

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT  
TEXNIKA UNIVERSITETI**

# **QUYMAKORLIK QOTISHMALARI**

*Fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha  
uslubiy ko'rsatmalar*



**Toshkent-2018**

*Tuzuvchilar: Saidxodjaeva Sh.N, Bragina V.P, Xalimjonov T.S, Rasulov S.A.*  
“Quymakorlik qotishmalari” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha  
uslubiy ko'rsatmalar. – Toshkent: ToshDTU, 2017. – 28 b.

Uslubiy ko'rsatmalar o'quv dasturiga mos holda tuzilgan. Ular 5312800 –  
“Quymakorlik texnologiyalari” yo'nalishi talabalari uchun “Quymakorlik  
qotishmalari” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish tavsiyalarini o'z ichiga olgan.

Ularda ishning maqsad va vazifalari shakllangan, metallografik mikroskop-  
ining umumiy tuzilishini atroflicha bayon qilingan: Temir-uglerod qotishma-  
larining holat diagrammasini o'rganish, qotishmalarning oquvchanligini aniqlash,  
qotishmaning chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash, haqida tushuncha,  
qotishmlarning strukturasini (tuzilishini) o'rganish haqida tushuncha va ishni  
bajarish bo'yicha talablar keltirilgan. Texnik xarakterdagi loyihaviy yechimlarning  
mavjudligi, tanlangan qotishmalarning holat diagrammasini qurish, qotishmaning  
chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash texnologik jarayonini ishlab chiqish  
laboratoriya ishlarini bajarish uchun batafsil keltirilgan.

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

Taqrizchilar: Suvonov B.S – «TEXNOLOGMASH» MCHJ director muovini,  
To'raxodjayev N. D. – ToshDTU «Mashinasozlik texnologiya-  
si» kafedrası mudiri., t.f.d.;

## KIRISH

Mazkur uslubiy ko'rsatmalar texnika oliy oquv yurtlarining 5312800 – "Quymakorlik texnologiyalari" yo'nalishi talabalari uchun "Quymakorlik qotishmalari" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun tavsiyalarni o'z ichiga olgan. Ularda ishning maqsadi va vazifalari shakllangan, qotishmalarning oquvchanligini aniqlash, qotishmaning chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash, quyilmadagi doimiy kuchlanishni aniqlash haqida tushuncha, qotishmalarning strukturasini (tuzilishini) o'rganish haqida tushuncha va ishni bajarish bo'yicha talablar keltirilgan.

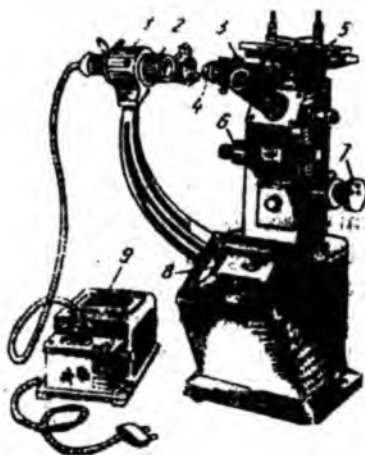
Talabalar laboratoriya ishlarini bajarishga kirishishidan oldin, aynan shu ishlarga tegishli nazariy materiallarni takrorlab, hisobot jadvallarini tayyorlab kelishlari shart. Avval o'qituvchi ishning maqsadi va umumiy ma'lumoti, ishni bajarishda foydalaniladigan jihozlarning tarkibi va tuzilishini atroflicha bayon etadi. metallografik mikroskopning umumiy tuzilishini, temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasi haqida tushuncha, qotishmaning chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash texnologik jarayonini ishlab chiqish haqida tushuncha va ishni bajarish bo'yicha talablarni tushuntiradi. Texnik xarakterdagi loyihaviy yechimlarning mavjudligi, tanlangan qotishmalarning holat diagrammasini qurish laboratoriya ishlarini bajarish uchun batafsil keltirilgan. Talabalarga sinov o'tkazishda xavfsizlik texnikasiga doir masalalar o'qitiladi va ular xavfsizlik texnikasi qoidalari bilan tanishganliklari to'g'risida maxsus jurnalga imzo chekadilar. Shundan keyin o'qituvchi talabalarni 2 guruhga ajratib, ish boshlashga ruxsat beradi.

## 1-Laboratoriya ishi

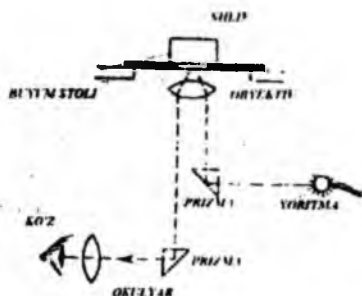
### МММ7 metallografik mikroskopining umumiy tuzilishini o'rganish

**Ishdan maqsad:** МММ7 metallografik mikroskopining tuzilishi va sxemasi bilan tanishish.

**Umumiy ma'lumotlar.** Mikroskop yordamida metall tuzilishini o'rganishda zarur obyektiv va okulyar olinib, nurning yo'nalish sxemasi 1-rasm, b da keltirilgan.



a)



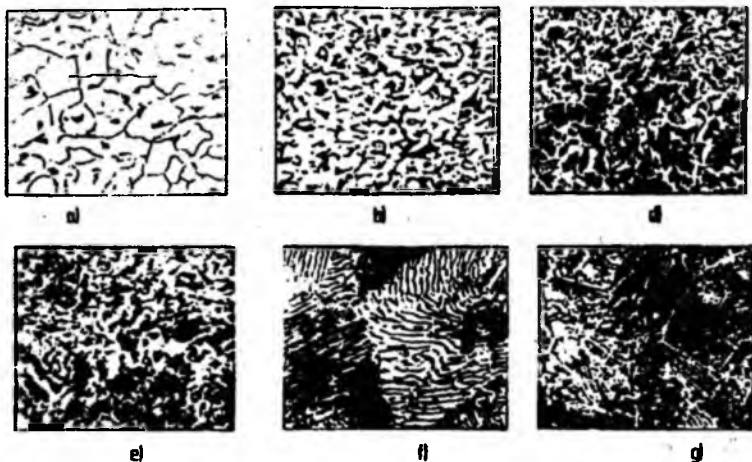
b)

### 1-rasm. Metallografik mikroskopning ko'rinishi

a) МММ7 metallografik mikroskop; b) МММ7 da nurning yo'nalish sxemasi:

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

Shlifning tuzilishi МММ7 yoki boshqa metallografik mikroskopda 200–300 marta kattalashtirib kuzatiladi. Metallarning mikrotuzilishini 60–1350 martagacha kattalashtirib o'rganishda foydalaniladi (1-rasm)



**2- rasm. Texnikaviy temir va uglerodli turli tarkibli po'latlarning mikrostrukturalari:**

- a) - tarkibida uglerodi 0,005% bo'lgan temir, b) - uglerodi 0,2%li po'lat,  
d) - uglerodi 0,6%li po'lat, e) - uglerodi 0,75%li po'lat. f) - uglerodi 0,83%li po'lat, g) - uglerodi 1,2%li po'lat.

Bizning holda 20Jl markali po'lat olingan bo'lib, undan plitalar, to'silma panjaralari kabi mas'uliyatsizroq detallar tayyorlanadi.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Mikroskopni ishga tayyorlash.
2. Shlifni tayyorlash.
3. Mikroskopda shliflarni turli kattalashtirishda ko'rish.
4. Mikroskopda shliflarning strukturasi sinchiklab ko'rish va tahlil qilishni o'rganish.

## Kuzatish natijalari

| Shlif belgisi | Kuzatilayotgan tuzilma |               | Fazalar xili va<br>% miqdori % | Taxminiy<br>Uglerod<br>miqdori | Qotishma xili<br>va markasi | Mexanik xossalari |          |    |    | Ishlatish joylari |
|---------------|------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|----|----|-------------------|
|               | Xomaki                 | Uzil<br>kesil |                                |                                |                             | $\sigma_n$        | $\delta$ | HB | KC |                   |
|               |                        |               |                                |                                |                             |                   |          |    |    |                   |
|               |                        |               |                                |                                |                             |                   |          |    |    |                   |

## Nazorat savollari

1. Mikrostruktura analizi nima?
2. Mikroskop qanday qismlardan tuzilgan?
3. Evtektoidgacha bo'lgan po'lat qanday strukturaga ega?
4. Evtektoidli po'latda qancha faza bor?
5. Po'latning markasini strukturadan qanday aniqlash mumkin?

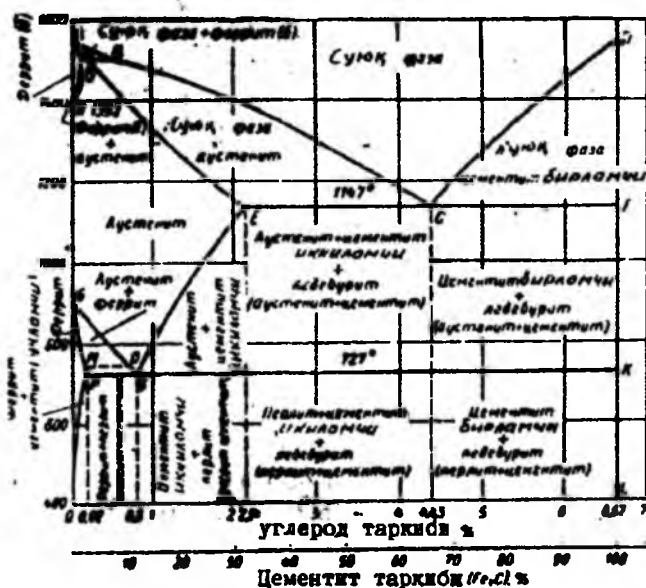
## 2-Laboratoriya ishi

### Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasini o'rganish

**Ishdan maqsad.** Qotishmalarining holat diagrammasini o'rganish.

Umumiy ma'lumotlar. Temir bilan uglerod qotishmalari (po'lat va cho'yanlar) asosiy konstruksion material bo'lib, ularda uglerod 6,67% bo'ladi. Lekin ularning amalda foydalaniladigan qotishmalarida uglerodning miqdori 3,5-5% dan ortmaydi. Temir uglerod qotishmasining kimyoviy tarkibiga, uning qolipda sovish tezligiga ko'ra uglerod temir bilan  $Fe_3C$  brikma yoki grafit tarzida bo'ladi. Shunga ko'ra bu qotishmalarning holat diagrammasini Fe- $Fe_3C$  li va Fe-G diagrammalariga ajratiladi. Fe- $Fe_3C$  li qotishmalarning holat diagrammasi xuddi Pb-Sb qotishmalarining holat diagrammasidek tuziladi (3-rasm).

Ferrit (shartli belgisi – F). Uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi [Fe $\alpha$  (C)] bo'lib, unda uglerodning miqdori uy haroratida taxminan 0,006%, 727°C da 0,025% bo'ladi.



3-rasm. Qotishmalarning temir-uglerod sistemali holat diagrammasi

Austenit (shartli belgisi - A). Uglerodning gamma temirdagi qattik eritmasi (Fe va C) bo'lib, bu birikmada uglerodning miqdori 2,14% gacha bo'ladi.

Sementit (shartli belgisi - C). Temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi ( $Fe_3C$ ) bo'lib, bu birikmada uglerodning miqdori 6,67% bo'ladi.

Perlit (shartli belgisi - P). Ferrit va sementit fazalarining mexanik aralashmasi. uning tarkibida 0,8% uglerod bo'ladi.

Ledeburit (shartli belgisi - L). Austenit va sementit fazalarining mexanik aralashmasi, tarkibida 4,3% uglerod bo'ladi.

Grafit (shartli belgisi - G). Metall massasida turli shaklda bo'ladigan uglerod bo'ladi.

Bundan tashqari, temir qotishmalarida oz bo'lsa-da sulfidlar, fosfidlar, oksidlar, nitritlar ham uchraydi.

Ishni bajarish tartibi. Fe-  $Fe_3C$  holat diagrammasining qaysi sohasida qanday tuzilmalar barqaror bo'lishi diagrammadan ko'rinadi.

Strukturalarning xususiyatlari jadvalda keltirilgan

2-jadval

Temir-uglerod qotishmalarining strukturali xususiyatlari

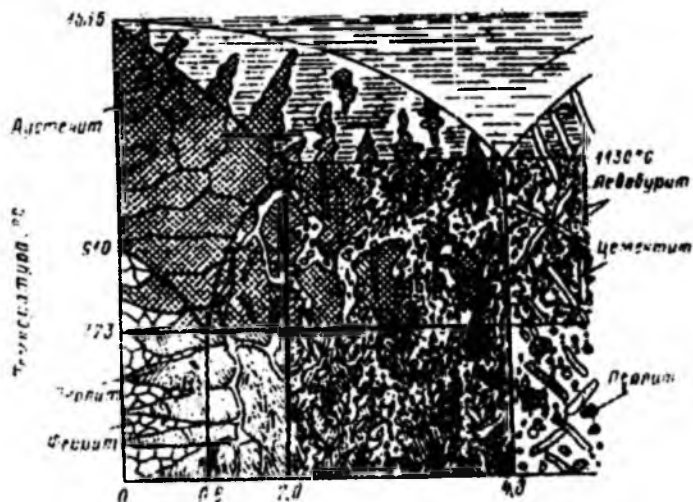
| Strukturalarning nomi | Mexanik xossalari                |              |                  | Magnit xossalari |
|-----------------------|----------------------------------|--------------|------------------|------------------|
|                       | $\sigma_n$ , kgs/mm <sup>2</sup> | $\delta$ , % | HB               |                  |
| Ferrit                | 30-35                            | 30-40        | 50-80            | magnitli         |
| Sementit              | Mo'rt                            |              | 800              | Past magnitli    |
| Perlit                |                                  | 10-12        | 180-200          | magnitli         |
| Austenit              | 40-50                            | 40-50        | 180              | noomagnitli      |
| Ledeburit             | Mo'rt                            |              | 450 dan oshiqroq | magnitli         |

Temir-uglerod qotishmalari likvidus chizig'i bilan chegaralangan joylarida ACD va solidus AEFC birlamchi kristallanish joylarining chegarasi deyiladi. Ikkilamchi kristallanish qotishmalarni qattiq holatida hosil bo'ladi va holat diagrammaning tepa chegarasida GSEFC chizig'ida va pastki chegarasi PSK chizig'ida 723°C mos joyda bo'ladi. Ikkilamchi kristallanish termik ishlov berish shartlarini belgilaydi.



## Ishni bajarish tartibi:

1. Diagrammani olib uning tuzilishini va strukturasini o'rganish
2. Har bir strukturaning nomi, fazalarning xususiyati va tarkibini o'rganish.
3. Jadvaldagi temir-uglerod strukturali tarkib xususiyatlari bilan tanishish.



4-rasm. Uglerod miqdori, %

## Nazorat savollari

1. Temir-uglerod qotishmalari deb nimaga aytiladi?
2. Holat diagrammasining tuzilishini aytib bering.
3. Temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi nima deb ataladi?
4. Perlit austenitni asta-sekin sovitishda unda qanday hodisa sodir bo'ladi?

### 3 – Laboratoriya ishi

#### Qotishmalarning oquvchanligini aniqlash

**Ishdan maqsad:** Qotishmalarning oquvchanligini o'rganish. Suyuq metall xossalari o'zgarishi va quyilma sifatiga ta'sir ko'rsatishini o'rganish.

#### Umumiy ma'lumotlar

Quyish qoliplarini metall bilan to'ldirish hodisasini va uning quyilma sifatiga ta'sir ko'rsatishini o'rganish juda qiyin masala, chunki metall quyilish tizimlari orqali oqayotganda va quyish qolipi to'ldirilayotganda juda murakkab fizikaviy va kimyoviy hodisalar sodir bo'ladi. Suyuq metall xossalari o'zgarishi o'zgarishi quyilma sifatiga ta'sir ko'rsatadi.

Oquvchanlik qovushqoqlikka qarama-qarshi bo'lib,  $\varphi = 1/2$  cga teng.

Oquvchanlik metallning fizikaviy xossasi bo'lib, metallning oqish qobiliyatiga oquvchanlik deyiladi.

Quymakorlik sohasida oquvchanlik quyilmaning xossasi bo'lib, suyuq metallning qolipni to'ldirish qobiliyatiga aytiladi.

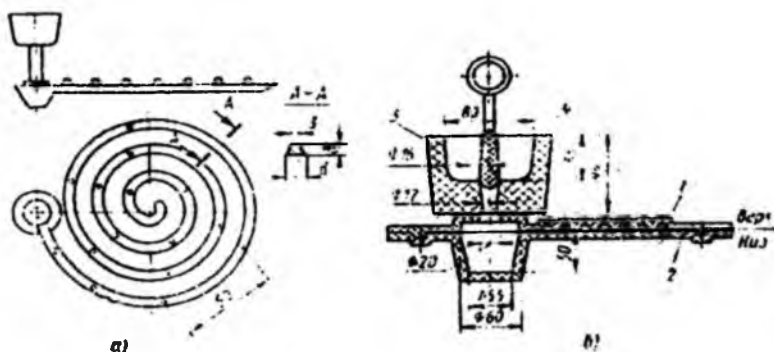
Oquvchanlikni aniqlash uchun suyuq metall bir xil kesim yuzali ingichka yo'lakka ega bo'lgan quyish tizimiga quyiladi. Shu yo'lak orqali suyuq metall oqayotganda o'z issiqligini yo'qota borib, ma'lum bir masofadan keyin oqishdan to'xtaydi. Yo'lakning metall bilan to'ldirilgan qismining uzunligi oquvchanlikni ko'rsatadi. Oquvchanlik metallning quyish tizimi ashyosining xossasiga, quyish sharoitiga va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liq.

Qotishmalarning oquvchanligini aniqlashda har xil texnologik sinash qurilmalaridan foydalaniladi. Sinash qurilmasi yo'laging suyuq metall bilan to'ldirilgan qismi orqali tekshirilayotgan qotishmalarning oquvchanligini aniqlash mumkin.

Oquvchanlikka qotish jarayonidagi yashirin issiqlik ta'sir qiladi. Bu issiqlik qancha ko'p ajralsa, qotish jarayoni shuncha sekin boradi va oquvchanlik katta bo'ladi. Qotishmaning oquvchanligini baholashda uning qotish oralig'i va yashirin issiqlik miqdori hisobga olinishi kerak.

Sinash qurilmalari uchta guruhga bo'linadi:

1. Bir xil kesim yuzasiga ega bo'lgan sinash qurilmalari (spiral-simon);
2. Turli xil kesim yuzasiga ega bo'lgan sinash qurilmalari;
3. Har xil ko'rinishdagi sinash qurilmalari.



5-rasm. Spiralsimon sinash qurilmasi.

Ko'p ishlatiladigan sinash qurilmalaridan biri spiralsimon sinash qurilmasi 5-rasmda ko'rsatilgan. Spiralning qolipi ikkita tegrakda tayyorlanib, metall quyish uchun u gorizontaal quyiladi. Quyilish tizimi suyuq metallni ma'lum bir doimiy tezlikda qolipga quyilishi uchun xizmat qiladi. Spiralning nusxasi uzunligi bo'yicha ma'lum belgi bilan orasi 50mm dan qilib belgilangan.

Tajriba ishini bajarish uchun ishlatiladigan asboblari, uskunalar va ashyolar:

Metall eritadigan qo'ra, tegrak, nusxa, qolip qorishmasi, shixta ashyolari, sinash qurilmasi.

### Ishni bajarish tartibi:

1. Sinash qurilmasini ishga tayyorlash
2. G'ildirakni qorg'ichda 8-10 kg qolip qorishmasini tayyorlash.
3. Qotishmani eritish va uni sinash qurilmaning qolipiga ma'lum bir haroratda quyish.
4. Quyilmani sovitgach, uni qolipdan chiqarish va tozalash.
5. Spiralning uzunligini o'lchash.
6. O'lchangan uzunlikni va haroratni 1-jadvalga yozish.
7. Oquvchanlikning haroratga  $T^{\circ}\text{C}$  ega bog'liqligini holat diagrammasida ko'rsatish.

| Qator tartibi | Qotishma<br>$T^{\circ}\text{C}$ | Qotishmaning<br>harorati | Spiralning<br>uzunligi, l(mm) |
|---------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1             | 2                               | 3                        | 4                             |
|               |                                 |                          |                               |

### Hisobotni yozish tartibi:

1. Ishning maqsadi.
2. Qotishmaning oquvchanligi va sinash qurilmalari to'g'risida qisqacha ma'lumot.
3. Spiralning qurilma eskizini chizish.
4. Jadvalni to'ldirish.
5. Oquvchanlikning haroratga bog'liqligini grafik ravishda tasvirlash.
6. Xulosa.

### Nazorat savollari

1. Quymakorlik sohasida oquvchanlik deganda nimani tushunasiz?
2. Oquvchanlik nimaga bog'liq?
3. Oquvchanlikni aniqlash uchun qanday sinash qurilmalaridan foydalaniladi?
4. Oquvchanlikning haroratga qanday bog'liqligini tushuntirib bering.

#### 4 –Laboratoriya ishi

##### Qotishmaning chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash

**Ishdan maqsad.** Qotishmaning chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash. Quyilma sovish jarayonida uch pog'onali hajmiy kirishuvini o'rganish.

Umumiy ma'lumotlar.

Quyilmaning cho'zish jarayonida chiziqli va hajmiy o'lchamlarini o'zgarishiga kirishuv deyiladi. Kirishuv chiziqli va xajmiy kirishuv bo'lishi mumkin.

Quyilma sovish jarayonida uch pog'onali hajmiy kirishuvga duch keladi:

a) suyuq holatda;

b) qotish jarayonida–likvidus vasolidus chiziqlari orasida;

d) qattiq holatda.

Chiziqli kirishuv (chiziqli o'lchamlarning o'zgarishi) qotishmaning asosiy quymakorlik xossasi bo'lib, quyilmani kerakli o'lchamda, tashqi va ichki nuqsonlarsiz olishda katta rol o'ynaydi. Quyilma olishning texnologik jarayonida kirishuv albatta hisobga olinadi. Qotishmaning sovishida chiziqli o'lchamlarning o'zgarishi uning kristall panjarasining siqilishi natijasida bo'ladi va u qotishmaning tabiati va sovishining harorati oraligi bilan aniqlanadi. Qotishmaning sovishida hosil bo'ladigan kirishuv hodisasi qotishmaning tarkibi va uning sovish tezligi orqali aniqlanadi.

$$B_1 = \frac{\alpha_1 \times x_1}{\delta_1}$$

$\alpha_1$ —quyilmaning yuzasidan o'tuvchi ma'lum issiqlik soni.

$\delta_1$ — quyilma aʻshyosining issiqlik o'tkazuvchi ma'lum soni.

$x_1$ — quyilmaning o'lchami.

Quyilmaning kirishuvini aniqlash uchun tajriba ishida konussimon nusxadan foydalanamiz (6-rasm). Konussimon nusxadan quyilma olib, bu quyilmaning chiziqli kirishuvi va kirishuv bo'shliqlari hajmini aniqlaymiz. Quyilmaning chiziqli kirishuvi -  $\alpha_1$  quyidagicha aniqlanadi:

$$k\alpha_1 = \frac{(h_{nus} - h_{qoyil})}{h_{qoyil}} \times 100\%$$

$h_{nus}$ —konus nusxasining balandligi(mm)

$h_{qoyil}$ —konus quyilmasining balandligi(mm)

Kirishuv bo'shliqlarining hajmi quyidagicha aniqlanadi. Buning uchun avvalo konus quyilmasining hajmini aniqlaymiz.

$$V = \frac{(\pi D^2 - \pi d^2) \times h}{2} \times 100\%$$

Bu yerda:

D—quyilmaning (konus quyilmasining) katta diametri (mm).

$\alpha$ —quyilmaning (konus quyilmasining) kichik diametri (mm).

h—quyilmaning (konus quyilmasining) balandligi (mm).

Quyilmaning og'irligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_1 = V \times j$$

Bu yerda:

$P_1$ —quyilmaning sof og'irligi (kg).

j—quyilma ashyosining zichligi ( $\text{kg}/\text{sm}^3$ ).

V—quyilmaning hajmi ( $\text{sm}^3$ ).

Keyin quyilmaning og'irligini tarozida o'lchab, bu og'irlikni  $P_2$  bilan belgilaymiz.  $P_1$  va  $P_2$  ni solishtiramiz, bunda  $P_1 > P_2$  bo'lishi kerak.

Shundan so'ng quyilma kirishuv bo'lishliqlarining hajmini aniqlaymiz.

$$V_{k.b.h.} = \frac{P_1 - P_2}{j}$$

Kirishuvning siqilishini aniqlash proba formada olingan, model bo'yicha tayyorlanganlari 6-rasim yordamida amalga oshiriladi. Aralashma opokada zichlangandan keyin val 2 mm diametrli kern yordamida konussimon teshik hosil qilinadi.

4- jadval

|                            |      |     |     |
|----------------------------|------|-----|-----|
| Qotishna harorati, °K      | 1013 | 963 | 913 |
| Usadkali rakovinning hajmi |      |     |     |

Tajriba ishini bajarish uchun ishlatiladigan asboblari, uskunalar va ashyolar:

Metall eritadigan qo'ra, teyrak, nusxa (konussimon), qolip asboblari. shtangensirkul. tarozi va toshlar, qolip qorishmasi, shixta ashyolar.

### Ishni bajarish tartibi

1. Qolip qorishmasini tayyorlash.
2. Konussimon nusxaning qolipini tayyorlar.
3. Metallni qo'rada eritib, uch xil haroratda qolipga quyish.
4. Quyilmani qolipdan chiqarish va uni tozalash.
5. Quyilmaning balandligini, katta va kichik diametrlarini shtangen-sirkul yordamida o'lchash.
6. Uchta quyilgan quyilmaning har birining og'irligini tarozida o'chlash.
7. Konus nusxasidan kerakli o'lchamlarni olish.
8. Quyilmaning chizqli kirishuvini va kirishuv bo'shlig'ining hajmini aniqlash.
9. Quyilmaning chizqli kirishuvini va kirishuv bo'shlig'i - hajmining haroratga bog'liq ekanligini aniqlash.

5-jadval

|   |                                              |  |
|---|----------------------------------------------|--|
| 1 | Qator tartibi                                |  |
| 2 | Qotishma                                     |  |
| 3 | Qotishmaning harorati, T(°C)                 |  |
| 4 | Konus nusxasining balandligi, $h_{nus}$ (mm) |  |

|    |                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------|
| 5  | Konus quyilmasining balandligi, $h_{qoyil}$ (mm)               |
| 6  | Konus quyilmasining kichik diametri, $d$ (mm)                  |
| 7  | Konus quyilmasining katta diametri, $D$ (mm)                   |
| 8  | Quyilma ashyosining zichligi, $j$ ( $kg/sm^3$ )                |
| 9  | Konus quyilmasining hajmi, $V$ ( $sm^3$ )                      |
| 10 | Quyilmaning hisoblab topilgan og'irligi, $P_2$ (mm)            |
| 11 | Quyilmaning tarozida tortilib aniqlangan og'irligi, $P_1$ (mm) |
| 12 | Chiziqli kirishuv, $\alpha_i$ (%)                              |
| 13 | Quyilma kirishuv bo'shliqlarning hajmi, $V_{k.b.h}$ ( $sm^3$ ) |

Kulrang cho'yandan tayyorlangan quymaning chiziqli kirishuvi o'rtacha 1%, po'latniki-2%, ko'pchilik rangli metallarning qotishmalariniki – 1,5%.

Bir qancha qotishmalarning ozod kirishuvi o'lchami 6- jadvalda berilgan.

6- jadval

| Qotishmalarning nomi | Usadka. % |           |
|----------------------|-----------|-----------|
|                      | chiziqli  | hajmli    |
| Alyuminiyli qotishma | 1,25-1,35 | 3,90-4,06 |
| Qalayli bronza       | 1,28-1,54 | 3,90-4,50 |
| Alyuminiyli bronza   | 2,30-2,45 | 7,20-7,40 |
| Latunlar             | 1,92-2,05 | 5,77-6,15 |
| Magniyli qotishmalar | 1,35-1,60 | 4,06-4,81 |
| Po'lat (0,2-0,3%C)   | 1,60-2,00 | 5,00-6,00 |
| Ruhli qotishmalar    | 1,50-1,60 | 4,60-4,80 |
| Kulrang cho'yan      | 0,80-1,04 | 2,90-3,12 |
| Oq cho'yan           | 1,40-1,60 | 4,00-4,50 |



## **Hisobotni tayyorlash.**

Talaba hisobotida konussimon nusxaning eskizi chiziladi. turli qotishinalarda sinov kirishuvi o'lchani bo'lingan qiymatlar 4, 5-jadvalga joylashtiriladi. jadvaldagi qiymatlar bo'yicha metalni erish haroratiga bog'liq kirishuv rakovinaning grafigi quriladi.

## **Hisobotni yozish tartibi**

1. Ishning maqsadi.
2. Chiziqli va hajmiy kirishuv haqida qisqacha ma'lumot.
3. Konussimon nusxaning eskizini chizish.
4. Jadvalni to'ldirish.
5. Quyilmaning chiziqli kirishuvini va kirishuv bo'shlig'i hajmining haroratga bog'liqligini grafik ravishda tasvirlash.

## **Nazorat savollari**

1. Kirishuv deb nimaga aytiladi?
2. Chiziqli va hajmiy kirishuv nima?
3. Chiziqli kirishuv va kirishuv bo'shliqlarining hajmi qanday qilib aniqlanadi?

### Quyilmadagi doimiy kuchlanishni aniqlash

**Ishdan maqsad.** Quyilmaning turli joylarini baravariga va bir vaqtda qotmasligi natijasida quyilmada ichki kuchlanishlar hosil bo'lishini va hosil bo'lgan ichki kuchlanishlarning turlarga bo'linishini o'rganish.

Umumiy ma'lumotlar. Quyilmaning turli joylarini baravariga va bir vaqtda qotmasligi natijasida quyilmada ichki kuchlanishlar hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ichki kuchlanishlar 3 turga bo'linadi.

#### a) Issiqlik kuchlanishi— $\sigma_t$

Ma'lumki quyilma har xil qalinlikka ega bo'lganligi uchun uning sovish tezligi ham har xil bo'ladi. Shuning natijasida quyilmada issiqlik hosil bo'ladi.

#### b) Fazoviy kuchlanish— $\sigma_f$

Ma'lumki qolipga quyilgan metall suyuqlik holatdan qattiq holatga o'tish davrida faza va tuzilishi o'zgarishi baravariga bo'lmaydi, chunki quyilmaning turli joylari bir vaqtda qotmaydi. Masalan: temir 1539°C da suyuqlanadi. Suyuqlantirilgan temir sovilib borsa, harorati pasayib qota boshlaydi. Ma'lum vaqtdan keyin qotib qoladi. Hosil bo'lgan kristallar temirning shakli o'zgarishidir.

Temirning harorati 1392 °C ega tushganda  $\alpha$  — temir,  $\gamma$  — temirga aylanadi.

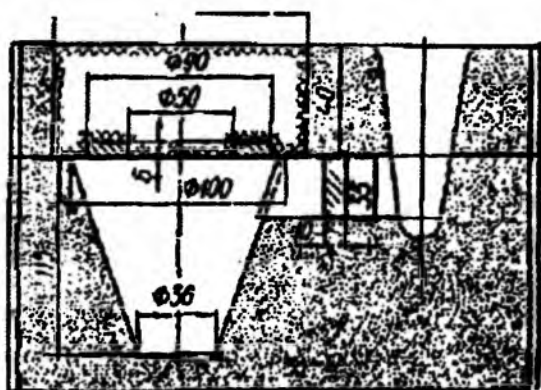
$\gamma$  — temirning harorati pasaygan sari u qaytadan 911°C da-  $\alpha$  — temirga aylanadi. Demak suyuq metall qotayotganda tuzilish va fazoviy o'zgarishlar bo'ladi va ular teng bo'lmisligi natijasida quyilmada fazoviy kuchlanish hosil bo'ladi. Bu kuchlanish issiqlik kuchlanishini kuchaytirishi yoki susaytirishi mumkin.

#### d) Mexanik kuchlanish— $\sigma_m$

Bu kuchlanish quyilmadagi kirishuvchanlikka qum aralashmasi tomonidan qarshilik ko'rsatishi natijasida hosil bo'ladi. Bu uchta kuchlanishning yig'indisi quyilmaga ta'sir etuvchi kuchlanishni tashkil etadi va  $\sigma$  bilan belgilanadi.

$$\sigma = \sigma_t + \sigma_f + \sigma_m$$

Ichki kuchlanish doimiy va vaqtincha bo'lishi mumkin. Vaqtinchali ichki kuchlanish hodisasi ma'lum bir kuch ta'sirida hosil bo'ladi. Agar bu kuch ta'sirini yo'qotsa, vaqtinchalik ichki kuchlanish ham o'z



6-rasm. Hajmli kirishuvni aniqlash uchun sinov.

Quyma formadan olingandan so'ng qolip aralashmalardan tozalanadi va shtangensirkul orqali konussimon bo'rtiqlar orasidagi masofa o'lchanadi. O'lchangan natijalar 4-jadvalga joylashtiriladi.

Quymada hajmli kirishuv rakovinasini aniqlash gidrostatik usul yordamida amalga oshiriladi. Buning uchun balandligi 115mm va asos diametrlari 100 va 36 mm bo'lgan kesik konus oldin tayyorlangan qumli formada (7 rasm) quyiladi. Dastlab konus quymasining hajmi  $V$  havoda tarozida tortish yo'li bilan aniqlanadi va distillangan suvda quyidagi formula:  $Q$  konusning havodagi og'irligi,  $\Gamma$ ;  $\phi$  distillangan suvdagi konusning og'irligi,  $\Gamma$ ;  $y$  distillangan suvning solishtirma og'irligi,  $g/sm^3$ .

Konsentrlangan usadkali rakovinning quymadagi hajmi  $V$  kerosinni o'lchovli byuretkaga to'ldirish yo'li bilan aniqlanadi va konus quymasi hajmiga  $V$  foiz hisobida hisoblanadi;  $V$ -kerosin hajmi,  $sm^3$ .

Konusning ustki tekisligiga halqali muzlatgich qotirilgan, konusga toza va silliq yuza ta'minlovchi, qachonki rakovinning hajmi o'lchaganda baza hisoblanadi.

Bu usul rakovin hajmini qotishma haroratiga bog'liq holda o'rganadi, agar suyuq silumin 3 xil haroratda critilsa, masalan 1013, 963 va 913 K. Olingan qiymatlar 4- jadvalda joylashtiriladi.

qiymatini yo'qotadi. Doimiy kuchlanish ichki kuchlanish bo'lib, u tashqi kuchlarga bog'liq bo'lmaydi.

Quymaqorlik sohasidagi ko'p olimlar doimiy kuchlanishning hosil bo'lishni Geyn nazariyasi orqali tushuntiradilar. Sovish jarayoni va kirishuv hodisasini tekshirish natijasida quyidagilar isbotlandi:

a) Qotishma ma'lum bir haroratga qadar juda kichik kuchlanishlar ta'sirida plastik deformatsiyalanishi mumkin.

b) Ma'lum haroratda plastik holatdan elastik holatga o'tadi.

d) Qotishmalarning siqilish xarakteristikasi haroratga bog'liq emas.

Yuqorida berilgan qoidalarga binoan namuna uzunligining vaqt bo'yicha o'zgarishi (namunaning qizishi va sovishi) quyilmaning harorati o'zgarishi qonuniga bo'ysunadi.

Agar quyilma har xil qalinlikka ega bo'lsa, uning sovishi va kirishuvchanligi ham har xil bo'ladi. Har xil qalinlikka ega bo'lgan quyilma sovishida juda kichik egilish qobiliyatiga ega bo'lsa, bunday quyilma absolut mustahkam quyilma deyiladi (bularga shar. silindr va boshqalar kiradi).

Quyilmaning har xil qismlari turlicha sovishi natijasida quyilmada egilish kuchlanish hosil bo'ladi va bu kuchlanish quyilmani egilishga olib qeladi. Bundan quyilma egiluvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan quyilma deyiladi.

Absolyut mustahkam quyilmalarda doimiy kuchlanish bo'lib, bu kuchlanish quyilmani ishdan chiqarishi mumkin. Egiluvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan quyilmalar kuchlanish ta'sirida darz ketmaydi, balki sovish vaqtida va undan keyin ham egilib boradi. Absolyut mustahkam qurilmali quyilmalardagi kuchlanishlarning qiymati harorat kamayishi bilan ortadi. Agar kuchlanishlar quyilmaning ruhsat etilgan mustahkamlik chegarasidan ortib ketsa, unda quyilmada darzlar paydo bo'ladi. Quyilmaning plastik deformatsiyalanishi davrida kuchlanishlar qiymatining ortib borishi to'xtasa, u holda bu quyilmada darzlar paydo bo'lmaydi. Bunday quyilma deformatsiyalangan quyilma deyiladi.

To'g'ri loyihalashtirilgan texnologik jarayonlarda quyilmadagi ichki kuchlanish miqdorini shunchalik kamaytirish mumkin bo'ladiki, bu kuchlanish quyilmaning sifatiga ta'sir etmaydi. Quymaqorlik sohasida ko'pincha quyilmadagi ichki kuchlanish miqdorini aniqlash kerak bo'ladi. Ana shu maqsadda kuchlanish miqdorini aniqlash uchun maxsus texnologik namuna kirishuvchanlik panjarasi ishlatiladi (rasm-5).

Bu namunalar bir-biri bilan mustahkam bog'langan har xil qalinlikka ega bo'lgan to'g'ri to'rtburchakli to'sinlardan iborat. Panjarani yo'g'on

va ingichka to'g'ri to'rt burchakli to'sinlardagi doimiy kuchlanish miqdorini hisoblash quyidagichna olib boriladi.

Muvozanat tenglamasidan foydalanib bundan:

$$2\sigma_{f1} = \sigma_{f2}$$

Bu yerda:

$\sigma_{f1}$ —ingichka to'sindagi kuchlanish ( $\text{kg/mm}^2$ )

$\sigma_{f2}$ —yo'g'on to'sindagi kuchlanish ( $\text{kg/mm}^2$ )

$f_1$ —ingichka to'sinning kesim yuzasi ( $\text{mm}^2$ )

$f_2$ —yo'g'on to'sinning kesim yuzasi ( $\text{mm}^2$ )

$\sigma_{f1}$  va  $\sigma_{f2}$  kuchlanishlar panjaraning ingichka to'sinida elastik siqilish deformatsiyani, yo'g'on to'sinda elastik cho'zilish deformatsiyani hosil qiladi.

Ularning absolyut ko'rsatkich'i

$$\Delta_1 = \frac{\sigma_1 l}{E}$$

$$\Delta_2 = \frac{\sigma_2 l}{E}$$

Agar yo'g'on to'sinni qirqsak, uning o'lchami kichrayadi, kuchlanish holatida bo'ladi. To'siqlar o'lchamlarining Absolyut o'zgarishi elastik deformatsiya kattaligiga  $\Delta_1$  va  $\Delta_2$  keladi ya'ni:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = \frac{\sigma_1 l}{E} + \frac{\sigma_2 l}{E}$$

$\sigma_1$  ni  $\sigma_2$  orqali ifodalasak,

u holda:

$$\Delta_2 = \frac{\sigma_2 l f_1}{2 f_2 E} + \frac{\sigma_2 l}{E} \quad \text{bunda} \quad \sigma_2 = \frac{E \Delta}{l} \left( \frac{2 f_1}{f_2} + 1 \right)$$

Bu yerda:

$l$ — panjaraning ingichka va yo'g'on to'sinini uzunligi ( $\text{mm}$ )

$E$ — metallning elastik moduli

Bu formula bilan hisoblashda to'sinning yuzasi, uzunligi va deformatsiya quyilmadan o'lchanadi.

**Tajriba ishini bajarish uchun ishlatiladigan asboblار, uskunalar va ashyolar:**

Metall eritadigan qo'ra. tegrak, haroratni o'lchovchi asbob, kirishuvchanlik panjara nusxasi, qolip qorishmasi, o'lchovchi asboblار, yordamchi ashyolar.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Nusxa yordamida tegrakda 2 yoki 3 ta kirishuvchanlik panjarasining qolipi yasaladi.

2. Qotishmani eritib, uni berilgan haroratda qolipga quyiladi.

3. Quyilmani xonaning haroratigacha sovitish, uni qolipdan chiqarish va tozalash.

4. Tozalangan yo'g'on to'singa kerner yordamida ikkita belgini qo'yish va shu belgilar orasidagi masofani 0.01 mm aniqlikda o'lchash. Belgilar orasidagi masofa 8-10 mm bo'lishi kerak.

5. Yo'g'on to'sinning belgilangan ikkita belgi oralig'idan kesish va belgilar orasidagi masofani o'lchash.

**7-jadval**

|    |                                                 |                                   |  |
|----|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1  | Tartib qatori                                   |                                   |  |
| 2  | Qotishma                                        |                                   |  |
| 3  | Qotishmaning harorati<br>$T (^{\circ}\text{C})$ | Ingichka to'sindagi $f_1$         |  |
| 4  |                                                 | Yo'g'on to'sindagi $f_2$          |  |
| 5  | Quyilmaning yuzasi. ( $\text{mm}^2$ )           |                                   |  |
| 6  | Ikkita belgilar orasidagi<br>masofa, (mm)       | Kesil guncha                      |  |
| 7  |                                                 | Kesilgandan keyin                 |  |
| 8  | Deformatsiya. $\Delta(\text{mm})$               |                                   |  |
| 9  | Elastik moduli, $E (\text{kg/mm}^2)$            |                                   |  |
| 10 | Ichki kuchlanish,<br>( $\text{kg/mm}^2$ )       | Ingichka to'sindagi, $\sigma_1$   |  |
| 11 |                                                 | Yo'g'on<br>to'sindagi, $\sigma_2$ |  |

## **Hisobotni yozish tartibi**

1. Texnologik namunani qisqacha tasvirlash va **kuchlanishni aniqlash** usulini yozish.

2. Qotishma haqida yozish.

3. Aniqlangan kattaliklarni 7-jadvalga yozish.

4. Xulosa.

## **Nazorat savollari**

1. Quyilmada ichki kuchlanish qachon hosil bo'ladi?

2. Issiqlik fazoviy va mexanik kuchlanishlarga ta'rif bering.

3. Doimiy va vaqtinchalik kuchlanish nima?

4. Kirishuvchanlik panjarasi qanday vazifani bajaradi?

## **6 – Laboratoriya ishi**

### **Qotishmalarning strukturasini (tuzilishini) o'rganish**

**Ishdan maqsad.** Cho'yanlarni suyuq eritma holatidan uy haroratigacha sovutib borishda tuzilishidagi o'zgarishlari bilan tanishish. Cho'yan qotishmalarning strukturasini (tuzilishini) o'rganib chizib olish.

#### **Umumiy ma'lumotlar**

Bu ishlovda cho'yandagi  $\text{Fe}_3\text{C}$  parchalanib, uglerod bodroqqa o'xshash grafitga o'tadi. Bu cho'yanlarni bolg'alanuvchan cho'yanlar deyiladi. Ko'p hollarda quyma cho'yanning puxtaligini va plastikligini ko'tarish uchun ularni qolipga quyishda unga ozgina modifikatorlar deb ataluvchi metallar yoki ularning qotishmalari, masalan, magniy yoki uning 20%  $\text{Mg}+80\%$   $\text{Ni}$  li qotishmasi kiritiladi. Modifikatorlarning suyuq metallarda erimaydigan kukunlari kristallanish davrida qo'shimcha sun'iy kristallanish markazlari hosil qilsa, eriydiganlari o'sayotgan uglerod kristallarining sirtini yupqa parda bilan o'rab ularning o'sishiga qarshilik ko'rsatib, sharsimon grafitga o'tishiga olib keladi. Bunday grafitning minimal yuzali bo'lishi metall asosiga kam putur yetkazib, mexanik xossalarini ko'taradi.

#### **Foydalaniladigan material, uskuna, moslama va o'lchov asboblari**

Odatda  $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$  qotishmalarining tuzilishini o'rganish uchun qotishmadan taxminan  $10 \times 10$  ml namuna kesib olinib, uning bir tomoni egovlanadi yoki charx toshda tekislanadi. Keyin bu yuzani donlari maydalanib boradigan jilvir qog'ozlar bilan silliqalanib, so'ngra movut qoplangan, xrom yoki temir oksidlarning suvli eritmasi bilan ho'llangan yoki G.O.I. pasta surkab aylanuvchi diskda ishqab jilolanadi yoki elektr jilolanadi. Keyin ularning mikrostrukturasini o'rganish uchun 3—8% li kislota eritmaları ta'sir ettiriladi.





7-rasm. Quyma cho'yanlarning mikrostrukturasi:  
a) – asosi ferritli quyma cho'yan, b) asosi ferrit+perlitli quyma cho'yan,  
d) – asosi perlitli quyma cho'yan.



8-rasm. Bolg'alanuvchan va mustahkamligi yuqori cho'yanlarning mikrostrukturallari:

- a) asosi ferritli bolg'alanuvchan cho'yan, b) asosi ferritli mustahkamligi yuqori cho'yan; c) kislota eritma ta'siriga berilmagan mustahkamligi yuqori cho'yan.

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

$$C_r = \frac{G \cdot \gamma_1}{\gamma_2} + \frac{P \cdot 0.8}{100} \%$$

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

$\gamma_1$  – grafitning zichligi ~ 2,3 g/sm<sup>3</sup>;

P – perlitning shlifda egallagan yuzi, %;

$\gamma_2$  – cho'yanning zichligi, 7,8 g/sm<sup>3</sup>.

7-rasmda quyma cho'yanlarning mikrostrukturasi, 8 rasmda bolg'alanuvchan va mustahkamligi yuqori cho'yanlarning mikrostrukturallari ko'rsatilgan.

## Ishni bajarish tartibi

1. Kuzatiladigan metallda OOST talablariga ko'ra namunalar olib, ulardan shliflar tayyorlanadi.
2. Metallografik mikroskop ishga rostanadi.
3. Shlifni avvaliga xomaki, reaktiv ta'sir ettirilmay, keyin reaktivda sirt yuzasini ishlab tuzilishini uzil-kesil kuzatiladi.
4. Tuzilmadagi fazalar xili va miqdori taxminiy aniqlanadi.
5. Qotishmadagi uglerod miqdori aniqlanadi.
6. Uglerod miqdoriga ko'ra qotishma xili, markasining asosiy mexanik xossalarini va ishlatilish joylarini tegishli GOSTlardan aniqlanadi.
7. Kuzatish natijalari asosida jadval to'ldiriladi.

8-jadval

Kuzatish natijalari

| Shlif belgisi | Kuzatilayotgan tuzilma |            | Fazalar xili va % miqdori % | Taxminiy uglerod miqdori | Qotishma xili va markasi | Mexanik xossalari |          |    |    | Ishlatish joylari |
|---------------|------------------------|------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|----------|----|----|-------------------|
|               | Xomaki                 | Uzil-kesil |                             |                          |                          | $\sigma_H$        | $\delta$ | HB | KC |                   |
|               |                        |            |                             |                          |                          |                   |          |    |    |                   |
|               |                        |            |                             |                          |                          |                   |          |    |    |                   |

## Nazorat savollari

1. Ledeburit deb nimaga ataladi?
2. Cho'yanlarni suyuq critma holatidan asta-sekin sovitib borishda nima sodir bo'ladi?
3. Oq cho'yanlarni sovitishdan so'ng nimalar olinadi?
4. Bolg'alanuvchan cho'yanlar deb nimaga aytiladi va qanday markalarini bilasiz?

## Adabiyotlar

1. Гинни Э.Ч., Зарубин А.М. Рыбкин В.А. Технология литейного производства. Специальные виды литья – М.:Маш., Академ, 2005. – 204 с.

3. Rasulov S.A., Turaxodjaev N.D. Metallurgiyada quyish texnologiyasi O'quv qo'llanma, T.:“Cho'lpon”, 2007. – 215 b.

4. Трухов А.П., Маляров А.И. Литейные сплавы и плавка, Учебник. - Москва. Академа, 2004.- 335 с.

5. Степанов Ю.Н. Титов А.Ю. Технология литейного производства М.: Маш, 2000.-230 с.

6. Литейное производство под ред. Михайлова А.М. М.: Маш, 2000. – 345 с.

## Mundarija

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kirish.....                                                                              | 3  |
| 1-Laboratoriya ishi. MMM7 metallografik mikroskopining umumiy tuzilishini o'rganish..... | 4  |
| 2-Laboratoriya ishi. Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasini o'rganish.....   | 7  |
| 3-Laboratoriya ishi. Qotishmalarning oquvchanligini aniqlash.....                        | 10 |
| 4-Laboratoriya ishi. Qotishmaning chiziqli va hajmiy kirishuvini aniqlash.....           | 13 |
| 5-Laboratoriya ishi. Quyilmadagi doimiy kuchlanishni aniqlash.....                       | 19 |
| 6-Laboratoriya ishi. Qotishmalarning strukturasi (tuzilishini) o'rganish.....            | 24 |
| Adabiyotlar.....                                                                         | 27 |

---

Bosishga ruhsat etildi 26.01.2018 y. Bichimi 60x84 1/16.  
Shartli bosma tabog'i 1,75. Nusxasi 50 dona. Buyurtma № 145.

---

TDTU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh, Talabalar ko'chasi 54.