

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

**METALLURGIK JARAYONLARDA ISSIQLIK VA MASSA
ALMASHUV**

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun

USLUBIY KO‘RSATMALAR

Toshkent 2018

Tuzuvchilar: **S.T. Matkarimov, S.R. Xudoyarov, S.Q. Nosirxo‘jayev**
“Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashuv” fanidan
laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatmalar. –Toshkent:
ToshDTU, 2018.46 b.

“Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashuv” fanidan
tajriba ishlari 18 ta laboratoriya ishidan iborat bo‘lib, quyidagi
bo‘limlardan iborat: yoqilg‘ining yonishi, gazlarning harakatlanishi,
issiqlik uzatish va o‘tga chidamli materiallar, shuningdek tajriba ishlarida
modellashtirish.

*Islom Karimov nomidagi TDTU ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga
ko‘ra chop etildi.*

Taqrizchilar:

Ruzibayev B.R. - t.f.n., dots., ToshKTI, “Silikat materiallar va kamyob,
nodir metallar texnologiyasi” kafedrası

Qalandarov Q.S. - t.f.n., dots., ToshDTU, Muhandislik geologiyasi va
konchilik ishi fakulteti, “Konchilik ishi” kafedrası

1- laboratoriya ishi

YOQILG'ILARNING QURUQ ISHCHI MASSASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: metallurgik pechlarni ishlashda qo'llaniladigan qattiq yoqilg'ilar – koks, toshko'mirning moddiy tarkibi bilan tanishish, ularning ishchi massasi, ya'ni ulardagi namlik darajasini (suv miqdori) aniqlash usulini o'rganish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli anjomlar, dastgohlar va preparatlar

- qattiq yoqilg'i (koks, toshko'mir) namunalari;
- quritish shkafi;
- chinni hovoncha;
- elak (elat ko'zi $d = 1,0 \text{ mm}$);
- texnik tarozi T-1000;
- analitik tarozi VLR-200 g
- eksikator;
- alyuminli byuks.

Laboratoriya ishini bajarish

2-3 ta talabalardan iborat guruh o'qituvchi tomonidan berilgan yoqilg'i namunasini sinchiklab kuzatib, yoqilg'i to'g'risida o'z fikrlarini bildiradi va ular hisobotga kiritiladi. So'ngra yoqilg'i namunalari alohida-alohida chinni hovonchada yanchiladi. Yanchilgan mahsulot elakdan o'tkazilib, bir xil yiriklikka keltiriladi.

Dastlab texnik tarozida so'ngra analitik tarozida byuks og'irligi hamda 5-10 g elangan yoqilg'i namunasi aniq tortiladi. Aniqlik darajasi mingdan bir aniqlikda bo'lishi kerak (masalan 1,001 g).

Byuksga joylashtirilgan yoqilg'i namunasi quritish shkafida 105-110°C haroratda 1,0-1,5 soat davomida namunaning massasi doimiy ko'rsatkichda bo'lgunga qadar quritiladi. Quritish davrida byuksning qopqog'i ochiq holatda bo'ladi. Quritish shkafidagi namunani sovitish byuks qopqog'i berkitilgan holda eksikatora amalga oshiriladi. Quritish jarayoni ikki-uch bosqichli bo'lib, quriyotgan namuna massasini o'lchash har 30-45 daqiqada takrorlanadi.

Laboratoriya ishidan olingan natijalarni hisoblash

Yoqilg'i tarkibidagi namlik miqdori W ni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$W^{ish} = \frac{\Delta M \cdot 100}{M}, \%$$

bu yerda:

M – yoqilg‘ining dastlabki og‘irligi, g

M₁ – yoqilg‘i quritishda yo‘qotilgan massa, g

$$\Delta M = M - M_1$$

Tajribadan olingan natijalarni quyidagi jadvalga kiritamiz va xulosa qilamiz.

1.1-jadval

T/r	Yoqilg‘ining og‘irligi		Yoqilg‘i og‘irligida gi farqi	Ishchi yoqilg‘idagi namlik darajasi, ω^{ish} , %	Xulosa (ushbu yoqilg‘ini namlik darajasi bo‘yi cha pechlarda qo‘l lash mumkinligi)
	Quritishdan oldingi M, g	Quritil gandan keyingi M ₁ , g			
1	Koks				
2	Toshko‘mir				
3	Pista ko‘mir (yog‘ochning chala yongani)				

Nazorat savollari

1. Yoqilg‘i va uning qo‘llanilishi.
2. Yoqilg‘i turlari.
3. Yoqilg‘i massasi.
4. Yoqilg‘i tarkibini hisoblovchi formula.
5. Yoqilg‘i qovushqoqligini aniqlash metodikasi.

2- laboratoriya ishi

QATTIQ YOQILG‘I TARKIBIDAGI UGLEROD VA KUL MIQDORINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: metallurgik pechlarni qizdirishda qo‘llaniladigan qattiq yoqilg‘ilar (koks, antratsit toshko‘mir) tarkibidagi uglerod va yonmaydigan moddalar miqdorini aniqlash usulini o‘rganishdir.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli anjomlar, dastgohlar va preparatlar

- qattiq yoqilg‘i (koks, toshko‘mir) namunalari;
- mufel pechi;

- chinni hovoncha;
- texnik tigel
- texnik tarozi T-1000;
- laboratoriyada qo'llaniladigan otashko'mir;

Laboratoriya ishining mazmuni va bajarish tartibi

Har qanday yoqilg'ilarning sifat ko'rsatkichi uning tarkibidagi uglerod va unsur elementlar miqdori bilan belgilanadi. Xususan metallurgiyada qattiq yoqilg'i sifatida koks va yanchilgan toshko'mir qo'llaniladi. Bunday tabiiy yoqilg'ilar tarkibida ugleroddan tashqari yonmaydigan minerallar Al_2O_3 , SiO_2 kabilar mavjud bo'lib, ular yoqilg'ining energetik quvvatini pasaytiradi. Shu sababli metallurgik pechlarda foydalaniladigan yoqilg'ilar o'zining moddiy tarkibiga (uglerod va kul) maxsus texnik talablarga javob berishi kerak. Quyidagi laboratoriya ishida aynan qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi uglerod va kul miqdorini aniqlaymiz. Laboratoriya ishini bajarish quyidagi tartibda amalga oshiriladi.

Talaba o'qituvchidan yoqilg'i namunalarini va topshiriq olganidan so'ng, dastlab texnik tarozida chinni tigelning og'irligi tortib olinadi va daftarga qayd etiladi. So'ngra maydalangan va to'liq quritilgan yoqilg'i namunasidan 50 g tortib olinib, chinni tigelga solinib, otashkurak yordamida qizib turgan $800-850^{\circ}C$ ni tashkil etishi kerak. Pechda namuna 45-60 daqiqa davomida to'liq yonib, tigelda kul qoladi. Jarayon vaqti tugagandan so'ng pechdan tigel ehtiyotkorlik bilan olinib, asbest ustida sovutiladi. Sovigan mahsulotni tigel bilan birgalikda texnik tarozida qayta tortilib, ko'rsatkichlarni –jadvalga kiritiladi va olingan natijalar asosida hisoblash amalga oshiriladi.

1.2-jadval

T / r	Yoqilg‘i turi	Materiallar massasi		Yoqilg‘idagi uglerod miqdori, C ^{ish}		Yoqilg‘i dagi kulning miqdori A ^{ish}	
		Dastlabki yoqilg‘ining og‘irli gi, mg	Yonish jarayonidan qolgan qoldiq va tig el massasi m ₁ , g				
				g	%	g	%
1	Koks						
2	Toshko‘mir						
3	Pista ko‘mirning gala organi						

Laboratoriya ishidan olingan natijalarni hisoblash

Tajribadan olingan natijalarga ko'ra yoqilg'i tarkibidagi kul miqdorini quyidagi formula orqali hisoblaymiz.

$$A^k = \frac{m_1 \cdot 100}{M}, \%$$

formulada: A^k – quruq yoqilg'ida kulning miqdori, %

M – dastlabki quruq yoqilg'ining massasi, g

m_1 – yoqilg'ini to'liq yondirib bo'lgandan so'ng qolgan mahsulot kulning massasi, g

U holda yoqilg'i tarkibidagi uglerodning yonuvchi massasini quyidagi formula orqali aniqlashimiz mumkin.

$$C^{ish} = \frac{100 - A^{ish} - \omega^{ish}}{100} \cdot 100\%$$

Bunda: ω^{ish} – yoqilg'i tarkibidagi namlik miqdori foizi 1-laboratoriya ishidan olinadi.

Nazorat savollari

1. Qattiq yoqilg'ilardagi kulning tarkibiga nimalar kiradi?
2. Kullar qattiq yoqilg'ining sifatiga qanday ta'sir qiladi?
3. Yoqilg'i tarkibidagi kulning miqdorini aniqlash uslubi.

3- laboratoriya ishi

PECHLAR SISTEMASIDA GAZLAR HARAKATIGA JOYLARDA KO'RSATILADIGAN QARSHILIKLAR KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: pechlar sistemasida harakatlanayotgan gazlarning aeromexanik qonuniyatlari bilan tanishish va joylarda ko'rsatiladigan qarshiliklar ko'effitsiyentini tajriba orqali topish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli anjomlar va dastgohlar

- aerodinamik quvur;
- havo berish uskunasi (kompressor yoki chang yutgich);
- gaz harakat tezligini o'lchovchi – aerodinamometr
- U- shaklidagi manometr

Laboratoriya ishiniing mohiyati va bajarish tartibi

Ma'lumki, metallurgik pechlarda boradigan jarayonlar davomida katta miqdorda texnologik gazlar paydo bo'ladi va ularni pechlar sistemasidan chiqarish gazlarning aeromexanik harakati qonuniyatlariga tayangan holda amalga oshiriladi. Pechlar sistemasida harakatlanayotgan gaz o'z yo'nalishida ma'lum qarshiliklarga (gaz harakatlanish yo'lagining torayishi va kengayishi, keskin burilishi va hokazo) duch keladi. Bu kabi qarshiliklarni yengib o'tishi pechdagi gazlarning dinamik h_{dynam} va yo'qotilgan bosimiga $h_{\text{yo'qot}}$ bog'liq bo'lgan, gazlar harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi koeffitsiyent K orqali ifodalanadi, ya'ni

$$K = \frac{h_{\text{yo'qot}}}{h_{\text{dynam}}}$$

O'z navbatida gazning dinamik bosimi h_{ish} gazning o'sha uchastkadagi tezligi ω_t va ma'lum haroratdagi gazning solishtirma og'irligiga bog'liqdir, ya'ni

$$h_{\text{dynam}} = \frac{\omega_t^2}{2q} \cdot \rho_t$$

Bu yerda: ω_t - ma'lum haroratdagi gazning haqiqiy tezligi, m/s;

ρ – ma'lum haroratdagi gazning haqiqiy zichligi, kg/m²;

q – erkin tushish tezligi, m/s²;

Pechlar sistemasidagi harakatlanayotgan gazlarning dinamik bosimini aniqlash uchun uning shu uchastkadagi haqiqiy tezligi ω_t ni topish kerak. Bu esa quyidagicha aniqlanadi.

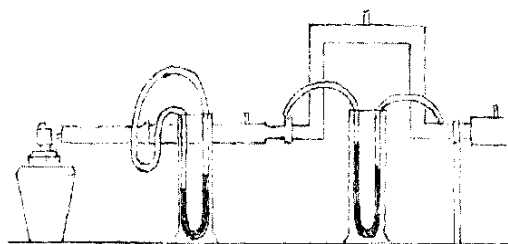
$$\omega_t = \frac{Q}{F}$$

O'z navbatida diafragma gaz bosimining kamayishi sistemadagi sarflanayotgan havo miqdori orqali aniqlanadi.

$$Q = 0,53 \cdot 10^{-3} \sqrt{\Delta H}$$

Formulada: $0,53 \cdot 10^{-3}$ – sistemada harakatlanayotgan gaz ishqalanishi natijasida yo'qotiladigan koeffitsiyentining o'rtacha miqdori,

ΔH – joylardagi gaz bosimining farqi, $\Delta H = h_1 - h_2 = h_{\text{yo'q}}$



1.1. - rasm. Mahalliy qarshilik koeffitsiyentini aniqlash qurilmasi. 1-havo berish uskunasi; 2-aerodinamik quvur; 3-gaz bosimi o'lchovi; 4-shaklidagi manometr.

F – gaz harakatlanish yo'lagini aynan h_2 , h_1 ko'rsatkichlari olingan nuqtadagi quvurning ko'ndalang kesim yuzasi mm^3 .

Laboratoriya ishini bajarish dastlab havo berish uskunasi 1 ni ishga solib, aerodinamometr yordamida berilayotgan havoning tezligi sozlab olinadi. So'ngra havo berish uskunasi nayi aerodinamik quvurga ulanadi va havo berib nuqtalarda havo bosimini o'lchashini boshlaymiz.

- dastlab diafragma ochiq holatda h_1 va h_2 ni aniqlaymiz.

- so'ngra diafragmani yopiq holatda o'lchashni qaytaramiz.

- sistemaning boshqa nuqtalaridagi bosim o'zgarishini ya'ni h_1 va h_2 ko'rsatkichlarni aniqlab jadvalga qayd etamiz va hisoblashlarni amalga oshiramiz.

3.1-jadval

T/r	Sistemaga berilayotgan havoning tezligi, m/s	Aerodinamik quvur yuzasi, F, m	Joylardagi gaz bosimi		Natijalarni hisoblash			
			h_1 mm. suv. ust.	h_2 mm. suv. ust.	Yo'qotilgan bosim h	$\omega_1 = \frac{Q}{F} \text{ m/s}$	Dinamik $h_{\text{dinam}} = \frac{\omega_1^2}{2g} \cdot \rho_1$	$K = \frac{h_{\text{yo'qot.}}}{h_{\text{dinam}}}$
1	Dia fragma ochiq holati da 1. nuqta 2. nuqta 3. nuqta							
2	Dia fragma yopiq holati da 1 2 3							

Nazorat savollari

1. Yoqilg'ining umumiy xususiyatlari.
2. Yonish paytida sodir bo'ladigan reaksiyalar.
3. Yonish jarayonidagi havoning sarfi.
4. GOU – 1 gaz analizatorining ishlash prinsipi.

4- laboratoriya ishi

MAHALLIY QARSHILIK KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: gidrodinamikaning asosiy tenglamalari bilan tanishish va mahalliy qarshilik koeffitsientlarini eksperimental aniqlash.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Gaz yo'li bo'ylab gazning harakatlanishi natijasida energiyaning bir qismi kanal qarshiligi va mahalliy qarshiliklarni yengishga sarflanadi. Mahalliy qarshilik deganda gaz yo'lagi sohasida gaz yo'nalishi yoki shakli o'zgarishi tushuniladi. Mahalliy qarshilik ko'rsatuvchilarga turli burilishlar, kengayishlar, torayishlar va turli tayanch quvurlari kiradi

Mahalliy qarshilik ko'rsatuvchilar orasidan gaz harakatlanishi natijasida energiya oqimining bir qismi quyidagi qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi.

Bernulli tenglamasiga asosan real gazlarning geometrik, statik, dinamik va yo'qolgan bosimlar summasi yo'nalishlarda doimiydir.

$$H_{\text{geom}} + h_{\text{st}} + h_{\text{din}} + h_{\text{yo'q}} = \text{const} .$$

Geometrik bosim gazlarning harakatidagi bosimi va atrof-muhitdagi gaz bosimi bilan ifodalanadi.

Statik bosim esa bu idishdagi va idishdan tashqaridagi bosimlarning farqi bilan belgilanadi.

Yo'qotilgan bosim bu harakatdagi gazlarning tiklanib bo'lmaydigan energiyasidir.

Atrof-muhit haroratida harakatlanayotgan gaz bosimini hisoblashda geometrik bosim inobatga olinmaydi.

$$h_{\text{st}} + h_{\text{din}} + h_{\text{yo'q}} = \text{const}$$

kesim yuzasi doimiy bo'lgan kanal orqali harakatlanayotgan gazlarning dinamik bosimi h_{din} doimiydir. Ya'ni $h_{\text{din1}}=h_{\text{din2}}$ bunday hollarda bosimlar yig'indisi doimiy bo'lganligi sababli uni quyidagi formula orqali ifodalash mumkin.

$$h_{\text{din1}} + h_{\text{st1}} = h_{\text{din2}} + h_{\text{st2}} + h_{\text{yo'q}} .$$

undan kelib chiqqan holda yo'qotilgan bosim: $h_{\text{yo'q}}=h_{\text{st1}}-h_{\text{st2}}$ shu sababli mahalliy qarshiliklar hisobiga yo'qotilayotgan bosimi quyidagi formula orqali topiladi.

$$h_{\text{yo'q}} = S_{\text{mg}} \cdot \frac{\omega^2}{2g} \gamma = S_{\text{mg}} \cdot 2h_{\text{din}} ,$$

bu yerda: ω – gazning harakat tezligi;

γ - gaz solishtirma og'rligi;

S – mahalliy qarshilik koeffitsiyenti.

Unda:

$$S_{m.g} = \frac{h_{yo'q}}{h_{din}}.$$

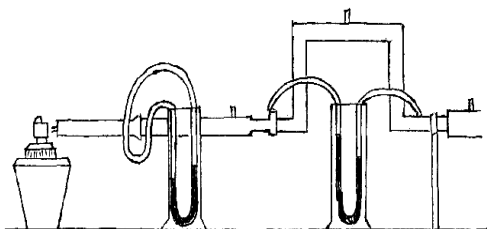
Kerakli asbob-uskunalar

1. aerodinamik quvur;
2. havo purkash qurilmasi;
3. U-simon manometr.

Dastgohlar haqida qisqacha ma'lumot

Tajriba qurilmalariga quyidagilar kiradi. (1) aerodinamik quvur - uch qismdan iborat bo'lgan gaz harakatlanish yo'llari, ya'ni: a) gaz yo'lagi yuzasining keskin qisqarishi; b) gaz yo'lagining keskin 90^0 ga burilishi; d) gaz yo'lagi yuzasi keskin kengayishi.

Gaz harakatlanish nayiga, havo gaz purkash dastgohidan beriladi. Berilayotgan havoning tezligi (3) klapan orqali boshqariladi va (4) diafragma orqali U shakldai manometr (5) orqali o'lchanadi. Yo'laklarda harakatlanayotgan gazlarning mahalliy qarshilik hisobiga yo'qolishini (6) (7) nuqtalar orqali aniqlash mumkin.



4.1-rasm. Mahalliy qarshilik koeffitsiyentini aniqlovchi qurilma

Ishni bajarish metodikasi va ketma-ketligi

Havo purkash dastgohini yoqib, havoni gaz harakatlanish yo'lagiga haydaymiz. Bunda gazlarning yo'lakda harakatlanish tezligi 2 l/s dan kam bo'lmasligi kerak. 5 manometr (20 mm suv ust.). So'ngra har bir uchastkalarda yo'qotayotgan bosimni aniqlash uchun, bu yo'lak uchastkalarida havo tezligini o'lchab boramiz. Bu 3 marta qaytarib olingan natijalarni 4.1-jadvalga kiritamiz.

Gaz harakatlanish yo'lagidagi havoning sarfi quyidagi formula asosida topiladi ;

$$Q = 0,53 \cdot 10^{-3} \sqrt{\Delta H},$$

bu yerda: ΔH – diafragmadagi bosimning tushishi.
Gaz harakatlanish tezligini topish:

$$\omega = \frac{Q}{F},$$

bu yerda: F – quvur oqim yuzasi maydomi.
 h - ni quyidagi formula bo'yicha topiladi.

$$h_{din} = \frac{\omega^2}{2g} \gamma$$

Mahalliy qarshilik koeffitsiyentining qiymati quyidagi formula asosida topiladi:

$$S_{ms} = \frac{1}{n} \frac{h_{yo'q}}{h_{din}},$$

bu yerda: n – uchastkadagi bir xil konfiguratsiyalar soni.

Hisobot tuzish

Laboratoriya ishini bajarish bo'yicha hisobot tuzish quyidagilarni tashkil qilishi kerak:

1. qisqacha nazariy ma'lumot;
2. ishni bajarish metodikasi;
3. mahalliy qarshilik koeffitsiyentining matematik hisobi;
4. gaz harakatlanish yo'lagining chizma modeli;
5. jadvalni to'ldirish.

4.1-jadval

mm.suv.ust.	m/s	m/s	mm suv.ust.	90° burilish			
				mm.suv. ust.	m.s.	mm suv.ust.	m.s

Nazorat savollari

1. Bosimning ko'rinishlari.
2. Bernulli tenglamasi.
3. Mahalliy qarshilik koeffitsiyentini aniqlash metodikasi.

5– laboratoriya ishi

METALLURGIK PECHLARDAGI GAZLARNING HARAKAT XUSUSIYATINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: metallurgik pechlar va pechning gaz harakatlanish yo‘lagidagi gazlarning harakatlanish xususiyatlari bilan tanishish va gazning harakatlanishiga ta’sir qiluvchi omillarni o‘rganish.

Qisqacha nazariy ma’lumot

Pechlarda gazlarning harakatlanishi ko‘pgina jarayonlarning amalga oshishiga sabab bo‘ladi. Jumladan bu issiqlik almashinish jarayoniga ijobiy ta’sir qiladi. Bundan tashqari materiallarning fizik kimyoviy aralashishiga ham yordam beradi. Shularni inobatga olgan holda gazlar harakatlanish xususiyatlarini va u nimaga bog‘liqligini aniqlash va bilish kerak bo‘ladi. O. Reynolds tadqiqotlari bo‘yicha gazlar harakatlanish xususiyatlari asosan, ω_t - gaz harakatlanish tezligi m/s, d – gaz kanalining gidravlik diametri, m, ν - gazlarning kinematik qovushqoqligi m^2/s orqali topiladi. Reynolds gaz harakatlanish xususiyatlarini aniqlash uchun quyidagi formulani ishlab chiqdi.

$$Re = \frac{\omega_t d}{\nu} \quad (1)$$

Bu funksiya Reynold tenglamasi nomini olgan. Aniqlanayotgan gaz oqimida Re kattaligi 2300 dan kichik bo‘lsa, unda harakatlanish xususiyati laminar hisoblanadi. Re ning qiymati 2300 dan yuqori bo‘lsa, turbulent harakatlanish kuzatiladi. (1) formulaga Re ning maksimal qiymatini qo‘yadigan bo‘lsak, u holda bir turdan ikkinchi turga o‘tuvchi harakatning tezligi maksimal ifodasini olishi mumkin.

$$\omega_t = \frac{2300\nu}{d}$$

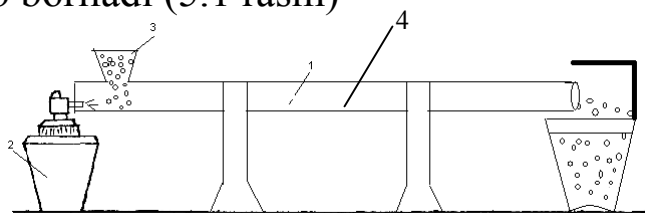
Ko‘pchilik metallurgik pechlarda Reynolds qiymati 10000 dan 100000 gacha bo‘ladi.

Kerakli asbob-uskunalar

1. Shaffof aerodinamik quvur.
2. Quvur orasidagi gaz tezligini aniqlovchi dinamometr.
3. Havo purkash qurilmasi (chang yutgich yoki kompressor).
4. 50 smli chizg‘ich va shtangensirkul
5. Rangli penoplast qirindi, 20-25 gr

Ishni bajarish tartibi

Laboratoriya mashg'uloti, ya'ni gazlar harakatini o'rganish quyidagi qurilma ustida olib boriladi (5.1 rasm)



5.1 – rasm. Gaz harakatlanish xususiyatini aniqlovchi qurilma sxemasi.

Dastlab 1 – aerodinamik quvurning ichki diametrini o'lchaymiz. Diametr yordamida quvur bo'ylab gaz harakati tezligini aniqlash mumkin. Bundan keyin qabul voronkasini to'ldiramiz va 2 – havo purkash qurilmasini yoqamiz. Tezligi o'lchangan penoplast zarrachalari bitta idishga yig'iladi. Bu jarayon tugagandan keyin yig'ilgan komponent zarrachalari yana qaytadan aerodinamik quvurga yuklanadi. Bu jarayonni bir necha marta takrorlab, olingan natijani jadvalga kiritamiz. 5.1- jadval Bundan Re kattaligini aniqlaymiz.

5.1- jadval

T/r	Aerodinamik quvurdagi havoning harakatlanish tezligi, ω , m/s.	Re kattaligi $Re = \frac{\omega_l d}{\nu}$	Aerodinamik quvur bo'ylab harakatlanuvchi gazlar epyurasi

Nazorat savollari

1. Pech va gaz harakatlanish yo'llarida gaz harakati qanday ahamiyatga ega?
2. Gazlarning laminarligi qanday tasniflanadi?
3. Gazlarning turbulent harakatini ta'riflang.
4. Gaz harakati xususiyati nimaga bog'liq?

6– laboratoriya ishi

YALLIG‘ QAYTARUVCHI PECHDAGI GAZ HARAKATINI MODELLASHTIRISH USULI ASOSIDA O‘RGANISH

Ishning maqsadi: yallig‘ qaytaruvchi pechlarda sodir bo‘ladigan gaz harakatlanishini modellashtirish usulining qo‘llanilishini amaliy jihatdan ko‘rsatish.

Qisqacha nazariy ma’lumot

Metallurgiya sohasining issiqlik texnikasida – “gidrodinamik o‘xshashlik” o‘ziga nisbatan katta qiziqish uyg‘otadi. Agarda gidrodinamikaning asosiy tenglamasini cheksiz ko‘rinishga keltirsak, unda ikki o‘xshashlikni ta’minlash uchun quyidagi o‘xshashlik “o‘lchovi” deb nomlanuvchi, o‘xshashlikning cheksiz invariantlarini tenglashtirish kerak.

$$Re = \frac{\omega d}{\nu} = \frac{\omega' d'}{\nu'},$$
$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2} = \frac{\Delta P'}{\rho' (\omega')^2},$$

bu yerda: ω – o‘rtacha harakat tezligi;

d – chizg‘ichli o‘lchov;

ν – kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti;

ρ – o‘rtacha zichlik;

ΔP – ikkita nuqta orasidagi bosim farqi.

Mos ravishda gidrodinamik o‘xshashlik sharoitlarida namuna va model o‘lchovlarining tengligi sodir bo‘ladi.

$$Re = Re', \quad Eu = Eu'.$$

Model ustida eksperimental tadqiqot o‘tkazish natijasida bu turning empirik ifodasi olinadi:

$$Eu = C Re^n,$$

bu yerda: C va n – tajriba natijasida olingan koeffitsiyentlar.

$$\frac{\Delta P}{\rho \omega^2} = \frac{\Delta P'}{\rho' (\omega')^2}.$$

Kerakli asbob-uskunalar.

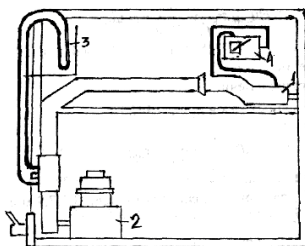
1. Yallig‘ qaytaruvchi pech modeli.
2. Havo purkash qurilmasi.
3. U – simon manometr.
4. Mikromanometr.

Ishni bajarish tartibi va ketma-ketligi.

6.1-rasm asosida qurilma yig'iladi.

Model sxemada ko'rsatilgandek suv bilan to'ldiriladi. Ko'ndalang oqim yuzasini F bilan belgilab, gidravlik bosimni aniqlaymiz.

$$B_g = \frac{4 F_{\text{a}}}{m_{\text{a}}}$$



6.1 - rasm. Gaz harakatlanishini o'rganish uchun ishlatiladigan qurilma sxemasi

1- yallig' qaytaruvchi pech modeli, 2- havo purkash qurilmasi, 3- manometr, 4- mikromanometer.

Mikrometrda $P = 0,1$ mm suv. ust. li bosim hosil qilish uchun hamma sharoitlar yaratiladi. Model orasidan o'tuvchi havo sarfi quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$V = 0,51 * 10^{-3} \sqrt{\Delta H}$$

Havoning har bir sarflanishida uning tezligi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\omega = \frac{V}{F_{\text{a}}} .$$

Undan keyin Reynolds kattaligi hisoblanadi:

$$Re = \frac{\omega B_d}{\nu} ; \quad Eu = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2}$$

Natijalar 6.1-jadvalga kirgiziladi

Olingan ma'lumotlar bo'yicha, bog'liqlikni ifodalovchi grafik tuziladi:

$$Eu = f(Re)$$

Model ichidagi gazlar harakati aerodinamik qonuni asosida to'g'irlanib, ya'ni me'yorlab turiladi:

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2} = const = C .$$

O‘xshash hodisalarda katta qiymatlarni tenglashtirish o‘xshashlik nazariyasiga mos ravishda quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \omega^2} = C,$$

bu yerda: ΔP –pech devorlarini harakatlanishiga qarshiligi kg/m^2 ;
 W – pechdagi gazlar tezligi;
 ρ - 1400°C haroratdagi pech gazlarining solishtirma og‘irligi.
 Unda:

$$\Delta P = C \cdot \rho \cdot \omega^2,$$

bu yerda: C – ma’lumot bo‘yicha modellash.

Hisobot tuzish

Ishni bajarish haqidagi hisobot quyidagilardan tashkil topishi kerak:

1. Qisqacha nazariy ma’lumot;
2. Ishni bajarish metodikasi;
3. Matematik hisobot C ;
4. Jadvalni to‘ldirish;
5. Eu bilan Re ning bog‘liqlik grafikasi;
6. P_{nam} bilan W ning bog‘liqlik grafikasi.

6.1-jadval

P mm. suv. ust.	Havo sarfi		w	Re	Eu
	mm. suv. ust.	V m/s			

Nazorat savollari

1. Gidrodinamik o‘xshashlik shartlari.
2. Avtomodellash tushunchasi.
3. Ko‘rib chiqilgan ish bo‘yicha modellash.
4. Reynolds kattaligi va uning fizik ma’nosi va matematik ifodasi.

7- laboratoriya ishi

JISMLAR ORASIDA NURLANISH ORQALI ISSIQLIK ALMASHINISH

Ishning maqsadi: Nurlanish orqali issiqlik almashinish to'g'risidagi hisoblashlarni mukammal o'zlashtirish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Nurlanish orqali issiqlik uzatilishi ma'lum uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlar orqali amalga oshiriladi

Issiqlik nurlanishining haroratga bog'liqligi Stefan –Bolsman qonuni orqali ifodalanadi. Stefan – Bolsman qonunida shunday deyiladi: biron bir absolyut qora jismning nurlanishga bo'lgan layoqati uning absolyut haroratining to'rtinchi darajasiga tengdir. Odatda Stefan–Bolsman qonuni quyidagi formula orqali ifodalanadi.

$$E_y = C_o \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

bu yerda: C – absolyut qora jismning nurlanish koeffitsiyenti, u 4,9 kkal/m. soat. $^{\circ}\text{K}$ ga teng

T – absolyut harorat, K.

Qoralik darajasi – ma'lum bir haroratda kulrang jism E_u nurlanishining, absolyut qora jism E nurlanishiga bo'lgan munosabati singari aniqlanishi mumkin:

$$\varepsilon = \frac{E}{E_s} \quad \text{yoki} \quad E = \varepsilon \cdot E_s$$

$$E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

bu yerda: C – kulrang jismning nurlanish koeffitsiyenti, u: $C = \varepsilon C_o$ ga teng.

C – kattaligi doimiy emas u haroratga jism yuzasining holatiga va uning fizik xususiyatiga bog'liq bo'ladi.

Yig'indi nurlanish oqimi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$Q = C_o \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right],$$

bu yerda: C_{kel} – keltirilgan kuchlanish koeffitsiyenti.

Ikkita qovoqsimon silindr uchun C_{kel} quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$C_o = \frac{1}{\frac{1}{C_1} - \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{4,9} \right)}$$

bu yerda: F_1 – birinchi jism yuzasining maydoni;

F_2 – ikkinchi jism yuzasining maydoni;

$C_1 = 4,9$ - birinchi jismning nurlanish koeffitsiyenti;

$C_2 = 4,9$ - ikkinchi jismning nurlanish koeffitsiyenti;

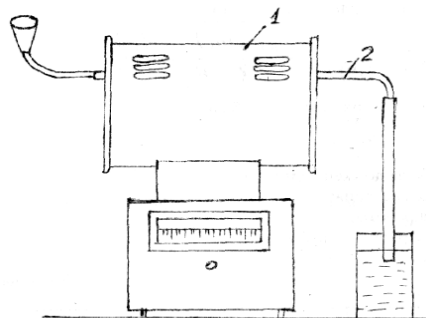
Kerakli asbob-uskunalar

1. Quvurli mufel pechi.
2. Metall quvur.
3. Termometr.
4. O'lchamli stakan.
5. Sekundomer.

Ishni bajarish tartibi va ketma-ketligi

Ishni bajarishdan oldin maxsus qurilma va o'lchov asboblari bilan tanishib chiqiladi, bundan tashqari quvur bilan probirka orasidagi rezinali biriktirgichlar zichligi tekshiriladi.

Pech yoqilib, pechning harorati belgilangan ko'rsatkichga yetganda pech ichida maxsus joylashgan quvur orqali ma'lum miqdordagi suv o'tqiziladi. Bundan quyidagi o'lchamlar amalga oshiriladi.



7.1 – rasm. Nurlanish orqali issiqlik almashinishini o'rganish qurilmasi.

1- mufel pechi. 2- metall quvur.

- quvurga kirayotgan suvning harorati;
- quvurdan chiqayotgan suvning harorati ;
- suvning miqdori;
- suvning pech orasidan o'tish vaqti.

Berilgan suvning issiqlik miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q^B = CV(T_1^{\text{suv}} - T_0^{\text{suv}})t$$

bu yerda: C – suvning issiqlik sig'imi;

V – suvning miqdori;

T_1^{suv} va T_0^{suv} – quvurga kiruvchi va chiquvchi suvning harorati.

Shuncha miqdordagi issiqlik miqdori mufel pechi yuzasidan quvur yuzasi bo‘ylab nurlanish orqali beriladi.

$$Q_{\%o} = Q_{uk} = C \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \cdot F \tau$$

bu yerda T_2 – mufel harorati;

T_1 – quvur harorati;

F – quvur yuzasining maydoni;

τ – tajriba o‘tkazish vaqti.

Bunga mos ravishda:

$$(T_2 - T_1) = C \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \cdot F \tau$$

C_{nur} nurlanish koeffitsiyentini topishda mufel va quvurning qoralik darajasini bir xil ya’ni 0.9 deb olamiz

Bunga taalluqli tenglamani yechgan holda quyidagini olamiz:

$$T_1 = \sqrt[4]{C \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \cdot \frac{F \tau m (T_2^{\%o} - T_1^{\%o})}{C F \tau}}$$

Olingan natijalarni 7.1 –jadvalga kiritamiz

Hisobot tuzish

Ishni bajarish va uni hisoblash quyidagicha bo‘lishi kerak

1. qisqacha nazariy ma’lumot;
2. ishni bajarish metodikasi;
3. quvur yuzasining harorati to‘g‘risidagi hisobotlar;
4. jadval to‘ldirish.

7.1-jadval

Suv sarfi, l/soat	Mufel harorati	Quvur harorati	Suvning dastlabki harorati	Suvning keyingi harorati

Nazorat savollari

1. Nurlanish orqali issiqlik uzatilishi.
2. Stefan – Bolsman qonuni.
3. Nurlanish orqali issiqlik almashinishiga turli omillarning ta’siri.
4. Issiqlikda qoralik darajasi.
5. Burchak koeffitsiyentlari.
6. Ishni bajarish uslubi.

8– laboratoriya ishi

METALLURGIK PECHLARDA KONVEKSION ISSIQLIK ALMASHINISHNI O‘RGANISH

Ishning maqsadi: metallurgik pechlardagi konveksion issiqlik almashinish ko‘rsatkichlarini aniqlash usullarini o‘rganish.

Qisqacha nazariy ma’lumot

Konveksiya tabiiy ravishda pech ichidagi sovuq va issiq sohalarning turli zichlikda bo‘lishi orqali amalga oshishi mumkin. Sun’iy ravishda esa aralashtirish orqali sodir bo‘ladi. Konvektiv oqimlarga – olov tutuni va qaynayotgan suv misol bo‘la oladi.

Pech devori yaqinida harakatlanuvchi gaz yoki suyuqlikka, pech devoridan konveksiya orqali uzatiluvchi issiqlik miqdori quyidagicha topiladi:

$$Q = \alpha_K F \tau (t_1 - t_2).$$

Bu formulaning tashkil qiluvchi asosiy parametrlari gaz harorati t_2 va α_K . gaz harorati xuddi bino harorati kabi aniqlanadi. α_K koeffitsiyenti quyidagi birlikda o‘lchanadi $\text{kJ}/(\text{m}^2 \text{sgrad})$.

Ayrim hollarda gaz devorning vertikal yuzasi bo‘ylab pech tanasiga tabiiy ravishda harakatlanganda uning α_K qiymati quyidagi ifoda asosida topiladi:

$$\alpha_K = 9(t_c - t_r)^{0,25}.$$

Metallurgik jarayonlarda konveksiya – asosan rudnotermik elektr pechlarida issiqlik uzatishdagi qiymatlarni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Metallurgiya zavodlarida “quvur ichida quvur turli isitgichlar keng qo‘llaniladi. Shu jumladan issiqlik, silindr devor orasiga beriladi. Shuning uchun devor yuzasi bir xil o‘lchamda bo‘lmaydi. 0,8 -0,9 m diametrli temir quvurlarda barcha natijalar qoniqarli chiqadi.

Kerakli asbob-uskunalar

Biz tanishgan ishda quyidagi asboblardan foydalaniladi:

1. Elektr plita.
2. 1 l kolba.
3. Suvli sovitgich.
4. 100 °C li termometr
5. 1 m uzunlikdagi va turli xil diametrli quvurlar
6. Quvur orasidan o‘tuvchi gaz tezligini aniqlovchi dinamometr.

Ishni bajarish tartibi

Tanalar orasida konveksion issiqlik almashinishni 8.1-rasmda ko'rsatilgan qurilmada sinab ko'ramiz. Dastlab ichki va tashqi quvurlarning ichki diametrlarini o'lchaymiz, bundan keyin sxemaga qarab qurilmani o'rnatamiz. Elektr isitkich yoqiladi va unda kolbalardagi suv qaynatiladi. Bundan keyin suv bug'ining t_1 va quvur devorining harorati o'lchanadi. Issiqlik uzatish koeffitsiyentini α_K ni topish uchun quvur orasidagi havo harorati o'lchanadi. Olingan ma'lumotlar jadvalga kiritiladi.

8.1-jadval

T/r	Quvur va devor harorati $t_2, ^\circ\text{C}$	Havo harorati $T_l, ^\circ\text{C}$	Su yuq lik harorati $t_{\text{suv}}, ^\circ\text{C}$	Gaz harakati ning tezligi $\omega^0, \text{m/s}$	α_K	Q
1						
2						
3						

Nazorat savollari

1. Konvektiv issiqlik almashinish nima?
2. Qaysi turdagi pechlarda tanalar orasida issiqlik almashinish konveksiya hisobiga amalga oshadi?
3. Konveksiya issiqlik almashinishda issiqlik qay tarzda aniqlanadi?
4. Konveksiya koeffitsiyenti deyilganda nimani tushunasiz?

9– laboratoriya ishi

ISSIQQA CHIDAMLI MATERIALLARNING SOLISHTIRMA MASSASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: issiqlikka chidamli materiallarning hajmiy va solishtirma og'irligini aniqlash uslubini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Issiqqa chidamli materiallar – bu qurilish materiallari hisoblanib, u yuqori haroratga va turli fizik va kimyoviy o'zgarishlarga chidamli bo'ladi.

Issiqqa chidamli materiallar quyidagi fizik xususiyatlariga qarab turlanadi: solishtirma va hajmiy og'irligi, issiqlik uzatuvchanligi, elektr o'tkazuvchanligi, issiqlik sig'imi va g'ovakliklari.

Monokristallning havodagi va suvdagi og'irligini bilgan holda monokristallning solishtirma og'irligi quyidagi formula asosida topiladi.

$$\delta = \frac{\text{issiqbardosh material og'irligi}}{\text{suv va havodagi og'irligining farqi}} = \frac{q}{q - q_1}$$

Mineral monokristallarini o'lchashning doimo imkoniyati bo'lmaydi. Bunday hollarda minerallar solishtirma og'irligini o'lchash uchun uning yirikligi 1 -2 mm qilib olinadi.

O'rganilayotgan mineral parchasi lupa ostida bo'sh tog' jinslaridan va boshqa foydali minerallardan yaxshilab tozalanadi. Bu uslub bilan xohlagan materialning solishtirma massasini aniqlash mumkin.

Kerakli asbob-uskunalar va materiallr

1. 3 - piknometr
2. 1-2 mm (5g) sig'imli minerallar va meterriallar
3. Distillangan suv 1 l.
4. Byuretka - 1 va 5 ml.
5. Analitik tarozi - 1
6. Quritish pechi - 1.
7. Vakuum -eksikator - 3.

Ishni bajarish tartibi va ketma-ketligi

Tajriba o'tkazishdan oldin, dastlab 10 ml li piknometr qaynoq xlorli aralashmada yuviladi. Bundan keyin oddiy va distillangan suvda yuvilib, keyin quritish shkafida quritiladi. Qurigan piknometr og'irligi o'lchanadi, bu piknometrning belgilangan joyigacha suv bilan to'ldirilib, uning suv bilan birgalikda og'irligi topiladi. Bu jarayon tugagandan keyin piknometr yana quritiladi, qurigan piknometrغا 5 – 10gr yanchilgan o'tga chidamli material solinib, uning og'irligi o'lchanadi. Mineral kukuni mavjud bo'lgan boshqa bir piknometrغا ma'lum miqdorda distillangan suv qo'shiladi. Bu piknometrdagi pufakchalarni ajratish uchun uni ma'lum bir vaqt aralashtirilib turiladi yoki vakuum eksikatorda 2 soat aralashtiriladi.

Agar yanchilgan o'tga chidamli material suvga to'liqligicha botib turgan bo'lsa, unda ajralish kuzatilmaydi. Bundan ko'rish mumkinki, piknometrning belgilangan joyigacha distillangan suv bilan to'ldirish talab qilinadi. Piknometrning suv va mineral bilan og'irligi o'lchangandan so'ng, quyidagi formula asosida uning solishtirma og'irligi topiladi.

$$\delta = \frac{A + B}{(A + D) - (C + B)}, \text{ g/sm}^3$$

bu yerda: A – yanchilgan o'tga chidamli material bilan piknometr og'irligi, g;

B – piknometr og'irligi, g;

C – suv bilan piknometr og'irligi, g;

D – suv, yanchilgan o'tga chidamli material va piknometr og'irligi, g.

Natijalarni qayta ishlash

Piknometr massasini o'lchash natijasida olingan natijalar yuqorida ko'rsatilgan formulaga qo'yilib, uning solishtirma og'irligi o'lchanadi. Tajriba natijalari 9-jadvalga kiritiladi. Berilgan material solishtirma og'irligining qiymati ma'lumotnomalardan topilib, uning tajriba natijasida olingan qiymatlarga qanchalik mosligi foiz ko'rsatkichlarda aniqlanadi.

9.1-jadval

Mineralning mazkur usul natijasida aniqlangan solishtirma massasi

T/r	Issiqqa chidamli material ning nomi	Solishtirma og'irlik, g/sm ³		farqi, %
		Tajriba natijasi da	Ma'lumot noma bo'yicha	

Nazorat savollari

1. Minerallarning solishtirma og'irligini aniqlashning zaruriyati.
2. Mineral massasini aniqlash uchun kerakli asboblari.
3. Ishni bajarish tartibi.
4. Solishtirma og'irlik qiymatining o'zgarish birligi.

10– laboratoriya ishi

ISSIQQA CHIDAMLI MATERIALLARNING HAQIQIY G'OVAKLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: issiqqa chidamli materiallar haqiqiy g'ovakligini topish metodikasini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Issiqlikka chidamlilikda g'ovaklik juda katta ahamiyatga ega masalan, issiqbardosh materialning shlak ta'sirida yemirilishga nisbatan turg'unligi uning g'ovakligiga bog'liq. Bu issiqbardosh materialning g'ovakligi oshishi bilan sezilarli darajada uning shlak ta'sirida yemirilishga bo'lgan turg'unligi pasayadi.

Pechning doimiy nazoratda boʻladigan qismi gʻovakligi kam boʻlgan issiqbardosh materiallardan teriladi. (gazlar, issiqqa chidamli materiallar orasidan oʻtib ketmasligi uchun).

Vakuum pechlarida xuddi shunday issiqbardosh materiallardan foydalaniladi.

Issiqlikka bardoshli materiallarda gʻovaklar oʻlchamining strukturasiga va miqdoriga qarab juda xilma-xil boʻladi. Yengil vaznli issiqbardosh materiallarda gʻovaklik 60–75 %ga yetadi. Koʻpchilik materiallarda u 15–28 % ni tashkil qiladi. Baʼzan bu koʻrsatkich 10 % gacha hatto pechning eritish hududida gʻovakligi 0% boʻlgan issiqbardosh materiallardan foydalaniladi.

Gʻovaklik – issiqbardosh materialning solishtirma va hajmiy ogʻirligiga mos ravishda taʼsir qilishi maʼlumdir. Issiqbardosh materialning hajmiy ogʻirligi – bu issiqbardosh gʻishtning hajm ogʻirlik birligidir. Issiqbardosh gʻishtning massasi bilan uning hajmi oʻrtasidagi munosabatini aniqlaymiz.

Issiqbardosh gʻishtning hajmi - uzunligi, eni va balandligining koʻpaytmasiga teng.

$$V = a d h,$$

bu yerda: V – issiqbardosh gʻisht hajmi;

a – gʻisht uzunligi;

d – gʻisht eni;

h – gʻisht balandligi.

Issiqbardosh gʻishtning tabiiy gʻovakligi P_t in quyidagi formula orqali topiladi.

$$P_t = \frac{S - m}{m} \cdot 100\% ,$$

bu yerda: S- issiqbardosh gʻishtning solishtirma ogʻirligi;

m- issiqbardosh gʻishtning hajmiy ogʻirligi. g/sm²

Kerakli asbob-uskunalar

1. Texnik tarozi;
2. Analitik tarozi;
3. Quritish shkafi
4. Issiqbardosh gʻisht namunasi;
5. Oʻlchamli silindr;

Ishni bajarish tartibi va ketma-ketligi

Ish quyidagi ketma ketlikda bajariladi;

1. Issiqbardosh g'isht texnik tarozida tortiladi, uzunligi, eni, balandligi va uning hajmiy og'irligi topiladi;
2. Issiqbardosh g'isht parchasini mayda kukun holigacha maydalab, quritish shkafida 200°C da 30 daqiqa davomida quritiladi;
3. Qurtilgan issiqbardosh g'isht kukuni analitik tarozida tortilib, ma'lum miqdorda suvi bo'lgan o'lchamli silindrga qo'shiladi va yaxshilab aralashtiriladi;
4. Suv hajmi oshishi bilan issiqbardosh g'ist hajmi o'lchanadi;
5. Issiqbardosh g'ishtning tabiiy g'ovakligi aniqlanadi;
6. Tajriba natijalari va hisoblangan qiymatlar 10.1-jadvalga kiritiladi;

Hisobot tuzish bo'yicha ko'rsatma

Ishni bajarish to'g'risidagi hisobot quyidagilardan iborat bo'ladi:

1. Qisqacha nazariy ma'lumot;
2. Ishni bajarish uslubi;
3. Issiqbardosh g'ishtning tabiiy g'ovakligini hisoblash;
4. Jadvalni to'ldirish.

10.1 jadval

Issiqbardosh g'isht ko'rinishi	Hajmiy og'irlik	Solishtirma og'irlik	Tabiiy g'ovaklik

Nazorat savollari

1. Issiqbardosh materiallarni aniqlash.
2. Issiqbardosh materiallarning fizik xossasi.
3. Amaliyotda qo'llanilayotgan issiqbardosh g'ishtlarning g'ovaklik qiymati.

11– laboratoriya ishi

ISSIQBARDOSH G'ISHTLARNING TERMİK TURG'UNLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: issiqbardosh materialning termik turg'unligini amaliy jihatdan aniqlashni o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Issiqbardosh materiallar ishlash xususiyatlariga qarab quyidagicha turlarda bo'ladi. Bular quyidagilardir: olovbardoshlilik, termik turg'unlik,

hajmining doimiyligi, shlak ta'siriga chidamlilik, shakli va o'lchami aniq bo'lgan turlardir.

Issiqbardosh materiallarning termik turg'unligi deyilganda - haroratning keskin o'zgarishiga chidamlilik tushuniladi. Issiqbardosh materialning termik turg'unligi quyidagi hollarda tekshiriladi. Tajriba o'tkazilayotgan issiqbardosh material tarozida tortilib, pech ichiga 50 mm kirgiziladi. Qolgan qismi pech tashqarisida qoladi. Namuna 850⁰C gacha qizdiriladi va shu haroratda 40 minut ushlab turiladi. Bundan keyin namuna pechdan chiqazilib, tezlikda sovuq suvga 50 mm chuqurlikda botiriladi. Suvda namuna 3 daqiqa davomida ushlab turiladi, undan keyin suvdan chiqarib olib, uning sovuq tomoni stol ustiga 7 minut qo'yiladi. Bunday sikl – suv bilan issiqlikni tushirish deb nomlanadi. Tajriba dastlabki namunaning 20%i yo'qolmagunicha davom ettiriladi.

Dastlab sekin qizdirilib, keyin uni keskin sovitish natijasida g'ishtlarning chiziq bo'ylab yorilishi sodir bo'ladi. Bu yorilish ko'pincha bir biriga perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. Tez qizdirish orqali namunada yuza bo'ylab darz ketishi sodir bo'ladi. Xullas isitilayotgan jismda kuchlanish uning siljish kattaligiga proporsionaldir. Unda u mos ravishda jism qalinligining termik konstanta koeffitsiyentiga va harorat gradientiga bog'liq bo'ladi.

Issiqbardosh materiallarning termik turg'unligi eng maksimal egiluvchan deformatsiyaga va issiqlik uzatish koeffitsiyentiga to'g'ri proporsionaldir. Termik kengayishiga, issiqlik sig'imiga va hajmiy massasiga teskari proporsional bo'ladi.

Kerakli asbob-uskunalar

Ishni bajarish uchun quyidagi dastgoh va materiallar kerak bo'ladi:

1. Mufel pechi;
2. Quritish shkafi;
3. Texnik tarozi;
4. Issiqbardosh material namunalari.

Ishni bajarish tartibi va ketma-ketligi

Tayyorlangan issiqbardosh namunalarni yuqorida aytib o'tilganidek dastlabki namuna vaznining 20 % yo'qolmagunicha, suv bilan issiqlik tushirish jarayoni davom ettiriladi.

Tajriba asosida olingan ma'lumotlar asosida issiqbardosh materialning termik turg'unligi haqida xulosa chiqariladi.

Tajriba natijalari 11.1-jadvalga kiritiladi.

Ishni bajarishda barcha texnik xavfsizlik qoidalariga rioya qilinadi

Hisobot tuzish

Ishni bajarish to'grisidagi hisobot quyidagilardan tashkil topadi:

1. Qisqacha nazariy ma'lumotlar;
2. Ishni o'tkazish metodikasi;
3. Jadvalni to'ldirish.

11.1-jadval

Issiqbardosh material ko'rinishi	Boshlan g'ich og'irlik, g	Oxirgi og'irlik, g	Vazn yo'qolishi, g	Issiqlik yechilish miqdori

Nazorat savollari

1. Issiqbardosh materiallarning ishlash xususiyatlari.
2. Termik turg'unlik.
3. Termik turg'unlikni aniqlash metodikasi.
4. Issiqbardosh g'ishtlarning termik turg'unligiga ta'sir qiluvchi omillar.
5. Suv yordamida issiqlik tushirish nima?
6. Issiqbardosh materiallarga termik ishlov berishda buzilish sabablari.

12– laboratoriya ishi

METALLURGIK PECHLARDA UMUMIY ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONINI MODELLASH USULI ASOSIDA O'RGANISH

Ishning maqsadi: metallurgik pechlarning tanalari orasida issiqlik almashinish jarayonini modellash usuli asosida o'rganib chiqish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Modellash uslubining eng muhim afzalliklari:

- a) Ko'pgina deformatsion tenglamalar, ya'ni matematik metod bilan yechish imkoniyati yo'q tenglamalarni yechish mumkinligi;
- b) Sanoat qurilmalarida qiyin yoki bo'lishi mumkin bo'lmagan jarayonlarni amalga oshirish imkoniyati mavjudligidir.

Qo'zg'aluvchan bir o'lchamli harorat maydonida issiqlik uzatilishi quyidagi differensial tenglama bilan ifodalanadi.

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}.$$

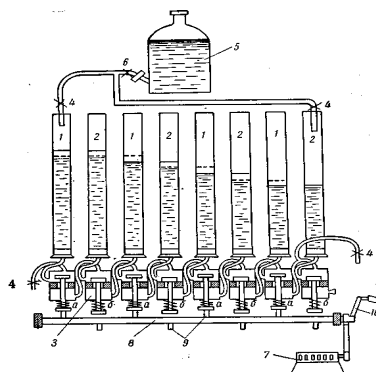
Bu tenglama bo'yicha plastinaning sovishi yoki isishini hisoblash maqsadida foydalanishni E. Shmidt so'nggi farqlar uslubida tasdiqlab berdi.

Bu masalani yechishda quyidagi tenglama bo'yicha qator ketma-ketlikdagi hisoblashlar olib boriladi.

$$t_{n, k+1} = \frac{1}{2} (t_{n+1, k} + t_{n-1, k})$$

Bu tenglamani yechish gidravlik qurilmada ya'ni gidrostatik integratorda juda oson amalga oshadi. Integrator bir - biri bilan klapanlar orqali tutashgan shisha silindrlardan tashkil topgan. Bu klapanlar 8 valga qotirilgan bo'ladi. Bu val 10 dastak orqali aylantiriladi.

Ikkita bir-biriga qo'shni turgan klapanlar hech qachon bir vaqtda ochilmaydi yoki yopilmaydi. Biz ko'rib chiqayotgan integrator 8 ta silindrdan iborat. Shunga mos ravishda bu integrator plastinasidagi haroratning o'zgarishini, to'rtta qatlamga bo'lgan holda uni hisoblash mumkin. Har bir qatlamda silindrdagi suvning darajasiga qarab harorat aniqlanadi. Buning uchun shunga mos masshtabli, masalan, 10 grad/sm li tanlanadi. Valning bir marta aylanishida, dastlab a tipli klapan ochiladi. Keyin esa b tiplisi ochiladi, bu vaqtda 7 sikl hisoblagich ko'rsatkichi oshadi.



12.1-rasm. Gidrostatik integrator sxemasi

Ishni bajarish tartibi

Gidrostatik integratorda ishni bajarish tartibi quyidagilardir. Dastlab bu silindrlar bir-birlariga ulangan holda, dastlabki suvning darajasi belgilanadi. Plastinalar qatlamining dastlabki haroratiga mos ravishda dastlabki suvning darajasi o'rnatiladi. Bu jarayon rasmda ko'rsatilgan 4 – kran orqali amalga oshiriladi, bitta sikldagi isitish yoki sovitish

davomiyligini aniqlovchi vaqt hisoblanadi. $\Delta\tau = \Delta x^2 / 2a$ s, 10 dastak orqali b tipli klapanlar ochiladi bu holat bir biriga qo'shni silindrlarning darajasi tenglashguncha davom etadi. Bundan keyingina, b tipli klapanlar ochiladi va yuqoridagi jarayon qaytariladi.

Keyin plastinkalar isitish yoki sovitish haroratiga qarab ikkita silindr chetiga suvning darajasi o'rnatiladi. So'ngra ikkinchi klapanlarni ochish sikli bajariladi, ya'ni idishlarga suvning darajasi o'rnatiladi.

12.1-jadval

T/R	Haroratning o'zgarishi τ , min	Haroratning o'zgarishi t , $^{\circ}\text{C}$				$t_{n+1} = \frac{1}{2}(t_{n+1} + t_{n-1})$
		t_1	t_2	t_{n+1}	t_{n-1}	
1.	1					
2.	3					
3.	5					
4.	10					
5.	15					

Nazorat savollari

1. Texnologik jarayonlarni modellash nima?
2. Metallurgiya sohasida qaysi modellash tez – tez qo'llanilib turiladi?
3. Matematik model deb nimaga aytiladi?

13 - laboratoriya ishi

METALLURGIK ERITISHDA MASSA ALMASHUV INTENSIVLIGINI ERISH KINETIKASIGA TA'SIRINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: ruda xomashyosini eritish bosqichlari haqida bilimlarini mustahkamlash.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Metallurgik eritish murakkab geterogen jarayondir. U bir qator birga yoki ketma-ket boradigan jarayonlardan tashkil topgan.

Jarayonning yig'indi tezligi, demak qo'llaniladigan metallurgik dastgohning ishlab chiqarish unumdorligi, jarayonning eng sekin boradigan bosqichi bilan aniqlanadi.

Ruda xomashyosini eritishda quyidagi bosqichlar majburiydir:

- 1) qayta ishlanadigan shixtani erishi;
- 2) birlamchi eritmada qiyin eriydigan komponentlarning erishi;
- 3) eritishning suyuq mahsulotlarini bo'linishi (tindirilishi).

Birinchi va ikkinchi bosqichlar shlak va shteyn hosil qilish bosqichlaridir.

Shlak va shteyn hosil bo'lish jarayonlarining tezligi, birinchi navbatda eritish agregatida maksimal erishadigan harorat, qayta ishlanadigan tarkibidagi ayrim komponentlarning erish harorati va boshqa fizika-kimyoviy va termodinamik xususiyatlar bilan aniqlanadi. Bundan tashqari, jarayonlarning tezligiga qayta ishlanadigan shixta yirikligi, issiqlik va massa almashuv sharoitlari ta'sir etadi.

Kerakli asbob-uskuna va materiallar:

1. Diametri 1-1,5 sm bo'lgan suvda eriydigan tuzlarning presslangan tabletkalari.
2. Hajmi 250 ml bo'lgan shisha stakan.
3. Kompresor.
4. Reometr.
5. Elektr isitgich (elektrik plitka)
6. Texnik tarozi.

Ishning bajarish tartibi tartibi

Qattiq moddalarni suv va eritma muhitida erishining kinetik qonuniyati sifat tomonidan bir xil bo'lganligi uchun, Laboratoriya ishi eritish jarayonning sovuq modelida olib boriladi.

Laboratoriya ishi hajmi 250 ml bo'lgan shisha stakanda olib boriladi. Stakanga 200 ml suv quyiladi va unga viniplastdan yasalgan maxsus moslamaga joylashtirilgan diametri 1-1,5 sm bo'lgan presslangan tabletkalar solinadi. Maxsus viniplastdan yasalgan qoplam tabletkani faqat bir tomonlama (ochiq tomoni) suv bilan ta'sirlashuvini ta'minlab beradi.

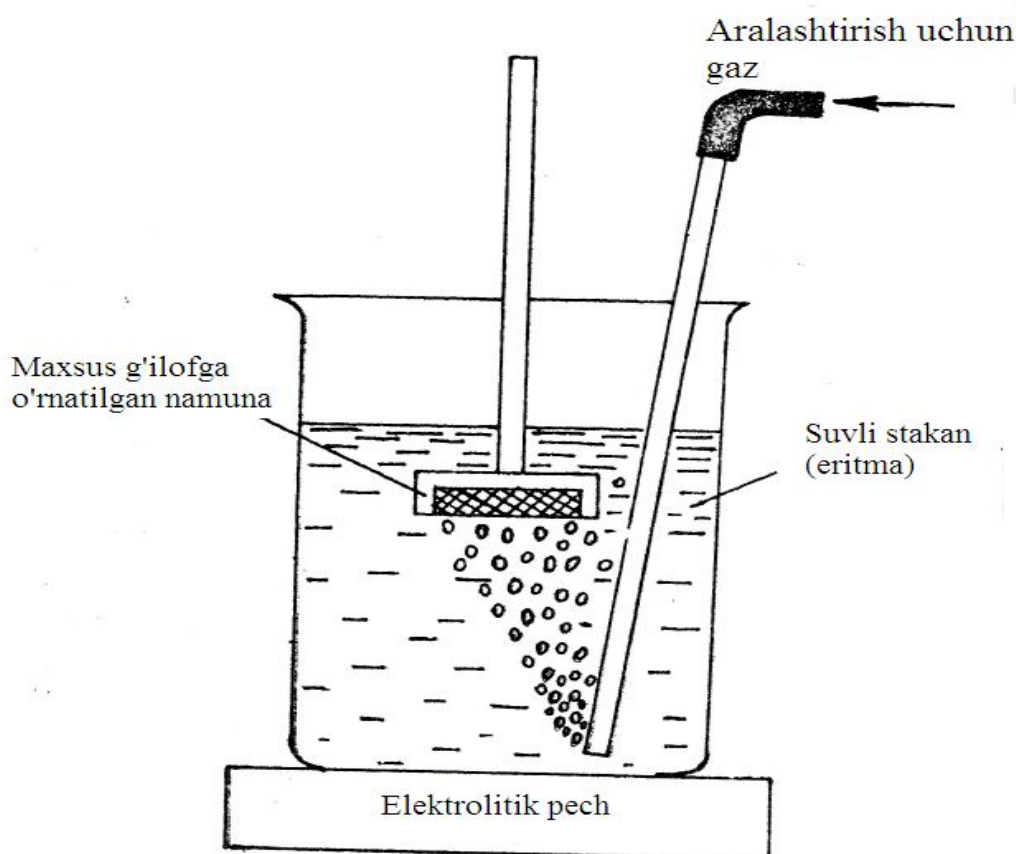
Aralashtirish shiddatini erish kinetikasiga ta'sirini o'rganish uchun eritmaga havo berish uchun trubka tushiriladi. Havoning sarfi reometr yordamida aniqlanadi (1-rasm).

Namuna eritmada 5-10 minut davomida ushdab turiladi. Namunani eritmada saqlash davomiyligi sekundomer yordamida aniqlanadi.

Belgilangan vaqt o'tgandan so'ng, namuna stakandan chiqarib tashlanadi. O'lchov pipetkasi yordamida eritmada modda miqdorini aniqlash uchun namuna olinadi.

Erish tezligini haroratga nisbatligini o'rganish uchun, namuna solingan stakan elektrisitgichga (elektr plitkaga) o'rnatiladi va eritma 50 °C gacha qizdiriladi.

Namuna eritmada 5-10 minut davomida ushlab turiladi. Namunani eritmada saqlash davomiyligi sekundomer yordamida aniqlanadi.



5.1-rasm. Erish kinetikasini o'rganish uchun qurilma

Natijalarga ishlov berish

Moddani erish tezligini hisoblash quyidagi formula yordamida bajariladi:

$$W = (C_{\max} - C_{\text{dast}}) / F \cdot \tau \text{ mg/s} \cdot \text{sm}^2$$

tenglamada:

C_{dast} – dastlabki eritmada moddaning konsentratsiyasi, mg/ml;

C_{max} – tahlilga olingan mahsulotdagi moddaning konsentratsiyasi, mg/ml;

τ – tajriba vaqti, sek;

F – namunaning reaksiya yuzasi cm^2 .

Nazorat savollari

1. Metallurgik eritishda massa almashuvda nimani tushunasiz?
2. Eritish kinetikasini o'rganishda qo'llaniladigan qurilma?
3. Jarayonda qo'llaniladigan formulalar qanday?

14 – laboratoriya ishi

SULFIDLI RUX BOYITMASINI KUYDIRISH

Ishning maqsadi: ruxni erituvchilarda eriydigan holatga o'tqazish maqsadida sulfidli rux boyitmalarini oksidlovchi kuydirishni olib borish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Ruxni ishlab chiqarishning asosiy xomashyosi sulfidli, mis-qo'rg'oshin-ruxli va qo'rg'oshin-ruxli rudalardir. Sulfdli rudalarda rux asosan quyidagi minerallarda uchraydi: sfalerita ZnS , vurtsita i marmatita $n\text{ZnS} \cdot m\text{FeS}$.

Polimetallik rudalarni boyitish natitjasidaolingan selektiv flotatsion rux boyitmalar kuyidagi tarkibga ega, %; Zn – 48-60 %; Pb – 1,5-2,5%; Cu – 1-3%; Fe – 3-10%; do 0,25% Cd; S – 30-38%; 10 % gacha bo'sh jins poroda (SiO_2 , CaO , Al_2O_3).

Hozirgi kunda rux boyitmalari asosan gidrometallurgik usulda qayta ishlanadi. Gidrometallurgik usulda qayta ishlashda sulfidli rux boyitmalar kuydirish usuli bilan oksidlantiriladi.

Sulfidli rux boyitmalarni kuydirishning asosiy maqsadi, boyitmani tanlab eritish jarayoniga tayyorlashdir. Kuydirish paytida, ruxni sulfid holatdan, sulfat kislota eritmalarida eriydigan oksid holatga o'tqazishga

erishiladi. Ammo, amaliyotda oltingugurtni rux boyitmalaridan to'liq yondirishmaydi. Kuyindida sulfat kislota yo'qolishini oldini olish uchun 3-4 % oltingugurtni ZnSO_4 holatida qoldirishadi.

Sulfidli rux boyitmasini kuydirishda asosiy boradigan reaksiya quyidagidir: $\text{ZnS} + 1,5\text{O}_2 = \text{ZnO} + \text{SO}_2$ (1)

Kerakli asbob-uskuna va materiallar:

- kimyoviy takibi aniq bo'lgan sulfidli rux boyitmasi (20 g);
- mufel pechi;
- po'latdan yasalgan kuydirish idishi (protiven);
- tigel ushlash qisqichi;
- po'latdan yasalgan aralashtirgich;
- texnik tarozi;
- chinni hovoncha.

Ishning bajarish tartibi

Kuydirishni olib borish uchun 20 g. sulfidli rux boyitmasi olinadi. Boyitma po'latdan yasalgan idishga yuklanadi. Boyitma yuklangan idish 800°C gacha qizdirilgan mufel pechiga 40-60 daqiqaga solinadi.

Kuydirishni havo pechga erkin kirishi maqsadida pechning ochiq eshigida olib boriladi va boyitma vaqti-vaqti bilan po'latdan yasalgan aralashtirgich bilan aralashtiriladi. Boyitma solingan idishni pechga solishni va chiqarilishi ehtiyotkorlik bilan maxsus qisqich bilan amalga oshiriladi.

Kuydirish jarayoni tugagandan so'ng, pechdan kuyindili idish ehtiyotkorlik bilan chiqariladi va 15-20 daqiqa davomida sovutiladi. So'ngra kuyindi tarozida tortiladi va tarkibidagi qoldiq oltigugurtning miqdori aniqlanadi.

Natijalarga ishlov berish

Laboratoriya ishini bajargandan so'ng quyidagi ko'rsatgichlarni aniqlash kerak: kuyindini chiqish darajasi va desulfurizatsiya darajasi.

Hisoblash misoli:

1. Kuyindini chiqish darajasi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$\gamma = m_1/m_0 \cdot 100 \quad \%,$$

tenglamada

m_0 – boyitma massasi , g

m_1 – kuyindi massasi, g.

2. Desulfurizatsiya darajasini aniqlash quyidagi misolda ko‘rib chiqilgan:

Sulfidli rux boyitmasining kimyoviy tarkibi %; Zn -50,0; Pb -3,0; Cd -0,2; Cu -0,1; Fe -6,0; S – 32,0; SiO_2 – 3,0; Al_2O_3 – 0,5; CaO – 0,3 .

Boyitmaning mineralogik tarkibiga ko‘ra rux boyitmada ZnS minerali ko‘rinishidadir.

Oksidlovchi kuydirishda barcha sulfidli birikmalar oksidlanadi va oksid holatga o‘tadi.

Desulfurizatsiya darajasi kuydirilgan namuna og‘irligining kamayishi bo‘yicha aniqlanadi. Namuna og‘irligining kamayishi, boyitmadagi sulfidlarning parchalanishi va oltingugurtning SO_2 ko‘rinishida gaz fazasiga o‘tishi hisobiga amalga oshiriladi.

Dastlabki namunaning og‘irligi $m_0 = 10$ g. Namunadagi oltingugurtning miqdori (kimyoviy tarkibga asosan) $m_{0\text{S}} = 3,2$ g, Oksidlantiruvchi kuydirishdan so‘ng namunaning og‘irligi $m_1 = 7,12$ g.

Namuna og‘irligining kamayishi:

$\Delta m = m_0 - m_1 = 10 - 7,12 = 2,88$ g., Δm SO_2 ko‘rinishida yo‘qolgan oltingugurtning miqdoriga teng. Bundan desulfurizatsiya darajasini D aniqlaymiz:

$$D = 2,88/3,2 \cdot 100 = 90,0 \%$$

Laboratoriyaishning natijalari 14.1-jadvalga kiritiladi.

14.1-jadval

m_0	m_1	Δm	γ , kuyindi chiqishi , %	D, %

Nazorat savollari

1. Ruxni sulfidli birikmalari qaysilar?
2. Jarayon qanday tashkil etiladi?
3. Laboratoriya ishida qo‘llaniladigan dastgohlar?

15- laboratoriya ishi

SULFIDLI MIS BOYITMASINI OKSIDLOVCHI KUYDIRISH

Ishning maqsadi: sulfidli mis boyitmasini oksidlovchi kuydirishni olib borish va desulfurizatsiya darajasini aniqlash ko'nikmasiga ega bo'lish.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Mis metallurgiyasida kuydirish jarayonini qo'llash, qayta ishlashga tarkibida oltingugurt miqdori yuqori bo'lgan va mis miqdori past bo'lgan boyitmalarni jalb etishda maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki ularni to'g'ridan to'g'ri eritish natijasida miss bo'yicha kambag'al shteyn hosil bo'ladi.

Sulfidli mis boyitmalarini kuydirish natijasida, boyitma tarkibidagi oltingugurt qisman yo'qoladi va temir sulfidlari eritish jarayonida shlaklanadigan oksid holatgacha oksidlanadi. Kuyindida metallurgik hisobotlar bilan aniqlanadigan miqdorda oltingugurt qoldiriladi.

Kuydirish jarayonida dastlabki mahsulotni kuydirish jarayonida ajralib chiqqan oltingugurtning dastlabki mahsulotdagi oltingugurtga nisbatligi desulfurizatsiya darajasi deb nomlanadi.

Kerakli asbob-uskuna va materiallar:

- kimyoviy tarkibi ma'lum bo'lgan sulfidli mis boyitmasi (25 g);
- mufel pechi;
- po'latdan yasalgan kuydiish idishi;
- tigel ushlash uchun qisqich;
- po'latdan yasalgan aralashtirgich;
- texnik tarozi;
- agatli hovoncha.

Ishning bajarish tartibi

Kuydirishni olib borish uchun 25 g. sulfidli mis boyitmasi olinadi. Boyitma po'latdan yasalgan idishga yuklanadi. Boyitma yuklangan idish 800 °C gacha qizdirilgan mufel pechiga 40-60 daqiqaga kuydirish uchun solinadi.

Kuydirishni havo pechga erkin kirishi maqsadida pechning ochiq eshigida olib boriladi va boyitma vaqti-vaqti bilan po‘latdan yasalgan aralashtirgich bilan aralashtiriladi. Boyitma solingan idishni pechga solishni va chiqarilishi ehtiyotkorlik bilan maxsus qisqich bilan amalga oshiriladi.

Kuydirish jarayonida ikki turdagi reaksiyalarni borishini kuzatish mumkin: boyitmani qizdirish davomida boyitmaning ustida ko‘k rangli alanga hosil bo‘ladi. Ko‘k rangli alanganing hosil bo‘lishi, yuqori sulfidlarning parchalanishi natijasida, hosil bo‘ladigan erkin oltingugurtning yonishidir.

So‘ngra sulfidlarning alanga olishi va intensiv oksidlanishi kuzatiladi. Shixta yuzasi qizaradi va uning harorati pechning haroratidan yuqori bo‘ladi, bu hodisa sulfidlar oksidlash reaksiyasining ezotermik tavsifini ko‘rsatadi.

Kuydirish jarayonning yakunida oltingugurtning asosiy qismi yonib ketganligi sababli, shixtaning yuzasi qorayib boshlaydi.

Kuydirish jarayoni tugagandan so‘ng, pechdan kuyindili idish ehtiyotkorlik bilan chiqariladi va 15-20 daqiqa davomida sovutiladi. So‘ngra kuyindi tarozida tortiladi va tarkibidagi qoldiq oltingugurtning miqdori aniqlanadi.

Natijalarga ishlov berish

Desulfurizatsiya darajasi va kuyindidagi misning miqdorini aniqlash quyidagi misolda ko‘rib chiqilgan:

Sulfidli mis boyitmasining kimyoviy tarkibi %; Cu -17,0; Fe -31,8; S – 35,5; SiO_2 – 5,5; Fe_2O_3 – 2,3; CaO – 0,1; hokazo – 7,8.

Boyitmaning mineralogik tarkibiga ko‘ra mis quyidagi sulfidli minerallarda bog‘langan: CuFeS_2 xalkopirit, xalkozin Cu_2S , kovelin CuS.

Misni oksidlangan holatga o‘tganligini, kuydiriladigan boyitma og‘irligi kamayishidan aniqlanadi. Namuna og‘irligining kamayishi, boyitmadagi murakkab sulfidlarning parchalanishi va oltingugurtning SO_2 ko‘rinishida gaz fazasiga o‘tishi hisobiga amalga oshiriladi.

Hisoblash misoli:

Dastlabki namunaning og'irligi $m_0 = 10$ g. Namunadagi misning miqdori (kimyoviy tarkibga asosan) $m_{0Cu} = 1,7$ g, oltingugurtning miqdori $m_{0S} = 3,55$ g. Oksidlantiruvchi kuydirishdan so'ng namunaning og'irligi $m_1 = 8,23$ g.

Namuna og'irligining kamayishi:

$\Delta m = m_0 - m_1 = 10 - 8,23 = 1,77$ g., Δm SO₂ ko'rinishida yo'qolgan oltingugurtning miqdoriga teng. Bundan desulfurizatsiya darajasini D aniqlaymiz:

$$D = 1,77/3,55 \cdot 100 = 49,8 \%$$

Kuyindida qoldiq oltingugurtning miqdori: $m_{1S} = 1,78$ g. kuyindidagi oltingugurtning miqdori:

$$\beta_S = 1,78/8,23 \cdot 100 = 21,6 \%$$

Dastlabki boyitmadagi misning miqdori 17 % bo'lgan edi (1,7 g), kuyindidagi misning miqdori o'zgarmagan, lekin namuna og'irligi kamayganligi sababli kuyindidagi misning miqdori oshdi: $\beta_{Cu} = 1,7/8,23 \cdot 100 = 20,6 \%$.

Laboratoriya ishning natijalari jadvalga kiritiladi

15.1-jadval

m_0	m_1	Δm	β_S v dastlabki boyitmada, %	D, %	β_S kuyindida, %	β_{Cu} dastlabki boyitmada, %	β_{Cu} kuyindida, %

Nazorat savollari

1. Oksidlovchi kuydirish deganda nimani tushundingiz?
2. Oksidlovchi kuydirishdan maqsad nima?
3. Kuydirish jarayonida asosan qanday reaksiyalar boradi?

16 - laboratoriya ishi

SULFIDLI MIS BOYITMASINI SULFATLOVCHI KUYDIRISH

Ishning maqsadi: sulfidli mis boyitmasini sulfatlovchi kuydirishni olib borish va kuyindida sulfat ko'rinishidagi oltingugurtning mavjudligini aniqlash ko'nikmasiga ega bo'lish.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Sulfidli flotatsion boyitmalarda mis suvda va aralashgan kislotalarda erimaydigan sulfidlar holatdadir: xalkopirit CuFeS_2 ; xalkozin Cu_2S va kovellin CuS .

Boyitmani gidrometallurgik usulda qayta ishlash uchun uni oksidlovchi yoki sulfatlovchi kuydirish usulida kuydirishadi:



Sulfidlarni kuydirish jarayonida, pechdagi hosil bo'ladigan oltingugurt angidridining parsial (bo'g') bosimi, (4) reaksiyaning muvozanat konstantasi orqali aniqlanadi::

$$K_4 = \frac{P_{\text{SO}_3}^2}{P_{\text{SO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}} \quad (6)$$

$$P_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2} \cdot \sqrt{K_4 P_{\text{O}_2}} \quad (7)$$

mis kuporosi dissotsiasiyasi (5) natijasida hosil bo'ladigan oltingugurt angidridining parsial bosimi quyidagi muvozanat konstantasini aniqlash teglomasidan aniqlanadi :

$$P_{\text{SO}_3} = \frac{1}{K_5} \quad (8)$$

Sulfatlovchi kuydirishni borish sharoitlari –

$$P_{\text{SO}_2} \sqrt{K_4 P_{\text{O}_2}} > P_{\text{SO}_3} \quad (9)$$

oksidlovchi kuydirishni borish sharoitlari –

$$P_{\text{SO}_2} \sqrt{K_4 P_{\text{O}_2}} < P_{\text{SO}_3} \quad (10)$$

demak sulfatlovchi kuydirishda pechdagi oltingugurt angidridi konsentratsiyasi, oksidlovchi kuydirishda hosil bo'ladigan oltingugurt angidridi konsentratsiyasidan yuqori, kislorod konsentratsiyasi esa kam.

Shu sababdan sulfatlovchi kuydirish 600°C olib boriladi.

Kerakli asbob-uskuna va materiallar:

- kimyoviy tarkibi ma'lum bo'lgan sulfidli mis boyitmasi (20 g);
- mufel pechi;
- chinni tigel;
- tigel ushlash uchun qisqich;
- po'latdan yasalgan aralashtirgich;
- texnik tarozi;
- agatli hovoncha.

Ishning bajarish tartibi

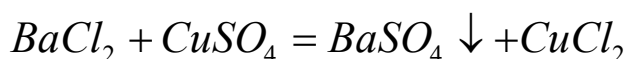
20 g boyitma chinni tigelga yuklanadi va 600 °C gacha qizdirilgan pechga solinadi. Sulfatlovchi kuydirish pechning yopiq eshigida 30 daqiqa davomida olib boriladi. Boyitma vaqti vaqti bilan aralashtiriladi.

Kuyidirishdan so'ng tigel pechdan qisqichlar yordamida chiqariladi va sovutiladi. Sovigandan so'ng kuyindi tarozida tortiladi va agatli hovonchada un mayinligigacha yanchiladi. So'ngra kuyindida sulfat ko'rinishidagi oltingugurtning mavjudligi aniqlanadi.

Natijalarga ishlov berish

Kuyindida sulfat oltingugurt mavjudligi quyidagicha aniqlanadi. Kuyindining bir qismi distillangan suvda eritiladi. Erimgan cho'kma filtrlanadi, eritmaga (filtratga) ber necha tomchi 10 % li bariy xlor eritmasi qo'shiladi. Oq cho'kmaning hosil bo'lishi eritmada sulfat oltingugurt mavjudligini bildiradi.

Cho'kish quyidagi yig'indi reaksiya bo'yicha boradi:



Bariy sulfati cho'kishidan so'ng eritma filtrlanadi, cho'kma quritiladi va tarozida tortiladi. Stexiometrik xisobotlar bilan eritmadagi sulfat oltingugurtning miqdori aniqlanadi.

Hisoblash misoli

Sulfat ionini to'liq cho'kishiga 5 g BaCl₂ sarf bo'lganligini qabul qilamiz. BaCl₂ da bog'langan Ba miqdori.

$$208,4 - 137$$

$$5 - X \quad X = 5 \cdot 137 / 208,4 = 3,28 \text{ g.}$$

Demak, hosil bo'ladigan bariy sulfatning miqdori:

$$137 - 233$$

$$3,28 - X \quad X = 3,28 \cdot 233 / 137 = 5,58 \text{ g.}$$

Cho'kmaga bog'langan sulfat ionning miqdori:

$$5,58 - 3,28 = 2,3 \text{ g.}$$

Laboratoriya ishining natijalari jadvalga kiritiladi

16.1.-jadval

Sarf bo'lgan $BaCl_2$ miqdori	$BaSO_4$ cho'kmasining og'irligi	Bariy bilan bog'langan SO_4^{2-} miqdori

Nazorat savollari

1. Sulfidlovchi kuydirish deganda nimani tushundingiz?
2. Sulfidlovchi kuydirishdan maqsad nima?
3. Kuydirish jarayonida asosan qanday reaksiyalar boradi?

17- laboratoriya ishi

KUYDIRILMAGAN SULFIDLI MIS BOYITMASINI SHTEYNGA ERITISH

Ishning maqsadi: sulfidli mis boyitmalarini eritish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Sulfidli mis boyitmalarini qayta ishlashning usullaridan biri bu shteynga eritishdir. Hozirgi kunda sulfidli miss boyitmalarini quyidagi usullarda shteynga eritishadi:

- yallig'-qaytaruvchi pechlarda eritish;
- kislorod-masha'la pechida eritish;
- suyuq vannada eritish;
- minorali pechda eritish;

- elektr pechlarda eritish.

Eritishning asosiy maqsadi – misni shteynga, bosh jins moddalarni va temirning bir qismini shlakka o‘tqazishdir.

Hosil bo‘ladigan shteyn va shlak har xil solishtirma og‘irlikka ega va bir birida deyarli erimaydi. Ular pechda ikkita suyuq qatlam hosil qilishadi va buning natijasida shlak shteyndan ajratiladi.

Eritish shixtasi tarkibiga quyidagilar kiradi: sulfidli boyitma, flyuslar va aylanma materiallar. Flyus sifatida kvarts va izvestnyak qo‘llaniladi.

Kuydirilmagan boyitmaning eritilishi o‘z ichiga quyidagi jarayonlarni oladi: murakkab sulfidlarning dissotsiatsiyasi; oksid va sulfidlarning o‘zaro ta’sirlashuvi.

Kerakli asbob-uskuna va materiallar:

1. Selitli elektrpech.
2. Alundli va grafitli lodochkalar.
3. Kuydirilmagan sulfidli boyitma, izvestnyak, kremnezyom.
4. Metallik hovoncha.
5. Texnik tarozi.

Ishning bajarish tartibi tartibi

1. Shixta komponentlari 10 g boyitma, 3 g kremnezyom, 2 g izvestnyak tarozida tortiladi, hovonchada yanchiladi, aralashtiriladi va lodochkaga yuklanadi.

2. Oldindan 1300 °C gacha qizdirilgan pechga shixta solingan lodochka temir qisqich bilan yuklanadi.

3. Eritish 20-30 daqiqa davomida olib boriladi, erigandan so‘ng 10 -15 daqiqa davomida erigan mahsulot tindiriladi. Tigelpechda chiqariladi, sovutiladi va sindiriladi. Qotishma ajratilib tarozida toritiladi, qotishma sindiriladi va shlak shteyndan ajratib olinadi.

Natijalarga ishlov berish

1. Shteyn chiqish darajasini quyidagi tenglama orqali aniqlaymiz, %:

$$\gamma = \frac{M_2}{M_1 + M_3} \cdot 100$$

bu yerda M_1 , M_2 , M_3 – shteyn, boyitma va flyus massalari.

2. Misni shteynga ajratib olish darajasini quyidagi tenglama yordamida aniqlaymiz (I, %):

$$H = \frac{C_2 \cdot M_2}{C_1 \cdot M_1} \cdot 100$$

bu yerda M_1 , M_2 , - shixta va shteyn massasi, g.

S_1 , S_2 , - misni shixta va shteyndagi miqdori, %.

Nazorat savollari

1. Shixtani eritishda qo‘llaniladigan pechlarning nomi?
2. Kuydirilmagan sulfidli mis boyitmasi deganda nima tushuniladi?
3. Laboratoriya ishida qo‘llaniladigan dastgohlar?

18 -laboratoriya ishi

KUYDIRILGAN SULFIDLI MIS BOYITMALARINI SHTEYNGA ERITISH

Ishning maqsadi: kuydirilgan boyitmalarni kuydirish ko‘nikmasiga ega bo‘lish va dastlabki kuydirish jarayonini eritishda hosil bo‘ladigan shteyn chiqishiga ta‘sirini o‘rganish.

Qisqa nazariy ma’lumotlar

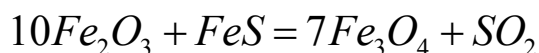
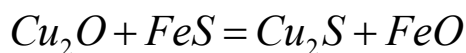
Kuydirilgan mis boyitmasini eritish mexanizimini mis kuyindisini yaliig‘ pechda eritishda ko‘rib o‘tamiz.

YAllig‘ pechda eritishning mohiyati, pechga yuklangan shixta, gorizonta joylashgan pechning hajmida uglerodli yoqilg‘ini yoqishda hosil bo‘ladigan issiqlik hisobiga erishidan iborat. Yoqilg‘i yonishida hosili bo‘ladigan mash‘ala eritma ustida joylashadi. Kuydirilmagan va quritilgan boyitmalarni eritishda yuklangan shixta pechning yon devorlari bo‘ylab yonbog‘ hosil qiladi, kuydirilgan boyitmalarni eritishda esa shixta pechdagi shlak eritmasining yuzasi bo‘yicha taqsimlanadi. Buning natijasida shixtadagi zarrachalaridagi oksid qobiqlar shlakda

erishadi, sulfid zarralar esa shiteyn hosil qilib pechning tubimga cho‘kishadi..

Kuyindini erish ximizmi oksid va sulfid birikmalarni o‘zaro ta’sirlashuvidan tashkil topgan.

Kuydirilgan boyitmalarni eritishda quyidagi reaksiyalar asosiy deb hisoblanadi:



Kerakli asbob-uskuna va materiallar:

1. Selitli elektrpech.
2. Alundli va grafitli lodochkalar.
3. Kuydirilmagan sulfidli boyitma, izvestnyak, kremnezyom.
4. Metallik hovoncha.
5. Texnik tarozi.

Ishning bajarish tartibi tartibi

1. Shixta komponentlari 10 g boyitma, 3 g kremnezyom, 2 g izvestnyak tarozida tortiladi, hovonchada yanchiladi, aralashtiriladi va lodochkaga yuklanadi.

2. Oldindan 1300 °C gacha qizdirilgan pechga shixta solingan lodochka temir qisqich bilan yuklanadi.

3. Eritish 20-30 daqiqa davomida olib boriladi, erigandan so‘ng 10 -15 daqiqa davomida erigan mahsulot tindiriladi. Tigelpetchda chiqariladi, sovutiladi va sindiriladi. Qotishma ajratilib tarozida tortiladi, qotishma sindiriladi va shlak shiteyndan ajratib olinadi.

Natijalarga ishlov berish

1. Shiteyn chiqish darajasini quyidagi tenglama orqali aniqlaymiz, %:

$$\gamma = \frac{M_2}{M_1 + M_3} \cdot 100$$

bu yerda M_1 , M_2 , M_3 – shiteyn, boyitma va flyus massalari.

2. Misni shteynga ajratib olish darajasini quyidagi tenglama yordamida aniqlaymiz (I, %):

$$I = \frac{C_2 \cdot M_2}{C_1 \cdot M_1} \cdot 100$$

bu yerda M_1, M_2 , - shixta va shteyn massasi, g.

S_1, S_2 , - misni shixta va shteyndagi miqdori, %.

Nazorat savollari

1. Shixtani eritishda qo'llaniladigan pechlarning nomi?
2. Kuydirilgan sulfidli mis boyitmasi deganda nima tushuniladi?
3. Laboratoriya ishida qo'llaniladigan dastgohlar?

ADABIYOTLAR

1. Юсупходжаев А.А., Валиев Х.Р. Теплотехника в металлургии. Конспект лекций -Т., ТашГТУ, 2005.
2. Диомидовский Д.А. Металлургические печи. -М.: Металлургия, 1995. С 256-331.
3. Кривандин В.А. и др. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. -М.: Металлургия, 2000. С. 96-106.
4. Арутюнов В.А. и др. Металлургическая теплотехника. Том I. - М.: Металлургия, 2001.
5. Теоретические основы. Топливо и огнеупоры. -М.: Металлургия, 2004. С 548-560.
6. Глинков М.А. и др. Металлургические печи. -М.: Металлургия, 2000. С.56-64.

MUNDARIJA

1-laboratoriya ishi	Yoqilg'ilarning quruq ishchi massasini aniqlash.....	3
2-laboratoriya ishi	Qattiq yoqilg'i tarkibidagi uglerod va kul miqdorini aniqlash	4
3- laboratoriya ishi	Pechlar sistemasida gazlar harakatiga joylarda ko'rsatiladigan qarshiliklar koeffitsiyentini aniqlash.....	6
4- laboratoriya ishi	Mahalliy qarshilik koeffitsiyentini aniqlash.....	9
5- laboratoriya ishi	Metallurgik pechlardagi gazlarning harakat xususiyatini aniqlash.....	12
6- laboratoriya ishi	Yallig' qaytaruchi pechdagi gaz harakatini modelashtirish usuli asosida o'rganish	14
7- laboratoriya ishi	Jismlar orasida nurlanish orqali issiqlik almashinish...	17
8- laboratoriya ishi	Metallurgik pechlarda konveksion issiqlik almashinishni o'rganish.....	20
9- laboratoriya ishi	Issiqqa chidamli materiallarning solishtirma massasini aniqlash.....	21
10- laboratoriya ishi	Issiqqa chidamli materiallarning haqiqiy g'ovakligini aniqlash.....	23
11- laboratoriya ishi	Issiqbardosh g'ishtlarning termik turg'unligini aniqlash	25
12- laboratoriya ishi	Metallurgik pechlarda umumiy issiqlik almashinish jarayonini modelashtirish usuli asosida o'rganish.....	27
13-laboratoriya ishi	Metallurgik eritishda massaalmashuv intensivligini erish kinetikasiga ta'sirini o'rganish.....	29
14-laboratoriya ishi	Sulfidli rux boyitmasini kuydirish.....	32
15-laboratoriya ishi	Sulfidli mis boyitmasini oksidlovchi kuydirish.....	35
16-laboratoriya ishi	Sulfidli mis boyitmasini sulfidlovchi kuydirish.....	37
17-laboratoriya ishi	Kuydirilmagan sulfidli mis boyitmalarini shteynda eritish.....	40
18-laboratoriya ishi	Kuydirilgan sulfidli mis boyitmalarini shteynda eritish...	42
Adabiyotlar.....		45

Muharrir Sidikova K.A.