

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

**«Eksperimentlarni rejalashtirish va uning natijalariga ishlov berish» fanidan
amaliy mashg‘ulot bajarish uchun uslubiy qo‘llanma**

5A320101-Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi (mashinasozlik)

Toshkent-2017

Tuzuvchilar: t.f.d. S. D. Nurmurodov kat. o'q. G.T. Pardayeva.

«Eksperimentlarni rejalashtirish va uning natijalariga ishlov berish» fanidan amaliy mashg'ulot bajarish uchun uslubiy qo'llanma. –Toshkent: ToshDTU, 2016.- 43b.

«Eksperimentlarni rejalashtirish va uning natijalariga ishlov berish» fanidan amaliy mashg'ulot bajarish uchun uslubiy qo'llanma, 5A320101-Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi (mashinasozlik) magistratura mutaxassisligi o'quv rejasiga muvofiq tuzilgan.

Uslubiy qo'llanmada talabalarni ilmiy-tadqiqot olib borishning umumiy yo'nalishlari bilan tanishtirish, tajribalarni rejalashtirish usullari, olingan natijalarni statistik qayta ishlash va ularni tahlil qilishni o'rgatishdan iborat.

Uslubiy qo'llanma ikki qismdan iborat. Birinchi qismda talabalarga tajribada olingan natijalarni statistik qayta ishlashni o'rgatish. Ikkinchi qismda esa tadqiqot natijalarini matematik rejalash, regressiya tenglamasini tuzish, uning koeffitsiyentlarini hisoblash, ularning statistik ma'noga ega ekanligini tekshirish, matematik modelning adekvatligini tekshirish va javob funksiyasi yordamida “tik ko'tarilish” usulida optimal parametrlarni topishni o'rgatishdan iborat.

Qo'llanmada hisoblash ishlarining umumiy rejasi va EHMdagi dasturi keltirilgan. Amaliy mashg'ulot yakunida talabalar bajarishi lozim bo'lgan topshiriq variantlari berilgan.

Uslubiy qo'llanma nihoyasida zarur adabiyotlar ro'yxati keltirilgan.

Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga ko'ra nashr etildi.

**Taqrizchilar: M. A. Mamatqosimov- t.f.n, Uz FA «Materialshunoslik» instituti k.i.x.
Az. A. Muxamedov- t.f.n, dotsent (TDTU)**

KIRISH

Iste'molchilarga materiallar yarim tayyor ko'rinishda alohida to'plamlarda yetkazib beriladi. Bu to'plamlarda ko'p miqdorda tarkibi kimyoviy bir xil, aynan bir rejimda ishlangan buyumlar bo'lishi mumkin [1].

Bu holda butun to'plam bosh to'plam, bir qism buyumlar yoki namunalari tanlov to'plami deyiladi.

Mexanik sinov natijalari normal tarqalish qonuniga bo'ysunadi [2]. Natijada normal tarqalish qonuni parametrlarini aniqlash lozim.

Normal tarqalish qonuni ikkita parametr orqali ifodalanadi. Bular birinchisi tanlov to'plami matematik qutilish $-\alpha$ va ikkinchisi o'rta kvadratik og'ishi qiymati $-\sigma$. Tanlov to'plami matematik kutilishi va o'rta kvadratik og'ishini eng yaxshi ifodalaydigan kattaliklar mos ravishda tanlov to'plamining o'rta qiymati $-\bar{x}$ va o'rta kvadratik og'ishi qiymati $-\sigma$.

Quyidagilar ma'lum bo'lsa, tajriba ma'lumoti sinalayotgan kattaliklarni to'liq ifodalaydi:

- 1) tanlov to'plami o'rta qiymati $-\bar{x}$ va matematik kutilish ishonchlilik oralig'i;
- 2) tanlov to'plami o'rta kvadratik og'ishi qiymati $-s$ va uning ishonchlilik oralig'i;
- 3) aniqlash nisbiy xatoligi $-k, \%$;
- 4) tanlov to'plami variatsiya koeffitsiyenti $-v$.

Qo'llanmada keltirilgan adabiyotlardan statistik kategoriyalar haqida kengroq ma'lumot olish mumkin.

Mashinasozlik rivoji yangi texnologiyalar yaratishni, mavjudlarini esa takomillashtirishni taqozo etadi. Ularni yaratish va takomillashtirish asosida tajribalar yotadi.

Mashinasozlik ilmiy-texnik taraqqiyotida muhandislik ishlanmalarining ilmiy asoslarini rivojlantirish muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot ishlarida tajribalarni matematik rejalash usullarini qo'llash natijasida masalani qo'yish, tajriba jarayoni va olingan ma'lumotni qayta ishlash uchun sarflanadigan vaqtni, bu ishlarni amalga oshirishga ketadigan xarajatlarni sezilarli darajada kamayishiga olib keladi. Olingan natijalarning aniqligi va sifati yuqori bo'ladi. [3].

Hozirgi vaqtda muhandis uchun ilmiy tadqiqot o'tkazishni bilish zarurat bo'lib qoldi. Buning sababi, ilmiy tadqiqot yordamida mavjud ishlab chiqarishning o'ziga xos tomonlarini, uning samarali bo'lishini ta'minlaydigan omillarni topish mumkin.

1-amaliy mashg'ulot. Sinov uchun namunalarni tanlash, tanlov to'plami namunalari sonini aniqlash

Ishdan maqsad: sinov uchun namunalarni ajratib olishni, tasodifiy sonlar jadvalidan foydalanishni, tanlov to'plamidagi namunalar sonini nomogrammalar yordamida aniqlash usullarini o'rganish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Sinov uchun tanlangan namunalar butun to'plam haqida ma'lumot berishi lozim. Tanlov to'plami tasodifiy bo'lgan holdagina yuqoridagi shart bajariladi. Tanlov to'plami namunalarni ajratib olishda tasodifiy sonlar jadvalidan foydalaniladi [3]. Shu maqsadda dastlab to'plamga kiruvchi barcha namunalar raqamlar bilan belgilanadi. Tasodifiy sonlar jadvalida 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 raqamlari keltirilgan to'rt xonali sonlar mavjud bo'lishi, teng ehtimolligi ta'minlangan. Quyida tasodifiy sonlar (1.1-jadval) jadvali keltirilgan.

Bu jadvaldan foydalanishni misol orqali tushuntiramiz. Misol, 300 dona bimetall matritsa mavjud. Ulardan 6 donasini tanlab olish kerak. Buning uchun ixtiyoriy ravishda ustun va qator tanlab, birinchi uchta raqamni yozib olamiz. Bu tanlov to'plamining birinchi namunasi bo'ladi. Qolgan 5 ta namuna oldindan belgilab qo'yilgan tartib bo'yicha tanlab olinadi:

a) ustun bo'yicha pastga; b) ustun bo'yicha yuqoriga; v) qator bo'yicha o'ngga; g) qator bo'yicha chapga va shu kabi.

Masalan, 3-ustun 2-qatorni tanlab, 2157 raqamini aniqlaymiz. Demak, birinchi matritsa tartib raqami – 215. Uchinchi qoidani qo'llab, qolgan 5 ta namunani aniqlaymiz. Bunda birinchi uchta raqamli 300 dan katta bo'lgan sonlarni o'tkazib yuborib, quyidagi 5 ta sonni aniqlaymiz: 215, 39, 170, 250, 49, 236, raqamlar bilan belgilangan matritsalar berilgan to'plam tasodifiy tanlov to'plamini ifodalaydi.

Tanlov to'plamidagi namunalar sonini aniqlashda, tanlangan namunalar butun to'plamni ifodalashi zarurligini e'tiborga olish kerak. Shu nuqtayi nazardan qaraganda to'plam hajmini kengaytirish yaxshi. Biroq to'plam hajmi kichik bo'lsa, sinov xarajatlari kamayadi va natija olish tezlashadi. Doimo shu ikki shart orasidagi mutanosiblikni ta'minlashga harakat qilish kerak.

Tanlov to'plamidagi namunalar sonini formulalar yordamida hisoblab topish qiyin. Shu sabab tanlov to'plamidagi namunalar soni (n) tanlov asosida topiladi. Ma'lum variatsiya koeffitsiyenti($v, \%$) da belgilangan aniqlik($K, \%$) olish mumkin bo'lsin. Bunda nomogrammalardan foydalanish qulay.

Sinov turiga, material holatiga bog'liq ravishda aynan shunday materiallarni sinashda olingan ma'lumot asosida v va k koeffitsiyentlar qiymatlari belgilanadi.

Tasodifiy sonlar jadvallaridan ko'chirma

T/R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3393	6270	4228	6063	9407	1865	8549	3217	2351	8410
2	9108	2330	2157	7416	0398	6173	1703	8132	9065	6717
3	7891	3590	2502	5945	3402	0491	4328	2365	6175	7695
4	9085	6307	6910	9174	1753	1797	9229	3422	9862	8357
5	2638	2908	6368	0398	5495	3283	0031	5955	6544	3883
6	1313	8338	0623	8600	4950	5414	7131	0134	7211	0651
7	3897	4202	3814	3505	1599	1645	2784	1994	5775	1406
8	4380	9543	1646	2850	8415	9120	8062	2421	5161	4634
9	1618	6309	7909	0874	0401	4301	4517	9197	3350	0434
10	4858	4676	7363	9141	6133	0549	1972	3461	7116	1496
11	5354	9142	0847	5393	5416	6505	7156	5634	9703	6221
12	0905	6986	9396	3975	9255	0537	2479	4589	0562	5345
13	1420	0470	8679	2329	3939	1229	0406	5428	3789	2882
14	3218	9080	6604	1813	8209	7039	2086	3369	4437	3798
15	9697	8431	4387	0622	6893	8788	2320	9358	5904	9539
16	6912	4964	0502	9683	4636	2861	2876	1273	7870	2030
17	4636	7072	4868	0601	3894	7182	8417	2367	7032	1003
18	2515	4734	9878	6761	5636	2949	3979	8050	3430	0635
19	5964	0412	5012	2369	6461	0678	3693	2928	3740	8047
20	7843	1523	7904	1521	1455	7089	8094	9872	0898	7174
21	5192	2571	3643	0707	3434	6818	5729	8614	4298	4129
22	8438	8325	9886	1805	0226	2310	3675	5058	2515	2388
23	8166	6349	0319	5336	6338	2460	6433	0644	7428	8556
24	9158	8263	6504	2562	1160	1526	1816	9690	1215	9590
25	6061	3525	4048	0382	4224	7148	8259	6526	5340	4064

Qabul qilingan hamda koeffitsiyentlar asosida nomogrammadan aniqlangan k larning tavsiya etiladigan qiymatlari 1.2-jadvalda keltirilgan.

2. Ishni bajarish tartibi

2.1. Har bir talaba o'qituvchidan alohida topshiriq oladi.

2.2. Tasodifiy sonlar jadvallaridan foydalanib, tanlov to'plamiga kiruvchi na'munalarni ajratib oladi.

2.3. Nomogrammalar yordamida tanlov to'plami namunalar sonini aniqlaydi.

v va k larning tavsiya etiladigan qiymatlari

Material	Sinov turi	$v, \%$	$K, \%$	n , dona
Asbobsozlik po'latlari muvozanat holatida	Statik sinov	2	3	4
	Dinamik sinov	12	10	8
Asbobsozlik po'lati termik ishlangandan so'ng	Qattiqligini o'lchash	2	3	4
	Siqilish va buralish	4	5	5
	Cho'zilish va egilish	10	10	7
	Zarbiy qovushoqligi	15	10	12
Qattiq qotishmalar	Buyumlarni egilish va siqilishda sinash	14	10	10

3. Hisobotni yozish tartibi

3.1. Topshiriq sharti bayon qilinadi.

3.2. Talaba olgan topshiriq asosida tasodifiy sonlar jadvallaridan foydalanib, tanlov to'plamiga kiruvchi namunalarni qanday ajratib olgani haqida to'liq ma'lumot beradi.

3.3. Tanlov to'plami namunalari sonini aniqlashda foydalangan nomogramma beriladi. Undan qanday foydalanganini tushuntiradi.

4. Nazariy savollar

4.1. Tanlov to'plami deganda nima tushuniladi?

4.2. Tanlov to'plami qachon butun to'plamni ifodalaydi?

4.3. Tanlov to'plamiga kiruvchi namunalarni ajratib olishda, tasodifiy sonlar jadvalidan foydalanishni tushuntirib bering.

4.4. Tanlov to'plami namunalari sonini nomogrammalar yordamida topishni tushuntiring.

4.5. v va k qiymatlarini qanday topilishini tushuntiring.

4.6. v va k larning tavsiya etiladigan qiymatlari qanday parametrlarga bog'liq?

2-amaliy mashg'ulot. Tanlov to'plami asosiy parametrlarini statistik baholash

Ishdan maqsad: sinov natijalarini tartiblashni, tanlov to'plami o'rta qiymatini va o'rta kvadratik og'ish qiymatini hisoblashni, tanlov to'plami uzunligi bo'yicha o'rta kvadratik og'ishini baholashni, tanlov to'plami variatsiyalash koeffitsiyentini aniqlashni o'rganish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Sinov natijalari o'lchash ketma-ketligida olingan tartibsiz sonlar qatoridan iborat bo'ladi. Tadqiqotchi uchun bunday tartibsiz sonlar qatori bilan ish olib borish noqulay.

Shu sababli statistik qayta ishlashda, birinchi qadam olingan natijalarni tartibga keltirishdan boshlanadi. Buning uchun sonlarning ortib borishi tartibida variatsion qator tuziladi.

Variatsion qatorni tuzishda 2.1-jadval ko'rinishida yozish qulay.

2.1-jadval

Variatsiya qatori

Variantlar	Takrorlanish
x_1	n_i
x_1	n_1
x_2	n_2
.	.
.	.
x_k	n_n

2. Tanlov to'plami o'rta qiymatini va o'rta kvadratik og'ishini hisoblash.

Tanlov to'plami o'rta qiymati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_k x_k}{n}, \quad (1)$$

bu yerda $x_1 + x_2 + \dots + x_k$ – tanlov to'plami qiymatlari;

$n_1 + n_2 + \dots + n_k$ – qiymatlarning mos ravishda takrorlanishi.

bunda $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$

Tanlov to'plami o'rta kvadratik og'ishi $n < 30$ bo'lganda, quyidagi formula yordamida topiladi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K n_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Agar $n < 30$ bo'lsa,

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K n_i (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

$\bar{x}$ va s qiymatlarini hisoblashni osonlashtirish maqsadida 2.2-jadvaldan foydalanish qulay.

2.2-jadval

$\bar{x}$ va s kattaliklarni hisoblash

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}_i$	$(x_i - \bar{x}_i)^2$	$n_i(x_i - \bar{x}_i)^2$
1	2	3	4	5	6
	$\Sigma =$	$\Sigma =$			$\Sigma =$

2.3-jadvaldan 1- va 2- ustunlar ko‘chirib olinadi. Uchinchi ustun qiymatlari yig‘indisini n ga bo‘lib, qiymat topiladi. Oltinchi ustun qiymatlari yig‘indisiga bo‘lib S^2 , keyin esa S topiladi.

3. Tanlov to‘plami uzunligi bo‘yicha o‘rta kvadratik og‘ishini baholash

Bu kattalik S_R bilan belgilanadi. U quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$S_R = \frac{R}{\alpha_n}, \quad (4)$$

bu yerda $R = x_{\max} - x_{\min}$

α_n – tanlov to‘plami hajmiga bog‘liq bo‘lgan funksiya, qiymati 2.3-jadvalda keltirilgan.

2.3-jadval

α_n -qiymatlari

№	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
α_n	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078	3,173
n	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
α_n	3,258	3,336	3,407	3,472	3,532	3,588	3,640	3,689	3,735	

$n < 10$ bo‘lganda, baho yaxshi samaraga ega. $n > 10$ bo‘lganda esa S_R ga nisbatan S orqali baholash samaraliroq.

4. Tanlov to‘plami variatsiya koeffitsiyentini aniqlash

Tanlov to'plami o'rta kvadratik og'ishining matematik kutilishga nisbati tasodifiy kattalik bo'lib, variatsiya koeffitsiyenti deyiladi:

$$v_0 = \frac{\sigma}{\alpha} \quad (5)$$

Bu empirik kattalik quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$v = \frac{S}{x} = \frac{S_R}{x} \quad (6)$$

Tanlov to'plami variatsiyalash koeffitsiyenti orqali sinov usuli aniqligini, aniqlanayotgan kattalik nisbiy tarqoqligini, berilgan ehtimollikda zarur bo'lgan aniqlikka erish uchun o'tkazilish lozim bo'lgan sinovlar sonini aniqlash mumkin.

2. Ishni bajarish tartibi

- 2.1. Talaba 1-amaliy ishda olgan topshiriq asosida 1-jadvalni to'ldiradi.
- 2.2. 2-jadval to'ldiriladi. $\bar{x}$ va S qiymatlari hisoblanadi.
- 2.3. Agar zarur bo'lsa aniqlanadi.
- 2.4. v -hisoblanadi.

3. Hisobotni yozish tartibi

- 3.1. Topshiriq sharti bayon qilinadi.
- 3.2. 1- va 2- jadvallar to'ldiriladi.
- 3.3. $\bar{x}$, S , S_R , v qiymatlari topiladi.

4. Nazariy savollar

- 4.1. Sinov natijalarini statistik qayta ishlashda birinchi qadam nimadan boshlanadi?
- 4.2. Tanlov to'plami o'rta qiymati $\bar{x}$ qanday topiladi?
- 4.3. Qanday hollarda S yoki S_K dan foydalanish samaraliroq?
- 4.4. Tanlov to'plami variatsiya koeffitsiyentini aniqlash nima uchun kerak?

3-amaliy mashg'ulot. Sinov natijalarini statistik qayta ishlash.

Ishdan maqsad: sinov natijasidan olingan, yaqqol ajralib turadigan qiymatlarni tanlov to'plamidan chiqazish, tanlov to'plami matematik kutilishi va o'rta kvadratik og'ishi ishonchlilik oralig'ini, matematik kutilishni foizdagi aniqligini topishni o'rganish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Sinov natijasidan olingan, yaqqol ajralib turadigan qiymatlarni tanlov to'plamidan chiqarish. Tadqiqot natijalarining tarqalishi, asosan, sinalayotgan materiallar bir jinsli ekanligi bilan belgilanadi. Ammo ko'pincha sinov paytidagi qo'yilgan xatoliklar, sinov sharoitiga rioya qilmaslik, o'lchashdagi katta xatoliklar, materiallardagi nuqsonlar va boshqa shu kabi sabablar natijasida tarqoqlik judayam katta bo'lishi mumkin. Agar bu og'ishlar sinov paytida me'yordan yuqori bo'lsa, ular shu paytning o'zida sinovda olingan qiymatlar to'plamidan chiqariladi.

Namunalarni sinash davomida bu og'ishlar sezilmasa, ammo olingan alohida qiymatlar ishonchsiz bo'lsa, u holda maxsus mezonlardan foydalaniladi.

Agar mezon kuzatilayotgan qiymati jadval yordamida topiladigan kritik qiymatdan kichik bo'lsa, gipotezaga asosan tanlov to'plamining eng katta yoki kichik qiymati va barcha qiymatlari shu to'plamga tegishli. Aksincha qiymat tanlov to'plamiga tegishli emas.

Faqat bitta tanlov to'plashga tegishli ma'lumot tekshirilayotgan bo'lsa, Grubbs kriteriyasidan foydalanish maqsadga muvofiq [4].

Agar tanlov to'plamining eng katta qiymati ishonchsiz bo'lsa, quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$\omega_1 = \frac{x_n - \bar{x}}{S} \quad (7)$$

Agar tanlov to'plamining eng kichik qiymati ishonchsiz bo'lsa,

$$\omega_2 = \frac{\bar{x} - x_1}{S} \quad (8)$$

ifoda qo'llaniladi.

3.1-jadval yordamida berilgan ma'noga egalik qiymati α va tanlov to'plami hajmi n asosida ω_a topiladi. Agar $\omega \leq \omega_a$ bo'lsa, gipoteza qabul qilinadi, aksincha $\omega \geq \omega_a$ bo'lsa, u rad etiladi. Oxirgi holatda «tozalangan» tanlov to'plami statistik qayta ishlanadi.

3.1-jadval

n	ω_a qiymatlari			n	ω_a qiymatlari		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
3	1,408	1,412	1,414	15	2,326	2,493	2,800
4	1,645	1,689	1,723	16	2,354	2,523	2,837
5	1,791	1,869	1,955	17	2,380	2,551	2,871
6	1,894	1,996	2,130	18	2,404	2,577	2,903
7	1,974	2,093	2,265	19	2,426	2,600	2,932
8	2,041	2,172	2,374	20	2,447	2,623	2,958
9	2,097	2,237	2,464	21	2,467	2,644	2,984
10	2,146	2,294	2,540	22	2,488	2,664	3,008
11	2,190	2,343	2,608	23	2,504	2,683	3,030

12	2,229	2,387	2,683	24	2,520	2,701	3,051
13	2,264	2,426	2,704	25	2,537	2,717	3,071
14	2,297	2,461	2,759				

2. Tanlov to'plami qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlar oralig'ini aniqlash.

Matematik kutilish ishonchlilik oralig'i quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\bar{x} - \frac{S}{\sqrt{n}} t_a v < a < \bar{x} + \frac{S}{\sqrt{n}} t_a v, \quad (9)$$

bu yerda $t_a v$ ma'noga egalik qiymati a va erkinlik darajasi soni bo'lganda Styudent kriteriyasi.

Ishonchlilik oraliqlarini aniqlashda ehtimollik qiymatlari, odatda 0,9, 0,95, 0,99 qabul qilinadi. Ko'pincha, mexanik sinovlarda ehtimollik 0,95 ga teng qilib olinadi.

2.2-jadvalda erkinlik darajasi va ma'noga egalik qiymati K ning turi qiymatlarida Styudent kriteriyasining mos qiymatlari berilgan.

3.2-jadval

v	a		
	0,10	0,05	0,01
1	6,314	12,708	63,657
2	2,920	4,303	9,925
3	2,353	3,182	5,841
4	2,132	2,776	4,604
5	2,015	2,571	4,032
6	1,943	2,447	3,707
7	1,895	2,365	3,499
8	1,860	2,306	3,355
9	1,833	2,262	3,250
10	1,812	2,228	3,169
12	1,782	2,179	3,055
14	1,761	2,145	2,977
16	1,746	2,120	2,927
18	1,734	2,101	2,878
20	1,725	2,086	2,845
22	1,717	2,074	2,819
24	1,711	2,064	2,797
26	1,706	2,058	2,779
28	1,701	2,048	2,763
30	1,697	2,042	2,750
∞	1,645	1,960	2,587

Matematik kutilish ishonchlilik oralig'ini topishda 2.3-jadvaldan foydalanish qulay. Unda η va α ning turli qiymatlari keltirilgan.

3.3-jadval

n	a		
	0,1	0,05	0,01
3	1,69	2,48	5,73
4	1,18	1,59	2,92
5	0,95	1,24	2,06
6	0,82	1,00	1,51
8	0,67	0,84	1,24
10	0,58	0,72	1,03
12	0,52	0,64	0,90
15	0,45	0,55	0,77
20	0,39	0,47	0,64
30	0,31	0,37	0,50

Matematik kutilish foizlardagi aniqligi qiymati quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$K\% = 100 \cdot \frac{t_a \cdot v}{\sqrt{n}} \frac{S}{a} = \frac{t_a \cdot v}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

O'rta kvadratik qiymatdan og'ish ishonchlilik oralig'i quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$S \cdot Z_1 < \sigma < S \cdot Z_2, \quad (11)$$

bu yerda z_1 va z_2 -erkinlik darajasi va ehtimollik soniga bog'liq koeffitsiyentlar bo'lib, ularning mos ravishdagi qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlari 3.4-jadvalda keltirilgan.

z_1 va z_2 ning erkinlik darajasi va ehtimollik soniga bog'liq qiymatlari

3.4-jadval

V	$a = 0.005$ $1 - 2a = 0.99$		$a = 0.25$ $1 - 2a = 0.95$		$a = 0.05$ $1 - 2a = 0.90$	
	Z_1	Z_2	Z_1	Z_2	Z_1	Z_2
1	2	3	4	5	6	7
1	0,356	159,58	0,446	31,91	0,510	15,95
2	0,434	14,12	0,521	6,28	0,578	4,42
3	0,483	6,47	0,566	3,73	0,620	2,92
4	0,519	4,40	0,599	2,87	0,649	2,37
5	0,546	3,48	0,624	2,45	0,672	2,09

6	0,569	2,98	0,644	2,20	0,690	1,92
7	0,588	2,66	0,661	2,04	0,705	1,80
8	0,604	2,44	0,675	1,92	0,718	1,71
9	0,618	2,28	0,688	1,83	0,729	1,65
10	0,630	2,15	0,699	1,75	0,739	1,59
11	0,641	2,06	0,708	1,70	0,748	1,55
12	0,651	1,98	0,717	1,65	0,755	1,52
13	0,660	1,91	0,725	1,61	0,762	1,49
14	0,669	1,85	0,732	1,58	0,769	1,46
15	0,676	1,81	0,739	1,55	0,775	1,44
16	0,683	1,76	0,745	1,52	0,780	1,42
17	0,690	1,73	0,750	1,50	0,785	1,40
18	0,696	1,70	0,756	1,48	0,790	1,38
19	0,702	1,67	0,760	1,46	0,794	1,37
20	0,707	1,64	0,765	1,44	0,798	1,36
21	0,712	1,62	0,769	1,43	0,802	1,35
22	0,717	1,60	0,773	1,42	0,805	1,34
23	0,722	1,58	0,777	1,40	0,809	1,33
24	0,726	1,56	0,781	1,39	0,812	1,32
25	0,730	1,54	0,784	1,38	0,815	1,31
26	0,734	1,53	0,788	1,37	0,818	1,30
27	0,737	1,51	0,791	1,36	0,820	1,20
28	0,741	1,50	0,794	1,35	0,823	1,29
29	0,744	1,49	0,796	1,34	0,825	1,28
50	0,793	1,34	0,837	1,24	0,861	1,20
100	0,845	1,22	0,879	1,16	0,897	1,13

$\bar{x}$ va s kattaliklarni hisoblash uchun jadval

3.5-jadval

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$n_i (x_i - \bar{x})^2$
1	2	3	4	5	6
	$\Sigma =$	$\Sigma =$			$\Sigma =$

2. Ishni bajarish tartibi

2.1. Talaba ikkinchi amaliy mashgʻulotdagi 1-jadvaldan tanlov toʻplamidagi ishonchsiz qiymatni topadi.

2.2. Tegishli ifoda (1 yoki 2) yordamida zarur kattalik aniqlanadi.

- 2.3. Tekshirilayotgan qiymat tanlov to'plamiga tegishli yoki tegishli emasligi 3.4-jadval yordamida aniqlanadi.
- 2.4. Ishonchsiz bo'lgan qiymatdan «tozalangan» tanlov to'plami qiymatlari 3.5-jadvalga ko'chirib olinadi. Tanlov to'plami statistik xarakteristikalarini qaytadan hisoblanadi. Bu ish $\omega \leq \omega_\alpha$ shart bajarilgunga qadar davom ettiriladi.
- 2.5. Matematik kutilish ishonchlilik oraligi aniqlanadi.
- 2.6. Matematik kutilishning foizlardagi aniqligi topiladi.
- 2.7. Tanlov to'plami o'rta kvadratik qiymatlardan og'ish ishonchlilik oraligi aniqlanadi.

3. Hisobotni yozish tartibi

- 3.1. Topshiriq sharti bayon qilinadi.
- 3.2. «Tozalangan» tanlov to'plami qiymatlari 3.5-jadval shaklida beriladi.
- 3.3. Tanlov to'plami statistik xarakteristikalarini hisoblanadi.
- 3.4. Matematik kutilish, uning foizlardagi aniqligi va tanlov to'plami o'rta kvadratik qiymatidan og'ish ishonchlik oraligi tegishli ifodalar yordamida topiladi.

4. Nazariy savollar

- 4.1. Tadqiqot natijalari tarqoqligi nimalarga bog'liq?
- 4.2. Tanlov to'plami ishonchsiz qiymatini chiqarish tartibini tushuntirib bering.
- 4.3. Tanlov to'plami statistik xarakteristikalariga qanday kattaliklar kiradi?
- 4.4. Tanlov to'plami matematik kutilishi va uning foizlardagi aniqligi qanday topiladi?
- 4.5. Tanlov to'plami o'rta kvadratik qiymatidan og'ish ishonchlilik oraligini topish ifodasini yozing va uni tushuntirib bering.

4-amaliy mashg'ulot. Tajriba turlari. Ilmiy tadqiqotda masalani qo'yish. Omil va optimallashtirish parametrlarini tanlash.

Ishdan maqsad: aktiv va passiv tajriba tushunchalari bilan tanishish, ilmiy tadqiqotda masalani qo'yish, omil va optimallashtirish parametrlarini tanlashni o'rganish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

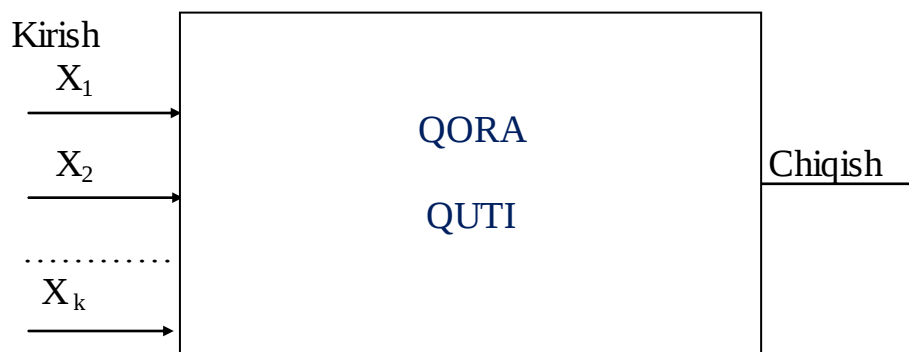
Fan asoslanadigan ilmiy bilimning eng kuchli quroli bu tajribadir. Ilmiy haqiqat ko'p marta qaytariladigan tajribalar natijasida qaror topadi. Tajriba bir qancha sinovlarni o'z ichiga oladi. Tekshirilayotgan hodisa ma'lum sharoitlarda sinalladi va ma'lumot olinadi.

Tekshirilayotgan obyektga ta'sir etadigan o'zaro bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilar yoki boshqacha qilib aytganda, omillar sinov sharoitini belgilaydi.

Tekshirilayotgan ob'yektni 4.1-rasmda ko'rsatilgandek «Qora quti» shaklida tasavvur etish mumkin. Bunda u kirish va chiqish qismlariga ega. Kirish omillari

(material tarkibi, deformatsiyalanish darajasi, termik ishlash rejimlari va boshqalar) –o‘zgartirish mumkin bo‘lgan kattaliklar. Chiqish bog‘liq o‘zgaruvchi u javob funksiyasi (material xossalari) olinadi.

Shuni ta’kidlash lozimki, kiritilayotgan omillar va chiqish javob funksiyasi orasida bog‘liqlik mavjud. Ma’lum kimyoviy tarkibga ega bo‘lgan va aniq rejim bilan ishlov berilgan qotishma o‘ziga xos xossalarga ega bo‘ladi. Ayni shu tarkibga ega bo‘lgan qotishmani boshqacha rejimlarda ishlov berilsa, u ham o‘ziga xos, ya’ni o‘zgacha xossalarga ega bo‘ladi. Demak, kiritilayotgan o‘zgaruvchilarga mos ravishda javob funksiyasi olinadi.



4.1-rasm. Tajribani tasavvur etish uchun tushuntirish chizmasi

Tajribalar natijasida javob funksiyasi aniqlanadi:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (12)$$

bu yerda y – optimallashtirish parametri;

$x_1, x_2, \dots, x_k$ – omillar.

Javob funksiyasining ko‘rinishi noma’lum bo‘lganligi uchun Teylor qatoriga yozamiz:

$$y = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_{ii} x_i^2 + \dots, \quad (13)$$

bu yerda $\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}, \beta_{ii}$ – regressiya koeffitsiyentlari.

Bu ko‘rinishdagi tenglama regressiya tenglamasi deb ataladi. Regressiya tenglamasi tajribalar yordamida topiladi. Buning uchun regressiya koeffitsiyentlari aniqlanadi.

Umumiy holda matematik model quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$y = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_{ii} x_i^2 + \dots, \quad (14)$$

Matematik modelni ko‘rishda turlicha tajribalar o‘tkazilishi mumkin. Agar tadqiqotchi tajriba davomida jarayonning borishiga ta’sir ko‘rsatmasa, faqat x_i ning unga mos qiymatlarini yozib bersa yoki tasodifiy tajriba nuqtalarini tanlasa, tajriba passiv hisoblanadi. Bunday hol juda ko‘p uchraydi. Masalan, boshqa o‘zgaruvchilar qiymatlari doimiy bo‘lgani holda, faqat bitta o‘zgaruvchining ta’siri kuzatiladi.

Keyin esa boshqalari o'zgaras bo'lgani holda, keyingisining ta'siri o'rganiladi. Bunday tajribalarda barcha mumkin bo'lgan variantlarni o'tkazish juda qiyin. Bundan tashqari tanlangan amalning to'g'riligi hech qachon to'liq asoslanmagan bo'ladi. Passiv tajribada statistik usullar u tugagandan keyin qo'llaniladi.

Ko'p yillik tajribalar shuni ko'rsatadiki, bunday yondashish, ayniqsa, optimallashtirish massalarida samarasizdir. Passiv tajriba natijasida o'zgaruvchilar orasida statistik bog'liqlik bor yoki yo'qligini, mos bog'liqlik tenglamasini tuzish mumkin. Tuzilgan tenglamadan interpolyatsiyalash uchun foydalanish mumkin. Masalan, biror qotishmaning mustahkamligi, uning tarkibi va tayyorlash sharoitiga bog'likligini analitik ifodalash mumkin. Biroq olingan matematik modelning koeffitsiyentlarini o'zgartirish, uni optimallashtirish maqsadida ishlatish mumkin emas.

Tadqiqotchi masalani qo'yishda, tajribani rejalashda, jarayonning borishida, olingan natijalarni qayta ishlashda va tajribadan keyin qanday harakat qilish kerakligini belgilashda statistik usullarini qo'llasa, aktiv tajriba deb ataladi. Demak barcha bosqichlarida statistik usullarni qo'llar ekan:

1. Tadqiqot davomida maqsadga muvofiq ravishda o'zgartirib bo'lmaydigan, mahsulot sifatini xarakterlaydigan omillar. Bular xomaki va detallarga oraliq mexanik ishlov berishdagi fizikaviy-mexanik (qattiqlik, materiallar strukturasini), texnologik (kirim, o'lchamlar aniqligi) xarakteristikalaridir;

2. Boshqariladigan omillar. Bular jumlasiga termik ishlov rejimlari, jihozlar mustahkamligi, aniqlik xarakteristikalarini va boshqalar;

3. Boshqarib bo'lmaydigan omillar. Bularga muhit harorati, elektr tarmog'idagi kuchlanishning o'zgarib turishi, xomaki va materiallarning kimyoviy tarkibining boshqarib bo'lmaydigan o'zgarib turishi, vaqt o'tishi bilan jihozlarning xossalari o'zgarishi va boshqalar.

Amallar soniga ko'ra, tajriba bir va ko'p amalli bo'ladi.

Ilmiy tadqiqot bajarilishi lozim bo'lgan ishlarni to'g'ri tasavvur etib, masalani aniq qo'yishdan belgilanadi. Qo'yilgan masalani yechish uchun uni aniq ifoda etish kerak. Ishning maqsadini tadqiqotchi aniq bilishi lozim. Tadqiqot obyekti boshqariladigan bo'lishi kerak. Masalan, biror qotishmaning tarkibini optimallashtirish kerak bo'lsin. Bunda tayyorlanadigan namunalarning kimyoviy tarkibi qattiq bir xil bo'lishi zarur. Agar bu qandaydir biror aybga ko'ra mumkin bo'lmasa, tajribalarni rejalashtirish usullarini qo'llash befoyda.

Optimallashtirish kattaligi bir qancha talablarga javob berishi kerak:

- aniq fizik mohiyatga ega bo'lishi;
- haqiqatda optimumni ifodalash;
- sonlar bilan berilishi;
- statistik samarali bo'lishi.

Doimo optimallashtirish kattaligi bitta bo'lishiga intilishi zarur. Taassuflar bo'lsinki, materialshunoslikda ko'pincha bir nechta kattaliklar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Masalan, ayrim hollarda faqat yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan qotishma qidiriladi. Shu bilan birga u yetarli darajada plastik zangbardosh, yaxshi quymakorlik va boshqa shu kabi xossalarga ega bo'lishi lozim.

Bunday hollarda optimallashtirish kattaliklari mumkin qadar kamaytiriladi. Agar optimallashtirish kattaligi bir nechta bo'ladigan bo'lsa, u holda qanoatlaniradigan masalani yechish zarur. Buning uchun analitik usullar (tanlash Lagranj, noaniq

ko‘paytiruvchilari, chiziqli dasturlash va boshqalar) ni yoki grafiklar (masalan, ikki o‘lchamli yuzalar analizi) yordamida yechiladi.

Masalan, quyida biror kuchli ta‘sir etuvchi omil tushirib qoldirilgan bo‘lsa, optimumni izlash o‘z ma‘nosini yo‘qotadi. Shu sababga ko‘ra, birinchi bosqichda barcha omillarni hisobga olish kerak. Ko‘pincha tanlangan omillar soni juda ko‘payib ketadi. Bu holda omillar ta‘sirilarining muhimligiga qarab tanlanadi. Masalan, tasodifiy balans usulida omilning optimallashtirish parametriga ta‘sirini o‘rganadi. Natijada omil ta‘sirida optimallashtirish parametri o‘sib yoki kamayib borishi aniqlanadi. Bu esa tajribada ishtirok etishi kerak bo‘lgan omillarning qaysi bir qismini e‘tiborga olishi kerakligini ko‘rsatadi. Tajriba davomida biror sababga ko‘ra e‘tiborga olish mumkin bo‘lmagan omil, barcha sinovlarda doimiy qiymatda ishtirok etadi.

Tajribada qatnashadigan omillar tanlab olingandan keyin ularning qiymatlari va variatsiyalash oralig‘i qiymatlari aniqlanadi. Asosiy qiymatga variatsiyalash oralig‘i qiymatini qo‘shish yuqori, ayirish esa quyi qiymatni beradi. Omillar yuqori qiymatini + 1 yoki +, quyi qiymatini – 1 yoki –, asosiy qiymatni – 0 deb belgilash qulay. Shu sababli omillar kodlanadi. Omillar haqiqiy (x_i), uning kod qiymati (x_i) bilan quyidagiga bog‘langan:

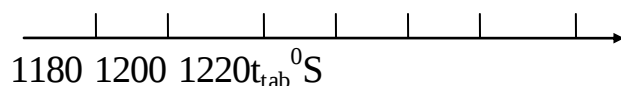
$$x_i = \frac{x_i - x_{10}}{dx_i}, \quad (15)$$

bu yerda x_{10} – omil asosiy qiymati;

dx_i – variatsiyalash oralig‘i qiymati.

Masalan, toblash temperaturasi asosiy qiymati 1200°S bo‘lsin. Variatsiyalash oralig‘i qiymati $t\ 20^{\circ}\text{S}$ olinsin. U holda haqiqiy va kodlangan qiymatlar orasidagi munosabatni koordinatalar o‘qida quyidagi ko‘rinishda tasvirlash mumkin:

- 1 0 +1 X



Yoki analitik ravishda:

$$X = [t_{tab} - 1200] \frac{20}{20} \quad (16)$$

Variatsiyalash oralig‘i qiymatiga ma‘lum chegaralash kiritish zarur. Iloji boricha tajriba birinchi bosqichda, variatsiyalash oralig‘i qiymatini keyin olgan ma‘qul. Chunki u qanchalik kichik bo‘lsa, charxli approksimiyalash qulay. Biroq u omilning aniqlik qiymatidan kichik bo‘lmasligi kerak. Aks holda omilning yuqori va quyi qiymatlari farqlanmay qoladi. Masalan, toblash temperaturasi 1200°C , variatsiyalash oralig‘i qiymati $t\ 5^{\circ}\text{C}$ bo‘ladi. Bunday yuqori haroratda $t\ 15^{\circ}\text{C}$ dan katta bo‘lgan aniqlikda temperaturani o‘rnatish juda qiyin. Tabiiyki toblash temperaturasi haqiqiy qiymati $t\ 1190^{\circ}\text{C}$ yoki $t\ 1200^{\circ}\text{S}$ ga teng deb aytishimiz noto‘g‘ri bo‘ladi. Chunki ular orasidagi farq juda kichik.

Omil aniqligi oʻrta kvadratik xatoligining ikkilangan qiymatidan katta boʻlmagan. Son variatsiyalash oraligʻini qiymat sifatida qabul qilish keng tarqalgan.

2. Ishni bajarish tartibi

- 2.1. Har bir talaba oʻqituvchidan alohida topshiriq oladi.
- 2.2. Olgan topshiriq mazmuni, qoʻyilgan masala tushuntiriladi.
- 2.3. Qoʻyilgan masaladagi omillar va optimallashtirish parametri koʻrsatiladi.
- 2.4. Omillar haqiqiy va kodlangan qiymatlari koordinatalar oʻqida koʻrsatiladi.
- 2.5. Omillar kodlangan qiymatlari (1)-ifoda yordamida topiladi.

3. Hisobot yozish tartibi

- 3.1. Topshiriq mazmuni bayon qilinadi.
- 3.2. Aktiv va passiv tajriba haqida maʼlumot beriladi.
- 3.3. Tajribadagi qoʻyilgan masala, omillar va optimallashtirish parametri koʻrsatiladi.
- 3.4. Omillar kodlangan qiymatlari 1-ifoda yordamida topiladi.
- 3.5. Omillar kodlangan va haqiqiy qiymatlari koordinatalar oʻqida keltiriladi.
- 3.6. Variatsiyalash oraligʻi qiymati haqida maʼlumot beriladi.

4. Nazariy savollar

- 4.1. Tajriba haqida tushuncha bering.
- 4.2. Aktiv va passiv tajriba.
- 4.3. Aktiv tajriba qanday afzalliklarga ega?
- 4.4. Texnologik tadqiqotda omillar nechta guruhga boʻlinadi?
- 4.5. Optimallashtirish parametri qanday talablarga javob berishi kerak?
- 4.6. Omillar qiymatlari nima uchun kodlanadi, tushuntirib bering.

5-amaliy mashgʻulot. Tajriba rejasini tuzish, uni oʻtkazish va matematik modelni qurish

Ishdan maqsad: tajriba rejasini tuzishni (oʻrganishni), sinov dispersiyasini hisoblashni, matematik modelni koʻrish va uning koeffitsiyentlarini hisoblashni oʻrganish.

1. Qisqacha nazariy maʼlumot

Tajribada ishtirok etadigan omillar va optimallashtirish parametrlari aniqlangandan keyin uning rejasini tuziladi. Misol uchun 2 ta omilli tajribani koʻrsataylik. Bunda barcha mumkin boʻlgan kombinatsiyalar quyidagi toʻrtta sinovda amalga oshiriladi. (5.1-jadval)

Sinov turi	X ₁	X ₂	U	Qatorlar shartli belgilanishi
1	+1	+1	u ₁	av
2	-1	+1	u ₂	v
3	+1	-1	u ₃	a
4	-1	-1	u ₄	(I)

Keltirilgan jadvalda qatorlar turli kombinatsiyalardan sinovlarni, ustunlar esa ularning qiymatlarini belgilaydi. Birinchi sinovda ikkala omil ham yuqori, ikkinchida X₁ quyi, X₂ yuqori, uchinchida X₁ yuqori, X₂ quyi, to‘rtinchida ikkalasi ham quyi qiymatlarini qabul qilgan.

Bunday ko‘rinishdagi jadval tajriba rejasi matritsasi deb ataladi. Omillar barcha mumkin bo‘lgan kombinatsiyalarini amalga oshirib o‘tkazilgan tajriba to‘liq omilli tajriba deb ataladi.

Rejalash matritsasini shartli ravishda belgilar bilan yozish mumkin. Buning uchun omil lotin harflari bilan x₁ – a, x₂ – b, x₃ – s va hokazo belgilanadi. Rejalash matritsasi qatorlarini yozishda omil yuqori qiymatini qabul qilgan holdagi harflar bilan belgilanadi. Sinovda omillar quyi qiymatlarini qabul qilganda (1) kabi belgilanadi.

5.1-jadvalda keltirilgan rejalash matritsasini quyidagicha yozish mumkin:

ab; b; a; (1)

abb, a (1)

Agar omillar qabul qilinishi mumkin bo‘lgan qiymatlari soni 2 ga teng bo‘lsa, sinovlar soni to‘liq omilli tajribada quyidagicha topiladi.

$$n = 2^k, \quad (17)$$

bu yerda n - sinovlar soni 2 qabul qilishi mumkin bo‘lgan qiymatlar soni; k - omillar soni. Agar k=3 ga teng bo‘lsa, $n = 2^3 = 8$. Demak o‘tkazilishi zarur bo‘lgan sinovlar soni 8 ga teng. U holda tajribani o‘tkazish rejasi 2-jadval ko‘rinishga ega bo‘ladi.

N	X	δ	h	N _i	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	δ _{sd} MPa
Sinov		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	U
1	+	+	+	+	+	+	+	+	762
2	+	+	-	+	-	+	-	-	576
3	+	-	+	+	-	-	+	-	708
4	+	-	-	+	+	-	-	+	558
5	+	+	+	-	+	-	-	-	552
6	+	+	-	-	-	-	+	+	443

7	+	-	+	-	-	+	-	+	432
8	+	-	-	-	+	+	+	-	336

$n = 2^3$ ko‘rinishidagi to‘liq omillar amalga oshirish natijasida regressiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$y = 238 + 14,7X_1 - 21,5X_2 + 94X_3 + 2X_4 - 2,5X_5 - 8,7X_6 + 7,2X_7 \quad (18)$$

Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarini ma’noga ega ekanligi tekshirilgandan keyin quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$y = 238 + 14,7X_1 - 21,5X_2 + 94X_3 - 8,7X_6 + 7,2X_7 \quad (19)$$

2. Ishni bajarish tartibi

- 2.1. Har bir talaba o‘qituvchidan alohida topshiriq oladi.
- 2.2. Olgan topshiriq mazmuni, qo‘yilgan masala tushuntiriladi.
- 2.3. Har bir talaba berilgan topshiriq bo‘yicha tajriba rejasini tuzadi.
- 2.4. Tuzgan rejasi bo‘yicha tajribani amalga oshiradi.
- 2.5. Tajriba natijasida matematik model tuziladi.
- 2.6. Matematik model tahlil qilinadi.

3. Hisobot yozish tartibi

- 3.1. Topshiriq mazmuni bayon qilinadi.
- 3.2. Tajriba o‘tkazish rejasi beriladi.
- 3.3. Tajriba natijasida olingan matematik model keltiriladi.
- 3.4. Matematik model tahlili bayon qilinadi.

4. Nazariy savollar

- 4.1. Matematik reja nima?
- 4.2. Tajribalarni rejalash deganda nimani tushunasiz?
- 4.3. Matematik model koeffitsiyentlari ta’sirini tushuntiring.
- 4.4. Koeffitsiyent miqdori nimani anglatadi?
- 4.5. Regressiya tenglamasidagi manfiy yoki musbat ishora nimani anglatadi?

6-amaliy mashg‘ulot. Matematik model koeffitsiyentlari dispersiyasini hisoblash va ularning mohiyatga ega ekanligini va matematik modelning adekvat ekanligini tekshirish

Ishdan maqsad: matematik model koeffitsiyentli dispersiyasini hisoblash koeffitsiyentlar statistik mohiyatga ega ekanligi va matematik model adekvat ekanligini tekshirishni o‘rganish.

1. Qisqacha nazariy ma’lumot

Matematik model koeffitsiyentlari dispersiyasi quyidagicha topiladi:

$$S^2_{b_i} = \frac{s^2}{n}, \quad (20)$$

bu yerda s^2 – sinovlar dispersiyasi; n – sinovlar soni.

1. Hisoblab topilgan koeffitsiyentlar miqdori optimallashtirish parametriga omillar ta'sir kuchini belgilaydi. Koeffitsiyent miqdori qanchalik katta bo'lsa, optimallashtirish parametriga omilning ta'sir kuchi shunchalik kuchli bo'ladi. Agar koeffitsiyent musbat ishorali bo'lsa, omil ta'siri kattalashishi bilan optimallashtirish parametri yuzining haqiqat qiymati yaqinlashib boradi. Aksincha, koeffitsiyent miqdoriy ishorali bo'lsa, omil ta'sirini kuchaytirish bilan optimallashtirish parametri o'zining haqiqiy qiymatidan uzoqlashadi.

2. Matematik model koeffitsiyentlari hisoblangandan keyin, har biri statistik ma'noga ega ekanligi tekshiriladi. Buning uchun (1)-ifoda yordamida koeffitsiyentlar aniqlash dispersiyasi topiladi. Shuni ta'kidlash zarurki, to'liq omilli tajribada barcha koeffitsiyentlar dispersiyasi bir xil.

Koeffitsiyentlar statistik ma'noga ega ekanligini ikkita teng bahoga ega usullar bilan aniqlash mumkin.

Birinchi holda koeffitsiyentlar absolyut qiymatlari, ularning ishonchlik oralig'i bilan taqqoslanadi. U quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi.

$$\Delta h_i = t \cdot S \cdot h_i, \quad (21)$$

bu yerda t - statistik baholash mezonini bo'lib, u jadvaldan (6.1-jadval) sinov dispersiyasini aniqlashda ma'noga egalik qiymati va erkinlik darajasi soniga bog'liq holda aniqlanadi. T - kriteriya qiymati.

6.1-jadval

Erkinlik darajasi soni (t)	Ma'noga egalik qiymati		
	0,1	0,05	0,01
1			
2			

Matematik modelning ma'noga ega bo'lmagan koeffitsiyentlari tushirilib qoldiriladi.

3. Matematik model koeffitsiyentlari statistik ma'noga ega ekanligi tekshirilgandan keyin uni statistik tahlil qilishga kirishiladi. Shu maqsadda olingan tenglama adekvatligi to'g'risida gipoteza topshiriladi. Boshqacha qilib aytganda, matematik model bilan sharoit uchun yaroqliligi yoki bundan murakkabroq model zarurmi degan savolga javob qidiriladi.

Ko'pincha Fisher kriteriyasi yordamida matematik model adekvatligi to'g'risida gipoteza tekshiriladi. U quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi.

$$F_{f_2, f_1}^{his} = \frac{S_{ad}^2}{S^2}, \quad (22)$$

bu yerda S^2 - erkinlik daraja soni t_1 bo'lgandagi sinov dispersiyasi; S_{ag} - adekvatlik dispersiyasi yoki qoldiq dispersiyasi.

Adekvatlik dispersiyasi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi.

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{u=1}^n (Y_{u his} - Y_{u taj})^2}{f_2}, \quad (23)$$

bu yerda $Y_{u his} - Y_{u taj}$ - u sinovda topilgan optimallashtirish parametri hisobot va tajribaviy qiymatlari;

f_2 - adekvatlik dispersiyasini aniqlashdagi erkinlik darajasi soni.

Adekvatlik dispersiyasini aniqlashdagi erkinlik darajasi soni quyidagicha topiladi:

bu yerda n - sinovlar soni, k - tenglamadagi koeffitsiyentlar soni (b_0 hisobga olgan holda).

Fisher kriteriyasi topilgan matematik model bashorat qilish dispersiyasining sinov dispersiyasiga munosabatini belgilaydi. Boshqacha qilib aytganda, matematik model yordamida topilgan natija necha marta sinov natijasidan farq qiladi.

6.2-jadval

Suratdagi erkinlik darajasi	1	2	3	4	5	6
Maxrajdagi erkinlik darajasi						
1						
2						

Agar Fisher kriteriyasi hisobot qiymati (F^{his}) uning jadvaldan topilgan qiymatidan katta bo'lmasa, matematik model adekvat bo'ladi.

$$f_2 = n - K^1 \quad (24)$$

Ma'noga egalik qiymati 0,05 (yuqori qator) va 0,01 (quyi qator) bo'lgandagi Fisher kriteriyasi qiymatlari.

2. Ishni bajarish tartibi

2.1. 2-amaliy mashg'ulotda topilgan matematik model yozib olinadi.

2.2. 1-ifoda yordamida matematik model koeffitsiyentlarini dispersiyasi hisoblanadi.

2.3. 3-ifoda yordamida matematik model koeffitsiyentlarini aniqlashdagi o'rta kvadratik xatolik topiladi.

2.4. Matematik model koeffitsiyentlari statistik ma'noga ega ekanligi berilgan usullar yordamida aniqlanadi.

2.5. Matematik modelning ma'noga ega bo'lmagan koeffitsiyentlari, regressiya tenglamasidan tushirib qoldiriladi.

7-amaliy mashg'ulot. Javob funksiyasi yordamida «tik-ko'tarilish» (Boks-Uilson) usulida optimallashtirish parametrini topish.

Ishdan maqsad: Boks-Uilson usulida optimallashtirish parametrini topishni o'rganish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Tajribaning birinchi bosqichidan keyin chiziqli tenglilik – javob funksiyasiga ega bo'ladi. U quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k \quad (25)$$

Optimallashtirish parametrining yuqori qiymatiga erishish mumkin bo'lgan eng qisqa yo'l – bu funksiya (1) hosilasining yuqori qiymatini ta'minlaydigan yo'ldir. Boshqacha aytganda, gradiyent yo'nalishida harakatdir.

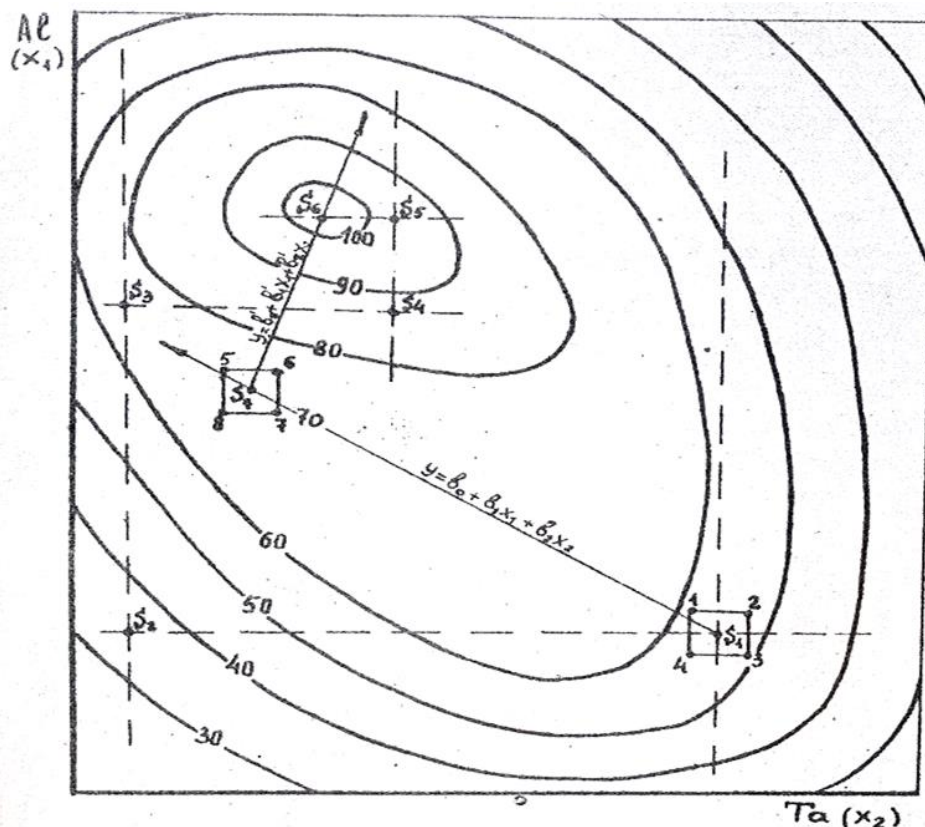
Quyidagi vektor gruppasi gradiyenti deb ataladi.

1-ifodadan ko'rinib turibdiki, har bir X_i o'zgaruvchi bo'yicha chiziqli dispersiya xusumat xonasiga mos ravishda b_i koeffitsiyentiga teng.

$$j_{rady} = b_1i + b_1j + \dots + b_1m \quad (26)$$

Demak, gradiyent bo'yicha harakat qilish uchun ishoralarni hisobga olgan holda koeffitsiyentlar qiymatlariga proporsional ravishda koordinata o'qlaridagi omillar ($i, j, \dots, m$) qiymatlari o'zgarib borishi zarur.

«Tik ko'tarilish» usulida hisob ishlarini olib borishni bir omilli oddiy misolda tushuntiramiz.



7.1-rasm. Gradiyent yo‘nalishda nuqtalarni hisoblab topish.

Yuqori mustahkamlikka ega nikel asosidagi qotishmani uning tarkibidagi alyuminiy va tantal elementlari miqdorini o‘zgartirgan holda topish talab etilsin. Nikel qotishmasi tarkibidagi alyuminiy va tantal elementlariga bog‘liq ravishda mustahkamligi 1-rasmda ko‘rsatilgandek bo‘lsin. Albatta, tadqiqotchi buni oldindan bilmaydi.

Tadqiqotchi nimagadir asoslangan holda tajribani S_1 nuqtadan boshlasin. Odatda, tajribada bir element miqdori doimiy saqlangan holda ikkinchisining miqdori o‘zgartirilib boriladi. Tajribani bunday boshlash 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, optimal mustahkamlikka ega (S_6) tarkibni umuman topish mumkin bo‘lmaydi. S_1 nuqta bo‘yicha turli taraflarga harakat qotishmani sezilarli darajada mustahkamligining oshishiga olib kelmaydi. Agar tadqiqotchi 1-rasmdagi S_2 nuqtaga o‘tsa, optimal mustahkamlikka ega qotishmani topishi mumkin. Biroq bu yo‘l juda uzun (S_2 - S_3 - S_4 - S_5 - S_6) bo‘ladi. Xuddi shu masala tadqiqotlarni matematik rejalash usulida quyidagicha yechiladi. Tadqiqotchi S_1 nuqta atrofida to‘rtta tajriba o‘tkazadi. Natijada regressiya tenglamasini tuzadi:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots b_kx_k \quad (27)$$

Tadqiqotchi bu tenglama orqali qotishma tarkibidagi alyuminiy va tantal elementlari miqdorining o‘zgarishi xarakteri qotishma mustahkamligiga ta’sir gradiyentini aniqlaydi. S_7 nuqta atrofida bir nechta qo‘shimcha tajribalar o‘tkazib, javob funksiya bo‘yicha gradiyent yo‘nalishida chiziqli yaqinlashish orqali tik ko‘tarilish usulida S_6 nuqtani topadi. Optimal mustahkamlikka ega nikel-alyuminiy-tantal asosidagi qotishmani topish uchun ikki seriyadan iborat tajriba o‘tkazish kifoya qildi. Bu usul 1953-yilda amerikalik kimyogar va matematik olim Boks

tomonidan taklif etilgan.

Tajriba qiymatlarini 7.1-jadval ko‘rinishida berish qulay.

7.1-jadval.

«Tik-ko‘tarilish» usulida optimallashtirish

Omilar	X_1	X_2	...	X_i	Optimallashtirish parametri
h_i					
$\Delta x h_i$					
Qadam Δi					
Xayoliy sinov					
Bajarilgan sinov					

Son bilan ifodalab bo‘lmaydigan omillar uchun sinov har bir asosiy qiymatda navbat bilan qaytariladi yoki eng yaxshisi topiladi. Ma’noga ega bo‘lmagan omillar oraliqda qiymatlari bir xil ushlab turiladi. Gradiyentga harakatda bu omillar ishtirok etmaydi. Agar qandaydir sababga ko‘ra, omil qiymatini kattalashtirish mumkin bo‘lmasa (masalan, toblash temperaturasini solidus chizig‘idan yuqorida bo‘lishi), u holda omil o‘sish qiymatida ushlab turiladi. Qolgan omillar bo‘yicha harakat davom ettiriladi.

Agar tik ko‘tarilish usuli samarali tugasa, u holda tajriba (tadqiqotchini natija qoniqtirsa) to‘xtatiladi yoki davom ettiriladi. Navbatdagi tajribalarda oldingi sinovlarda eng yaxshi natija bergan sinov sharti yangi asosiy qiymat sifatida ishlatiladi. Uning atrofida yangi chiziqli reja amalga oshiriladi. Keyin «tik-ko‘tarilish» usuli qo‘llaniladi. Bu ish optimal parametrga erishguncha davom ettiriladi.

2. Ishni bajarish tartibi

- 2.1. Har bir talaba o‘qituvchidan alohida topshiriq oladi.
- 2.2. Zarur omil qadami tanlanadi.
- 2.3. Qolgan omillar qadamlari 4-ifoda yordamida topiladi.
- 2.4. 7.1-jadval to‘ldiriladi.
- 2.5. Xulosa yoziladi.

3. Hisobot yozish tartibi

- 3.1. Topshiriq sharti bayon qilinadi.
- 3.2. 1-jadval to‘ldiriladi va xulosa yoziladi.

4. Nazariy savollar

- 4.1. Gradient haqida tushuncha bering.
- 4.2. Boks Uilson usulini tushuntiring.
- 4.3. Omillar qadamini topishni tushuntirib bering.
- 4.4. «Tik-ko‘tarilish» usulida optimumni topish uchun harakat qachon tugallangan hisoblanadi?

8-amaliy mashg'ulot. Bimetall kompozit ishchi elementidagi qoldiq kuchlanishni aniqlash

Ishdan maqsad: tenzodatchiklar yordamida ichki qoldiq kuchlanishlarni aniqlash metodikasini o'rganish. Tenzodatchiklar yordamida ichki qoldiq kuchlanishlarga sinovlarni o'tkazish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Ishni bajarish uchun: tezkesar po'lat P6M5–po'lat 40XNMFL; bimetall quyma kompozit namunasi; mexanik ishlov berish yo'li bilan tayyorlangan po'lat R6M5–po'lat 40XNMFL namunasi; UMM–5 pressi; quyma va mexanik ishlov orqali olingan namunalar qo'yilma qismini siljitish uchun moslama; termik ishlash uchun pech; IDI–1 qurilmasi; PDV–10/100 tenzodatchiklar.

IDI–1 jihozi (8.1-rasm) uni shixtaga montaj va demontaj qilishni ancha yengillashtiruvchi birlashtiruvchi klemmalarga ega. Ruxsat etilgan kuchlanishlar diapazoni 10...36V. O'zgartirgich iste'molining maksimal quvvati - 2Vt. 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 - 100kOm. To'kini o'lchashdagi kirish qarshiligi - 121 Om. Kiruvchi qurilmalarning soni va turi ikkita, tranzistorli VU400 mA uchun kuchlanishning maksimal qiymati - 60V. O'lchashdagi xatolik $\pm 0,25\%$. ИДИ–1 4-razryadli indikatorga ega. 5-razryad "minus" be'lgisi indikatsiyasi uchun zaxiralangan. «HOLD» – funksiya. «HOLD» yoqilgan; «ВЫХ.1» – chiqish. 1 yoqilgan; «ВЫХ.2» – chiqish, 2 yoqilgan.



8.1-rasm. ИДИ–1 jihozi

“PROG” tugmasi:

- «PROGRAMMIROVANIE» tartibiga kirish;
- jihozning boshlang'ich parametr qiymatlarini ko'rish.

“HOLD” tugmasi:

- «HOLD» funksiyasini faollashtirish;
- jihoz ko'rsatkichlarini xotirada saqlash;

– xotiradagi qiymatlarni ko‘rish.

“Верх”, “ВНИЗ” tugmasi:

– Jihozni bir parametrdan boshqasiga o‘tishi;

– o‘zgarayotgan parametr qiymatlarining ko‘payishi yoki kamayishi.

ИДЦ- 1 jihozi rostdash parametrlari va belgilangan qiymatlari nomlanishi 8.1-jadvalda keltirilgan.

Xomakining katta qismini o‘z ichiga olgan birlamchi; kristallar, donalar va mikroskopik hajmlarda hosil bo‘ladigan ikkilamchi; kristal panjaralarning katakchalari uchun xarakterli uchlamchi oldi kuchlanishlarga bo‘linadi. Mexanik ishlov berishda xomakidan ortiqcha metall qismi olib tashlanayotganda ichki oldi kuchlanishlar qayta taqsimlanishi sodir bo‘ladi, ularning vaqtinchalik muvozanati buziladi. Bu yerda asosiy rolni birinchi darajali kuchlanishlar o‘ynaydi. Kuchlanishlarning taqsimlanish kattaligi va xarakteri xomakining konfiguratsiyasiga, uning gabarit o‘lchamlariga va alohida elementlarning o‘lchamlari nisbatiga, dastlabki xomakini olish turiga va boshqa omillarga bog‘liq. Katta oldi kuchlanishlar dastlabki xomaklarda quyish, bolg‘alash, shtamplab olishda xomaki 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 tarkibiy o‘zgarishlari va diffuzion jarayonlar ham turli darajadagi oldi kuchlanishlarni paydo bo‘lishiga olib keladi.

Juda noqulay holatlarda oldi kuchlanishlar nafaqat xomaki shaklining buzilishi, egilganlik va boshqalar, balki yoriqlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Metall yuza qismini kesish oldin muvozanatlangan kuchlardan xalos qiladi va old kuchlanishlar xomakini deformatsiyalaydi. Kesish jarayonining o‘zi yuza qatlami plastik deformatsiya va kesish zonasining qizishi natijasi sifatida oldi kuchlanishlarning manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Ichki kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi bir pasda ro‘y bermaydi, balki asta-sekin kuzatiladi. Shu sababli yarim tayyor va tayyor detalning shaklida doimiy o‘zgarishlar sodir bo‘ladi. Amalda shunday hollar bo‘ladiki, katta qoldiq kuchlanishga ega dastlabki mahsulot oraliq ishlovlarda o‘tadi. Ishlovdan o‘tish jarayonida mahsulotdagi mavjud ichki kuchlanishlar qisman qayta taqsimlanadi. Bunda shakldagi kamchiliklar toza ishlovda bartaraf qilinadi. Tayyor bo‘lgan detal, agar u yaroqli bo‘lsa, mashinaga o‘rnatiladi. Bir qancha vaqtdan keyin ishlatishda detal tez yeyilayotganligi aniqlanadi. Buning sababi, detalga to‘liq ishlov berilgandan keyin sodir bo‘lgan uning deformatsiyasidir.

8.2-jadval

ИДЦ–1 jihozining rostdash parametrlari va ruxsat etilgan qiymatlarining nomlanishi

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	– 9999 ... +9999

indikatsiyalangan qiymat	
A1–3. Maksimal kirish signalidagi indikatsiyalangan qiymat	– 9999 ... +9999
A1–4. OLD funksiyalarini sozlash	0; 1; 2; 3; 4
o1–1. №1 kirish qurilmasining logika turini sozlash	OFF; U; P
o1–2. №1 kirish qurilmasini ishlab ketishining pastki darajasi	– 9999 ... +9999
o1–3. №1 kirish qurilmasi ishlab ketishining yuqori darajasi	– 9999 ... +9999
o2–1. №2 kirish jihozining logika turini sozlash	OFF; U; P
o2–2. №2 kirish jihozi ishlab ketishining pastki darajasi	– 9999 ... +9999
o2–3. №2 kirish jihozi ishlab ketishining yuqori darajasi	– 9999 ... +9999

Mana nima uchun ichki kuchlanishlarni bartaraf etishga jiddiy e'tibor berish kerak. Ichki kuchlanishlarni bartaraf etishning eng oddiy yo'li kesish ishlarini bir necha pog'onaga bo'lish kerak. Birinchi pog'onada xomaki yuzasida katta bo'lmagan qismlarni chiqarib qoralama ishlari bajariladi. Keyin xomakini yarim toza ishlovga beriladi va uchinchi bosqichda toza ishlov bilan detalni tayyorlash tugatiladi. Odatda detallarga partiyalab ishlov beriladi, qoralama, yarim toza va toza ishlovlar turli dastgohlarda olib boriladi, ayrim hollarda har xil sexlarda, bunda qoralama va yarim toza ishlovlar orasida belgilangan vatq o'tadi. Bu vatq ichida xomakilarida ichki kuchlanishlarning qayta kuchlanishi va deformatsiyasi sodir bo'ladi. Qoralama va toza ishlovlar orasidagi vatq qancha katta bo'lsa, tayyor detal shaklining buzilish xavfi shuncha kam bo'ladi. Xomakilarni uzoq vaqt davomida ichki oldi kuchlanishlarini olish uchun tashlab o'yish tabiiy qurilish deyiladi. Tabiiy qurilish jarayoni juda sekin. Shuni aytish kerakki, qiyin quymalardagi oldi kuchlanishlarning asosiy qismi ikki-uch oy davomida olinadi. Bundan keyin ham bir necha oydan so'ng olgan kuchlanishlar xomaki shakliga ta'sir qilishi mumkin.

Tabiiy qurilishning ko'p oylik davomiyligi ishlab chiqarish siklini juda uzoqlashtirib yuboradi, tejimli emas, tugallanmay qolish hajmini oshishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Aylanma mablag'larni aylanishi kamayadi, shuning uchun tabiiy qurilish, asosan, juda muhim bo'lgan quymalarda, masalan, dastgohlar staninalarining xomakilarida qo'llaniladi. Kuchlanishlarni qayta taqsimlanishi va olishni tezlashtirish uchun tiklash, qurilish ochiq havoda (kecha va kundiz haroratini keskin o'zgarishi jarayonni intensifikatsiyalashni taminlaydi) olib boriladi.

Kichik va o'rta quymalar uchun ichki kuchlanishlarni olishning samarali usuli-maxsus termik ishlov jarayoni sun'iy qurilish hisoblanadi. Quymani pechga joylashtirib, 500-600°C 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) qismlari bir xilda sovisin. Sovitish tezligi 25-75 grad/soat ni tashkil qiladi.

Quymaning harorati 200-250°C gacha pasayganda, uni pechdan chiqarib oxirigacha havoda sovutiladi. Bolg'alash, shtamplash va quyma yo'li bilan olinganlarning kuchlanishlarini olish uchun xomaki kesimi qalinligining 1 mmga 2,5 minut ushlab turish bilan 400-600°C haroratgacha qizdirib toblanadi. Payvand xomakilarni esa 600-650°C gacha yuqori haroratda bo'shatiladi. Prokatdan olingan xomakilar ham toblanadi. Prokatlashda katta plastik deformatsiyalar natijasida xomakilarning yuza qatlamlarida sezilarli cho'zuvchi, ichki qatlamlarida siquvchi kuchlanishlar yuzaga keladi. Agar bunday xomakilardan to'g'rilanmagan pripusk olinsa, uning shakli ichki kuchlanishlarning qayta taqsimlanishidan o'zgarishi mumkin. Shuning uchun, masalan, prokatdan tayyorlangan vallarning uzun shponkali o'yirlari frezalashdan keyin qiyshayishi mumkin. Vallar, o'qlar, sterjenlar va uzun plastinkalar xomakilarinig qiyshiqqligini to'g'rilash uchun ularni sovuq holatda ishlanadi. Ishlov jarayonida qovushqoq, keyin plastik deformatsiya sodir bo'ladi.

Sinchiklab to'g'rilash oldi kuchlanishlar ta'sirida kelib chiqqan xomaki qiyshiqqligini deyarli to'liq to'g'rilaydi. Lekin xomakini to'g'irlashda yangi kuchlanishlar paydo bo'ladi. Keyinchalik toza ishlovda (yana-da yomoni ishlayotgan mashinada) bu oldi kuchlanishlar shakl buzilishiga olib kelishi mumkin, shuning uchun muhim detallarda to'g'rilashni qo'llanmagan ma'qul.

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

Tenzodatchik mexanik ravishda og'irlik korpusi bilan bog'langan. Og'irlik dozatori o'zgarganda tenzodatchik korpusi 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 yechimning yuqori samaradorligini ta'minlovchi og'irlik sistemalari va jihozlarda qo'llanilishi mumkin.

1. Tenzodatchikning ishlashi

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 o'yilgan kuchga to'g'ri proporsional 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 holatning kuchlarini o'lchovchi samarali datchikka aylantiradi.

2. Tenzoo'lchamlar aniqligi

Tenzodatchikdagi maksimal kuchlanish uning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi: mavjud bo'lgan sistemalar bir necha grammdan yuzlab tonnagacha o'lchash imkoniga ega. Bunda sxematexnik qarorlar minimal temperatura o'zgarishlarini ishlashga imkon beradi. Zamonaviy tenzodatchiklarda noxiziqlikni, qaytarishlilik xatolarini va gisterezisni kamaytirish imkonini beruvchi ikki yoqlama ko'priki (Kelvin ko'prigi) dan foydalaniladi. Ma'lum darajada datchiklarni konstruksiyaga o'rnatish jarayonida ko'priknii tanlashda yuqori aniqlik ta'minlangan 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 uchun datchiklarni konstruksiyaga to'g'ri o'rnatish orqali erishiladi.

3. Tenzodatchikning ishlash 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 ta'minlaydi. Ishchi harorat diapazoni -40° dan $+80^{\circ}$ C gacha minimal harorat o'zgarishlari xarakteristikallari bilan, tegishli ikkinchi darajali tenzoo'lchagichdan foydalanib tenzodatchiklar yordamida og'irlik, deformatsiya, hajm va boshqa fizik parametrlarni o'lchash mumkin.

4. Tenzodatchik kirish signalini hisoblash

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

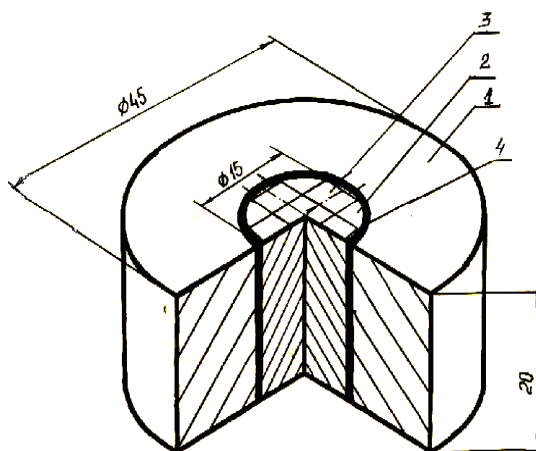
5. Minimal kirish signali

Yetarli va qo'llanilgan signal darajasini datchik butun ishchi diapozonda yetarli kuchni qabul qilayotganligiga ishonch hosil qilish kerak. Praktiki qoidaga ko'ra, tenzodatchik po'latlar uchun ko'ndalang kesim maydoni birligiga 15N/mm^2 kuch o'zgarishlariga ta'sir qilishi kerak (alyuminiy uchun 5N/mm^2).

6. Ishni bajarish tartibi

Korpusdagi taglik kuchlanishlari holatining tadqiqotlari o'tkazildi. Sinashlar modeli namunalarda va bevosita quymalarda olib borildi, kuchlanishlar tenzometrik

aniqlandi (8.2-rasm). PDV–10/100 tenzodatchiklar bir-biriga perpendikulyar bo‘lgan radikal yo‘nalishlarda tagliklarga yopishtirildi (2-rasm). IDI–1 jihozi yordamida kompozitning yuza qismini olishdan oldingi va keyingi datchik ko‘rsatkichlari olindi. Ko‘rsatkichdagi farqlar ichki oldi kuchlanishlarni hisoblash uchun asos bo‘lib xizmat qildi.



8.2-rasm. Ishchi yuzada kuchlanish holatini tadqiq qilishda asbob asosli bimetall namunalari tagligiga tenzodatchiklar yopishtirish sxemasi: 1-quyma korpus; 2-taglik; 3- PDV - 10/100 tenzodatchigi; 4-o‘tish zonasi.

7. Hisobot yozish tartibi

- 7.1. Ishning maqsadi.
- 7.2. Tenzodatchiklar yordamida ichki oldi kuchlanishlarni aniqlash metodikasini yozish.
- 7.3. 8.2-jadvalni to‘ldirish.
- 7.4. Xulosalar.

Po‘lat R6M5-po‘lat 40XNMFL kompozitsiyasi ishchi elementi kuchlanish holatini tayyorlash usuliga qarab, shuningdek, termik ishlovdan oldingi va keyingi sinash natijalari.

8.3-jadval

Kompozitsiya turi	Ishlab chiqarish usuli	Termik ishlash	Ichki qoldiq kuchlanish miqdori, MPa
Po‘lat R6M5-po‘lat 40XNMFL	mexanik ishlov	Termik ishlanmagan	
Po‘lat R6M5-po‘lat 40XNMFL	quyma	Termik ishlangan	

8. Tayyorlanish uchun nazorat savollari

- 8.1. Qoldiq kuchlanish darajalarini ayting.
- 8.2. Ichki kuchlanishlarni qayta taqsimlanishida detal bilan nima sodir bo‘ladi?

- 8.3. Ichki kuchlanishlarni bartaraf etishning eng oddiy usuli.
- 8.4. Qoldiq kuchlanishlar xomaki shakliga qanchalik uzoq ta'sir qilishi mumkin?
- 8.5. Kichik va o'rta quymalarning ichki kuchlanishlarini olishning samarali yo'li nima hisoblanadi?
- 8.6. Xomakini jiddiy to'g'rilash nima?
- 8.7. Tenzodatchik nima uchun kerak va qayerda ishlatiladi?

9-amaliy mashg'ulot. Bimetall kompozitlarni birikish mustahkamligini sinash

Ishdan maqsad: Bimetall kompozitlar birikish mustahkamligini sinash jihozlari va qurilmalari bilan tanishish. Ularda amaliy ravishda ishlashni o'rganish.

1. Qisqacha nazariy ma'lumot

Ishdan maqsad: Bimetall kompozitsiyalarda mustahkamlikni (G_{sd} , MPa) sinash metodikalarini o'rganish. Bimetall kompozitsiyalarda mustahkamlikning siljishini (σ_{sil} , MPa) aniqlashga qaratilgan tajribalarni o'tkazish.

Ishni bajarish uchun kerak bo'ladigan jihoz va buyumlar: quyma bimetall kompozit, mexanik ishlov berish orqali tayyorlangan namuna, UMM-5 pressi; quyma va mexanik ishlov orqali olingan namunalar qo'yilma qismini siljitish uchun moslama; termik ishlash uchun pech.

Kompozit materiallari - kelajak materiallari. Zamonaviy metallar fizikasi bizga ularning egiluvchanlik, kuch va uning ko'payishi sabablarini batafsil tushuntirib, so'ng yangi materiallar intensiv muntazam rivojlanib boshladi. Bu, ehtimol, kelajakda an'anaviy qotishmalarning qiymatini bugungiga nisbatan ko'p marta yuqori, katta mustahkamlikka ega materiallar yaratish uchun asos bo'ladi. Shu bilan bir vaqtda katta e'tibor toblashning ma'lum mexanizmlariga, bu mexanizmlarning kombinatsiyalariga, ularning shakllanishiga va bunday kombinatlashgan materiallarning yangi imkoniyatlariga ega bo'lishga olib keladi.

Ikki istiqbolli yo'l kompozit materiallarning tolasimon yoki dispers zarralardan tashkil topishini kuchaytiradi.

Birinci namunalarga noorganik metall yoki organik polimer matritsalariga yupqa yuqori chidamli shisha, uglerod, bor, berilliy, po'lat yoki ipsimon monokristallarning tolalari biriktirilgan.

Buning natijasida maksimal mustahkamlik yuqori elastiklik moduli va uncha katta bo'lmagan zichlik bilan birlashadi. Ana shunday materiallar kelajakning kompozit materialari hisoblanadi.

Mashinasozlikning zamonaviy sohalarida moslamalarning turli xil nomeklaturalari ishlatiladi. Ayni paytda shtamp vositalari uchun turli maqsadlarda yig'ma matritsalar ishlatiladi. Material sifatida ishchi qismiga R6M5 po'lati, qattiq qotishmalar va boshqa materiallar ishlatiladi.

Bu sohada amalga oshirilayotgan ishlarni asosiy uch yo'nalishga ajratish mumkin:

1. Mehnat sarfini va termik ishlov berish energiya xarajatlarini kamaytirishga qaratilgan ishlar;
2. Instrumentning mustahkamligini va strukturasi yaxshilashga qaratilgan termik ishlov berish rejimlarini yana-da oshirishga qaratilgan ishlar;
3. Yangi texnologiyalarni ishlab chiqarishga ajratilgan ishlar (TMJ, magnit maydonlardagi texnologik ishlov berish va boshqalar).

2. Ishni bajarish tartibi

Tajriba mustahkamlikni ulash sxemasi - “mustahkamlik siljishi” UMM-5 pressida o‘tkazildi. Tajribalar model namunalarda o‘tkazildi (9.1-rasm).

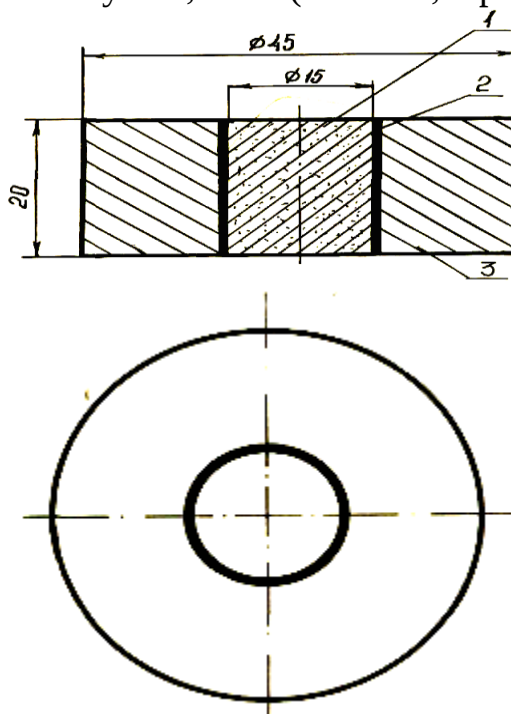
Ulashning mustahkamligi (G_{sd}) UMM-5 pressining indikatoridagi ko‘rsatkichlar yordamida quyidagi formula orqali topiladi:

$$G_{co} = \frac{P}{S}, \text{ MPa}, \quad (28)$$

bu yerda G_{sd} - kompozitni ulashning mustahkamligi, MPa;

R - press indikatorning siljish jarayonidagi ko‘rsatkichi, kG;

S - namunaning kesim yuza maydoni, mm^2 (9.1-rasm, 2 poz.),



9.1-rasm. Mustahkamlik siljishini aniqlash uchun model namuna shakli va o‘lchamlari: 1 - quyilma; 2 - o‘tish zonasi; 3 - quyma korpus.

3. Hisobot yozish tartibi

- 3.1. Ishning maqsadi.
- 3.2. Bimetall kompozitlarda mustahkamlikni aniqlashga qaratilgan tajribani o‘tkazish metodikalarini tasvirlab berish.
- 3.3. 1-jadvalni to‘ldirish.
- 3.4. Xulosalar.

Tezkesar po‘lat R6M5-40XNMFL po‘latlaridan tashkil topgan bimetall kompozitsiyani ishlab chiqarish usuli hamda termik ishlov turiga ko‘ra birikish mustahkamligi qiymati

9.1-jadval

Kompozit turi	Ishlab chiqarish turi	Termik ishlov berish rejimi	Birikma mustahkamligi σ_{cg} , MPa
Tezkesar po‘lat R6M5-40XNMFL	Mexanik ishlov	Termik ishlanmagan	
Tezkesar po‘lat R6M5-40XNMFL	quyma	Termik ishlangan	

4. Tayyorlanish uchun nazorat savollari

- 4.1. Kompozit material nima?
- 4.2. Kompozit materiallarning qanday turlarini bilasiz?
- 4.3. Kompozit materiallar asosiga ko‘ra qanday bo‘ladi?
- 4.4. Kompozit materiallar tuzilishini tushuntiring.
- 4.5. Kompozit materiallarning xossalari nimaga bog‘liq?
- 4.6. Kompozit materiallar kuchaytiruvchi elementlarning joylashuv geometriyasiga ko‘ra qanday tasniflanadi?
- 4.7. Odatiy materiallardan kompozit materiallar nimasi bilan farqlanadi?
- 4.8. Kompozit materiallar qaysi sohalarda qo‘llaniladi?

10-amaliy mashg‘ulot. Qattiq qotishma-konstruksiya po‘latdan iborat bimetall kompozitni birikish mustahkamligini oshirishda ta‘sir etadigan omillarni optimallashtirish

Ishdan maqsad: qattiq qotishma-konstruksiya po‘lat kompoziti birikish mustahkamligini aniqlash metodikasini o‘rganish.

1. Qisqacha nazariy ma‘lumot

O‘zbekiston Respublikasi qimmatbaho metallar va turli qazilma boyliklarga boy hisoblanadi. Qazilma boyliklarni qazib chiqarish uchun maxsus texnikalar va qazishda ishlatiladigan asboblarning zarur bo‘ladi. Burg‘ilash jarayonida ishlatiladigan po‘lat, qattiq qotishma va turli kompozitlarning xossalari hamda ishlab chiqarish usullarini o‘rganish muhimdir.

Hozirgi vaqtda olimlar tomonidan neft va gaz sanoatida ishlatilayotgan materiallar va ularning xossalari tadqiq etishda bir qancha ishlar amalga oshirilgan. Burg‘ilash jarayonida ishlatiladigan asboblarning turg‘unligi ular

tayyorlangan material sifatiga hamda ishlov berish usullariga bevosita bog'liq bo'ladi.

Yer buzuvchi asboblarda ishchi qismlarida, asosan, o'ta qattiq materiallar - olmos bor nitridi va qattiq qotishmalar ishlatiladi. Burg'ilash asbobi tana qismi hamda ishchi qismini biriktirish bir qancha yo'l bilan amalga oshiriladi. Bular mexanik biriktiruv, payvandlash, kavsharlash qoplash va boshqalar.

Ko'rsatilgan usullar quyidagi kamchiliklarga ega:

- asbobsozlik materiallari ortiqcha (40%) mehnat sarfi yuqoriligi;
- payvandlash va mexanik usulda biriktirilganda birikish mustahkamligining yetarlicha emasligi;
- kavsharlash va qoplash orqali olingan birikmalar mustahkamligi hamda ishonchligining yetarli emasligi.

Keyingi vaqtda bunday asboblarni quymakorlik usulida olish konstruktorlarning e'tiborini tortmoqda. Bu usul o'zining soddaligi, amalga oshirish osonligi, ikkilamchi xomashyo ishlatilishi, xizmat ko'rsatuvchi shaxslardan yuqori malakani talab etmasligi va eng muhimi murakkab shaklga ega asboblarni olish imkoniyati mavjudligidir.

Quyma bimetall kompozitlarni olishning uchta sxemasini ajratib ko'rsatish mumkin:

1. Asbobsozlik materiallarini qayta eritish va qolipga quyish orqali to'liq quyma asbob ishlab chiqarish;
2. Qolipga ketma-ket asbobsozlik va suyuq metallni quyish orqali bimetall asbob ishlab chiqarish;
3. Qolipga asbobsozlik materialidan tayyorlangan quyilmani joylashtirish va suyuq metallni quyish orqali bimetall kompozitni ishlab chiqarish usuli.

Quyma bimetall kompozitlarni ishlab chiqarishda ularni tashkil etuvchilari orasidagi birikish mustahkamligini ta'minlash muhim hisoblanadi.

Quyilma - oson suyuqlanuvchi oraliq qatlam, qotishma - qolip tizimining issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m_2 c_2 (T_p - T_c) + k m_2 Q_2 = m_1 c_1 (T_c - T_n) + m_3 c_3 (T_n - T_n) + m_3 Q_3, \quad (29)$$

bunda, m - og'irlik, kg;

s - nisbiy issiqlik sig'imi, Dj/kg K;

Q - nisbiy erish issiqligi, Dj/kg;

k - koeffitsiyent, quyilayotgan metallning ulushini hisobga oluvchi (og'irlik bo'yicha), qatlamda qolgan (0.01-0.05);

T_r - suyuqlanish harorati;

T_l - likvidus harorati;

T_c - solidus harorati;

T_n - qolipning boshlang'ich harorati.

Indekslar: 1 - quyilma;

2 - eritma;

3 - oraliq qatlam.

Tenglamani (1) soddalashtirish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$c_2 (T_p - T_c) = A, \quad (30)$$

$$c_1(T_c - T_n) = B, \quad (31)$$

$$c_3(T_n - T_n) + Q_3 = C. \quad (32)$$

Bunda issiqlik balansi tenglamasi (1) quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$m_2 A = m_1 B + m_3 C. \quad (33)$$

Quyilayotgan suyuqlikning og‘irligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$m_2 = \pi \rho_2 (RH - r^2 h), \quad (34)$$

bunda ρ_2 – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ;

R - korpus radiusi, m;

N - korpus balandligi, m;

r – quyilma radiusi, m;

h – quyilma balandligi, m.

Quyilmaning og‘irligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m_1 = \pi \rho_1 h r^2, \quad (35)$$

bu yerda ρ_1 - quyilma materialning zichligi, kg/m^3 ;

h – quyilma balandligi, m;

r – quyilma radiusi, m.

Oraliq qatlam og‘irligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m_3 = \pi \rho_3 L \delta^2, \quad (36)$$

bunda ρ_3 - oraliq qatlam materialining zichligi, kg/m^3 ;

L - bandajga sarflanadigan simning uzunligi, m;

δ - simning radiusi, m.

Bunda (5) formula quyidagi ko‘rinish oladi:

$$\pi \rho_2 (R^2 H - r^2 h) A = \pi \rho_1 r^2 B + \pi \rho_3 L \delta^2 C. \quad (37)$$

Bundan korpusning radiusini (R) topamiz. R - oraliq qatlamni erishi uchun kerak bo‘lgan va issiqlik xossalriga bog‘liq bo‘lgan bog‘lamlarni hosil qiluvchi, quyilma va oraliq qatlamlari o‘lchamlari nisbatini aniqlovchi kattalik.

$$R \geq \sqrt{\frac{\rho_1 h r^2 B + \rho_3 L \delta^2 C + \rho_2 h r^2 A}{\rho_2 H A}} \quad (38)$$

Ishlovchan birikma olish uchun asosiy rolni (quyilma yuzasida qotgan qotishma qatlami) qatlamning hajmiy kristallanish boshlanishigacha saqlanishi o‘ynaydi. Shuning uchun vaqt davomida quyilayotgan suyuqlik hajmida qatlam hosil bo‘lish shartlarining bog‘liqligini aniqlash lozim edi. Bu maqsad uchun maxsus dasturdan foydalanildi.

Quyma-qotishma-qolip sistemasidagi issiqlik almashinuv jarayonini matematik ifodalashning asosini uning yuzasida hosil bo‘ladigan qoplamaning hisobga oluvchi va suyuq holatdagi quyilma issiqlik balansi tenglamasi quyilma uchun issiqlik o‘tkazuvchanlik tenglamasini tashkil qiladi.

Quyilma-qatlamcha sistemasi uchun issiqlik o‘tkazuvchanlik masalasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\alpha \partial^2 T}{\partial x^2}, \quad 0 < x < r + \delta. \quad (39)$$

Boshlang‘ich shartlari bilan:

$$T(x, 0) = T_H \delta(0); \quad (40)$$

chegaralangan shartlar bilan:

$$\frac{\lambda_2 \partial T}{\partial x} \bigg|_{x=0} = 0 \quad (41)$$

Qoplama yuzasida harakatlanayotgan chegaraviy shartlar bilan qatlam dastlab o'sadi, keyin esa eriydi:

$$\frac{T}{X} = r + \delta = T_c \quad (42)$$

$$\frac{\lambda_2 \partial T}{\partial x} \bigg|_{x=r+\delta} = q_p(t) + p_2 Q \frac{d\delta}{dt}, \quad (43)$$

bu yerda T - harorat;

$a = a_1$ da $0 < x < r$

$a = a_2$ da $r < x < r + \delta$

a_1 quyilmaning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; -

a_2 -suyuqlikning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

λ -suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

ρ_2 – suyuqlikning zichligi;

Q – suyuqlik kristallanishining nisbiy issiqligi.

Suyuqlik uchun issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$c_2 \rho_2 V(t) \frac{dT}{dt} = q_p(t) \cdot S(t) \quad (44)$$

Boshlang'ich shartlarda:

$$T_p(0) = T_{PH} \quad (45)$$

bunda s_2 -suyuqlikning nisbiy issiqlik sig'imi;

T_{rn} – suyuqlikning boshlang'ich harorati;

$V(t)$ – suyuq holdagi qotishmaning hajmi;

$S(t)$ – shu hajmni chegaralovchi yuza maydoni.

$V(t)$ va $S(t)$ bog'liqliklarini ko'rib chiqib, vaqt davomida quyilma yuzasida qobiq qalinligining o'zgarishini hisobga olish kerak bo'ladi.

O'tish qatlamini qizdirish va eritish uchun issiqlik sarfi (yuza birligiga hisoblaganda) quyidagiga teng:

$$\rho_{PC} + [C_{PC}(T_c - T_H) + Q_{PC}] \delta_{PC}, \quad (46)$$

bunda ρ_{ps} – o'tish qatlami materiali zichligi;

S_{ps} – oraliq qatlam materialining nisbiy issiqlik sig'imi;

Q_{ps} – oraliq qatlam materialining nisbiy erish issiqligi;

δ_{ps} – o'tish qatlami qalinligi.

Hisoblash tenglamalarni xulosa qilganimizda o'tuvchi qatlamning issiqlik o'tkazuvchanligini inobatga olamiz, uning qalinligi bo'yicha harorat o'zgarishini aniqlashtiramiz. Bundan tashqari, quyilma yuzasida o'tish qatlamining borligi qo'shimcha issiqlik sig'imini (yuza birligi hisobida) hisobga olishni talab qiladi:

$S_{ps}, \rho_{ps}, \delta_{ps}$.

Shu sababli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini (11) quyidagi shart bilan to'ldirish kerak bo'ladi:

$$\frac{C_{nc}\rho_{nc}\delta_{nc}\frac{\partial T}{\partial t}}{x=r+0^{-q}}, \quad (47)$$

bunda $q = \lambda \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{\lambda \frac{\partial T}{\partial t}}{x=r+0}$ quyilma yuzasidagi haroratni ko'tarishga sarflanadigan issiqlik to'plami zichligi.

Oraliq qatlam erishining boshlang'ich momenti t quyidagi tengsizlik bilan topiladi:

$$T(r, t) = T_{nc}. \quad (48)$$

Uning erishi tugatilishi vaqt momentida sodir bo'ladi, oraliq qatlam o'zlashtirgan issiqlik miqdori quyidagicha bo'ladi:

$$\int_{t'}^{t''} q(t)dt = \rho_{nc}\delta_{nc}Q_{nc}. \quad (49)$$

Aniqlanadigan kattaliklarning sonini kamaytirish uchun yuqorida keltirilgan tenglamani o'lchovsiz qayta yozamiz. O'lchovsiz kattaliklar uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$x=x/r$ – nisbiy koordinata;

$\Delta_1=\delta/r$ – quyilma yuzasidagi qoplamaning nisbiy qalinligi;

$F_o = \frac{Qt}{r^2}$ – o'lchovsiz vaqt (Fure soni);

$Q_p = \frac{T_p - T_p}{T_c - T_H}$ – eritmaning nisbiy harorati;

$\Delta Q = \frac{T_{nc} - T_c}{T_c - T_H}$ – eritma likvidus va solidus haroratining nisbiy farqi;

$Q_{nc} = \frac{T_{nc} - T_c}{T_c - T_H}$ – oraliq qatlam erishining nisbiy harorati;

$R_{OT} = \frac{l}{l}$ – quyilma qalinligining quyma moduliga munosabati;

$F = \frac{X}{S_0}$ – eritma -quyilma, eritma-qolip yuzalar kontakti munosabati;

$K\lambda_1 = \frac{\lambda_2}{h_1}$ – eritma va quyilma issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari munosabati;

$Ka_1 = \frac{a_2}{a_1}$ – eritma va quyilma issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari munosabati;

$$K_o = \frac{Q}{C_2}(T - T_H) \quad - \text{Kossovich kriteriysi};$$

$$B_i = \frac{\alpha \Gamma}{\lambda_1} \quad - \text{BIO kriteriysi};$$

$$K_{opc} = \frac{C_{nc} \rho_{nc}}{C_1 \rho_1} \quad - \text{oraliq qatlam va quyilmaning hajmiy issiqlik sig'imi munosabati};$$

$$K_{onc} = \frac{Q_{nc}}{C_{nc}(T_c - T_H)} \quad - \text{oraliq qatlam uchun Kossovich kriteriysi};$$

$$\Delta_{nc} = \frac{\delta_{nc}}{\Gamma} \quad - \text{oraliq qatlamning nisbiy qalinligi}.$$

Bunday holda (11-20) tenglamalar sistemasi quyidagicha ko'rinish oladi:

$$\frac{\partial \theta}{\partial F_0} = K \frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2}, \quad 0 < X < 1 + \Delta, \quad (50)$$

bunda $K = 1$ da $0 < X < 1$, $K = Ka_1$ da $1 < X < 1 + \Delta$

Boshlang'ich shartlarda:

$$\theta(X, 0) = 0, \Delta, (0) = 0; \quad (51)$$

chegaraviy shartlarda:

$$\frac{\partial \theta}{\partial X} \bigg|_{X=0} = 0; \quad (52)$$

$$\frac{\theta}{X} = 1 + \Delta = 1; \quad (53)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial X} \bigg|_{X=1+\Delta} = \frac{B_i}{K\lambda_1} \theta_p + \frac{K_0}{Ka_1} \cdot \frac{d\Delta}{dF_0}; \quad (54)$$

$$\frac{K_{cppn} \Delta_{nc} \frac{\partial \theta}{\partial F_0}}{X=1} = \frac{K\lambda_1 \frac{\partial \theta}{\partial X}}{X=1+0} - \frac{\frac{\partial \theta}{\partial X}}{X=1-0}; \quad (55)$$

$$\int_{F'_0}^{F_0''} \left(\frac{K\lambda_1 \frac{\partial \theta}{\partial X}}{X=1} + 0 - \frac{\frac{\partial \theta}{\partial X}}{X=1-0} \right) dF_0 = K_{cpgc} K_{onc} \Delta_{nc}. \quad (56)$$

(21-27) tenglamalar sistemasini yechish oxirgi natijalar uslubi bilan olib borildi. Fazalararo chegara harakatini hisobga oluvchi quyilma-qoplama sistemasida (21-24) issiqlik o'tkazuvchanlik masalasini yechish uchun qism sonlari qo'llanilgan farqlar katagidan foydalanishga asoslangan algoritm ishlab chiqilgan. Issiqlik balansi tenglamasi (25) bir qadamli uslub bilan yechiladi.

Hisoblash algoritmi BASIC programmalashtirish tili yordamida amalga oshirilgan (1-ilovaga qaraymiz).

Qolip (kvars qumli)ning teplofizik xossalari, qotishma (po'lat 40XNML) va quyilma (po'lat R6M5, qattiq qotishma VK6, pishirilgan molibden qotishma sistemali Mo - TiC) quyidagilarni beradi:

$$\begin{aligned}\lambda_0 &= 1,74 \text{ BT/M} \cdot \text{K}; & C_0 &= 1150 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & \rho_0 &= 1500 \text{ кг/м}^3; & d_0 &= 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}; \\ \lambda_2 &= 35 \text{ BT/M} \cdot \text{K}; & C_2 &= 800 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & \rho_2 &= 7000 \text{ кг/м}^3; & d_2 &= 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}; \\ \lambda_1 &= 23 \text{ BT/M} \cdot \text{K}; & C_1 &= 460 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & \rho_1 &= 8701 \text{ кг/м}^3; & d_1 &= 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}; \\ \lambda_1 &= 50 \text{ BT/M} \cdot \text{K}; & C_1 &= 148 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & \rho_1 &= 14900 \text{ кг/м}^3; & d_1 &= 18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}; \\ \lambda_1 &= 104,2 \text{ BT/M} \cdot \text{K}; & C_1 &= 256 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & \rho_1 &= 10200 \text{ кг/м}^3; & d_1 &= 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с};\end{aligned}$$

Cu yoki Ni oraliq qatlam uchun:

$$\begin{aligned}\rho_{\text{HC}} &= 8700 \text{ кг/м}^3; & C_{\text{HC}} &= 385 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & Q_{\text{HC}} &= 205 \cdot 10^3 \text{ DЖ/кг}; \\ \rho_{\text{HC}} &= 8900 \text{ кг/м}^3; & C_{\text{HC}} &= 448 \text{ DЖ/кг} \cdot \text{K}; & Q_{\text{HC}} &= 303 \cdot 10^3 \text{ DЖ/кг}.\end{aligned}$$

Qolgan kattaliklar R_{OT} , F , K^{λ_1} , Ka_1 , θ_p , $\Delta\theta$, θ_{HC} , K_{OHC} , K_{OHC} , B_i , Δ_{HC} , K_0 , va $Bi, \Delta nc, K_0$ i Γ dasturni ishlash jarayonidagi terminali. F_0 funksiyadan Δ_1 qiymati aniqlandi. Hisoblash natijalari 10.1-jadvalda keltirilgan.

Qoplama qalinligining quyma moduliga quyilma qalinligi munosabatiga bog'liqligi hisobi natijalari

10.1-jadval

R	1	F ₀	1	TR	1	Δ	1
A Kompozit R6M5 - po'lat 40XNMFL							
0,1	1	1,759	1	0,1532	1	0,0000	1
0,2	1	2,035	1	0,1228	1	0,0000	1
0,3	1	2,684	1	0,0743	1	0,0000	1
0,4		1,850		0,0700		0,6564	
0,5	1	1,309	1	0,0696	1	0,8225	1
Kompozit VK 8 - po'lat 40XHML							
0,1		12,024		0,1506		0,0000	
0,2	1	14,114	1	0,1160	1	0,0000	1
0,3		13,214		0,0700		0,1030	
0,4	1	10,441	1	0,0698	1	0,3105	1
Kompozit Mo - TiC - po'lat 40XNML							
0,1	1	66,376	1	0,1034	1	0,0000	1
0,2		50,232		0,0639		0,0811	
0,3	1	25,977	1	0,0698	1	1,2292	1

2. Ishni bajarish tartibi

- 2.1. Har bir talaba o'qituvchidan alohida topshiriq oladi.
- 2.2. Kompozitsiya birikish mustahkamligiga ta'sir etuvchi omillar ko'rsatiladi va tahlil etiladi.
- 2.3. O'rganilgan omillarning optimallashtirish parametriga ta'siri berilgan kompozitsiya uchun tahlil etiladi.
- 2.4. Xulosa yoziladi.

3. Hisobot yozish tartibi

- 3.1. Ishning maqsadi.
- 3.2. Bimetall kompozitlarda mustahkamlikni aniqlashga ajratilgan tajribani o'tkazish metodikalarini tasvirlab berish.
- 3.3. 1-jadvalni to'ldirish.
- 3.4. Xulosa yozish.

4. Nazariy savollar

- 3.5. Bimetall kompozitlar deganda nimani tushunasiz?
- 3.6. Bimetall kompozitlarning qanday turlarini bilasiz?
- 3.7. Qattiq qotishmalar kompozitning birikish mustahkamligini aniqlash.
- 3.8. Kompozit materiallarning birikish mustahkamligiga ta'sir etuvchi parameterlarni ayting.
- 3.9. Qattiq qotishmali kompozit materiallarning ishlatilish sohasini keltiring.
- 3.10. Kukun metallurgiyasi asosida buyumlar olishni tushuntiring.
- 3.11. Kostruksion materiallarga misollar keltiring.
- 3.12. Volfram korbidi qattiq qotishmalarga misollar keltiring.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials science and engineering /Wiley and Sons. UK, 2014. - 896 p.
2. Kamilov M. M., Ergashev A. K. Matematik modellash. -T.: TATU: 2007.-176 b.
3. Перегудов Л. В., Саидов М. Х., Аликуов Д. Э. Илмий ижод методологияси. -Т.:Молия, 2002. -124 б.
4. Нурмуродов С. Д., Расулов А. Х Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015. -168 с.
5. Salokhiddin D. Nurmurodov, Alisher K. Rasulov, Nodir D. Turahadjaev, Kudratkhon G. Bakhadirov. Procedure-Technique for New Type Plasma Chemical Reactor Thermo-physical Calculations. American Journal of Materials Engineering and Technology Vol. 3, No. 3, 2015, pp. 58-62.

6. Нурмуродов С. Д., Расулов А. Х., Баходиров Қ. Ғ. Материалшунослик ва конструкция материаллар технологияси. Дарслик. – Тошкент, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015.-243 б.
7. Нурмуродов С. Д., Расулов А. Х., Баходиров Қ. Ғ. Конструкция материаллар технологияси. Дарслик. – Тошкент, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015.- 270 б.
8. Нурмуродов С. Д., Норкулов А. А. Теплофизические основы структурообразования в литых биметаллических композитах. Монография. – Т.: Фан ва технология, 2010.-160 с.
9. Нурмуродов С. Д. Теоретические и технологические аспекты создания конструкционных материалов на основе мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов. Монография. – Т.: ТашГТУ, 2012.-136 с.
10. Abdushukurov A. A. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika. - Toshkent: Universitet, 2010.-169 b.

Elektron resurslar

1. www.Ziyonet.uz.
2. www.Referat.uz.
3. www.cyberseller.ru
4. www.bookorchive.ru
5. dir.bigli.ru
6. www.plati.acdshop.ru
7. www.zsu.edu.ua
8. yikit.aila.ru
9. www.infomag.ru
10. finebook.ru
11. sellexpress.ru
12. ououou.ru

Mundarija

	Kirish	3
1	1-amaliy mashg'ulot. Sinov uchun namunalarni tanlash, tanlov to'plaminamunalari sonini aniqlash	4
2	2-amaliy mashg'ulot. Tanlov to'plami asosiy parametrlarini statistik baholash	6
3	3-amaliy mashg'ulot. Sinov natijalarni statik qayta ishlash	9
4	4-amaliy mashg'ulot. Tajriba turlari. Ilmiy tadqiqotda masalani qo'yish. Omil va optimallashtirish parametrlarini tanlash	14
5	5-amaliy mashg'ulot. Tajriba rejasini tuzish, uni o'tkazish va matematik modelni qurish.	18
6	6-amaliy mashg'ulot. Matematik model koeffitsiyentlari dispersiyasini hisoblash va ularning mohiyatga ega ekanligini va matematik modelning adekvat ekanligini tekshirish	21
7	7-amaliy mashg'ulot. Javob funksiyasi yordamida «tik-ko'tarilish» (Boks-Uilson) usulida optimallashtirish parametrini topish.	23
8	8-amaliy mashg'ulot. Bimetall kompozit ishchi elementidagi qoldiq kuchlanishni aniqlash	26
9	9-amaliy mashg'ulot. Bimetall kompozitlarni birikish mustahkamligini sinash.	32
10	10-amaliy mashg'ulot. Qattiq qotishma-konstruktsion po'latdan iborat bimetal kompozitni birikish mustahkamligini oshirishda ta'sir etadigan omillarni optimallashtirish.	34
11	Foydalanilgan adabiyotlar	41
12	Mundarija	43