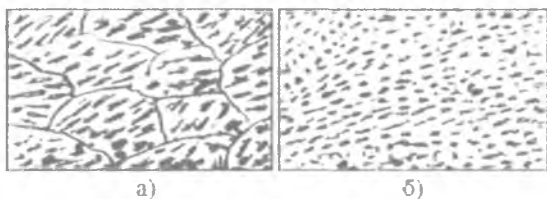


13.2-расм. Пўлатларнинг майда донали (а) ва йирик донали (б) мартенсит микроструктураларининг кўриниши.

Агарда аустенит донаси қанчалик йирик бўлса, мартенсит игнаси шунчалик узунроқ бўлади (13.2-расм,б га қаранг). Мартенсит юқори қаттиқликга эга бўлиб, у пўлатлардаги углероднинг миқдорига қараб, қаттиқлиги HRC 48-65 бўлиши мумкин. Демак, мартенсит муаллақ структура бўлиб, қиздирилганда парчаланadi. Тобланган пўлатларга паст ҳароратда (160-200°C) бўшатганда игнасимон тузилиш сақланади, лекин структура кимёвий реактивларга таъсирчан бўлади ва бундай мартенситни бўшатиш мартенсит деб аталади.

Тобланган пўлатларни 300°C дан юқорига қиздирганда мартенсит тамомила феррит цементит аралашмасига парчаланadi. 400°C да бўшатганда эса у юқори дисперсли майда заррали бўлиб, цементит заррачаларини оптик микроскоп ёрдамида кўриш имконияти бўлмайди. Қаттиқлиги HRC 45 га яқин бўлиб, бу структурани троостит дейилади ва микроскоп остида қорамтир шарпа (13.3-расм,а) масса шаклида кўринади, аммо кўпинча дастлабки мартенситнинг йўналиш яққол кўзга ташланади

Тобланган пўлатларни юқори ҳароратда бўшатганда (500-650°C) феррит-цементит аралашмаси йириклашади. Микроскоп остида цементит заррачаси феррит асосида майда дисперсли думалоқ шаклда кўринади ва бундай структурани сорбит ёки бўшатиш сорбит дейилади (13.3-расм,б). Сорбитнинг қаттиқлиги 300-350 HB (HRC 30-35) ни ташкил этади.

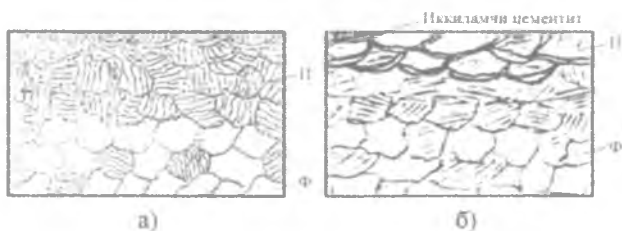


13.3-расм. Бўшатиш тростит (а) ва бўшатиш сорбит (б) микроструктураларининг схематик кўринишлари.

*Кимёвий-термик ишлов берилган пўлатларнинг микроструктураси*  
 Кимёвий-термик ишлов бериш деб металл юза сиртини қандайдир элементлар билан юқори ҳароратда тўйинтиришга айтилади. Кимёвий-термик ишлов беришдан мақсад деталлар сиртидаги хоссаларини кескин оширишдир. Кимёвий-термик ишлов бериш турларига, цементациялаш, нитроцементациялаш, азотлаш, борлаш, хромлаш, диффузион металлациялаш, диффузион легирлаш ва бошқа жараёнлар кирadi. Ишлаб чиқариш корхоналарида жуда кенг қўлланиладиган жараёнлардан бири цементация бўлиб, унда бўш сирти углерод (C) билан тўйинтирилади. Цементациялаш мақсади машина деталларининг юза сиртини қаттиқ қиздиришга чидамли бардош бера оладиган қилиш билан бирга ўзагини қовушқоқ ва динамик юкланшга бардош бериш қобилиятини сақлашдир. Цементацияга кам углеродли (0,3%С гача) пўлатдан ясалган деталлар тавсия

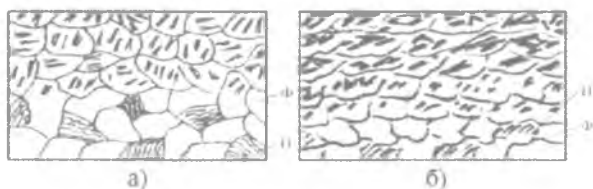


этилади. Цементациядан сўнг юза сиртки қисми эвтектоиддан кейинги юмшатишланган пўлатнинг структурасига эга (перлит-иккиламчи цементит). Бу структура аста-секин эвтектоидгача бўлган зонага ўтади, ўзаги эса кам углеродли пўлат структурасига эга бўлади. Микроскоп остида бира тула барча зоналарни кўриш мумкин эмас, чунки цементациянинг чуқурлиги 1-2 мм ни ташкил этади. Шунга қарамай бу зоналарнинг микроструктура схемаси қуйидаги кўринишдан иборат (13.4-расм).



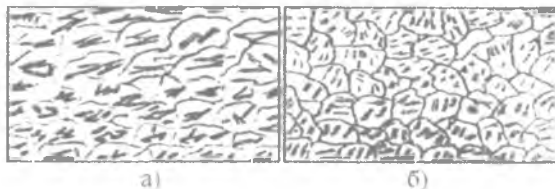
13.4-расм. Цементацияланган қатлам микроструктураси (а) ва структурадаги иккиламчи цементитнинг схематик кўриниши (б).

Цементацияланган буюмларнинг юза сиртида юқори қаттиқликни ҳосил қилиш учун термик ишлов берилади, яъни олдин тобланади ва кейин паст ҳароратда бўшатилади (13.5-расм). Агарда буюм углеродли пўлатдан тайёрланган бўлса, бунда юза сиртидаги структура бўшатишланган мартенситдан иборат. Ўзаги эса худди кам углеродли пўлатлардагидек феррит-перлитдан иборат бўлади, чунки одатда кам углеродли пўлатларнинг тоблаш чуқурлиги кам бўлиб, ўзаги тобланмайди.



13.5-расм. Цементацияланган ва тобланган кам углеродли пўлатлар микроструктураси (а) ва унинг схематик кўриниши (б).

Агарда цементацияланадиган буюм легирланган пўлатдан тайёрланган бўлса, у ҳолда тоблангандан сўнг мартенсит структураси ҳам юзада ҳам ўзакда ҳосил бўлади (13.6-расм). Ўзакдаги кам углеродли мартенсит юқори қаттиқликка эга бўлмайди (HRC30-35), юқори ковушқоқлиги сақланади ва кимёвий реактивларга таъсирланганлигининг камайиши билан фарқланиб туради.



13.6-расм. Цементацияланган ва тобланган кам углеродли легирланган пўлатлар микроструктураси (а) ва унинг схематик кўриниши (б).

**13.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Термик ва кимёвий-термик ишлов берилган пўлатларнинг микротахлилини ўтказиш учун вертикал МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М оптик металлографик микроскоплари, уларнинг комплеклари, ҳар хил маркали пўлатларнинг намуналари, объектив ва окуляр, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-ўслубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**13.4. Ишни бажариш тартиби:** Талабалар 3-4 тадан гуруҳчаларга ажратиладилар. Ҳар бир гуруҳ лаборатория ўқитувчисидан термик ва кимёвий-термик ишлов берилган пўлатларнинг микронамуналар комплектини олади ва кейин қуйидаги тартибда бажарилади: 1-микроскопларни ишга туширади; 2-микроскоплар столчасига микронамунани ялтиратилган томони билан ўрнатиб қўйилади; 3-катталаштириш жадвалига асосланиб оптикалар (объектив ва окуляр) танланади ва структуралар аниқ шаклга келтирилади; 4-микроструктураларни микроскоп ёрдамида кўриш; 5-кузатилаётган микроструктураларни, альбом, плакат ва схемадагилари билан таққослаш; 6-микроструктураларни схематик равишда 13.1-жадвалга чизиш (илова асосида); 7-жадвалда кузатилган микроструктураларни ҳосил қилиш усулини ҳамда цементацияланган 15 маркали пўлатни ва термик ишланган 45 маркали пўлатни механик хоссаларининг кийматини ёзади.

13.1-жадвал

Термик ва кимёвий-термик ишлов берилган пўлатларнинг микротахлили

| Термик ишлов берилган пўлатлар |                 |                                |  | Кимёвий - термик ишлов берилган пўлатлар |                        |                            |            |                                |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--|--|------------------------|----------------------------|------------|--------------------------------|
| Микро-структур а схемаси       | Структур а номи | Структуран и ҳосил қилиш усули | Механик хоссалар и НВ, $\sigma_b$ , $\alpha_n$ | Ишло в усули                             | Қатла м чуқур-лиги, мм | Юза ва ўзакнинг қаттиқлиги |            | Структуран и ҳосил қилиш усули |
|                                |                 |                                |  |  |                        | НВ, HRC                    | Юза   Ўзак |                                |
|                                |                 |                                |  |  |                        |                            |            |                                |
|                                |                 |                                |  |  |                        |                            |            |                                |
|                                |                 |                                |  |  |                        |                            |            |                                |
|                                |                 |                                |  |  |                        |                            |            |                                |
|                                |                 |                                |  |  |                        |                            |            |                                |

**13.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Талабалар биринчи навбатда ишни бажариш мақсадини, қисқача назарий қисмини, термик ишлов берилган пўлатлар микроструктураларини, иккинчи навбатда кимёвий - термик ишлов берилган пўлатлар микроструктураларини кузатиб ўрганадилар. келтирилган жадвалга микроструктуралар расми схемаларини чизиладилар, микроструктуралар номлари, иккала структурани ҳосил қилиш усуллари, механик хоссалари, ишлов усуллари, қатлам чуқурликлари ва қаттиқликларини тўлиқ ёзадилар.

**13.6. Хулосалар:** Ишдан хулоса шуки, термик ишлов берилган пўлатлар микроструктуралари кимёвий - термик ишлов берилган пўлатлар микроструктураларини ўрганиш ва таҳлилини ўтказиш учун МИМ-7 ва МИМ-8М металлографик микроскоплари фойдаланилди, уларнинг оптик схемалари ва умумий тузилишлари ўрганилди, иккала усулдаги пўлатлар намуналари ички структуралари текширилди, макро ва микровинтлар билан структуралар нишонга олинди ва тиниқ кўринишга эришилди, ишни бажаришда тегишли объектлар расмлари чизилди ҳамда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

### **13.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Тобланган пўлат структураси ва унинг қаттиқлигини юқори бўлишини сабаби нима,
2. Пўлат структураси бўшатиш ҳароратига боғлиқлиги ва механик хоссаларини ўзгариши нимага боғлиқ бўлишини тушунтиринг;
3. Тобланган ва бўшатишган пўлатларнинг микроструктураси ва хоссаларида қандай фарқ бор;
4. Термик ишлов берилган пўлатлар микроструктураси номларини айтиб беринг;
5. Қандай кимёвий-термик ишлов бериш турларини биласиз;
6. Цементация қилишдан мақсад нима? цементация қилинган қатламнинг қалинлиги;
7. Цементациядан сўнг нима учун термик ишлов берилади? қатлам ва ўзакнинг структураси ва хоссалари қандай ўзгаради.

## **14 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ**

### **КОНСТРУКЦИОН ПЎЛАТЛАРНИНГ ТОБЛАНИШ ЧУҚУРЛИГИНИ УЧИДАН ТОБЛАШ УСУЛИ ЁРДАМИДА АНИҚЛАШ**

**14.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар 45, 40Х, 40ХН маркали пўлатларнинг таркиби, хоссалари ва тузилишлари билан танишиб ўрганадилар ҳамда шу пўлатларга термик ишлов бериб, сувда ва мойда совитганда тобланиш реал критик диаметрларини топадилар. Тобланиш

чуқурлиги қаттиқлигини ўлчайдилар ва ярим мартенситли зонагача бўлган масофани аниқлайдилар.

**14.2. Ишнинг назарий қисми:** Талабалар асосан конструкция пўлатларни товланиш чуқурлигини учидан товлаш усули ёрдамида аниқлаш жараёнлари билан яқиндан танишадилар ва ишни бажариш усулларини ўрганадилар ҳамда олинган натижалар бўйича график чизадилар ва уларни исботлайдилар. Пўлатларнинг товланиш чуқурлиги деганда маълум чуқурликгача товланиш қобилияти тушунилади. Товланиш чуқурлиги деганда сиртдан ярим мартенсит зонагача (50% мартенсит, 50% троостит) бўлган масофа тушунилади, чунки айнан шу зонада товланган пўлатларнинг қаттиқлиги кескин камаяди. Пўлатлардаги ярим мартенсит зонанинг қаттиқлиги, унинг таркибидаги углерод ва легирловчи элементларнинг миқдорига (14.1-жадвал) боғлиқ бўлади.

14.1-жадвал

Пўлатлардаги ярим мартенситли зонанинг қаттиқлиги углерод миқдорига боғлиқ бўлиши

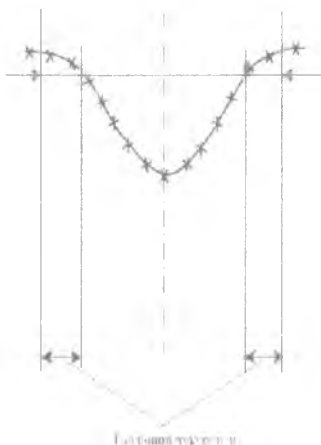
| № т/р | Углероднинг миқдори, % | Ярим мартенситли зонанинг қаттиқлиги, Н <sub>50</sub> |                           |
|-------|------------------------|---|---------------------------|
|       |                        | Углеродли пўлатлар учун                               | Легирланган пўлатлар учун |
| 1     | 2                      | 3   | 4                         |
| 1     | 0,08 – 0,17            | -   | 25                        |
| 2.    | 0,18 – 0,22            | 25  | 30                        |
| 3.    | 0,23 – 0,27            | 30  | 35                        |
| 4.    | 0,28 – 0,32            | 35  | 40                        |
| 5.    | 0,33 – 0,42            | 40  | 45                        |
| 6.    | 0,34 – 0,52            | 45  | 50                        |
| 7.    | 0,53 – 0,62            | 50  | 55                        |

Деталнинг товланиш чуқурлиги, қундаланг кесимда қаттиқлигини ўлчаб аниқлаш мумкин (14.1-расм). Аммо реал деталларнинг товланиш чуқурлигини аниқлаш жуда мураккаб бўлганлиги туфайли, товланиш чуқурлиги учидан товланиш усули (торцевая проба) ёрдамида аниқланади.

Бу усулда махсус тайёрланган намуна талаб қилинган ҳароратгача қиздирилгандан сўнг учидан сув пуркаб совитилади. Намунанинг совиш тезлиги учидан максимал бўлади, ундан узоқлашган сари камайиб боради (14.2-расм).

Намуна пўлат контейнерлар ёрдамида печда қиздирилади (қиздириш ҳарорати 14.2-жадвалда кўрсатилган), контейнер ичига писта кўмир ёки графит солиниб, намунанинг учини унга тегиб туради. Намуна печда маълум вақт тургандан сўнг, махсус мосламада совитилади. (**Эслатма:** Конструкция

пўлатлардан тайёрланган намуналарни тобланиш чуқурлигини учидан тобланиш учун махсус мосламалар (контейнерчалар) ясалади ва уларнинг ичиги олдин писта кўмир ёки графит солинади, кейин эса намуналар жойлаштирилади ва печнинг ички камерасига қўйилади. Намуналарни мосламага жойлаштириш вақти 5 сек ошмаслиги керак, акс ҳолда кўп вақ кетиб қолади ва иш жараёни бузилиши мумкин).



14.1-рasm. Деталь намунани қўндаланг кесимида каттиқликни ўзгариши  
ярим мартенсит зонанинг қаттиқлиги

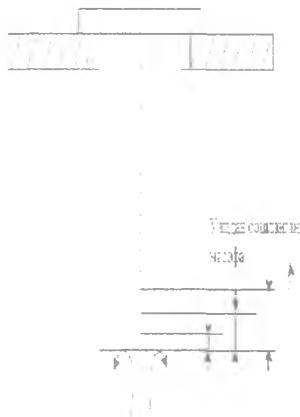
14.1-рasm. Деталь намунани қўндаланг кесимида каттиқликни ўзгариши

14.2-жадвал

Углеродли ва легирланган пўлатларни тобланиш учун қиздириш ҳарорати

| № т/р | Пўлат синфлари   | Углероднинг миқдори, %              | Тобланиш учун қиздириш ҳарорати, °С |
|-------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | 2  | 3                                   | 4                                   |
| 1.    | Углеродли, марганецли, хромли, хроммолибденли, хромникелли, никелмолибденли                | 0,25 гача<br>0,26-0,35<br>0,37-0,55 | 900<br>870<br>840                   |
| 2.    | Кремнийли, кремниймарганецли, хром-никелмарганецли, хромваннадийли, хроммолибденваннадийли | 0,15-0,24<br>6,25-0,44<br>0,45-0,65 | 900<br>880<br>870                   |

Намунани мосламага 5 сек давомида жойлаштириш лозим. Жойлаштирилган намунанинг чеккасига сув пуркаб совитилади (совитиш шароити доимо бир хил) Бундай шароитда совитиладиган намунанинг учидаги юзада совиш тезлиги  $1000^{\circ}\text{C}/\text{с}$  га тенг бўлади. Намуна батамом совиб бўлгандан сўнг, унинг цилиндрик юзаси бўйлаб эни 2 мм ли юза текислаб чархланади, сўнггра шу юза намунанинг узунлиги бўйлаб Роквель усулида қаттиқлиги ўлчанади (ўлчаш тартиби 14.3-жадвалда кўрсатилган). 14.3-жадвал тўлдирилгандан сўнг, намунанинг совитилган учидан бошланган масофага қараб, қаттиқликни ўзгариш эгри чизиғи қурилади.

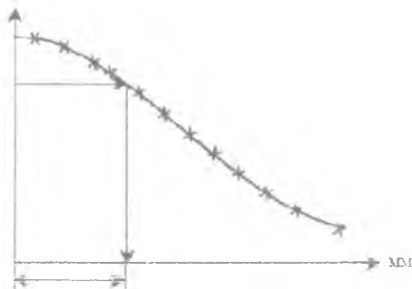


14.2-расм. Термик ишлов берилган намунанинг совитиш схемаси.

14.3-жадвал

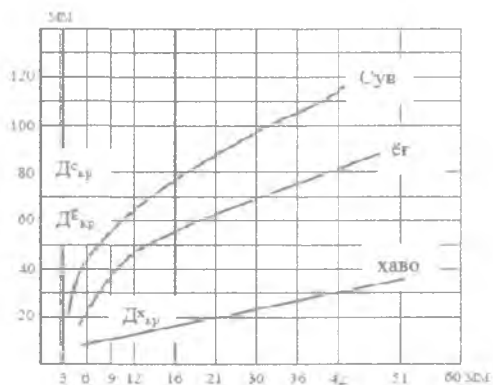
Совитиладиган учидан узоқлашган сари пўлатларнинг қаттиқлигини ўзгариши

| Ўлчаш тартиби                          | 1   | 2 | 3   | 4 | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|--|-----|---|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Совитилган учидан бошланган масофа, мм | 1,5 | 3 | 4,5 | 7 | 10 | 13 | 16 | 21 | 27 | 33 | 42 | 51 |
| Қаттиқлик қиймати, HRC                 |     |   |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |



14.3-расм. Ярим мартенситли зонагача бўлган масофани аниқлаш усули

Шу эгри чизикда ярим мартенситли зонагача бўлган масофа топилади (14.3-расм ва 14.1-жадвалга қаранг). Топилган масофа шундай минимал совиш тезлигига пропорционал унда ҳақиқий деталларнинг марказида ярим мартенситли структура ҳосил бўлади. Деталларнинг берилган совитувчи муҳитда, марказгача тобланидиган реал критик диаметри махсус номограмма ёрдамида топилади (14.4-расм).



14.4-расм. Тобланиш чуқурлигининг критик диаметрини ханиқлаш номограммаси.

**14.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** 45, 40X, 40XH маркали пўлатларнинг намуналари, таркиблари, хоссалари, пўлатларга термик ишлов бериш муфель печлари, махсус мосламали тигеллар контейнерлари, писта кўмир ёки графитлар, сувли бак, мойли бак, совитиш учун оловбардош ғиштлар ва бошқалар керак бўлади. Термик ишлов бериш жараёнини ўтказиш учун муфель печлари уларнинг паспортлари ва комплектлари, ҳар

хил маркали пўлатлар намуналари, плакатлар, жадваллар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**14.4. Ишни бажариш тартиби:** Ҳар бир талаба гуруҳи 3-4 кишидан бўлиб, текширадиган маркадаги пўлатлардан тайёрланган намуналарни олади. Сўнгра қуйидаги ишларни бажаради:

1. Берилган маркадаги пўлат намунасини контейнерларга жойлаштириш;
2. Намуна жойлаштирган контейнерни печда қиздириб (қиздириш ҳарорати 14.2-жадвалда берилган) 40 минут ушлаб туриш;
3. Намунани контейнердан чиқариб, махсус мосламада 10 минутча совитиш;
4. Намунани ён томонини чархлаб текислаш;
5. Чархланган юзага 14.3-жадвалда кўрсатилганидек белги қўйиш;
6. Қаттиқликни ўлчаш ва намуна тобланган учидан бошлаб қаттиқликни ўзгариш графигини чизиш;
7. Пўлатлардаги углерод миқдорига қараб, ярим мартенситли зонанинг қаттиқлигини аниқлаш;
8. Ярим мартенситли зонагача бўлган масофани аниқлаш;
9. Номограммадан сувда ва ёғда тоблангандаги реал критик диаметрини аниқлаш.

Иш тугагандан сўнг келиб чиққан натижаларни таққослаб умумий яқун ясалади.

#### **14.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:**

1. Ишнинг мақсади;
2. Текшириладиган пўлатларнинг маркази ва кимёвий таркиби;
3. Намунанинг қиздириш режими;
4. Намунанинг совитиш схемаси;
5. Ярим мартенситли зонанинг қаттиқлик қиймати;
6. Намунанинг узунлиги бўйича ўлчанган қаттиқлик жадвали (14.3-жадвал);
7. Ярим мартенситли зонанинг қаттиқлик қиймати кўрсатилган "Н С - учидан тобланган масофа" графиги;
8. Совитилган учидан ярим мартенситли зонагача бўлган масофа;
9. Текшириладиган пўлатларнинг тобланиш критик диаметри;
10. Олинган натижалар таҳлили.

**14.6. Хулосалар:** Ишдан хулоса шуки, 45, 40X, 40ХН маркали пўлатларига муфель печларида термик ишлов берилди. Ишни бажаришда 45, 40X, 40ХН маркали намуналари, таркиблари, хоссалари, махсус мосламали тигеллар контейнерлари, писта кўмир ва графитлар, совитиш учун сувли бак, мойли бак, оловбардош ғиштлар ва бошқалардан фойдаланилди. Тегишли жадваллардан унумли фойдаланилди ва тўлдирилди, керакли ярим мартенситли зонанинг қаттиқлик қиймати кўрсатилган "Н С - учидан тобланган масофа" графиклари чизилди ва тегишли хулосалар қилинди. Рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.



#### 14.7. Муस्ताқил тайёрланиш учун саволлар:

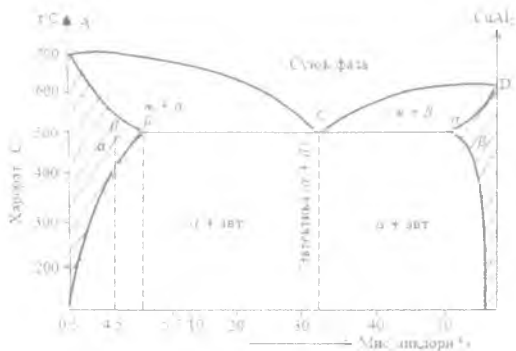
1. Пулатларни тоблаш учун қандай пулатлар маркаларидан фойдаланилади;
2. Пулатлар тоблангандан кейин қандай структура ҳосил бўлади;
3. Тобланиш чуқурлиги деганда нимани тушунасиш ва у нималарга боғлиқ;
4. Критик тоблаш тезлиги ва критик диаметр деб нимага айтилади;
5. Тоблаш чуқурлиги тайёр деталларнинг хоссасига қандай таъсир кўрсатади;
6. Нима учун пулатларни тоблаш чуқурлиги учидан тоблаш усули ёрдамида аниқланади, ваҳоланки ҳаётда учидан тоблаш усули деярли учрамайди.

### 15 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

#### ДУРАЛЮМИН ҚОТИШМАСИГА ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ

**15.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар Д16 маркали дуралюмин қотишмасини тоблаш ва уни 100°, 200°, 300°С ҳароратларда сунъий эскириш жараёнларини ўтказиши ва Д16 қотишмаси қаттиқлигини эскириш ҳароратига боғлиқлик графигини тузади.

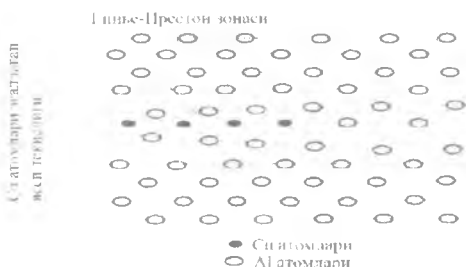
**15.2. Ишнинг назарий қисми:** Дуралюминий қотишмаларидан Д16 маркали қотишмаси энг мақбул марка ҳисобланади. Шу боис, бу ишда дуралюмин қотишмалари билан танишиб чиқамиз. *Дуралюмин деб алюминий асосида мис, магний, марганец ва оз миқдорда кремний ва темирдан ташкил топган қотишмаларга айтилади.* Дуралюминий термик ишлаш йўли билан пухталанади, унинг юмшатиш ҳолатдаги структураси  $\alpha$ -қаттиқ эритма ва ҳарорат ошганда алюминийда эрийдиган иккинчи фаза ( $\theta$ -фаза  $\text{CuAl}_2$ ,  $S$ -фаза  $\text{CuMgAl}_2$ )лардан ташкил топган. Бу фазалар термик ишлов беришда пухталовчи фазалар ҳисобланади. Термик ишлов беришни (Al-Cu) қотишмаси мисолида кўришимиз мумкин (15.1-рasm).



15.1-рasm. Al-Cu қотишма системасининг ҳолат диаграммаси кўриниши

Дуралюминийга термик ишлов берилиши аввал тоблаш ва кейинчалик эскиртиришдан (эскириш) иборат, яъни табиий ёки сунъий эскиртириш. Дуралюминни тоблашдан мақсад уй ҳароратида бир жинсли ўта тўйинган каттик эритма структураси ҳосил қилишдир. Масалан, қотишмада 4,5%Cu бўлсин дейлик, унда Cu нинг Al да уй ҳароратида эриши 0,5% дир "В" нуктасигача қиздирилганда миснинг ҳаммаси  $CuAl_2$  дан каттик эритмага ўтади. Агар қиздирилган қотишмани тез совитсак, яъни тобласак, уй ҳароратида таркибида 4,5%С бўлган ўта тўйинган  $\alpha$  - каттик эритмани ҳосил қиламиз, яъни бошқача қилиб айтганда дуралюмин қотишмасини маълум тоблаш ҳароратигача қиздириб, кейин тезлик билан совитсак, ўта тўйинган  $\alpha$  - каттик эритмаси ҳосил бўлади

Дуралюминий эскиртириш жараёни қуйидаги тартибда бажарилади. Махсус намуналар тоблангандан кейин нормал + 20°C ҳароратда вақт ўтиши билан ўта тўйинган каттик эритма доналарида мис атомлари кристалл панжаранинг муайян (100) текислигида диффузияланиб, 2-3 атом қотишмадаги қатлам ҳосил қилинади. Бу қатлам зоналари Гинье - Престон зоналари деб аталади (15.2-расм). Гинье - Престон зоналарини ҳосил бўлиши кристалл панжарани қийшайишига олиб келади, пухталиқ ошиб пластиклик камаяди (15.2-расмга қаранг). Энди табиий ва сунъий эскиртириш жараёнлари билан алоҳида-алоҳида яқиндан танишиб чиқамиз.



15.2-расм. Дуралюминий қотишмасини эскиртирганда ҳосил бўлган Гинье - Престон зонасининг кўриниши.

Дуралюминни табиий эскиртириш жараёнида Гинье - Престон зонаси 5-7 сутка давомида ҳосил бўлади, бунда қотишма максимал пухталиқга эга бўлади. Аммо бу зонани ҳосил бўлиши ва қотишмани мустаҳкамланиш жараёни секин ўтади, лекин жуда пухта бўлади. Дуралюминни табиий эскиртириш деб кўп муддатли 5-7 сутка давомида эскиртиришга айтилади.

Дуралюминни сунъий эскиртириш жараёнида Гинье - Престон зонаси юкори (100, 200, 300°C) ҳароратлар оралиғида ҳосил бўлади, бунда Гинье-Престон зонаси ҳосил бўлиши ва қотишмани мустаҳкамланиш жараёни тез ўтади, лекин унчалик пухта бўлмайди. Дуралюминни сунъий эскиртириш деб юкори 100, 200, 300°C ҳароратларда эскиртиришга айтилади

Юқори ҳароратларда дуралюминийда ҳосил қилинган Гинье-Престон зоналари табиати нормал ҳароратларда ҳосил қилинган зоналар билан бир хил, лекин ўлчами катта бўлади, масалан, 200°C да 800 Å бўлади. Ҳароратни кутарилиши ва эскириш вақтини кўпайиши қаттиқ эритманинг кристалл панжарасининг қийшайиши ва қотишма пухталигининг пасайишига олиб келади. Дуралюминий қотишмаларини эскиртириш жараёнида махсус ўлчамларда тайёрланган намуналардан, муфель электр печларидан ва бошқалардан унумли фойдаланилади.

Дуралюминий намуналарининг дастлабки қаттиқлиги ва тобланган қаттиқлиги ҳамда эскиртиришдан кейинги қаттиқликлари Бринель приборида (НВ) да ўлчанади ва олинган натижалар 15 1-жадвалга киритилади.

15.1-жадвал

Дуралюминий намуналаридан олинган натижалар

| Қотишmani<br>маркаси | Қотишманинг<br>қалинлиги ёки<br>диаметри (мм) | Намунанинг<br>дастлабки<br>қаттиқлиги (НВ) | Тоблаш<br>харорати<br>(°C) | Тоблаш учун<br>қиздириш вақти<br>(мин) | Тоблашдан<br>кейинги<br>қаттиқлиги | Эскириш<br>харорати<br>(°C) | Эскириш<br>вақти<br>(мин) | Эскиришдан<br>кейинги<br>қаттиқлиги (НВ) |
|----------------------|---|--|----------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--|
|                      |   |  |                            |  |                                    |                             |                           |  |
|                      |   |  |                            |  |                                    |                             |                           |  |
|                      |   |  |                            |  |                                    |                             |                           |  |

**15.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Ишни бажариш учун керакли асбоб-ускуналар, приборлар, жиҳозлар; Д16 маркали дуралюмин намуналари, жилвирлаш (ёки силлиқлаш) қоғозлари, дуралюминийга термик ишлов бериш муфель печлари, махсус таглик, кийим, брезент қўлқоп, қисқич (клевци), совитиш учун сувли бак ёки мойли бак, оловбардош ғиштлар ва бошқалар керак бўлади. Термик ишлов бериш жараёнини ўтказиш учун муфель печлари уларнинг паспортлари ва комплеклари, тегишли маркали намуналар, плакатлар, жадваллар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**15.4. Ишни бажариш тартиби:** Талабалар лаборатория машғулотини ўтувчи ўқитувчидан ёки ўқув устасидан Д16 маркали дуралюмин қотишмаси намуналарини қабул қилиб оладилар ва қуйидагиларни бажарадилар:

1. Намуналарнинг дастлабки юмшатирилган ҳолатдаги қаттиқлиги (НВ да) ўлчаб жадвалга киритилади;

2. Д16 маркали дуралюмин намунаси учун тоблаш ҳароратини 500+5°C қабул қилади;

3. Намуналарни қиздириш вақтини аниқлаш учун 1 мм намуна қалинлигига 2 мин ҳисобида олинади, масалан, намунанинг қалинлиги 15 мм бўлса, унда 30 мин олинади;

4. Ҳарорати 500°С да қиздирилган печьга намуналарни юклайди ва керакли вақтгача ушлаб туради;

5. Намуналарни бирин кетин печьдан олиб сувда совитиб тоблайди;

6. Тоблашдан сунг намуналарни икки томонини тозалаб, жилвирлаш қогозида тозалайди;

7. Тобланган намуналарнинг қаттиқлигини ўлчаб жадвалга киритади;

8. Тобланган намуналарни бирин-кетин 30 минутдан 100°, 200°, 300°С ҳароратларда сунъий эскиртиради. Бунинг учун тобланган дуралюмин намуналарини биттадан 100°, 200°, 300°С ҳароратларга қиздирилган печьларга юклайди;

9. Эскиришдан кейин намуналарни иккала томонини тозалаб қаттиқлигини Бринель приборида (НВ) буйича ўлчайди;

10. Аниқланган дуралюмин намуналари қаттиқлигини, сунъий эскириш ҳароратига боғлиқлик графигини чизади;

11. Дуралюмин қотишмасида тоблаш ва эскириш натижасида фаза ва структура ўзгаришларини ёзади;

12. Ишга ҳисобот ёзади ва хулоса беради.

#### **15.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:**

1. Ишнинг мақсади;

2. Қисқача назарий қисми;

3. Дуралюминийдаги фаза ва структура ташкил этувчиларини кўрсатган ҳолда ҳолат диаграммасини чизиш;

4. Барча қаттиқликларни Бринель приборида ўлчаш;

5. Дуралюминийда ҳосил қилинган Гинье-Престон зоналари чизиб кўрсатиш;

6. 15.1-жадвални тулдириш;

7. Қаттиқлик ва сунъий эскириш ҳарорати орасидаги боғлиқлик графигини чизиш

**15.6. Хулосалар:** Ишни бажаришдан хулоса шуки, Д16 маркали дуралюмин қотишмасининг дастлабки қаттиқлиги ўлчанди. муфель печлари ёрдамида термик ишлов берилди ва тобланган қаттиқлиги ўлчанди. Сунгра Д16 маркали дуралюмин қотишмаларини юқори 100°, 200°, 300°С ҳароратларда сунъий эскиртирилди ва яна қаттиқлиги ўлчанди. Олинган натижалар ҳаммаси 15.1-жадвалга киритилди. Тегишли графиклар чизилди ва ишга хулоса берилди. Термик ишлов бериш жараёнини ўтказиш учун муфель печлари, намуналар, плакатлар, жадваллар, қаламлар, ручкалар, линейка-сиёҳлар, ухув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

#### **15.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Дуралюмин деб нимага айтилади;

2. “Д” ҳарфи ва 16 сони нимани билдиради;

3. Нима учун термик ишлов берилади;

4. Табиий эскиртириш деб нимага айтилади?

5. Нима сабабдан дуралюмин қотишмалари табиий эскиртирилмайди;

6. Сунъий эскиртириш деб нимага айтилади?
7. Дуралюминга термик ишлов бериш ҳарорати қандай булади;
8. Қайси ҳароратларда дуралюминни сунъий эскиртириш ўтказилади;
9. Тоблаганда ва эскиртиришда фаза ва структураларда қандай ўзгаришлар булади;
10. Нима сабабдан қаттиқлик ва сунъий эскиртириш ҳарорати орасидаги боғланиш графиги чизилади.

## 16 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### ЛЕГИРЛАНГАН ПУЛАТЛАРНИНГ МИКРОСТРУКТУРА ТАҲЛИЛИ

**16.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар алоҳида гуруҳчаларга бўлиниб, эвтектоидгача, эвтектоидли ва эвтектоиддан кейинги ҳамда ледебуритли пўлатлар қуйма ҳолатини ва феррит синфидаги пўлатларни ички структураларини урганадилар, кўриб таҳлил қиладилар ва уларнинг расмларини чизадилар

**16.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда талабалар легирилган пўлатларнинг эвтектоидгача, эвтектоидли ва эвтектоиддан кейинги пўлатларни структураларини оптик микроскопларда текширадилар, ледебуритли пўлатлар қуйма ҳолатлари ва феррит синфидаги пўлатлар тузилишлари билан яқиндан танишадилар. Бундай пўлатларда юқори механик хоссаларини ҳосил қилиш учун уларни эритиб олиш вақтида махсус легирловчи элементлар қўшилади. Махсус қўшилган элементларни легирловчилар деб аталиб, кўпинча легирилган пўлатларга марганец, кремний, хром, никел, вольфрам, молибден, ваннадий, титан ва бошқалар қўшилади. Шу сабабли ҳам легирилган пўлатларга қуйидагича таъриф бериш мумкин. *«Юқори талаб этиладиган хоссалар олиш учун таркибига атайлаб легирловчи элементлар қўшиладиган пўлатларга легирилган пўлатлар ёки махсус пўлатлар деб аталади»*. Атайлаб махсус қўшилган элементларни легирловчилар дейилади. Легирловчи элементларнинг миқдорига қараб, яъни 2,5% гача бўлса, кам легирилган, 2,5% дан 10% гача бўлса, ўрта легирилган, 10% дан кўп бўлса, юқори легирилган пўлатларга бўлинади. Булар махсус пўлатлар бўлиб, улар белгиланган жойда ишлатилади.

Пўлатлардаги легирловчи элементлар темир ва углерод билан ўзаро мулоқотда бўлиб, темирни полиморф ўзгаришларига, карбидни ҳосил бўлиш жараёнига, аустенитни парчаланишига ва мартенсит ўзгаришларига таъсир қилади. Пўлатларга қўшилган элементлар феррит ва цементитда эрийди ёки махсус карбидлар ҳосил қилади. Масалан,  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ ,  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ ,  $\text{W}_6\text{C}$  ва бошқалар.

Пўлатларнинг металллик асосида эриган элементлар, уларнинг кристаллик панжара шаклланишларининг ҳарорат оралиғига жиддий равишда таъсир қилади. Никел, марганец, кобальт, мис ва бошқалар  $A_1$  критик нуктасини юқорига кутариб,  $A_1$  нуктасини пастга суради, натижада  $\gamma$ -

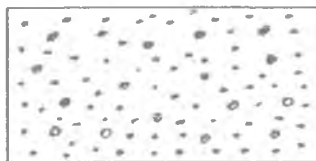
фаза областини (доирасини) кенгайтиради. Кўп миқдорда марганец никел ёки кобальти бўлган қотишмаларда  $\gamma = \alpha$  ўзгаришлари рўй бермайди. Натижада уй ҳароратларида  $\gamma$  ҳолат барқарор бўлади. Бундай қотишмалар *аустенитли* дейилади. Хром, марганец, вольфрам, ванадий, титан, кремний, алюминий  $A_3$  - нуктасини юқорига кўтариб,  $A_1$  нуктасини пасайтиради, натижада  $\gamma$ -фаза доираси тораяди-қискаради,  $\gamma$ -фаза доираси туташган қотишмалар полиморф ўзгаришларга учрамайдилар ва *ферритли* дейилади

Пўлатлардаги легирловчи элементлар, углерод билан мулоқотда бўлишига қараб икки гурппага бўлинади карбид ҳосил қилувчилар марганец, хром, вольфрам, титан, молибден ва карбид ҳосил қилмайдиганлар никел, мис, кобальт.

Юмшатишганда ҳосил бўладиган структурага қараб, легирланган пўлатлар, тўртта синфга бўлинади: эвтектоидгача бўлган, эвтектоидли, эвтектоиддан кейинги ледебуритли. Юқорида айтиб ўтилгандек, легирловчи элементларнинг миқдори анча юқори бўлса, ферритли ва аустенитли синфларга ҳам бўлиниши мумкин.

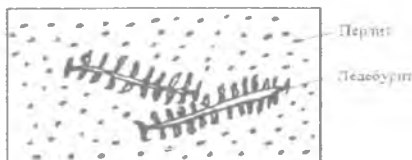
Жуда кўп конструкцион пўлатлар эвтектоидгача бўлиб, (20Х, 25ХГТ, 40Х ва бошқалар), уларнинг юмшатишган ҳолатдаги структураси феррит ва перлитдан иборат

Кўпчилик асбобсозлик пўлатлари эвтектоидли ва эвтектоиддан кейингисига кириб, юмшатишгандаги структураси донатор перлитдан иборат (16.1-рasm)



16.1-рasm. Эвтектоиддан кейинги пўлат микроструктурасининг схематик кўриниши

Ледебурит синфига кирувчи пўлатлар қуйма ҳолатда перлит асосидан ҳамда иккиламчи карбид ледебуритдан таркиб топган (16.2-рasm)



16.2-рasm. Ледебурит синфидаги қуйма ҳолатдаги пўлат микроструктурасининг схематик кўриниши.

Иссиқлайин босим остида ишлов берилганда таркибидаги ледебурит майдаланади. Юмшатиладиган сунг донатор перлит асосида таркибидаги ледебуритнинг бирламчи карбидлари куринади. Донатор перлит асосида нисбатан майдарок иккиламчи карбидни куриш мумкин (16.3-расм).



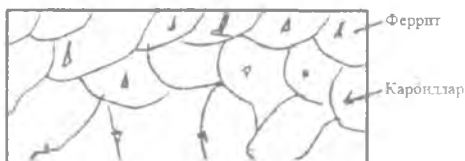
16.3-расм. Ледебурит синфидаги пулатни босим остида ишлаб сунг юмшатгандаги микроструктурасининг схематик куришиши.

Асосан ледебурит синфидаги пулатларга тез қирқар пулатлар киради.

Феррит синфига кировчи пулатларнинг таркибида жуда кўп миқдорда легирловчи элементлар булиб, углерод эса жуда кам бўлади (0,1% гача). Уларни қиздириб сунг совитганда ҳеч қандай фаза ўзгаришлари руй бермайди, шунинг учун термик ишлов бериб доналарни майдалаб бўлмайди. Одатда, уларнинг таркибида 15% дан ортиқ хром ва 3-5% кремний бўлади. Структураси йирик донали ферритдан ва карбиддан иборат.

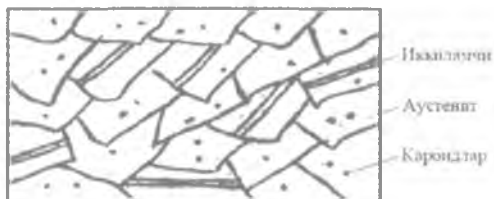
Оловбардош ва кислотага чидамли пулатлар сифатида ишлатилади.

Уй ҳароратида ҳам аустенит структураси сақланидиган пулатлар бу - никель (8% гача), марганец (12% гача) ва легирловчи элементларнинг умумий миқдори 15-15% дан зиёд бўлган юқори легирланган пулатлардир (16.4-расм).



16.4-расм. Феррит синфидаги пулат микроструктурасининг схематик куришиши.

Машинасозлик, автотрактоносозлик, нефт ва кимё саноатларида кенг миқдорда қўлланиладиган хромникелли ва зангламас 08X, 18Н9, 12X, 18Н9Т ва бошқа маркали пулатлардир. Улар хромли пулатларга нисбатан юқори механик хоссаларга ва коррозияга бардошлик хусусиятига эгадир. Шу пулатларнинг структураси аустенит ва  $Cr_{12}C_6$ , TiC, NbC карбидларидан иборат бўлади (16.5-расм).



16.5-расм. Аустенит синфидаги пўлат микроструктурасининг схематик қўриниши

**16.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Легирланган пўлатларнинг ички структура тузилиши таҳлилини ўтказиш учун вертикал МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М оптик металлографик микроскоплари, уларнинг паспортлари ва комплектлари, ҳар хил таркибли легирланган пўлатларнинг намуналари, объектив ва окуляр, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

#### 16.4. Ишни бажариш тартиби:

1. Талабалар гуруҳи 3-4 кишилик гуруҳчаларга бўлинади;
2. Ҳар бир гуруҳча ўқитувчидан юмшатиш ҳолатдаги микронамуналар комплектини олади, сўнг микроскопда кўради ва структура схемасини чизади (16.1-жадвал);
3. Текширилган пўлатларнинг ички структураси нималардан иборатлигини ва қайси синфга тааллуқлигини аниқлайдилар;
4. 16.2-жадвалдаги маълумотга асосланиб, текширилган пўлатларнинг кимёвий таркиби ва марқасини аниқлайдилар;
5. Турли синфдаги пўлатларни, қаерларда ишлатилишини аниқлаб 16.1-жадвалга ёзадилар;
6. Ҳар хил синфдаги пўлатлар бўйича олинган натижаларини ва схематик расмларини 16.1-жадвалга чизади, структура ташкил этувчилар номларини, юмшатиш ҳолатдаги қаттиқлигини ва ишлатилиш жойларини тулиқ ёзади.

#### 16.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:

1. Ишнинг мақсади;
2. Ишнинг қисқача назарий қисми;
3. Легирланган пўлатларнинг ҳар хил синфидаги қўринишларини чизиш;
4. Бирламчи ва иккиламчи карбидлар қўринишини аниқлаш;
5. 16.1-жадвални тўлдириш;
6. Бажарилган ишга ҳулоса бериш.



## Легирилган пўлатларнинг ҳар хил синфдаги кўринишлари

| № т/р | Намуна тартиб рақами | Юмшатишган ҳолатдаги микроструктурани схематик расми | Пўлатларнинг структурасини ташкил этувчиларининг номи ва синфи | Юмшатишган ҳолатдаги қаттиқлиги. НВ | Ишлатилиш жойи |
|-------|----------------------|--|--|-------------------------------------|----------------|
| 1     | 2                    | 3  | 4  | 5                                   | 6              |
| 1.    | 01                   |  |  |                                     |                |
| 2.    | 02                   |  |  |                                     |                |
| 3.    | 03                   |  |  |                                     |                |
| 4.    | 04                   |  |  |                                     |                |
| 5.    | 05                   |  |  |                                     |                |

## Текширилаётган пўлатларнинг кимёвий таркиби

| № т/р | Намуна тартиб рақами | C    | Mn   | Si   | Cr   | Ni   | Бошқа элементлар | Пўлат синфи          |
|-------|----------------------|------|------|------|------|------|------------------|----------------------|
| 1     | 2                    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8                | 9                    |
| 1.    | 01                   | 0.42 | 0.6  | 0.32 | 0.9  | 1.0  | -                | Эвтектоидгача бўлган |
| 2.    | 02                   | 0.9  | 0.7  | 1.2  | 1.25 | -    | -                | Эвтектоиддан кейинги |
| 3.    | 03                   | 1.35 | 0.35 | 0.15 | 12.5 | -    | V=0.8            | Ледебуритли          |
| 4.    | 04                   | 0.09 | 0.6  | 0.15 | 17.0 | -    | -                | Ферритли             |
| 5.    | 05                   | 0.06 | 1.0  | 0.4  | 19.0 | 10.5 | Ti=0.2           | Аустенитли           |

**16.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, Легирилган пўлатларнинг эвтектоидгача, эвтектоидли ва эвтектоиддан кейинги ҳамда ледебуритли пўлатлар куйма ҳолатини ва феррит синфидаги пўлатларнинг ички структуралари МИМ-7 ва МИМ-8М оптик металлографик микроскопларда ўрганилди, кўриб таҳлил қилинди, уларнинг расмлари чизилди. Легирилган пўлатлар намуналари ички структуралари текширилди, макро ва микровинтлар билан структуралар нишонга олинди ва тиниқ кўринишга эришилди, ишни бажаришда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

**16.7. Муस्ताқил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Легирилган пўлатларнинг қайси синфдаги маркалари ўрганилди;
2. Қандай пўлатлар легирилган пўлатлар деб аталади;
3. Пўлатлардаги асосий фазалар билан легирилловчи элементларнинг ўзаро таъсирини тушинтиринг;

4. Карбид ҳосил қилувчи ва қилмайдиган легирловчи элементларни айтиб беринг;
5. Пулатларни полиморф ўзгариш ҳароратига легирловчи элементлар қандай таъсир кўрсатади;
6. Легирланган пулатлар структурасига қараб, қандай синфларга бўлинади;
7. Бирламчи ва иккиламчи карбидлар кўринишини қандай аниқлаш мумкин.

## 17 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### РАНГЛИ МЕТАЛЛАР ВА ҚОТИШМАЛАРНИНГ МИКРОСТРУКТУРА ТАҲЛИЛИ

**17.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар биринчидан рангли металллар ва қотишмаларнинг ички структура тузилишларини оптик металлографик микроскоплар остида кўринишини кузатади ва уларнинг бир-биридан фарқ қила олишини ўрганади. Иккинчидан рангли металллар ва қотишмаларнинг структураларини ёзув дафтарига схематик равишда киритади. Учинчидан рангли металллар ва қотишмаларнинг маркаланишини ўрганади ва уларнинг қўлланилиш жойлари билан танишади.

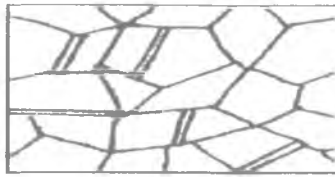
**17.2. Ишнинг назарий қисми:** Бу қисмда ҳар хил ишлов берилган рангли металллар ва қотишмалардан - мислар, латунлар, бронзалар, алюминийлар, силуминлар, Д16 дуралюминлар, баббитлар ва бошқаларнинг структура тузилишлари билан танишиб чиқамиз. *1-мис ва унинг қотишмалари* Мис қизғиш рангли металл бўлиб, унинг иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги бошқа металлларга нисбатан анча юқори, аммо кумушдан кейинги ҳисобланади. Саноатда мис ҳар-хил тозаликда қуйидаги маркалар бўйича ишлаб чиқарилади (17.1-жадвал).

17.1-жадвал

Ҳар-хил тозаликдаги мис маркалари

| № п/п | Миснинг маркаси              | МОО   | МО    | М1   | М2   | М3   | М4   |
|-------|------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| 1     | 2                            | 3     | 4     | 5    | 6    | 7    | 8    |
| 1.    | Миснинг тозалиги, % ҳисобида | 99,99 | 99,95 | 99,9 | 99,7 | 99,5 | 99,0 |

Қуйма ва юмшатишган миснинг ички структура тузилиши кўп қиррали (полиэдрик) доналардан иборатдир. Босим остида ишлов берилган ва юмшатишган миснинг структураси эса кўп қиррали ҳамда силжиш чегараси юзага чиққан кристалллардан иборат (17.1-расм).



17.1-расм. Босим остида ишлов берилган ва юмшатишган миснинг структурасининг схемаси.

Босим остида ишлов берилган миснинг механик хоссалари куйидагича бўлади

$$\sigma_2 = 240 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{0.2} = 50 \text{ МПа};$$

$$\delta = 45\%$$

Кўпинча мисдан электр утказувчан материал сифатида (структура) фойдаланилади.

Латунь (жез). Латунь деб миснинг рух билан қотишмасига айтилади. Амалда таркибида 45% гача рух бўлган қотишмалар ишатилади. Латунлар "Л" ҳарфи билан ва ундан кейин ёзиладиган, латундаги миснинг миқдорини билдирадиган сонлар билан белгиланади. Масалан: Л60 маркали латуннинг таркибида миснинг миқдори 60% ни ташкил этади

Латунлар икки турга бўлинади: 1 - қуйма латунлар; 2 - босим остида ишлов бериладиган латунлар.

Босим остида ишлов бериладиган латунлар ҳам икки турга бўлинади.

1.  $\alpha$  - латунлар. Бу латунларнинг таркибида рухнинг миқдори 39% гача бўлиб, уларнинг структураси асосан рухнинг мисдаги қаттиқ эритмаси бўлган - кристаллардан иборат (17.2-расм);



17.2-расм Босим остида ишлов берилган ва юмшатишган  $\alpha$  - латун структурасининг схемаси

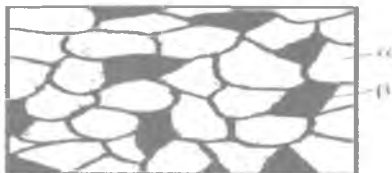
$\alpha$  - қаттиқ эритмани кристалларнинг ранги ҳар-хил бўлишига сабаб уларнинг наъмунанинг юзасига ҳар-хил кристаллографик юзалари билан чиқишида ва бу юзаларнинг кимёвий эритма (реактив) таъсирида бир хилда емирилмасликларида (кристалларнинг анизотропик хоссалари)

$\alpha$  - латунлар қуйидаги маркалар бўйича ишлаб чиқарилади: Л60, Л63, Л68, Л70, Л80, Л85, Л90, Л96 ва бошқалар.

$\alpha$  - латунлар жуда юмшоқ. Улардан босим остида ишлов берилиб ҳархил хомашё материаллар: юпка лист, фальга, лента, труба, сим ва бошқалар ишлаб чиқарилади.

2.  $\alpha + \beta$  латунлар. Бу латунларнинг таркибида рухнинг миқдори 39-45% орасида. Уларнинг структураси икки хил қаттиқ эритмаларнинг ( $\alpha$  ва  $\beta$ ) кристалларидан тузилган (17.3-расм).

Бу ерда  $\alpha$  - рухнинг мисдаги қаттиқ эритмаси;  $\beta$  - рухнинг мисдаги электрон боғланиш асосида тузилган (электронлар сони 3) қаттиқ атомлар сони 2 эритмаси.



17.3-расм.  $\alpha + \beta$  латунларнинг структура схемаси.

$\alpha + \beta$  латунлар  $\alpha$  - латунларга нисбатан анча мустаҳкам, лекин пластиклиги кам қотишма. Бу латунлардан босим остида ишлов бериш усули билан ёки қирқиб ишлаш йўли билан ҳар хил деталлар ишлаб чиқарилади. Бу латунлардан энг кўп тарқалган маркаси Л59.

*Махсус латунлар* Бу латунларнинг таркибида рухдан ташқари бешта элементлар ҳам бор. Латунларни легирлашдан мақсад уларнинг механик хоссаларини яхшилашдан иборат. Махсус латунларнинг маркаларида Л харфидан кейин легирловчи элементларнинг номлари белги сифатида ёзилади, масалан, С - қўрғошин, О - қалай, Ж - темир, М - марганец, Н - никель, К - кремний, А - алюминий ва бошқалар.

Ҳарфлардан кейин латундаги миснинг миқдори ва легирловчи элементларнинг миқдорлари (%) сонлар билан кўрсатилади. Масалан, ЛС-59-1 латуннинг таркибида 57/60% мис ва 0,8-1,55% қўрғошин бор, қолгани эса рух атомларидан иборат.

Махсус латунлар икки турга бўлинади:

1. Қуйма латунлар: ЛК80-3Л, ЛКС80-3-3Л, ЛАЖ66-3-2, ЛМцЖ52-1-1 ва бошқа,

2. Босим остида ишлов берилган латунлар: ЛАЖ60-1-1, ЛС59-1, ЛДЖМц59-1-1.

Бронза. Бронза деб миснинг қалай ва бошқа элементлар (*Al, Si, Be, Pt*) билан легирланишига айтилади. Бронзалар қалайли, алюминийли, кремнийли, бериллийли ва бошқа турларга бўлинади.

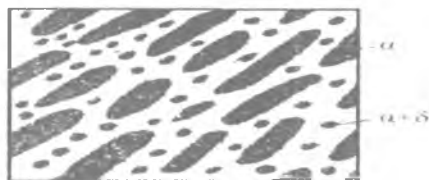
Бронзалар Бр ҳарфлари ва легирловчи элементларнинг бош ҳарфлари билан ҳамда уларнинг миқдорини кўрсатадиган сонлар билан белгиланади. Масалан, Бр0ЦС4-4-2,5 маркали бронзанинг таркибида қалай (0) - 4%, рух (Ц) - 4%, қўрғошин (С) - 2,5% бор.

Қалайли қуйма бронзанинг структураси икки фазадан иборат:

$\alpha$  - лендрит кристаллар (қалайнинг мисдаги қаттиқэритмаси) ва улар орасида жойлашган эвтектоид аралашма ( $\alpha + \beta$ ) (17.4-расм).

Бу ерда  $b-Cu_{71}-Sn_8$  бирикмаси.

Қалайли қуйма бронза антифрикцион (енгил сирпанадиган) деталлар, тишли ғилдираклар, сирпанма подшибниклар ва нам ҳавода ҳамда денгиз сувлари тасирида ишлайдиган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.



17.4-расм. Қалайли қуйма бронзанинг структуравий схемаси.

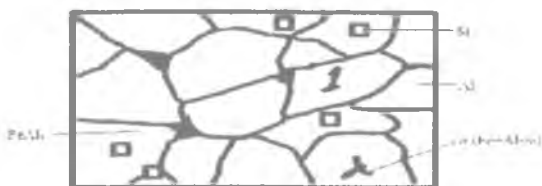
Босим остида ишлов бериладиган бронзанинг таркибида қалайнинг миқдори 5-6% дан ортмайди. Бронзанинг бу туридан пружина, мембрана, антифрикцион деталлар тайёрлашда ва бошқа соҳаларда фойдаланилади.

Босим остида ишлов бериладиган ва юмшатишган бронзанинг структураси бир хил қаттиқ эритманинг кристалларидан иборат (17.5-расм).



17.5-расм. Босим остида ишлов берилган ва юмшатишган бронзанинг структуравий схемаси

2. Алюминий ва унинг қотишмалари. Алюминийнинг структураси (босим остида ишлов берилган ва юмшатишган ҳолатида) бир хил кристал доналардан иборат. Алюминий ва унинг қотишмаларини темир ва кремнийдан тўла тозалашжуда қийин. Шунинг учун алюминий кристалларининг орасида кремнийнинг кристаллари (кулранг),  $FeAl_3$  бирикмалари (қўнғир) ҳамда алюминий - кремний-темирдан тузилган учламчи бирикмалар учраши мумкин (17.6-расм). Улар алюминийнинг ва унинг қотишмаларининг пластиклигини камайтиради.



17.6-расм. Алюминий структурасининг схемаси.

Алюминий қотишмалари икки турга бўлинади;

- а) қуйма қотишмалар;
- б) босим остида ишлов бериладиган қотишмалар.

**Қуйма қотишмалар.** Қуйма деталлар тайёрлаш учун *Al-Si*, *Al-Cu*, *Al-Mg* қотишмалари қўлланилади. Улар кўпинча бошқа элементлар билан легирилади:

(*Al-Si*) қотишмалари *Cu*, *Mg*, *Ba*, *Mn* билан (*Al-Mg*) қотишмалари *Si* билан (*Al-Cu*) қотишмалари эса *Mn*, *Cr*, *Ni* билан қотишмаларнинг кристалл доналари майда ва механик хоссалари юқори бўлиши учун уларнинг гаркибига оз миқдорда модификатор (ички тузилишини ўзгартирадиган) элементлар (*Ti*, *Zr*, *B*, *V*, *Na*) ҳам қўшилади.

Алюминийнинг қуйма қотишмалари АЛ ҳарфлари (алюминий литейный) ва қотишманинг номерини билдирувчи сонлар билан белгиланади, масалан, АЛ2.

**Силуминлар.** Силумин деб алюминийнинг кремний билан (*Si* 14 %) қуйма қотишмаларига айтилади. Силуминлар жуда яхши қуймакорлик коссаларига эга ва шунинг учун бошқа қуйма қотишмаларга нисбатан кўпроқ қўлланилади.

Силуминлар икки турга бўлинади:

1. Оддий силуминлар;
2. Модификацияланган силуминлар.

1. Оддий силумин. Оддий силуминнинг структураси пластинкасимон бирламчи кремний кристалллардан (кулранг рангда) ва эвтектик аралашма ( $\alpha + Si$ ) дан иборат. Бу аралашмада кремний нинасимон пластинкалар шаклида (17.7-расм). Бундай силуминнинг механик хоссалари айтарли яхши эмас:  $\sigma_b = 140 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 3\%$ .



17.7-расм. Оддий силуминнинг структурасининг схемаси.

2. Модификацияланган силумин. Модификацияланган силумин деб суолтирилган ҳолатдаги таркибига 01-0,1 % натрий қўшилган қотишмага айтилади. Силуминнинг модификациялаш натижасида кремнийнинг пластинкалари майдалашади ва қотишманинг механик хоссалари яхшиланади:  $\sigma_b=180$  МПа,  $\delta=8\%$ . Модификацияланган силуминнинг структураси кремнийнинг алюминийдаги қаттиқ эритмаси бўлган  $\alpha$ -кристалларидан ва майда донали эвтектик аралашма ( $Al-Si$ ) дан иборат (17.8-расм).



17.8-расм. Модификацияланган силуминнинг структурасининг схемаси.

### Босим билан ишлов бериладиган қотишмалар

Бу қотишмалар ўз навбатида икки турга бўлинади:

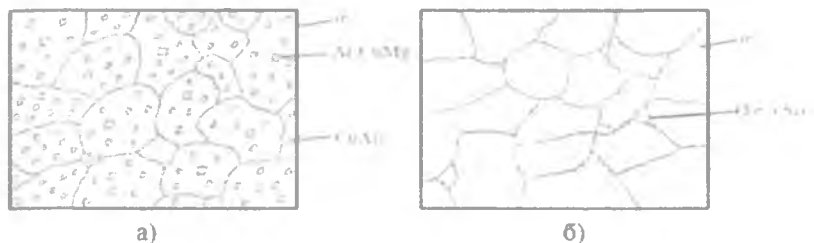
а) босим остида ишлов бериладиган термик ишлаш натижасида мустаҳкамлиги ўзгармайдиган қотимшалар,

б) босим остида ишлов бериладиган термик ишлаш натижасида пухталанадиган қотишмалар.

Дуралюмин. Дуралюмин деб  $Al-Cu-Mg$  қотишмасига айтилади. Улардан ташқари, қотишманинг таркибида  $Mn$ ,  $Fe$  ва  $Si$  ҳам бор. Шундай қилиб дуралюмин олти элементдан ташкил топган мураккаб қотишма ҳисобланади.

Дуралюмин "Д" ҳарфи билан ва қотишманинг номерини билдирадиган сонлар билан белгиланади, масалан, Д16. Юшатилган дуралюминнинг (Д16) структураси  $Cu$ ,  $Mg$  ва  $Mn$  ларнинг алюминийдаги эритмаси  $\alpha$  - кристалларидан, ҳамда В - фаза ( $CuAl_2$ ) ва S-фаза ( $Al_2CuMg$ ) ларнинг доначаларидан иборат (17.9-расм,а).

Дуралюминнинг тоблаш учун қиздирилганда ( $485-903^{\circ}\text{C}$ )  $\Theta$  ва  $S'$  – фазалар  $\alpha$  – қаттиқ эритмада эрийди. Тобланган ва табиий эскиртираианг дуралюминнинг структураси ўта тўйинган қаттиқ эритма  $\alpha$ –кристалларида ва алюминийда эрмайдиган  $Fe$  ва  $Si$  нинг бирикмаларидан иборат (17.9-расм.б).



17.9-расм. Д16 нинг структураси схемалари: а - юмшатилган ҳолати; б - тобланган ва табиий эскиртирилган ҳолати.

### 3. Енгиш эрувчи подшипник қотишмалари (баббитлар).

Бу қотишмалар ўтган асрнинг ўрталарида уларни кашф этган инглиз инженери И.Баббит номи билан аталади ва "Б" ҳарфи билан белгиланади.

Баббитлар уч турга бўлинади:

1. Қалай-сурмали баббитлар ( $Sn-Sb-Cu$ ). Уларга Б83, Б88 қотишмалари киради. Сонлар қотишмадаги қалайнинг миқдорини билдиради;
2. Қўрғошин-қалай-сурмали баббитлар ( $Pb-Sn-Sb-Cu$ ). Уларга Б6, Б16, БН, қотишмалари киради. "Н" ва "Т" легирловчи элементларнинг ( $Ni\ Ba\ Te$ ) бош ҳарфлари;
3. Қўрғошинли баббитлар ( $Pb-Ca, Pb-Sb-Cu$ ). Уларга БК ва БС қотишмалари киради.

Баббитлар жуда юмшоқ (НВ 13-35), мустаҳкамлиги кам ( $b\sigma=60-100$  МПа), эриш температураси паст ( $380-410^{\circ}\text{C}$ ), тез юмшайдиган. ( $100^{\circ}\text{C}$  гача қизиганда уларнинг қаттиқлиги НВ 10-20), лекин сирпанишга қаршилиги жуда кам ва пулат билан ишқаланиш коэффициенти энг кам (0,005 - 0,009) бўлган қотишмалардир.

Баббитлар жуда тез айланадиган, катта кучланиш таъсирида ишлайдиган механизмларнинг ишлаш жараёнида  $100^{\circ}\text{C}$  дан ортиққ изимайдиган сирпанма подшипникларининг ички қисмига қуйиш учун ёки штамповка, йули билан икки, уч қатламли (биметалл, триметалл) подшипниклар тайёрлаш учун ишлатилади,

Қалай-сурмали баббитлар (Б83, Б88). Бу қотишмадар емирилшпга чидамлилиги ва пулат билан ишқаланиш коэффициенти камлиги жихатдан бошқа подшипник қотишмаларига нисбатан устунтуради.

Б83 қотишмасининг ички тузилиши (структураси) сурма ва миснинг қалайдаги ақаттиқ эритмасидан (қотишманиннг асоси, қора рангда),  $Sn, Sb$



бирикмасы асосида тузилган  $\beta$  - қаттиқ эритмасининг йирик, куб шаклидаги кристалларидан (оқ рангда) ва  $Cu_3Sn$  - кимёвий бирикмасининг майда юлдузча ёки нинасимон кристалларидан иборат (17.10-расм).



17.10-расм. Қалайли Б83 баббитнинг структуравий схемаси.

**17.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Рангли металллар ва қотишмаларнинг ички микроструктура тузилиши таҳлилини ўтказиш учун вертикал МИМ-7 ва горизонтал МИМ-8М оптик металлографик микроскоплари, уларнинг паспортлари ва комплектлари, ҳар хил таркибли рангли металллар ва қотишмалар намуналари (мис, латунь, бронза, алюминий, силумин, дуралюмин Д16, баббит ва бошқалар), объектив ва окуляр, турли плакатлар, жадваллар, атласлар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**17.4. Ишни бажариш тартиби:** 1. Ишни бажариш учун талабаларга рангли металл ва қотишмалардан тайёрланган бир неча тўпلام комплект микро намуналар берилди. Ҳар бир тўпلامда қотишмаларнинг номлари ва маркалари кўрсатилган бўлиши керак. Бу тўпلامларга қуйидаги намуналар кириди:

- мис;
- $\alpha$  латун; -  $\alpha+\beta$  латун;
- қалайли қуйма бронза;
- босим остида ишлов берилган ва юмшатишган қалайли бронза;
- алюминий;
- оддий силумин; - модификацияланган силумин;
- юмшатишган дуралюмин; - тобланган ва табиий эскирган дуралюмин,
- баббит ва бошқалар.

2. Берилган намуналарининг структуралари микроскоп остида кузатилади ва уларнинг расми (схемаси) 17.2-жадвалнинг 2-устунига чизиб олинади. Эслатма: расмлар диаметри 35 мм бўлган айлана ёки 35x35 мм ли тўртбурчак шаклида қаламда чизилади;

3. Қотишмалардаги фаза ва бошқа бирикмалар чизиқлар билан кўрсатилади ва уларнинг номлари 17.2-жадвалнинг 3-устунига ёзилади;

4. Қотишманинг структурасига қараб (альбомдаги ва қўлингиздаги қўлланмадаги расмлар билан солиштириб) уларнинг турлари аниқланади ва номлари ҳамда маркалари 17.2-жадвалнинг 4-устунига ёзилади;

5. 17.2-жадвалнинг 5-устунига қотишмаларнинг кимёвий таркиби кўрсатилади (сўровномалардан ва қўлингиздаги қўлланмадан олинади);

6. 17.2-жадвалнинг 6-устунига қотишмаларнинг механик ёки бошқа муҳим хоссалари (сўровномалардан олиб) ёзилади;

7. 17.2-жадвалнинг 7-устунига қотишмаларнинг қўлланилиш жойларидан мисоллар келтирилиб ёзилади.

#### 17.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:

1. Ишни бажариш мақсади;
2. Қисқача назарий қисми ёзиш ва керакли структураларни чизиш;
3. 17.2-жадвални тўлдириш.

#### 17.2-жадвал

Рангли металл ва қотишмаларнинг микротаҳлили

| № т/р | Қотишмалар структураларини схематик расмлари | Фазалар ва бирикмалар номлари | Қотишмалар номлари ва маркалари | Қотишмалар кимёвий таркиби, % | Механик хоссалари |                            |               |                    | Қотишманинг қўлланилиш жойлари |
|-------|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|--------------------|--------------------------------|
|       |  |                               |                                 |                               | НВ                | $\sigma_{\text{в}}$<br>Мпа | $\delta$<br>% | Ишқал-ш коэф-ти, f |                                |
| 1     | 2  | 3                             | 4                               | 5                             | 6                 |                            |               |                    | 7                              |
| 1.    |  |                               |                                 |                               |                   |                            |               |                    |                                |
| 2.    |  |                               |                                 |                               |                   |                            |               |                    |                                |
| 3.    |  |                               |                                 |                               |                   |                            |               |                    |                                |
| 4.    |  |                               |                                 |                               |                   |                            |               |                    |                                |
| 5.    |  |                               |                                 |                               |                   |                            |               |                    |                                |
| 6.    |  |                               |                                 |                               |                   |                            |               |                    |                                |

**17.6. Хулосалар:** Хулоса қилиб айтиш мумкинки, Рангли металллар ва қотишмаларнинг (мис, латунь, бронза, алюминий, силумин, дуралюмин Д16, баббит ва бошқалар)нинг ички структураларини МИМ-7 ва МИМ-8М оптик металлографик микроскопларда ўрганилди, кўриб таҳлил қилинди, уларнинг расмлари чизилди. Рангли металллар ва қотишмалар намуналари ички структуралари текширилди, макро ва микровинтлар билан структуралар нишонга олинди ва тиниқ кўринишга эришилди, ишни бажаришда ҳар хил рангли қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

### 17.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:

1. Мис ва унинг қотишмаларига нималар киреди;
2. Мис ва унинг қотишмаларининг маркаланиши, хоссалари ва қўлланилиш жойлари;
3. Латунь ва бронза қандай материал ҳамда уларнинг маркаларини ёзинг;
4. Алюминий қотишмаларининг турлари, маркаланиши, уларни термик ишлаш ва қўлланилиш жойлари;
5. Силумин деб нимага айтилади ва унинг қандай турларини биласиз;
6. Енгил эрувчи подшипник қотишмалари баббитлар, уларнинг турлари, хоссалари, маркаланиши ва қўлланилиш жойлари.

## 18 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### МИС ҚОТИШМАЛАРИГА ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ

**18.1. Ишнинг мақсади:** Талабалар М2 ва М4 маркали мис қотишмалари учун тоблаш, яъни рекристаллизацион юмшатишни 500-700°C ҳароратларда ўтказди ва қотишмалар қаттиқлигини юмшатиш ҳароратига боғлиқлик графигини тузади.

**18.2. Ишнинг назарий қисми:** Талабалар мис ва унинг қотишмалари билан танишадилар, уларни термик жиҳатдан таҳлил қиладилар ва бошқа маълумотларга эга бўладилар. Жумладан, миснинг суюқланиш ҳарорати (1083°C), қайнаш ҳарорати (2560°C), солиштира оғирлиги (8,93), элементлар даврий системасидаги гуруҳи (1), тартиб номери (29), қаттиқлиги (НВ=35) ва бошқалар. Миснинг солиштира электр қаршилиги  $\rho=1,69 \cdot 10^{-8}$  ом м (0,0169 ом мм<sup>2</sup>/м), миснинг чизиқли кенгайиш коэффициентини  $\alpha=16,4 \cdot 10^{-6}$ , миснинг иссиқ ўтказувчанлик коэффициентини  $\lambda=378,43$  вт/м град (0,923 кал/см сек град). Бизга маълумки, мис иссиқ ўтказувчанлиги ва электр ўтказувчанлиги жиҳатидан фақат кумушдангина қолишади. Лекин миснинг электр ўтказувчанлиги (100%) деб қабул қилиниб, бу қиймат бошқа металллар учун «Эталон» ҳисобланади. Асосан атмосферада мис батамом коррозиябардош бўлганлиги учун мисдан тайёрланган кўпчилик деталлар ва буюмлар бузилмасдан сақланади ва жуда узоқ вақтгача яхши ишлайди. Миснинг ўзи ва ундан тайёрланган буюмлар асосан техникада, тоза ҳолатдаги мислар эса кўпроқ электротехника саноатларида ишлатилади. Шу билан бирга миснинг кўпгина миқдори мис қотишмаларини масалан, латун, бронза ва бошқаларни тайёрлаш учун ишлатилади. Эслатиб ўтиш жоизки, одатда тоза (100% ли) мис олиб бўлмайди, сабаби уни таркибида бошқа қўшимчалар ҳам бўлиши мумкин. Шу пайтгача ўтказилган илмий-тадқиқотлар шуни кўрсатдики, илмий йўналишдаги ишлар учун электролиз йўли билан тозаллиги жуда юқори бўлган (99,999% ли) мис олинган, ammo техникада ишлатиладиган мис таркибида 0,1-0,5% гача қўшимчалар бўлиши мумкин. Тоза мис таркибидаги қўшимчалар миқдорига қараб, мис М00 (99,99%Cu), М0 (99,5%Cu), М1 (99,9%Cu), М2 (99,7%Cu), М3 (99,5%Cu), М4

(99,0%Cu) деб маркаланади (тамғаланади). Аммо мис таркибидаги бошқа қўшимчаларнинг миқдори миснинг электр хоссаларига катта таъсир кўрсатади. Шу боис ҳам мисни маркаларига қараб, керакли жойларда ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади Буни билишимиз учун техникада ишлатиладиган мис маркаларининг кимёвий таркиблари билан (18.1-жадвал) танишиб чиқайлик.

18.1-жадвал

Техникада ишлатиладиган мис маркаларининг кимёвий таркиблари

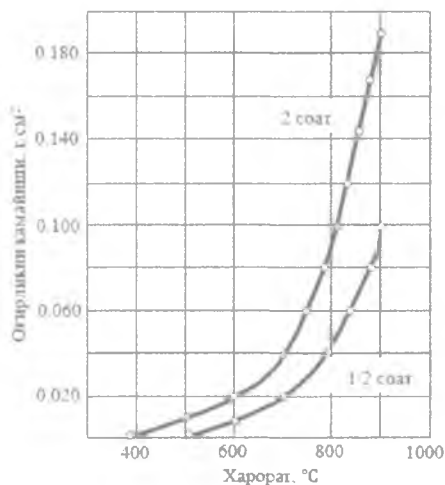
| № т/р | Миснинг маркаси | Миснинг кимёвий таркиблари % ҳисобида |         |         |                     |
|-------|-----------------|---------------------------------------|---------|---------|---------------------|
|       |                 | Cu                                    | Bi      | Pb      | қўшимчалар йиғиндис |
| 1     | 2               | 3                                     | 4       | 5       | 6                   |
| 1.    | M1              | 99,9                                  | < 0,002 | < 0,005 | < 0,1               |
| 2.    | M2              | 99,7                                  | < 0,002 | < 0,01  | < 0,3               |
| 3.    | M3              | 99,5                                  | < 0,003 | < 0,05  | < 0,5               |
| 4.    | M4              | 99,0                                  | < 0,003 | < 0,05  | < 0,5               |

Машинасозлик саноатида кенг миқёсда қўлланиладиган мис қотишмалари, масалан, латунлар, бронзалар ва мис-никель қотишмалари муҳим аҳамиятга эгадир. Уларни технологик хусусияти бўйича қуйма ва деформацияланадиган қотишмалар, термик ишлов бериладиган қотишмалар ва бошқа ишловлар берилиши натижасида мустаҳкамлиги ошадиган ёки ошмайдиган қотишмаларга бўлинади. Ушбу ишимизда биз M2 ва M4 маркали мисларга термик ишлов бериш усуллари билан танишамиз.

Мис қотишмаларида рух асосий легирловчи элемент бўлса, бундай қотишмаларга *латунлар* деб аталади. Латунлар юқори технологик ва механик хусусиятларга эга бўлган муҳим машинасозлик материали ҳисобланади. Шу билан бирга латунлар қаттиқ эритма бўлиб, жуда яхши пластикликка эга материалдир. Агар қотишмада легирловчи элемент сифатида қалай, алюминий, бериллий, кремний, кўрғошин каби кўп элементлар ишлатилса, бундай қотишмаларга *бронзалар* деб аталади. Аммо бронзаларда ҳам рух бўлиши мумкин, лекин у қўшимча легирловчи элемент деб ҳисобланади. Таъсир қилувчи легирловчи элементларга қараб, бронзалар қуйидаги турларга бўлинади: қалайли, алюминийли, бериллийли, кремнийли ва кўрғошинли. Улар қулай ва мустаҳкам бронзалар ҳисобланади.

Умуман техника ишлатиладиган мисларга термик ишлов бериш усуллари қуйидаги тартибда бажарилади. Мис учун ёки бошқа тоза металллар учун термик ишлов беришнинг фақат рекристаллизация юмшатиш бир турини қўллаш мумкин. Агар А.А.Бочварнинг маълум формуласи бўйича ҳисоблайдиган бўлсак, миснинг рекристаллизация ҳарорати 270°C. Шу ва шунга яқин ҳароратларда рекристаллизация тезлиги камроқ ва шунинг учун

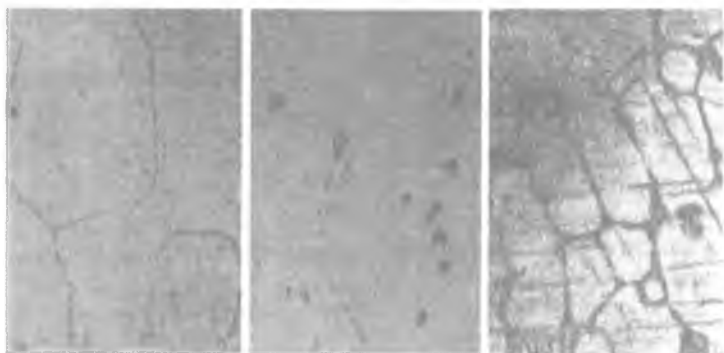
амалиётда мисни юмшатиш юқори 500-700°C ҳароратларда ўтказилади. Кейинчалик юмшатиш ҳароратининг ошишидан сақланиш керак, агар юмшатиш ҳаво муҳитида ўтказилса, айтайлик 700°C ҳароратдан юқори бўлса, унда мисда интенсив окисланиш рўй беради (18.1-расм). Юмшатишдан кейин мисни фақат совуқ сувда совитиш керак. Бундай катта тезликда совитиш юмшатишда ҳосил бўлган окалиналарни тўлиқ тушириб юборади ва миснинг юзаси жуда тоза (қизил мис) чиқади. Окалинани бошқа усуллар (масалан, травления билан) ўчириш жуда қийин, яъни онда-сонда сезиларли қалинлик бўлса, окалинани ўчириб бўлмайди (ёки окалинани олиб ташлашни иложи йўқ). Шу сабабли ҳам мисни юқорида айтиб ўтилган ҳароратларда бажариш мақсадга мувофиқ бўлади.



18.1-расм. Миснинг окисланиши юмшатиш ҳароратига боғлиқлик графиги

Лаборатория машгулотида бажариладиган иш М2 ва М4 маркали мисларга термик ишлов бериш, яъни юмшатиш усулини қўллаш ва катта тезлик билан совитиб, юмшатишда ҳосил бўлган окалиналарни тўлиқ тушириб юбориш ҳамда миснинг юзасини тоза қизил мис қилиб олиш ҳамда шу миснинг мустаҳкамлигини сезиларли даражада оширишдан иборат. Бунинг учун термик ишлов беришнинг юмшатиш усулидан ва кейин совитиш тезлигидан унумли фойдаланиш керак.

Техникада ишлатиладиган тоза мисга бошқа қўшимчаларнинг қўшилиб қолишидан сақланиш керак, акс ҳолда тоза мис мўртлашиб қолади. Миснинг микроструктура тузилиши қуйидаги 18.2-расмда кўрсатилган.



18.2-расм. Миснинг микроструктура тузилишларининг ҳар хил кўринишлари.

**18.3. Ишни бажариш учун керак бўладиган приборлар, асбоб-ускуналар, жиҳозлар, намуналар ва материаллар:** Ишни бажариш учун керакли асбоб-ускуналар, приборлар ва жиҳозларга М2 ва М4 маркали мис намуналари, жилвирлаш (ёки силлиқлаш) қоғозлари, мисга термик ишлов бериш муфель печлари, махсус таглик, кийим, брезент қўлқоп, қисқич (клещи), совитиш учун сувли бак ёки мойли бак, оловбардош гиштлар ва бошқалар керак бўлади. Термик ишлов бериш жараёнини ўтказиш учун махсус муфель печлари уларнинг паспортлари ва комплектлари, тегишли маркали намуналар, плакатлар, жадваллар, қаламлар, ручкалар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**18.4. Ишни бажариш тартиби:** Талабалар лаборатория машғулотини ўтувчи ўқитувчидан ёки ўқув устасидан М2 ва М4 маркали мис намуналарини қабул қилиб оладилар ва қуйидагиларни бажарадилар:

1. Намуналарнинг дастлабки юмшатиш ҳолатдаги қаттиқлиги (НВ да) ўлчаб жадвалга киритилади;

2. М2 ва М4 маркали мис намуналари учун тоблаш ҳароратини 500-700°C қабул қилади;

3. Намуналарни қиздириш вақтини аниқлаш учун 1 мм намуна қалинлигига 2 мин ҳисобида олинади, масалан, намунанинг қалинлиги 15 мм бўлса, унда 30 мин олинади;

4. Ҳарорати 700°C да қиздирилган печьга намуналарни юклайди ва керакли вақтгача ушлаб туради;

5. Намуналарни бирин кетин печьдан олиб сувда тезлик билан совитиб тоблади;

6. Тоблашдан сўнг намуналарни икки томонини тозалаб, жилвирлаш қоғозига тозалайди;

7. Тобланган намуналарнинг қаттиқлигини (НВ) да ўлчаб жадвалга киритади;

8. Аниқланган мис намуналари қаттиқлигини, юмшатиш ҳароратига боғлиқлик графигини чизади;

9. Мис маркаларини термик ишлашда юмшатиш ва совитиш натижасида фаза ва структура ўзгаришларини ёзади;

10. Ишга ҳисобот ёзади ва хулоса беради.

#### **18.5. Ҳисоботни ёзиш тартиби:**

1. Ишнинг мақсади;

2. Қисқача назарий қисми;

3. Мисдаги фаза ва структура ташкил этувчиларини кўрсатган ҳолда ҳолат диаграммасини чизиш;

4. Барча қаттиқликларни Бринель приборида ўлчаш;

5. 18.1-жадвални тулдириш;

6. Қаттиқлик ва юмшатиш ҳарорати орасидаги боғланиш графигини чизиш ва ишга хулоса бериш.

**18.6. Хулосалар:** Ишни бажаришдан хулоса шуки, М2 ва М4 маркали миснинг дастлабки қаттиқлиги ўлчанди, муфель печлари ёрдамида 700°С термик ишлов берилди ва қаттиқлиги ўлчанди. Сўнгра М2 ва М4 маркали мисларни юмшатиладиган кейинги қаттиқликлари ўлчанди. Олинган натижалар ҳаммаси 18.1-жадвалга киритилди. Тегишли графиклар чизилди ва ишга хулоса берилди. Термик ишлов бериш жараёнини ўтказиш учун муфель печлари, намуналар, плакатлар, жадваллар, қаламлар, ручкалар, линейка-сиёҳлар, ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилди.

#### **18.7. Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Мис деб нимага айтилади;

2. М2 ва М4 маркали мисларни таркибини қандай;

3. Нима учун рекристаллизация юмшатиш термик ишлови берилади;

4. Юмшатиш деб нимага айтилади;

5. Мисларга термик ишлов бериш ҳарорати қанақа бўлади;

6. Қайси ҳароратларда мисларни юмшатиш ўтказилади;

7. Юмшатиладиган фаза ва структураларда қандай ўзгаришлар бўлади;

8. Нима сабабдан қаттиқлик ва юмшатиш кейин совитиш ҳарорати орасидаги боғланиш графиги чизилади.

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

### МАТЕРИАЛ ТАНЛАШ ВА ШУ МАТЕРИАЛДАН ТАЙЁРЛАНГАН ДЕТАЛЛАРНИНГ ИШЛАШ ШАРОИТИГА ҚАРАБ, УЛАРНИНГ ПУХТАЛИГИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИНИ АНИҚЛАШ

**Амалий машғулотни бажариш мақсади:** Ҳар бир талабага алоҳида-алоҳида гуруҳ журнали рўяхати бўйича топшириқ масала берилади. Масалада берилган деталнинг ишлаш шароитига қараб, унинг маркасини танлаш, агар лозим бўлса материалнинг ёки деталнинг пухталигини термик ёки бошқа ишлов бериб ошириш усулларини танлаш ва масаланинг ечимини асослаш керак.

**Амалий машғулотни назарий қисми:** Талабалар назарий ва амалий томондан олган билимларига асосланиб, материаллар ёки деталлар танлаш ва уларнинг ишлаш шароитларини олдиндан билишлари лозим. Чунки талабага берилаётган топшириқ масаласида маълум бир талаблар қўйилган ва улар мана талабларга тўғри жавоб беришлари керак. Шу билан бирга талаба материал ёки деталь танлаганда уларнинг пухталигини ошириш термик, кимёвий-термик, термо-механик, юқори частотали ток билан тоблаш ва бошқа ишлов бериб усулларини қўллашни билишлари лозим. Акс ҳолда анча мураккаб қийинчиликларга дуч келиши мумкин. Аслини олганда, деталь тайёрлаш учун материал танлаш, айниқса, металл материал танлаш бу жуда мураккаб муаммони, яъни кўп ўзгарувчан параметрларга эга бўлган масалани ечиш билан баробардир. Бунда материалнинг механик хоссалари ундан металл тайёрлаш усули, таннархи ва ишлаб чиқаришга сарфланадиган маблағ ҳисобига олинади.

Кўпчилик саноат корхоналарининг амалий фаолиятида яна бошқа факторлар материалнинг танқислиги, шу материалдан деталь тайёрлаш учун бор имконияти, яъни керакли асбоб-ускуналарнинг бор-йўқлиги ҳам ҳисобга олинади. Шунинг учун саноат корхоналарида уларни ишлаб-чиқариш соҳасига қараб, аниқ бир гуруҳ материаллардан фойдаланиш одат тусига кирган.

Жуда кўп сўровномаларда (справочниклар) материаллар, қўлланилиш жойларига қараб, гуруҳларга бўлинган, масалан, асбобсозлик, конструкциялар учун ва зангламас- темир йўл транспортда қўлланиладиган, шарикоподшипниклар учун, пружина ва рессорлар учун қўлланиладиган пўлатлар ва бошқалар. Мухандис тайёрланаётган деталнинг ишлаш шароитига қараб, ана шу гуруҳлардан керакли материални танлаб олади. Шунинг эса тўғри зарурки, материал танлашда биринчи навбатда ундан деталь тайёрлаш технологиясига, яъни корхонанинг имкониятига кўпроқ аҳамият берилади.

Метал материал танлашда баъзи ҳолларда биринчи босқичда материалнинг гуруҳини (конструкцион ёки асбобсозлик) аниқлаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.



Материал танлаш ва унинг пухталигини ошириш усулини аниқлашда куйидаги 1А-схемадан фойдаланиш тавсия этилади. Бу схемада материалнинг иккита асосий мезони (критерияси) ишлаб чиқариш технологияси ва материалнинг ёки деталнинг хоссалари бўйича танлаш кўрсатилган. Схемалардан кўришиб турибдики, ҳар бир группа материаллар куйма ёки босим остида ишлов берилган хомашё сифатида қўлланилади. Демак деталь тайёрлаш учун хом-ашё материал танлаш қотишманинг маркасини танлаб олишда ҳисобга олиниши лозим.

Шундай қилиб, биринчи навбатда хом-ашё материал ишлаб чиқариш усулини танлаб олинади. Ундан сўнг материалларнинг группаси танланади, табиийки, ишлаб чиқариш технологияси кам харажатли бўлиши керак.

Материалнинг группаси танлаб олингандан сўнг справочниклардан материалдан талаб қилинган механик ва бошқа хоссаларига қараб, унинг маркази аниқланади ва шу билан бирга асосий материалнинг нархига катта аҳамият берилади.

Ишни бажариш жараёнида ўқитувчи томонидан материал ва унинг пухталигини ошириш усулини танлашни осонлаштирадиган бошқа схема ва усуллар ҳам тавсия этилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

**Ишни бажариш учун керак бўладиган асбоб-ускуналар, приборлар, жиҳозлар, намуналар, материаллар ва деталлар:** Ишни бажариш учун аввало талабага берилган топшириқ масаласи (материал ёки деталь), таълим йўналишига тегишли зарурий адабиётлар, ҳар турли сўровномалар, ўқув қўлланмалар, керакли асбоб-ускуналар, приборлар, жиҳозлар ва материал ёки деталь намуналари, термик ишлов бериш печлари, махсус таглик, кийим, брезент қўлқоп, қискич (қлеши), совитиш учун сувли ёки мойли баклар, оловбардош ғиштлар ва бошқалар керак бўлади. Термик ишлов бериш жараёнини ўтказиш учун махсус муфелъ печлари уларнинг паспортлари ва комплектлари, тегишли маркали намуналар, плакатлар, жадваллар, дафтарлар, ручкалар, қаламлар, линейкалар, сиёҳлар, ва ўқув-услубий кўрсатмалар ва бошқа материаллардан фойдаланилади.

**Ишни бажариш тартиби:** 1-ўқитувчи талабалар журнали тартиб номери бўйича уларга топшириқ масала беради; 2-талаба ўқитувчидан топшириқ масалани олади ва уни бажаришга киришади; 3-талаба биринчи навбатда 1А-схемадан фойдаланиб, материалнинг группасини аниқлайди ва қулай, арзон, ишлаб чиқариши осон ва кам харажатли бўлган материални танлашга ҳаракат қилади; 4-талаба материал группасини аниқлангандан кейин сўровномалардан ва ўқув қўлланмалардан фойдаланиб, металл ёки қотишма деталига қўйилган талабларни тўла қондира оладиган ва арзон маркасини танлаб олади. Танланган материалга альтернатива сифатида бошқа вариантларни (металл ёки қотишманинг бошқа турини) ҳам кўрсатиши мақсадга мувофиқ бўлади; 5-агар металл ёки қотишмадан механик хоссаларининг ҳажми юқори даражада бўлиши талаб қилинса, унинг пухталигини ошириш усуллари ҳам кўрсатилиши керак. Бунда металл ёки қотишманинг товланиш чуқурлиги ҳам ҳисобга олиниши лозим. 6-талаба

олган топшириқ масаласи бўйича танлаган материали ёки детални ўқитувчиси билан маслаҳатлашган ҳолда масалани ечиб, жавобини асослаши керак.

**Ҳисоботни ёзиш тартиби:** Талабалар ҳисоботни ёзиш тартибида қуйидаги маълумотларни ёритишлари керак бўлади: **а**-талабага берилган топшириқ масаласи; **б**-танланган материалнинг группаси қандай аниқланганлигини исботи; **в**-танланган материалнинг маркаси; **г**-материал ёки деталнинг пухталлигини ошириш усуллари; **д**-металл ёки қотишманинг пухталлигини оширгандан кейинги жами механик хоссалари; **е**-топшириқ масаласини ечишда фойдаланилган адабиётлари.

**Хулосалар:** Амалий машғулотни бажаришда асосан материал ва деталь танланди ва уларнинг пухталлигини ошириш усуллари ишлаб чиқилди. Танланган материал топшириқ масаласига ва таълим йўналишига мос келади. Масалани ечишда зарурий адабиётлар, ҳар хил сўровномалар, ўқув қўлланмалар, ўқув-услубий кўрсатмалар, асбоб-ускуналар, приборлар, жиҳозлар, материал ва деталь намуналари, термик ишлов бериш печлари, совитиш сувли ва мойли баклари, оловбардош ғиштлар ва бошқалардан унумли фойдаланилди.

#### **Мустақил тайёрланиш учун саволлар:**

1. Материал ёки деталь деганда нимани тушунаси;
2. Материаллар нималарга асосланиб аниқланади;
3. Нима учун термик ишлов бериб пухталланади;
4. Материал ёки деталларнинг пухталаниш усуллари бир хил ҳароратларда бўладими;
5. Тобланган материалларнинг фаза ва структуралари ўзгарадими;
6. Қайси ҳароратларда тоблаш ва бўшатиш усуллари ўтказилади;
7. Тобланган материалларнинг қаттиқлиги НВ ёки НРС да ўлчанади;
8. Танланган материаллар ёки деталларнинг қўлланилиш жойлари.

## **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРНИ БАЖАРИШ УЧУН ТАЛАБАЛАРГА БЕРИЛАДИГАН ТОПШИРИҚ МАСАЛАЛАРИ**

**1-масала.** Машинасозлик заводи жуда кўп миқдорда (бир неча минг дона) М12 болтини ишлаб чиқаради. Шу материалга қўйилган талаблар қуйидагича:

$$\sigma_b \leq 40 \text{ МПа}; \quad \sigma_T \leq 250 \text{ МПа}.$$

Болтни тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзинг ҳамда жавобингизни асосланг.

**2-масала.** Фрезалаш станокининг станинасини тайёрлаш учун ишлатиладиган материалнинг мустаҳкамлиги  $\sigma_b \geq 300 \text{ МПа}$  дан кам бўлмаслиги керак. Материалнинг пластиклигини ва зарбий қовушқоқлигини

унча аҳамияти йўқ. Станинани тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзиб асосланг.

**3-масала.** Мотоцикл двигателининг цилиндрлар блокани тайёрлаш керак. Материалга қуйидагича талаблар қўйилади:  $\sigma_b \geq 180$  МПа,  $\delta = 2-3\%$  коррозияга чидамли. Цилиндр блокани тайёрлаш учун яроқли материал танланг, агар лозим бўлса унга термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**4-масала.** Енгил автомобилнинг кузовини тайёрлаш учун яроқли материал танланг. Кузов материали маркасини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**5-масала.** Токарлик станокнинг ҳаракатга келтирувчи валини тайёрлаш учун ишлатиладиган материалнинг хоссалари қуйидагича бўлиши керак:

$$HB=187-221, \sigma_b \geq 400 \text{ МПа}$$

Вални тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни асосланг.

**6-масала.** Диаметри 40 мм бўлган вал тайёрлаш керак. Валнинг бутун кесим юзаси бўйича қаттиқлиги HRC27-30, мустаҳкамлиги  $\sigma_b \geq 900$  МПа, зарбий қовушқоқлиги КСИ  $\geq 0,80 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$  бўлиши лозим. Вални тайёрлаш учун яроқли материал танланг, термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**7-масала.** Гидравлик пресснинг траверсасини тайёрлаш учун ишлатиладиган материалнинг хоссалари қуйидагича бўлиши керак:  $\sigma_b \geq 400$  МПа,  $\delta \geq 5\%$ . Траверсани тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни асосланг.

**8-масала.** Автомобиль рессорининг туткичи кронштейни мураккаб шаклга эга. Унга ишлатиладиган материалдан қуйидаги хоссалар қатъий талаб қилинади:  $\sigma_b \geq 350$  МПа,  $\delta \geq 10\%$ . Туткични тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва жавобингизни асосланг.

**9-масала.** Қалинлиги 15 мм бўлган лентанинг ташқи юзасида қаттиқлиги HRC=60-62, ўрта қисмида эса HRC  $\leq 25$  ва зарбий қовушқоқлиги юқори бўлиши керак. Шу деталь учун материал танланг ва талаб қилинган хоссаларини таъминлай оладиган кимёвий-термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**10-масала.** Металга совуқ ҳолида босим остида ишлов беришга мўлжалланган штамп тайёрлаш керак. Қалинлиги 30 мм бўлган штамп тайёрлаш учун яроқли материал танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг, штампнинг ишлайдиган юзасидаги қаттиқлигини кўрсатинг ва жавобингизни асосланг.

**11-масала.** Диаметри 50 мм бўлган валнинг қаттиқлиги ташқи юзасида HRC = 48-55, ўрта қисмида эса HB = 187-241 бўлиши керак. Вал учун материал танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**12-масала.** Шлифовка қиладиган станокнинг ўқи ишқаланиш натижасида тез емирилиши мумкин. Унинг диаметрининг размери жуда кам бўлиши керак. Шу ўқни тайёрлаш учун материал танланг, унга термик ёки кимёвий-термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**13-масала.** Металга совуқ холида босим остида ишлов беришга мўлжалланган штамп жадаллик билан ишлайди. Шу сабабли ишлаш жараёнида 250-300°C гача қизийди. Штамп учун материал танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**14-масала** Асбобсозлик заводи энгил шароитда ишлайдиган развертка ишлаб чиқаради. Развертка учун материал танланг, унга термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**15-масала.** Диаметри 3 ва 30 мм бўлган симлардан пружина тайёрлаш керак. Симлар учун материал танланг, уларга термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**16-масала.** У12 пўлатдан тайёрланган поковканинг қаттиқлиги юқори бўлганлиги учун уни қирқиб ишлаш қийин. Поковканинг қаттиқлигини камайтириш ва уни қирқиб ишлашни осонлаштириш учун термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**17-масала.** Самолётнинг баъзи деталлари энгил ( $\gamma \leq 4,5 \text{ г/см}^3$ ) ва механик хоссалари қуйидагича бўлган материалдан тайёрланади:  $\sigma_b \geq 550 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_T \geq 500 \text{ МПа}$ ,  $\delta \geq 7 \%$ . Шу деталлар учун яроқли материал танланг, унга термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**18-масала.** Қиздирилган металлга босим остида ишлов беришга мўлжалланган штамп ишлаш жараёнида 500-600°C ҳароратгача қизийди. Штамп тайёрлаш учун яроқли материал танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**19-масала.** Қуйма металлни чуқур кесишга мўлжалланган фрезанинг кескич қирраси ишлаш жараёнида қизиши ва тез емирилиши мумкин. Фреза тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва агар лозим бўлса, уни пухталигини ошириш усулини кўрсатиб, жавобингизни асосланг.

**20-масала.** Қуйидаги шароитларда ишлайдиган сирпанма подшипниклар учун материал танланг, агарда:

- сирпаниш тезлиги кам бўлса;
- сирпаниш тезлиги катта бўлса;
- сирпаниш юзасида мой кам бўлса;
- подшипникка мой босим остида берилса.

подшипниклар учун материал танланг, уларнинг пухталигини ошириш усулларини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**21-масала.** Қалинлиги 30 мм бўлган шестернянинг тишлари катта контакт кучланиш таъсирида ишлайди. Унинг механик хоссалари қуйидагича бўлиши мумкин:

- ташқи юзасининг қаттиқлиги  $HRC = 50-65$ ;
- ўрта қисмининг қаттиқлиги  $HRC = 30$ ;
- мустаҳкамлиги  $\sigma_b \geq 1100 \text{ МПа}$ ;
- зарбий қовушқоқлиги  $KCU = 0,8 \frac{\text{МДК}}{\text{М}^2}$ . Шестерняни тайёрлаш учун

яроқли материал танланг, унга термик ишлов бериш технологияси усулларини ёзинг ва жавобларни асосланг.

**22-масала** Экскаватор чўмичининг (ковши) тишларини тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва унга термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**23-масала** Тишли ғилдирак тайёрлаш учун ишлатиладиган фреза қаттиқлиги  $HВ = 350$  бўлган металлни кесишга мўлжалланган. Фреза тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва унга термик ишлов бериш технологиясини ёзиб, жавобингизни асосланг.

**24-масала** У8 пўлатдан тайёрланган штамп сувда тобланганда ёрилади, штамп ёрилмаслиги учун бошқа пўлат танланг ёки термик ишлов бериш технологиясини ўзгартиринг ва жавобингизни асосланг.

**25-масала** Самолёт двигатели компрессорининг кураги енгил материалдан ( $\gamma \leq 4,5 \text{ г/см}^3$ ) тайёрланади ва ишлаш жараёнида  $400^\circ\text{C}$  гача қизийди, бунга яроқли материал танланг ва агар лозим бўлса, термик ишлов бериш режимларини ёзинг ва асосланг.

**26-масала** Газ трубинасининг кураги узоқ муддатли мустаҳкамлик чегараси  $\sigma_{\frac{600}{1000}} \leq 100 \text{ МПа}$  бўлган материалдан тайёрланиши керак. Шунга яроқли қотишмаларни танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**27-масала** Кимёвий аппаратларни тайёрлашга мўлжалланган пўлат лист совуқ ҳолда штампланганда яҳии чўзиладиган, коррозияга чидамлик ва яхши пайвандланадиган бўлиши лозим. Шунга яроқли материал танланг ва жавобингизни асосланг.

**28-масала** Токарлик автоматларида жуда кўп миқдорда (бир неча ўн минг дона) майда втулкалар тайёрлаш керак. Втулка материалининг мустаҳкамлиги  $\sigma_b \leq 500 \text{ МПа}$  бўлиши лозим. Втулкалар учун материал танланг ва жавобингизни асосланг.

**29-масала** Тишли ғилдиракнинг қаттиқлиги ташқи юзасида  $HRC = 50-60$ , ўрта қисмида эса  $HRC = 30-45$  бўлиши керак. Тишли ғилдирак тайёрлаш учун материал танланг, унга қўйилган талабни таъминлай оладиган термик ишлов беришнинг энг осон усулини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**30-масала** 35ХГСА пўлатини тоблаб, сўнгра  $550^\circ\text{C}$  да бўшатилганда унинг зарбий қовушқоқлиги кам бўлади:

$$KCU = 0,15 \frac{\text{МДЖ}}{\text{м}^2}.$$

Шу пўлатнинг зарбий қовушқоқлиги  $KCU = 0,5 \frac{\text{МДЖ}}{\text{м}^2}$  ва мустаҳкамлиги  $\sigma_b \geq 1000 \text{ МПа}$  бўлишини таъминлай оладиган термик ишлов бериш режимини тавсия этинг ва жавобингизни асосланг.

**31-масала** Токарлик станокининг станинасини тайёрлаш учун ишлатиладиган материалнинг мустаҳкамлиги  $\sigma_b \geq 280 \text{ МПа}$  дан кам бўлмаслиги керак. Материалнинг пластиклигини ва зарбий қовушқоқлигини унча аҳамияти йўқ. Станинани тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзиб асосланг.

**32-масала.** Юк автомобилнинг кузовини тайёрлаш учун яроқли материал танланг. Кузов материали маркасини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**33-масала.** Асбобсозлик заводи энгил ва ўрта шароитларда ишлайдиган пармалар ишлаб чиқаради. Парма учун материал танланг, унга термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**34-масала** Тишли филдирак тайёрлаш учун ишлатиладиган фреза қаттиқлиги  $HV = 300$  бўлган металлни кесишга мўлжалланган. Фреза тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва унга термик ишлов бериш технологиясини ёзиб, жавобингизни асосланг.

**35-масала.** Юкори ҳароратда киздирилган металлга босим остида ишлов беришга мўлжалланган штамп ишлаш жараёнида  $550-650^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача кизийди. Штамп тайёрлаш учун яроқли материал танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**36-масала.** Ташқи диаметри 45 мм бўлган валнинг қаттиқлиги ташқи юзасида  $HRC = 46-53$ , ўрта қисмида эса  $HV = 185-240$  бўлиши керак. Вал учун материал танланг, унга термик ишлов бериш режимини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**37-масала.** Энгил автомобиль рессори мураккаброқ шаклга эга бўлиб, ишлатиладиган материал маълум механик хоссаларни талаб қилади ( $\sigma_b$  ва  $\delta$ ): Рессорни тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва жавобингизни асосланг.

**38-масала** Юк автомобиль рессори янада мураккаб шаклга ва қалинликка эга бўлиб, ишлатиладиган материал маълум механик хоссаларни талаб қилади ( $\sigma_b$  ва  $\delta$ ): Рессорни тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва жавобингизни асосланг.

**39-масала.** Қишлоқ хўжалик машиналари заводи жуда кўп минглаб донада М14 болтини ишлаб чиқаради. Шу материалга қўйилган талаблар қуйидагича бўлади:

$$\sigma_b \leq 45 \text{ МПа}; \quad \sigma_T \leq 255 \text{ МПа}.$$

М14 болтини тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзинг ҳамда жавобингизни асосланг.

**40-масала.** Қалинлиги 10 мм бўлган лентанинг ташқи юзасида қаттиқлиги  $HRC=61$ , ўрта қисмида эса  $HRC \leq 25$  ва зарбий қовушқоқлиги юкори бўлиши керак. Шу деталь учун материал танланг ва талаб қилинган хоссаларини таъминлай оладиган кимёвий-термик ишлов бериш технологиясини ёзинг ва жавобингизни асосланг.

**41-масала.** Пармалаш станокнинг станинасини тайёрлаш учун ишлатиладиган материалнинг мустақкамлиги  $\sigma_b \geq 290$  МПа дан кам бўлмаслиги керак. Материалнинг пластиклигини ва зарбий қовушқоқлигини унча аҳамияти йўқ. Станинани тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзиб асосланг.

**42-масала.** Токарлик станокда кўпроқ ишлатиладиган кескични тайёрлаш учун яроқли материал танланг (ушлагичи учун алоҳида материал, кесувчи қисмидаги қаттиқ қотишма учун алоҳида материал). Материалнинг

қизишини ҳисобга олиш керак. Кескични тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзиб асосланг.

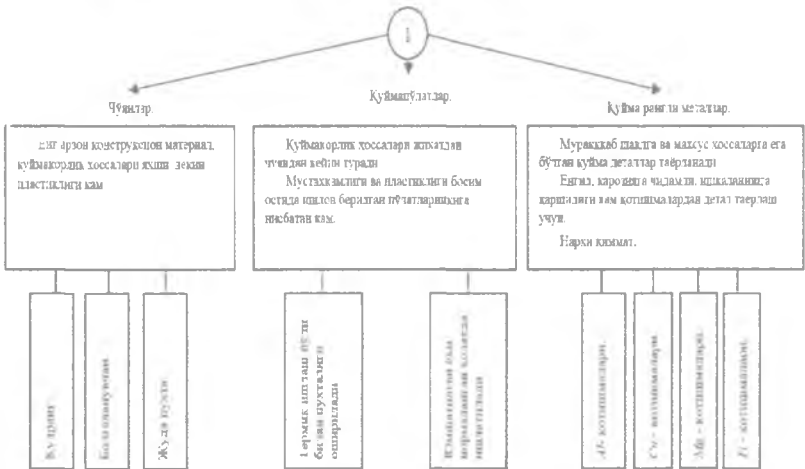
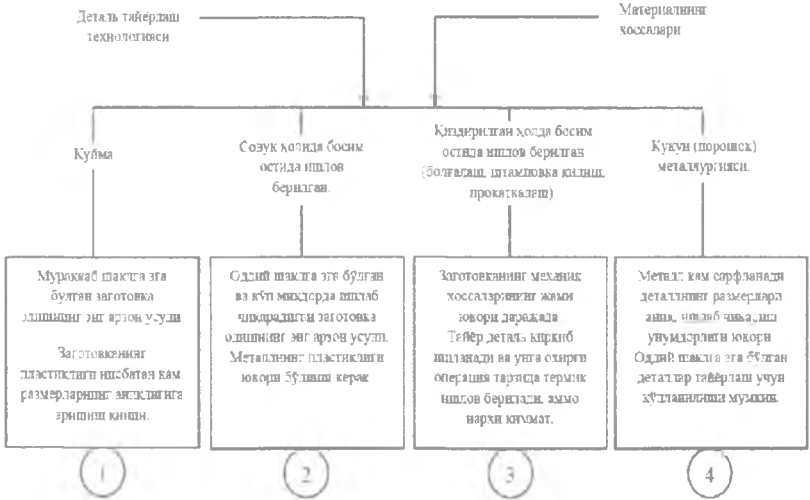
**43-масала.** Махсус пармалаб тешилган тешиқларга ички резъба очиш учун метчик материални танланг. Метчик учун термик пухталовчи усулларни ишлаб чиқинг ва жавобингизни асосланг.

**44-масала.** Пармалаш станокда тешилган тешиқларга ташқи резъба очиш учун плашка материални танланг. Плашка учун пухталовчи усулларни ишлаб чиқинг ва жавобингизни асосланг.

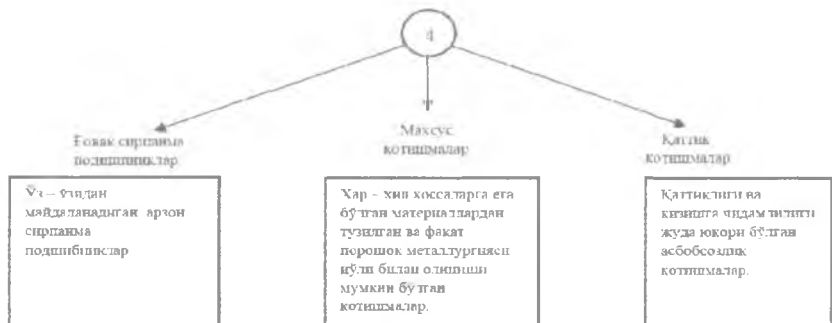
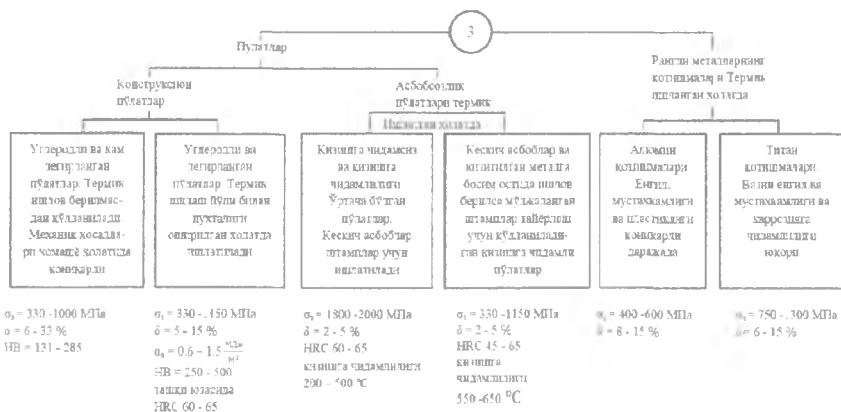
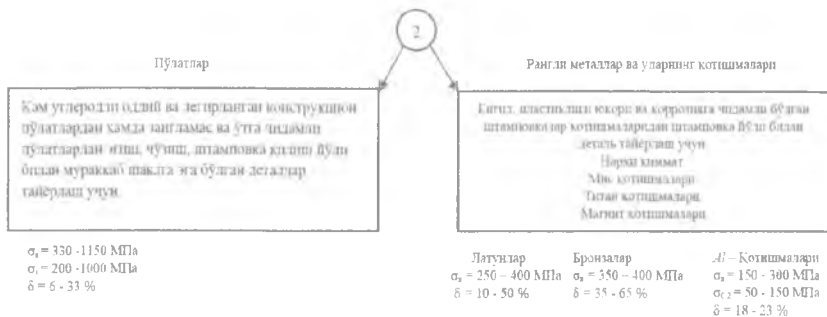
**45-масала.** Эгов материали қаттиқлиги HRC=61-63 бўлиш керак. Эгов тайёрлаш учун яроқли материал танланг ва уни ишлаб чиқариш усулини ёзиб асосланг.

Ҳурматли ўқув-услугий кўрсатмадан фойдаланувчилар материал танлашда ишлаб чиқариш технологиясини тўғри танлаш ва уларнинг пухталигини ошириш усулини аниқлашда 1А-схемадан фойдаланиш тавсия этилади ва топшириқ масаласи ечимини осонлаштиради.

Материал танлашда ишлаб чиқариш технологиясини танлаш ва уларнинг пухталигини ошириш усулларини аниқлаш

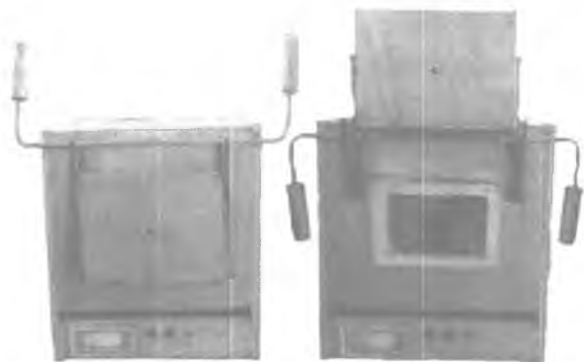






## МЕТАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ ҚОТИШМАЛАРИГА ТЕРМИК, КИМЁВИЙ-ТЕРМИК ВА БОШҚА ИШЛОВЛАР БЕРИШ УЧУН ҚўЛЛАНИЛАДИГАН ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРИ, ПРИБОРЛАРИ, ЖИҲОЗЛАРИ, АСБОБЛАРИ ВА УСКУНАЛАРИ

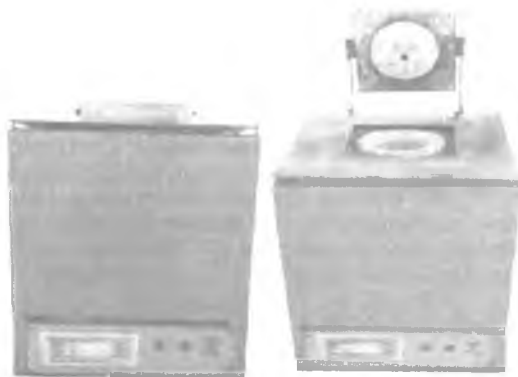
Ҳозирги кунда «Материалшунослик», «Конструкциян материаллар технологияси», «Қуймакорлик», «Кончилик иши ва металлургия», «Энергетика» «Машинасозлик технологияси», «Технологик машиналар ва жиҳозлар», «Пайвандлаш ускуналари ва ишлари», «Нефть ва газ», «Қишлоқ хўжалик машиналари ва тракторлари» ва бошқа таълим йўналишлари талабалари учун ўқув жараёнида қўлланиладиган электр печлари, приборлари, жиҳозлари, керакли материаллари, асбоблари ва ускуналари ҳар хил мақсадларда ишлатилади. Бундай печлар ва приборлар куйидаги расмларда тартиб бўйича курсатилган.



1-расм. Металларни ҳар хил  $1200^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қиздириб, термик ишлов бериш жараёнини ўтказадиган электр камерали лаборатория печи СНОЛ - 2,6.4.1,4/11-И1.



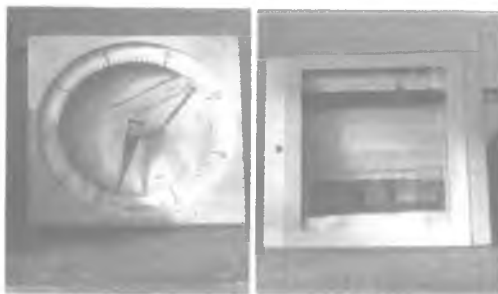
2-расм. Металларни  $900^{\circ}$  дан  $1100^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қиздириб, термик ишлов бериш жараёнини ўтказадиган электр камерали лаборатория печи СНОЛ - 1,6,2,5.1/11-И2.



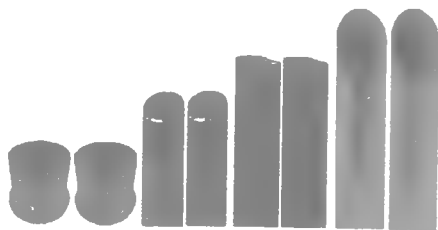
3-расм. Металларни  $1250^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қиздириб, термик ишлов бериш жараёнини ўтказадиган шахтли электрпечи.



4-расм. Ҳар хил материалларни  $350^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қиздириб, бўшатиш электрошкаф қуритиш лаборатория печи СНОЛ - 3,5.3,5.3,5/3,5-И.



5-расм. Ҳароратларни ўлчаш учун мўлжалланган КСП-3 ва КСП-4 потенциометрлари.



6-расм. Металлар ва улар қотишмаларига термик ва кимёвий-термик ишлов бериш учун мўлжалланган махсус контейнерлар кўриниши



а)

б)



в)

7-расм. Металлар ва улар қотишмаларига термик ва кимёвий-термик ишлов беришда совитиш учун фойдаланиладиган махсус металл корпусли баклар: а – сувли бак; б – мойли бак; в-намуналарни учидан тоблаш усулининг совитиш мосламаси.

**Металлар ва улар қотишмаларига термик ва кимёвий-термик ишлов бериш учун қўлланадиган янги замонавий электр печлари**



**а)**



**б)**

8-расм. Металлар ва улар қотишмаларига термик ишлов бериш учун қўлланадиган камерали электр печлари: **а** – Н-30; **б** – Н-50.



а)



б)

9-расм. Металлар ва улар қотишмаларига термик ва кимёвий-термик ишлов бериш учун қўлланиладиган шахтли электр печлари: а – газли; б – электрли.



10-расм. Турли хил материалларни  $500^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қиздириб, бушатиш электрошкаф қуритиш лаборатория печи СНОЛ - 3,5.3,5 3,5/3,5-И янги авлоди.



11-расм. Металларни юқори ҳароратгача қиздириб, тезда тоблаш учун мулжалланган юқори частотали ток билан қиздирадиган индукторнинг кўриниши.



12-расм. Metallургия комбинати ёки заводининг пўлатлар ва чўянларни эритиб, махсус опокаларга қуювчи қуймакорлик цехининг умумий кўриниши.



а)



б)



в)

13-расм. Металлар ва улар қотишмаларини юқори ҳароратларда эритиб (а), турли хил ярим тайёр слитка кўринишдаги прокатлар (б) ва тайёр прокат маҳсулотлар (в) ишлаб чиқариш усуллари.





14-расм. Машинасозлик заводининг янги қуймакорлик цехи ва термик ишлов бериш участкаларининг умумий кўриниши.



15-расм. Металлургия ва машинасозлик заводларидаги янги термик ишлов бериш печларини ишлаб чиқарувчи ва созловчи участкаларининг умумий кўриниши.



а)



б)

16-расм. МИМ-7 оптик металлографик микроскопининг олд (а) ва ён (б) томонларининг кўринишлари.



17-расм. МИМ-8М оптик металлографик микроскопининг умумий кўриниши.



18-расм. МБС-1 оптик металлорафик микроскопининг умумий кўриниши.



19-расм. Россия федерациясида ишлаб чиқарилган янги оптик металлорафик микроскопининг умумий кўриниши.



20-расм. Германия демократик республикасида ишлаб чиқарилган оптик металлургик микроскопларнинг умумий кўринишлари.



а)



б)

21-расм. Япония (а) ва Италия (б) давлатларида ишлаб чиқарилган оптик металлургик микроскопларнинг умумий кўринишлари.



22-расм. Корея республикасида ишлаб чиқарилган замонавий универсаль оптик металлографик микроскопининг умумий кўриниши.



23-расм. Металлар ва қотишмалар микроструктураларини экранга узатиш учун хизмат қиладиган кодоскопининг умумий кўриниши.



24-расм. Металлар ва қотишмаларнинг қаттиқлигини аниқлаш учун мўлжалланган ТБ5004 Бринель прибори (юмшоқ металллар учун).



25-расм. Металлар ва қотишмаларнинг қаттиқлигини аниқлаш учун мўлжалланган ТК-2 Роквель прибори (қаттиқ металллар учун).



26-расм. Қора ва рангли металллар ва улар қотишмаларининг қаттиқлигини аниқлаш учун мўлжалланган ТП-2 Виккерс прибори (юза сиртида юққа қатлам қалинлиги бўлган намуналар ва деталлар учун).



27-расм. Металллар ва улар қотишмаларининг микроқаттиқлигини аниқлаш учун мўлжалланган ПМТ-3 микроқаттиқлик прибори (юза сиртидаги қатлам қалинлиги тепадан пастга қараб ўлчанадиган намуналар ва деталлар учун).

ЛОТИНЧА – ЎЗБЕКЧА – РУСЧА ЛУФАТ

| № т/р | Лотин алифбосида                     | Ўзбек тилида                         | Рус тилида                             |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1     | 2                                    | 3                                    | 4                                      |
| 1.    | Metall                               | Металл                               | Металл                                 |
| 2.    | Qotishma                             | Қотишма                              | Сплав                                  |
| 3.    | Metallshunoslik                      | Металлшунослик                       | Металловедение                         |
| 4.    | Materialshunoslik                    | Материалшунослик                     | Материаловедение                       |
| 5.    | Termik                               | Термик                               | Термический                            |
| 6.    | Mexanikaviy, mexanik                 | Механикавий,<br>механик              | Механический                           |
| 7.    | Struktura                            | Структура                            | Структура                              |
| 8.    | Faza                                 | Фаза                                 | Фаза                                   |
| 9.    | Mustahkamlik chegarasi               | Мустаҳкамлик чегараси                | Предел прочности                       |
| 10.   | Oquvchanlik chegarasi                | Оқувчанлик чегараси                  | Предел текучести                       |
| 11.   | Nisbiy uzayish                       | Нисбий узайиш                        | Относительное удлинение                |
| 12.   | Nisbiy torayish                      | Нисбий торайиш                       | Относительное сужение                  |
| 13.   | Elastiklik moduli - Ye               | Эластиклик модули - E                | Модуль упругости - E                   |
| 14.   | Zarbiy qovushqoqlik KSI, KSU         | Зарбий қовушқоқлик КСИ, КСУ          | Ударная вязкость КСИ, КСУ              |
| 15.   | Qattqlik - NV, HRC, HV               | Қаттиқлик - НВ, HRC, НВ              | Твердость - НВ, HRC, НВ                |
| 16.   | Plastiklik - $\delta$ , $\psi$ , ksi | Пластиклик - $\delta$ , $\psi$ , кси | Пластичность - $\delta$ , $\psi$ , кси |
| 17.   | Toliqish chegarasi - $\sigma_{-1}$   | Толиқиш чегараси - $\sigma_{-1}$     | Предел усталости - $\sigma_{-1}$       |
| 18.   | Alomatlar                            | Аломатлар                            | Признаки                               |
| 19.   | Kristall panjara                     | Кристалл панжара                     | Кристаллическая решетка                |
| 20.   | OTSK panjarasi                       | ОЦК панжараси                        | ОЦК решетка                            |
| 21.   | GTSK panjarasi                       | ГЦК панжараси                        | ГЦК решетка                            |
| 22.   | GPU panjarasi                        | ГПУ панжараси                        | ГПУ решетка                            |
| 23.   | Allotropik o'zgarish                 | Аллотропик ўзгариш                   | Аллотропическое превращение            |
| 24.   | Dislokatsiya                         | Дислокация                           | Дислокация                             |
| 25.   | Nuqtaviy                             | Нуктавий                             | Точечные                               |



|     |  |  |  |
|-----|--|--|--|
| 26. | Chiziqli                                 | Чизиқли                                | Линейные                               |
| 27. | Yuzaviy                                  | Юзавий                                 | Поверхностные                          |
| 28. | Kiritish atomlari                        | Киритиш атомлари                       | Атом внедрения                         |
| 29. | Flyuktuatsiyalash                        | Флюктуациялаш                          | Флюктуация                             |
| 30. | Chetda joylashgan dislokatsiya           | Четда жойлашган дислокация             | Краевая дислокация                     |
| 31. | Vintsimon                                | Винтсимон                              | Винтовая                               |
| 32. | Muvozanat harorat - $t_2$                | Мувозанат харорат - $t_2$              | Температура равновесия - $t_2$         |
| 33. | Markazlar soni - MS                      | Марказлар сони - MS                    | Число центров - ЧЦ                     |
| 34. | Kristallanish tezlik - KT                | Кристалланиш тезлик - КТ               | Скорость кристаллизации - СК           |
| 35. | Statikaviy va dinamikaviy yuk (kuch)     | Статикавий ва динамикавий юк (куч)     | Статическая и динамическая нагрузка    |
| 36. | Yuklar yoki kuchlar                      | Юклар ёки кучлар                       | Нагрузки или силы                      |
| 37. | Ikkilanish                               | Иккиланиш                              | Двойникование                          |
| 38. | Yemirilish (sinish)                      | Емирилиш (синиш)                       | Разрушение                             |
| 39. | Tekstura                                 | Текстура                               | Текстура                               |
| 40. | Naklyop                                  | Наклёп                                 | Наклёп                                 |
| 41. | Qaytish                                  | Қайтиш                                 | Возврат                                |
| 42. | Rekristallanish                          | Рекристалланиш                         | Рекристаллизация                       |
| 43. | Sovuq va issiq holda bosim bilan ishlash | Совуқ ва иссиқ холда босим билан ишлаш | Холодная и горячая обработка давлением |
| 44. | Bosim bilan ishlash                      | Босим билан ишлаш                      | Обработка давлением                    |
| 45. | Bir jinsli (gomogenli)                   | Бир жинсли (гомогенли)                 | Гомогенный                             |
| 46. | Kontsentratsiya                          | Концентрация                           | Концентрация                           |
| 47. | O'z-o'zidan diffuziyalanish              | Ўз-ўзидан диффузияланиш                | Самодиффузия                           |
| 48. | Kiritish (joriy etish)                   | Киритиш (жорий этиш)                   | Внедрение                              |
| 49. | Barqaror (muvozanatli)                   | Барқарор (мувозанатли)                 | Равновесное                            |
| 50. | Evtektoidgacha                           | Эвтектоидгача                          | Доэвтектоидный                         |
| 51. | Evtektoidli                              | Эвтектоидли                            | Эвтектоидный                           |
| 52. | Evtektoiddan keyingi                     | Эвтектоиддан кейинги                   | Заэвтектоидный                         |
| 53. | Sovuq holatda sinuvchanlik               | Совуқ холатда синувчанлик              | Хладноломкость                         |

|     |  |   |  |
|-----|--|---|--|
| 54. | Cho'g'langanda sinuvchanlik                            | Чўғланганда синувчанлик                       | Красностойкость                                    |
| 55. | Suyuq holatda oquvchanlik                              | Суюқ ҳолатда оқувчанлик                       | Житкотекучесть                                     |
| 56. | Oq cho'yan   | Оқ чўян                                       | Белый чугун  |
| 57. | Kulrang cho'yan (KCH)                                  | Кулранг чўян (КЧ)                             | Серый чугун (СЧ)                                   |
| 58. | Bolg'alanuvchi cho'yan (BCH)                           | Болғаланувчи чўян (БЧ)                        | Ковкий чугун (КЧ)                                  |
| 59. | Juda puxta cho'yan yoki yuqori mustahkam cho'yan (JCH) | Жуда пухта чўян ёки юқори мустаҳкам чўян (ЖЧ) | Высокопрочный чугун (ВЧ)                           |
| 60. | Yumshatish   | Юмшатиш                                       | Отжиг  |
| 61. | Normallash   | Нормаллаш                                     | Нормализация                                       |
| 62. | Toblash  | Тоблаш  | Закалка  |
| 63. | Bo'shatish   | Бўшатиш                                       | Отпуск   |
| 64. | Eskirish   | Эскириш                                       | Старение   |
| 65. | O'ta qizdirish   | Ўта қиздириш                                  | Перегрев   |
| 66. | O'ta kuyish  | Ўта куйиш                                     | Пережог  |
| 67. | S-shakli diagramma                                     | S-шакли диаграмма                             | S-образная диаграмма                               |
| 68. | Martensitli o'zgarish harorati - $M_b, M_t$            | Мартенситли ўзгариш ҳарорати - $M_b, M_t$     | Температура мартенситного превращения - $M_n, M_x$ |
| 69. | Qoldiq austenit - $A_{gold}$                           | Қолдиқ аустенит - $A_{gold}$                  | Остаточный аустенит - $A_{ост}$                    |
| 70. | Termik yaxshilash                                      | Термик яхшилаш                                | Термоулучшение                                     |
| 71. | Dispersion qattiqqlanish                               | Дисперсион қаттиққланиш                       | Дисперсионное твердение                            |
| 72. | Kukun tusda sinuvchanlik                               | Кукун тусда синувчанлик                       | Синеломкость                                       |
| 73. | Vidmanshtetli struktura                                | Видманштетли структура                        | Видманштеттовая структура                          |
| 74. | Toblanuvchanlik  | Тобланувчанлик                                | Закаливаемость                                     |
| 75. | Toblanish chuqurligi                                   | Тобланиш чуқурлиги                            | Прокаливаемость                                    |
| 76. | Yuza toblash   | Юза тоблаш                                    | Поверхностная закалка                              |
| 77. | Tsementitlash (uglerodlash)                            | Цементитлаш (углеродлаш)                      | Цементация   |
| 78. | Kremniylash  | Кремнийлаш                                    | Силицирование                                      |
| 79. | Yuzaviy (naklyop)                                      | Юзавий (наклёп)                               | Поверхностный наклёп                               |
| 80. | Pitra yog'dirish usuli                                 | Питра ёғдириш усули                           | Дробеструйная обработка                            |

|      |  |                                       |                                       |
|------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 81.  | Sovigan va qizigan holatda darz ketish   | Совиган ва қизиган ҳолатда дарз кетиш | Холодные и горячие трещины            |
| 82.  | Bo'shatishda vujudga keladigan mo'rtlik  | Бушатишда вужудга келадиган муртлик   | Отпускная хрупкость                   |
| 83.  | Parma, keskich                           | Парма, кескич                         | Сверло, резец                         |
| 84.  | Freza, protyajka                         | Фреза, протяжка                       | Фреза, протяжка                       |
| 85.  | Korroziyabardoshlik                      | Коррозиябардошлик                     | Коррозионестойкость                   |
| 86.  | Korrozion yemirilish                     | Коррозион емирилиш                    | Коррозионное разрушение               |
| 87.  | Kristallararo tuzilish                   | Кристаллараро тузилиш                 | Межкристаллитное строение             |
| 88.  | Olovbardosh                              | Оловбардош                            | Жаростойкость                         |
| 89.  | Issiqbardosh                             | Иссиқбардош                           | Жаропрочность                         |
| 90.  | Yeyilishga bardoshli                     | Ейилишга бардошли                     | Износостойкость                       |
| 91.  | Jez                                      | Жез                                   | Латунь                                |
| 92.  | Podshipnikbop qotishmalar                | Подшипникбоп қотишмалар               | Антифрикционные сплавы                |
| 93.  | Kavshar                                  | Кавшар                                | Припой                                |
| 94.  | Kukun qotishmalar                        | Кукун қотишмалар                      | Порошковые сплавы                     |
| 95.  | Plastik massalar                         | Пластик массалар                      | Пластические массы                    |
| 96.  | Yelim                                    | Елим                                  | Клей                                  |
| 97.  | Bo'yoq                                   | Бўёқ                                  | Краска                                |
| 98.  | Ipak, jun                                | Ипак, жун                             | Шелк, шерсть                          |
| 99.  | To'ldirgichlar                           | Тўлдиригичлар                         | Наполнители                           |
| 100. | Bo'yoqlar                                | Бўёқлар                               | Краски                                |
| 101. | Qotiruvchilar                            | Қотирувчилар                          | Отвердители                           |
| 102. | Ko'pik plast                             | Кўпик пласт                           | Пенопласт                             |
| 103. | Yumshatgich plastifikatori               | Юмшатгич пластификатори               | Пластификатор                         |
| 104. | Iqtisodiy samaradorlik                   | Иқтисодий самарадорлик                | Экономический эффект                  |
| 105. | Kapital ajratmalar                       | Капитал ажратмалар                    | Капитальные вложения                  |
| 106. | Metallarga kimyoviy-termik ishlov berish | Металларга кимёвий-термик ишлов бериш | Химико-термическая обработка металлов |
| 107. | Jarayon                                  | Жараён                                | Процесс                               |
| 108. | Yuqori chastotali tok                    | Юқори частотали ток                   | Ток высокой частоты                   |
| 109. | Po'latlarni yuza toblash                 | Пулатларни юза тоблаш                 | Поверхностная закалка стали           |
| 110. | Tishli g'ildiraklarni yuza toblash       | Тишли гилдиракларни юза тоблаш        | Поверхностная закалка зубчатых колес  |

|      |  |   |  |
|------|--|---|--|
| 111. | Shesternyalarni yuza toblash   | Шестерняларни юза тоблаш  | Поверхностная закалка шестерни   |
| 112. | Sovituvchi muhit   | Совитувчи муҳит   | Охлаждающая среда  |
| 113. | Suvda sovitish   | Сувда совитиш   | Охлаждение в воде  |
| 114. | Moyda sovitish   | Мойда совитиш   | Охлаждение в масле   |
| 115. | Namunalarni tozalash   | Намуналарни тозалаш   | Очистка образцов   |
| 116. | Detallarni tozalash  | Деталларни тозалаш  | Очистка деталей  |
| 117. | Po'latlar ichki struktura tuzilishini o'rganish  | Пулатлар ички структура тузилишини ўрганиш  | Изучение внутреннего строения структуры сталей                             |
| 118. | Cho'yanlar ichki struktura tuzilishini o'rganish   | Чўянлар ички структура тузилишини ўрганиш   | Изучение внутреннего строения структуры чугунов                            |
| 119. | Qotishmalar ichki struktura tuzilishini o'rganish  | Қотишмалар ички структура тузилишини ўрганиш  | Изучение внутреннего строения структуры сплавов                            |
| 120. | Rangli metallar va ularning qotishmalarini ichki struktura tuzilishini o'rganish           | Рангли металллар ва уларнинг қотишмаларини ички структура тузилишини ўрганиш        | Изучение внутреннего строения структуры цветных металлов и их сплавов      |
| 121. | Po'latlar, cho'yanlar va rangli metallar va qotishmalarining mexanik xossalarini o'rganish | Пулатлар, чўянлар ва рангли металллар ва қотишмаларнинг механик хоссаларини ўрганиш | Изучение механических свойств сталей, чугунов и цветных металлов и сплавов |
| 122. | Po'latlarning donadorlik miqdorini aniqlash  | Пулатларнинг донадорлик миқдорини аниқлаш   | Определение величины зерна сталей  |
| 123. | Fe-Fe <sub>3</sub> C qotishmalarining holat diagrammasini o'rganish                        | Fe-Fe <sub>3</sub> C қотишмаларининг ҳолат диаграммасини ўрганиш                    | Изучение диаграммы состояния сплавов Fe-Fe <sub>3</sub> C                  |
| 124. | Po'latlarning uchidan toblanuvchanligini o'rganish   | Пулатларнинг учидан тобланувчанлигини ўрганиш                                       | Определение прокаливаемости сталей   |
| 125. | Sharikopodshipnik po'latlarining mikrostrukturasi o'rganish                                | Шарикоподшипник пулатларининг микроструктурасини ўрганиш                            | Изучение микроструктуры шарикоподшипниковых сталей                         |

|      |  |   |   |
|------|--|---|---|
| 126. | Legirlangan po'latlarning mikrostrukturasi o'rganish | Легирланган пулатларнинг микроструктурасини ўрганиш | Изучение микроструктуры легированных сталей |
| 127. | Metall va qotishmalarning makroskopik tahlili        | Металл ва қотишмаларнинг макроскопик таҳлили        | Макроскопический анализ металлов и сплавов  |
| 128. | Metall va qotishmalarning mikroskopik tahlili        | Металл ва қотишмаларнинг микроскопик таҳлили        | Микроскопический анализ металлов и сплавов  |
| 129. | Makro va mikronamunalarni o'rganish                  | Макро ва микронамуналарни ўрганиш                   | Изучение макро - и микрошлифов              |
| 130. | Qotishmalarining termik tahlilini o'rganish          | Қотишмаларнинг термик таҳлилинини ўрганиш           | Изучение термического анализа сплавов       |
| 131. | Metall va qotishmalarining kimyoviy tahlili          | Металл ва қотишмаларнинг кимёвий таҳлили            | Химический анализ металлов и сплавов        |
| 132. | Metall va qotishmalarining mexanik xossalari         | Металл ва қотишмаларнинг механик хossalari          | Механические свойства металлов и сплавов    |
| 133. | Metall va qotishmalarining fizik xossalari           | Металл ва қотишмаларнинг физик хossalari            | Физические свойства металлов и сплавов      |
| 134. | Metall va qotishmalarining texnologik xossalari      | Металл ва қотишмаларнинг технологик хossalari       | Технологические свойства металлов и сплавов |
| 135. | Metall va qotishmalarining termik tahlili            | Металл ва қотишмаларнинг термик таҳлили             | Термический анализ металлов и сплавов       |
| 136. | Po'latning donadorligi                               | Пулатнинг донадорлиги                               | Зернистость стали                           |
| 137. | Sonli struktura tahlili                              | Сонли структура таҳлили                             | Количественный структурный анализ           |
| 138. | Sifatli struktura tahlili                            | Сифатли структура таҳлили                           | Качественный структурный анализ             |
| 139. | Rentgenostruktura tahlil usuli                       | Рентгеноструктура таҳлил усули                      | Метод рентгеноструктурного анализа          |

|      |   |  |   |
|------|---|--|---|
| 140. | Rentgenospektral tahlil usuli   | Рентгеноспектрал таҳлил усули                                      | Метод рентгено-спектрального анализа                                  |
| 141. | Izlanish maqsadi va vazifasi  | Изланиш мақсади ва вазифаси  | Цели и задачи исследования  |
| 142. | Sinishning asosiy xillari   | Синишнинг асосий хиллари   | Основные типы изломов   |
| 143. | Detallarning sinish sabablarini o'rganish                                 | Деталларнинг синиш сабабларини ўрганиш                             | Изучения причин изломов деталей                                       |
| 144. | Detallarning ishga qobiliyatligini o'rganish                              | Деталларнинг ишга қобилиятлигини ўрганиш                           | Изучения работоспособности деталей                                    |
| 145. | Detallarning yeyilishga chidamligini o'rganish                            | Деталларнинг ейилишга чидамлигини ўрганиш                          | Изучения износостойкости деталей                                      |
| 146. | Po'latlarni yuqori chastotali tok bilan yuza toblash usullarini o'rganish | Пулатларни юқори частотали ток билан юза тоблаш усулларини ўрганиш | Изучение способов поверхностной закалки сталей токами высокой частоты |
| 147. | Brinell bo'yicha qattqlikni o'lchash                                      | Бринелль буйича қаттиқликни ўлчаш                                  | Измерение твердости по Бринеллю                                       |
| 148. | Rokvell bo'yicha qattqlikni o'lchash                                      | Роквелль буйича қаттиқликни ўлчаш                                  | Измерение твердости по Роквеллю                                       |
| 149. | Vickers bo'yicha qattqlikni o'lchash                                      | Виккерс буйича қаттиқликни ўлчаш                                   | Измерение твердости по Виккерсу                                       |
| 150. | Namunalar va detallarning oxirgi tekshiruv va nazorati                    | Намуналар ва деталларнинг охириги текшируви ва назорати            | Окончательная проверка и контроль образцов и деталей                  |

Ушбу ўқув-услугий кўрсатма т.ф.д., проф. Б.Қ.Тилабовнинг умумий тахрири остида ёзилган.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Альянс, 2015. - 586 с.
2. Лахтин Ю.М. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 2014. - 527 с.
3. Геллер Ю.А. Материаловедение. – М.: Металлургия, 2006. - 349 с.
4. Пикунов М.В. Металловедение. – М.: Металлургия, 2003. - 273 с.
5. Мозберг Р.К. Материаловедение. – М.: Металлургия, 2010. - 445 с.
6. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. – М.: Машиностроение, 2007. - 351 с.
7. Тураханов А.С. Металлшунослик ва термик ишлаш. – Тошкент.: Уқитувчи, 1988 - 617 б.
8. Носиров И.Н. Материалшунослик. – Тошкент.: Уқитувчи, 1994. - 253 б.
9. Умаров Э.О. Материалшунослик. – Тошкент.: Уқитувчи, 2013. - 236 б.
10. Нурмуродов С.Д. Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси. – Тошкент.: Фан ва технология, 2015. - 247 б.
11. Норхужаев Ф.Р. Материалшунослик. – Тошкент.: Фан ва технология, 2014. - 226 б.
12. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990. - 519 с.
13. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: Металлургия, 1989. - 377 с.
14. Арзамасов Н.В. Материаловедение. – М.: МГТУ, 1996. - 429 с.
15. Гольдштейн М.И., С.В.Грачев. Специальные стали. – М.: Металлургия, 1985. - 476 с.
16. Металловедение и термическая обработка. Справочник. Т.1-2. – М.: Металлургия, 1989.
17. Справочник металлиста. – М.: Металлургия, 1993.
18. Филипов С.А., Фиргер И.В. Справочник термиста. – М.: Машиностроение, 1985.
19. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1991.
20. Инструментальные стали. Справочник. – М.: Металлургия, 1987.
21. Сталь качественная и высококачественная, сортовой и фасонный прокат и калиброванная сталь. – Сборник стандартов. – М.: Из-во стандарты, 1986.
22. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей. Справочник под ред. В.Д.Кальнера. – М.: Машиностроение, 1984.
23. Справочник металлиста. Т.2. – М.: Машиностроение, 1986. - 718 с.
24. Приданцев М.В., Давидова Л.К. Конструкционные стали. Справочник. – М.: Металлургия, 1990.
25. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. – М.: Металлургия, 1989.
26. Технология термической обработки в машиностроении, Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. - 784 с.
27. Справочник технолога. Т.1. – М.: Машиностроение, 1990. - 715 с.
28. Материалы в машиностроении. Т.1-5. – М.: Машиностроение, 1991.

29. Металлография железа. Под ред. Ф.Н.Тавадзе. – М.: Металлургия, 1992  
Т.3. - 655 с.
30. Тилабов Б.К. Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ по предмету материаловедение. – ТашГТУ, 2012. - 115 с.
31. <https://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-1558>
32. [http://spisok-literaturi.ru/materialovedenie-spisok-literaturv1\\_282.html](http://spisok-literaturi.ru/materialovedenie-spisok-literaturv1_282.html)
33. <http://znanium.com/catalog/freecollection/328/?page=1>
34. <http://znanium.com/catalog/product/546661>
35. <http://znanium.com/catalog/product/910147>
36. <http://znanium.com/catalog/product/929593>
37. <http://znanium.com/catalog/product/939337>
38. <http://znanium.com/catalog/product/929593>
39. <http://znanium.com/catalog/product/552264>
40. <https://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-690>



**Б.К. ТИЛАБОВ, Ж.А. ШЕРБЎТАЕВ, У.Э. НОРМУРОДОВ**

# **МАТЕРИАЛШУНОСЛИК**

**ТЕХНИКА ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИ ТАЛАБАЛАРИ УЧУН  
ЛАБОРАТОРИЯ ВА АМАЛИЙ МАШҲУЛОТЛАРНИ  
МУСТАҚИЛ БАЖАРИШ БЎЙИЧА**

***ЎҚУВ-УСЛУБИЙ КЎРСАТМА***

|                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| <b><i>Мухаррир:</i></b>        | <i>К.А. Сидикова</i> |
| <b><i>Техник мухаррир:</i></b> | <i>А.Т. Мойдинов</i> |
| <b><i>Саҳифаловчи:</i></b>     | <i>С.И. Исаев</i>    |
|                                | <i>Б.Б. Тилабов</i>  |

Босишга рухсат этилди 17.02.2020.

Қоғоз бичими 60x84 1/16.

Ҳажми 9,0. физ.б.т. Адади 40 нусха.

"DELTA PRINT SERVICE" МЧЖ босмахонасида

офест усулида чоп этилди.

Манзил: Тошкент шаҳри, Уста Ширин кўчаси, 134-уй.