

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

D.E.Aribjonova, M.Sh.Bolibekov, B.Q. Karimjonov, G.B.Beknazarova

**PO‘LAT ISHLAB CHIQRISH
TEXNOLOGIYASI**

amaliy mashg‘ulotlar

USLUBIY QO‘LLANMALAR

Toshkent 2023

UO‘K 669.075

“Po‘lat ishlab chiqarish texnologiyasi” Amaliy mashg‘ulotlar uchun uslubiy qo‘llanma. Aribjonova D.E., Bolibekov M.Sh., Beknazarova G.B., Karimjonov B.R. – Toshkent: “ToshDTU”, 2023. -62 b.

Uslubiy qo‘llanmada qora metallurgiyada olib borilayotgan jarayonlarning nazariy asoslariga tayangan holda bu jarayonlarda uchraydigan kimyoviy hamda termokimyoviy qonuniyatlar asosida amaliy mashg‘ulotlari ko‘rsatib o‘tilgan. Asosiy va keng tarqalgan metallurgik jarayonlarning mexanizmi va kinetikasining ajralib turadigan xossalari keltirilgan bo‘lib jarayonlarni intensivlashtirishning asosiy yo‘llari bayon etilgan.

Qo‘llanma metallurgiya ta‘lim yo‘nalishi talabalariga uslubiy qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan. Shu soha magistrleri, kasb-hunar kollejlari talabalari va ilmiy-tekshirish hamda sanoat korxonalarida faoliyat yuritayotgan muhandis – texnik xodimlarga foydali bo‘lishi mumkin.

Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qarori asosida nashr etildi (2022 yil 30 noyabr, 3-son qaror).

Taqrizchilar:

Pazilov M.M. – OOO «O‘zgeorangmetliti» texnologik bo‘limi boshlig‘I
o‘rinbosari

Nosirxo‘jayev S.Q. - TDTU, PhD, “Metallurgiya” dotsenti

KIRISH

Metallurgiya sanoati Respublikamizda keng rivojlanishi juda katta ahamiyatga ega. Hozirgi kunda metallurgiya yoʻnalishi boʻyicha koʻplab ilmiy va amaliy ishlar olib borilmoqda, masalan xorijiy davlatlar bilan oʻzaro xamkorlik ishlarni olib borish va malakasini oshirish, yangi metallurgik korxonalar qurilishi va boshqalar. Respublikamizda metallurgik korxonalarda rangli va qora metallarni ishlab chiqarish yuqori suratlarda olib borilmoqda. Poʻlat xalq xoʻjaligida yuqori ahamiyatga ega boʻlgan mahsulotdir, xususan konchilik, neft va gaz tarmoqlari, mashinasozlik, transport, hatto qishloq xoʻjaligi sohalarining rivojini poʻlatsiz tasavvur qilib boʻlmaydi. SHuning uchun “Poʻlat ishlab chiqarish texnologiyasi” fani ishlab chiqarish texnologik tizimining ajralmas boʻgʻinidir.

“Poʻlat ishlab chiqarish texnologiyasi” fanining maqsadi – talabalarda amaliyotda poʻlat ishlab chiqarish uchun qoʻllaniladigan turli metallurgik jarayonlar, metallurgik xomashyo, poʻlat ishlab chiqarishda qoʻllaniladigan turli eritish pechlari, olinadigan mahsulotlar tavsiflari, jarayonda bevosita mehnat muhofazasi, yangi texnologiyalarni yaratishdagi qobiliyatlarini shakllantirishdir

№ 1 AMALIY MASHG'ULOT

TEMIRNI BEVOSITA OLIISH UCHUN TEMIR SAQLOVCHI BOYITMANI METALLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Temirni bevosita olish uchun temir saqlovchi boyitmani metallash xaqida tushunchaga ega bo'lish.

Materiallar hisobi issiqlik hisobi bilan bir qatorda asosiy texnologik hisoblar qatoriga kiradi. Material oqimini hisoblash natijasida, kerakli ishlab chiqarish dastgohlarining konstruktiv hisobini qilishimiz va jarayonning iqtisodiy samaradorligi baholashimiz mumkin.

Materiallar balansini quydagi tenglama bilan ifodalashimiz mumkin: chap tomoni hamma turdagi xomashyolar massalarining yig'indisi ΣG , o'ng tomoni esa olinadigan maxsulot massasi bilan $\Sigma G'$ ishlab chiqarishdagi yo'qolishlar yig'indisi $\Sigma G_{yo'qol}$ ga teng bo'ladi.

$$\Sigma G = \Sigma G' + \Sigma G_{yo'qol}$$

Material balansining asosi stexiometrik munosabat va modda massasining saqlanish qonuniga asoslanadi.

Material balans asosiy va qo'shimcha reaksiya tenglamalar yig'indisi asossida, modda massasining saqlanish qonuni asosida tuziladi. Material balansi asosiy maxsulot (kg, t) dagi o'lchov biriligidagi yoki vaqt biriligidagi tuziladi. Kiritilayotgan va olinayotgan maxsulotlardagi komponentlar, qattiq, suyuq va gaz fazalari uchun alohida aniqlanadi. U quydagi tenglama orqali ifodalanadi.

$$G_g + G_s + G_q = G_g' + G_s' + G_q'$$

Jarayonda har doyim xam hamma fazalar qatnashavermaydi, bir fazada bir nechta moddalar bo'ladi, bu esa tenglamaning soddalashishiga yoki murakkablashishiga olib keladi.

Nazariy materiallar balansi reaksiyalarning stexiometrik tenglamalari orqali hisoblanadi. Buni bilish uchun reaksiya tenglamalarini va komponentlarining molekulyar massalarini bilish etarli bo'ladi.

Amaliy materiallar balansida dastlabki xomashyo tarkibi va tayyor maxsulot tarkibi, homashyodagi komponentlarning ortiqchaligi, komponentlarning maxsulotga o'tish darajasi, xomashyo va tayyor maxsulotning jarayon davomida yo'qolishi kabi omillar xisobga olinadi.

Xisoblangan material balansidan, xomashyo va qo'shimcha materiallar sarfini, maxsulotning tan narxini, tayyor maxsulot chiqishi, reaksiya zona hajmini, apparatlar soni va hajmini, ishlab chiqarish quvvatini, ishlab chiqarishdagi tso'qolishlarni aniqlash mumkin.

Material balansi asosida issiqlik balansi hisoblanadi, bu esa yoqig'iga bo'lgan talabni, issiqlik almashuvchi yuzani, yoqilg'i yoki sovutuvchi agent sarfini aniqlashga imkon beradi. Bu hamma ma'lumotlar jadvalga yozib boriladi.

1.1. Jadval

Material balansi

Maxsulotlar kirishi				Maxsulotning chiqishi			
Dastlabki materiallar	kg	m ³	%	Maxsulot	kg	m ³	%
G ₁				G ₅			
G ₂				G ₆			
G ₃				G ₇			
G ₄				G ₈			
Jami				Jami			

Sarf xarajatlar koeffitsienti hisobi.

Misol. Quydagicha tarkibli rudadan cho'yan eritib olishda (tarkibida 92% temir bo'lgan va bo'sh jinslari bo'lmagan zararli qo'shimchalarsiz) xarajatlar koeffitsientini nazariy xisoblash.

Shpatli oxak FeCO_3 - 115.8 mol

Limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 373 mol

Getit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 355 mol

Fe_2O_3 - 159.7 mol

$\text{Fe}_3\text{O}_4 - 231.5 \text{ mol}$

Yechim . 1 kmol FeCO_3 dan 1 kmol Fe olish mumkin yoki 115.8 kg FeCO_3 dan 55.9 kg Fe olish mumkin. Bu erdan 1 tn cho'yan olish

92 % temirli olish uchun

$$X = (1 - 0,92 * 115,8) / 55,9 = 1,9 \text{ tn.}$$

Analogik ravishda boshqa rudalar uchun ham xarajatlar koeffitsientining nazariy hisobi qilinadi.

Nazorat savollari:

1. Materiallar hisobi issiqlik hisobi bilan bir qatorda qanday hisoblar qatoriga kiradi?
2. Material balans nima asosida tuziladi?
3. Issiqlik balansi qanday hisoblanadi?

№ 2 AMALIY MASHG'ULOT

TEMIRNI BEVOSITA OLISHDA OLTINGUGURTNI VA FOSFORNI YO'QOTISH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Temirni bevosita olishda oltingugurtni va fosforni yo'qotish usullari xaqida ma'lumotga ega bo'lish.

Dastlabki ma'lumotlar

Shixta tarkibi hisobi 1 tn metallashgan material uchun olib boriladi.

1. Shixta tarkibini hisoblash uchun metallashgan material (cho'yan) tarkibi 2.1.-jadvalda keltirilgan.

2.1-jadval

Metallashgan material (cho'yan) tarkibi

Elementlar miqdori, %					
Si	Mn	P	S	C	Fe
0,6	1,4	0,08	0,04	4,2	93,68

2. Temir tarkibli rudalar shixtasining 85% qismi flyuslangan aglomeratdandan 15% flyussiz okatishlardan tashkil topadi.

2.2-jadval

Materiallar tarkibi

Miqdori %	Material			Koks	Ruda
	Alomerat	Okatish	Koks kuli		
Fe	53,20	62,20	17,78	1,81	54,55
Mn	0,09	0,07	1,14	0,12	0,09
S	0,028	0,020	0,816	0,083	0,027
P	0,044	0,039	0,358	0,037	0,043
Fe ₂ O ₃	62,11	85,52	25,40	2,59	65,62
FeO	12,50	3,00			11,08
Mn ₃ O ₄			1,58	0,16	
MnO	0,11	0,09			0,11
SiO ₂	10,50	4,00	42,80	4,37	9,53
Al ₂ O ₃	1,30	2,10	22,40	2,28	1,42
CaO	12,86	4,40	2,80	0,29	11,59
MgO	0,40	0,40	2,16	0,22	0,40
P ₂ O ₅	0,100	0,090	0,820	0,08	0,099
FeS	0,050				0,043
SO ₃	0,070	0,050	2,040	0,21	0,067
H ₂ O	0,54				0,46

3. Marganetsli ruda, flyus va koks tarkibi quyida keltirilgan. Koks kuli tarkibi va unung koks tarkibiga qayta hisoblanganligi 2-jadvalda keltirilgan.

2.3-jadval

Marganetsli rudaning kimyoviy tarkibi

Miqdori, %							
Fe	Mn	S	P	MnO	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
	37,38			5,00	53,00	2,10	28,00
Miqdori, %							
Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	п.п.п.	H ₂ O	
3,00	2,00	1,40	0,15	0,35	5,00	12,00	

2.4-jadval

Oxakning kimyoviy tarkibi

Tarkibi, %										
Fe	S	P	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂
			53,50	0,85	5,00	0,80	0,70	0,03	0,03	42,3

2.5-jadval

Koks va uchuvchan moddalar tarkibi

Miqdori, %				
Koks tarkibi				
Kul A ^s	Oltinugurt S ^s	Uchuvchan	Uglerod S ^s	N ₂ O _{gigr}
10,20	1,81	1,20	86,79	3,10
Uchuvchan koks tarkibi, %				
CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
27,0	32,0	1,6	3,8	35,6

4. Qo'shimchayoqilg'isifatidatabiiygazdanfoydalaniladi. Tabiiy gaz sarfi 1 tn metallashgan maxsulotga 120 m³.

2.6-jadval

Tabiiy gaz tarkibi

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
92,0	4,6	0,9	0,8	0,2

5. Metallashgan maxsulotlar olish sharoitlari.

a. Shlakning asosliligi 1,06.

b. Harorat 1200 °C.

c. Quruq par tarkibi: issiq par tarkibidagi kislorodning miqdori $\omega = 0,25$; azotning miqdori $(1 - \omega) = 0,75$.

d. Issiq havo namligi $f = 1,2\%$ (hajm bo'yicha).

e. To'g'ridan to'g'ri tiklanishning rivojlanish darajasi $r_d = 0,32$.

f. Vodorodning tiklovchilik qobiliyatidan foydalanish darajasi. $0,3-0,5$. Hisoblashda $\eta_{H_2} = 0,4$ deb qabul qilingan.

g. Chiqindi gazlar harorati 300°C .

h. Metallashgan maxsulot entalpiyasi quydagi formula orqali aniqlanadi $Q_{\text{chuguna}} = 147 + 0,756 \cdot t$

Bu yerda t – Metallashgan maxsulotning harorati, $1400-1450^\circ\text{C}$ cho'yan uchun. Hisoblashda 1410°C deb qabul qilamiz.

$$Q_{\text{chuguna}} = 147 + 0,756 \cdot 1410 = 1212,96 \text{ kJ.}$$

i. Shlakning entalpiyasi quydagi formula orqali aniqlanadi

$$Q_{\text{shlaka}} = 1459,5 + 2,1 \cdot (t - 1300) \quad t_{\text{pl shlaka}} = 1300-1450^\circ\text{C da,}$$

$$Q_{\text{shlaka}} = 1774,5 + 1,68 \cdot (t - 1450) \quad t_{\text{shlaka}} > 1450^\circ\text{C da.}$$

Bu yerda t – shlakning harorati (1470°C).

$$Q_{\text{shlaka}} = 1774,5 + 1,68 \cdot (1470 - 1450) = 1808,1 \text{ kJ.}$$

j. Issiqlikning yo'qolishiga quydagilarkiradi:
sovutuvchisuv bilan yo'qoluvchi issiqlik,
pechdevorlar orqali konveksiyayo'libilanyo'qoluvchi issiqlik,
qiymati 1260 dan $2100 \text{ kJ/kg } S_{\text{koks}} \cdot$ hisoblashda $1260 \text{ kDj/kg } S_{\text{koks}}$.

k. Ruda aralashmalarining koloshnik gazlari bilan yo'qolishi $2,7\%$, koks yo'qolishi – $1,2\%$.

l. Metan hosil bo'lishiga $[C]_{\text{CH}_4} = 0,8\%$ koks uglerodi sarflanadi.

Temir tarkibli materiallarning o'rtacha tarkibini hioblash

$$[\Theta]_{p.c.} = [\Theta]_{a\Gamma\Gamma} \cdot \eta_{a\Gamma\Gamma} + [\Theta]_{o\kappa a\Gamma} \cdot \eta_{o\kappa a\Gamma},$$

Bu yerda η_{agl} va η_{okat} – shixtadagi aglomerat va okatishning massa ulushlari

Hisoblash natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

Temir tarkibli ruda, flyus va marganetsli rudalarning harajat miqdorlari 1 tn metallashgan materiall olish uchun aniqlanadi. Shixtaning harajat koeffisientlari balansli tenglama orqali olib boriladi. x, y va z xarflari orqali ruda, marganetsli ruda va oxaklar belgilanadi.

Shixta komponentlaridan metallashgan materiallarning chiqishi.

Metallashgan materiallarning chiqishi – bu kattalik bir birlik materialni eritganda hosil bo'ladigan metallashgan materiall miqdorini ifodalaydi. Metallashgan materiallarning chiqishi elementlar orqali aniqlanadi. Metallashgan materiallar tarkibidagi elementlar (Fe, Mn, P, As, Ni, Cu, Cr, V i dr.) miqdori shixta tarkibiga bog'liq. Boshqa elementlar (S, Si, S, Ti) midori esa eritish sharoitlariga bog'liq.

Shixtatarkibidagielementlareritishjarayonidacho'yan, shlakvagazgatarqaladi.

Metallashgan materiallarning chiqishi quydagi formula orqali aniqlanadi.

$$\varphi = \frac{Fe \cdot \eta_{Fe} + Mn \cdot \eta_{Mn} + P \cdot \eta_P}{100 - [Si] - [C] - [S]} = \frac{A}{100 - B}$$

2.7- Jadval

Shixta materiallaridan metallashgan materiallarning chiqishini aniqlash

Parametr	Ruda aralashmasi	Marganetsli ruda	Oxak	Koks
Fe, %	54,550			1,810
Fe · η_{Fe}	54,277			1,801
Mn, %	0,087	37,380		0,120
Mn · η_{Mn}	0,048	20,559		0,066
P, %	0,043			0,037
P · η_P	0,043			0,037
A	54,368	20,559		1,904
B	4,840			
φ	0,5713	0,2160		0,0200

Bu yerda Fe, Mn, P – Mos ravishda elementlarning materiallardagi miqdori; η_{Fe} , η_{Mn} , η_P – elementlarning cho'yanga o'tish koeffitsientlari, massa birligida; [Si], [C], [S] – Mos ravishda elementlarning metallashgan materiallardagi miqdori.

Cho'yanga o'tuvchi boshqa elementlar mavjudligida bu ifodaga mos ravishda qo'shimcha ko'paytuvchilar kiritiladi.

Shixtadan metallashgan materiallarning chiqishi quydagicha ko'rinishga ega bo'ladi.

$$CH_{r.s.} \cdot x + CH_{m.r.} \cdot u + CH_{izv.} \cdot z = 1000$$

$$0,571x + 0,216u = 1000$$

Shixta komponentlarida marganetsning balansi

Agar har bir shixta komponentlari bilan kiritilayotgan marganesning miqdorini cho'yan tarkibiga kerak bo'ladigan miqdorga hisoblasak, unda marganesning ortiqchaligi yoki etishmovchiligi kelib chiqadi.

2.8-Jadval

Shixta komponentlari bilan kiritilayotgan marganesning ortiqchaligi (etishmovchilik)

Parametr	Ruda aralahmasi	Marganesli ruda
$Mn \cdot \eta_{Mn}$	0,048	20,559
$[Mn] \cdot \psi$	0,7990	0,3020
$(Mn) = Mn \cdot \eta_{Mn} - [Mn] \cdot \psi$	-0,7510	20,2570

Marganes balansini ifodalovchi tenglama quydagicha ko'rinish oladi
 $-0,751x + 20,257u = 0.$

Ma'lum nordonlikdagi shlakda nordon va kislotali oksidlarning balansi

Har bir shixta komponentning nordonligi, shlakning belgilangan nordonligidan farq qiladi, shunda shixta komponentlarida nordon oksidlar miqdorining ortiqchaligi yoki kamligi kelib chiqadi.

$$\pm \overline{RO} = CaO + MgO - B_{urt} \cdot (SiO_2 - \frac{60}{28} \cdot [Si] \cdot \psi + Al_2O_3),$$

Bu yerda $\pm \overline{RO}$ – shixta komponentlarida nordon oksidlar miqdorining ortiqchaligi yoki kamligi; SaO, MgO va va.b. – mos ravishda shixta komponentlaridagi miqdori; V_{shl} – shlakning belgilangan nordonligi; 60/28 – SiO_2/Si lar molekulyar massalari; [Si] – cho'yanda kremniyning miqdori; $[Si] \cdot \psi$ – ma'lum komponentdan cho'yanga o'tgan kremniyning miqdori

Shixta komponentlaridagi ortiqcha va etmagan nordonlarning algebraik yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak.

Nordonlik bo'yicha balans quydagicha ko'rinish oladi.

$$(\pm \overline{RO})_{p.c.} \cdot M_{p.c.} + (\pm \overline{RO})_{m.p.} \cdot M_{m.p.} + (\pm \overline{RO})_{u36} \cdot M_{u36} = 0$$

Shunda

$$\overline{RO}_{p.c.} = 11,591 + 0,40 - 1,06 \cdot (9,525 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 \cdot 0,571 + 1,42) = 1,167$$

$$\overline{RO}_{m.p.} = 2,0 + 1,40 - 1,06 \cdot (28,00 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 \cdot 0,216 + 3,0) = -29,166$$

$$\overline{RO}_{u36} = 53,50 + 0,85 - 1,06 \cdot (1,75 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 \cdot 0,0 + 0,80) = 51,647$$

$$\overline{RO}_{\kappa} = 0,286 + 0,22 - 1,06 \cdot (4,37 - \frac{60}{28} \cdot 0,6 \cdot 0,02 + 2,28) = 6,516$$

$$1,167x - 29,166u + 51,647z = 0.$$

Birbirlik koks kulini shlakga o'tkazish uchun sarf bo'ladigan flyus sarfi

$$z' = \frac{\overline{RO}_{\kappa}}{\overline{RO}_{u36}} \quad z' = \frac{6,516}{51,647} = 0,126$$

Barcha koks kulini shlakga o'tkazish uchun sarf bo'ladigan falyus sarfi

$$z_{\kappa} = z' \cdot K = 0,126 \cdot K.$$

Shunday qilib, quydgi tenglamalar sistemasi hosil:

$$\begin{cases} 0,571x + 0,216y = 1000 \\ -0,751x + 20,257y = 0 \\ 1,167x - 29,167y + 51,647z = 0 \end{cases}$$

Tenglamalar sistemasini yechib, quydagi natijalarni olishimiz mumkin.

$$x = 1727,092 \text{ kg}$$

$$u = 64,029 \text{ kg}$$

$$z = 2,867 \text{ kg.}$$

Nazorat savollari:

1. Ma'lum nordonlikdagi shlakda nordon va kislotali oksidlarning balansini hisoblashni tushuntiring.
2. Temir tarkibli materiallarning o'rtacha tarkibini qanday hioblanadi?

№ 3 AMALIY MASHG'ULOT

SUYUQ TEMIR QOTISHMALARINING TABIATI VA XOSSALARI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Suyuq temir qotishmalarining tabiati va xossalari haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lish va ular asosida misol va masalalar yechish.

Misol 1.1. Fe-Su eritmasida, 1823 K da misning aktivligi toza misning standart holatiga nisbatan quydagicha:

x_{Si}	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002
a_{Cu}^R	0,1845	0,1416	0,0966	0,0494	0,0200

Fe-Su eritmasida 1%li standart eritmaga nisbatan misning aktivligini va aktivlik koeffitsienti f_{Su} ni aniqlang. Ifoda $\gamma_{Su} = 10,1$.

Echish. 1 % li standart eritmaga nisbatan misning aktivligini aniqlaymiz. Modomiki, eritmada misning konsentratsiyasi yuqori emas, unda aktivlikni hisoblash uchun soddalashtirilgan ifodadan foydalanamiz:

$$a_{Cu(1\%)} = a_{Cu}^R \frac{100M_{Cu}}{\gamma_{Cu}^o \cdot M_{Fe}} = a_{Cu}^R \cdot \frac{100 \cdot 63,54}{10,1 \cdot 55,85} = 11,26 a_{Cu}^R.$$

Eritmada misning foyiz ulushi:

$$[Cu] = x_{Cu} \cdot 100 \frac{M_{Cu}}{M_{Fe}} = x_{Cu} \frac{100 \cdot 63,54}{55,85} = 113,8 x_{Cu}.$$

Fe-Su eritmasida 1 % li eritmaga nisbatan misning aktivlik koeffitsienti

$$f_{Su} = a_{Su(1\%)} [Cu].$$

Mol ulushdagi eritma uchun $x_{Si} = 0,02$: $a_{Su(1\%)} = 11,26 \cdot 0,1845 = 2,08$;
 $[Cu] = 113,8 \cdot 0,020 = 2,28$; ni hosil qilamiz.

Eritmadaga misning boshqa konsentratsiyalari uchun analogik ravishda xisobotlar olib borimiz. Quydagi jadvalda Fe-Su eritmasida, 1823 K da $[Cu]$ konsentratsiyasi, $a_{Su(1\%)}$ aktivligi va f_{Su} misning aktivlik koeffitsientini hisoblash natijalari keltirilgan.

$x_{Cu} \dots \dots \dots$	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002
$R_{a\ Cu} \dots \dots \dots$	0,1845	0,1416	0,0966	0,0494	0,0200
$\gamma_{Cu} \dots \dots \dots$	9,2	9,44	9,66	9,88	10,0
$[\%Cu] \dots \dots \dots$	2,98	1,71	1,14	0,57	0,23
$a_{Cu}(1\%) \dots \dots \dots$	2,08	1,59	1,09	0,56	0,23
$f_{Cu} \dots \dots \dots$	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00

Shunday qilib, eritmada misning konsentratsiyasi kamayishi bilan, aktivlik koeffitsienti f_{Su} birga yaqinlashadi, aktivlik ifodasi esa $a_{Cu}(1\% >)$, misning konsentratsiyasiga yaqinlashadi. Bu vaqtda temirda erigan mis eritmaları Raul qonunidan bir qancha og'ishni ko'rishimiz mumkin, bu esa mis aktivlik koeffitsientining yuqori ekanligidan dalolat beradi.

Misoll.2. Fe-AI va Fe-Si binarli sistemalarda, 1600 °C da suyuq eritmalar uchun f_i va γ_i aktivlik koeffitsientlari orasidagi munosabatni aniqlash.

Echish. Fe - AI eritmasi uchun f_{iAI} aktivlik koeffitsienti formulaga muvofiq topiladi.

$$f_{AI} = \frac{\gamma_{AI}}{\gamma_{AI}^o} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\%AI](M_{Fe} - M_{AI})}{100 \cdot M_{AI}} \right\}}$$

Adabiyotlardan $\gamma_{AI}^o = 0,029$. ni topamiz.

$$\text{Unda } f_{AI} = \frac{\gamma_{AI}}{0,029} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\%AI] \cdot (55,85 - 26,98)}{100 \cdot 26,98} \right\}} = \gamma_{AI} \frac{34,5}{1 + 0,0107[\%AI]}$$

Analogik ravishda f_{Si} va γ_{Si} lar orasidagi bog'liqlikni topamiz.

$$\gamma_{AI} = \frac{\gamma_{AI}}{0,0013} \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\% Si] \cdot (55,85 - 28,09)}{100 \cdot 28,09} \right\}} = \gamma_{Si} \frac{769}{1 + 0,0099[\% Si]}.$$

Nazorat savollari:

1. Suyuq temir qotishmalarining tabiati xaqida ma'lumot bering.
2. Suyuq temir qotishmalarining xossalari ma'lumot bering.
3. 2 % li standart eritmaga nisbatan misning ativligini aniqlang.

№ 4 AMALIY MASHG'ULOT

SUYUQ TEMIRDAGI ARALASHMALARNING KIMYOVIIY AKTIVLIGI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy ativligi xaqidagi ma'lumotlarga ega bo'lish

Misol 2.1. 1560°C da Fe-C qotishmasining muvozanati haqidagi eksperimental ma'lumotlar asosida, SO-SO₂ gazlar aralashmasi bilan standart xolatdagi grafitga nisbatan uglerodning ativligi aniqlangan. Bunda $a^R_C = 1$. Uchta tajriba bo'yicha, o'rtachalash yo'li bilan olingan, uglerodning uchta konsentratsiyasi uchun ativlik ifodalari quyida keltirilgan:

$$\begin{array}{l} x_s \dots 0,0090 \quad 0,0272 \quad 0,0543 \\ a^R_C \dots 0,0060 \quad 0,0191 \quad 0,0596 \end{array}$$

0,1 dan 1,0% gacha konsentratsiyali uglerod uchun 1 % li standart holdagi eritmaga nisbatan ativlik koeffitsientini aniqlash.

Yechim. Uglerodning uch xil konsentratsiyasi uchun γ_s ativlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$x_s = 0,0090; \quad \gamma_s = \frac{a^R_C}{x_c} = \frac{0,0060}{0,0090} = 0,667;$$

$$x_s = 0,0272; \quad \gamma_s = \frac{a^R_c}{x_c} = \frac{0,0197}{0,0272} = 0,724;$$

$$x_s = 0,0543; \quad \gamma_s = \frac{a^R_c}{x_c} = \frac{0,0596}{0,0543} = 1,098;$$

Olingan γ_s ifodalarni $\gamma_s - x_s$ bog'liqlik grafigiga kiritamiz 3.1 rasm. Uglerodning mol konsentratsiyasiga ($x_c \rightarrow 0$), γ_s ifodani ekstrapolirlab γ_s^0 ni topamiz. $\gamma_s^0 = 0,665$.

f_s aktivlik konsentratsiyalariga mos ravishda uglerodning konsentratsiyalari quydagicha bo'ladi:

$$x_s = 0,0090; \quad [\%S] = 100 \cdot 0,0090 \cdot \frac{12}{55,85} = 0,19;$$

$$f_s = \frac{0,667}{0,665} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{[\%C] \cdot (55,85 - 12)}{100 \cdot 12} \right\}} = 1,01$$

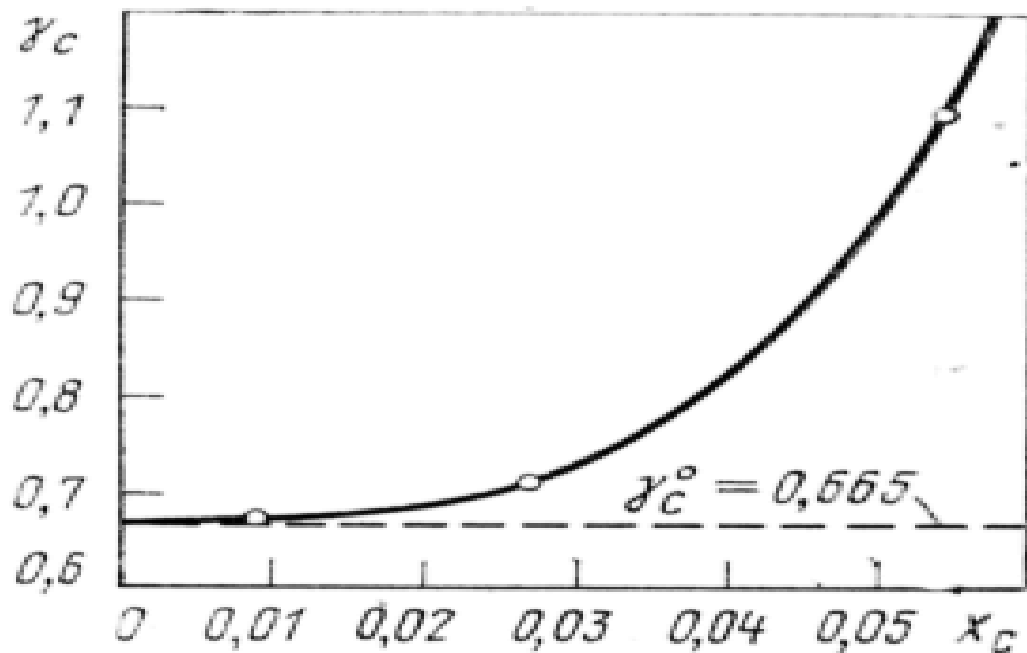
Uglerodning boshqa konsentratsiyalari uchun ham analogik ravishda hisoblar olib boramiz.

$$X_C = 0,0272; \quad [\%C] = 0,58; \quad f_C = 1,02;$$

$$X_C = 0,0543; \quad [\%C] = 1,17; \quad f_C = 1,72;$$

Shunday qilib qotishmada uglerodning konsentratsiyalari 0,6% gacha bo'lganda, bunday eritmalar Genri qonuniga yaxshi mos kelishini va Raul qonunidan sezilarli darajada og'ishini ko'rishimiz mumkin. Uglerodning yuqori konsentratsiyalarida Genri qonunidan musbat og'ishni kuzatishimiz mumkin. Aytish kerakki, standart xoldagi toza grafitni tanlayotganda Fe-C qotishmasida uglerodning yuqori va past konsentratsiyalarida Raul qonunidan turli xilda og'ishi kuzatiladi. Uglerodning suyuq temirda chegaralangan. Uglerodning erishi harorat bilan bog'liq.

$$[\%oS]_{nas} = 1,34 + 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot (T - 273).$$



4.1. rasm 1560°S da Fe-C qotishmasida aktivlik koeffitsienti γ_S ning uglerodning mol miqdoriga bog'likligi.

1833 K- $[\%S]_{nas} = 5,30 \%$ yoki $x_S = 0,207$ haroratlar uchun uglerodning to'yingan temir eritmasida aktivlik koeffitsienti

$$u_S = \frac{1,0}{0,207} = 4,83.$$

SHunday qilib, Fe-S sistemalarida uglerodning konsentratsiyasi 1,1 % dan yuqori bo'lgan xududlarda Raul qonunidan musbat tomonga og'ish kuzatiladi.

Nazorat savollari:

1. Genri qonuniga ta'rif bering.
2. Raul qonuni ga ta'rif bering.
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

№ 5 AMALIY MASHG'ULOT

TEMIRNI QATTIQ UGLEROD BILAN TIKLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Temirni qattiq uglerod bilan tiklash jarayonlari haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lish va ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

5.1 Misol. Quydagicha tarkibli shlak bilan muvozanatda turgan uglerod bilan to'yingan temir eritmalaridagi marganetsning miqdorini aniqlang, %: 35SiO_2 ; $44,5\text{SaO}$; $20\text{Al}_2\text{O}_3$; $0,5\text{MnO}$. Sistemada bosim $1,7 \cdot 10^{-5}$ Pa. Harorat 1500°S .

Echim. (3.1) tenglama bo'yicha 1500°S harorat uchun K_{Mn} kattaligini aniqlaymiz:

$$\lg K_{\text{Mn}} = -\frac{12200}{1773} + 9,56 = 2,679; \quad K_{\text{Mn}} = 478$$

100 g shlakdagi mollar sonini aniqlaymiz:

$$n_{\text{SiO}_2} = 0,582; \quad n_{\text{CaO}} = 0,793; \quad n_{\text{MnO}} = 0,007;$$

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,196; \quad \Sigma n = 1,578.$$

Shlak tarkibini foyiz mollarda hisoblaymiz. (I mol %) = $(n_i/\Sigma n)100$:
(SiO_2) = 36,9; (SaO) = 50,3; (Al_2O_3) = 12,4; (MnO) = 0,4.

Kiritilgan tarkibli shlak uchun diagrammadan γ_{MnO} aktivlik koeffitsientini topamiz. $\gamma_{\text{MnO}} = 0,5$. uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganetsning aktivlik koeffitsientini aniqlaymiz. Suyuq temirda uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi quydagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$[\%S]_{\text{max}} = 1,34 + 2,54 \cdot 10^{-3}(T - 273) = 1,34 + 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 1500 = 5,15\%;$$

$$\lg f_{\text{Mn}} = e_{\text{Mn}}^c [\%C] = -0,07 \cdot 5,15 = -0,361;$$

$$f_{\text{Mn}} = 0,44$$

Ifodadan K_{Mn} ni topamiz:

$$[\%Mn] = K_{\text{Mn}} \frac{\gamma_{\text{MnO}} x_{\text{MnO}}}{f_{\text{Mn}} P_{\text{CO}}} = 478 \frac{0,5 \cdot 0,004}{0,44 \cdot 1,7} = 1,28\%.$$

Kelgusida talabalar aniq amaliy mashg'ulotlarni o'qituvchi tomonidan berilgan vazifalar asosida bajaradi.

Nazorat savollari:

1. Genri qonuniga ta'rif bering.
2. Raul qonuni ga ta'rif bering.
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

№ 6 AMALIY MASHG'ULOT

TEMIR SAQLOVCHI RUDA VA BOYITMALARNING RATSIONAL TARKIBINI HISOBLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Temir saqllovchi ruda va boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash va ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

1650°C haroratda nordonlikni yo'qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat kotsentratsiyasini xisoblash:

a) 0,5; 1,0; 1,5% kotsentratsiyalarda marganets bilan;

b) 0,2; 0,5 i 1,0 % kotsentratsiyalarda kremniy bilan;

v) 0,05; 0,10 i 0,15% kotsentratsiyalarda alyuminiy bilan.

Nordonlikni yo'qotish jarayonida MnO, SiO₂ va Al₂O₃, oksidlari xosil bo'ladi, bunda aktivlik 1 ga teng.

Kremniyning o'zaro ta'sirlashish parametri $e_{Si}^{Si} = 0,11$.

Echim. - $K_{Mn(1923)} = 2,6 \cdot 10^{-2}$; $K_{Si(1923)} = 6,1 \cdot 10^{-5}$; $K_{Al(1923)} = 7,6 \cdot 10^{-14}$. tenglamalardan foydalanib, ma'lum haroratlarda K_{Mn} , K_{Si} va K_{Al} lar uchun reaksiyalarning muvozanat konstantalarini aniqlaymiz.

Adabiyotlardan o'zaro ta'sirlashish parametrlaridan foydalanib, reaksiyalarda ishtirok etayotgan moddalar uchun aktivlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$Igf_o^{Mn} = e_o^{Mn} = -0,021 [\%Mn];$$

$$Igf_{Si}^{Si} = 0,11 \text{ [%Si]};$$

$$Igf_o^{Si} = -0,131 \text{ [%Si]};$$

Xisob natijalari 6.1. jadvalda keltirilgan.

6.1. Jadval.

Suyuq temirni marganets va alyuminiy bilan nordonsizlantirishda kislorodning muvozanat konsentratsiyalari xisobi natijalari.

Raskislitel	[%R]	f_o^{Mn}	e_{Si}^{Si}	f_o^{Si}	[%O]ravn	Ig[%R]	Ig[%O]
Mn	0,5	0,98	-	-	0,0531	-0,301	-1,275
	1,0	0,95	-	-	0,0274	0	-1,562
	1,5	0,93	-	-	0,0186	0,176	-1,730
Si	0,2	-	1,05	0,94	0,0405	-0,699	-1,392
	0,5	-	1,14	0,86	0,0170	-0,301	-1,770
	1,0	-	1,29	0,74	0,0093	0	-2,032
Al	0,05	-	-	-	0,00034	-1,301	-3,468
	0,10	-	-	-	0,00021	-1,000	-3,678
	0,15	-	-	-	0,00016	-1,824	-3,796

Kislorodning muvozanat konsentratsiyalarini aniqlaymiz:

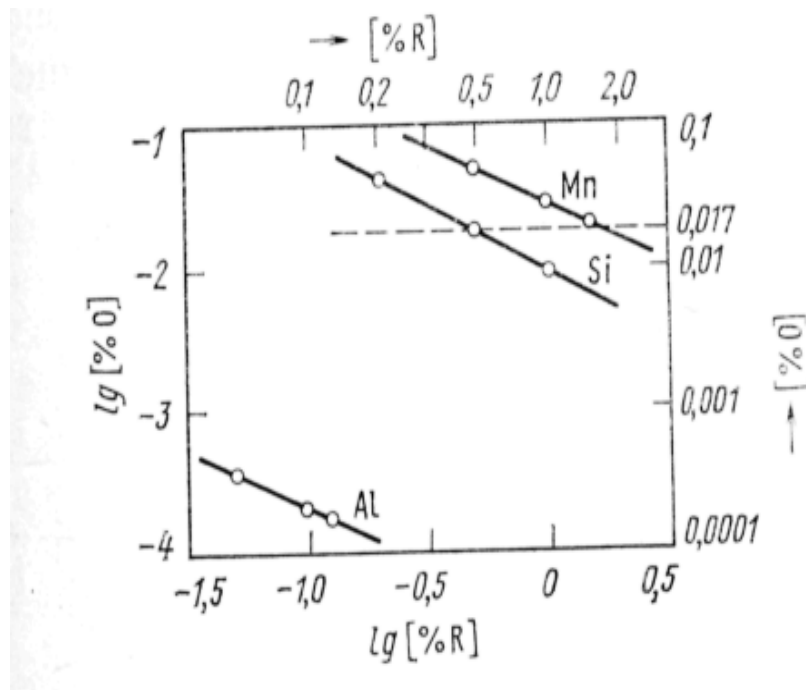
$$[\%O]_{Mn} = K_{Mn} \frac{1}{[\%Mn]_o^{Mn}};$$

$$[\%O]_{Si} = \sqrt{K_{Si} [\%Si]^{2(\phi)}};$$

$$[\%O]_A = 3\sqrt{K_{Al} [\%Al]^2}.$$

Olingan ifodalarga muvozanat konstantasi ifodalarini qo'yib, nordonsizlantiruvchilarning konsentratsiyalarini va aktivlik

koeffitsientlarini qo'yib, kislorodning aktivlik koeffitsientini topamiz va 4.1 jadvalga kiritamiz.



6.2. Rasm. 1650°C haroratda nordonlikni yo'qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat kotsentratsiyasi.

Xisoblash natijalari asosida grafik chizamiz (6.1.rasm) bunda kislorodning muvozanat kotsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo'lganda, qotishmada kremniyning foyiz ulushi 0,5% ga tengligi ta'minlanadi. Suyuq temirni marganets bilan nordonsizlantirish jarayonida kislorodning xuddi shunday kotsentratsiyasini olish uchun qotishmada marganetsning miqdori 2 % bo'lishi kerak.

Kelgusida talabalar aniq amaliy mashg'ulotlarni o'qituvchi tomonidan berilgan vazifalar asosida bajaradi.

Nazorat savollari:

1. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat kotsentratsiyasini qanday xisoblanadi?
2. Kislorodning muvozanat kotsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo'lganda, qotishmada kremniyning foyiz ulushi qanday hisoblanadi?
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

№ 7 AMALIY MASHG'ULOT

TEMIRNI UGLEROD BILAN TIKLASHDA SHIXTANING TARKIBINI HISOBLASH VA TANLASH

(2 soat)

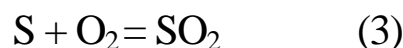
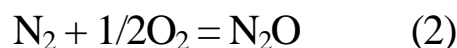
Ishdan maqsad: Temirni uglerod bilan tiklashda shixtaning tarkibini hisoblash va tanlash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Misol 7.1. Quydagicha tarkibli koksning yonish haroratini aniqlash, massa % larda.

S – 70 %, N₂ – 6,5 %, O₂ – 10 %, S – 2,0 %, N₂ – 1 %, kul miqdori – 5,5 %, namlik – 5 %.

Havoning ortiqchalik koeffitsienti $\alpha = 1,55$. Havoning nisbiy namligi 70 %. 25 °S da namlikning to'yinish darajasi 23,1 g/m³. Koks va havo yonish gorelkasiga 25 °S da kelib tushadi. Issiqlikning yo'qolishini, (issiqlikning kotel devorlaridan va shlak bilan yo'qolishi), umumiy issiqlik kelishidan 8 % deb qabul qilamiz.

Echim: YOnish quydagi reaksiyalar orqali amalga oshadi:



Hisobni 1 kg koks uchun olib boramiz.

Mendeleevning quydagi formulasiga asosan koksning past yonish issiqligi:

$$Q_v^f = 339,3S + 1256N + 109(O-S) - 25.2 (9H+W)$$

$$Q_v^f = 339,3 \cdot 70 + 1256 \cdot 6,5 + 109(10-2) - 25.2 (9 \cdot 6,5 + 5) = 29650 \text{ kJ/kg} \\ (7110 \text{ kkal/kg})$$

Koksning o'rtacha issiqlik sig'imida 0.78 kDj/(kg*°S), 25 °S da 1 kg koksdan $st=0.78 \cdot 25=18.2$ kDj/kg issiqlik ajralib chiqadi.

Havoning nazariy sarfini quydagi tenglama orqali hisoblash mumkin:

$$G_{\text{havo}} = 0,116 * 70 + 0,348 * 6,5 + 0,0435(2-10) = 10,05 \text{ kg yoki } 10,05/1,2928 = 7,77 \text{ m}^3.$$

Shu bilan bir qatorda azotning azotning

$$(77.7*79)/100=6,14 \text{ m}^3 \text{ va kislorod } 1,63 \text{ m}^3.$$

YOnish kamerasiga kirayotgan havoning issiqligini (6.1) formuladan opamiz. Buning uchun 1 kg havo tarkibidagi namlikni aniqlash zarur:

$$(23.1*7.77)/10.05=17,9 \text{ g N}_2\text{O yoki } 0,0179 \text{ kg N}_2\text{O}$$

$$Q_{\text{havo}}^r = 1.55*10.05(1.02+1.95*0.0179)*25 = 392,8 \text{ kJ}$$

Binobarin jami kiruvchi issiqlik:

$$Q = 29650+18.2+392.8 = 30061 \text{ kJ}$$

Issiqlik yo'qolishini hisobga olgan holda:

$$Q = 30061*0.08 = 2410 \text{ kJ}$$

YOnish kamerasi gazlari bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$Q = 30061-2410 = 27651 \text{ kJ}$$

7.1. jadval

Quydagicha tarkibli 1 kg koksning yonish maxsulotlari tarkibini aniqlaymiz:

Havo va yoqilg'ining tarkibiy tashkil etuvchilari		Yonish maxsulotlari, kmol				
Maxsulot	kmol	SO ₂	N ₂ O	SO ₂	N ₂	O ₂
C	0.7/12=0.058	0.058				
H ₂	0.065/2=0.033		0.033			
S	0.02/32=0.0007			0.0007		
N ₂	0.01/28=0.0004				0.0004	
O ₂ (ortiqcha)	0.9/22.4=0.04					0.04
Havodagi namlik	(1.55*10.05*0.0179)/18=0.0155		0.0155			
Jami:		0.058	0,0485	0,0007	0,4254	0,04

Koksning yonish haroratini hisoblash uchun shartli ravishda 1300 °S ni qabul qilamiz.

Gazlarning entalpiyasi kJ/kmol:

	1300 °C	1400 °C
H ₂	39300	42600
O ₂	43400	47606
N ₂	41600	45600
SO ₂	66800	72700
N ₂ O.....	52200	56800

1300 °C da chiqindi gazlarning issiqlik miqdori quydagini tashkil qiladi:

$$Q'' = 0.058 \cdot 66800 + 0.0485 \cdot 52200 + 0.0007 \cdot 67900 + 0.4254 \cdot 41600 + 0.04 \cdot 43400 = 25940 \text{ kJ/kg}$$

Binobarin, $Q'' < Q$. Shuning uchun ham $t=1400$ °S da chiqindi gazlarning issiqlik miqdori quydagini tashkil qiladi

$$Q''' = 0.058 \cdot 72200 + 0.0485 \cdot 56600 + 0.0007 \cdot 73800 + 0.4254 \cdot 45600 + 0.04 \cdot 47606 = 28432 \text{ kJ/kg}$$

Demak, $Q''' > Q$.

Farqni aniqlaymiz:

$$Q''' - Q'' = 28432 - 25940 = 2492 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t = 1400 - 1300 = 100 \text{ °S}$$

$$Q'' - Q = 27651 - 25940 = 1711 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t = t - 1711 \text{ °S}$$

Shunda

$$\Delta t = (1711 \cdot 100) / 2492 = 69 \text{ °S}$$

Koksning yonish harorati $1300 + 69 = 1369$ °C.

Nazorat savollari:

1. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat kotsentratsiyasini qanday xisoblanadi?
2. Kislorodning muvozanat kotsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo'lganda, qotishmada kremniyning foyiz ulushi qanday hisoblanadi?
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

№ 8 AMALIY MASHG'ULOT

TEMIRNI XOM ASHYODAN TIKLASH JARAYONINI TEXNOLOGIK KO'RSATGICHLARINI HISOBLASH.

(2 soat)

Ishdan maqsad: Temirni xom ashyodan tiklash jarayonini texnologik ko'rsatgichlarini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

1650°C da nordonsizlantirish uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblaymiz:

- a) margants bilan konsentratsiyasi 0,5; 1,0; 1,5%;
 - b) kremniy bilan konsentratsiyasi 0,2; 0,5 i 1,0 %;
 - v) alyuminiy bilan konsentratsiyasi 0,05; 0,10 i 0,15%.
- Hisobot natijalari jadvalga kiritiladi.

Jadval 8.1.

Suyuq temirning marganets, kremniy va alyuminiy bilan oksidsizlanishi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash natijalari

Kisloroddan tozalovchi	[%R]	f_o^{Mn}	e_{Si}^{Si}	f_o^{Si}	[%O]	Ig[%R]	Ig[%O]
Mn	0,5	0,98	-	-	0,0531	-0,301	-1,275
	1,0	0,95	-	-	0,0274	0	-1,562
	1,5	0,93	-	-	0,0186	0,176	-1,730
Si	0,2	-	1,05	0,94	0,0405	-0,699	-1,392
	0,5	-	1,14	0,86	0,0170	-0,301	-1,770
	1,0	-	1,29	0,74	0,0093	0	-2,032
Al	0,05	-	-	-	0,00034	-1,301	-3,468
	0,10	-	-	-	0,00021	-1,000	-3,678
	0,15	-	-	-	0,00016	-1,824	-3,796

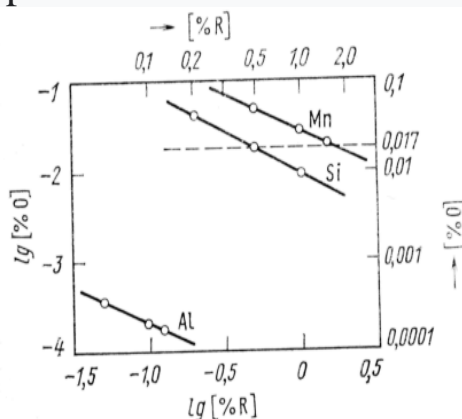
Kislorodning muvozanat konsentratsiyasini aniqlaymiz kisloroda:

$$[\%O]_{Mn} = K_{Mn} \frac{1}{[\%Mn]_o^{Mn}};$$

$$[\%O]_{Si} = \sqrt{K_{Si} [\%Si]_o^2};$$

$$[\%O]_A = 3\sqrt{K_{Al} [\%Al]_o^2}.$$

Olingan natijalardan muvozanat konstantalari, oksidsizlantiruvchi moddalar konsentratsiyasi va faollik koefitsientlari qiymatlarini almashtirib, 8.1-jadvalga kiritilgan kislorod konsentratsiyasining muvozanat qiymatlarini topamiz.



8.1.-rasm. Marganets, kremniy va alyuminiy bilan kisloroddan tozalash jarayonida suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi. Harorat 1650°C

Hisob-kitob natijalariga ko'ra, grafik (8.1-rasm) chiziladi, undan 0,017% ga teng bo'lgan muvozanat kislorod konsentratsiyasi eritmada 0,5% Si konsentratsiyasida ta'minlanadi. Suyuq temirni marganets bilan kisloroddan tozalashda bir xil kislorod konsentratsiyasini olish uchun eritmada taxminan 2% Mn bo'lishi kerak.

Nazorat savollari:

1. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini qanday hisoblanadi?
2. Kislorodning muvozanat konsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo'lganda, qotishmada kremniyning foyiz ulushi qanday hisoblanadi?
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

9 -AMALIY MASHG‘ULOT

TIKLASH JARAYONI MAHSULOTLARINI CHIQISHINI VA TARKIBINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Tiklash jarayoni mahsulotlarini chiqishini va tarkibini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko‘nikmasiga ega bo‘lish.

Temirni ajratib oluvchi sifatida toshko‘mir va koksdan foydalaniladi. Pechga temirni ajratib oluvchini uzatish usuliga qarab jarayon 3 ga bo‘linadi:

Tarkibida ko‘mir bo‘lgan okatishlangan temir rudasidan temir olish.

Bu usulda okatish tayyorlanish vaqtida temir rudasiga 15-20% qattiq temir ajratib oluvchi qo‘shiladi va tayyor bo‘lgan okatishlar 1200-1250⁰C haroratda 20-30 minut qizdiriladi. Okatish tarkibidagi uglerod yordamida temir ajralish jarayoni sodir bo‘ladi, ajratib olinish darajasi 50-80% ni tashkil qiladi. Qizdirish uchun har xil pechlardan foydalaniladi: shaxtali, trubali va konveyerli.

Okatishlangan temir rudasiga maydalangan yoqilg‘i qo‘shib temir olish.

Ushbu usulda olingan okatish tarkibi quyidagicha:

Temir rudasi, dolomit yoki ohaktosh 0,8-3,0 mm. Dolomit va ohaktosh oltingugurtdan tozalash uchun qo‘shiladi. Pech sifatida trubasimon pech ishlatiladi. Ushbu ketma-ketlikda agregatlar joylashuvi: qizdirish panjarasi – trubasimon pech – aylanib turuvchi trubasimon sovutgich. 1tonna uchun 350-600 kg qattiq yoqilg‘i va 75-100 m³ tabiiy gaz sarflanadi.

Yurtimizda qizdirish panjarasi yuzasi 180 m³, trubasimon pechning diametri 7 metr va uzunligi 92 metr, sovutgichining diametri 3,8 m va uzunligi 108 metrli agregatlar ketma-ketligi mavjud. Temirni ajratib olish darajasi (80-95%) ga teng bo‘lgan ushbu agregat yig‘indisi eksperimentlarni sanoat darajasida o‘tkazish uchun qurilgan. Loyiha bo‘yicha agregat 80% darajada temir ajratib olsa, ishlab chiqarish quvvati 2000 t/sutkaga yetadi. Agar 95% ga yetsa, ishlab chiqarish quvvati 2 barobarga tushadi. Ushbu usul oxirigacha o‘rganib chiqilmagan.

Misol.1650⁰Charoratda nordonlikni yo‘qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash:

- a) 0,5; 1,0; 1,5% konsentratsiyalarda marganes bilan;
- b) 0,2; 0,5 i 1,0 % konsentratsiyalarda kremniy bilan;

v) 0,05; 0,10 i 0,15% konsentratsiyalarda alyuminiy bilan.

Nordonlikni yo‘qotish jarayonida MnO, SiO₂ va Al₂O₃ oksidlari hosil bo‘ladi, bunda aktivlik 1 ga teng.

Kremniyning o‘zaro ta’sirlashish parametri $e_{Si}^{Si} = 0,11$.

Yechim. - $K_{Mn(1923)} = 2,6 \cdot 10^{-2}$; $K_{Si(1923)} = 6,1 \cdot 10^{-5}$; $K_{Al(1923)} = 7,6 \cdot 10^{-14}$. tenglamalardan foydalanib, ma’lum haroratlarda K_{Mn} , K_{Si} va K_{Al} lar uchun reaksiyalarning muvozanat konstantalarini aniqlaymiz.

Nazorat savollari

1. Temirli qotishmalardagi temir qanday aniqlanadi?
2. Ishni bajarish tartibi qanday olib boriladi?
3. Ishni olib borishda temir qanday erituvchida eritiladi?

10-AMALIY MASHG‘LOT

KISLORODL KONVERTERINING MATERIY BALANSI. KISLOROD SARFI.

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislородl konverterining materiyl balansiy. kislород sarfi. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko‘nikmasiga ega bo‘lish.

Texnik kislород bilan (99,5% O₂ + 0,5% N₂) ustidan puflanadigan metallni sig‘imi 150 tonna bo‘lgan konverterni xisoblash. Shixtani tarkibida 77% cho‘yan va 23% skrap bo‘ladi, ularni oksidlansizlashtirishdan oldingi tarkibi quyidagicha bo‘ladi:

	C	Si	Mn	P	S
Cho‘yan	3,8	1,0	0,9	0,2	0,05
Skrap	0,1	-	0,5	0,04	0,04
Shixtaning o‘rtacha miqdori	2,759	0,72	0,763	0,033	0,045
Kislородsizlantirishdan oldingi skrap	0,1	-	0,4	0,025	0,01

Futerovkani sarfini (periklazoshpinelidli g‘isht) cho‘kish massasini 0,25% ga teng deb olamiz.

Konverterni hisobi o'z ichiga oladi; 1)material balansi xisobi; 2)konverterning asosiy o'lchamini xisobi; 3)kislorodli furmani xisobi; 4)issiqlik balansi xisobi.

Material balansi

Chala yongan qo'shimchalar po'latni oksidlanishidan oldin va shixtadagi elementlarni o'rtacha tarkibi farqi orqali aniqlanadi (100 kg shixta uchun).

C..... $2,759 - 0,1 = 2,659$ kg
 Si..... $0,72$ kg
 Mn..... $0,763 - 0,04 = 0,723$ kg
 P..... $0,033 - 0,01 = 0,023$ kg
 S..... $0,045 - 0,025 = 0,02$ kg
 Fe..... $1,5$ kg
 Jami 1,5 kg

10% C

Kislorod sarfi	Oksid massasi, kg
$C \rightarrow CO_2 \dots 0,2659 \cdot 32 : 12 = 0,709$	$0,2659 + 0,709 = 0,975$
$C \rightarrow CO \dots 2,3931 \cdot 16 : 12 = 3,190$	$2,3931 + 3,190 = 5,584$
$Si \rightarrow SiO_2 \dots 0,72 \cdot 32 : 28 = 0,823$	$0,72 + 0,823 = 1,543$
$Mn \rightarrow MnO \dots 0,723 \cdot 16 : 55 = 0,210$	$0,723 + 0,210 = 0,933$
$P \rightarrow P_2O_5 \dots 0,023 \cdot 80 : 62 = 0,030$	$0,023 + 0,002 = 0,004$
$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots 1,5 \cdot 48 : 112 = 0,643$	$1,5 + 0,643 = 2,143$
$5,607$	$11,235$

Nazorat savollari:

1. Konverterni hisobi qanday hisolarni o'z ichiga oladi?
2. Shixtaning o'rtacha miqdori qanday aniqlanadi?
3. Shixtaning kislorod sarfi qanday aniqlanadi?
4. Shixtaning oksid massasi qanday aniqlanadi?

11-AMALIY MASHG'LOT

KISLORODLI KONVERTERIDAN AJRALAYOTGAN SHLAKNI MIQDORI VA TARKIBINI ANIQLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislrodli konverteridan ajralayotgan shlakni miqdori va tarkibini aniqlash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Shlakni miqdori va tarkibini aniqlash uchun boksid sarfini 0,6 kg (100 kg shixtaga) deb olamiz. Ohak miqdori sarfini x gat eng deb olamiz, nometall materiallar tarkibini quyidagi jadval orqali topamiz:

Shlak qoldig'idagi CaO miqdorini, kg, aniqlimiz:

Futerovka.....	$0,25 \cdot 0,02 = 0,005$
Boksit.....	$0,60 \cdot 0,01 = 0,006$
Oxak.....	$0,85x$
	$1,6155 + 0,035x$

Shlak qoldig'idagi SiO₂ miqdorini aniqlimiz:

Metall shixta.....	1,543
Futerovka.....	$0,25 \cdot 0,05 = 0,0125$
Boksid.....	$0,60 \cdot 0,10 = 0,06$
Oxaktosh.....	$0,035 x$
	$1,6155 + ,035 x$

Shlak tarkibi

10.1-jadval

	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	S	MnO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃
Temir shixtasi	1,543	-	-	-	-	0,018	0,933	0,053	-
Futerovka	0,0125	0,005	0,175	0,0075	0,03	-	-	-	0,02
Boksit	0,06	0,025	-	0,324	-	0,0006	-	0,0005	0,15
Oxak	0,271	6,593	0,271	0,039	-	0,010	-	0,0078	0,027
Ja'mi	1,8865	6,623	0,446	0,3705	0,03	0,0286	0,933	0,0613	0,197

Shlakni negiziga e'tibor bergan holda $CaO/SiO_2 = 3,5$ oxakni xarajatini xisoblaymiz

$$\frac{CaO}{SiO_2} = \frac{0,011 + 0,85x}{1,6155 + 0,035x} = 3,5$$

Bu yerdan $x = 7,757 \text{ kg}$.

Endi yuqoridagi jadvaldan foydalangan holda, shlakni qoldig'i tarkibini oson aniqlaymiz.

	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₂	Cr ₂ O ₃
Kg.....	1,8865	6,623	0,446	0,3705	0,03
%.....	14,54	51,05	3,44	2,86	0,23
	S	MnO	P ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO
Kg.....	0,0286	0,933	0,0613	0,649	1,946
%.....	0,22	7,19	0,47	5,00	15,00

Temir oksidlanadi, kg:

$$Fe_2O_3 \dots\dots\dots 0,649 - 0,197 = 0,452$$

$$FeO \dots\dots\dots 1,946$$

Bu yerda 0,197 kg – Fe₂O₃ miqdori, har xil manbalardan keladi.

Temir metallardan shlakka keladi

$$1,946 \cdot 56 : 72 + 0,452 \cdot 112 : 160 = 1,514 + 0,319 = 1,833 \text{ kg.}$$

Yillik chiqish tashkil qiladi

$$100 - 5,645 - 0,5 - 1,0 - 1,833 = 91,022 \text{ kg,}$$

Bu yerda 5,645 – primesni yo'qotish, kg; 0,5 – shlak bilan ketadigan temir miqdori, kg; 1,0 – otilma bilan yo'qotiladigan temir, kg; 1,833 – shlakdagi temir oksidini hosil bo'lishidagi temir yo'qotilishi, kg.

Temir oksidlanishiga ketadigan kislorod sarfi:

$$(1,946 - 1,514) + (0,649 - 0,319) = 0,762 \text{ kg.}$$

Xama primeslarni oksidlanishiga sarflanadigan kislorod miqdori

$$5,607 + 0,762 = 6,369 \text{ kg.}$$

Nazorat savollari:

1. Shlakni miqdori va tarkibini aniqlash uchun qanday amallarni bajarish kerak?
2. Oxakni xarajati qanday xisoblanadi?
3. Shlakni qoldig'i tarkibi qanday aniqlanadi?

12-AMALIY MASHG'LOT

KISLOROD KONVERTERIDAN AJRALAYOTGAN GAZNING TARKIBINI ANIQLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislrorod konverteridan ajralayotgan gazning tarkibini aniqlash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Vannaga berilayotgan kislrorodni o'zlashtirish koeffitsientini 0,9 deb qabul qilganda, 100 kg cho'kindiga kerak bo'lgan texnik kislrorod miqdori

$$6,369 \cdot 22,4 / (0,995 \cdot 0,9 \cdot 32) = 4,98 \text{ m}^3$$

1 t cho'kindiga sarflanadigan kislrorod miqdori 49,8 m²/t ga teng.

Berilayotgan azotning miqdori $4,98 \cdot 0,005 = 0,025 \text{ m}^2$ yoki 0,031 kg ga teng.

O'zlashtirilgan kislrorodning miqdori

$$(4,98 - 0,025) \cdot 0,05 = 0,248 \text{ m}^3 \text{ yoki } 0,354 \text{ kg ga teng.}$$

Texnik kislrorodning massasi

$$6,359 + 0,031 + 0,354 = 6,754 \text{ kg ga teng.}$$

Endi ajralayotgan gazning tarkibi va miqdorini aniqlash mumkin.

CO ₂	0,975 + 0,0048 + 0,537 = 1,517	0,772	13,84
CO.....	5,584	4,467	80,05
H ₂ O.....	0,054	0,067	1,20
O ₂	0,354	0,248	4,44
N ₂	0,031	0,025	0,45
SO ₂	0,004	0,001	0,02
Ja'mi	7,544	5,580	100,0

Eritishning material balansi.

Keldi, kg:	olindi, kg:
Cho'yan.....77,000	Po'lat.....91,022
Ruda chiqindisi.....23,000	Metallni shlak bilan yo'qotilishi.....0,500
Boksit.....0,600	metallni chiqindilar bilan yo'qotilishi...1,000
Oxak.....7,757	shlak 12,974
Futerovka.....0,250	gazlar..... 7,544
Texnicheskiy O ₂6,754	F ₂ O ₃ 2,143
Ja'mi.....115,361	ja'mi 115,183
	Bog'lanmagan.....- 0,18 kg

Nazorat savollari:

1. Texnik kislorod miqdorini aniqlang.
2. O'zlashtirilmagan kislorodning miqdorini aniqlang.
3. Ajralayotgan gazning tarkibi va miqdorini aniqlang.

13-AMALIY MASHG'LOT

KISLOROD KONVERTERNING ASOSIY O'LCHAMLARINI ANIQLASH.

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislorod konverterning asosiy o'lchamlarini aniqlash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Konverterning ichki diametri D_{VH} va tinch holatidagi suyuq vanna chuqurligi h , umumiy balandligi H_1 uning cho'kindisiga bog'liq.

Cho'kindi, t ...50	100	150	200	250	300
$D_{VH,M}$3,3	4,2	4,93	5,5	6,2	6,9
h,m1,1	1,4	1,5	1,6	1,7	2,0
H_1/D_{VH}1,55	1,47	1,4	1,3	1,22	1,25

Konverter futerovkasi qalinligi odatda konus qismi 508 – 888 mm; silindr qismi 711 – 990 mm; tubi 748 – 1220 mm deb qabul qilinadi.

Berilgan takliflarga asosan $D_{VH} = 4,93$ m va $H_1/D_{VH} = 1,4$ tanlanadi. bunda ishchi maydon balandligi

$$H_1 = 4,93 \cdot 1,14 = 6,9 \text{ m.}$$

Bo'yincha diametrini

$$D_g = 0,55 D_{VH} = 0,55 \cdot 4,93 = 2,7 \text{ m. deb olamiz.}$$

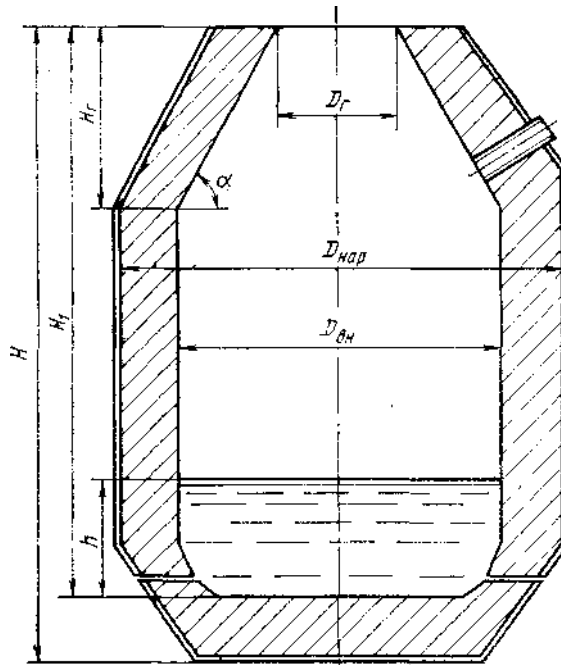
Bo'yincha qiyaligi $\alpha = 60^\circ$ ga teng bo'lganda, bo'yinchaning balandligi

$$H_g = 0,5(D_{VH} - D_g) \operatorname{tg} 60^\circ = 0,5(4,93 - 2,7) 1,732 = 1,93 \text{ m.}$$

Konverter xajmini soddalashtirilgan formula orqali topamiz.

$$V = \frac{\rho D_{VH}^2}{4} H = \frac{3,14 \cdot 4,93^2}{4} 6,9 = 131,65 \text{ m}^3.$$

Tub futerovkasining qalinligi $\delta_F = 1\text{m}$, kojux qalinligi $\delta_{koj} = 0,03\text{m}$ ga teng deb qabul qilganda, konverterning umumiy balandligini aniqlaymiz:



$$H = 6,9 + 1,0 + 0,03 = 7,93 \text{ m.}$$

Devorlar futerovkasining o'rtacha qalinligini $\delta_{F.st} = 0,85\text{m}$ ga teng bo'lganda, kojuxining qalinligi $\delta_{koj} = 0,03\text{m}$ ga teng bo'lganda, konverterning tashqi diametri

$$D_{\text{tash}} = 4,93 + 2 \cdot 0,85 + 2 \cdot 0,03 = 6,69 \text{ m ga teng.}$$

Nazorat savollari:

1. Konverterning ichki diametrini aniqlang.
2. Konverter xajmini qaysi formula orqali topiladi.
3. Devorlar futerovkasining o'rtacha qalinligini aniqlang.

14-AMALIY MASHG'LOT

KISLOROD KONVERTERINING KISLOROD FURMASINI XISOBLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislrod konverterning kislrod furmasini xisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Material balansini xisoblashda 1 t cho'kindi uchun sarflangan texnik kislrodning miqdori $49,8 \text{ m}^3$ ga teng ekanligi topiladi. 150 t cho'kindiga sarflangan kislrodning xajmi $49,8 \cdot 150 = 7470 \text{ m}^3$ ga teng bo'lishi kerak. Puflash intensivligini $8,38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s})$ deb qabul qilamiz. Bu orqali kislrodning sarfi $8,33 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 10^3 = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ekanini topamiz.

Bunda purkash jarayonining davomiyligi $7470 : 12,5 = 597,6 \text{ s}$ (9,96 min) ga teng bo'ladi.

Puflash jarayonlari orasidagi to'xtashlar davomiyligi 1080 s (18 min) deb qabul qilamiz. Demak, davrning umumiy davomiyligi $597,6 + 1080 = 1678 \text{ s}$ (27,96 min) ga teng.

150 t cho'kindiga sarflanayotgan texnik O_2 ning umumiy miqdori $6,754 : 100 \cdot 150 \cdot 10^3 = 10131 \text{ kg}$ (bu yerda 6,754 kg – 100 kg cho'kindiga sarflanayotgan texnik O_2 ning massasi, material balansdan olingan) ga teng. Uning 1 sekunddagi sarfi $10131 : 9,96 : 60 = 16,95 \text{ kg/s}$ ga teng.

7 misolda keltirilgan usul bo'yicha, tsexdagi texnik O_2 ning bosim kattaligiga asosan furma oldidagi O_2 bosimini aniqlaymiz. So'ngra 8 – misolda (konussimon soplo) ga va 9 – misolda (soplo Lavlya)dagi kabi soplorni

hisoblaymiz. Soplosi ko'p bo'lgan furnada kislorodni sarfini soplolar soniga bo'lamiz.

Olti yuklash furmali tsilindrsimon soplo diametrini xisoblash uchun B.L Markovning quyidagi formulasidan foydalanishimiz mumkin

$$d = 7,13 \cdot 10^3 \sqrt[4]{v_F} \text{ mm,}$$

bu yerda, v_F - furnaga sarflanayotgan O_2 ning sarfi, m^3/s .

Nazorat savollari:

1. Bunda purkash jarayonining davomiyligini aniqlang.
2. Puflash jarayonlari orasidagi to'xtashlar davomiyligini aniqlang.
3. 150 t cho'kindiga sarflanayotgan texnik O_2 ning umumiy miqdorini aniqlang.

15-AMALIY MASHG'LOT KISLOROD KONVERTERINING ISSIQLIK BALANSINI XISOBLASH. ISSIQLIK KELISHI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislorod konverterning issiqlik balansini xisoblash. issiqlik kelishini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

1. Cho'yan bilan keladigan issiqlik ($t_{ch} = 1300^\circ C$)

$$Q_{ch} = 150 \cdot 10^3 \cdot 0,77 [0,745 \cdot 1200 + 217,22 + 0,837(1300 - 1200)] = 138013 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 138,013 \text{ GDj.}$$

2. Skrap bilan keladigan issiqlik ($t_{sk} = 20^\circ C$)

$$Q_{sk} = 0,469 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 0,23 \cdot 20 = 342 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 0,342 \text{ GDj.}$$

3. Ekzotermik reaksiya issiqligi

$$C \rightarrow CO_2 \dots 0,002659 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 13596,80$$

$$C \rightarrow CO \dots 0,023930 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 10,47 = 37582,06$$

$$Si \rightarrow SiO_2 \dots 0,007200 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 33588,00$$

$$Mn \rightarrow MnO \dots 0,007230 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 7992,77$$

$$P \rightarrow P_2O_5 \dots 0,000230 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 25,00 = 862,50$$

$$S \rightarrow SO_2 \dots 0,000020 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 9,28 = 27,84$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots 0,004520 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 4996,86$$

$$Fe \rightarrow FeO \dots 0,019460 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 14069,58$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots 0,015000 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 16582,50$$

$$Q_{\text{ekz}} = 129289,14 \text{ MDj} = 129,300 \text{ GDj.}$$

4. Shlak paydo bo'lishidagi issiqlik

$$\text{SiO}_2 \rightarrow (\text{CaO})_2 \text{SiO}_2 \quad 0,01543 \cdot 150 \cdot 10^3 : 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = 5369,142$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow (\text{CaO})_3\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaO} \quad 0,00053 \cdot 150 \cdot 10^3 : 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = 372,166$$

$$Q_{\text{shl.ob}} = 5741,308 \text{ MDj} = 5,741 \text{ GDj.}$$

Nazorat savollari:

1. Cho'yan bilan keladigan issiqlik ni aniqlang.
2. Skrap bilan keladigan issiqlik ni aniqlang.
3. Ekzotermik reaksiya issiqligi ni aniqlang.

16 -AMALIY MASHG'LOT

KISLOROD KONVERTERINING ISSIQLIK BALANSINI XISOBLASH. ISSIQLIK SARFI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislorod konverterning issiqlik balansini issiqlik sarfiini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

1. Po'latning fizik issiqligi

$$Q_{\text{st}} = 0,91022 \cdot 150 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 191946 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 191,946 \text{ GDj.}$$

2. Shlak bilan yo'qotiladigan po'latning fizik issiqligi

$$Q_{\text{st-shl}} = 0,005 \cdot 150 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 1054 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,054 \text{ GDj.}$$

3. Slakning fizik issiqligi

$$Q_{\text{shl}} = 0,12974 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,25 \cdot 1600 + 209,35) = 42996 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 42,996 \text{ GDj.}$$

4. Gazsimon maxsulotlardan issiqlikning $t_{\text{yx}} = 1550^\circ\text{C}$ temperatura bilan chiqishi

$$Q_{\text{yx}} = 0,0558 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 2397,543 = 20067 \cdot 10^3 \text{ GDj.}$$

$$i_{\text{CO}_2+\text{SO}} \dots (0,1384 + 0,0002)3545,34 = 491$$

$$i_{CO} \dots 0,8005 \cdot 2200,26 = 1761,308$$

$$i_{H_2O} \dots 0,012 \cdot 2758,39 = 33,107$$

$$i_{O_2} \dots 0,0444 \cdot 2296,78 = 101,977$$

$$i_{N_2} \dots 0,0045 \cdot 2170,55 = 9,767$$

$$i_{yx}^{1550} = 2397,543 \text{ kDj} / \text{m}^3.$$

Gaz entalpiyasi $t_{yx} = 1550^\circ\text{C}$ ni II tenglama bo'yicha aniqlaymiz.

5. Fe_2O_3 bo'laklari bilan chiqayotgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,02143 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1600 + 209,36) = 6999 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 7,0 \text{ GDj}$$

6. Konverter bo'yinchasi orqali nurlanish bilan chiqayotgan issiqlik yo'qotilishi:

Puflash vaqtida

$$Q_{\text{nur1}} = 5,7 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30 + 273}{100} \right)^4 \right] \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} 597,6 = 2400 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 2,4 \text{ GDj};$$

Vaqtincha to'xtatilgan vaqtida

$$Q_{\text{nur2}} = 5,7 \left[\left(\frac{1500 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30 + 273}{100} \right)^4 \right] \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} 1080 = 3480 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 3,48 \text{ GDj}.$$

Nurlanish bilan yo'qotiladigan issiqlik miqdori

$$Q_{\text{nur}} = 2,4 + 3,48 = 5,88 \text{ GDj}.$$

7. Konverter futerovkasi ushlab turadigan issiqlik. To'tatib turilgan vaqtida konverterning ichki futerovkasi soviydi. Bunda issiqlik bo'yincha orqali chiqib ketadi. Puflash vaqtida esa yana qiziydi. Ushbu kattalik oxirida farqlar usuli orqali hisoblanadi.

Xisob - kitobni soddalashtirish uchun futerovkaning ichki yuzasi harorati va qalinligini hamma joyda bir hil deb qabul qilamiz. ($\delta_{\text{boshi}} = 0,9\text{m}$ yangisi uchun va $\delta_{\text{tugash}} = 0,45\text{m}$ eskirgan futerovka uchun). Eng ko'p yo'qotishlar futerovkaning yupqa joyida bo'lgani uchun xisobotda futerovkaning qalinligini $\delta_F = 0,45\text{m}$ deb qabul qilamiz.

$$Q_{akk} = V_{fPjCj} (t_f^{kon} - t_f^{bosh}) = 22,662 \cdot 3150 \cdot 920(1220,3 - 1196,4) = 1380 \cdot 10^3 kDj = 1,38GDj.$$

Bu yerda $V_f = F_{vn} \cdot 10x = 125,9 \cdot 10 \cdot 0,018 = 22,662m^3$

$$t_f^{kon} = \frac{1409 + 1302 + 1289 + 1247 + 1242 + 1218 + 1186 + 1146 + 1104 + 1060}{10} = 1220,3^\circ C,$$

$$t_f^{nach} = \frac{1163 + 1242 + 1277 + 1284 + 1263 + 1232 + 1191 + 1148 + 1104 + 1060}{10} = 1196,4^\circ C.$$

8. $Q_{issiq} = \frac{1500 - 30}{\frac{0,45}{3,125} + \frac{1}{28}} (3,14 \cdot 14 \cdot 6,69 \cdot 7,93 + 3,14 \cdot 6,69^2 / 4) \times 597,6 = 850 \cdot 10^3 mDj = 0,85GDj.$

9. $Q_f = 348,9 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 5,8 \times 597,6 = 760 \cdot 10^3 kDj = 0,76GDj.$

Kelish	GDj	sarfi	GDj (%)
Fizik issiqligi:		Fizik issiqlik:	
Cho'yan...	138,013(50,48	Po'lat...	191,946 (70,21)
Skrap...)	Shlak bilan	
Ekzotermik	0,324(0,12)	yo'qotiladigan po'lat...	1,054 (0,39)
reaksiya		Shlak...	42,996 (15,73)
issiqligi...	129,300(47,30	Gaz bilan chiqib	
Shlak xosil)	ketadigan shlak	
bo'lishidagi		Fe ₂ O ₃ zarrachalari bilan	
issiqligi...		chiqib ketadigan	7,00 (2,56)
Ja'mi...	5,741 (2,10)	issiqlik...	
	273,378	Nurlanish bilan	5,48 (2,00)
	(100,0)	yo'qotiladigan issiqlik...	
		Qoplama bilan ushlab	1,38 (0,50)
		turiladigan issiqlik...	
		Issiqlik uzatilishida	0,85 (0,31)
		yo'qotiladigan issiqlik...	
		Sovituvchi suv bilan	0,759 (0,28)
		yo'qotiladigan issiqlik...	1,846 (0,68)
		Ortiqcha...	273,378 (100,0)
		Ja'mi...	

Nazorat savollari:

1. Po'latning fizik issiqligini aniqlash.
2. Shlak bilan yo'qotiladigan po'latning fizik issiqligini aniqlash.
3. Gazsimon maxsulotlardan issiqlikning chiqishini aniqlash.

17-AMALIY MASHG'LOT

MARTEN PECHINING TEXNOLOGIK JARAYONINI HISOBLASH. MARTEN PECHINING MATERIAL BALANSI HISOBLASH.

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechining texnologik jarayonini hisoblash. marten pechining material balansini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Ishchi sig'imi 50 tn bo'lgan marten po'lat eritish pechini xisoblash.

Dastlabki ma'lumotlar.

Eritishga moljallangan xom – ashyo komponentlarning miqdori va tarkibi.

Cho'yan (65%)...	3,6	1,0	0,9	0,85	0,04
Skrap (35%)...	0,18	-	0,46	0,05	0,04
O'rtacha tarkib...	2,4	0,7	0,81	0,2	0,05
Eritilgandan so'ng...	1,4		0,03	0,02	0,04
Eritishdan oldin...	0,17	-	0,05	0,02	0,03

Marten po'lat eritish pechini xisoblashga quyidagilar kiradi:

1. Material balansini xisoblash
2. Issiqlik balansini xisoblash
3. Eritish bosqichlarida yoqilg'i sarfini xisoblash.

Material balansini.

Metallurgik pechlarni hisoblashga material balansini 100 kg olingan maxsulotga nisbati 2 bosqichda olib boriladi:

I. Bosqich zavalkadan to'liq eritishgacha II bosqich eritishdan po'latni oksidlantirishgacha.

I – bosqich. 100 kg metall shixtasidan 67 kg cho'yan va 33 kg skrap tashkil topganini xisobga olib, shixtaning o'rtachaa tarkibini aniqlaymiz.

Vannani texnik kislorod bilan tozalashda $10\% S \rightarrow SO_2$ gacha oksidlanadi va ta'mirni tutundagi quyindisini esa 1% gat eng deb belgilab olamiz.

C... $2,4 - 1,4 = 1,0$ kg
 Si... 0,7 kg
 Mn $0,81 - 0,03 = 0,78$ kg
 P... $0,2 - 0,02 = 0,18$ kg
 S $0,04 - 0,03 = 0,01$ kg
 Fe... (tutunda) ... 0,500 kg
 Umumiy 2,609 kg

Bundan kislorod sarfi va zosil bo'lgan oksidlarni miqdorini aniqlaymiz

Kislorod sarfi: kg	xosil bo'lgan oksid, kg
C \rightarrow CO... $1,0 \cdot 16 : 12 = 1,33$	$1,0 + 1,33 = 2,33$
Si \rightarrow SiO ₂ ... $0,7 \cdot 32 : 28 = 0,8$	$0,7 + 0,8 = 1,5$
Mn \rightarrow MnO... $0,78 \cdot 16 : 55 = 0,22$	$0,78 + 0,22 = 1$
P \rightarrow P ₂ O ₅ ... $0,18 \cdot 80 : 62 = 0,23$	$0,18 + 0,23 = 0,41$
Fe _(tutunda) $0,5 \cdot 48 : 112 = 0,21$	$0,5 + 0,21 = 0,71$
S \rightarrow SO ₂ ... $0,001 \cdot 32 : 32 = 0,001$	$0,001 + 0,001 = 0,002$
	2,386

Nazorat savollari:

1. Marten hisobi qanday hisobotlarni o'z ichiga oladi?
2. Shixtaning o'rtacha miqdori qanday aniqlanadi?
3. Shixtaning kislorod sarfi qanday aniqlanadi?
4. Shixtaning oksid massasi qanday aniqlanadi?

18-AMALIY MASHG'LOT

MARTEN PECHIDAN AJRALAYOTGAN SHLAK MIQDORINI ANIQLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechining texnologik jarayonini hisoblash. Marten pechining material balansi hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Shlak miqdori va tarkibini hisoblash uchun quyidagi xisob – kitoblarni o'tkazish kerak.

Zavalka vaqtida skrap bilan birga 2%loy shaklidagi ifloslanish quyidagi tarkibda 52% SiO₂, 25% Al₂O₃, 23% H₂O keladi.

Bundan kelib chiqib quyidagi iflosliklarni olib keladi, kg;

$$\text{SiO}_2 \dots 35 \cdot 0,02 \cdot 0,52 = 0,364$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \dots 35 \cdot 0,02 \cdot 0,25 = 0,1750$$

$$\text{H}_2\text{O} \dots 35 \cdot 0,02 \cdot 0,23 = 0,161$$

0,7 kg

Odatda skrap (- 1%) oksidlanadi, skrap bilan birga 0,35 kg okalina Fe₂O₃ ko'rinishda tushadi. Cho'yan bilan birga mikserdan qaysiki berilgan xisoblashlarda 0,5 ga teng deb olingan shlak miqdori quyidagi tarkibda tushadi: 46%CaO, 8%Al₂O₃, 6%MgO, 2%S. shlakka olovbardosh materialni ma'lum miqdori o'tadi, qaysiki yoyilishiga teng deb qabul qilganmiz, kg;

	I davr	II davr	plavkaga
Kuydirilgan dolomit	1,3	0,4	1,7
Magnezitxromit	0,1	0,1	0,2

Texnologiyaga muvofiq po'lat ishlab chiqarishda cho'yanni quygandan so'ng 5 – 6% shlak chayqatilib to'kiladi. Qabul qilamizki, nazorat qilgan holda 6% shlak chayqatilib olinishda u bilan quyidagi tarkib %;

21SiO₂; 3,5Al₂O₃; 4MnO; 25CaO; 4P₂O₅; 0,3S; 0,1Cr₂O₃; 27,6FeO; 6,5Fe₂O₃ tushadi.

Shlak bilan birga quyidagilar ketadi: kg

$$\text{SiO}_2 \dots 6,0 \cdot 0,210 = 1,210 = 1,260$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \dots 6,0 \cdot 0,035 = 0,210$$

$$\text{MnO} \dots 6,0 \cdot 0,04 = 0,240$$

$$\text{MgO} \dots 6,0 \cdot 0,080 = 0,480$$

$$\text{CaO} \dots 6,0 \cdot 0,250 = 1,500$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \dots 6,0 \cdot 0,040 = 0,240$$

$$\text{S} \dots 6,0 \cdot 0,003 = 0,018$$

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 \dots 6,0 \cdot 0,001 = 0,006$$

$$\text{FeO} \dots 6,0 \cdot 0,276 = 1,656$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \dots 6,0 \cdot 0,065 = 0,39$$

6,00 kg

Shlak bilan birga $1,5 : 0,53 = 2,83$ kg ohaktosh yo'qoladi.

$$\begin{aligned} \text{Mikserlangan shlak} & \dots\dots\dots 0,5 \cdot 0,02 = 0,010 \\ \text{Oxaktosh} & \dots\dots\dots (2,83 + x) \cdot 0,001 = 0,0283 + 0,001x \\ & \dots\dots\dots 0,1313 + 0,001x \end{aligned}$$

Cr₂O₃ kelishi kg;

$$\text{Magnezitoxromit} \dots\dots\dots 0,1 \cdot 0,12 = 0,012.$$

Amaliyot natijalarini xisobga olgan holda shlak tarkibida 16% FeO va 6% Fe₂O₃ bor deb, shlakni to'kilishini xisobga olib, uni I – davr oxiridagi miqdor formulasini tuzamiz; kg;

$$\text{SiO}_2 \dots\dots\dots 2,0376 + 0,02x - 1,260 = 0,7776 + 0,02x$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \dots\dots\dots 0,2555 + 0,003x - 0,210 = 0,0455 + 0,003x$$

$$\text{MnO} \dots\dots\dots 0,981 - 0,240 = 0,741$$

$$\text{MgO} \dots\dots\dots 0,6566 + 0,02x - 0,480 = 0,1766 + 0,02x$$

$$\text{CaO} \dots\dots\dots 2,502 + 0,53x - 1,500 = 1,002 + 0,53x$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \dots\dots\dots 0,349 + 0,007x - 0,240 = 0,109 + 0,007x$$

$$\text{S} \dots\dots\dots 0,01313 + 0,001x - 0,018 = 0,1133 + 0,001x$$

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 \dots\dots\dots 0,012 - 0,06 = 0,006$$

$$\text{FeO} \dots\dots\dots 0,06 L_{\text{shl}}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \dots\dots\dots 0,06 L_{\text{shl}}$$

$$L_{\text{shl}} = 0,22 L_{\text{shl}} + 2,971 + 0,581x \quad \text{yoki}$$

$$L_{\text{shl}} = 3,809 + 0,745x$$

Shlakni asosini I davr oxirida 2,6 ga teng bo'lib oxaktosh sarfini belgilovchi tenglamani topamiz.

$$B = \frac{CaO}{SiO_2} = \frac{1,002 + 0,53x}{0,7776 + 0,02x} = 2,6$$

$$\text{Bundan } 1,002 + 0,53x = 2,02 \cdot 76 + 0,052x$$

$$\text{Yoki} \quad \quad \quad x = 2,13$$

Bundan shlak miqdorini topishimiz mumkin.

$$L_{\text{shl}} = 3,809 \cdot 0,745 \cdot 2,13 = 5,398$$

Shlakni oxirgi tarkibi va miqdori tashkil qiluvchilar

Massa, kg		tartibi %
SiO ₂	0,9328	15,58
Al ₂ O ₃	0,0371	0,62
MnO	0,8421	14,06
MgO	0,2107	3,52
CaO	2,4254	40,52
P ₂ O ₅	0,1063	1,78
S	0,1081	1,82
Cr ₂ O ₃	0,0068	0,10
FeO	0,9579	16,00
Fe ₂ O ₃	0,3592	

$$L_{\text{shl}} = 5,396$$

Oxaktoshning umumiy sarfi $2,83 + 2,13 = 4,96$ kg

Shlakning umumiy miqdori $6 + 5,396 = 11,396$ kg

Temirni eritishning birinchi davridan balansini 1 – chi jadvalda topamiz.

Oksidlanadigan Fe miqdori $0,232 + 1,949 = 2,181$

Temirni oksidlanishiga kislorod sarfi Fe₂O₃ gacha

$$0,232 \cdot 48 : 112 = 0,099 \text{ kg FeO gacha } 1,949 \cdot 16 : 56 = 0,557$$

Pech atmosferasidan vannaga kislorodni umumiy sarfini 10% ini tushishini hisobga olib, ohirgi miqdorini topamiz.

$$9,0175 + 0,099 + 0,557 + 0,1 = 4,04 \text{ kg}$$

1 – jadval. Temirni eritishni I davrdagi balansi.

Manba	Fe ₂ O ₃ dan, kg	FeO dan, kg
Dolomit	$1,3 \cdot 0,003 \cdot 0,7 = 0,0027$	-
Magnezitoxromit	$0,1 \cdot 0,10 \cdot 0,7 = 0,007$	-
Oxaktosh	$5,07 \cdot 0,002 \cdot 0,7 = 0,007$	-
Skrup quyundisi	$0,35 \cdot 0,7 = 0,245$	-
Jami	0,2617	-

Shlak ajratib olishdagi yo'qolish	$0,39 - 0,7 = 0,273$	$1,656 \cdot 0,78 =$
		1,292
Shlakda qoladigani	0,494	1,999
Po'latga o'tadigani	$0,2617 - 0,494 = 0,232$	- 1,942

Vannani 1 – davrida massa almashinuvi darajasini aniqlashishi va qizdirishni notekisligi o'rganib vannaga birikadigan kislorodni o'zlashtirish koeffitsientini 0,9 ga teng deb qabul qilamiz, u holda texnik kislorodni sarfi quyidagini tashkil qiladi.

$$\frac{4,04 \cdot 22,4}{0,95 \cdot 0,5 \cdot 32} = 3,3 \text{m}^2$$

Toza kislorod sarfi; $4,04 \cdot 22,4/32 = 2,828 \text{ m}^3$

Toza kislorod sarfi o'zlashtirma koeffitsientini xisobi bilan

$$2,828/0,9 = 3,142 \text{ m}^3$$

O'zlashtirilmagan kislorod miqdori;

$$3,142 - 2,828 = 0,314 \text{ m}^3 \text{ yoki } 0,486 \text{ kg}$$

Texnik kislorod bilan birikadigan azot miqdori:

$$3,3 - 3,142 = 0,1583 \text{ yoki } 0,197 \text{ kg}$$

Vannaga birikadigan kislorod miqdori.

$$4,04 + 0,486 + 0,197 = 4,723 \text{ kg}$$

Shlak ajratib olishda u bilan ketadigan metal xisobini yillik chiqishi.

$$100 - 2,609 - 2,33 - 0,7 - 0,35 - 0,5 - 0,6 = 92,911$$

I davrni borishida vannadan gazlarni ajralishi, kg.

	CO ₂	H ₂ O
Shlak ifloslanishi	–	0,161
Oxaktosh	$4,96 \cdot 0,415 = 2,058$	$4,96 \cdot 0,0083 = 0,041$
Dolomit	$1,3 \cdot 0,025 = 0,0325$	$1,3 \cdot 0,022 = 0,0286$
	2,0905	0,2307

Nazorat savollari:

1. Marten hisobi qanday hisobotlarni o'z ichiga oladi?
2. Shixtaning o'rtacha miqdori qanday aniqlanadi?
3. Shixtaning kislorod sarfi qanday aniqlanadi?
4. Shixtaning oksid massasi qanday aniqlanadi?

19-AMALIY MASHG'LOT MARTEN PECHIDA ERITISH DAVRINING MATERIAL BALANSI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechida eritish davridagi material balansini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Metalli shixta 100,00	metall ...92,911	
Oxaktosh4,96	shlak bilan yo'qoladigan metal... 0,6	
O ₂ pech atmosferasi...0,035	shlak... 61,396	
Magnezitoxromit...0,1	CO.....11,396	
Texnik kislorod...4,723	H ₂ O.....0,8307	
		111,118
CO ₂ 2,0905		
O'zlashtirilmagan O ₂ ...0,486		
N ₂ ... 0,197		
SO ₂ ... 0,093		
Fe ₂ O ₃ ... 0,714		
	110,257	farq 0,8

II davr.

I davrda material balansini xisoblashda eritish jarayonini po'latni eritishdan kisloroddan tozalashgacha bo'lgani I davrdagi kabi olib boriladi. Xisoblashlar natijasini jadval ko'rinishida tasvirlaymiz.

Eritishning II davridagi material balansini.

Metall 92,18	po'lat 1,119
Shlak.....5,996	shlak bilan yo'qoladigan metal...0,134
Dolomit ...0,04	CO.....3,467
Magnezitoxromit...0,1	CO ₂0,014
O ₂ pech atmosferasi... 0,127	SO ₂0,008
Texnik kislorod...3,465	Fe ₂ O ₃0,852

101,9	N ₂0,122
	O'zlashtirilmagan O ₂ ...0,176
	H ₂ O.....0,005
	Bog'lanmagani102,53

Farq 0,6

Marten pechining eritish davrining material balansi

Metal shixtasi 100,00	po'lat91,119
Oxaktosh.....4,96	Shlak.....12,628
dolomit.....1,7	shlak bilan yo'qotiladigan metal.....0,734
magnezitoxromit...0,200	CO.....6,28
kislorod pech atmosferasidan...0,497	CO ₂2,15
texnik kislorod.....8,178	SO ₂0,101

115,535

N ₂0,33
O'zlashtirilmagan kislorod.....0,664
H ₂ O.....0,0786
Fe ₂ O ₃1,571
115,655

Nazorat savollari:

1. Skrap bilan keladigan issiqlik qanday aniqlanadi?
2. Cho'yan bilan keladigan issiqlik miqdori qanday aniqlanadi?
3. Ekzotermik reaksiyadagi issiqlik balansi qanday aniqlanadi?

20-AMALIY MASHG'LOT

MARTEN PECHIDAN AJRALAYOTGAN ISSIQLIK BALANSI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechidan ajralayotgan issiqlik balansini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Issiqlik kelishi.

1. skrap bilan keladigan issiqlik

$$Q_{sk} = C_{sk} D_{sk} G_{t_{sk}} = 0,469 \cdot 0,33 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 20 = 1238,16 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,23 \text{ gDj}$$

Bu yerda: $C_{sk} = 0,469 \text{ kDj (kg} \cdot \text{m)}$ – $t_{sk} = 20^\circ\text{C}$ dagi skrapning solishtirma issiqlik sig'imi.

2. Cho'yan bilan keladigan issiqlik

$$Q_2 = GD_2[C_2^{kk} t_{e2} + L_2 + G_2^s (t_2 - t_{e2})] = 400 \cdot 10^3 \cdot 0,67[0,745 \cdot 1200 + 217,72 + 0,837 (1300 - 1200)] = 320,375 \text{ gDj}$$

3. Ekzotermik reaksiyadagi issiqlik

$$C \rightarrow CO_2 \dots\dots\dots 0,02405 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 327945,8$$

$$Si \rightarrow SiO_2 \dots\dots\dots 0,00650 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 80860$$

$$Mn \rightarrow MnO \dots\dots\dots 0,00680 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 20046,4$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots\dots\dots 0,00100 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 2948$$

$$P \rightarrow P_2O_5 \dots\dots\dots 0,00129 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 2500 = 12900$$

$$S \rightarrow SO_2 \dots\dots\dots 0,00012 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 9,28 = 445,44$$

$$Fe \rightarrow FeO \dots\dots\dots (0,001940 + 0,00053) \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 38425,04$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots\dots\dots (0,00232 + 0,00018) \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 6308,72$$

$$Q_{ekz} = 489879,4 = 489,879 \text{ gDj}$$

4. Shlakdagi issiqlik

$$SiO_2 \rightarrow (CaO)_2 SiO_2 \dots\dots\dots 0,01393 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = 12921,2$$

$$P_2O_5 \rightarrow (CaO)_3 P_2O_5 - CaO \dots\dots 0,033 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = 1181,8$$

$$Q_{sh.o} = 14,103 \text{ gDj} = 14103 \text{ mDj}$$

Tabiat gazining yig'indisidagi shlak

$$Q_{t.2} = 35069,6 \text{ V} \cdot \text{kDj}.$$

6. Tabiat gazi va CO ni yoqishga ketadigan ishchi qismga havo bilan keladigan issiqlik.

$$Q_{havo} = (V_k^{t.2} V + D_{CO} \cdot G : M_{co} 22,4 V_x^{CO}) C_x t_x = (9,28 \text{ V} + 0,06279 \cdot 0,06279 \cdot 400 \cdot 10^3 : 28 \cdot 22,4 \cdot 2,38) \cdot 1,3226 \cdot 20 = 1264957,3 \text{ kDj}$$

Nazorat savollari:

1. Vannaga birikadigan kislorod miqdori qanday aniqlanadi?
2. Texnik kislorod bilan birikadigan azot miqdori qanday aniqlanadi?
3. Marten pechining eritish davrining material balansi qanday aniqlanadi?

21-AMALIY MASHG'LOT MARTEN PECHINING ISSIQLIK SARFI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechining issiqlik sarfi hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

1. Po'latning fizikaviy issiqligi

$$Q_1 = D_1 G [C_n^{k-k} t_{ep,n} + L_n + C^{suyuq} (t_n - t_{er,n})] = 0,91119 \cdot 420 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 512402,2 \cdot 10^3 \text{ kDj.}$$

2. Shlak bilan ketadigan po'latning fizikaviy issiqligi

$$Q_{l-shl} = 0,00734 \cdot 400 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1600 - 1500)] = 4127,6 \text{ kDj}$$

3. Shlakning fizikaviy issiqligi

$$Q_{shl} = (1,25 \cdot 1550 + 209,5) \cdot 0,06 \cdot 4,90 \cdot 10^3 + (1,25 \cdot 1600 + 209,25) \cdot 0,0628 \cdot 150 \cdot 10^3 = 107218,7 \text{ kDj}$$

4. Mahsulotni o'rtacha $t_{yx} = 1600^\circ\text{C}$ haroratda yonishiga sarflanadigan issiqligi

$$Q_{yx} = B i_{yx} V_{yx} = B \cdot 2592,64 \cdot 10,34 = 26807,9$$

Bu yerda:

$$i_{Co_2} \dots 0,955 \cdot 3815,86 = 364,41$$

$$i_{H_2O} \dots 0,1876 \cdot 2979,13 = 5588,59$$

$$i_{N_2} \dots 0,7170 \cdot 2328,65 = 1669,69$$

$$i_{yx}^{1600} \dots 259,64 \text{ kDj/m}^3$$

5. Oxaktoshni parchalashga ketadigan issiqlik

$$Q_{\text{shl}} = 1779,5 \cdot 0,0507 \cdot 400 \cdot 10^3 = 36,09 \text{ kdj}$$

6. Suv bug'ini $t_{yx} = 1600^\circ\text{C}$ gacha ishlatish va suyuqlikni bug'latish uchun sarflanadigan issiqlik.

$$Q_{H_2O} = 0,000786 \cdot 400 \cdot 10^3 [4,187 \cdot 100 + 2256,8 + 1,88(1600 - 100)] 22,44 : 16 = 2150,1 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 2,15 \text{ gDj}$$

7. Vannadagi $t_{xy} = 1600^\circ\text{C}$ gacha ajratiladigan gazlarni qizdirish uchun ketadigan shlak.

$$\text{CO}_2 \dots 38,15,86 \cdot 0,02146 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 44 = 16645,44 \cdot 10^3$$

$$\text{CO} \dots 2526,85 \cdot 0,06279 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 28 = 19039306$$

$$\text{SO}_2 \dots 3815,86 \cdot 0,00101 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 64 = 202335,96$$

$$\text{N}_2 \dots 2328,65 \cdot 0,00320 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 28 = 894201,57$$

$$\text{O}_2 \dots 2463,97 \cdot 0,00664 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 32 = 17879,7$$

$$Q_{\text{gaz}} = 74952 \text{ kDj} = 74,552 \text{ gDj}$$

8. Fe_2O_3 olib ketilgan qismi bilan ketadigan issiqlik

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,05171 \cdot 400 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1600 + 209,35) = 26838 \text{ kDj} = 26,838 \text{ kDj}$$

Nazorat savollari:

1. Po'latning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?
2. Shlak bilan ketadigan po'latning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?
3. Shlakning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?

22-AMALIY MASHG'LOT

SOVUTILGAN SUV BILAN YO'QOTILADIGAN ISSIQLIK

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechidan sovutilgan suv bilan yo'qotiladigan issiqlikni hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Ikki vannali pechlarni ishchi qismida suv bilan oyna qopqog'i, ustunlarini zmeyviklari va kislorodli furlar sovutiladi. Suv bilan sovituvchi elementda suvning harorat darajasi 20 k dan oshib ketmasligini hisobga olib, sovutiladigan suv bilan sarflanadigan issiqlikni topamiz:

$$\begin{aligned} \text{Zaslonka} \dots & 3 \cdot 1,67 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 6041,34 \cdot 10^3 \\ \text{Zmeyevik} \dots & 6 \cdot 0,56 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 4051,68 \cdot 10^3 \\ \text{Ambrozura} \dots & 1 : 1,02 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 1350,56 \cdot 10^3 \\ \text{Furma} \dots & 3 \cdot 0,28 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 6840 \cdot 20 \cdot 20 = 481,14 \cdot 10^3 \\ Q_{\text{sov}} & = 11924,72 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 11,92 \text{ kDj} \end{aligned}$$

Yuklash aylanasi **zomlari** va issiqlikning beshinchi balkasi bug'lanib sovutishga ega. Har bir element uchun ximik tozalangan suvning sarfini $0,11 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ deb belgilab, suvning umumiy sarfini topamiz.

$$\begin{aligned} \text{Yuklash oynasining zomlari} \dots & 3 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} = 0,3 \cdot 10^{-3} \\ \text{Orqa qismini 5 balkasi} \dots & 3 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 0,33 \cdot 10^{-3} \\ \text{Old qismining 5 balkasi} \dots & 3 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 0,33 \cdot 10^{-3} \\ \text{Mumiy} & 0,99 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Bug' sarfi 90% ni tashkil etishini xisobga olib, bug'lanib sovutish bilan sarflanadigan issiqlikni topamiz.

$$Q_{\text{sov}} = 4,187 \cdot 10^3 \cdot 0,99 \cdot 10^{-3} (100 - 30) \cdot 14400 + [2258,6 + 1,88 \cdot (150 - 100)] \cdot 10^3 \cdot 0,89 \cdot$$

$$10^{-3} \cdot 14400 \cdot 18 : 22,4 = 27952,17 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 27,95 \text{ gDj}$$

Sovituvchi suv bilan issiqlikni umumiy sarfi.

$$Q_{\text{sov}} = 11,92 + 27,95 = 39,87 \text{ GDj}$$

10. Futerovkadan chiqib ketadigan issiqlik

Ship + chiqib qotadigan issiqlik

$$Q_{\text{ship}} = \frac{1580 - 50}{\frac{0,28}{26} + \frac{1}{22,0}} \cdot 91,4 \cdot 14400 = 954029,17 \cdot 10^3 \text{ kDj}$$

Magnezitoxromitni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini shipning o'rtacha $0,5(1580 + 300) = 940^\circ\text{C}$ haroratida

$$\lambda_{\text{shix}} = 4,1 - 0,0016 \cdot 9400 = 2,6 \text{ Vt}/(\text{m} \cdot \text{k}) \text{ ga teng.}$$

Konveksiyada shlak chiqishi

$$\lambda = 10 + 0,6 \cdot 300 = 28 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{k}) \text{ ga teng}$$

$$\text{Futerovka qalinligi } \delta_{\text{shix}} = 0,5 \cdot 0,46 + 0,10 = 0,28 \text{ m}$$

Nazorat savollari:

1. Oldingi davrdan chiqib ketadigan issiqlik qanday aniqlanadi?
2. Sovituvchi suv bilan issiqlikni umumiy sarfi qanday aniqlanadi?
3. Futerovkadan chiqib ketadigan issiqlik qanday aniqlanadi?

23-AMALIY MASHG'LOT

PECHNING DEVORLARIDAN CHIQIB KETADIGAN ISSIQLIK

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechidan devorlaridan chiqib ketadigan issiqlikni hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Orqa devor o'rta qalinligidagi $\delta_{sh} = 0,75$ m magnetit qatlami va $\delta_{shl} = 0,065$ m qalinlikdagi yengil shamot qalinligiga ega. Futerovkaga tasghqi zonasidagi harorat 200°C ga, qatlamlarni ajratish darajasida esa 1100°C ga teng deb olib quyidagilarni hosil qilamiz.

$$\lambda_m = 6,28 - 0,0027 \cdot 0,05 (1580 + 1100) = 2,66 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{k})$$

$$\lambda_{shl} = 0,314 + 0,00035 \cdot 0,5 (1100 + 200) = 0,54 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{k})$$

$$\alpha = 10 + 0,06 \cdot 200 = 22 \text{ Vt}/(\text{m}^3 \text{ k})$$

Oldingi davrdan chiqib ketadigan issiqlik

$$Q_{\text{old}} = \frac{1580 - 30}{\frac{0,6}{3,88} + \frac{1}{22}} \cdot 12,54 \cdot 14400 = 13,98 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 1,14 \text{ GDj}$$

Pech tagidan chiqadigan issiqlik sarfi

$$Q_{\text{ost}} = 5100 \cdot 102,4 \cdot 1400 = 1,4 + 6,48 = 23,04 \text{ GDj}$$

11. pechning aylanasidan tarqaladigan issiqlik sarfi

$$Q_{\text{tar}} = 14,04 + 1,16 + 1,4 + 6,48 = 23,08 \text{ GDj}$$

12. CO_2 va H_2O dissotsiatsiyalanishi uchun tabiat gazini yoqilishiga olingan 2% issiqlikka teng deb, issiqlik sarfini xisoblaymiz.

$$Q_{\text{dis}} = 0,02 \cdot 0,035 \text{ V} = 0,0007 \text{ V GDj}$$

$$13. Q_{\text{vab}} = 0,025 \cdot 0,035 = 0,00088 \text{ V GDj.}$$

Tabiat gazi sarfini shlak balansi tenglamasidan topamiz:

$$Q_{\text{kel}} = Q_{\text{sarf}}$$

$0,155 + 40,05 + 61,235 + 1,76 + 0,035 + 0,000245 V + 0,15 = 64,05 + 0,516 + 13,40 + 0,0268 + V + 4,51 + 0,26 + 9,37 + 3,35 + 39,87 + 23,08 + 0,0007 V + 0,00088 V$ yoki

$0,006865 V = 52,420.$

Maxsulot chiqarish va zapravka davridagi issiqlik kuchlanishga teng deb qabul qilamiz, u holda:

$$Q_1 = 0,75 \cdot 18,558 = 13,919 \text{ mVt}$$

Tabiat gazini sarfi esa $B_1 = 13,919 \cdot 1440/33 = 607,3 \text{ m}^3/\text{davr}$

Yuklash va qizdirish davri

Bu davrda o'rtacha 125% ni tashkil qiluvchi maksimal issiqlik kuchlanish ushlab turadi. Bunda:

$$Q_2 = 1,25 \cdot 18,59 = 23,199 \text{ MVt va } B_2 = 4,84 \cdot 4680/33 = 686,4 \text{ m}^3/\text{davr}$$

Cho'yan eritish va qo'shish davri

Odatda cho'yanni eritish va qo'shish davri o'rtacha issiqlik nagruzka olib boriladi.

$$Q_3 = 18,559 \text{ MVt, } B_3 = 18559 \cdot 4680/33 = 2622,0036$$

Meyorga o'tkazish davri $Q_4 = [18,559 \cdot 14400 - 13,919 \cdot 14400 - 23,199 \cdot 46,8 - 18,559 \cdot 4680]/3600 = 14,383 \text{ MVt}$

$$B_4 = 14,383 \cdot 3600/33 = 1569,05.$$

Nazorat savollari:

1. Po'latning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?
2. Shlak bilan ketadigan po'latning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?
3. Shlakning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?

24-AMALIY MASHG'LOT

YOYLI PO'LAT ERITISH PECHINING TAXMINIY HISOBOTI.

(2 soat)

Ishdan maqsad: Marten pechidan devorlaridan chiqib ketadigan issiqlikni hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Yoyli po'lat eritish pechida eritish quyidagi asosiy davrlarda kechadi.

1. eritish davri (60%)
2. oksidlanish davri (9,4%)
3. tozalash davri (18,2%)

4. 2 ta erish davri orasida turib qolishlar, bunga metallni chiqarish yoki, yoqilg'i – moy kuyishni pechni tozalashni va pechga shihta yuklashni o'z ichiga oladi (12,4%).

Yuklangan metallni qizishi va erishi sodir bo'ladi, bunda pech elektroenergiyaning katta qismini iste'mol qiladi. Shuning uchun loyixalashda hisob olib boriladi. Erish davri uchun o'z ichiga quyidagilarni oladi.

1. materiallar balansi hisobi
2. pechning asosiy o'lchamlarini hisobi
3. energetika belgisining hisobi
4. transformatorning zaruriy hisobi.

хажми G=150 тонна бўлган ёйли пўлат эритиш печини hisoblash tartibi.

12% - qayta ishlangan po'lat

74% - temir gulalari

1,75% - aglomerat

0,25% - elektrod

Transformator po'latini eritishda foydalaniladi, uning tarkibi erish davrining oxirida quyidagicha bo'ladi.

C	Si	Mn	Fe
Cho'yan (12%).....4,3	0,68	1,06	qoldiq
Passport balvanka (74%)...0,17	0,28	0,36	qoldiq
Lom ryadovoy (12%)...0,69	0,32	1,0	qoldiq
Aglomerat (1,75%)...	-	-	57,0
elektrodlar (0,25%)...0,7271	0,326	0,5136	qoldiq
erigandan so'ng	0,036	0,190	qoldiq

erish jarayonidagi futerovkaning sarfi quyidagicha:

magnezit xromli g'isht - 0,03%

magnezit kukuni - 1,03%

magnezit g'ishti - 0,28%

erish jarayonida vannaga quyidagilar yuklanadi:

magnezit - 56%

oxak - 2,25%

aglomerat – 3,27%

**Yoyli po'lat eritish pechining material balansi.
Kislorod sarfini xisoblash.**

Shixta va po'latning erigandan keyingi aralashmasini o'rtacha element miqdori farqini aniqlaymiz.

$$C \dots 0,7271 - 0,230 = 0,4971 \text{ kg}$$

$$Si \dots 0,326 - 0,036 = 0,29 \text{ kg}$$

$$Mn \dots 0,5136 - 0,190 = 0,3236 \text{ kg}$$

$$Fe_{\text{ (tugunda) }} \dots 3,0000 \text{ kg}$$

$$\text{Hammasi} \qquad \qquad \qquad 4,1107 \text{ kg}$$

30% C – CO g gaza, 70% esa CO gacha aniqlanadi deb qabul qilamiz. Begona moddalarning oksidlanishiga kislorod sarfini va xonada bo'lgan oksidlar miqdorini topamiz.

Kislorod sarfi, kg	oksidning massasi, kg
$C - CO_2 \dots 0,1491 * 32/12 = 0,39768$	$0,1491 + 0,39768 = 0,54678$
$C - CO \dots 0,3479 * 16/12 = 0,46386$	$0,3479 + 0,46386 = 0,81176$
$Si - SiO_2 \dots 0,29 * 32/28 = 0,3314$	$0,29 + 0,3314 = 0,6214$
$Mn - MnO \dots 0,3236 * 16/55 = 0,0941$	$0,3236 + 0,0941 = 0,4177$
$Fe - Fe_2O_3 \dots 3,000 * 48/112 = 1,2857$	$3,0000 + 1,2857 = 4,2857$
$2,57274$	$6,68334$

Ular tablitsadan foydalanib shlakning erish davri oxiridagi tarkibini topamiz.

	SiO₂	CaO	MgO	Al₂O₃	
Temir shixta	0,6214	-	-	-	
Magnezit xromitli g'isht	0,0018	0,0066	0,0198	0,0012	
Magnezitli g'isht	0,084	0,0073	0,2520	0,0045	
Magnezitli kukun	0,0419	0,0262	0,9431	0,0083	
Magnezit	0,0168	0,0146	0,5040	0,0086	
Aglomerat	0,4359	0,6508	0,0401	-	
Oxak	0,0787	1,9125	0,0787	0,0113	
Jami	1,2049	2,6120	1,8377	0,0339	
	Cr₂O₃	S	MnO	P₂O₅	Fe₂O₃
Temir shixta	-	-	0,4177	-	
Magnezit xromli g'isht	0,0036	-	-	-	0,0030
Magnezitli g'isht	-	-	-	-	0,0056
Magnezitli kukun	-	-	-	-	0,0105
Magnezit	-	-	-	-	0,0112
Aglomerat	-	-	-	-	-
Oxak	-	0,0029	-	0,0023	0,0079
Jami	0,0036	0,0029	0,4177	0,0023	0,0382

Nazorat savollari:

1. Po'latning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?
2. Shlak bilan ketadigan po'latning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?
3. Shlakning fizikaviy issiqligi qanday aniqlanadi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Aribjonova D.E. Metallurgiya asoslari. Гувохнома 1023-108 “Excellent Polygraphi” MChJ босмахонаси. ISBN -978-9943-6248-8-7
2. Aribjonova D.E., Valiyev X.R., Xudoyarov S.R. Qora va rangli metallar metallurgiyasi. “Noshir” нашриёти, “VENSHINVESTROM” MChJ босмахонаси. ISBN -978-9943-4086-3-0.
3. Aribjonova D.E., Beknazarova G.B. Po’lat ishlab chiqarish texnologiyasi. Гувохнома 359-333 «Shafolat Nur Fayz» MChJ босмахонаси. ISBN -978-9943-6740-0-4
4. Aribjonova D.E. Основы металлургии. Отпечатано в типографии ООО «Yosh avlod matbaa» Гувохнома 356/7-461
5. A.A. Abdusamatov, R. Mirzayev, R. Ziyayev. Organik kimyo. – Toshkent: “O‘qituvchi” NMIU, 2012.
6. I.R. Asqarov, N.X. To‘xtaboyev, K.G‘. G‘opirov. Kimyo: Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. – Toshkent: “Sharq”, 2013.
7. I.R. Asqarov, N.X. To‘xtaboyev, K. G‘opirov. Kimyo: Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik. – Toshkent: “Yangiyo‘l Poligraf Servis”, 2014.
8. I.R. Asqarov, N.X. To‘xtaboyev, K.G‘. G‘opirov. Kimyo: Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 9-sinfi uchun darslik. – Toshkent: “Sharq”, 2015.
9. M. Xalillayev, Sh. Xalillayev, R. Esanov, D. Qudratov. Kimyo fanidan ma’lumotnoma. – Toshkent: “Akademnashr”, 2015.
10. S. Masharipov, I. Tirkashev. Kimyo. – Toshkent: “O‘qituvchi” NMIU, 2015.
11. I.A. Tashev, R.R. Ro‘ziyev, I.I. Ismoilov. Anorganik kimyo: Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: “O‘qituvchi” NMIU, 2015.
12. I.R. Asqarov, M.A. Bahodirova. Kimyo: Savol-javoblar, masalalar, ularning yechilish usullari. – Toshkent: “G‘afur G‘ulom” nomidagi NMIU, 2016.
13. I.R. Asqarov, M.A. Bahodirova. Kimyodan masalalar yechish usullari. – Toshkent: “G‘afur G‘ulom” nomidagi NMIU, 2016.
14. I.R. Asqarov, Y.T. Isayev, A.G. Mahsumov, Sh.M. Qirg‘izov. Organik kimyo. – Toshkent: “G‘afur G‘ulom” nomidagi NMIU, 2012.

MUNDARIJA

	KIRISH.....	3
1-amaliy mashg‘ulot	Temirni bevosita olish uchun temir saqllovchi boyitmani metallash.....	4
2-amaliy mashg‘ulot	Temirni bevosita olishda oltingugurti va fosforni yo‘qotish	6
3-amaliy mashg‘ulot	Suyuq temir qotishmalarining tabiati va xossalari.....	13
4-amaliy mashg‘ulot	Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi.....	15
5-amaliy mashg‘ulot	Temirni qattiq uglerod bilan tiklash.....	18
6-amaliy mashg‘ulot	Temir saqllovchi ruda va boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash	19
7-amaliy mashg‘ulot	Temirni uglerod bilan tiklashda shixtaning tarkibini hisoblash va tanlash.....	22
8-amaliy mashg‘ulot	Temirni xom ashyodan tiklash jarayonini texnologik ko‘rsatgichlarini hisoblash.	25
9-amaliy mashg‘ulot	Tiklash jarayoni mahsulotlarini chiqishini va tarkibini hisoblash.....	27
10-amaliy mashg‘ulot	Kislorodli konverterining materil balansi. kislorod sarfi.	28
11-amaliy mashg‘ulot	Kislorodli konverteridan ajralayotgan shlakni miqdori va tarkibini aniqlash.....	30
12-amaliy mashg‘ulot	Kislorod konverteridan ajralayotgan gazning tarkibini aniqlash.....	32
13-amaliy mashg‘ulot	Kislorod konverterning asosiy o‘lchamlarini aniqlash.....	33
14-amaliy mashg‘ulot	Kislorod konverterining kislorod furmasini xisoblash.....	35
15-amaliy mashg‘ulot	Kislorod konverterining issiqlik balansini xisoblash. issiqlik kelishi.....	36
16-amaliy mashg‘ulot	Kislorod konverterining issiqlik balansini xisoblash. issiqlik sarfi.....	37
17-amaliy mashg‘ulot	Marten pechining texnologik jarayonini hisoblash. marten pechining material balansi hisoblash.....	41

18-amaliy mashg‘ulot	Marten pechidan ajralayotgan shlak miqdotini aniqlash.....	42
19-amaliy mashg‘ulot	Marten pechida eritish davrining i davridagi material balansi	48
20-amaliy mashg‘ulot	Marten pechidan ajralayotgan issiqlik balansi.....	49
21-amaliy mashg‘ulot	Marten pechining issiqlik sarfi.....	51
22-amaliy mashg‘ulot	Sovutilgan suv bilan yo‘qotiladigan issiqlik.....	52
23-amaliy mashg‘ulot	Pechning devorlaridan chiqib ketadigan issiqlik.....	54
24-amaliy mashg‘ulot	Yoyli po‘lat eritish pechining taxminiy hisoboti.....	55
	Foydalanilgan adabiyotlar	59

Chop etishga ruxsat berildi 28.12.2022 y., 3-son qaror. Bichimi 60x84 1/16
Shartli bosma tabog‘i 3,8. Nusxasi 50 nusxa. Buyurtma № 31.

TDTU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh, Talabalar ko‘chasi54