

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

ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI

**MATERIALSHUNOSLIKDA
FIZIKAVIY TAHLIL USULLARI**
fanidan uslubiy qo‘llanma

Toshkent – 2014

Tuzuvchilar: S.D.Nurmurodov, A.X.Rasulov, Sh.O'.Mardonaqulov. «**MATERIALSHUNOSLIKDA FIZIKAVIY TAHLIL USULLARI**» fanidan uslubiy qo'llanma-Toshkent, ToshDTU, 2014.-64b.

Ushbu qo'llanma “Materialshunoslik”, “Materiallarni tuzilish nazariyasi” va “Materiallarni tekshirish usullari” fanlarining dasturlari bo'yicha yozilib, mashinasozlik sohasida faoliyat ko'rsatayotgan **katta ilmiy hodim-izlanuvchi, magistrant, talaba va mustaqil tadqiqotchilar** uchun mo'ljallangan.

Qo'llanma 12 ta amaliy mashg'lotlar kiritilgan, ularda materiallarni fizikaviy tekshirish usullari hamda rentgenostruktura usullari ko'rib chiqilgan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga muvofiq nashrga tayyorlandi.

Taqrizchilar: A.A. Muhamedov - ToshDTU, MMF, “Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi” kafedrası dotsenti.t.f.n.

A.Nabiyev. - O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi, o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi bosh mutaxassisi,t.f.n.,dotsent

1 – AMALIY MASHG‘ULOT

ELEKTR XOSSALARINI O‘LCHASH USULI BILAN QOTISH- MALARNING STRUKTURA O‘ZGARISHLARINI O‘RGANISH

1. Qisqacha nazariy ma’lumot

Materiallarni tekshirishda elektr xossalarini o‘lchab uning strukturasini aniqlaydigan usullardan biri - solishtirma elektr qarshilikni o‘lchash usulidir.

Materialdan elektr toki o‘tganda elektronlar oqimiga kristall panjara-dagi nuqsonlar va issiqlikga oid atomlarning tebranish harakati qarshilik qiladi. Qotishmalarda solishtirma elektr qarshilikka ta’sir qiluvchilar-bu fazalar chegarasi, qattiq eritmalar miqdorining o‘zgarish doiralari va boshqalar. Qotishmalarda, qattiq eritmalar tarkibidagi elementlar miqdorini o‘zgarishini, faza va struktura o‘zgarishlarini, panjara nuqsonlari zichligini, ularning elektr qarshiligini o‘lchash orqali aniqlash mumkin. Solishtirma elektr qarshilik quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\rho = R \frac{S}{L}$$

bu yerda: R-na’ muna umumiy elektr qarshiligi, om;

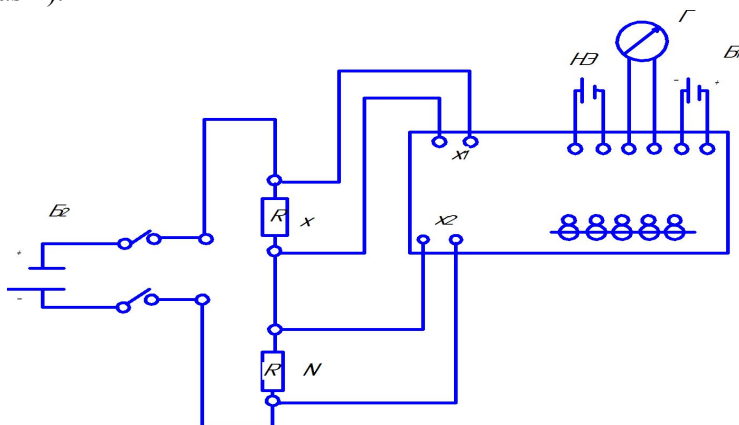
S-na’ muna ko‘ndalang kesimi yuzasi;

L-na’ muna uzunligi, m.

Hozirgi paytda materiallar elektr qarshiligini o‘lchash uchun ko‘pincha past omli potensiometrlar ishlatiladi. Bu usulda elektr qarshilikni aniqlashda elektr o‘tkazgichdan tok o‘tganda kuchlanishning pasayishiga asoslangan. Agar E_2 batareyadagi tok R_x va R_n elektr qarshiliklardan o‘tib tursa, ularda U_x va U_n kuchlanishlar pasayadi (1.1-rasm). Bu yerda R_n na’munaning etalon qarshiligi, R_x - aniqlanadigan qarshilik. Odatda etalon qarshilik sifatida na’munali g‘altak olinadi. U tok zanjiriga aniqlanadigan qarshilik bilan ketma-ket ulanadi. U_x va U_n ni aniqlab, R_n ma’lum, R_x ni quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$R_x = R_n \frac{U_x}{U_n}$$

Bu ishni bajarish uchun potensiometr P306 dan tashqari, normal element NE, oynali galvanometr va qo'shimcha batareya talab qilinadi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Elektr qarshilikni o'lchash sxemasi. B1 -potensiometr batareyasi, G -oynali galvanometr, NE - normal element, R_x - aniqlanadigan qarshilik, R_n - etalon qarshilik, B2 - tok beruvchi batareya, X1-X2 - qarshiliklardagi kuchlanishning pasayishini o'lchash uchun klemmlar

2. Ishni bajarishdan maqsad

Yumshatilgan va toblangan UV markali po'latning elektr qarshiligini topish.

3. Ishni bajarish tartibi

Ishni bajarish uchun talabalar ikki guruhga bo'linadilar. Birinchi guruh talabalari yumshatilgan po'lat namunasi bilan, ikkinchi guruh esa toblangan namuna bilan ishlaydilar. Ish quyidagi tartib bo'yicha olib boriladi:

1. Namuna o'chaydigan uskunaga o'rnatiladi.
2. Tok namuna va etalon qarshiliklardan o'tkaziladi.
3. Etalon qarshilikda kuchlanish pasayishi topiladi.
4. Aniqlanadigan namunada kuchlanish pasayishi topiladi.

Qarshiliklarda kuchlanish pasayishini topishda potensionometr dekada qo'l ushlagichlari aylantirilib, oynali galvanometrning

ko'rsatgichi nolga olib kelinadi. Potensiometr dekada qarshilikdagi millivoltlarda darajalangan, ya'ni potensial ayirma bo'yicha.

5. R_x - qarshiligi topiladi:

$$R_x = R_n \frac{U_x}{U_n}, \quad \text{Om}$$

6. Solishtirma elektr qarshiligi topiladi.

$$\rho = R_x \frac{S}{L}, \quad \frac{\text{O}^{\circ}\text{M} \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Eksperimental uskunada diametri 2,15 mmli na'munalar ishlatiladi. Shuning uchun:

$$\rho = R_x \frac{3,14 \cdot 2,15^2}{4} \cdot \frac{1}{0,051} = 72,6814 \cdot R_x, \quad \frac{\text{O}^{\circ}\text{M} \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}}$$

7. Tajriba natijalari 1.1-jadvalga kiritiladi.

1.1-jadval

Po'latdan tayyorlangan namunaning holati	O'LCHASH NATIJALARI					
	U_n	U_x	R_n	R_x	ρ	O'zgarish %
Yumshatilgan						
100						
Toblangan						
Toblanib						
600 ^o C da						
bo'shatilgan						

8. Xulosa yoziladi.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. O'lchash sxemasi chiziladi.
3. 1.1- jadval to'ldiriladi.
4. Xulosa.

5. Mustaqil tayyorlash uchun test savollar

1. Solishtirma elektroqarshilikni o'lchab qanday struktura o'zgarishlari aniqlash mumkin?

2 Solishtirma elektro qarshilikni o'lchash usuli qanday asosiy qoidalarga asoslangan?

2 – AMALIY MASHG'ULOT

DIFFERENSIAL TERMIK TAHLIL YORDAMIDA FAZA O'ZGARISHLARINI O'RGANISH

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Qotishmalar qizdirilib, sovitilganda ko'pincha faza o'zgarishi ro'y beradi. Faza o'zgarish davrida issiqlik qattiq jismda yutiladi yoki ajralib chiqadi. Qattiq holatda faza o'zgarishida paydo bo'lgan issiqlik effekti kichik. Shu sababli faza o'zgarish haroratlarini topish uchun differensial termik tahlil ishlatiladi.

Differensial termik tahlilda tekshirilayotgan qotishma va etalon namunalar birgalikda qizdirilib sovitiladi. Tekshiriladigan namunada faza o'zgarishi boshlanishi bilan qo'shimcha issiqlik sarflanadi yoki ajralib chiqadi. Shunda etalon namunaga nisbatan harorat o'zgarib qoladi. Shu o'zgarish esa differensial termoparada E.D.S. paydo bo'lishiga olib keladi. Paydo bo'lgan E.D.S. galvanometr yoki potensiometr orqali qayd qilinadi.

Termopara ikkita o'tkazgich simdan tayyorlanib, bir uchi payvandlangan bo'ladi. Termopara simlari uchun ko'pincha quyidagi qotishmalar ishlatiladi: Platina – platinarodiy (10% rodii) PP1-markali (80%Ni + 10%C + 10%Fe) – alyumin (95%Ni + 2%Al + 1%Si + 2%Mn) - XA markali; xromel – kopel(44%Ni + 56%Cu) - XK markali.

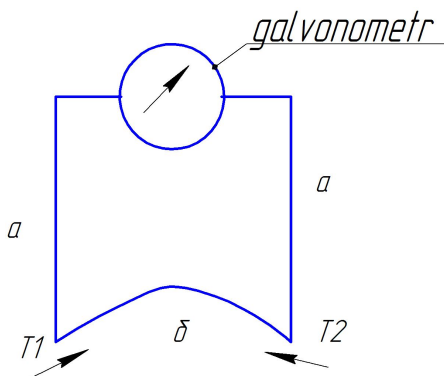
Differensial termoparaning ikkita payvandlangan uchi bor. Bu uchlar umumiy elektrod bilan ulangan (2.1-rasm).

Agar etalon va tekshirilayotgan namunada harorat bir xil bo'lsa, ularning ayirmasi nolga teng bo'ladi. Faza o'zgarish davrida harorat ayirmasi noldan kichik yoki katta bo'lishi mumkin (issiqlik effektiga qarab 2.1- rasm).

Differensial termik tahlilning turli usullari bor. Eng keng tarqalgani bu etalon va namuna haroratlarini, ular haroratlar namuna ayirmasini alohida o'lchash usulidir. Harorat va haroratlar ayirmasini diagramma qog'ozga potensionometrlar yordamida avtomatik ravishda yozish mumkin. Etalon va namuna haroratini o'lchash sxemasi 2.3 - rasmda berilgan.

2. Ishni bajarishdan maqsad

UV markali po'latning kritik nuqtasini differentsial termik tahlil yordamida topish.



2.1-rasm. 1. Differensial termoparaning sxemasi. a) bir xil materialli elektrodlar, b) ikkinchi xil materialli elektrod T1 va T2 – issiq uloqlar

3. Ishni bajarish tartibi

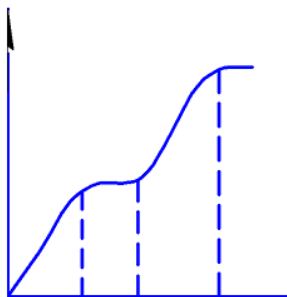
Ishni bajarish uchun talabalarga ikkita namuna – U8 markali po'lat va faza o'zgarishiga uchramaydigan etalon beriladi. Ishni bajarish tartibi quyidagicha:

1. Namunalarga termopara o'rnatiladi.
2. Namunalar pechkaga kiritiladi.
3. Pech va potensionometrlar ishga tushiriladi.
4. Harorat 600°C ga yetganda, uni yozish uskunasi ishga tushiriladi.
5. Harorat 800°C ga yetkanda, pech o'chiriladi.
6. Harorat 600°C ga pasayganda, potentsiometrlar o'chiriladi.
7. Diagramma qog'ozining kerakli qismi kesib olinadi.

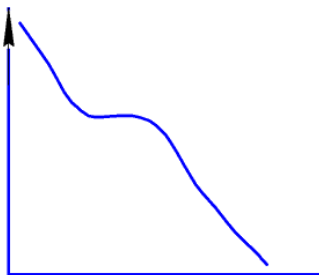
8. Diagrammadagi egri chiziqlarning vaqt nuqtalari bir biriga mos keltiriladi.
9. U8 markali po'latning kritik nuqtasi topiladi.

4. Hisobotni yozish tartibi

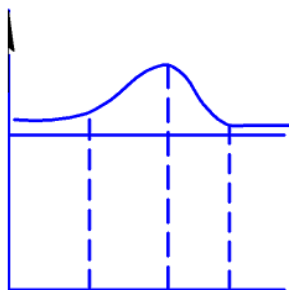
1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. Differentsial termoparani o'lchov asboblari ulash sxemasi chiziladi.
3. Harorat va haroratlar o'zgarish grafiklari keltiriladi.
4. Topilgan kritik nuqta qiymati beriladi.



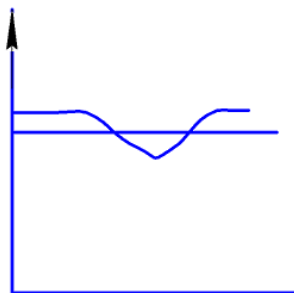
a)



b)

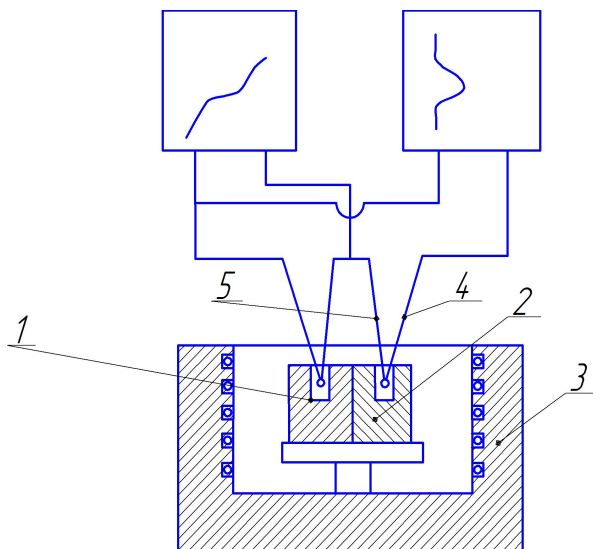


c)



d)

2.2.-rasm. Harorat va haroratlar ayirmasini o'lchash sxemalari. Oddiy termopara yordamida haroratni o'zgarishini tekshirish: a) qizitish; b) sovitish. Differentsial termopara yordamida harorat ayirmasini topish; c) qizitish; d) sovitish.



2.3.-rasm. Oddiy va differentsial paralarni o‘lchov asboblari ulas sxemasi: 1-namuna; 2- etalon; 3- elektropech; 4- differentsial termopara; 5- oddiy termopara

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Differentsial termik tahlil deganda nima tushuniladi?
2. Oddiy termik tahlilga qaraganda differentsial usul qanday afzallikga ega?

3 –AMALIY MASHG‘ULOT

ABRAZIV YEYILISHGA QARSHILIK KO‘RSATUVCHI PO‘LATLARNI TANLAB OLISH VA PUXTALASH USULLARI (EHM YORDAMIDA)

1. Qisqacha nazariy ma’lumot

Ma’lumki po‘latlarning ko‘p xossalari, shuningdek, yeyilishga qarshiligi, ularning ichki tuzilishiga (strukturasiga) bog‘liq. Hozirgi vaqtda struktura parametrlari bilan mustahkamlikni bog‘lovchi hisoblash modellari mavjud

$$\sigma_T = \sigma_0 + \Delta\sigma_g + \Delta\sigma_f + \Delta\sigma_z + \Delta\sigma_{q.z}$$

Bu yerda:

σ_T - yumshatilgan po‘latning plastik deformatsiyaga qarshiligi;

$\Delta\sigma_g$ - plastik deformatsiyaga qarshilik oshganda dislokatsiyalarning xissasi;

$\Delta\sigma_f$ - dispers fazalarning xissasi;

$\Delta\sigma_z$ - donalarning maydalanish xissasi;

$\Delta\sigma_{q.z}$ - qattiq eritmani puxtalanish xissasi.

Hozirgi vaqtda har bir struktura parametrini xissasi nazariy yoki ilmiy tajribada aniqlangan. Oxirgi yillarda, o‘tkazilgan ilmiy tadqiqot ishlarida, abraziv yeyilishga qarshilik ko‘rsatishda, struktura parametrlari massasi qanday bo‘lishi ko‘rsatilgan.

Toblanib keyin 300^o C dan yuqori haroratda bo‘shatilgan po‘lat uchun struktura parametrlari va abraziv yeyilishdagi muntazam kattalik orasida quyidagi bog‘lanish topilgan:

$$L = L_{0Fl} - \alpha \sqrt{\rho} - K\lambda^{-1} - \eta * M * E * C \quad (1)$$

bu yerda:

L_{0Fl} - yumshatilgan texnika temirining yeyilish kattaligi;

ρ - dislokatsiya zichligi;

λ - sementit zarrachalari orasidagi masofa;

M- qattiq eritmadagi legirlovchi elementlar miqdori;

C- qattiq eritmadagi uglerod miqdori;

α , K, E, - koeffitsientlar.

Etalon sifatida yumshatilgan texnik temir olingan.

Martensit strukturasiga toblanib, past haroratda bo‘shatilgan (200^oC ga-cha) etalon sifatida po‘lat 35 olinadi. Bu martensitga toblanuvchi eng kam uglerodli po‘latdir. Bu holda yeyilish kattaligi quyidagicha topiladi:

$$L = L_{035} - E(\Delta C)^{3/4} - \alpha(\Delta\sqrt{\rho}) - \eta * M \quad (2)$$

bu yerda:

$\Delta\sqrt{\rho}$ - tekshiriladigan va 35 markali po'latlar dislokatsiya zichliklari orasidagi farq;

ΔC - tekshiriladigan va 35 markali po‘latlar qattiq eritmalaridagi uglerod miqdorlarining farqi;

E, α , η , - koeffitsientlar.

1 - ifodadan shuni ko‘rish mumkinki, uning hamma tashkil etuvchilari toblangan po‘latni bo‘shatish haroratiga bog‘liq. Toblangan po‘latni bo‘shatish harorati, uning dislokatsiya zichligiga, karbid zarra-chalari katta yoki kichikligiga, qattiq eritmadagi elementlar miqdorlarga ta’sir qiladi. Demak struktura parametrlari diffuziya jarayonlari bilan bog‘langan. Bundan shuni aytish mumkinki, bo‘shatish haroratini belgilab, dislokatsiya zichligini, karbidlar o‘lchamlarini, qattiq eritmadagi elementlar miqdorini aniqlash mumkin. Shuning qatorida yeyilish kattaligini ham topish mumkin bo‘ladi. Real holatda bo‘shatish davrida sodir bo‘ladigan koagulyatsiya (karbidlar kattalashishi) jarayonlari diffuziyaga bog‘liq bo‘ladi. Shu sababli yeyilishga qarshilikni real toblash va bo‘shatish termik ishlovlariga taqqoslash mumkin.

Agarda uglerodni ferritda diffuziya koeffitsienti ma’lum bo‘lsa, sementit zarrachalarning o‘rtacha diametrini topish mumkin:

$$d_{\text{ш}} = 0,15 * C_{\text{с}}^{\frac{2}{3}} * D_{\text{с}}^{\frac{1}{2}} * \tau^{0,1} \quad (3)$$

bu yerda:

$D = A \sqrt{\frac{R}{T}}$ - uglerodning ferritda diffuziya koeffitsienti;

C - qattiq eritmadagi uglerod miqdori;

τ - vaqt;

A - harorat koeffitsienti;

R - gaz doimisi, 1,987 kal/mol.grad;

T - Kelvin bo‘yicha harorat.

Ma’lum bo‘lgan sementit zarrasining katta yoki kichikligiga qarab bo‘shatish haroratini topish mumkin:

$$T = -\frac{Q}{R} * \ln\left(\frac{d^2}{A} * 0,05 * C_{\text{с}}^{\frac{2}{3}}\right) \quad (4)$$

Sementit zarrachalari katta yoki kichikligiga qarab ularning orasidagi masofa o‘zgaradi:

$$d_{\text{ш}} = \frac{\lambda}{(\pi/\sigma f)^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

f- sementit hajmi miqdori.

Uglerod miqdori turlicha bo'lgan po'latlarni olib, ularning sememtitlararo masofasini aniqlab, toblangan po'lat bo'shatish haroratini topish mumkin.

Past haroratga bo'shatilgan po'latning yeyilish kattaligi, undagi qattiq eritma tarkibidagi uglerod miqdoriga va dislokatsiya zichligiga bog'liq ravishda topiladi.

Agarda past haroratda bo'shatilgan po'latning yeyilishga qarshiligi ma'lum bo'lsa, uning dislokatsiya zichligini va qattiq eritmasi tarkibidagi uglerod miqdorini topish mumkin.

Metallning abrazivlar ta'sirida yeyilishini yuqorida ko'rsatilgan empirik formulalar yordamida EHMsiz hisoblash qiyin. Nisbiy yeyilishga qarshilikni (E) aniqlab, po'latdagi uglerod, legirlovchi elementlar miqdorini va termik ishlash rejimlarini bilish mumkin. EHMda hisoblash tartibi umumiy ko'rinishda (struktura parametrlari ishlash sharoitlari va qo'shimcha koeffisientlarni kirituvchi podprogrammalarsiz) 1 - rasmda blok - sxemada keltirilgan.

Programmaga quyidagi dastlabki ma'lumot kiritilgan:

$L_{0.01}$ - yumshatilgan texnik temirdan tayyorlangan namuna (etalon) yeyilishi kattaligi - 0,88 mm.

$\sqrt{\rho}$ -toblangan po'latni yuqori haroratda bo'shatilgandan so'ng dislokatsiya zichligi minimal darajasi.

K va α - o'zgaruvchan koeffisientlar. Ularning bo'shatish haroratiga bog'liq ravishda o'zgarishi quyida keltirilgan:

350 °C $\alpha = 0,0833$; $K = 0,01$;

450 °C $\alpha = 0,1$; $K = 0,04$;

600 °C $\alpha = 0,1223$; $K = 0,178$;

$L_{0.05}$ - 35 markali po'latni toblab, past haroratda bo'shatilgandan so'ng X4-B mashinada yeyilish kattaligi 0,53mm tengdir.

Quyida kompyuterga kiritiladigan programma berilgan:

```
10 Print "Параметры для сталей" Po'latlar uchun parametrlar.
20 Print "равный уровень износостойкости" Yeyilishning teng sathi.
30 Input A30
40 A02=88/A30
50 102=1
55 For 102=1 to 6 step 1
```



```

60   Gosub 590
61   l=1
62   For l=1 to 3 step 1
63   If l=1 go to 70
64   If l= 2 Go to 90
65   If l=3 Go to 100
70   A08 =.178
80   A09= . 1223: Go to 130
90   A08 =.04
100  A09 =.1: GO to 130
110  A08=.015
120  A09= .0833 : GO to 1 30
130  A00=.2
140  Print "K-";A08;"L=";A02;"J=";A09;"E ";A 30
150  For A00 = .2 to 3 Step . 2
160  A29 = . 88-A09*A00 - A17*A 18= A22*A23 -A02
170  If A29 = 0 GO to 400
180  AO 1 =A08/A29
190  A20= . 28*A01 - .16
200  A21 =. 28*A01 - .004
210  If A01>. 65 Go to 240
220  If A20>A08 Go to 400
230  If A21<A08 Go to 400
240  AO 3= .05: For  A03=.05 to .12 Step .01
250  A04 =A01/SQR ( 3,14/6/A03 )* . 001
260  A05 = A03/. 1496
270  If A05>.6 Go to 320
280  A 10=.38/A01(.68)-.3- .15
290  All .38/A01(.68)-.3Q. 15
300  If A i0>A00 GO t.0 390
310  If A11<A00 Go to 390: Go to 360
320  A 15- .51/A01(.68)-.45-.2
330  A 16 .51/A01(. 68) - . 45+ .2
340  If A 1 5>A00 Go to 390
350  If A 16<A00 GO to 390
360  A07 = A 06-273

```

```

380 Gosub 950;
390 Next
400 Next
410 Next
420 Next
550 A 05 =.37
440 Print " L=";A02; "Углеродистые и малоуглеродистые стали
E="A;30
450 For A05 =. 37 to .62 step .05
460 A 00=(.53 - . 829+ (A 05 - . 37) 75- A02)/ . 076+4.08
470 A 25= 1.96*(A05 - . 37)58+ 4- .15
480 A26=1 .96* (A05- . 37 ) 58+ 4+ .15
490 If A25>=A00 Go to 530
500 If A26<A00 GO to 530
510 Print "X =" ;A00;"C=" ;A05;"Ц=200"
520 Print ""
530 A27=A25+.9
540 A28=A26+ .9
550 If A27>=A00 Goto 580
560 If A28<A00 GO to 580
570 Print "X =" ;A00;"C=" ;A05;"Ц= 200";"двойной"
580 Next
590 If 102=1 Go to 910
600 If 102=2 Go to 840
610 If 102=3 Go to 831
620 If 102=4 GO to 770
630 If 102=5 Go to 761
640 If 102=6 GO to 650
650 A 13=22300
660 A 14=.19
670 A 17=.0007341
680 A18=.5
690 A22=1.143
700 A23=.07
710 A24=500
720 Print ""

```

```

740 Print "отпуск до 500 °C сталь ВК"
750 Print
760 Go to 955
761 A 18= 22300:A 14-.19:A17 =.0007341
762 A 18 =. 15: A 22=1.143:A24=500
763 Сталь ВК=0,52 отпуск высшее 500 °C
764 Print " "
765 GO to 955
770 A 13=19875
760 A 14 =.1723
790 A 17 =.02
800 A 18=1.75:A22=1.143 : A23= .2
810 A24=400
820 Print "Кремнистый сталь=1,175 отпуск до 400 °C"
821 Print " "
830 Go to 955
831 A 13=19875:A14=. 172 3: A17 = .2
832 A 18=1. 75:A24=400
833 Print " Кремнистый сталь=1,175 отпуск высшее 400°C"
834 GO to 955
840 A 13=19650
850 A14= . 1674
860 A 17 = 8.506451E-03
870 A18=11
880 A24=300
890 Print "Маргенцовый сталь Mn= 1,32"
900 Go to 955
910 A13=19600
920 A 14=. 167
930 A 24=300
940 Print " "
950 Print "Углеродистый сталь"
955 Return
960 If 102=1 Go to 1050
970 If 102=2 Go to 1050
980 If 102=3 Go to 1040

```

```

990   If 102=4 GO to 1020
1000  If 102=5 GO to 1040
1010  If 102=6 GO to 1020
1020  If A24<A07 Go to 1055
1030  Go to 1050
1040  If A24>A07 Go to 1055
1050  Print "X=";A00; "Y=";A01;"c=";A05;"Iq=";A07
1055  Return
1060  Oxiri

```

Mashinada hisoblash tugagandan so'ng, displeyga quyidagi ma'lumot chiqadi:

E - talab qilingan nisbiy (solishtirma) yeyilishga qarshilik;

L - yeyilish kattaligi;

K - koeffitsient;

I – koeffitsient α .

Agarda tekshirilgan struktura parametrlar orasida izlanayotgan material va uni puxtalash usuli mavjud bo'lsa, quyida shu struktura parametrlari, po'lat tarkibidagi uglerod miqdorini, bo'shatish haroratini ko'rsatadi:

X - dislokatsiya zichligidan kvadrat ildiz $\sqrt{\rho}$;

Y - sementit donachalari oralig'i;

C - uglerod miqdori;

Iq –bo'shatish harorati $^{\circ}\text{C}$.

Agarda bo'shatish harorati 350-600 $^{\circ}\text{C}$ oraliqda kerak bo'lgan po'lat topilmasa. qator yozilgan hioblash parametrlaridan so'ng K, L, Y, ma'lumot berilmaydi. Demak, past haroratda bo'shatilgan po'latlarda, yeyilishga qarshilik yuqori bo'ladi. Bunda L va E kattaliklardan quyida $X-\sqrt{\rho}$, $C-C\%$, $Iq=200^{\circ}\text{C}$ qiymatlari beriladi. Ayrim vaqtda dislokatsiya zichligini keskin oshiruvchi termik ishlov talab qilinsa (impulsli yuqori chastotali tok bilan toblash), displeyda "ikkilamchi" degan yozuv paydo bo'ladi.

2. Ishni bajarishdan maqsad

Struktura parametrlariga qarab EHM yordamida yeyilishga qarshiligi yuqori darajada bo'lgan po'latlarni va ularni puxtalash usullarini tanlash bilan tanishish.

3. Ishni bajarish tartibi

Talabalar har biri alohida topshiriq olib, ko'rsatilgan nisbiy yeyilish qarshiligiga ega bo'lgan po'latni tanlab olishi kerak.

Nisbiy (solishtirma) yeyilishga qarshilik 1,3 dan 2,3 gacha o'zgarishi mumkin. Shu intervalda evtektoidgacha bo'lgan uglerodli va kam legirlangan po'latlarni yeyilishga qarshiligi o'zgaradi. Nisbiy yeyilishga qarshilikni o'zgarish intervali 0,1 - 0,2 oraliqda olinadi.

1. EHM ishga tushiriladi.
2. Dastur mashinaga kiritiladi.
3. Talab qilingan yeyilishga nisbiy qarshilik qiymati kiritiladi.
4. EHM bergan ma'lumot ko'chirib olinadi.
5. (2) formula bo'yicha yeyilish kattaligi qo'lda hisoblanadi. Buning uchun EHMdagi struktura parametrlari ishlatiladi va mashina bergan kattalik bilan solishtiriladi.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. Hisoblashning blok - sxemasi.
3. Hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

3.1- Jadval

Yeyilishga nisbiy qarshilik E	Yeyilish kattaligi L, mm.	Po'latdagi uglerod Miqdori, % C	Legirlovchi element Miqdori, %	Struktura parametrlari			Bo'shatish harorati, °C
				$\rho \frac{1}{cm^3}$	λ, mkm	K, α ko-ef	

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Po'latning mustahkamligi va yeyilishga qarshiligi qanday struktura parametrlariga bog'liq?
2. Qanday struktura parametrlari po'latning yeyilishiga kuchli ta'sir ko'rsatadi?
3. Bo'shatish davrida hosil bo'lgan struktura qanday qonuniyatlarga asoslanadi?

4 – AMALIY MASHG‘ULOT

RENTGEN TRUBKA VA APPARATLARINING TUZILISHI. ULARNI ISHGA TUSHIRISH

1. Qisqacha nazariy ma’lumot

1.1. Rentgen trubkalari.

Rentgen nurlarini olish uchun rentgen trubkalari ishlatiladi. Trubkada elektronlar tarami anod yuzasiga urilganda rentgen nurlari hosil bo‘ladi. Rentgen nurlarini olish uchun erkin elektronlar manbai zarur. Elektronlar katta tezlikda harakatga keltirilib, keskin to‘xtalishi oqibatida rentgen nurlari paydo bo‘ladi.

Ko‘pincha rentgen nurlarini olishda elektron trubkalar ishlatiladi. Bunda erkin elektronlarning paydo bo‘lishi termoelektron emissiya hodisasiga asoslangan. Trubkada elektron manbai bo‘lib qizdirilgan volfram spirali (katod) ishlatiladi. Spiralni - katodini qizdirish uchun cho‘g‘lantirish transformatori orqali yuqori elektr toki o‘tkaziladi. Trubkaga berilgan yuqori kuchlanish ta’sirida katoddan elektronlar katta tezlikda chiqib anodga tamon harakat qiladi. Elektronlar anodga kelib keskin to‘xtaganda, rentgen nurlari paydo bo‘ladi.

Ko‘pincha elektron trubkalar vakuumli (10⁻¹⁰ mm. sim.ust.) payvandlangan trubka sifatida chiqariladi. Rentgen trubkalar anodi misdan yasaladi. Uning ustiga zarur metall plastinkasi qoplanadi. Bu plastinkalar nurlar manbai bo‘ladi. Metallarning strukturasi tekshirilganda: Xarakterli (ma’lum to‘lqin uzunlikga ega bo‘lgan) rentgen nurlari ishlatiladi.

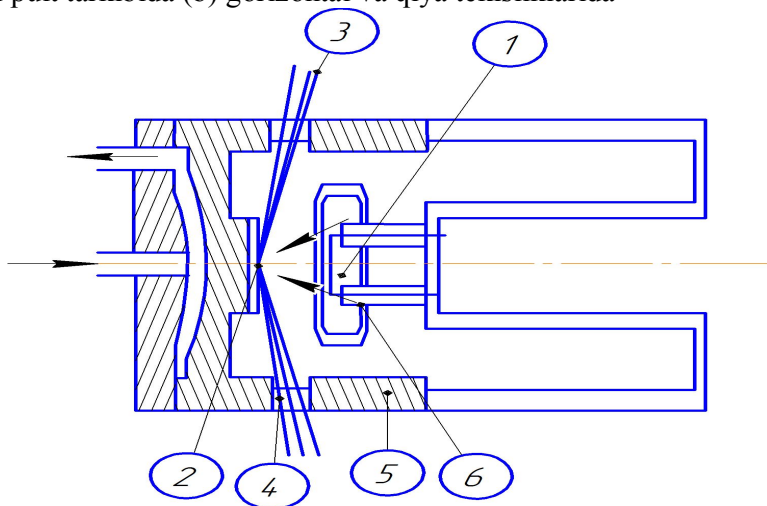
Har bir tekshiralayotgan modda uchun o‘ziga xos xarakterli nurlar talab qilinadi. Shu sababli trubka anodi turli plastinkalardan yasaladi. Struktura tahlili uchun mo‘ljallangan trubkalarda anodlari xrom, temir, kobalt, nikel, mis va molibden metallaridan tayyorlanadi. To‘lqin uzunligi katta bo‘lgan rentgen nurlari, tartib raqami kichik metall anodidan hosil bo‘ladi va trubkaning shisha devoridan chiqolmaydi. Shuning uchun rentgen trubkadan nurlarni chiqarish uchun korpusida berilliy yoki “gentan” deb nomlanuvchi oynadan darchalar yasaladi. Bu darchalardan rentgen nurlari to‘siqsiz o‘tadi. Trubkada anod suv bilan sovutilib turishi kerak (4.1-rasm.)

Rentgen apparatlar

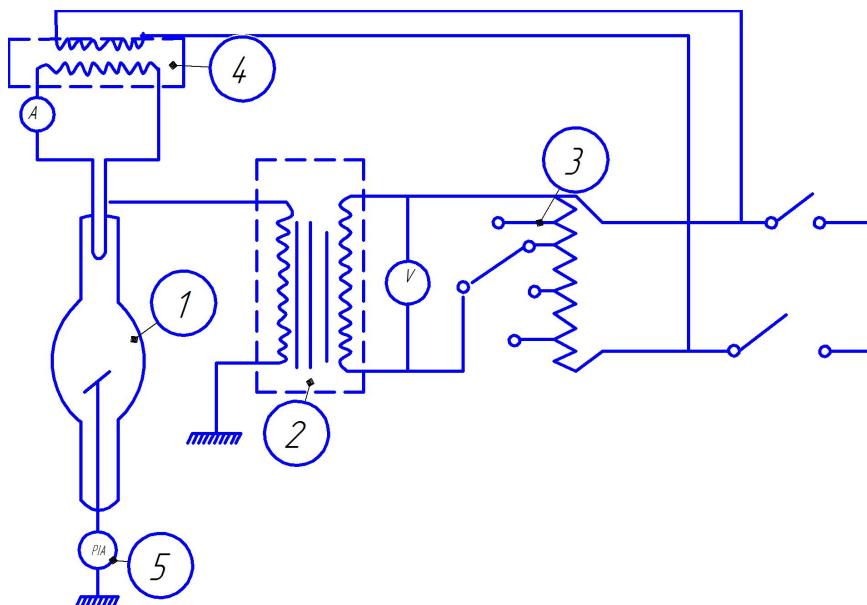
Rentgen apparatlarda yuqori kuchlanishni olish uchun yuqori voltli transformatorlar ishlatiladi va kuchlanish 250 kilovoltgacha yetishi mumkin.

Rentgen apparatni muhim qismlaridan biri to'g'irlagichdir. To'g'irlagich o'zgarmas kuchlanishni rentgen trubkasiga beradi. Foto usulda qayd qiladigan eski rentgen apparatlarda, to'g'irlagich sifatida kenotronlar ishlatiladi. Bir xil apparatlarda trubkaning o'zi to'g'irlagich bo'lib ishlaydi, masalan, YPC-55 apparatida. Xavfsizlik uchun trubka anodi va transformator yerga ulangan bo'ladi (4.2-rasm).

YPC-55 markali apparat quyidagi qismlardan iborat: bevosita ish stoli (a) va boshqaruvchi pult (b) – 4.3-rasm. Ish stolidagi qutiga yuqori kuchlanishli transformator kiritilgan. Qutining yuqori qismiga rentgen trubkasi (2), rentgen kameralarini o'rnatish uchun (1) o'rnatilgan. Boshqaruvchi pult tarkibida (b) gorizontaal va qiya tekisliklarida

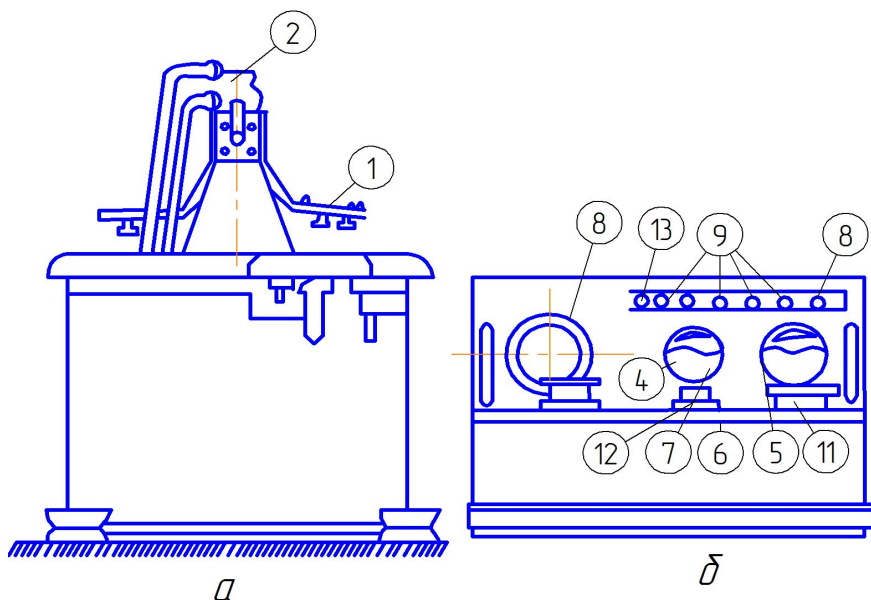


4.1-rasm. Struktura tahlili uchun mo'ljallangan, payvandlangan, BSV – markali elektron rentgen trubkasining sxemasi: 1-katod, 2-anod, 3,4-rentgennurlari chiqish darchalari, 5-metall korpus, 6-fokuslovchi qalpoqcha



4.2-rasm. Rentgen apparatining jiddiy sxemasi: 1- rentgen trubka, 2-transformator, 3-bosqichli avtotransformator, 4-katodni cho‘g‘lantirish transformatori, 5-trubkadan o‘tgan anod tokini o‘lchovchi milliamp metr tekshiruvchi va boshqaruvchi qismlar bor.

Pultning qiya tekisligida ekspozitsiya soati va trubkani ishlash vaqtini hisoblagichi (3), voltmetr milliampmetr (5), apparatni ishga tushganligidan xabar beruvchi ko‘k signal (6), yuqori kuchlanish berilgani haqida xabar beruvchi qizil signal (7), yuqori kuchlanishni ulaydigan va uzib qo‘yadigan “pusk” va “stop” knopkalari, xabar beruvchi neok lampalari (8,9), shuning qatorida ishga tayyorligini ko‘rsatuvchi lampa "Ishga tushurish holati". Suv yetarli bo‘lmasa yoki tok ortiqcha bo‘lsa shularni ko‘rsatuvchi “нет подачи воды”, “ortiqcha yuklama” lampalari bor. Gorizont tekislikda kommutator (10) (set), kommutator (11) (“kuchlanish”), cho‘g‘lanish tokini moslaydigan reostat (12) va kuchlanishni kommutator holatiga qarab o‘zgarish grafigi (13) lar joylashtirilgan.



4.3-rasm. Struktura tahlili uchun ishlatiladigan YPC - 55 rentgen apparati: 1-rentgen trubkasi, 2-taglik, 3-vaqt hisoblagichi, 4-voltmetr, 5-milliampermetr, 6-ko‘k signal, 7-qizil signal, 8,9-neon lampalari, 10-set, 11-kommutator, 12-cho‘g‘lanish tokini moslaydigan reostat, 13- kuchlanishni kommutator holatiga qarab o‘zgarish grafigi

Apparatni ishga tushirish tartibi

1. Dastlabki holatda tarmoq korrektori “o‘chiq” holatda bo‘lib, kuchlanish korrektori birinchi holatda cho‘g‘lanish reostati eng chap tomonida bo‘lishi kerak.

2. Trubkani sovitish uchun suv yuboriladi.

3. Tarmoq korrektorini birinchi holga burab, apparat ishga tushiriladi. Shunda ko‘k rangli “ishga tushirish” degan lampochkalar yonadi. Agarda xabar beruvchi neon lampalaridan "suv taqsimoti yo‘q" degan yonib tursa, suvni ko‘proq berish kerak.

4. “Tarmoq” degan korrektor yordamida birlamchi tarmoqlardagi kuchlanish 200 V gacha yetkaziladi.

5. “Ishga tushitish” knopkasi bosilib, yuqori kuchlanish tarmog‘iga ulanadi. Shunda qizil signal yonadi.

6. Kommutator bosqichlari yordamida kerakli yuqori kuchlanish beriladi.

7. Cho‘g‘lanish reostati yordamida trubkadagi tok kerakli darajaga yetkaziladi.

Apparatni o‘chirish tartibi

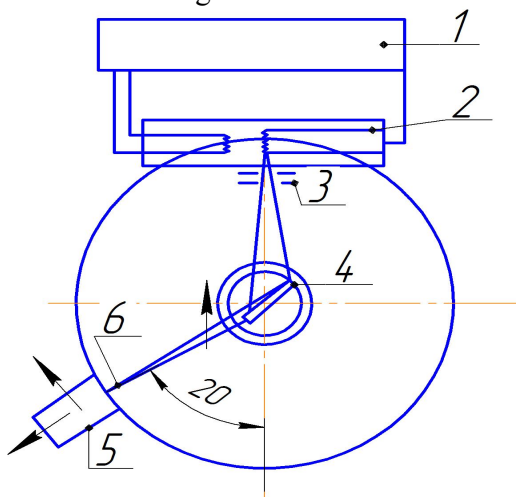
1. Cho‘g‘lanish reostati va kuchlanish kommutatorlar dastlabki holatga keltiriladi.

2. “To‘xta” knopkasi bosiladi.

3. Birlamchi tarmoq o‘chiriladi .

Difraksiya tasvirini sinsilyatsiya hisoblagichlari bilan qayd qiluvchi rentgen difraktometri DRON-2,0.

Struktura tahlilida rentgen nurining intensivligini o‘lchash uchun sinsilyatsiya hisoblagichlari ishlatiladi. Sinsilyator sifatida Zn, Na, J va boshqa kristalli moddalar ishlatiladi. Sinsilyator “фон” ni ko‘paytiruvchi bilan birgalikda nurlarning intensivligini o‘lchovchi sxemaga kiritiladi. 4.4 – rasmda DRON - 2 ,0 apparatidagi rentgen nurlari yo‘nalish sxemasi ko‘rsatilgan.



4.4 – rasm. DRON - 2 ,0 apparatidagi rentgen nurining yo‘nalishi:

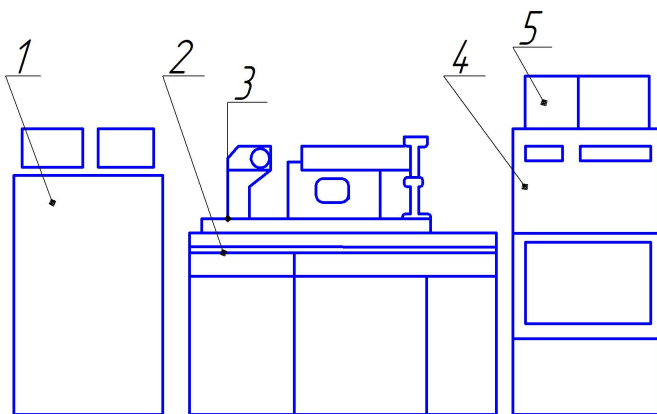
1 - generator tizimi, 2 - trubka, 3 - birlamchi nurlar diafragmasi, 4 - namuna, 5 - hisoblagich, 6 - hisoblagich diafragmasi

Rentgen trubkasining darchasidan chiqqan nurlar diafragmalardan o'tib, namunaga tushadi. Namuna goniometr doiraning markaziga o'rnatiladi. Doira atrofida hisoblagich harakatda bo'ladi. Namunadan turli burchaklarda qaytgan nurlar ketma-ket harakatda bo'lgan rentgen kvantlar hisoblagichga tushadi.

Namunadan qaytgan nurlar fokusda bo'lishligi uchun vertikal o'q atrofida hisoblagichdan tashqari namunaning o'zi ham harakatda bo'ladi (4.4-rasm). Namunaning aylanish tezligi hisoblagichning aylanish tezligiga qaraganda ikki baravar kam (Brega-Brentano bo'yicha fokuslash).

Hisoblagichda qo'zg'algan tok impulslari elektron hisoblash tizimida kuchayadi va avtomatik ravishda hisoblanadi.

DRON -2,0 apparati bir qancha tutashmalardan iborat (4.5-rasm).



4.5-rasm. DRON - 2,0 apparatining joylashishi: 1 – ma'lumot beruvchi UVI 3M-1 tizimi, 2 - yuqori voltli tok manbai VIP-2-50-60m, 3 – difraktometr ustuni, 4 - elektron hisoblash tizimi EVU 1-4, 5 - avtomatik ravishda boshqaruvchi BAU bloki

a) Yuqori voltli tok bilan rentgen trubkani ta'minlash VIB-2-50-60 M manbai;

b) Rentgen trubkani kronshteyn bilan GUR-5 goniometrni birlashtiruvchi difraktometr ustuni.

d) GUR-5 goniometri, EVU-1 -4 elektron hisoblovchi tuzilmani, UVI 3M-1 ma'lumotni tashqariga chiqaruvchi qismlarni avtomatik ravishda boshqarib boradigan bloki.

e) Elektron - hisoblovchi EVU-1 -4 tuzilmani. NU tizimda detektor-dan kelgan signallar kuchaytiriladi va hisoblash natijalari yorug'lik indikatorga, potensiometrغا chiqariladi.

f) Ma'lumotni tashqariga chiqaruvchi tizim UVI 3M-1 da raqamlar yozuvchi mashinasi bor va shunda burchak o'zgarganda rentgen detektordan kelgan signallarning qiymatlari yoziladi.

Apparatni ishga tushirish tartibi

Apparatni ishga tushirishdan oldin uning qismlarida dastlabki holatlari to'g'ri o'rnatilganligiga ahamiyat beriladi:

a) VIP-2-50-60M manbaida yuqori kuchlanishni beruvchi ruchkasi birinchi vaziyatda bo'lishi kerak;

b) Trubkani tokini sozlovchi ruchkalar eng chap holda;

d) Avtomatik ravishda boshqaruvchi blokda "tarmoq (manba)" tumbleri, elektron hisoblash tizimidagi "tarmoq" tumbleri o'chirilgan bo'lishi kerak.

Apparatni ishga nushirish tartibi quyidagicha:

1. Sovitish tarmog'iga suv beriladi.

2. ВВП - 2-50-60M tok manbaidagi "tarmoq" knopkasi bosiladi. Bunda ogohlantiruvchi tovush paydo bo'lsa, suv borishini ko'paytirish lozim. Natijada tovush va "suv" deb yozilgan lampochka o'chadi.

3. Elektron - hisoblash tuzilmasi ishga tushiriladi. Buning uchun yon tomondagi "пакетник" buraladi va "tarmoq" tubleri ulanadi.

4. Avtomatik ravishda boshqaruvchi, BAU blokidagi "set" tumbleri yrdamida ishga tushiriladi.

5. ВВП -2-50-60M tok manbaidagi "выкл" knopkasi bosilib, yuqori voltli tarmoq ishga tushiriladi. Kuchlanish va anod toki ruchkalar yordamida kerakli darajaga yetkaziladi.

6. Goniometrdagi "приставка", "сеть", "диаграмма" deb yozilgan knopkalar bosilib, difraktsiya tasvirini qayd qilish boshlanadi.

Apparatni o'chirish teskari tartibda bajariladi

Ishni bajarishdan maqsad.

1. Rentgen trubka va apparatlari tuzilishi bilan tanishish.

2. Ishni bajarish tartibi.
 3. BSV - 2 markali rentgen trubkasi sxemasi chiziladi.
 4. Kenotronsiz URS - 55 apparati jiddii sxemasi chiziladi.
 5. DRON -2,0 difraktometri asosiy tuzilmalari joylashish sxemasi chiziladi.
 6. YPC - DRON -2,0 apparatlari ishga tushirilib, o'chiriladi.
- Bu ishlarni bajarish tartibi yoziladi.

4. Mustaqil tayyorlash uchun savollar

1. Rentgen nurlari tabiati.
2. Rentgen trubkasining tuzilishi.
3. Rentgen apparatlari asosiy tizimlari.

5– AMALIY MASHG'ULOT

FOTOUSUL BILAN RENTGENOSTRUKTURA TEKSHIRISH- DA KAMERANI VA SUR'AT OLISH SHAROITINI TANLASH

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Fotousul ishlatilganda kristall na'munadan qaytgan rentgen nurlari yo'liga fotoplyonka o'rnatiladi. Keyin fotoplyonka reaktivga solinsa, qaytgan nurlarning tasviri ko'rinadi.

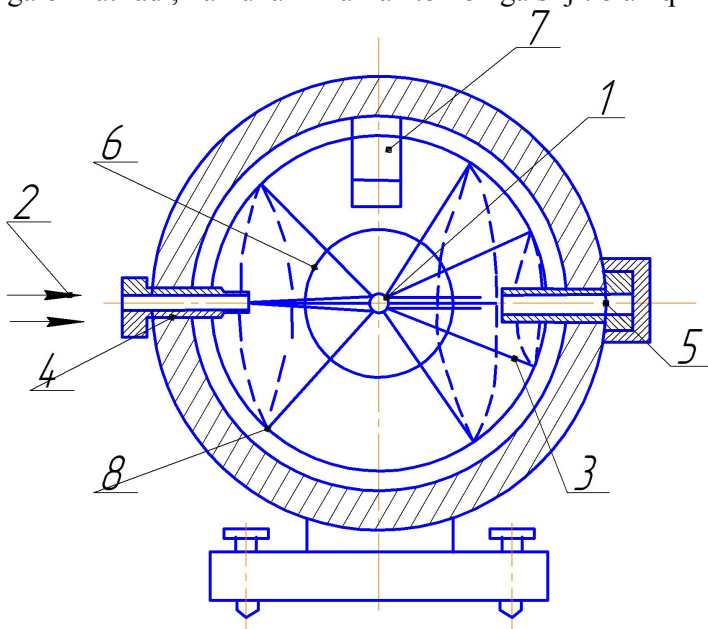
Tekshirish maqsadlariga ko'ra, sur'at olish kamerasi ham tanlab olinadi. Faza tahlilida yuqori aniqlik talab qilinmaganda kristall panjara davrini topishda, silindrik standart kameralar ishlatiladi. Debay kamera-si yoki RKD degan $2R=27,3$ mmli. (5.1-rasm). Agarda kristall panjara-dagi elementar katakchaning katta-kichikligini aniq topish talab qilinsa, boshqacha aniq surat oluvchi kameralar ishlatiladi (KROS-1).

RKD kamerasini ishga tushirish.

RKD kamerasini sozlash uchun oldin kollinatorni olib uning o'rniga lupa kiygiziladi. Kameraning yuztirovkasi (sozlanishi) ikki davrdan ibo-ratdir: birinchisi-tahminiyl, ikkinchisi- asliga mos.

5.1-rasmda ko'rsatilgan usulda rentgen chiziqlaridan faqat 1-2, yaqin burchakda joylashgan chiziqlar fokusga kiritilgan bo'ladi.

Tekshiriladigan diametri 0,4-0,8 mmli, balandligi 10-12 mmli silindrik namuna perpendikular holatda namuna ushlaydigan uskunada plastilin yordamida o'rnatiladi (5.2.-rasm). Kamerada namunani markazlovchi mexanizm bor. Shu mexanizm yordamida namuna tutuvchi disk (to'garak) magnistolchada siljishi mumkin. Agarda disk shakldagi namuna tutuvchini aylantirilsa, lupaga qarab yorug'likda namunani markazga joylanishini ko'rish mumkin. Asli markazlash uchun kollimator o'z joyiga o'rnatiladi, namunani markaz tomoniga siljitib aniq



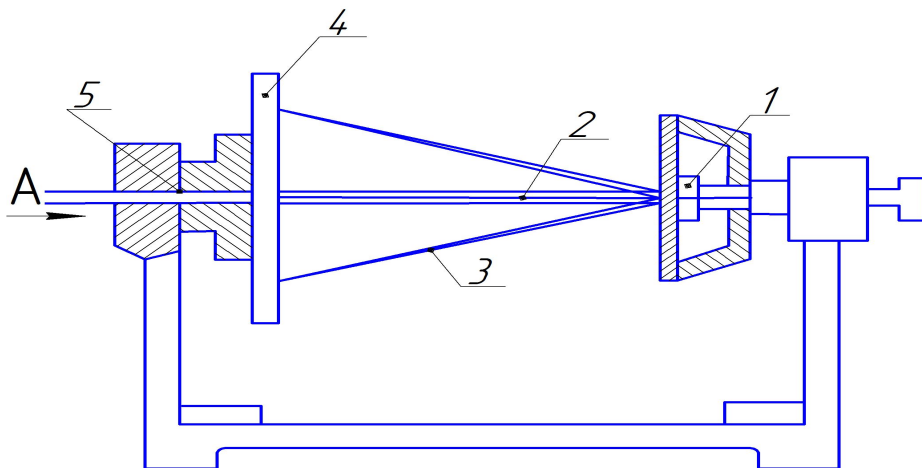
5.1.-rasm. RKD rentgen kamerasi:

1-silindrik, 0,1-1 mm li tekshiriladigan namuna, 2-birlamchi rentgen nurlari, 3-qaytgan rentgen nurlari, 4-birlamchi nurlarni kichiklashtiradigan diafragma (kollimator), 5-o'tib bo'lgan birlamchi nurlarni ushlab qolgan tubus, 6-namunani ushlash uchun moslama, 7-namunani uskuna bilan birgalikda nur markaziga keltiruvchi moslama, 8-rentgenplyonka

aylanish markaziga o'rnatiladi. Shundan so'ng kameraning o'zini operativ stolchaga to'g'ri o'rnatish kerak. Birlamchi rentgen nuriga qarab kamera o'rnatilganda kameradan o'tib chiqqan nur tubusga kiyg'izilgan ekranda o'rtaga tushgan namuna soyasini qoldirishi kerak. Kerakli forma bo'yicha kesilgan rentgen plyonka qorong'i uyda kameraga kiritiladi. Kollimator va tubus qalpoqchalari kiyg'izilgandan keyin kamerani yorug'likka olib chiqish mumkin va rentgen apparatga o'rnatiladi.

Silindrlri RKD kameralarga rentgen plyonkani o'rnatilishi bir necha xil bo'lishi mumkin: to'g'ri va teskari (5.3-rasm).

Rentgenogramma olish - bu ma'lum vaqt ichida qaytgan nurlarni fotoplyonkaga ta'sir qildirish. Fotoishlarni o'tkazilib nur tasvirlari plyonkaga chiqarilgandan keyin, fotoplyonka quritiladi. Oddiy faza tahlilida rentgen chiziqlar oralarini lineyka bilan o'lchash mumkin.



5.2-rasm. KROS-1 kamerasi

1-namuna, 2-birlamchi rentgen nurlari, 3-qaytgan rentgen nurlari, 4-tekis plyonka, 5-diafragma.

Nur turini tanlash

Xarakterli rentgen nurlari bir-biridan to'liqin uzunligi bo'yicha farq qiladi. Trubkalarda anod turiga qarab nur to'liqin uzunligi o'zgaradi.

Anod materiali sifatida ko‘pincha xrom, temir, kobalt, mis, molibden elementlari ishlatiladi (elementlar to‘lqin uzunligi qisqarib borishi tartibida yozilgan). Agarda to‘lqin uzunligi to‘g‘ri tanlanmagan bo‘lsa, namuna ikkilamchi nur tarqatadi. Natijada rentgen plyonkasini kuchliroq qoraytiradi.

Nur tarqatgich tanlashda, elementlar davriy sistemasidagi anod sifatida ishlatiladigan moddaning tartib nomeri tekshiriladigan moddanikiga yaqin yoki bir birlikka farq qilishi mumkin.

Rentgenogrammani o‘lchash

Rentgenogrammani o‘lchash quyidagi tartibda olib boriladi:

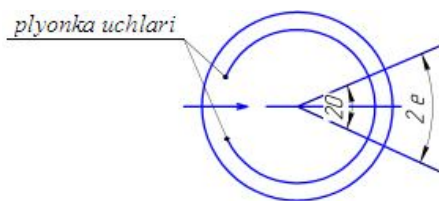
1. Barcha rentgen chiziqlari kata burchak tomoniga qarab nomerlanadi.
2. Rentgenogrammadagi chiziqlar intensivligi baholanadi. Baholash besh balli tizimda o‘tkaziladi: O.S.-juda kuchli; O-kuchli; S.R.-o‘rta; SL-kuchsiz; O.SL-juda kuchsiz.
3. Rentgenogrammada qoldirilgan izning markazidan qalam bilan chiziq o‘tkaziladi.
4. Ekvivalent simmetrik chiziqlar oralig‘idagi masofa o‘lchanadi (4-rasm).
5. Rentgenogrammadagi qaytgan nurlar burchagini aniqlash kerak.

To‘g‘ri surat olishda:

$$1 \text{ radian} = 57,3^\circ$$

$$2l_1 = 4\theta_1 R; \quad \theta_1 - \text{radian}$$

$$\theta_1 = \frac{2l_1 * 57,3}{4R} = \frac{2l_1 * 5,73}{2D}$$

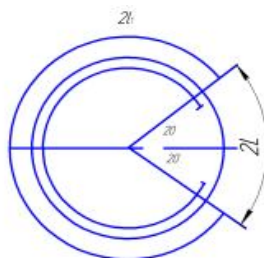


Bu yerda plyonka uchlari va kamera radiusi va diametri. Standart kamera ishlatilganda (kamera diametri 57,3 mm).

Surat teskari olinganda:

$$2l_1 = (2\pi - 4\theta) * R$$

$$2l_1 = \pi * D - 2D\theta$$

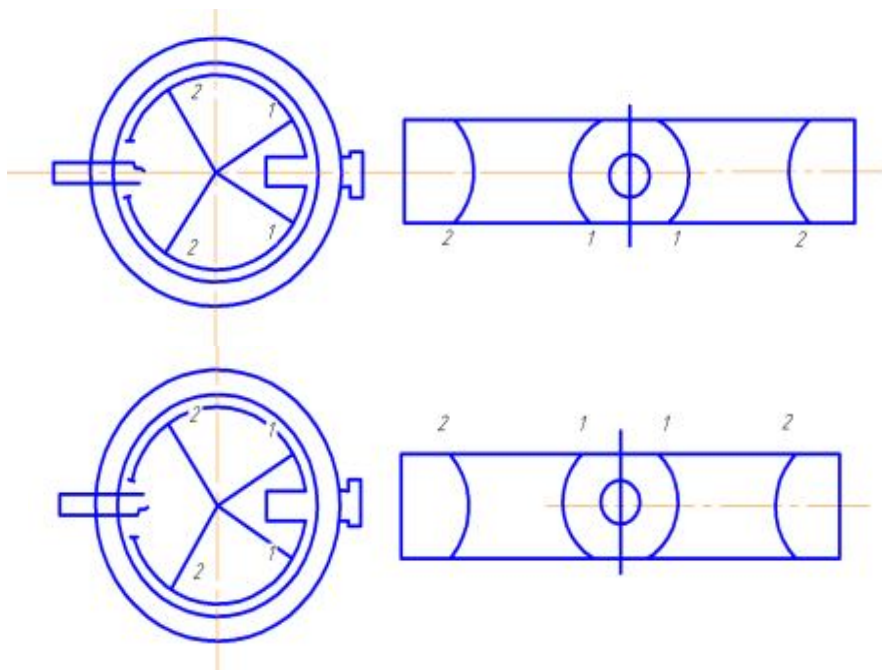


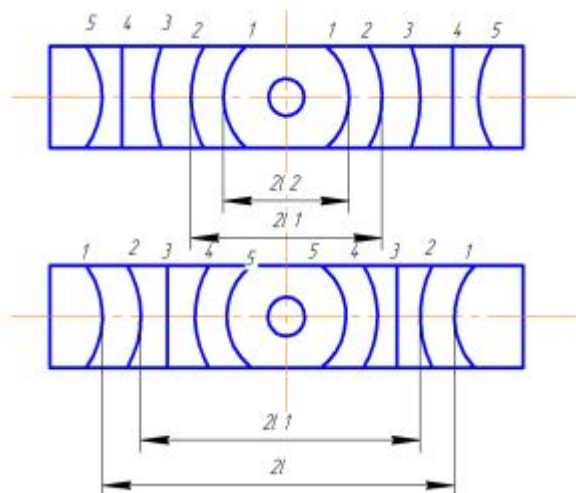
Aniqlangan burchak gradus hisobida olinsa:

$$2D\theta = \pi D - 2l_1; \quad \theta = \frac{\pi D - 2l_1}{2D} * 5,73$$

Standart kamera ishlatilganda:

$$\theta = \frac{\pi D - 2l_1}{2}$$





5.3-rasm. Silindrlı RKD kameralarga rentgen plyonkani oʻrnatilishi

5.1-jadval.

Chiziq no- meri	Rentgen chi- ziqini inten- sivligi	Oʻlchangan uzunlik	Nur qaytish burchagi	Izoh
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

2. Ishni bajarishdan maqsad

RKD kamerasi bilan tanishish. Debayagramma olish. Rentgeno-
grammada qaytgan nurlarning burchagini topish.

3. Ishni bajarish tartibi

1. RKD kamerasiga tekshiriladigan namunani oʻrnatish va markazlash.
2. RKD kamerasini URS-55 rentgen apparatiga oʻrnatib birlamchi nurga moslash.
3. Qorongʻi joyda rentgen plyonkasini shablon boʻyicha kesib, kamerasiga kiritiladi.
4. Rentgen apparati ishga tushiriladi:
Kuchlanish $U=40\text{ W}$, anod toki $I=12\text{ mA}$, ekspozitsiya-30min.
5. Qorongʻi xonada, rentgen plyonkasi kameradan olinadi, reaktivlar taʼsir ettirilib, surat chiqariladi.
6. Rentgenogramma quritiladi. (Ilova: fotoreaktivlarda ishlash va quritish ishlarini kafedra laboranti bilan bajarish mumkin: bunda ishni davom etishi uchun, oldingi guruhlar tayyorlagan rentgenogrammadan foydalanish mumkin).
7. Rentgenogrammada oʻlchash ishlarini oʻtkazish.
8. 5.1-jadvalni toʻldirish.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. RKD kamerasida birlamchi va qaytgan nurlari sxematik ravishda koʻrsatish.
3. Olingan rentgenogrammani sxematik chizish.
4. Rentgen chiziqlarining intensivligini aniqlash.
5. Rentgenogrammada oʻlchash ishlarini bajarish.
6. Rentgenogramma chiziqlari burchagini topish.
7. 5.1-jadvalni toʻldirish.

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Rentgenostruktura tahlili uchun qanday kameralar ishlatiladi?
2. RKD kamerada surat olinganda qanday usullar ishlatiladi?
3. Olingan rentgenogrammalarni qaysi tartibda oʻlchab chiqiladi?

6 – AMALIY MASHG'ULOT

MODDA ATOM TEKISLIKLARI ORALIG'I BO'YICHA UNING TURINI ANIQLASH

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Har bir faza o'zining kristallik panjarasiga ega. Kristall panjara o'ziga ta'luqli atom tekisliklari oralig'iga d_{hkl} ega bo'ladi. Atom tekisliklar oralig'i aniq bo'lsa, moddaning kristallik tuzilishi turini topish mumkin. Bu haqda adabiyotlarda kerakli malumot berilgan [6.1, 6.2]. Adabiyotlarda atom tekisliklari oralig'i haqidagi malumot $\frac{d_{hkl}}{2}$ ko'rsatgichning kamayib borishi bo'yicha jadvallarda berilgan. Bu yerda "n" butun son (1,2,3...) lar bo'lib qaytish tartibi deyiladi. NKL indeksni soxta atom tekisligi sifatida qarasa bo'ladi. U qaytgan rentgen nurlari interferentsiya chiziqlari indekslarini ifodalaydi. Bu indekslar atom tekisligi indeksi (NKL) ni qaytish tartibi "n" ga ko'paytirilib topiladi ($H=nh$; $K=nk$; $L=nl$).

Polikristall moddalarda fazalar tarkibini bilish uchun atomlar tekisligi oralig'ini bilish yetarli. Bu usul sodda bo'lib, keng ishlatiladi. Vulf-Bregg formulasiga asosan: $nh = 2d \sin\theta$

bundan
$$\frac{d}{n} = d_{(hkl)} = \frac{a}{2\sin\theta} \quad (1)$$

λ - xarakterli nurning to'lqin uzunligi, ma'lum qiymat. To'lqin uzunligi bir qiymatli emasligini hisobga olish kerak. Rentgen trubkadan chiqqan xarakterli nurlar ikki xil to'lqin uzunligiga ega. Ular K_{α} , K_{β} deb belgilanadi.

Masalan, temir anodidan chiqqan rentgen nurlari to'lqin uzunligi:

$$\lambda K_{\alpha} = 1.9312 \cdot 10^{-1}$$

$$\lambda K_{\beta} = 1.75653 \cdot 10^{-1} \quad \text{ga teng.}$$

K_{β} nurning to'lqin uzunligi kichik, ammo intensivligi K_{α} ga nisbatan 4-5 marta kam. Shu sababli faza tahlili K_{α} chiziqlar yordamida olib boriladi. Bunda K_{β} chiziqlar tahlil qiluvchini chalkashtiradi. Shu sababli K_{α} va K_{β} chiziqlarni bir-biridan ajratib olish zarur.

Agarda kristall qattiq jismda (NKL) tekislik birlamchi rentgen nurga qaraganda qulay qaytish burchakda joylashgan bo'lsa:

$$\sin\theta_{\alpha} = \frac{n\lambda_{\alpha}}{2d_{(hkl)}}; \quad \sin\theta_{\beta} = \frac{n\lambda_{\beta}}{2d_{(hkl)}}; \quad (2).$$

$$\text{Demak, } \frac{\sin\theta_{\beta}}{\sin\theta_{\alpha}} = \frac{\lambda_{\beta}}{\lambda_{\alpha}} = 0,9009 \text{ yoki } \sin\theta_{\beta} = 0,9009 \sin\theta_{\alpha} \quad (3)$$

Amalda rentgenogrammada kuchli chiziqlar tanlab olinadi. Bular α chiziqlari deb taxmin qilinadi, shu chiziqlar joylashgan burchak bo'yicha (2) formuladan $\sin\beta$ hisoblanadi. Agarda shu $\sin\beta$ ga to'g'ri kelgan Q burchakda, chiziq topilsa va uning intensivligi 4-5 baravar α ga nisbatan kichik bo'lsa, demak bu ikki chiziq bitta NKL tekislikda paydo bo'lgan. Agarda shunday β chiziq topilmasa, demak, u shunchalik kuchsizki, rentgenogramмага chiqmay qolgan.

β -chiziqlar mavjudligini topish uchun ko'pincha intensivligi kuchsiz bo'lganlarining bir qismi tekshirilib olinadi.

Rentgenogrammada eng birinchi chiziq ko'pincha β chiziq bo'ladi.

2. Ishni bajarishdan maqsad

Faza atom tekisliklari oralig'i bo'yicha modda turini topish.

3. Ishni bajarish tartibi

1. DRON-2,0 yoki DRON-3 rentgen difraktometri goniometriga tekis namuna o'rnatiladi.

2. Difraktometrda kerakli ishlash rejimlari o'rnatiladi: "predel izmereniy"-2, "postoyannaya vremeni"-10, tirqishlar (sheli)-2-2-1. Hisoblagich tezligi – 8mm/min, diagramma qog'ozi tezligi - 360 mm/soat.

3. Rentgenogramma diagramma qog'oziga olinadi.

4. Rentgenogramma potentsiometrdan kerakli uzunlikda kesib olinadi. Hisoblashda DRON-2,0 da anodi temirdan ($\lambda K_{\alpha} = 1,9372 * 10^{-1} \text{Hm}$ $\lambda K_{\beta} = 1,7565 * 10^{-1} \text{Hm}$), DRON -3.0 da esa kobaltdan ($\lambda K_{\alpha} = 1,79536 * 10^{-1} \text{Hm}$ $\lambda K_{\beta} = 1,62075 * 10^{-1} \text{Hm}$), yasalgan trubka borligini e'tiborga olish zarur. Hisoblash (1) va (2) formulalar yordamida bajariladi. Chiziq joylashgan burchak diagramma

qog‘ozidan topiladi (odatda yozish qaysi burchakdan boshlanganligi va diagramma bilan hisoblagich yurish tezligi ma’lum).

5. Hisoblash natijalari quyidagi 6.1-jadvalga yoziladi.

6.1-jadval

Fazalar atom tekislari oralig‘ini hisoblash natijalari.

Dastlabki ma’lumot. Tekshirilgan namuna temir qotishmasi.

Nur chiqishitemir (yoki kobalt) anodidan.

Chi- ziqlar tartib raqami	Inten- sivligi J	Qay- tish bur- chagi 			Chi- ziqlar	Hisob- langan	Jadval- dagi	Mod- da turi
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ilova: hisoblangan va jadvallardan olingan qiymatlar farq qilishi mumkin. Chunki jadvallarda juda toza fazalar uchun ma’lumot berilgan. Faza tarkibida boshqa qo‘shimcha paydo bo‘lishi bilan bir oz o‘zgaradi (0,01-10 mm gacha).

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. Rentgenogramma olish rejimlari.
3. 6.1-jadvalni to‘ldirish.

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Vulf-Bregg formulasiga qanday parametrlar kiradi?
2. Kristallografiya tekisligi va rentgen chizig‘ining indeksi deganda nima tushuniladi?
3. Atom tekisligi oralig‘iga asosida qanday qilib modda turini topish mumkin?

7- AMALIY MASHG'ULOT

RENTGENOGRAMMA INDEKSLARINI TOPISH

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Rentgenogrammadagi har bir rentgen interferensiya chizig'ining indeksini (NKL) topishga indekslash deyiladi.

Rentgenogramma interferensiya indeksi NKL atom tekislik (nkl) indeksi bilan qaytish tartibi "n" ko'paytmasiga teng. $H=nh$, $K=nk$, $L=nl$

NKL indeksiga kirgan raqamlarda umumiy bo'luvchi yo'q. Demak, NKL indekslar ma'lum bo'lsa qaysi atom tekisligidan qanday tartibda rentgen nuri qaytganligi topish qiyin emas. Masalan, rentgen chizig'ining indeksi 220 bo'lsa, bu chiziq ikkinchi tartibda qaytishda 110 atom tekisligidan paydo bo'lgan. 400 indeksli rentgen chizig'i 100 atom tekislikdan, to'rtinchi tartibda qaytib hosil bo'lgan.

Interferensiya indekslarini sinash yo'li bilan topiladi. Buning uchun kvadratli ko'rinish ishlatiladi:

$$\text{Kub sistema uchun } -\sin^2 Q = \frac{\lambda^2}{4a^2} (N^2 + K^2 + L^2)$$

$$\text{Tetragonal uchun } -\sin^2 Q = \frac{\lambda^2}{4a^2} (N^2 + K^2 + L^2 * \frac{a^2}{b^2})$$

$$\text{Geksogonal uchun } -\sin^2 Q = \frac{\lambda^2}{4a^2} [\frac{4}{3} (N^2 + NK + K^2) + L^2 * \frac{a^2}{s^2}]$$

Bu yerda a , s panjara davri har bir $\sin\theta$ (d_{NKL}) ga ma'lum NKL indekslari to'g'ri keladi. Lekin ayrim interferensiya chiziqlari chiqmaydi. Masalan, hajmi markazlangan kub panjarada (OTSK) indekslar kvadrati yig'indisi toq son bo'lsa -bu chiziqlar chiqmaydi.

Interferensiya to'lqinlarini o'chish qoidasi bo'yicha, OTSK panjaradan qaytib, rentgenogramma bergan chiziqlar indekslari yig'indisi faqat juft son bo'lishi mumkin. Yoqlari markazlashgan kub (GTSK) panjaradan olingan rentgenogrammalar indekslari toq yoki juft raqamlar bo'lgan interferensiya chiziqlari mavjud.

$$\text{OTSK panjarada } \frac{\sin^2 \theta_i}{\sin^2 Q_1} = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.$$

$$\text{GKTS panjarada } 1; 1,33; 2,67; 3,67; 4,0; 5,33; 6,33.$$

Ushbu kvadratli ko‘rinish qoidalarini ishlatib, tekshirilgan panjara turini topish mumkin. Panjaralar turiga ko‘ra rentgenogrammada uchraydigan interferensiya chiziqlari quyidagicha bo‘ladi (7.1.-jadval):

Demak indekslash o‘tkazilganda $\sin^2\theta$ topiladi. So‘ngra $\frac{\sin^2\theta_i}{\sin^2\theta_1}$ nisbat topilib, qaysi kristallik tuzilishga ta’luqli ekanligi aniqlanadi.

7.1-jadval.

Dastlabki o‘nta interferensiya chiziqlari indekslari

Burchak oshishi bilan chiziqlar tartib soni	Hajmi markazlashgan kub panjara (OTSK)		Yoqlari markazlashgan kub panjara (GTSK)	
	$N^2 + K^2 + L^2$	NKL	$N^2 + K^2 + L^2$	NKL
1	2	110	3	111
2	4	200	4	200
3	6	211	8	220
4	8	220	11	311
5	10	310	12	222
6	12	222	16	400
7	14	321	19	331
8	16	400	20	420
9	18	400,330	24	422
10	20	420	27	333,511

Keyin 7.1-jadval yordamida barcha interferensiya chiziqlari indekslanadi.

Buning uchun quyidagi jadval to‘ldiriladi (7.2-jadval)

7.1-jadval

Chiziqlar tartib raqami	Intensivligi J	qaytish burchagi	$\sin \theta$	$\frac{\sin^2\theta_i}{\sin^2\theta_1}$	Chiziqlar α yoki β	$\sin^2\theta$	$\frac{\sin^2\theta_i}{\sin^2\theta_1}$	$N^2 + K^2$	(NKL)
1.	Sr	26,1	0,440	0,9009	-	-	-	-	(110)
2.									

Bu ishlar bajarilgandan keyin panjaraning davrini (element katakchasini katta kichikligini) topish mumkin. Kub panjarali elementlar katak parametri.

$$Q = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \sqrt{N^2 + K^2 + L^2} \quad 1 \text{ yoki } Q = d_{NKL} \sqrt{N^2 + K^2 + L^2} \quad (2)$$

2. Ishni bajarishdan maqsad

Kub panjarali qattiq jismdan olingan rentgenogrammani tahlil qilish va interferentsiya chizig'ini indekslarini topish.

3. Ishni bajarish tartibi

1. Dastlabki ma'lumot yozib olinadi: difraktometr ishlash rejimlari, to'liq uzunliklari ($\text{Fe} \lambda K_{\alpha} = 1,9372 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$; $\text{Fe} \lambda K_{\beta} = 1,7565 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$; $\text{Co} \lambda K_{\alpha} = 1,7953 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$; $\text{Co} K_{\beta} = 1,6207 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$).

2. Rentgenogramma diagramma qog'oziga olinadi.

3. Rentgenogramma hisoblanadi. Hisoblash natijalari jadvalga kiritiladi. Ilova: 5-amaliy mashg'ulotda olingan ma'lumotlarni 7.1-jadvalda ishlatish mumkin.

4. Panjara davri (1) formula yordamida hisoblanadi.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.

2. Rentgenogramma olish uchun dastlabki ma'lumot.

3. 7.2-jadval to'ldiriladi.

4. Kristallik panjara parametri hisoblanadi.

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. OSK va GSK panjarali qattiq jismlardan olingan rentgenogrammalarning indekslari qaysi?

2. Panjara parametrini topish uchun qanday tenglama ishlatiladi?

8 – AMALIY MASHG'ULOT

TOBLANGAN PO'LATDA QOLDIQ AUSTENIT MIQDORINI TOPISH (MIQDORIY FAZA TAHLILI)

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Miqdoriy faza tahlili rentgenogrammadagi faza chiziqlarining solishtirma intensivligini topishga asoslangan.

Rentgen chizig'ining intensivligi, moddaning nurni qaytarish qobiliyatiga va fazaning protsent miqdoriga bog'liq.

$$J=K \cdot P$$

bu yerda: R-fazaning % miqdori;

K-moddaning nurni qaytarish qobiliyati.

Qoldiq austenit topilganda uning miqdori:

$$C_{\gamma} = \frac{1}{1 + K \frac{I_{\alpha}}{I_{\beta}}} \quad (1)$$

bu yerda: I_{α} - α fazadan olingan rentgen chizig'i integral intensivligi;

I_{γ} - λ fazadan (qoldiq austenitdan) olingan rentgen chizig'i intensivligi;

K - struktura parametrlariga va θ burchakga bog'liq koeffitsient.

Agarda tekshirish uchun olingan interferentsiya chiziqlari (211) α - fazaniki, (200) λ - fazaniki bo'lsa (1) formuladagi koeffitsient

$K = 0,69$ teng bo'ladi. Anqlik yuqori darajada bo'lish uchun $\frac{I_{\alpha}}{I_{\gamma}} = 1$. Demak solishtiriladigan α va λ chiziqlar integral intensivligi taxminan yaqin bo'lishi kerak. Odatda $0,5 < \frac{I_{\alpha}}{I_{\gamma}} < 2$ oraliqda olinadi (8.1-rasm).

Integral intensivlikni topishda ikkita tanlangan α va λ fazalar chiziqlari bir xil sur'at olish rejimida diagramma lentasiga yoziladi. Masalan, toblangan po'lat α -fazasi (martensit) (211) γ - fazasi (qoldiq austenit) (200) interferentsiya chiziqlari.

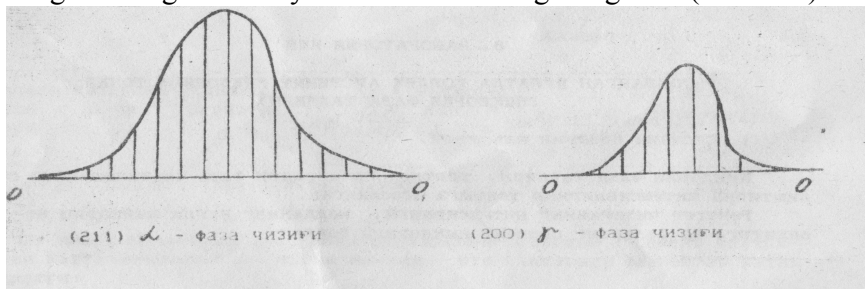
Kerakli aniqlikda ma'lumot olish uchun difraktometr hisoblagichi aylanish tezligi 1/min, diagramma qog'ozining tezligi 1800 m/soat olinadi.

Difraktometrda temir anodi ishlatilsa, interferentsiya chiziqlari yozilish burchak intervallari quyidagicha bo'ladi:

(211) α - faza uchun $2\theta=107-106^\circ$

(200) λ -faza uchun $2\theta=63-67^\circ$

Rentgen chizig'i eni bo'yicha nur intensivligi o'zgaradi (8.1-rasm).



Interferensiya chizig'ining integral intensivligini bilish uchun uning qanotlariga tegizib o-o "Fon" chizig'ini o'tkazish kerak. Keyin egri chiziq va "Fon" oraliqdagi maydonni hisoblash kerak. Ko'pincha chiziq eni bo'yicha ma'lum kattalikdagi katakchalarga bo'linadi. Har bir ordinata shu joydagi intensivlikdir. Hamma ordinatalar yig'indisi integral intensivlikni beradi. Qoldiq austenit miqdori (211) α - faza va (200) λ -faza bo'yicha.

2. Ishni bajarishdan maqsad

Toblangan SHX15 markali po'latdagi qoldiq austenit miqdorini topish.

3. Ishni bajarish tartibi

1 Difraktometr ishga tayyorlanadi. Ikkilamchi konturda $V = 25$ kilovolt. Anod toki = 9 m, hisoblagich tezligi 1 ob/min, diagramma tezligiga 1800 mm/soat to'g'rilanadi.

2. Hisoblagich 20, 63° o'rnatiladi.

3. Suratga olish qurilmasi ishga tushirilib, 67° gacha yetkaziladi. Bunda (200)-faza chizig'i yoziladi.

4. Hisoblagich burchagi 107° ga yetkaziladi.

5. Sur'at olish 116° gacha yetkaziladi. Bunda (211) α - faza chizig'i yoziladi.

6. Rentgen chiziqlari integral intensivligi hisoblanadi.

7. 1-formula yordamida qoldiq austenit miqdori topiladi.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. Difraktometrdagi ishlash uchun dastlabki ma'lumot.
3. (211) α i (200) λ chiziqlarning integral intensivligi.
4. Qoldiq austenitni topish.

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Miqdoriy faza tahlili nimaga asoslangan?
2. Qoldiq austenit miqdori aniq topish uchun α va λ fazalarni ko'rsatuvchi rentgen interferensiyalari nisbati qanday bo'lishi kerak?

9- AMALIY MASHG'ULOT

RENTGEN INTERFRENSIYA CHIZIG'I KENGLIGI BO'YICHA DISLOKATSIYALAR ZICHLIGINI ANIQLASH

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Dislokatsiyalar zichligi katta bo'lganda elektron mikroskop yordamida uni aniqlab bo'lmaydi. Dislokatsiyalar biri-biriga juda yaqin joylashib qoladi. Mikroskopning kattalashtirish qobiliyati dislokatsiyalar zichligini aniqlash uchun yetarli bo'lmay qoladi.

Kristallarda nurning yeyilish nazariyasi dislokatsiyalar zichligini rentgen chizig'ining eni bo'yicha topish munimligini ko'rsatadi [2]. Agarda dislokatsiyalar zichligi $p=10^{11} 1/\text{sm}^2$ bo'lsa, rentgen chizig'i eni bo'yicha hisoblangan va elektron mikroskop yordamida topilgan dislokatsiyalar zichligi, bir-biriga yaqin bo'lib chiqadi. Demak yuqori puxtalangan metallarda, ($\rho \geq 10^{11} 1/\text{sm}^2$) bu usul ishlatilishi o'rinli.

Dislokatsiya zichligini topish uchun quyidagi bog'lanish ishlatiladi: bu yerda β -rentgen chizig'i fizik kengligi. b -Byurgers vektori, θ - nur qaytish burchagi.

Fizik kenglik deganda, qaytgan nurning faqat kristall jism tuzilishiga bog'liq bo'lgan eniga aytiladi. Rentgen chizig'i eniga geometrik (asbobga oid) kengligi ham kiradi. Rentgen chizig'i geometrik eni, kristall tuzilishiga bog'liq emas. Demak, dislokatsiyalar zichligini topish uchun rentgen chizig'i umumiy kengligidan geometrik (asbobga oid) kengligini ayirish kerak.

Rentgenogrammada chiziq kengligi deganda, quyidagi qiymat tushuniladi:

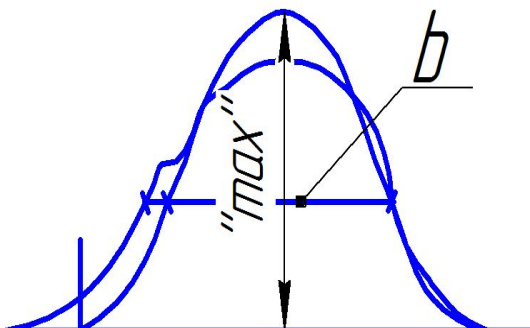
$$B = \frac{S}{J}$$

S - intensiv egri chiziq tagidagi maydon

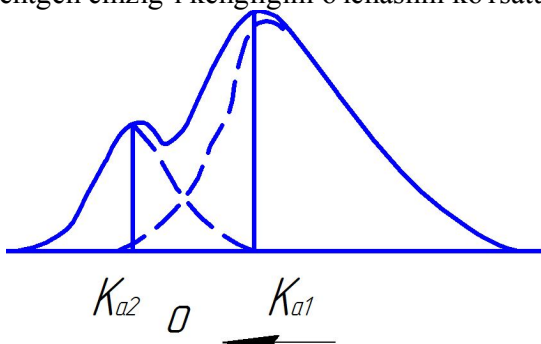
J-rentgenogrammadagi intensiv egri chiziqdagi maksimum.

Rentgen chizig'i kengligini o'lchashning eng sodda yo'li - lineyka yordamida maksimum o'rtasidan egri chiziq enini o'lchashdir (9.1-rasm).

Bunday topilgan kenglikda xatolik mavjud. Birinchidan nur bir xil emas. Xarakterli nur ikki to'liq uzunligi yaqin $K\alpha_1$ va $K\alpha_2$ nurlar yig'indisidan iborat. Rentgen chizig'ida ikkita maksimum mavjud (9.2-rasm).



9.1-rasm. Rentgen chizig'i kengligini o'lchashni ko'rsatuvchi chizma



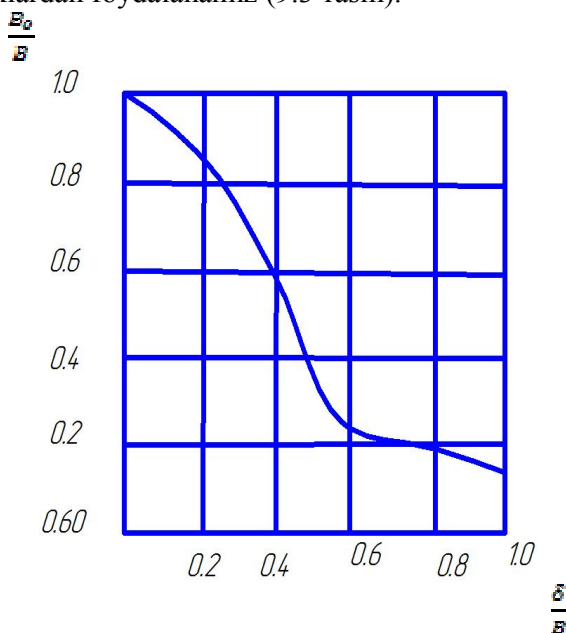
9.2-rasm. Rentgen chizig'ida 2 ta maksimumni ko'rsatuvchi chizma.

Demak, $K\alpha$ nur monoxrmatik emas, dubletli deyish mumkin

Dublet oralig'ini δ quydagicha topiladi.

$$\Delta = 2 \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \operatorname{tg} \theta, \quad \Delta \lambda = \lambda_{\alpha_1} - \lambda_{\alpha_2}$$

Rentgen chizig'ini fizik kengligini topish uchun, dubletlikni ayirish kerak. Dubletlikni ayirish uchun analitik usul ishlatiladi. Buning uchun yordamchi grafiklardan foydalanamiz (9.3-rasm).



9.3-rasm. Rentgen chizig'ini kengligidan nurni monoxromatik emasligini ayirish uchun grafik

Masalan, temir anodi nurida olingan rentgenogrammada (220) interferentsiya chizig'ida ($\beta = 72^\circ 30'$) dublet oralig'ini $\delta = 13,6 \cdot 10^{-3}$ radian.

Maksimum o'rtasidan o'lchangan egri chiziq kengligi:

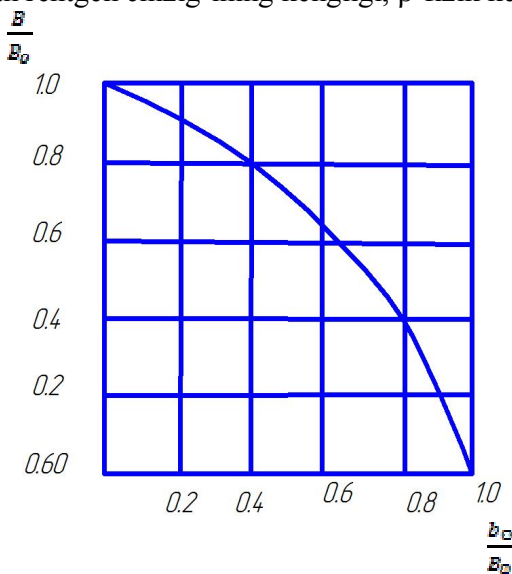
$$B(220) = 41,2 \cdot 10^{-3} \text{ radian.}$$

Dubletsiz chiziq kengligi topish tartibi:

$$1. \delta/B(200) = 13, \quad \delta/41,2 = 0,33$$

9.2-9.3-rasmdagi grafikdan foydalanib, $\frac{\delta}{B(200)}$ qiymatiga qarab, ordinata o'qida $\frac{B_0}{B}$ topamiz.

Topilgan B_0 rentgen chiziq kengligi kristallik tuzilishni to'la bildir-
maydi. Yuqorida aytilganday B_0 dan geometrik kenglikni ayirish kerak.
Geometrik kenglikni bilish uchun huddi shunday sharoitda yumshatil-
gan (ya'ni rentgen chiziqning eniga ta'sir qilmaydigan) etalon namuna-
dan rentgenograma olinadi. Rentgen chizig'i umumiy kengligidan geo-
metrik kenglik ayrilsa-fizik kenglik topiladi. Fizik kenglikni topish
uchun, amalda qo'shimcha tuzatish grafigi ishlatiladi (9.4-rasm) grafik
koordinata o'qlari $\frac{B}{B_0}$ va $\frac{b}{B_0}$ kattaliklar ko'rsatilgan. Bu yerda: b_0 -da eta-
lonning dubleti ayirilgan rentgen chizig'ining kengligi, B_0 -namunaning
dubleti ayirilgan rentgen chizig'ining kengligi, β -fizik kenglik.



9.4-rasm. Fizik kenglikni topish uchun grafik

Masalan, namunadan olingan rentgenogrammada dubletsiz rentgen
chiziqning eni $B_0(220)=36,2 \cdot 10^{-3}$ radian. Etalon dubletsiz rentgen chi-
ziqning eni $b_0(220)=12,9 \cdot 10^{-3}$ radian bo'lsin. Fizik kenglikni topish
tartibi quyidagicha bajariladi:

2. 9.4 -rasmdagi grafikdan foydalanib, b_0/B_0 nisbatga qarab, topa-
miz.

3. Endi fizik kenglikni hisoblash mumkin.

$$\beta(220)=0,86 \text{ } B_0=0,86 \text{ } 36,2=31 \text{ } 10^{-3} \text{ radian}$$

2. Ishni bajarishdan maqsad

Termik ishlangan R6M5 markali po‘lat dislokatsiyalar zichligini aniqlash ishni bajarish uchun talabalarga etalon (yumshatilgan) va termik ishlangan namunalar beriladi.

3. Ishni bajarish tartibi

1. Rentgen difraktometrini ishga tushirish (dastlab suv, so‘ngra tok beriladi; kerakli diafragmalar o‘rnatiladi; ikkilamchi yuqori kuchlanish berilganda rentgen nuri paydo bo‘ladi. Ikkilamchi kuchlanish $U=25$ kilovolt, $J=9$ m, $V_{\text{hisob}}=1$ mm /min, diagramma tezligi 1800 mm/soat).

2. Namuna goniometrغا o‘rnatiladi. Hisoblagich dastlabki burchakga qo‘yiladi ($2\theta = 140^\circ$ Fe anodda).

3. Trubka to‘sqichi ochiladi. Difraktometr ishga tushiriladi.

4. Hisoblagich burchagi $2\theta=150^\circ$ yetganda, u to‘xtatiladi.

5. Etalon goniometrغا o‘rnatilib, yuqorida aytilgan jarayonlar bajari-ladi.

6. Difraktometr o‘chiriladi. Diagramma kog‘ozi kesib olinadi.

7. Namuna va etalon rentgenogrammalardagi chiziqlar yonlaridan dubletlik ayiriladi.

8. Namuna rentgen chizig‘idan fizik kenglik topiladi.

9. 1-formula yordamida dislokatsiyalar zichligi hisoblanadi. Bu yer-da radian o‘lchamida beriladi, b- Byurgers vektori 0,25 nm (nanome-ter= 10^{-9} m), temir anodida olingan (220) chiziq burchagi $\theta=72^\circ 30'$, $\text{Ct}72^\circ 30'=0,3153$. Olingan barcha ma’lumot 9.1-jadvalga kiritiladi.

Kobalt anodi ishlatilganda (220) chiziq burchagi qiymati boshqacha bo‘ladi.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.

2. Tekshirish uchun olingan po‘lat markasi.

3. Bajirilgan ish to‘g‘risida ma’lumot (9.1-jadval).

Namuna to'g'ri	$B \cdot 10^{-3}$ radian (etalon uchun)	$B_0 \cdot 10^{-3}$ radian (etalon uchun)	$\beta \cdot 10^{-3}$ radian (etalon uchun)	$\rho \text{ 1/sm}^2$
Etalon				
Termik ishlangan P6M5				

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Dislokatsiyalar zichligini qanday topish mumkin?
2. Dislokatsiya zichligini rentgenostruktura tahlili yordamida hisoblashda, qanday formula ishlatiladi?
3. Rentgen interferensiya chizig'i fizik kengligi qanday topiladi?
4. Rentgen tahlilda etalon nima uchun kerak?

10 – AMALIY MASHG'ULOT

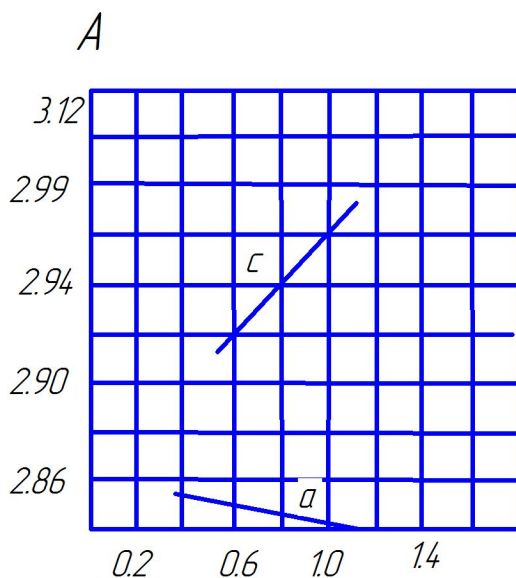
MARTENSIT PANJARASI DAVRINI VA UNDAGI UGLEROD MIQDORINI TOPISH

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

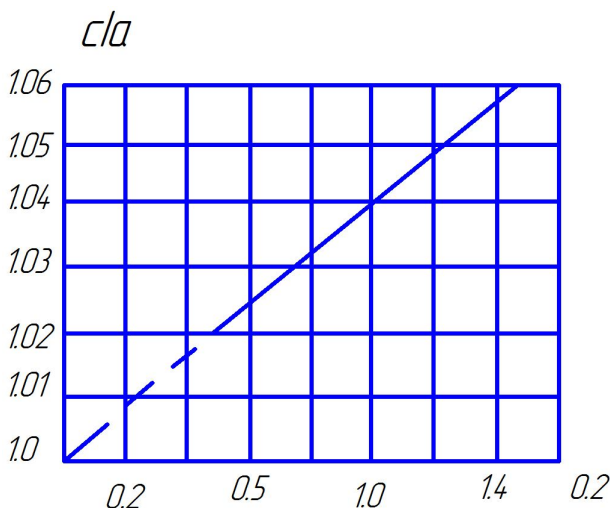
Martensit - bu toblangan po'latning asosiy fazasi bo'lib, uglerodning tetragonal o'zgargan temirdagi qattiq eritmasidir.

Tetragonallik, yani S/a nisbat uglerod miqdoriga ko'ra 1 dan 1,08 gacha o'zgarishi mumkin. 10.1- va 10.2- rasmlarda uglerod miqdoriga ko'ra toblangan po'latning "s" va "a" parametrlari va S/a o'zgarishi berilgan.

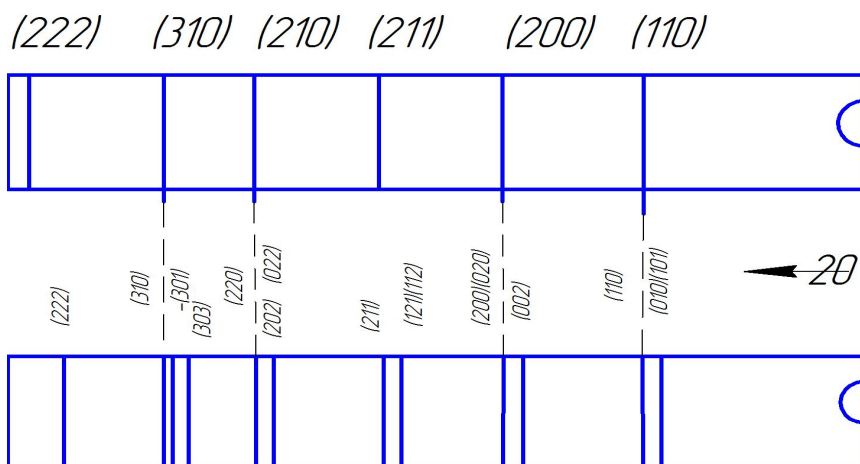
Martensitning kristallik tuzilishi, temirga nisbatan farqi bor. Shu sababli rentgenogrammada ham bu farqni ko'rish mumkin. Alfa temirdan olingan rentgenogramмага qaraganda, martensit rentgenogrammasida interferensiya chiziqlari parchalangan. Agarda interferensiya ikkita chiziqqa parchalansa - bu chiziqlar tetragonal "dubleti" deb ataladi (10.3-rasm).



10.1-rasm. Martensit panjarasining davri (a , s) po‘latdagi uglerod miqdoriga qarab o‘zgarishi



10.2-rasm. Uglerodli po‘latning s/a tetragonallik darajasini uglerod miqdoriga qarab o‘zgarishi



10.3-rasm. a) alfa temir, b) martensit rentgenogrammalari ko‘rinishi

Atom tekisliklari oralig‘i bir xil bo‘lgan tekislik oilasi rentgeno-grammada bitta chiziq tashkil qiladi. Kub kristalda (110) oilasiga kirgan tekislik soni 12. Tetragonal (martensit) singoniyada kub singoniyasida bo‘lgan 12 tekislik, ikki guruhga bo‘linadi. Bittasida tekisliklar oralig‘i bir xil bo‘lgan 8 ta, ikkinchisida 4 ta tekislik bor.

Hammasi bo‘lib birinchi guruhga kiruvchi va bir rentgen chizig‘ini beradigan tekisliklar:

$$\begin{bmatrix} (101) (T01) (10T) (TOT) \\ (011) (0T1) (01T) (0TT) \end{bmatrix}$$

Ikkinchi guruhga talluqli tekisliklar: (110) (T10) (1TO) (TTO)

Demak, α -temirning (110) chizigi martensit hosil bo‘lishi bilai ikki (101) va (011), (110) indeksli chiziqlarga parchalanadi. Bu chiziqlar intensivligi takrorlash ko‘paytiruvchisiga proporsional. Dubletning birinchi chizig‘ida, bu ko‘paytiruvchi sakkizga teng, ikkinchi chiziqda to‘rtga teng. Demak, kichikroq burchakka ega bo‘lgan birinchi chiziq intensivligi kuchliroq bo‘lishi kerak.

Interferensiya parchalanish chiziqlar soni, ularning intensivlik nisbati turli interferensiyalar uchun bir xil emas. Masalan, (310) chizig‘i uchta chiziqqa parchalanadi, (220)-ikkitaga, (222)-umuman parchalanmaydi.

Dubleklar oralig‘i kattaligiga bog‘liq. O‘z navbatida tetragonallik darajasi, martensit tarkibidagi uglerod miqdoriga bog‘liq. Shu xossaga asosan, martensit tarkibida uglerod miqdorini topish mumkin.

Uglerod miqdorini topish metodikasi quyidagicha:

1. Nazariy jihatdan martensit dubleti (110) va (101) (011) chiziqlari burchaklari 0 uglerod miqdori o‘zgarganda topiladi. Keyin grafik tuziladi.

$$\Delta\theta = \theta_{(110)} - \theta_{(101)} = f(c)$$

2. Namuna rentgenogrammasi ($2\theta = 50-60^\circ$ oraliqda Fe nurida) diagramma qog‘oziga yoziladi.

Tuzilgan grafik yordamida va sinovda topilgan $\Delta\theta$ bo‘yicha martensit tarkibidagi uglerod miqdori topiladi. Keyin Kurdjumov formulalari yordamida martensit panjarasini a va s davrlari topiladi:

$$\begin{aligned} C &= 2,661 + 0,116P, A^0 \\ a &= 2,661 - 0,15P, A^0 \end{aligned} \quad (1)$$

R - uglerodning % miqdori.

2. Ishni bajarishdan maqsad

Toblangan U12 markali po‘lat martensit strukturasidagi uglerod miqdorini topish.

2. Ishni bajarish tartibi

1. Nazariy jihatdan, po‘latdan uglerod miqdori o‘zgarganda (101) va (110) rentgen chiziqlarini burchaklari hisoblanadi. Albatta xarakterli rentgen nuri to‘lqin uzunligi ma’lum bo‘lishi kerak. Ko‘pincha xrom, temir, kobalt anodidan chiqqan nurlar ishlatiladi:

$$\text{Cr } \lambda K\alpha_1 = 2,2896; \quad \text{Cr } \lambda K\alpha_2 = 2,2935 \cdot 10^{-1} \text{ HM};$$

$$\text{Fe } \lambda K\alpha_1 = 1,9359; \quad \text{Fe } \lambda K\alpha_2 = 1,9399 \cdot 10^{-1} \text{ HM};$$

$$\text{Co } \lambda K\alpha_1 = 1,7889; \quad \text{Co } \lambda K\alpha_2 = 1,7927 \cdot 10^{-1} \text{ HM};$$

Kvadrat tenglamadan burchaklarni topish mumkin:

$$\sin^2\theta = \frac{\lambda^2}{4a^2} (H^2 + K^2 + L^2 \frac{a^2}{c^2})$$

Uglerod miqdorini olish mumkin: 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%. a va s qiymatlar yuqorida aytilgan G.V.Kurdyumov (1) formula yordamida hisoblanadi.

2. Topilgan θ burchaklar (110) va (101) (011) chiziqlar orasidagi $\Delta\theta$ burchagi topiladi. So'ngra $\Delta\theta_{(110)-(101)} = f(C)$ grafigi tuziladi. Hisoblash ma'lumoti jadvalda kiritiladi.

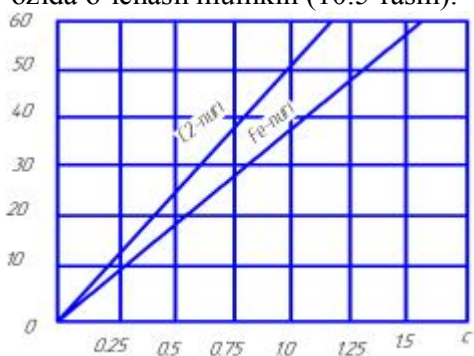
10.1-jadval

Panjara davri		Uglerod miqdori, %					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
C							
a							
$\sin^2\theta$	(110)						
	(101)						
θ	(110)						
	(101)						
$\Delta\theta_{(110)-(101)}$							

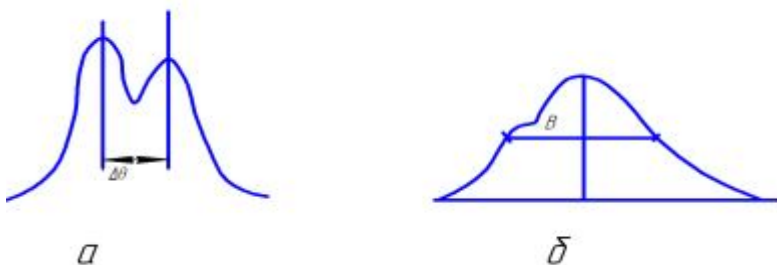
10.4-rasmda Cg va Fe nurlarida topilgan $\Delta\theta = f(c)$ grafigi berilgan.

3. Diagramma qog'ozidagi interferensiya chiziqlari bo'yicha (101) (011) va (110) oraliqdagi $\Delta\theta$ burchakni toppish.

Yuqori uglerodli po'latlarda dublet yaxshi ko'rinadi. Uni diagramma qog'ozida o'lchash mumkin (10.5-rasm).



10.4-rasm. Martensitdagi uglerod miqdorining ga qarab o'zgarishi



10.5-rasm. Yuqori (a) va kam (b) uglerodli po‘latlar tetragonal-ligini topish

Kam uglerodli po‘latlarda dubletlar yaqin bo‘lgani uchun ular birlashib bitta keng chiziq bo‘lib ko‘rinadi. Bu yerda burchagini topish uchun toblanib 250-270 s bo‘shatilgan po‘latlardan rentgenogrammlar olinadi. Rentgen chiziqlari enlari ayirmasi topiladi.

4. Tuzilgan $\Delta\theta = f(c)$ grafik yordamida martensitdagi uglerod miqdorini topish.

4. Hisobotni yozish tartibi

1. Ishni bajarishdan maqsad.
2. 1 - jadvalni to‘ldirish.
3. Uglerod miqdorining $\Delta\theta$ ko‘ra o‘zgarish grafigi.
4. Tekshirilgan po‘lat martensitdagi uglerod miqdori hisobi.

5. Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Martensitning kristallik panjarasi qanday?
2. Uglerod miqdoriga ko‘ra martensit tetragonalligi qanday o‘zgaradi?
3. Nima uchun dublet chizichlari intensivligi turlicha?
4. Qaysi formula yordamida tetragonal panjaraning davrlari hisoblanadi?

11 – AMALIY MASHG‘ULOT

METALLARNI RENTGENOSTRUKTURAVIY MIQDORIY FAZA TAHLILI

1. Ishning maqsadi

Metallar rentgenostrukturaviy miqdoriy faza tahlili metodikasi bilan tanishish.

2. Qisqacha nazariy ma'lumot

Istalgan faza difraksiya egri chizig'ining intensivligi uning namunadagi miqdoriga to'g'ri proporsional.

Ammo elementning intensivligi va og'irlik konsentratsiyasi nisbatlari orasida biryoqlama muvofiqlik yo'q, hatto fazaning birida va o'sha miqdorida ham uning intensivlik chizig'i o'zgaradi, birinchidan matritsaning effekti deb ataluvchi namunadagi rentgen nurlarining o'rtalama yutish koeffitsientining bog'liqligi va ikkinchidan enstinksiya effektlari harakatiga bog'liqligi. Hattoki bog'liq bo'lmagan etalonlar to'plamining borligiga qaramasdan bularning hammasi namunalarning fazaviy analizlarini o'tkazishni qiyinlashtiradi. Bu holatda namunadagi fazalari sonini aniqlash hajmiy bo'lib, quyidagi metodika bo'yicha o'tkazish mumkin.

I fazada hosil bo'lgan difraktsiyaning intensivligi quyidagicha topiladi:

$$I = (J_0)_i S_0 q_i e^{-2\mu d} d \quad (1)$$

bu yerda: $(J_0)_i$ - yutilish koeffitsientini hisobga olmagan holda faqat i fazadan tashkil topgan namunada ko'rsatilgan intensivlik; S_0 - namunaning difraktsiya yuzasida ishtirok etgan maydoni; q_i - namunadagi aniqlanayotgan fazaning hajmiy miqdori; μ - kuchsizlanishning chiziqli koeffitsienti; d – Vulf-Breg burchagi yo'nalishida namunaga kiriyotgan rentgen nurlarining chuqurligi. Amalda ko'pincha kata qalinlikdagi namunalarda quyidagicha qabul qilish mumkin: $e^{-2\mu d} \sim \frac{1}{2\mu}$ va (1) ifoda

quyidagi ko'rinishga keladi: $I_i = (J_0)_i S_0 q_i \frac{1}{2\mu} \quad (2)$

Rasmga olish geometriyasi bir xil bo'lgani uchun $\frac{1}{2} S_0 q_i \frac{1}{2\mu}$ doimiy kattalik bo'ladi.

Bunda (2) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$I_i = K q_i \frac{1}{\mu} (J_0)_i \quad (3)$$

Hajmiy kattaliklarni miqdoriy kattalikga almashtirilsa $P_i(q_i = \frac{P_i}{\rho_i})$

bu yerda: ρ_i – i- fazaning zichligi va namunaning o‘rtacha chiziqli yutilish koeffitsientini qorishma komponentlarining miqdoriy yutilish koeffitsientlari orqali ifodalab μ ni olamiz

$$I_i = K P_i \frac{(J_0)_i}{\rho_i \sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \quad (4)$$

Agar namunada n ta faza bo‘lsa, n ta (4) turdagi ifodalarni yozamiz.

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 \\ I_2 &= \frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 \\ I_n &= \frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \end{aligned} \quad (5)$$

(5) ifodani jamlaymiz, chap tomonini qo‘shganimizda keyin (6) ifodani olamiz:

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (6)$$

$\sum_{i=1}^n I_i$ ifodani 1 yoki 100% ga teng deb olamiz va etalon sifatida ishlatish mumkin.

Ifodaning o‘ng qismi qo‘shilgandan so‘ng

$$\frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \left[\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 + \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 + \dots + \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \right] \quad (7)$$

endi namunadagi fazalarning hajmiy miqdorini hisoblaymiz. Buning uchun quyidagi bog‘liqlikni olamiz:

$$\begin{aligned} \frac{I_1}{\sum_{i=1}^n I_i} &= \frac{\frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1}{\frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \left[\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 + \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 + \dots + \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \right]} = \\ &= \frac{\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1}{\left[\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 + \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 + \dots + \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \right]} \end{aligned} \quad (8)$$

yoki

$$\frac{I_1}{\sum_{i=1}^n I_i} = \frac{q_1(J_0)_1}{q_1(J_0)_1 + q_2(J_0)_2 + \dots + q_n(J_0)_n} \quad (9)$$

(9) ifoda yordamida etalondan foydalanilmaga holda va qorishmaning miqdoriy yutilish koeffitsientlarini hisoblamasdan fazalar hajmiy miqdorlarini yetarlicha aniqlikda ob'ektiv baholash mumkin.

3. Ishni bajarish tartibi

Rentgenogramma bo'yicha silindrik kamerada polikristall moddaning 9 burchagi va tekisliklar orasidagi masofani aniqlash. Jadvaldagi faza tekisliklari orasidagi masofa ma'lumotlari yordamida rentgenogramma qaysi moddadan olinganini aniqlash.

(9) ifoda yordamida fazalarning hajmiy miqdorini hisoblash va 11.1-jadvalni to'ldirish.

3. Hisobot yozish tartibi

1. Ishning maqsadi.
2. Materiallarni rentgenostrukturaviy miqdoriy faza tahlili metodikasi yozish.
3. 11.1-jadvalni to'ldirish.
4. Xulosa yozish.

11.1-jadval

Kompozitsiyaning miqdoriy faza tahlili natijalari

Kompozitsiya-ni tashkil-etuvchilari	Kompozitsiya-ni tashkil etuvchilari chegaralari masofasi, mm	Rentgen chiziqlarining nisbiy intensivligi						
		Faza tarkibi, %						

5. Takrorlash uchun savollar

1. BSV-2 elektron rentgen trubkasi sxemasini chizing va asosiy tashkil qiluvchi qisimlarini aytib bering.
2. URS-55 rentgen apparati qaysi asosiy qismlardan tashkil topgan?
3. Har qanday fazaning difraksion cho‘qqisi intensivligi nimaga bog‘liq?
4. Elementning miqdoriy konsentratsiyasi va intensivligi munosabatlariga qanday faktorlar ta’sir qiladi?
5. i- faza hosil qiladigan difraksion ko‘rinishdagi intensivlik formulasini yozing.
6. i- faza hosil qiladigan difraksion ko‘rinishdagi intensivlikni qanday parametrlar aniqlaydi?
7. Metallarning fazaviy miqdoriy rentgenostrukturaviy analiz nima?
8. Sifat va miqdoriy rentgenostrukturaviy analizlar nimalar bilan birbiridan farq qiladi?

12 – AMALIY MASHG‘ULOT

BIMETALL KOMPOZITSIYANING ISHCHI ELEMENTIDAGI QOLDIQ KUCHLANISHLARNI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi

1. Tenzodatchiklar yordamida ichki qoldiq kuchlanishlarni aniqlash metodikasini o‘rganish.
2. Tenzodatchiklar yordamida ichki qoldiq kuchlanishlarga sinovlarni o‘tkazish.

Ishni bajarish uchun po‘lat P6M5–po‘lat 40XHMΦЛ; bimetall quyma kompozitsiyasi namunasi; presslangan po‘lat P6M5–po‘lat 40XHMΦЛ namunasi; YMM–5 pressi; quyma va presslangan ko‘rpusga nisbatan taglikni surish uchun moslama; termik ishlov uchun mufel pechi; ИДЦ–1 jihozi; ПДВ–10/100 tenzodatchiklar.

2. Nazariy qism

ИДЦ–1 jihozi (12.1–rasm) uni shitga montaj va demontaj qilishni ancha yengillashtiruvchi birlashtiruvchi klemmalarga ega. Ruxsat etilgan kuchlanishlar diapazoni 10-36V. O'zgartirgich iste'molining maksimal quvvati–2W. O'lchash kirishlar soni bitta. Kirish so'rov vaqti 1 sekunddan ko'p emas. Kiruvchi signallarning diapozoni 0-1, 0-10 V; 0-5, 0-20, 4-20 mA. Kuchlanishni o'lchashdagi kirish qarshiligi 100 kOm. To'kini o'lchashdagi kirish qarshiligi 121 Om. Kiruvchi qurilmalarning soni va turi ikkita, tranzistorli BY400 mA uchun kuchlanishning maksimal qiymati 60V. O'lchashdagi xatolik $\pm 0,25\%$. ИДЦ–1 4-razyadli indikatorga ega. 5–razryad “минус” belgisi indikatsiyasi uchun zaxiralangan. «HOLD» – funksiya. «HOLD» yoqilgan; «ВЫХ.1» - chiqish. 1 yoqilgan; «ВЫХ.2» – chiqish. 2 yoqilgan;



12.1–rasm. ИДЦ–1 jihozi

“ПРОГ” tugmasi:

- «ПРОГРАММИРОВАНИЕ» tartibiga kirish;
- Jihozni boshlang'ich parametr qiymatlarini ko'rish;

“HOLD” tugmasi:

- «HOLD» funksiyasini faollashtirish;
- Jihoz ko'rsatkichlarini xotirada saqlash;
- Xotiradagi qiymatlarni ko'rish.

“вверх”, “вниз” tugmasi:

- Jihozni bir parametrdan boshqasiga o'tish;
- O'zgarayotgan parametr qiymatlarini ko'payishi yoki kamayishi.

ИДЦ-1 jihozi roslash parametrlari va belgilangan qiymatlari nomlanishi 1–jadvalda keltirilgan.

Mexanik ishlov berishda homakidan ortiqcha metall qismi olib tashlanayotganda ichki qoldiq kushlanishlar qayta taqsimlanishi sodir bo'ladi, ularning vaqtinchalik muvozanati buziladi. Bu yerda asosiy ro'lni birinchi darajali kuchlanishlar o'ynaydi. Qoldiq kuchlanishlarning taqsimlanish kattaligi va xarakteri homakining konfiguratsiyasiga uning gobarit o'lchamlariga va alohida elementlarning o'lchamlari nisbatiga, dastlabki homakini olish turiga va boshqa faktorlarga bog'liq. Katta qoldiq kuchlanishlar dastlabki homakilarda quyish, bolg'alash, shtamplab olishda homaki elementlarining notekis sovushidan kelib chiqadi. Payvandlangan, payvand-quyma, payvand-shtamplangan konstruksiyalarda katta bo'lmagan ichki kuchlanishlar payvandlangan joylarida mahalliy qizish va sovushda birdek bo'lmagan hajmiy o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Payvandlashda metallning strukturaviy o'zgarishkari va diffuzion jarayonlar ham turli darajadagi qoldiq kushlanishlarni paydo bo'lishiga olib keladi.

Juda noqulay holatlarda qoldiq kushlanishlar nafaqat homaki shaklini buzilishi, egilganlik va boshqalar, balki yoriqlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Metall yuza qismini kesish oldin muvozanatlangan kuchlardan xalos qiladi va qoldiq kuchlanishlar homakini deformatsiyalaydi. Kesish jarayoning o'zi yuza qatlami plastik deformatsiya va kesish zonasi qizishi natijasi sifatida qoldiq kushlanishlarning manbai bo'lib xizmat qiladi.

Ichki kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi darhol emas, balki asta-sekin kuzatiladi. Shuningdek homaki va tayyor detalning shaklida doimo o'zgarishlar sodir bo'ladi. Amalda shunday hollar bo'ladiki, katta qoldiq kuchlanishlar olgan dastlabki homaki avval qoralama ishlovdan o'tadi. Homakining ichki kuchlanishlari va deformatsiyasi qisman qayta taqsimlanadi. Bunda u shakldagi kamchiliklar toza ishlovda bartaraf qilinadi. Tayyor bo'lgan detal, agar u yaroqli bo'lsa, mashinaga o'rnatiladi. Birqancha vaqtdan keyin ishlatishda detal tez yeyilayotganligi aniqlanadi. Buning sababi, detalga to'liq ishlov berilgandan keyin sodir bo'lgan deformatsiyadir.

ИДЦ–1 jihozining rostdash parametrlari va ruxsat etilgan qiymatlari

Parametr nomlanishi	Ruxsat etilgan qiymatlar
A1–0. Kirish signalining turi .	0–1; 0–10; 0–5; 0–20; 4–20
A1–1. O‘nlik nuqtasining holati .	0; 0.0; 0.00; 0.000
A1–2. Minimal kirish signalidagi inditsiyalangan qiymat .	– 9999 ... +9999
A1–3. Maksimal kirish signalidagi inditsiyalangan qiymat .	– 9999 ... +9999
A1–4. HOLD funksiyalar ihlarini sozlash.	0; 1; 2; 3; 4
o1–1. №1 kirish qurilmasining logika turini sozlash.	OFF; U; II
o1–2. №1 kirish qurilmasini ishlab ketishini pastki darajasi.	– 9999 ... +9999
o1–3. №1 kirish qurilmasini ishlab ketishini yuqori darajasi.	– 9999 ... +9999
o2–1. №2 kirish jihozini logika turini sozlash.	OFF; U; II
o2–2. №2 kirish jihozini ishlab ketishini pastki darajasi.	– 9999 ... +9999
o2–3. №2 kirish jihozini ishlab ketishini yuqori darajasi.	– 9999 ... +9999

Mana nima uchun ichki kuchlanishlarni bartaraf etish uchun jiddiy e’tibor berish kerak. Ichki kuchlanishlarni bartaraf etishning eng oddiy yo‘li–kesish ishlarini bir necha pog‘onaga bo‘lish. Birinchi pog‘onada homaki yuzasidai katta bo‘lmagan qismlarni chiqarib qoralama ishlari bajariladi. Keyin homakini yarim toza ishlovga beriladi va uchinchi etapda toza ishlov bilan detalni tayorlash tugatiladi. Odatda, detallarga partiyalab ishlov beriladi, qoralama, yarim toza va toza ishlovlar turli dastgohlarda olib boriladi, ayrim hollarda har xil sexlarda, qoralama va yarim toza ishlovlar orasida belgilangan vaqt o‘tadi. Bu vaqt ichida homakilarda ichki kuchlanishlarning qayta kuchlanishi va deformasiyasi

sodir bo‘ladi. Qoralama va toza ishlovlar orasidagi vaqt qancha katta bo‘lsa, tayyor detal shakli buzilishi xavfi shuncha kam bo‘ladi. Homakilarni uzoq vaqt davomida ichki qoldiq kuchlanishlarini olish uchun tashlab qo‘yish tabiiy qurilish deyiladi. Tabiiy qurilish jarayoni juda sekin. Shuni aytish kerakki, qiyin quymalardagi qoldiq kuchlanishlarning asosiy qismi ikki–uch oy davomida olinadi. Bundan keyin ham bir necha oydan so‘ng qolgan kuchlanishlar homaki shakliga ta’sir qilishi mumkin.

Tabiiy qurilishning ko‘p oylik davomiyligi ishlab chiqarish siklini juda uzoqlashtirib yuboradi, tejamli emas, tugallanmay qolish hajmini oshishiga yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi. Aylanma mablaglarni aylanishi kamayadi, shuning uchun tabiiy qurilish asosan juda muhim bo‘lgan quymalarda, masalan dasgohlarni staninalarini homakilarida qo‘llaniladi. Qoldiq kuchlanishlarni qayta taqsimlanishi va olishni tezlashtirish uchun tiklash qurilish ochiq havoda (kecha va kundiz haroratini keskin o‘zgarishi jarayonni intensivlashtirishni taminlaydi) olib boriladi.

Kichik va o‘rta quymalar uchun ichki kuchlanishlarni olishning samarali usuli maxsus termik ishlov jarayoni sunniy quritish hisoblanadi. Quymani pechga joylashtirib 500–600⁰C gacha qizdiriladi va 1–6 soat davomida ushlab turiladi (quyma qancha katta bo‘lsa shuncha ko‘p ushlab turiladi). Keyin quymani pech bilan birgalikda asta–sekin shunday qizdiriladiki, bunda quymaning (yupqa va qalin) qisimlari bir hilda sovisin. Sovitish tezligi 25–75 grad/soat ni tashkil qiladi. Quymaning harorati 200–250⁰C gacha pasayganda, uni pechdan chiqarib ohirigacha havoda sovitiladi. Bolg‘alash, shtamplash va quyma yo‘li bilan olinganlarni kuchlanishlarini olish uchun homaki kesimi qalinligining 1 mm ga 2,5 minut ushlab turish bilan 400–600⁰C haroratgacha qizdirib toblanadi. Payvand homakilarni esa 600–650⁰C gacha yuqori haroratli bo‘shatiladi. Prokatdan olingan homakilar ham toblanadi. Prokatlashda katta plastik deformatsiyalar natijasida homakilarning yuza qatlamlarida sezilarli cho‘zuvchi, ichki qatlamlarida siquvchi kuchlanishlar yuzaga keladi. Agar bunday homakilardan to‘g‘irlanmagan pripusk olinsa, uning shakli ichki kuchlanishlarning qayta taqsimlanishidan o‘zgarishi mumkin. Masalan, prokatdan tayyorlangan vallarning uzun shponkali o‘yqlari frezalashdan keyin qiyshayishi mumkin. Vallar, o‘qlar, sterjenlar va uzun plastinkalar homakilarinig qiyshiqqligini to‘g‘rilash uchun

ularni sovuq holatda ishlanadi. Ishlov jarayonida qovushoq, keyin plastik deformatsiya sodir bo'ladi.

Sinchiklab to'g'rilash qoldiq kuchlanishlar ta'sirida kelib chiqqan homaki qiyshiqqligini deyarli to'liq to'g'rilaydi. Lekin homakini to'g'rilashda yangi kuchlanishlar paydo bo'ladi. Keyinchalik toza ishlovda (yanada yomoni ishlayotgan mashinada) bu qoldiq kuchlanishlar shakl buzilishiga olib kelishi mumkin, shuning uchun muhim detallarda to'g'rilashni qo'llanilmagani ma'qul.

Avtomatlashtirishning asosiy elementi o'g'irlik dozatorlari hisoblanadi. O'lchashning zamonaviy sistemasi tenzodatchiklar (kuch datchiklar)da bazalanadi. Tenzometrik datchik ichiga elektr shemali rezistorlar joylashtirilgan metall konstruksiyadir.

Tenzodatchik mexanik ravishda og'irlik ko'rpusi bilan bog'langan. Og'irlik dozatori o'zgarganda, tenzodatchik ko'rpusi, tenzorezistorga beriladigan deformatsiyaga uchraydi. Tenzorezistorlardan elektr signali qoida bo'yicha og'irlik terminali ro'lidagi o'lchagichga uzatiladi. Standart tekshirilgan tenzorezistor texnologiyalar bilan birga keng ishlatilganda, tenzometrik datchiklar konstruksiyalaridagi zamonaviy yutuqlar har xil materiallardan aniq va kompakt datchiklar tayyorlash imkonini beradi va har xil turdagi aniqlik va iqtisodiy yechimni yuqori samaradorligini ta'minlovchi og'irlik sistemalari va jihozlarda qo'llanilishi mumkin.

3. Tenzodatchikni ishlash prinsipi

Tenzodatchikning ishlash prinsipi oddiy mexanika prinsiplariga asoslangan. Agar mexanik konstruksiyalarga tashqi kuchlar ta'sir qilsa, bu kuchlarga qarshilik ko'rsatish uchun u o'zining shaklini shunday o'zgartiradiki, bunday o'zgarishlar qarmoqda tutilgan baliqni chiqarishdagi egilishga o'xshab aniq va ko'rimli yoki masalan, katta ko'prikdan avtomobil o'tgandagi egilishga o'xshab mikroskopik bo'lishi mumkin. Agar berilgan metall konstruksiyada katta bo'lmagan teshik ochilsa, konstruksiyaning o'zi deformatsiyalanishida konstruksiyaga qo'yilgan kuchga to'g'ri proparsional ravishda u ellips bo'lib deformatsiyalanadi. Agar bu teshikka plyonkali tenzorezistor yopishtirilsa, bu deformatsiya yoki kuchni katta aniqlik bilan o'lchash mumkin. Shunday qilib tenzorezistor butun konstruksiyani kuch yoki holatni kuchlarini o'lchovchi samarali datchikka aylantiradi.

4. Tenoo'lchamlarning aniqligi

Tenzodatchikdagi maksimal kuchlanish unig konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi. Mavjud bo'lgan sistemalar bir necha grammdan yuzlab tonnagacha o'lchash imkoniga ega. Bunda sxemateknik qarorlar minimal temperatura o'zgarishlarini ilg'ashga imkon beradi. Zamonaviy tenzodatchiklarda noxizizlikni, qaytarishlilik xatolarini va gisterezisni kamaytirish imkonini beruvchi ikkiyoqlama ko'prik (Kelvin ko'prigi) dan foydalaniladi. Ma'lum darajada datchiklarni konuskuksiyaga o'rnatish jarayonida ko'prikni tanlashda yuqori aniqlik taminlangan bo'lishi kerak. Shuni hisobga olish kerakki sistemada olingan aniqlikka datchiklar, har bir datchikdagi kuch, konstruksiyaning materiali ta'sir qiladi. Kam xatoga yo'l qo'yish datchiklarni konstruksiyaga to'g'ri o'rnatish orqali erishiladi.

5. Tenzodatchiklarning xizmat muddati

Beton ishlab chiqarish uchun tenzodatchiklar zanglamaydigan po'latlardan tayyorlanadi va to'liq germetiklangan, bu ularni har qanday tashqi sharoitlarda, yuqori temperatura sharoitida, to'g'ridan-to'g'ri suv, qor, tuman, yuqori namlik va quyosh nurlarida uzoq vaqt ishlashini taminlaydi. Ishchi harorat diapazoni -40^0 dan $+80^0$ C gacha minimal harorat o'zgarishlari xarakteristikalarini bilan, tegishli ikkinchi darajali tenzoo'lchagichdan foydalanib tenzodatchiklar yordamida og'irlik, deformatsiya, hajm va boshqa fizik parametrlarni o'lchash mumkin.

6. Tenzodatchik kirish signalini hisoblash

Konstruksiyaga o'rnatilgan datchikning kirish signali sathiga ko'pgina faktorlar ta'sir qiladi. Kirish signali sathini ishonchli baholab olish uchun konstruksiya ichidagi kuchlarni minimal o'zgarishlar bazasida va tenzodatchik o'rnatilgan balka yoki element ko'ndalang kesimi qismida oddiy hisoblashlar bajarilishi kerak.

7. Minimal kirish signali

Shunga ishonch hosil qilish kerakki, yetarli va qo'llanilgan signal darajasini datchik butun ishchi diapozonda yetarli kuchni qabul qilayotganligiga ishonch hosil qilish kerak. Praktik qoidaga ko'ra tenzodatchik

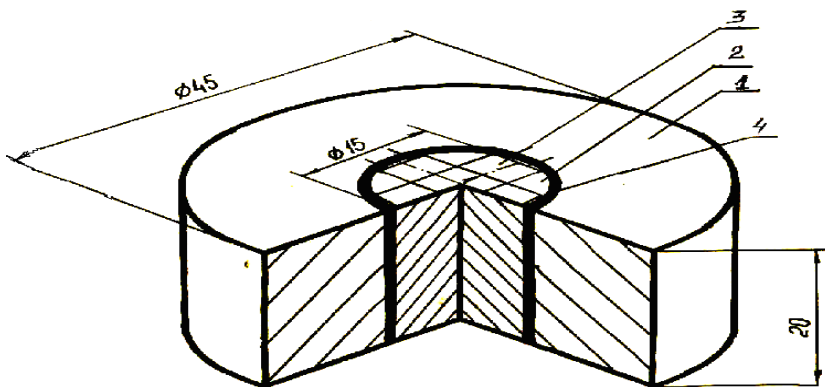
po‘latlar uchun ko‘ndalang kesim maydoni birligiga 15N/mm^2 kuch o‘zgarishlariga ta’sir qilishi kerak (aluminium uchun 5N/mm^2).

8. Ishni bajarish tartibi

Ko‘rpusdagi taglik kuchlanishlari holatini tadqiqotlari o‘tkazildi. Sinashlar modeli namunalarda va bevosita quymalarda olib borildi, kushlanishlar tenzometrik aniqlandi (12.2-rasm). ПДВ–10/100 tenzodatchiklar bir-biriga perpendikulyar bo‘lgan radial yo‘nalishlarda tagliklarga yopishtirildi (12.2-rasm). ИДП–1 jihozi yordamida kompazitning yuza qismini olishdan oldingi va keyingi datchik ko‘rsatkichlari olindi. Ko‘rsatkichdagi farqlar ichki qoldiq kuchlanishlarni hisoblash uchun asos bo‘lib xizmat qildi.

9. Hisobot yozish tartibi

1. Ishning maqsadi.
2. Tenzodatchiklar yordamida ichki qoldiq kuchlanishlarni aniqlash metodikasini yozish.
3. 12.2-Jadvalni to‘ldirish.
4. Xulosalar.



12.2-rasm. Ishchi yuzada kuchlanish holatini tadqiq qilishda asbob asosli bimetal namunalar tagligiga tenzodatchiklar yopishtirish sxemasi: 1-quyma korpus; 2-taglik; 3- ПДВ - 10/100 tenzodatchigi, 4-o‘tish zonasi.

Po‘lat P6M5-po‘lat 40XHMΦЛ kompozitsiyasi ishchi elementi kuchlanish holatini tayyorlash usuliga qarab, shuningdek termik ishlovdan oldingi va keyingi sinash natijalari

Kompozitsiya turi	Ishlab chiqarish	Termik ishlash	Ichki qoldiq kuchlanish, MPa
Po‘lat P6M5-po‘lat 40XHMΦЛ	Presslash	Termik ishlovsiz	
Po‘lat P6M5-po‘lat 40XHMΦЛ	Quyma	Standart termik ishlovli	

10. Tayyorlanish uchun nazorat savollari

1. Qoldiq kuchlanish darajalari.
2. Ichki kuchlanishlarning qayta taqsimlanishida detal bilan qanday hodisa sodir bo‘ladi?
3. Ichki kuchlanishlarni bartaraf etishning eng oddiy usuli.
4. Qoldiq kuchlanishlar homaki shakliga qanchalik uzoq ta‘sir qilishi mumkin?
5. Kichik va o‘rta quymalarni ichki kuchlanishlarni olishni samarali yo‘li nima hisoblanadi?
6. Homakini jiddiy to‘g‘rilash nima?
7. Tenzodatchik nima uchun kerak va uni qayerda ishlatiladi?

Adabiyotlar

1. Уманский Я.С. «Рентгенография металлов» -М.:Металлургиздат, 1990.
2. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., СкаковЮ.А. Рентгенографический и электронографический анализ металлов.-Н: Госиздат по чёрной и светной металлургии, 1983.
3. КачановН.Н., Миркин Л.И. «Рентгеноструктурный анализ поликристаллов» -М.: Машгаз, 1990 г.
4. Нурмуродов С.Д. ва бошқалар. «Материалшунослик» фанидан лаборатория ишлари кўлланмасы (2-қисм), (Физикавий таҳлил усуллари), Тошкент, 1995.

5. Рахштадт А. Материаловедение. I.: Металлургия, 1983.
6. Методы испытания, контроля и исследования машиностроительных материалов. Физические методиисследования. т.л. (справочное пособие) Под А,Т.Туманова. М.: Машиностроение. 1991.
7. Гуляев А.Р. Материаловедение. - М.: Металлургия, 1986.
8. Материаловедение и технология материалов. Под. ред. Г.Р. Фетисова. –М: Высш.шк., 2002.
9. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение, М. : Металлургия, 1983.
10. Коршунова Т.Е. Влияние термической обработки на структуру и свойства углеродистых сплавов. – Владивасток: изд–во. ВГУ-ЕС,1995.
11. Материаловедение и технология материалов. Под. ред. Г. Р. Фетисова. – М: Высш.шк., 2002.
12. Сольнцев Ю.П., Пряхин Е.А. Материаловедение.-СП.б.: Химиздат, 2004.
13. Мухамедов Т.А. Разработка технологии упрочнения и повышения износостойкости тонкостенных дисковых пил хлопковых машин. Ташкент, 1989 г. (рукопис для служебного ползования).
14. Мухамедов Т.А. Выбор материала и технологи термического упрочнения дисковых пил малой тольщини с помощью компьютера - в сб.: Повышение качества, надёжности деталей машин и инструментов совершенствование термической обработки, сварки, литья. - Ташкент, ТашПИ, 1990.
15. Материаловедение/Под.общ.ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Михина. - М: Изд-во. МГТУ им Н.Е. Баумана,2003.
16. Лахтин Ю.М., Леонтева В.П. Материаловедение. М.: Машиностроение. 1990.

Mundarija

1. 1-amaliy mashg'ulot. Elektr xossalari o'lchash usuli bilan qotishmalarning struktura o'zgarishlarini o'rganish.....	3
2. 2-amaliy mashg'ulot. Differentsial termik tahlili yordamida faza o'zgarigalarini o'rganish.....	6
3. 3-amaliy mashg'ulot. Abraziv yeyilishga qarshilik ko'rsatuvchi po'latlarni tanlab olish va puxtalash usullari (EHM yordamida).....	9
4. 4-amaliy mashg'ulot. Rentgen trubka va apparatlarini tuzilishi. Ularni ishga tushirish.....	18
5. 5-amaliy mashg'ulot. Fotousul bilan rentgenostruktura tekshirishda kamerani va sur'at olish sharoitini tanlash.....	25
6. 6-amaliy mashg'ulot. Modda atom tekisliklari oralig'i bo'yicha uning turini aniqlash.....	32
7. 7-amaliy mashg'ulot. Rentgenogramma indekslarini topish.....	34
8. 8-amaliy mashg'ulot. Toblangan po'latda qoldiq austenit miqdorini topish (miqdoriy faza taxlili).....	38
9. 9-amaliy mashg'ulot. Rentgen interferensiya chizig'i kengligi bo'yicha dislokasiyalar zichligini aniqlash	40
10. 10-amaliy mashg'ulot. Martensit panjarasi davrini va undagi uglerod miqdorini topish.....	45
11. 11-amaliy mashg'ulot. Metallarni rentgenostrukturaviy miqdoriy faza tahlili.....	51
12. 12-amaliy mashg'ulot. Bimetall kompozitsiyaning ishchi elementidagi qoldiq kuchlanishlarni aniqlash.....	54
Adabiyotlar	62

Muharrir K. Sidiqova
Musahhih G. Bahromova