

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

**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. -58 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 sanoatining 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 quyidagi tenglama bilan ifodalashimiz mumkin: chap tomoni hamma turdagi xomashyolar massalarining yig‘indisi ΣG , o‘ng tomoni esa olinadigan mahsulot 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 balans asosiy mahsulot (kg, t) dagi o‘lchov biriligida yoki vaqt biriligida tuziladi. Kiritilayotgan va olinayotgan mahsulotlardagi komponentlar, qattiq, suyuq va gaz fazalari uchun alohida aniqlanadi. U quyidagi tenglama orqali ifodalanadi.

$$G_g + G_s + G_q = G_{g'} + G_{s'} + G_{q'}$$

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

Nazariy materiallar balans reaksiyalarning stexiometrik tenglamalari orqali hisoblanadi. Buni bilish uchun reaksiya tenglamalarini va komponentlarining molekulyar massalarini bilish yetarli bo‘ladi.

Amaliy materiallar balansida dastlabki xomashyo tarkibi va tayyor mahsulot tarkibi, homashyodagi komponentlarning ortiqchaligi, komponentlarning mahsulotga o‘tish darajasi, xomashyo va tayyor Mahsulotning jarayon davomida yo‘qolishi kabi omillar hisobga olinadi.

Hisoblangan material balansidan, xomashyo va qo‘shimcha materiallar sarfini, mahsulotning tan narxini, tayyor mahsulot chiqishi, reaksion zona

hajmini, apparatlar soni va hajmini, ishlab chiqarish quvvatini, ishlab chiqarishdagi yo‘qolishlarni aniqlash mumkin.

Material balansi asosida issiqlik balansi hisoblanadi, bu esa yoqilg‘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

Mahsulotlar kirishi				Mahsulotning chiqishi			
Dastlabki materiallar	kg	m ³	%	Mahsulot	kg	m ³	%
G ₁				G ₅			
G ₂				G ₆			
G ₃				G ₇			
G ₄				G ₈			
Jami				Jami			

Sarf xarajatlar koeffitsiyenti hisobi.

Misol. Quyidagicha tarkibli rudadan cho‘yan eritib olishda (tarkibida 92% temir bo‘lgan va bo‘sh jinslari bo‘lmagan zararli qo‘shimchalarsiz) xarajatlar koeffitsiyentini nazariy hisoblash.

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

Fe_3O_4 – 231.5 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 yerdan 1 tn cho‘yan olish

92 % temirli olish uchun

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

Anologik ravishda boshqa rudalar uchun ham xarajatlar koeffitsiyentining 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 oltingugurti va fosfori yo'qotish usullari haqida ma'lumotga ega bo'lish.

Dastlabki ma'lumotlar

Shixta tarkibining 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
	Aglomerat	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. Marganesli ruda, flyus va koks tarkibi quyida keltirilgan. Koks kuli tarkibi va unung koks tarkibiga qayta hisoblanganligi 2.3-jadvalda keltirilgan.

2.3-jadval

Marganesli 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	p.p.p.	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	Oltingugurt 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‘shimcha yoqilg‘i sifatida tabiiy gazdan foydalaniladi. Tabiiy gaz sarfi 1 tn metallashgan mahsulotga 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 mahsulotlar olish sharoitlari.

- Shlakning asosliligi 1,06.
- 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 mahsulot entalpiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi $Q_{\text{chuguna}} = 147 + 0,756 \cdot t$
Bu yerda t – Metallashgan Mahsulotning 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 quyidagi formula orqali aniqlanadi
 $Q_{\text{shlaka}} = 1459,5 + 2,1 \cdot (t - 1300)$ $t_{\text{pl shlaka}} = 1300-1450^\circ\text{C}$ da,
 $Q_{\text{shlaka}} = 1774,5 + 1,68 \cdot (t - 1450)$ $t_{\text{shlaka}} > 1450^\circ\text{C}$ 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 quyidagilarkiradi:
sovutuvchisuv bilan yo'qoluvchi issiqlik,
pechdevorlari orqali konveksiyayo'libilanyo'qoluvchi issiqlik, qiymati 1260 dan 2100 kJ/kg S_{koks} ga. hisoblashda 1260 kDj/kg S_{koks} .
- k. Ruda aralashmalarining koloshnik gazlari bilan yo'qolishi $2,7\%$, koks yo'qolishi – $1,2\%$.

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

Temir tarkibli materiallarning o'rtacha tarkibini hisoblash

$$[\mathcal{E}]_{r.s.} = [\mathcal{E}]_{\text{agl}} \cdot \eta_{\text{agl}} + [\mathcal{E}]_{\text{okat}} \cdot \eta_{\text{okat}}$$

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

Hisoblash natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

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

Shixta tarkibidagi elementlar eritish jarayonida cho‘yan, shlak va gazga tarqaladi.

Metallashgan materiallarning chiqishi quyidagi 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	Marganesli ruda	Oxak	Koks
Fe, %	54,550			1,810
Fe · h _{Fe}	54,277			1,801
Mn, %	0,087	37,380		0,120
Mn · h _{Mn}	0,048	20,559		0,066
P, %	0,043			0,037
P · h _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 koeffitsiyentlari, 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 quyidagicha 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 marganesning balansi

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

**Shixta komponentlari bilan kiritilayotgan marganesning
ortiqchaligi (yetishmovchilik)**

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

Marganes balansini ifodalovchi tenglama quyidagicha 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.

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

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; $[Si] \cdot \varphi$ – 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 quyidagicha 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

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

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

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

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

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

Bir birlik koks kulini shlakka o'tkazish uchun sarf bo'ladigan flyus sarfi

$$z' = \frac{\overline{RO}_K}{RO_{uzb.}} z' = \frac{6,516}{51,647} = 0,126$$

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

$$z_k = z' \cdot K = 0,126 \cdot K.$$

Shunday qilib, quyidagi tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi:

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

Tenglamalar sistemasini yechib, quyidagi 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 hisoblanadi?

№ 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 quyidagicha:

$$x_{Si} \dots\dots\dots 0,020 \quad 0,015 \quad 0,010 \quad 0,005 \quad 0,002$$

$$a_{Cu}^R \dots\dots\dots 0,1845 \quad 0,1416 \quad 0,0966 \quad 0,0494 \quad 0,0200$$

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

Ychish. 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 foiz 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 koeffitsiyenti $f_{Su} = a_{Su}(1\%) [\%Su]$.

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

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

3.1.-jadval

$x_{Cu} \dots \dots \dots$	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002
$a_{Cu}^R \dots \dots \dots$	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
$[\%Cu] \dots \dots$	2,98	1,71	1,14	0,57	0,23
$a_{Cu}(1\%) \dots \dots$	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 koeffitsiyenti 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 koeffitsiyentining yuqori ekanligidan dalolat beradi.

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

Ychish. Fe - Al eritmasi uchun f_{iAl} aktivlik koeffitsiyenti formulaga muvofiq topiladi.

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

Adabiyotlardan $\gamma^o_{Al} = 0,029$ ni topamiz.

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

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

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

$$= \gamma_{Si} \frac{769}{1 + 0,0099[\%Si]}$$

Nazorat savollari:

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

4-AMALIY MASHG'ULOT

SUYUQ TEMIRDAGI ARALASHMALARNING KIMYOVIIY AKTIVLIGI

(2 soat)

Ishdan maqsad: Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi 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 holatdagi grafitga nisbatan uglerodning aktivligi aniqlangan. Bunda $a^R_C = 1$. Uchta tajriba bo'yicha, o'rtachalash yo'li bilan olingan, uglerodning uchta konsentratsiyasi uchun aktivlik 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 aktivlik koeffitsiyentini aniqlash.

Yechim. Uglerodning uch xil konsentratsiyasi uchun γ_s aktivlik koeffitsiyentini 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 konsentatsiyasiga ($x_C \rightarrow 0$), γ_s ifodani ekstrapolirlab γ_s^0 ni topamiz. $\gamma_s^0 = 0,665$.

f_s aktivlik konsentratsiyalariga mos ravishda uglerodning konsentratsiyalari quyidagicha 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.

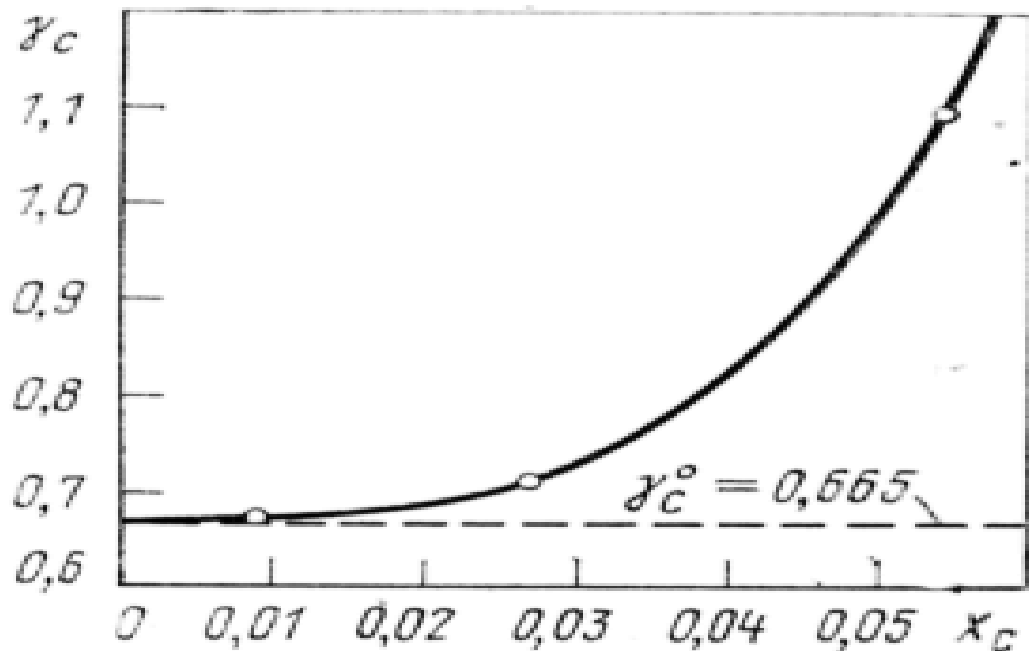
$$X_C = 0,0272; \quad [\%C] = 0,58; \quad f_C = 1,02;$$

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

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 holdagi 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.

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



4.1. rasm 1560°S da Fe-C qotishmasida aktivlik koeffitsiyenti 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 koeffitsiyenti

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

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 qonuniga 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 xaqidagi ma'lumotlarga ega bo'lish va ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

5.1 Misol. Quyidagicha tarkibli shlak bilan muvozanatda turgan uglerod bilan to'yingan temir eritmalaridagi marganesning 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 .

Yechim. (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 foiz 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 koeffitsiyentini topamiz. $\gamma_{\text{MnO}} = 0,5$. uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganesning aktivlik koeffitsiyentini aniqlaymiz. Suyuq temirda uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi quyidagi 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 qonuniga ta'rif bering.
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

6-AMALIY MASHG'ULOT

TEMIR SAQLOVCHI RUDA VA BOYITMALARINING RATSIONAL TARKIBINI HISOBLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Temir saqlovchi 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 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 xosil 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.

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

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

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

$$I_g f_o^{Si} = -0,131 \% [\%Si];$$

Hisob natijalari 6.1. jadvalda keltirilgan.

6.1- Jadval.

Suyuq temirni marganes va alyuminiy bilan nordonsizlantirishda kislorodning muvozanat konsentratsiyalari hisobi 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

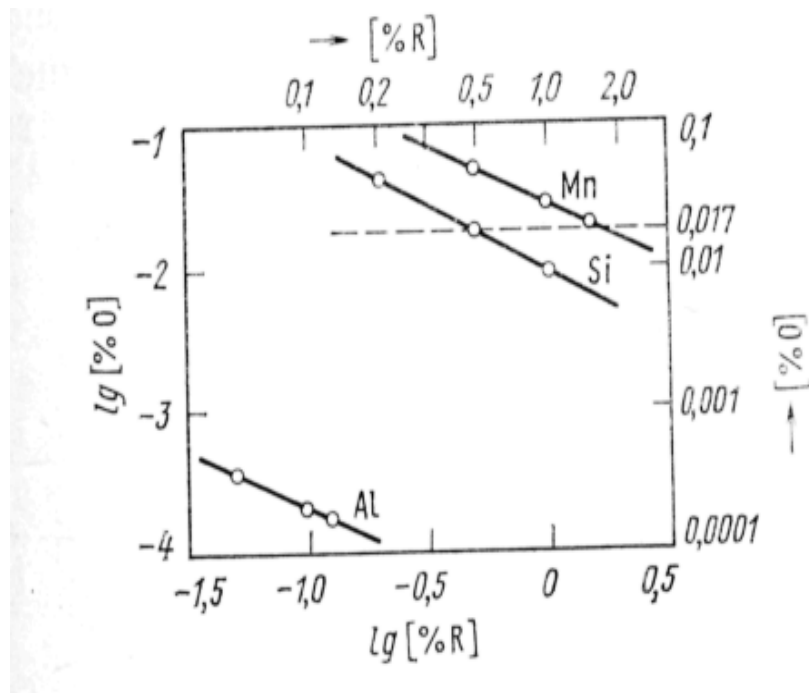
Kislorodning muvozanat konsentratsiyalarini aniqlaymiz:

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

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

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

Olingan ifodalarga muvozanat konstantasi ifodalarini qo'yib, nordonsizlantiruvchilarning konsentratsiyalarini va aktivlik koeffitsiyentlarini qo'yib, kislorodning aktivlik koeffitsiyentini topamiz va 6.1 jadvalga kiritamiz.



6.2-Rasm. 1650°C haroratda nordonlikni yo‘qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi.

Hisoblash natijalari asosida grafik chizamiz (6.1.rasm) bunda kislorodning muvozanat konsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo‘lganda, qotishmada kremniyning foiz ulushi 0,5% ga tengligi ta’minlanadi. Suyuq temirni marganes bilan nordonsizlantirish jarayonida kislorodning xuddi shunday konsentratsiyasini olish uchun qotishmada marganesning 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 konsentratsiyasini qanday hisoblanadi?
2. Kislorodning muvozanat konsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo‘lganda, qotishmada kremniyning foiz 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)

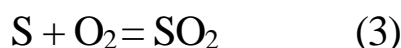
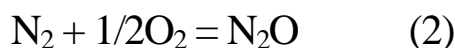
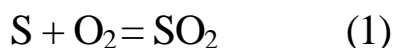
Ishdan maqsad: Temirni uglerod bilan tiklashda shixtaning tarkibini hisoblash va tanlash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Misol 7.1. Quyidagicha tarkibli koksning yonish haroratini aniqlash, massalarda.

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

Havoning ortiqchalik koeffitsiyenti $\alpha = 1,55$. 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.

Yechim: Yonish quyidagi reaksiyalar orqali amalga oshadi:



Hisobni 1 kg koks uchun olib boramiz.

Mendeleyevning quyidagi formulasiga asosan koksning past yonish issiqligi:

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

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

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 quyidagi 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

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

YOnish kamerasiga kirayotgan havoning issiqligini (6.1) formuladan topamiz. 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

Quyidagicha tarkibli 1 kg koksning yonish mahsulotlari tarkibini aniqlaymiz:

Havo va yoqilg‘ining tarkibiy tashkil etuvchilari		Yonish mahsulotlari, kmol				
Mahsulot	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 quyidagini 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 quyidagini 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 konsentratsiyasini qanday hisoblanadi?
2. Kislorodning muvozanat konsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo'lganda, qotishmada kremniyning foiz 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 xomashyodan 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) marganes 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.

8.1.-Jadval

Suyuq temirning marganes, 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

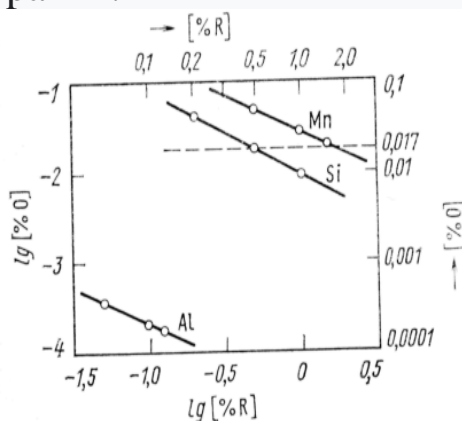
Kislorodning muvozanat konsentratsiyasini aniqlaymiz kisloroda:

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

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

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

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



8.1.-rasm. Marganes, 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 marganes 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 foiz ulushi qanday hisoblanadi?
3. Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi to'g'risida ma'lumot bering.

9 -AMALIY MASHG'ULOT

TIKLASH JARAYONI MAHSULOTLARINING CHIQISHINI VA TARKIBINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Tiklash jarayoni mahsulotlarini chiqishining 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 1200-1250°C 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. 1 tonna 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. 1650°C haroratda 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'ULOT

KISLOROD KONVERTERINING MATERIAL BALANSI. KISLOROD SARFI.

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislородli konverterining materil balansi. kislород sarfi. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Texnik kislород bilan (99,5% O_2 + 0,5% N_2) ustidan puflanadigan metallning sig'imi 150 tonna bo'lgan konverterni hisoblash. Shixtaning 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

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

Konverterni hisobi o'z ichiga oladi; 1) material balansining hisobi; 2) konverterning asosiy o'lchamining hisobi; 3) kislородli furmaning hisobi; 4) issiqlik balansining hisobi.

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 hisoblarni 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‘ULOT

KISLORODLI KONVERTERDAN AJRALAYOTGAN SHLAKNING MIQDORI VA TARKIBINI ANIQLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislorodli konverterdan ajralayotgan shlakning miqdori va tarkibini aniqlash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko‘nikmasiga ega bo‘lish.

Shlakning miqdori va tarkibini aniqlash uchun boksit sarfini 0,6 kg (100 kg shixtaga) deb olamiz. Ohak miqdori sarfini x ga teng deb olamiz, nometall materiallar tarkibini quyidagi jadval orqali topamiz:

Shlak qoldig'idagi CaO miqdorini, kg, aniqlaymiz:

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 aniqlaymiz:

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

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

Shlakning negiziga e'tibor bergan holda $CaO/SiO_2 = 3,5$ oxakning xarajatini hisoblaymiz

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

Bu yerdan, $x = 7,757kg$.

Endi yuqoridagi jadvaldan foydalangan holda, shlak qoldig'ining 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:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \dots\dots\dots 0,649 - 0,197 = 0,452$$

$$\text{FeO} \dots\dots\dots 1,946$$

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 kislorodning sarfi:

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

Xamma primeslarni oksidlanishiga sarflanadigan kislorodning miqdori

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

Nazorat savollari:

1. Shlakni miqdori va tarkibini aniqlash uchun qanday amallarni bajarish kerak?
2. Oxakning xarajati qanday hisoblanadi?
3. Shlakni qoldig‘ining tarkibi qanday aniqlanadi?

12-AMALIY MASHG'ULOT

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 koeffitsiyentini 0,9 deb qabul qilganda, 100 kg cho'kindiga kerak bo'lgan texnik kislrorodning miqdori

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

1 t cho'kindiga sarflanadigan kislrorodning 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'zlashtirilmagan 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'ULOT

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
$D_{VH, M} \dots \dots \dots 3,3$	4,2	4,93	5,5	6,2	6,9
$h, m \dots \dots \dots 1,1$	1,4	1,5	1,6	1,7	2,0
$H_1/D_{VH} \dots \dots \dots 1,55$	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:

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

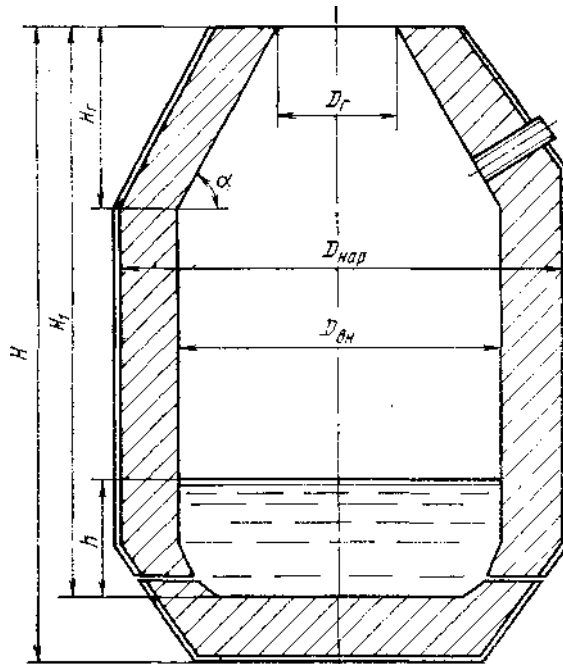
Bo'yincha qiyaligi $\alpha = 60^\circ$ ga teng bo'lganda, bo'yinchaning balandligi:

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

Konverter xajmini soddalashtirilgan formula orqali topamiz.

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

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

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

Nazorat savollari:

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

14-AMALIY MASHG'ULOT KISLOROD KONVERTERINING KISLOROD FURMASINI HISOBLASH

(2 soat)

Ishdan maqsad: Kislrorod konverterning kislrorod furmasini hisoblash. Ular asosida misol va masalalarni yechish ko'nikmasiga ega bo'lish.

Material balansini hisoblashda 1 t cho'kindi uchun sarflangan texnik kislrorodning miqdori $49,8 \text{ m}^3$ ga teng ekanligi topiladi. 150 t cho'kindiga sarflangan kislrorodning xajmi $49,8 \cdot 150 = 7470 \text{ m}^2$ 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 kislrorodning sarfi $8,33 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 10^3 = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ekanini topamiz.

Bunda purkash jarayonining davomiyligi $7470 : 12,5 = 597,6$ 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 $597,6 + 1080 = 1678$ s (27,96 min) ga teng.

150 t cho'kindiga sarflanayotgan texnik O_2 ning umumiy miqdori $6,754 : 100 \cdot 150 \cdot 10^3 = 10131$ 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 $10131 : 9,96 : 60 = 16,95$ kg/s ga teng.

7 misolda keltirilgan usul bo'yicha, sexdagi 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. Soplorni ko'p bo'lgan furmada kislorodni sarfini soplolar soniga bo'lamiz.

Olti yuklash furmali silindrsimon soplo diametrini hisoblash uchun B.L Markovning quyidagi formulasidan foydalanishimiz mumkin

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

bu yerda, v_F - furmaga 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'ULOT KISLOROD KONVERTERINING ISSIQLIK BALANSINI HISOBLASH. ISSIQLIK KELISHI

(2 soat)

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

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

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

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

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

3. Ekzotermik reaksiya issiqligi

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \dots 0,015000 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 16582,50$$

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

4. Shlak paydo bo'lishidagi issiqlik

$$SiO_2 \rightarrow (CaO)_2 SiO_2 \quad 0,01543 \cdot 150 \cdot 10^3 : 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = 5369,142$$

$$P_2O_5 \rightarrow (CaO)_3 P_2O_5 \cdot CaO \quad 0,00053 \cdot 150 \cdot 10^3 : 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = 372,166$$

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

Nazorat savollari:

1. Cho'yan bilan keladigan issiqlikni aniqlang.
2. Skrap bilan keladigan issiqlikni aniqlang.
3. Ekzotermik reaksiya issiqligini aniqlang.

16 -AMALIY MASHG'ULOT

KISLOROD KONVERTERINING ISSIQLIK BALANSINI

HISOBLASH. ISSIQLIK SARFI

(2 soat)

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

1. Po'latning fizik issiqligi

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

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

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

3. Slakning fizik issiqligi

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

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

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

$$i_{CO_2+SO_2} \dots (0,1384 + 0,0002)3545,34 = 491$$

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

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

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

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

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

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

$$Q_{Fe_2O_3} = 0,02143 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1600 + 209,36) = 6999 \cdot 10^3 \text{ kDj}$$

$$= 7,0 \text{ GDj}$$

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

Puflash vaqtida

$$Q_{nurl1} = 5,7 \left[\left(\frac{1600+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30+273}{100} \right)^4 \right] \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} 597,6 = 2400 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 2,4 \text{ GDj};$$

Vaqtincha to'xtatilgan vaqtida

$$Q_{nurl2} = 5,7 \left[\left(\frac{1500+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30+273}{100} \right)^4 \right] \frac{3,14 \cdot 2,7^2}{4} 1080 = 3480 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 3,48 \text{ GDj}.$$

Nurlanish bilan yo'qotiladigan issiqlik miqdori

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

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.

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

$$F_{vn} = \pi D_{vn} H_1 + \pi D_{vn}^2 / 4 = 3,14 \cdot 4,93 \cdot 6,9 + 3,14 \cdot 4,93^2 / 4 = 125,9 \text{ m}^2.$$

$$\alpha_{konv} = 10 + 0,06 \cdot 300 = 28 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

puflash	To'xtab turish										davrlar		vaqt	Futerovkaning ichki qismi oralig'ı temperaturasi (°C)	
	10 Δ	9 Δ	8 Δ	7 Δ	6 Δ	5 Δ	4 Δ	3 Δ	2 Δ	1 Δ	0 Δ				
11 Δ	1620	1458	1296	1134	972	810	648	486	324	162	0				
1782	1500	1500	1500	1065	1087	1114	1141	1181	1219	1306	1500	0			
1500	1500	1500	1500	1065	1087	1114	1141	1181	1219	1306	1500	0			
1409	1360	1371	1163	1187	1211	1242	1272	1316	1359	1456	1456	0,018	1		
1302	1317	1220	1242	1261	1287	1308	1342	1364	1412	1412	1412	0,036	2		
1289	1245	1263	1277	1297	1310	1333	1344	1368	1368	1368	1368	0,054	3		
1247	1260	1270	1284	1293	1307	1313	1324	1324	1324	1324	1324	0,072	4		
1242	1249	1258	1263	1272	1275	1280	1280	1280	1280	1280	1280	0,090	5		
1218	1224	1227	1232	1233	1236	1236	1236	1236	1236	1236	1236	0,108	6		
1186	1187	1190	1191	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192	0,126	7		
1146	1147	1147	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	0,144	8		
1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	0,162	9		
1060	1060	1060	1060	1060	1060	1060	1060	1060	1060	1060	1060	0,18	10		

$$Q_{akk} = V_f P_f C_f (t_f^{kon} - t_f^{bosh})$$

$$= 22,662 \cdot 3150 \cdot 920 (1220,3 - 1196,4) = 1380 \cdot 10^3 kDj$$

$$= 1,38 GDj.$$

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

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

1220,3°C,

$$t_f^{nach} = \frac{1163+1242+1277+1284+1263+1232+1191+1148+1104+1060}{10} =$$

1196,4°C.

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

$850 \cdot 10^3 mDj = 0,85 GDj.$

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

$0,76 GDj.$

Kelish	GDj	sarfi	GDj (%)
Fizik issiqligi:		Fizik issiqlik:	
Cho‘yan...	138,013(50,48)	Po‘lat...	191,946 (70,21)
Skrap...	0,324(0,12)	Shlak bilan	
Ekzotermik		yo‘qotiladigan po‘lat...	1,054 (0,39)
reaksiya	129,300(47,30)	Shlak...	42,996 (15,73)
issiqligi...		Gaz bilan chiqib	
Shlak xosil		ketadigan shlak	
bo‘lishidagi	5,741 (2,10)	Fe ₂ O ₃ zarrachalari bilan	
issiqligi...	273,378	chiqib ketadigan	7,00 (2,56)
Ja‘mi...	(100,0)	issiqlik...	
		Nurlanish bilan	5,48 (2,00)
		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 mahsulotlardan issiqlikning chiqishini aniqlash.

17-AMALIY MASHG‘ULOT

MARTEN PECHINING TEXNOLOGIK JARAYONINI HISOBLASH. MARTEN PECHINING MATERIAL BALANSINI 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 hisoblash.
Dastlabki ma’lumotlar.

Eritishga moljallangan xomashyo 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 hisoblashga quyidagilar kiradi:

1. Material balansini hisoblash
2. Issiqlik balansini hisoblash
3. Eritish bosqichlarida yoqilg‘i sarfini hisoblash.

Material balansi.

Metallurgik pechlarni hisoblashga material balansini 100 kg olingan mahsulotga 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 hisobga 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 hosil bo'lgan oksidlarning miqdorini aniqlaymiz

Kislorod sarfi: kg	xosil bo'lgan oksid, kg
C → CO... $1,0 \cdot 16 \cdot 12 = 1,33$	$1,0 + 1,33 = 2,33$
Si → SiO ₂ ... $0,7 \cdot 32 : 28 = 0,8$	$0,7 + 0,8 = 1,5$
Mn → MnO... $0,78 \cdot 16 : 55 = 0,22$	$0,78 + 0,22 = 1$
P → 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 → 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'ULOT

MARTEN PECHIDAN AJRALAYOTGAN SHLAK MIQDORINI ANIQLASH

(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.

Shlak miqdori va tarkibini hisoblash uchun quyidagi hisob–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 Fe_2O_3 ko‘rinishda tushadi. Cho‘yan bilan birga mikserdan qaysiki berilgan hisoblashlarda 0,5 ga teng deb olingan shlak miqdori quyidagi tarkibda tushadi: 46%CaO, 8% Al_2O_3 , 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
Magnezixromit	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 %;

21 SiO_2 ; 3,5 Al_2O_3 ; 4MnO; 25CaO; 4 P_2O_5 ; 0,3S; 0,1 Cr_2O_3 ; 27,6FeO; 6,5 Fe_2O_3 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.

Ohaktosh sarfini X deb belgilab, ohaktoshning umumiy sarflanishini silkinish natijasida shkak bilan yo‘qolishi (2,83) kg ga teng deb quyidagilarni topamiz;

SiO₂ kelishi, kg;

Metall shixtasi.....1,393
Dolomit..... $1,4 \cdot 0,02 = 0,028$
Magnezitoxromit..... $0,1 \cdot 0,06 = 0,006$
Ifloslangan skrap.....0,364
Miksirlangan shlak..... $0,5 \cdot 0,38 = 0,19$
Ohaktosh..... $(2,83 + x) \cdot 0,02 = 0,0566 + 0,02x$

Al₂O₃ kelishi, kg;

Dolomit..... $1,4 \cdot 0,02 = 0,028$
Magnezitohromit..... $0,10 \cdot 0,04 = 0,004$
Ifloslangan skrap.....0,175
Miksirlangan shlak..... $0,5 \cdot 0,08 = 0,040$
Ohaktosh..... $(2,83 + x) \cdot 0,003 = 0,85 + 0,085 + 0,003x$

Metal shixtasidan

MnO kelishi, kg.....0,981
MgO kelishi, kg.....
Dolomit..... $1,4 \cdot 0,36 = 0,504$
Magnezitoxromit..... $0,1 - 0,66 = 0,03$
Mikserlangan shlak..... $0,5 \cdot 0,06 = 0,03$
Oxaktosh $(2,83 + x) \cdot 0,02 = 0,0566 + 0,02x$
 $0,6566 + 0,02x$

CaO kelishi, kg

Dolomit $1,04 \cdot 0,55 = 0,77$
Magnezitoxromit..... $0,1 \cdot 0,02 = 0,002$
Miksirlangan shlak..... $0,5 \cdot 0,46 = 0,23$
Oxaktosh $(2,83 + x) \cdot 0,53 = 1,5 + 0,53x$
 $2,502 + 0,53x$

P₂O₅ kelishi, kg;

Metall shixtasi.....0,330
Ohaktosh..... $(2,83 + x) \cdot 0,007 = 0,019 = 0,019 + 0,007x$
 $0,349 + 0,007 x$

S kelishi, kg;

Metall shixtasi.....0,093
Mikserlangan shlak..... $0,5 \cdot 0,02 = 0,010$
Oxaktosh $(2,83 + x) \cdot 0,001 = 0,0283 + 0,001x$
 $0,1313 + 0,001x$

Cr₂O₃ kelishi kg;

Magnezitoxromit.....0,1 · 0,12 = 0,012.

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

SiO₂.....2,0376 + 0,02x – 1,260 = 0,7776 + 0,02x

Al₂O₃.....0,2555 + 0,003x – 0,210 = 0,0455 + 0,003x

MnO.....0,981 – 0,240 = 0,741

MgO0,6566 + 0,02x – 0,480 = 0,1766 + 0,02x

CaO.....2,502 + 0,53x – 1,500 = 1,002 + 0,53x

P₂O₅.....0,349 + 0,007x – 0,240 = 0,109 + 0,007x

S.....0,01313 + 0,001x – 0,018 = 0,1133 + 0,001x

Cr₂O₃.....0,012 – 0,06 = 0,006

FeO.....0,06 L_{shl}

Fe₂O₃.....0,06 L_{shl}

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

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

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

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

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

Yoki $x = 2,13$

Bundan shlak miqdorini topishimiz mumkin.

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

Shlakni oxirgi tarkibi va miqdorini 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	

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

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–jadvaldan 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 koeffitsiyentini 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 koeffitsiyentini hisobi 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 hisobining 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‘ULOT

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 hisoblashda eritish jarayonini po‘latni eritishdan kisloroddan tozalashgacha bo‘lgani I-davrdagi kabi olib boriladi. Hisoblashlar 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‘ULOT

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

$$Q_2 = GD_2[C^{kk}_2 t_{e2} + L_2 + G^s_2 (t_2 - t_{e2})] = 400 \cdot 10^3 \cdot 0,67[0,745 \cdot 1200 + 217,72 + 0,837 (1300 - 1200)] = 320,375 \text{ gDj}$$

3. Ekzotermik reaksiyadagi issiqlik

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

$$\begin{aligned} \text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 & \dots\dots\dots 0,00650 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 80860 \\ \text{Mn} \rightarrow \text{MnO} & \dots\dots\dots 0,00680 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 20046,4 \\ \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 & \dots\dots\dots 0,00100 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 2948 \\ \text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 & \dots\dots\dots 0,00129 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 2500 = 12900 \\ \text{S} \rightarrow \text{SO}_2 & \dots\dots\dots 0,00012 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 9,28 = 445,44 \\ \text{Fe} \rightarrow \text{FeO} & \dots\dots\dots (0,001940 + 0,00053) \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 38425,04 \\ \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 & \dots\dots\dots (0,00232 + 0,00018) \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 6308,72 \\ Q_{\text{ekz}} & = 489879,4 = 489,879 \text{ gDj} \end{aligned}$$

4. Shlakdagi issiqlik

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 \rightarrow (\text{CaO})_2 \text{SiO}_2 & \dots\dots\dots 0,01393 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 2,32 = 12921,2 \\ \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow (\text{CaO})_3 \text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaO} & \dots\dots\dots 0,033 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 62 \cdot 142 \cdot 4,71 = 1181,8 \\ Q_{\text{sh.o}} & = 14,103 \text{ gDj} = 14103 \text{ mDj} \\ \text{Tabiat gazining yig'indisidagi shlak} \\ Q_{\text{t.2}} & = 35069,6 \text{ V} \cdot \text{kDj}. \end{aligned}$$

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

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

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'ULOT 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:

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

2. Shlak bilan ketadigan po'latning fizikaviy issiqligi:

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

3. Shlakning fizikaviy issiqligi:

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

4. Mahsulotning 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:

$$i_{\text{CO}_2} \dots 0,955 \cdot 3815,86 = 364,41$$

$$i_{\text{H}_2\text{O}} \dots 0,1876 \cdot 2979,13 = 5588,59$$

$$i_{\text{N}_2} \dots 0,7170 \cdot 2328,65 = 1669,69$$

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

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:

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = 0,000786 \cdot 400 \cdot 10^3 [4,187 \cdot 100 + 2256,8 + 1,88(1600 - 100)]22,44 : 16 = 2150,1 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 2,15 \text{ gDj}$$

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

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

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

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

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

$$\text{O}_2 \dots 2463,97 \cdot 0,00664 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 22,4 : 32217 = 17879,7$$

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

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‘ULOT

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 furnalar sovutiladi. Suv bilan sovituvchi elementda suvning harorat darajasi 20 k dan oshib ketmasligini hisobga olib, sovutiladigan suv bilan sarflanadigan issiqlikni topamiz:

$$\text{Zaslonka} \dots 3 \cdot 1,67 \cdot 10^3 \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 6041,34 \cdot 10^3$$

$$\text{Zmeyevik} \dots 6 \cdot 0,56 \cdot 10^{-3} \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 4051,68 \cdot 10^3$$

$$\text{Ambrozura} \dots 1 : 1,02 \cdot 10^{-3} \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 14400 \cdot 20 = 1350,56 \cdot 10^3$$

$$\text{Furma} \dots 3 \cdot 0,28 \cdot 10^{-3} \cdot 4,187 \cdot 10^3 \cdot 6840 \cdot 20 \cdot 20 = 481,14 \cdot 10^3$$

$$Q_{\text{sov}} = 11924,72, 10^3 \text{ kDj} = 11,92 \text{ kDj}$$

Yuklash oylanasing zomlari va issiqlikning beshinchi balkasi bug‘lanib sovitishga 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.

$$\text{Yuklash oynasining zomlari} \dots 3 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} = 0,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Orqa qismini 5 balkasi} \dots 3 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 0,33 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Old qismining 5 balkasi} \dots 3 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 0,33 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Mumiy } 0,99 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Bug‘ sarfi 90% ni tashkil etishini hisobga 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 yoqotadigan 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 koeffitsiyentini 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:

$\lambda = 10 + 0,6 \cdot 300 = 28 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ ga teng
Futerovka qalinligi $\delta_{shix} = 0,5 \cdot 0,46 + 0,10 = 0,28 \text{ m}$

Nazorat savollari:

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

23-AMALIY MASHG‘ULOT

PECHNING DEVORLARIDAN CHIQUIB 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 $\delta_{sh} = 0,75 \text{ m}$ magnetit qatlami va $\delta_{shi} = 0,065 \text{ m}$ qalinlikdagi yengil shamot qalinligiga ega. Futerovkaga tashqi zonasidagi harorat 200°C ga, qatlamlarni ajratish darajasida esa 1100°C ga teng deb olib quyidagilarni hosil qilamiz.

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

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

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

Oldingi davrdan chiqib ketadigan issiqlik:

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

Pech tagidan chiqadigan issiqlik sarfi

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

Pechning aylanasidan tarqaladigan issiqlik sarfi:

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

CO₂ va H₂O dissotsiatsiyalanishi uchun tabiat gazini yoqilishiga olingan 2% issiqlikka teng deb, issiqlik sarfini hisoblaymiz.

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

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

Tabiat gazi sarfini shlak balansi tenglamasidan topamiz:

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

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

$$0,006865 \text{ V} = 52,420.$$

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

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

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

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.

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

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

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

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‘ULOT

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. erish 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 loyihalashda hisob olib boriladi. Erish davri o‘z ichiga quyidagilarni oladi.

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

Hajmi $G=150$ tonna bo‘lgan yoyli po‘lat eritish pechini hisoblash tartibi.

12% - qayta ishlangan po‘lat

74% - temir go‘lalar

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 hisoblash.**

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

C ... $0,7271 - 0,230 = 0,4971$ kg
 Si ... $0,326 - 0,036 = 0,29$ kg
 Mn ... $0,5136 - 0,190 = 0,3236$ kg
 Fe (tugunda)3,0000 kg
 Hammasi 4,1107 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 ... $0,1491 * 32/12 = 0,39768$	$0,1491 + 0,39768 = 0,54678$
C - CO ... $0,3479 * 16/12 = 0,46386$	$0,3479 + 0,46386 = 0,81176$
Si - SiO ₂ ... $0,29 * 32/28 = 0,3314$	$0,29 + 0,3314 = 0,6214$
Mn - MnO ... $0,3236 * 16/55 = 0,0941$	$0,3236 + 0,0941 = 0,4177$
Fe - Fe ₂ O ₃ ... $3,000 * 48/112 = 1,2857$	$3,0000 + 1,2857 = 4,2857$
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. Guvohnoma 1023-108 “Excellent Polygraphi” MChJ bosmaxonasi. ISBN -978-9943-6248-8-7.,23-b.
2. Aribjonova D.E., Valiyev X.R., Xudoyarov S.R. Qora va rangli metallar metallurgiyasi. “Noshir” нашриёти, “VENSHINVESTROM” MChJ bosmaxonasi. ISBN -978-9943-4086-3-0.,37-b.
3. Aribjonova D.E., Beknazarova G.B. Po‘lat ishlab chiqarish texnologiyasi. Guvohnoma 359-333 «Shafolat Nur Fayz» MChJ bosmaxonasi. ISBN -978-9943-6740-0-4.,86-b.
4. Aribjonova D.E. Основы металлургии. Отпечатано в типографии ООО «Yosh avlod matbaa» Guvohnoma 356/7-461.,-176с.
5. A.A. Abdusamatov, R. Mirzayev, R. Ziyayev. Organik kimyo. – Toshkent: “O‘qituvchi” NMIU, 2012.,87-b.
6. Asqarov I.R., To‘xtaboyev N.X., G‘opirov K.G‘. Kimyo: Umumiy o‘rta ta‘lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. – Toshkent: “Sharq”, 2013.,76-b.
7. Asqarov I.R., To‘xtaboyev N.X., G‘opirov K. Kimyo: Umumiy o‘rta ta‘lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik. – Toshkent: “Yangiyo‘l Poligraf Servis”, 2014.,96-b.
8. Asqarov I.R., To‘xtaboyev N.X., G‘opirov K.G‘. Kimyo: Umumiy o‘rta ta‘lim maktablarining 9-sinfi uchun darslik. – Toshkent: “Sharq”, 2015.,146-b.
9. Xalillayev M., Xalillayev Sh., Esanov R., Qudratov D. Kimyo fanidan ma‘lumotnoma. – Toshkent: “Akademnashr”, 2015.,237-b.
10. S. Masharipov, I. Tirkashev. Kimyo. –Toshkent: “O‘qituvchi” NMIU, 2015.,-46b.
11. Tashev I.A., Ro‘ziyev R.R., Ismoilov I.I. Anorganik kimyo: Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: “O‘qituvchi” NMIU, 2015.,134-b.
12. Asqarov I.R., Bahodirova M.A. Kimyo: Savol-javoblar, masalalar, ularning yechilish usullari. – Toshkent: “G‘afur G‘ulom” nomidagi NMIU, 2016., 65-b.
13. Asqarov I.R., Bahodirova M.A. Kimyodan masalalar yechish usullari. – Toshkent: “G‘afur G‘ulom” nomidagi NMIU, 2016., 47-49-b.

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.....	12
4-amaliy mashg‘ulot Suyuq temirdagi aralashmalarning kimyoviy aktivligi.....	14
5-amaliy mashg‘ulot Temirni qattiq uglerod bilan tiklash.....	17
6-amaliy mashg‘ulot Temir saqllovchi ruda va boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash	18
7-amaliy mashg‘ulot Temirni uglerod bilan tiklashda shixtaning tarkibini hisoblash va tanlash.....	21
8-amaliy mashg‘ulot Temirni xomashyodan tiklash jarayonini texnologik ko‘rsatgichlarini hisoblash.	24
9-amaliy mashg‘ulot Tiklash jarayoni mahsulotlarini chiqishini va tarkibini hisoblash.....	26
10-amaliy mashg‘ulot Kislородli konverterining materil balansi. Kislородning sarfi...	27
11-amaliy mashg‘ulot Kislородli konverteridan ajralayotgan shlakning miqdori va tarkibini aniqlash.....	28
12-amaliy mashg‘ulot Kislород konverteridan ajralayotgan gazning tarkibini aniqlash.....	31
13-amaliy mashg‘ulot Kislород konverterning asosiy o‘lchamlarini aniqlash.....	32
14-amaliy mashg‘ulot Kislород konverterining kislород furmasini hisoblash.....	33
15-amaliy mashg‘ulot Kislород konverterining issiqlik balansini hisoblash. Issiqlik kelishi.....	34
16-amaliy mashg‘ulot Kislород konverterining issiqlik balansini hisoblash. Issiqlik sarfi.....	35
17-amaliy mashg‘ulot Marten pechining texnologik jarayonini hisoblash. Marten pechining material balansini hisoblash.....	39

18-amaliy mashg‘ulot	Marten pechidan ajralayotgan shlak miqdotini aniqlash.....	40
19-amaliy mashg‘ulot	Marten pechida eritish davrining i davridagi material balansi	46
20-amaliy mashg‘ulot	Marten pechidan ajralayotgan issiqlik balansi.....	47
21-amaliy mashg‘ulot	Marten pechining issiqlik sarfi.....	48
22-amaliy mashg‘ulot	Sovutilgan suv bilan yo‘qotiladigan issiqlik.....	50
23-amaliy mashg‘ulot	Pechning devorlaridan chiqib ketadigan issiqlik.....	51
24-amaliy mashg‘ulot	Yoyli po‘lat eritish pechining taxminiy hisoboti.....	53
	Foydalanilgan adabiyotlar	56