

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OILY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

METALLURGIYADA ISSIQLIK TEXNIKASI

“5310300-Metallurgiya” ta’lim yo‘nalishi bakalavriat talabalari uchun amaliy
mashg‘ulotlarni bajarish uchun uslubiy qo‘llanma

Toshkent 2016

Tuzuvchilar: B.T. Berdiyarov, Sh.A. Muhametdjanova

“Metallurgiya” kafedrası talabalari uchun "Metallurgiyada issiqlik texnikasi" fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarishda qo'llaniladigan uslubiy qo'llanma. -Toshkent, ToshDTU, 2016. 64 bet.

Ushbu uslubiy qo'llanma “5310300 Metallurgiya” yo'nalishi bo'yicha bakalavrlar tayyorlashda o'qitiladigan "Metallurgiyada issiqlik texnikasi" fani dasturi asosida tuzilgan va kafedra majlisida tasdiqlangan. Amaliy ishlarini bajarish uchun uslubiy qo'llanma "Metallurgiya" yo'nalishida ta'lim olayotgan bakalavriat talabalari uchun mo'ljallangan.

Uslubiy qo'llanma “Metallurgiyada issiqlik texnikasi” fanining o'quv uslubiy va ishchi dastur asosida tuzilgan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qarori asosida chop etildi.

Taqrizchilar : M.M. Yakubov-"Fan va taraqiyot" DUK raisi orinbosari, t.f.n., prof.

Valiyev X.R. -ToshDTU. Geologiya va konchilik ishi fakulteti, "Metallurgiya " kafedrası dotsenti.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2016

1-amaliy mashg'ulot
Metallurgiyada qo'llaniladigan yoqilg'ilarning yonishini metodik hisoblash
(2 soat)

Yoqilg'ilarning yonishini hisoblashning ahamiyati quyidagilardan iborat:

yoqilg'ining issiqlikga chidamliligi;

yoqilg'ining to'liq yonishi uchun kerak bo'ladigan havo miqdori;

yonish mahsulotlarining tarkibi va miqdori;

yonish harorati.

Yonishni hisoblash ishchi yoqilg'i uchun olib boriladi.

Suyuq va qattiq yoqilg'ilarning tarkibi odatda elementar analiz natijalari bo'yicha berilgan bo'ladi. Tarkibi har xil bo'lgan yoqilg'ini ishchi yoqilg'iga qayta hisoblash quyidagi formula orqali amalga oshiriladi:

$$X^{ish} = X^0 \frac{100 - (P + A^{ish} + W^{ish})}{100}, \% \quad (1)$$

$$X^{ish} = X^{yo} \frac{100 - (A^{ish} + W^{ish})}{100}, \% \quad (2)$$

$$X^{ish} = X^q \frac{100 - W^{ish}}{100}, \% \quad (3)$$

bu yerda X_{ish} - ishchi yoqilg'ida ba'zi elementning miqdori, %;

X^0 , X^{yo} , X^q - organik, yonuvchi va quruq yoqilg'ilar tarkibidagi elementning miqdori, %.

Gazsimon yoqilg'i tarkibi uni tashkil etuvchi gazlar SO_2 , CO , CH_4 , H_2 aralashmalarini foizlardagi miqdori beriladi. Odatda yoqilg'i tarkibida bo'lgan namlik darajasi uning tarkibida suvni gramlardagi miqdorini hajmiga nisbati bilan belgilanadi. Quruq xolda gazni nam holdagi gazga nisbati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$X^n = X^q \frac{100}{100 + 0,1242W}, \% \quad (4)$$

Bu yerda : X_n -nam olda gazning tarkibida komponentning miqdori,%

X_v - xudi shuningdek quruq gazdagi komponentning miqdori, %.

$$X_{H_2O}^q = 0,1242W \quad (5)$$

Yoqilg'i tarkibida moddalar, havoning kislorodi bilan o'zaro ta'sirlanganda, ya'ni oksidlanganda ma'lum miqdorda issiqlik ajratib chiquvchi komponentlardan tashkil topgan. Agar yoqilg'inig tarkibi ma'lum bo'lsa unda uning yonish issiqligini, havo sarfini va yonish natijasida hosil bo'lgan komponentlar miqdorini yoqilg'ilar tarkibidagi komponentlarni yonish reaksiyasi orqali aniqlash mumkun.

Texnik xisobotlarni bajarishda yoqilg'ining issiqlik sig'imini empirik formulasidan foylanib aniqlash mumkin. Qattiq va suyuq holdagi yoqilg'larni hisoblashda D.I.Mendelev formullari yetarli aniq ko'rsatgichlarni beradi.

$$X_h^{ish} = 4,187[81C^{ish} + 300H^{ish} - 26(O^{ish} - S^{ish}) - 6(W^{ish} + 9H^{ish})] \quad (6)$$

Gazsimon yoqilg'ilar uchun yonish issiqligi quyidagi formula orqali aniqlandi.

$$Q_h^p = 4,187[30,2CO_2^{nam} + 25,8H_2^{nam} + CH_4^{nam} + 152,3C_2H_6 + 218C_3H_8^{nam} + 283,4C_4H_{10}^{nam} + 349C_5H_{12}^{nam} + 141,1C_2H_4^{nam} + 133,8C_2H_2^{nam} + 55,9H_2 - 4,82H_2O^{nam}] ,kJ/m^3 \quad (7)$$

Qattiq va suyuq xoldagi gazlarning yonishi uchun sarflanadigan kislorod nazariy miqdorini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$L_{naz} = [0,0889C^{ish} + 0,2667H^R + 0,0333(S^{ish} + O^{ish})] \cdot (1 + 0,0124d^{nam}) \frac{21}{U}, m^3/kg \quad (8)$$

Bu yerda d_h - quruq havodagi namlik miqdori, g/m^3 ;

U - havodagi kislorod miqdori, % (xajm).

Havoning amaliy miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$L_{amaliy} = \alpha L_{nazariy}, m^3/kg \quad (9)$$

α - qo'shimcha havoning ko'rsatuvchi koeffitsienti .

Har xil turdagi yoqilg'ilar uchun α miqdori quyidagi jadvalda keltirilgan.

Jadval 1.1

Har xil turli yoqilg'ilar uchun α miqdori.

Shaxtali yoqilg'idagi o'tin	1,25-1,35
Qo'l mexnat orqali qizdirish uchun qo'llaniladigan tosh ko'mir:	1,50+1,70
Mexanik qizdirishga qo'llaniladigan tosh ko'mir:	1,20-1,40
Changsimon yoqilg'i:	1,1+1,20
Mazut:	1,08+1,20
Gazli yoqilg'i:	1,05+1,10

Yonish natijasida chiqqan mahsulotlar miqdori (suyuq va qattiq yoqilg'ilar), m^3/kg , quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} V_{CO_2} &= 0,0187C^{ish}; \\ V_{H_2O} &= 0,112H^{ish} + 0,0124W^{ish} + 0,0124d \\ V_{SO_2} &= 0,007S^{ish}; \\ V_{O_2} &= \frac{U}{100}(\alpha - 1)L_{meop}; \\ V_{N_2} &= 0,008N^{ish} + (1 + \frac{U}{100}) \cdot L_{namaliy} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Gazsimon mahsulotlarning umumiy miqdori $V^G m^3/kg$ quydagiga teng:

$$V_g = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{SO_2} + V_{O_2} + V_{N_2} \quad (11)$$

Yonish natijasida chiqqan mahsulotlar tarkibi, %:

$$\left. \begin{aligned} CO_2 &= \frac{V_{CO_2}}{V_g} \cdot 100; \\ H_2O &= \frac{V_{H_2O}}{V_g} \cdot 100 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Gazsimon yoqilg'i uchun havoning nazariy miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi, m^3/m^3 :

$$L_{nazr} = \frac{0,5CO^{nam} + 0,5H_2^{nam} + 2CH_B^{4nam} + \sum (m+n/4)C_m H_n^{nam} + 1,5H_2S^{nam} - O_2^{nam}}{U} \quad (13)$$

Gaz yonishi uchun havoning amaliy miqdori:

$$L_{amal} = \alpha L_{nazariy}, m^3/m^3 \quad (14)$$

Gaz yonganda ajralib chiqadigan mahsulotlar miqdori, m^3/m^3 :

$$\left. \begin{aligned} V_{CO_2} &= [CO_2^{nam} + CO^{nam} + CH_4^{nam} + \sum (mCmH_n^{nam})]0,01 \\ V_{H_2O} &= [H_4^{nam} + 2CH_4^{nam} + \sum (\frac{n}{2}CmH_n^{nam}) + H_2S^{nam} + H_2O^{nam} + 0,124L_{amaliy} \cdot d_{nam}] \cdot 0,01; \\ V_{O_2} &= U(\alpha - 1)L_{nazariy}0,01; \\ V_{SO_2} &= 0,01H_2S^{nam}; \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Gaz yonishi natijasida ajralib chiqqan mahsulotlarning umumiy miqdori, m^3/m^3 :

$$V_g = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2} + V_{SO_2} \quad (16)$$

Gaz yonish natijasida chiqqan mahsulotlar tarkibi, %:

$$\left. \begin{aligned} CO_2 &= \frac{V_{CO_2}}{V_g} \cdot 100; \\ H_2O &= \frac{V_{H_2O}}{V_g} \cdot 100 \text{ vahk..} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Yonish natijasida chiqqan mahsulotlar zichligini ρ_m , kg/m^3 , quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\rho_m = \frac{44CO_2 + 18H_2O + 28N_2 + 32O_2 + 64SO_2}{22,4 \cdot 100} \quad (18)$$

Bu yerda: CO_2 , H_2O , N_2 , SO_2 , - yongan mahsulotlar tarkibida bo'lgan gazlar miqdori, %.

Yongan mahsulotlar issiqlik sig'imini C_{yo} quyidagicha aniqlanadi $kkal/(m^3/grad)$:

$$C_{yo} = \frac{C_{CO_2} V_{CO_2} + C_{H_2O} V_{H_2O} + C_{N_2} V_{N_2} + C_{O_2} V_{O_2} + C_{SO_2} V_{SO_2}}{V_{yo}} \quad (19)$$

Yonish uchun amaliy harorat quyidagi formuladan aniqlanadi (yongan mahsulotlar haqiqiy harorati):

$$t_{amal} = \frac{Q_p^{ish} + Q_{fiz} - Q_{diss} - q_{yoqot}}{\sum V_{yo} \tilde{N}_{yo}} \quad (20)$$

bu erda Q_p^{ish} - yoqilg'ining past miqdorda issiqlik berish qobiliyati, kJ/kg (kJ/m^3);

Q_{fiz} - havo va yoqilg'ining tarkibida bo'lgan fizikaviy issiqlik miqdori kJ/kg (kJ/m^3), ya'ni:

$$Q_{fiz} = Q_{fiz}^{yo} + Q_{fiz}^h \quad (21)$$

$$Q_{fiz} = m_{yo} s_{yo} t_{yo} + v_h s_h t_h \quad (22)$$

Q_{diss} - CO_2 , H_2O va SO_2 dissotsiatsiyalash uchun issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:



Q_{dis} - qiymati quyidagi tenglamadan topiladi:

$$Q_{dis} = 10886 \cdot A \cdot V_{H_2O} + 12561 \cdot V \cdot V_{CO_2} + S \cdot V_{SO_2} \quad (24)$$

Bu yerda A , V , S - H_2O , CO_2 , SO_2 laring dissotsiatsiya darajasi.

V_{H_2O} , V_{CO_2} , V_{SO_2} - normal sharoitda yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan H_2O , CO_2 , SO_2 larnig hajmi, m³.

Q_{yoq} - yonish jarayonida atrof muhitni isitish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori.

Ammo t_{amaliy} miqdorini aniqlash uchun yuqorida keltirilgan formuladan issiqlik sarfi q_{yoq} miqdorini aniq bilmaganligi tufayli foydalanish mumkun emas. Shuning uchun η pirometrik koeffisienti kiritilgan, uning miqdori yonish sharoitidan kelib chiqib 0,6 - 0,9 ga tang. Shunda (20) formula ko'rinishi:

$$t_{amal} = \eta \frac{Q_p^{ish} + Q_{fiz} - Q_{dis}}{\sum V_{yo} \tilde{N}_{yo}}; k \quad (25)$$

Nazorat savollari:

1. Suyuq yoqilg'ini ishchi yoqilg'iga qayta hisoblash uchun qanday formuladan foydalanadi?
2. Qattiq yoqilg'ini ishchi yoqilg'iga qayta hisoblash uchun qanday formuladan foydalanadi?
3. Gazsimon yoqilg'ini ishchi yoqilg'iga qayta hisoblash uchun qanday formuladan foydalanadi?
4. Quruq xolda gazni nam xoldagi gazga nisbati qaysi formula yordamida aniqlanadi?
5. Yongan mahsulotlar issiqlik sig'imini qaysi formuladan aniqlanadi?
6. Yonish uchun amaliy harorat qanday hisoblanadi?

2-amaliy mashg'ulot

Qattiq yoqilg'ilarning yonishini hisoblash

(2 soat)

Yoqilg'ining tarkibi quyidagicha (ko'mir kukuni), % hisobida:

$S^{yo} - 87,0$; $N^{yo} - 5,0$; $S^{yo} - 1,0$; $N_2^{yo} - 2,0$; $O_2^{yo} - 5,0$; $W^{ish} - 2,0$; $A_p^{quruq} - 10,0$.

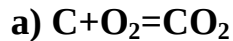
1. Ko'mir kukunining berilgan tarkibi bo'yicha yoqilg'ining ishchi massasini topamiz %:

$$A^{ish} = A^q \frac{100 - W^{ish}}{100} = 10,0 \frac{100 - 2,0}{100} = 9,8;$$

$$S^{ish} = S^{yo} \frac{100(A^{ish} + W^{ish})}{100} = 87,0 \frac{100(9,8 + 2,0)}{100} = 76,734.$$

Shunga o'xshagan xolda N^{ish} ; S^{ish} ; N_2^{ish} ; O_2^{ish} ; W^{ish} larning ham qiymatini topamiz. Bularning jami miqdori 100%ni tashkil etadi.

2.Yonish mahsulotlarining tarkibini va miqdorini hamda havo sarfini aniqlaymiz (xisoblashni 1 kg ko'mir kukuni bo'yicha olib boramiz):

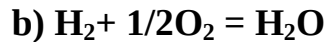


Yoqish uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori:

$$O_2 = 0,767 \frac{32}{12} = 2,041 \text{ kg}$$

Yonish natijasida xosil bo'ladigan modda :

$$SO_2 = 0,767 \frac{44}{12} = 2,8085 \text{ kg} \quad \text{yoki} \quad 2,808 \frac{22,4}{44} = 1,432 \text{ m}^3.$$



Yonish uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori:

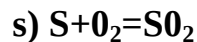
$$0,0441 \frac{16}{12} = 0,3528 \text{ kg}.$$

Hosil bo'ladi:

$$N_2O = 0,0441 \frac{18}{2} = 0,3969 \text{ kg, yoki } 0,3969 \frac{22,4}{18} = 0,4921 \text{ m}^3.$$

Yoqilg'ining namligini hisobga olgan holda

$$N_2O = 0,3969 + 0,02 + 0,04169 \text{ kg}$$



Kerak bo'ladigan kislorod miqdori:

$$O_2 = 0,00882 \frac{32}{32} = 0,00882 \text{ kg}.$$

Hosil bo'ladi:

$$SO_2 = 0,00882 \frac{64}{32} = 0,01764 \text{ kg} \quad \text{yoki} \quad 0,01764 \frac{22,4}{64} = 0,00617 \text{ m}^3.$$

Yonish uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori:

$$O_2 = 2,0411 + 0,3528 + 0,00882 = 2,40272 \text{ kg}.$$

Ulardan yoqilg'i tarkibiga 0,0441 kg kiradi.

Shuni inobatga olgan holda kerak bo'lgan kislorod miqdori:

$$O_2 = 2,40272 - 0,0441 = 2,3586 \text{ kg yoki } 2,3586 \frac{22,4}{32} = 1,651 \text{ m}^3.$$

Havo tarkibini kislorod bilan birga azot ham tashkil qiladi. Uning miqdori quyidagicha:

$$2,3586 \frac{79}{21} = 8,8730 \text{ kg yoki } 8,8730 \frac{22,4}{28} = 6,9984 \text{ m}^3.$$

Havoning ortiqcha sarflanish koeffitsiyenti $\alpha = 1,3$ deb qabul qilinadi.

Bundan kelib chiqadiki 1kg ko'mir kukuni uchun kerakli moddalar miqdori:

$$O_2 = 2,3586 \cdot 1,3 = 3,0661 \text{ kg, yoki } 3,0661 \frac{22,4}{32} = 2,146 \text{ m}^3.$$

$$N_2 = 8,873 \cdot 1,3 = 11,525 \text{ kg, yoki } 11,525 \frac{22,4}{28} = 9,22 \text{ m}^3.$$

Jami (havo) 14,5911 kg, yoki 11,366 m³.

Pechdan chiquvshi gazlar tarkibida erkin kislorod miqdori:

$$3,0661 - 2,3586 = 0,7075$$

3. Bajirilgan hisobotlar natijasida olingan ma'lumotlarni 2.1 jadvalga kiritiladi.

2.1 jadval

1 kg ko'mir kukunining yonishidagi gazlar miqdori va tarkibi

Tashkil etuvshilar	Miqdori			
	Kg		Hajmi	
	kg	%	m ³	%
CO ₂	2,8085	18,18	1,4323	12,3
SO ₂	0,01764	0,0113	0,00617	0,053
H ₂ O	0,4169	2,7	0.52	4,45
O ₂	0,7075	4,71	0,4952	4,2
N ₂	11,5426	74,43	9,234	79,0
Jami:	15,593	100	11,6876	100

4. Ko'mir kukunining issiqlikga chidamliligini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = 4,187[78,5S^{\text{ish}} + 289H^{\text{ish}} - 26(O^{\text{ish}} - S^{\text{ish}}) - 6(9H^{\text{ish}} + W^{\text{ish}})] = 78,5 \cdot 76,734 + 289 \cdot 4,41 - 26(4,41 - 0,882) - 6(9 \cdot 4,41 + 2,0) = 4,187(6030 + 1270 - 91 - 476,3) = 28210 \text{ kDj/kg.}$$

5. Ko'mir kukunining yonish haroratini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$t_{\text{naz}} = \frac{Q_p^{\text{ish}} + Q_{\text{fiz}} - Q_{\text{diss}}}{\sum V_{yo} C_{yo}} \quad (26)$$

25 °C da yoqilg'i va havoning fizik issiqligini aniqlanadi:

$$Q_{\text{fiz}} = S_h V_h T_h + S_{yo} V_{yo} T_{yo} = 1,298 \cdot 14,591 \cdot 25 + 1,005 \cdot 1 \cdot 25 = 496,52 \text{ kDj}$$

$\sum V_{yo} C_{yo}$ - Yonish jarayonida hosil bo'ladigan gazlar hajmi:

$$Q_{\text{diss}} = 108866 a - V_{H_2O} + 12561 b - V_{SO_2}, \text{ kDj}$$

bu yerda: a va b - SO₂ va H₂O dissotsiatsiyalanish darajasi grafik bo'yicha aniqlanadi.

2.2-Jadval

Ko'mir kukuninig yonish jarayonining material balansi

Materiallar va maxsulotlar	C	H ₂	S	O ₂	N ₂	Qolgan-lar	Jami
Keldi:							
Ko'mir kukuni	0,76 73	0,04 63	0,00 88	0,05 9	0,0176	0,098	1,0
Havo				3,06 61	11,525		14,591 1
Jami	0,76 73	0,04 63	0,00 88	3,12 81	11,542 6	0,098	15,591 1

Olindi:						
Gazlar:	0,76		2,04			2,8085
CO ₂	73		12			
H ₂ O		0,04 63	0,37 06			0,4169
SO ₂		0,00 88	0,00 88			0,0176
O ₂			0,70 75			0,7075
N ₂				11,542 6		11,54
Kuyindi: A					0,098	0,098
Jami	0,76 73	0,04 63	0,00 88	3,12 81	11,542 6	0,098
						15,591 1

a va b $\sum V_{yo} C_{yo}$ qiymatlarini topish kerak va shu bilan birgalikda olish haroratini aniqlash kerak.

T = 2173 K deb qabul qilamiz

T = 2173 K da ma'lumotnomaga binoan gazlarning issiqlik sig'imi:

S_{SO₂} = 2,408; S_{N₂O} = 1,943; S_{N₂} = 1,474; S_{SO₂} = 2,378; S_{O₂} = 1,562.

Gazlarning xajmi:

CO₂=1,43; H₂O=0,52; N₂=8,32; SO₂=0,006; O₂=0,495

Partsial bosimi:

$$P_{CO_2}=0,01;$$

$$P_{H_2O}=0,01$$

Qiymatlar: a = 0,04 va b = 0,12.

Bu shartlarda:

$$t_{naz} = \frac{28210 + 496,52 - (0,12 \cdot 1,43 \cdot 12561 + 0,04 \cdot 0,52 \cdot 10886)}{1,43 \cdot 2,408 + 0,52 \cdot 1,943 + 8,32 \cdot 1,474 + 0,006 \cdot 2,378 + 0,496 \cdot 1,562} + 273 = 1775 \text{ K.}$$

T=1973 K haroratni deb belgilanadi. Bu haroratda:

S_{SO₂} = 2,374; S_{N₂O} = 1,901; S_{N₂} = 1,461; S_{SO₂} = 2,382; S_{O₂} = 1,545;

a = 0,02 H₂O; b = 0,04 SO₂.

Bundan kelib chiqqan xolda

$$t_{naz} = \frac{28210 + 364,7 - (0,02 \cdot 0,52 \cdot 10886 - 0,04 \cdot 1,43 \cdot 12561)}{1,43 \cdot 2,374 + 0,52 \cdot 1,901 + 8,32 \cdot 1,461 + 0,006 \cdot 2,382 + 0,495 \cdot 1,545} + 273 = 1876 \text{ k.}$$

Shunday qilib t_{nazar}=1876 berilgan haroratga yaqin qiymatlarni tashkil etadi.

η=0,85 tengligini bilgan holda amaliy jixatdan yonish harorati aniqlanadi.

$$T_{amaliy} = 0,85 \cdot 1876 = 1595 \text{ K}$$

Nazorat savollari:

1. Ko'mir kukunining ishchi massasini qaysi formuladan aniqlanadi?
2. Yonish natijasida ajralgan mahsulotlarning kimyoviy reaksiyalarini keltiring?
3. Ko'mir kukunining yonish haroratini aniqlab bering.

3-amaliy mashg'ulot
Mazut yonishini hisoblash
(2 soat)

Berilgan 20 markali mazut tarkibi:

C^{yo} - 87,2%;

H^{yo} - 11,7%;

N^{yo} - 0,3%;

O^{yo} - 0,3%;

S^{yo} - 0,5%;

Σ - 100%;

W^{ish} - 2%; A^{ish} - 0,1%.

Yoqilg'ining ishchi massasini qayta hisoblash uchun quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz, (% da):

$$C^{ish} = C^{ish} \frac{100 - (A^{ish} + W^{ish})}{100} = 87,2 \cdot 0,979 = 85,3$$

$$H^{ish} = H^{yo} \frac{100 - (A^{ish} + W^{ish})}{100} = 11,7 \cdot 0,979 = 11,5.$$

Shunga o'xshash holda N^{ish} , O^{ish} , S^{ish} laming ishchi massasini qayta aniqlaymiz.
 Bu yerdan nam yoqilg'ining ishchi tarkibi. %:

S^{ish} - 85,3; H^{ish} - 11,5; N^{ish} - 0,3; O^{ish} - 0,3; S^{ish} - 0,5; A^{ish} - 0,1; W^{ish} - 2,0;

Hisobot 1 kg mazut bo'yicha olib boriladi.

1. Mazutning yonish issiqligini D.I.Mendeleyev formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$Q_p^{ish} = 339S^{ish} + 1030N^{ish} - 108,9(O^{ish} - S^{ish}) - 25W^{ish} \text{ kDj/kg.}$$

Tashkil etuvchilarning qiymatlarini formulaga qo'ysak quyidagi ifoda olinadi:

$$Q_p^{ish} = 339 \cdot 85,3 + 1030 \cdot 11,5 - 108,9(0,3 - 0,5) - 25 \cdot 2 = 40734 \text{ kDj/kg.}$$

1 kg mazutni yoqish uchun nazariy jixatdan kerak bo'ladigan quruq havo miqdori aniqlanadi:

$$L_o = 0,0889S^{ish} + 0,265N^{ish} - 0,0333 \cdot (Q^{ish} - S^{ish}) = 0,0889 \cdot 85,3 + 0,265 \cdot 11,5 - 0,0333(0,3 - 0,5) = 10,64 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ (n. sh.)}$$

Sarflanih koeffitsienti $\alpha = 1,3$ ga teng bo'lganda kerakli havoning miqdori.

$$L_\alpha = 10,64 \cdot 1,3 = 13,83 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ (n.sh.)}, \text{ yoki } 17,81 \text{ kg/kg, shu jumladan:}$$

$$O_2 = \frac{13,83 \cdot 21}{100} = 2,9 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ yoki } 4,14 \text{ kg/kg.}$$

$$N_2 = \frac{13,83 \cdot 79}{100} = 10,93 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ yoki } 13,67 \text{ kg/kg.}$$

Mazut yonishida hosil bo'ladigan maxsulotlarning xajmini aniqlaymiz:

$$V_{CO_2} = 0,01855S^{ish} = 0,01855 \cdot 85,3 = 1,582 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ (n. sh.) yoki } 33,16 \text{ kg/kg.}$$

$$V_{SO_2} = 0,007S^{ish} = 0,007 \cdot 0,5 = 0,0035 \text{ m}^3/\text{kg, yoki } 0,01 \text{ kg/kg.}$$

$$V_{H_2O} = 0,112N^{ish} + 0,0124W^{ish} = 0,112 \cdot 11,5 + 0,0124 \cdot 2 = 1,31 \text{ m}^3/\text{kg yoki } 1,05 \text{ kg/kg.}$$

$$V_{N_2} = 0,79L_\alpha + 0,008N^{ish} = 0,79 \cdot 13,83 + 0,008 \cdot 0,3 = 10,928 \text{ m}^3/\text{kg yoki } 13,67 \text{ kg/kg.}$$

$$V_{O_2}=0,21(\alpha-1)L_0=0,21(1,3-1)10,61=0,67 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ yoki } 0,957 \text{ kg/kg.}$$

Olingan natijalarni 3.1 jadvalga kiritamiz.

3.1-jadval

1 kg mazut yonganda hosil bo'lgan gazlarning tarkibi:

Tashkil etuvchilar:	CO ₂	SO ₂	H ₂ O	N ₂	O ₂	Jami
Miqdori m ³ /kg (n. sh.)	1,562	0,0035	1,31	10,928	0,67	17,4945
%	10.9	0.02	9.0	75,48	4.6	100

Yonishning kalorimetrik xaroratini aniqlaymiz:

$$t_k = \frac{Q_p^{ish}}{\sum V_{yo} C_{yo}} \quad (27)$$

$$t_k = \frac{Q_H^p}{\sum V_{\Gamma} C_{\Gamma}} \quad (28)$$

$$V_{CO_2} C_{CO_2} = 1,582 \cdot 2,094 = 3,312.$$

$$V_{SO_2} C_{SO_2} = 0,0035 \cdot 2,177 = 0,008.$$

$$V_{H_2O} C_{H_2O} = 1,31 \cdot 1,662 = 2,178.$$

$$V_{N_2} C_{N_2} = 10,928 \cdot 1,361 = 14,871.$$

$$V_{O_2} C_{O_2} = 0,67 \cdot 1,424 = 0,254$$

$$\sum V_{yo} \tilde{N}_{yo} = 21,323$$

C_G-973 K bo'lishi mumkin.

$$t_k = \frac{40734}{21,323} + 273 = 2183, \text{ K}$$

Yonish jarayondan haroratidan nazariy haroratini aniqlaymiz:

$$T_{naz} = \frac{Q_p^{ish} + Q_{fiz} - Q_{diss}}{\sum V_{yo} \tilde{N}_{yo}} \quad (29)$$

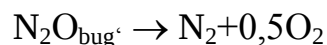
Q_f - havo va yoqilg'ining fizik issiqligi, kkal/kg.

$$Q_f^t = m s_T t_T = 1 \cdot 2,094 \cdot 90 = 188,42 \text{ kDj.}$$

$$Q_f^B = Q'_{fiz} + Q''_{fiz} = 542 + 752,78 = 1294,78 \text{ kDj.}$$

$$Q_{fiz} = 188,42 + 542 + 752,78 = 1483,21 \text{ kDj.}$$

Q_{dis} - SO₂ va H₂O dissotsiatsiyalanishi uchun kiruvchi issiqlik.



$$Q_{diss} = 10886a \cdot V_{H_2O} + 12561b \cdot V_{CO_2}, \text{ kDj,}$$

Bu yerda a va b - H_2O va CO_2 dissotsiatsiyalanish darajasi.
 V_{H_2O} , V_{CO_2} - normal sharoitda yoqilg'ilarning yonishi natijasida hosil bo'ladigan H_2O va CO_2 larning hajmi.

1 rasmdan a va b larning koeffitsiyent qiymatlarini topamiz

$a_{H_2O} = 0,025$ da bug'ning parsial bosimi 0,15 atm teng.

$b_{CO_2} = 0,08$ da bug'ning parsial bosimi 0,2 atm teng.

$V_{H_2O} = 1,31$.

$V_{CO_2} = 1,582$.

$Q_{diss} = 10886 \cdot 0,025 \cdot 1,31 + 12561 \cdot 0,08 \cdot 1,582 = 1946,24 \text{ kDj}$

$$t_{nazar} = \frac{110734 + 1294,78 - 1946,24}{21,323} + 273 = \frac{40270,97}{21,323} = 2161 \text{ K}$$

Yonish haroratini nazariy jihatdan aniqlaymiz:

$$t_{amal} = \eta \cdot t_{nazar} \quad (30)$$

$\eta = 0,85$ deb belgilaymiz

$$t_{amal} = 0,85 \cdot 2161 = 1837 \text{ K}$$

Nazorat savollari:

1. Yoqilg'ining ishchi massasini qayta hisoblash uchun qanday formula bo'yicha aniqlaymiz?
2. 1 kg mazutni yoqish uchun (nazariy jihatdan) kerak bo'ladigan quruq havo miqdori qanday aniqlanadi?
3. Yonishning kalorimetrik harorati aniqlang .
4. Nazariy haroratni aniqlash formulasini keltiring.

4-amaliy mashg'ulot

Gazsimon yoqilg'ilarning yonishini hisoblash (2 soat)

Berilgan quruq tabiiy gaz tarkibi:

$CH_4^q = 93,2$; $C_{2H_6}^q = 0,7$; $C_3H_8^q = 0,6$; $C_4H_{10}^q = 1,1$; $CO_2^q = 0,2$; $N_2^q = 4,2$.

Quruq gazdagi namlik miqdori: $g_{H_2O}^q = 20 \text{ g/m}^3$.

1. Namlangan gazning tarkibi aniqlalanadi:

$g_{f_{2f}}^q = 20 \text{ g/m}^3$ bo'lganda gaz tarkibida suvning bug'i miqdori:

$$V_{H_2O} = 0,124 \cdot g_{f_{2f}}^q = 0,124 \cdot 20 = 2,48 \text{ m}^3$$

$H_2O = 2,48 \text{ m}^3$ bo'lganda, shunda quyidagicha bo'ladi:

$$SN_4^N = SN_4^q \frac{100}{100 + H_2O} = 93,2 \frac{100}{100 + 2,48} = 90,95\%.$$

Namlangan gazni qayta hisoblashdan so'ng :

$CN_4^N=90,95$; $C_2N_6^N=0,68$; $CN_8^N=0,59$; $C_4N_{10}^N=1,07$; $CO_2^N=0,19$; $N_2^N=4,1$; $H_2O=2,42$; $\sum 100\%$.

2. Yonish uchun sarflangan havo miqdorini aniqlaymiz:

$$V_{O_2}^1 = 0,01(m + \frac{n}{4}) \sum C_m H_n = 0,01(2CN_4 + 3,5C_2N_6 + 5C_3N_8 + 6,5C_4N_{10}) = \\ = 0,01(2 \cdot 90,95 + 3,5 \cdot 0,68 + 5 \cdot 0,59 + 6,5 \cdot 1,07) = 1,94 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Havoning nazariy sarfini quyidagicha aniqlaymiz:

$$L_O = \frac{V_{O_2}^1 \cdot 100}{U} = \frac{1,94 \cdot 100}{21} = 9,23 \text{ m}^3/\text{m}^3, \quad (31)$$

Bu yerda U –havoning tarkibida kislorod miqdori, $U=21\%$.

Havoning haqiqiy sarfi ($\alpha=1,1$ teng bo'lganda):

$$L_\alpha = \alpha \cdot L_O = 1,1 \cdot 9,23 = 10,15 \text{ m}^3/\text{m}^3 \quad (32)$$

3. Yongan mahsulotlar tarkibidagi elementlarning hajmlari, m^3/m^3 :

$$V_{CO_2} = 0,01(CO_2 + m \sum C_m H_n) = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3N_8 + 4C_4H_{10}) = \\ = 0,01(0,2 + 90,95 + 2 \cdot 0,68 + 3 \cdot 0,59 + 4 \cdot 1,07) = 0,9856.$$

$$V_{H_2O} = 0,01(\frac{n}{2} \sum C_m H_n + N_2O) = 0,01(2 \cdot CH_4 + 3C_2H_6 + 4CH_8 + 5C_4H_{10} + 2,42) = \\ = 0,01(2 \cdot 90,95 + 3 \cdot 0,68 + 4 \cdot 0,59 + 5 \cdot 1,07 + 2,42) = 1,91.$$

$$V_{N_2} = 0,01[N_2 + (100-U)L_\alpha] = 0,01[4,1 + (100-21) \cdot 10,15] = 8,019.$$

$$V_{O_2} = (\alpha - 1) \cdot V_{O_2}^1 = 0,1 \cdot 1,94 = 0,194.$$

Yonish mahsulotlarining umumiy miqdori:

$$V_{umum} = V_{CO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} + V_{O_2} = 0,9856 + 8,43 + 1,91 + 0,194 = 11,52 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Yonish mahsulotlarini tarkibi, %:

$$SO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{umum}} \cdot 100 = \frac{0,9856}{11,52} \cdot 100 = 8,55 \text{ va boshqalar} \quad (33)$$

Shunday qilib, qayta hisobotlardan chiqqan natija:

$$SO_2=8,55; N_2O=16,6; N_2=72,2; O_2=1,65.$$

4. Yongan mahsulotlarni zishligi:

$$\rho^{yo} = \frac{44 \cdot \text{CO}_2 + 28 \cdot \text{N}_2 + 18 \cdot \text{H}_2\text{O} + 32\text{O}_2}{22,4 \cdot 100} = \frac{44 \cdot 8,55 + 28 \cdot 73,2 + 18 \cdot 16,6 + 32 \cdot 1,65}{22,4 \cdot 100} = 1,24 \text{ kg/m}^3.$$

5. Tabiiy gazning yonish issiqligi aniqlanadi:

$$\begin{aligned} Q_p^{ish} &= 4,187(30,2\text{CO} + 25,8\text{H}_2^n + 85,6\text{CH}_4^n + 152,3\text{C}_{2\text{H}_6}^n + 218\text{C}_3\text{H}_8^n + \\ &+ 283,4\text{C}_4\text{H}_{10}^n + 349\text{C}_5\text{H}_{12}^n + 144,1\text{C}_2\text{H}_4^n + 133,8\text{C}_2\text{H}_2 + 55,9\text{H}_2\text{S} - 4,82\text{H}_2\text{O}^n) \\ &= 4,187(85,6 \cdot 90,95 + 152,3 \cdot 0,68 + 218 \cdot 0,59 + 283,4 \cdot 1,07 - 482 \cdot 2,42) = \\ &= 34456,8 \text{ kJ/m}^3. \end{aligned}$$

6. Gazning yonish haroratini aniqlash:

Dastlab $\alpha = 1,1$ uchun $T = K$ bo'lganda yonishning kalorimetrik haroratini aniqlaymiz .

Yongan mahsulotlarning boshlang'ich entalpiyasi quyidagicha

$$i_0 = C \cdot t = \frac{Q_p^{ish}}{V_{umum}} = \frac{34456,8}{11,52} = 2991 \text{ kDj/m}^3, \quad (34)$$

Bu yerda V_{umumiy} - gazning yonish natijasida mahsulotlarini umumiy miqdori, m^3/m^3 .

Yonish haroratini $t_k = 2173\text{K}$ teng qilib olamiz.

ij entalpiya miqdorini jadvaldan tanlab olamiz:

$$i_{\text{O}_2} = 0,0165 \cdot 2971,3 = 49,2.$$

$$i_{\text{CO}_2} = 0,0855 \cdot 4634,76 = 396.$$

$$i_{\text{H}_2\text{O}} = 0,166 \cdot 3657,85 = 606.$$

$$i_{\text{N}_2} = 0,732 \cdot 2808,22 = 2060.$$

$$i_{2173 \text{ K}} = 3111 \text{ kDj/m}^3.$$

$i_{1800} < i_0$ bo'lgan holatda, haqiqiy kalorimetrik harorat miqdori 2073K past bo'ladi, shunda

$$t_k = 2073 \text{ K}$$

$$i_{\text{CO}_2} = 0,0855 \cdot 4360,67 = 372.$$

$$i_{\text{H}_2\text{O}} = 0,166 \cdot 3429,9 = 557.$$

$$i_{\text{N}_2} = 0,732 \cdot 2646,74 = 1930.$$

$$i_{\text{O}_2} = 0,0165 \cdot 2800,48 = 46,4.$$

$$i_{2073 \text{ K}} = 2859 \text{ kDj/m}^3$$

$i_{1800} < i_0$ bo'lganda shunda haqiqiy kalorimetrik harorat $2073 \div 2173 \text{ K}$ gacha bo'lishi mumkin va quyidagicha ifodalanadi.

$$t_k = 2073 + \frac{2991 - 2859}{3111 - 2859} \cdot 100 = 2125 \text{ K}.$$

Yonishning nazariy haroratini aniqlaymiz:

$$t_{\text{naz}} = \frac{Q_p^{\text{ish}} + Q_{\text{fiz}} - Q_{\text{diss}}}{\sum V_{\text{yo}} \dot{N}_{\text{yo}}} \quad (35)$$

bu yerda:

$$Q_{\text{fiz}} = Q_{\text{fiz}}^{\text{oyoqligi}} + Q_{\text{fiz}}^{\text{havo}} = V_{\text{yo}} t_{\text{yo}} S_{\text{yo}} + V_{\text{h}} t_{\text{h}} S_{\text{h}} = 1 \cdot 20 \cdot 1,591 + 10,15 \cdot 20 \cdot 1,298 = 295,31 \text{ kDj/m}^3.$$

$$Q_{\text{diss}} = 10886 \cdot a \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} + 1251 \cdot b \cdot V_{\text{CO}_2} = 10886 \cdot 0,025 \cdot 1,91 + 1251 \cdot 0,09 \cdot 0,9856 = 1632,93 \text{ kDj/m}^3.$$

a va b ko'rsatkichlarini grafik bo'yicha aniqlaymiz, agar:

$$P_{\text{CO}_2} = 0,1; R_{\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \text{ i } t = 2125 \text{ K}$$

$$(V \cdot C)_{\text{CO}_2} = 0,9852 \cdot 2,441 = 2,405.$$

$$(V \cdot C)_{\text{H}_2\text{O}} = 1,91 \cdot 1,934 = 3,695.$$

$$(V \cdot C)_{\text{N}_2} = 8,019 \cdot 1,482 = 11,884.$$

$$(V \cdot C)_{\text{O}_2} = 0,194 \cdot 0,374 = 0,304.$$

$$\sum V_i C_i = 18,288.$$

$$\text{Shunda } t_{\text{naz}} = \frac{34350 + 29516 - 1633}{18,288} = 2078 \text{ K}$$

$$t_{\text{amal}} = \eta \cdot t_{\text{naz}} = 0,85 \cdot 2078 = 1766 \text{ K} \quad (36)$$

Nazorat savollari:

1. Tabiiy gaz qanday metallurgik pechlarda qo'llaniladi?
2. Namlangan gazni qayta hisoblash maqsadi.
3. Tabiiy gaz yonishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlarni reaksiya yordamida aniqlang?
4. Tabiiy gaz yonishi natijasida ajralib chiqayotgan issiqlikning miqdori.

5-amaliy mashg'ulot

Tabiiy gaz va mazut aralashmasini yonishini hisoblash

(2 soat)

Berildi: tabiiy gaz tarkibi va mazut tarkibi (gazning yonishini xisoboti va mazutni yonishi xisoboti mavzularidan olingan ma'lumotlar bo'yicha)

Mazutning issiqlik bo'yicha qismi 15% tashkil qiladi.

$$\alpha_{\text{gaz}} = 1,1; \alpha_{\text{mazut}} = 1,3.$$

Mazut 573 K gacha qizdirilgan tabiiy gaz bilan kesiladi. Gazning yonishi xisobotidan $Q_p^{\text{ish}} = 34350 \text{ kDj/m}^3$.

Gaz va mazut miqdorini aniqlaymiz. Gazning $Q_p^{ish} = 34350 \text{ kDj/m}^3$ teng bo'lsa issiqlik bo'yicha mazut miqdori quyidagicha bo'lishi kerak: $0,15 \cdot 34350 = 5152,5 \text{ kDj}$.

Shunda gaz hajmi quyidagicha:

$$\frac{34350 - 5152,5}{34350} = 0,85 \text{ m}^3.$$

Mazut miqdori:

$$\frac{5152,5}{Q_p^H(M)} = \frac{5152,5}{40735} = 0,13 \text{ kg}.$$

1 m^3 gaz yonishi uchun havo sarfi $10,15 \text{ m}^3$ tashkil qiladi (3 misol).

$0,85 \text{ m}^3$ gaz yonishi uchun havoning sarfi quyidagiga teng bo'ladi: $0,85 \cdot 10,15 = 8,62 \text{ m}^3$.

$0,13 \text{ kg}$ mazut yonishi uchun, $\alpha = 1,3$ teng bo'lganda havoning sarfi quyidagicha:

$$0,13 \cdot L_\alpha = 0,13 \cdot 13,83 = 1,8 \text{ m}^3.$$

Gaz va mazutning yonishi uchun havoning umumiy sarfi: $8,62 + 1,8 = 10,42 \text{ m}^3$.

1 m^3 gaz yonganda hosil bo'lgan mahsulotlarning miqdori $11,52 \text{ m}^3$ tashkil qilib, ularning tarkibi quyidagicha: $8,55\% \text{ SO}_2$; $16,6\% \text{ H}_2\text{O}$; $73,2\% \text{ N}_2$; $1,65\% \text{ O}_2$.

$0,85 \text{ m}^3$ gaz yonganda ajralib chiqqan mahsulotlarning hajmi quyidagicha: $11,52 \cdot 0,85 = 9,8 \text{ m}^3$.

Mazut yonganda hosil bo'lgan gazlarning hajmi:

$$V_{\text{CO}_2} = 0,13(0,01 \cdot 1,867 \cdot S^{ish}) = 0,0013 \cdot 1,867 \cdot 85,3 = 0,207 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01 \cdot 0,13(11,2N^{ish} + 1,24W^{ish}) = 0,0013(11,2 \cdot 11,5 + 1,24 \cdot 2) = 0,171 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{SO}_2} = 0,007 \cdot 0,13S^{ish} = 0,007 \cdot 0,13 \cdot 0,5 = 0,00045 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,13(0,79L_\alpha + 0,008N^{ish}) = 0,13(0,79 \cdot 13,83 + 0,008 \cdot 0,3) = 1,43 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,13 \cdot 0,21(\alpha - 1) \cdot 10,64 = 0,13 \cdot 0,21(1,3 - 1) \cdot 10,64 = 0,0885 \text{ m}^3$$

$$\text{Jami : } 1,897 \text{ m}^3.$$

Tabiiy gaz va mazut aralashmasi yonish natijasida ajralib chiqqan mahsulotlarning hajmi va tarkibi quyidagicha:

$$V_{\text{CO}_2} = 9,8 \cdot 0,0855 + 0,207 = 1,043 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 9,8 \cdot 0,166 + 0,171 = 1,8 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{SO}_2} = 0,00045 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{N}_2} = 9,8 \cdot 0,732 + 1,43 = 8,63 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{O}_2} = 9,8 \cdot 0,0165 + 0,0885 = 0,253 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 11,726 \text{ m}^3$$

Yongan mahsulotlarning tarkibi quyidagicha (% hajm):

$8,9\% \text{ SO}_2$; $15,4\% \text{ H}_2\text{O}$; $73,6\% \text{ N}_2$; $2,1\% \text{ O}_2$; $\Sigma = 100\%$.

Yongan mahsulotlarning zichligi:

$$\rho^{yo} = \frac{44 \cdot 8,9 + 18 \cdot 15,4 + 28 \cdot 73,6 + 32 \cdot 2,1}{22,4 \cdot 100} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Nazorat savollari :

1. Qanday metallurgik pechlarida tabiiy gaz va mazut aralashmasi qo'llaniladi?
2. Mazut yonganda hosil bolgan gazlarning hajmini keltiring.
3. Tabiiy gaz va mazut aralashmasi yonish natijasida ajralib chiqqan mahsulotlarning hajmi miqdori.
4. Yongan mahsulotlarning tarkibi qanday?

6-amaliy mashg'ulot

Yallig' qaytaruvchi eritish jarayoni uchun yoqilg'i sarfi va ajralib chiqqan gazlarning tarkibini hisoboti

(4 soat)

Mis boyitmalarini qayta ishlab shteyn olish usullaridan yallig' eritish jarayoni mis ishlab chiqarishda yetakchi o'rinlarda turadi. Buni quyidagicha izoxlasa bo'ladi, ya'ni jarayonning oddiyligi va iqtisodiy samaraliligi tufayli bu usul ishlab chiqarishda keng miqyosda qo'llanilmoqda. Yallig' eritishning asosiy kamchiligi desulfurizatsiya jarayonini boshqarishning imkoni yo'qilg'i va katta hajmda chiquvchi gazlarning ajralishi. Yoqilg'i ko'p sarflanishi, chiqindi, oqava gaz to'g'ri oshiq havoga chiqarib yuborilishi va oqava gazni sulfat kislotasi olish uchun ishlatib bo'lmaydi, sababi tarkibida sulfid angidridi (SO_2) 1,0-2,0% gacha bo'ladi.

Hozirgi kunga kelib tabiatni muxofaza qilish maqsadida va atrof muhitga chiqarilayotgan turli chiqindilar va zaxarli gazlar miqdorini ko'payishining oldini olish maqsadida, butun jahon olimlari, yallig' eritish o'rniga boyitmalarni elektr eritish, muallaq holda eritish yoki ularni konverterlarda eritish masalalari o'rganilmoqda.

Shteyn tarkibi va desulfurizatsiya darajasini hisoblash

Quyidagi berilgan tarkib bo'yisha boyitmani eritish jarayonida hosil bo'ladigan shlak tarkibini, miqdorini va desulfurizatsiya darajasini aniqlashimiz lozim: Su - 20,0%, S - 34,3%, Fe - 29,2%, SiO_2 - 13,8%, Al_2O_3 - 1,0%, SaO - 0,7%, boshqalar - 1%. Hisoblashni quruq 100 kg boyitma bo'yisha olib boramiz.

Bajarilayotgan hisoblashda faqatgina boyitmaning xususiyatlari va boyitmaning ratsional tarkibini hisoblashdagi natijalari bilgan holda olib boramiz.

Boyitma tarkibida mis xalkopirit va kovelin minerallarida 9:1 nisbatta uchraydi. Temir pirit tarkibida va CaO-oxak holida uchraydi.

Mis boyitmasining ratsional tarkibi, %

Minerallar	Cu	S	Fe	Jami
CuFeS_2	18	18,2	15,8	52,0
CuS	2,0	1,0	-	3,0
FeS_2	-	15,1	13,4	28,5
SiO_2	-	-	-	13,8
Al_2O_3	-	-	-	1,0
CaCO_3	-	-	-	1,25
Boshqalar	-	-	-	0,45
Jami:	20,0	34,3	29,2	100,00

Desulfurizatsiya - qattiq shixtalar va pechga qo'yiladigan suyuq konvertir shlaklaridagi sulfidlarni kislorod bilan dissotsialanishi oqibatida sodir bo'ladi. Bizning sharoitda qattiq shixta tarkibida kislorod ishtirok etmaydi. Sulfidlarning oksidlanishi faqatgina suyuq konvertir shlakidagi kislorod evaziga sodir bo'ladi.

Konverter shlaklaridagi sulfidlarini kislorodsiz oksidlanishidagi desulfurizatsiya darajasini va shteyn tarkibini aniqlash. Boyitma tarkibining ratsional tarkibiga asosan dissotsiatsiyaning oqibatida ajralgan oltingugirt miqdorini aniqlaymiz. (kg):

Quyidagi reaksiya bo'yisha $2\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{S}$ 25% S ajralib chiqadi, uning miqdori

$$18,2 \cdot 0,25 = 4,5 ;$$

piritning parchalanishi $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{FeS} + \text{S}$ 50% S ajralib chiqadi, uning miqdori:

$$15,1 \cdot 0,5 = 7,6 ;$$

reaksiya bo'yicha $2\text{CuS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{S}$ 50% S ajralib chiqadi, unda

$$1,0 \cdot 0,5 = 0,5$$

Jami ajralgan oltingugirt miqdori. $4,5 + 7,6 + 0,5 = 12,6$ kg.

Shteynga o'tgan oltingugirt miqdori. $34,3 - 12,6 = 21,7$ kg, desulfurizatsiya darajasi esa quyidagiga teng:

$$12,6 : 34,3 = 36,7\%.$$

Xomashyo boyitmalarini eritishda shteynga misning o'tishi amaliyotdagi ko'rsatgishlar bo'yisha hisoblaydigan bo'lsak u holda bu qiymat 96-98% ni tashkil etadi. Boyitmadan shteynga o'tgan misning miqdori quyidagisha:

$$20 \cdot 0,98 = 19,6 \text{ kg.}$$

Shteynda shuncha miqdordagi mis quyidagi miqdordagi oltingugirt bilan birikadi:

$$19,6 \cdot 32 : 127,0 = 4,94 \text{ kg.}$$

Shteyndagi qolgan oltingugirt temir bilan birikadi:

$$21,7 - 4,94 = 16,76 \text{ kg}$$

$$16,76 \cdot 55,85 : 32 = 29,2 \text{ kg},$$

Bunday hollarda boyitmal barcha temir miqdori shteyn tarkibiga o'tadi.

Ishlab chiqarish zavodlarida shteyn miqdoridagi oltingugirt miqdori 23 - 27% orasidagi qiymatni tashkil etadi. Hozirgi hisobotimiz uchun biz 25% deb olamiz (V. YA. Mostovish qoidasi). Bunda shteynning chiqishi quyidagiga teng:

$$21,7 : 0,25 = 86,8 \text{ kg},$$

Shteyn tarkibidagi misning miqdori:

$$19,6 : 86,8 \cdot 100 = 22,6\%.$$

B.P.Nedved ma'lumotlari bo'yicha boyitma tarkibidagi misning miqdori bizning misolimizdagidek bo'lsa, unda 5.2% kislorod konvertir shlakidan Fe_3O_4 shaklidagi temir bilan birikadi.

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida biz quyidagi dastlabki shteyn tarkibini aniqlaymiz:

	%	kg		%	kg
Cu.....	22,6	19,6	O ₂	5,2	4,5
S.....	25,0	21,7	Fe.....	47,2	41,0

Konverter shlakidan shteyn tarkibiga o'tgan temir miqdori

$$41 - 29,2 = 11,8 \text{ kg}.$$

Konvertir shlakidagi magnetit bilan birikkan kislorod miqdorini aniqlash uchun konverter shlakining tarkibini bilish lozim: Su -3%, SiO₂ - 23%, Fe - 48%, Al₂O₃ - 6,1%, O₂ - 15,2%, S - 1,4%, boshqalar - 3,3%. Keladigan konvertir shlakining miqdori:

$$41 : 0,48 = 85,4 \text{ kg}.$$

Konvertir shlakidagi magnetit miqdorini kislorodning temirga nisbatligi bo'yicha aniqlaymiz.

$$\text{FeO da } \text{O}_2 : \text{Fe} = 16 : 55,85 = 0,286 \text{ kg};$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ da } \text{O}_2 : \text{Fe} = 64 : 167,55 = 0,382 \text{ kg};$$

$$\text{Bizning shlakda } \text{O}_2 : \text{Fe} = 15,2 : 48 = 0,323 \text{ kg}.$$

Olingan qiymatlardan quyidagi tenglamani tuzamiz.

$$15,2 = 0,268X + (48 - X) 0,382$$

bu yerda X —FeO ko'rinishda bog'langan temirning miqdori, (48 - X) esa — Fe₃O₄ ko'rinishda bog'langan temirning miqdori.

Tenglamani yechgan holda X = 32,8ga tengligini topamiz. Shuncha miqdordagi temir bilan bog'langan kislorod miqdori.

$$32,80 \cdot 16 : 55,85 = 9,40 \text{ kg}.$$

Fe₃O₄ dagi temir miqdori

$$48 - 32,8 = 15,20 \text{ kg}$$

Undagi kislorod miqdori

$$15,20 \cdot 64 : 167,55 = 5,80 \text{ kg.}$$

Konvertir shlakidagi jami magnetit miqdori:

$$15,20 + 5,80 = 21,0 \text{ kg, yoki } 21,0\%.$$

Konvertir shlaki bilan keladigan magnetit miqdori:

$$41,0 : 0,48 \cdot 0,21 = 17,90 \text{ kg.}$$

Amaliy jihatdan u to'liqligicha shteyn tarkibiga o'tadi. Kamroq miqdordagi oltingugirt pech kladkalari orasidan kiruvshi havo bilan oksidlanadi. Dissotsialanishni ham inobatga olgan xolda gazlar tarkibiga o'tgan jami oltingugirt miqdori:

$$0,80 + 12,6 = 13,40 \text{ kg,}$$

Eritish paytida desulfurizatsiya darajasi quyidagisha qiymatni tashkil etadi.

$$13,40 : 34,3 \cdot 100 = 39,1\%,$$

shu jumladan 0,8 kg, yoki 2,5% ga yaqini sulfidlarning, oksidlanishi hisobiga.

Yallig' qaytaruvchi pechlarda konvertir shlaklaridan misni ajratib olish darajasi 85% ni tashkil etadi. Ya'ni shuncha mis konvertir shlakidan shteyn tarkibiga o'tadi. (bu qiymat amaliy jihatdan isbotlangan):

$$85,4 \cdot 0,03 \cdot 0,85 = 2,2 \text{ kg.}$$

Oltingugirt mis bilan shteyn tarkibida Cu_2S ko'rinishda ushraydi:

$$2,2 \cdot 32 : 127 = 0,55 \text{ kg.}$$

Konverter shlakidan shteyn tarkibiga o'tgan oltingugirt:

$$34,3 - 12,6 - 0,80 + 0,55 = 21,45 \text{ kg;}$$

$$\text{mis } 19,6 + 2,2 = 21,8 \text{ kg.}$$

Xomashyo shixtalarini konvertir shlaki qo'shib eritishda shteyn tarkibi quyidagicha:

	kg	%		kg	%
Si.....	21,8	31.71	Fe.....	41,0	59.6
S.....	1,45	2.11	O ₂	4,5	6.5

Hisoblashlar shuni ko'rsatmoqdaki yallig' qaytaruvshi pechlarda boyitmalarni konvertir shlaki bilan qo'shib eritishda shteyn tarkibiga faqatgina boyitma tarkibidagi temir o'tmasdan, balki konverter shlaklari bilan xam temir magnetit holida o'tadi. Buning oqibatida temir pech va konverter orasida doimiy ravishda aylanishiga sabab bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Yallig' qaytaruvchi eritish jarayonining maqsadi?
2. Shteyn nima? Uning tarkibini keltiring.
3. Desulfurizatsiya jarayoni qanday bo'lib o'tadi?
4. Konverter shlaklari qanay hosil bo'ladi? Tarkibini misolda yechib bering

7-amaliy mashg'ulot

Tarkibi ma'lum bo'lgan shlakni eritishda kerakli flyus miqdorini hisoblash

(2 soat)

Oldingi hisoblashlardan olingan boyitmani eritish uchun zarur bo'lgan ohak miqdorini topamiz. Tarkibida 8% CaO mavjud bo'lgan chiqindi shlaki ustida eritish olib boriladi. Pechga konverter shlaki suyuq holda quyuladi.

Hisobot uchun shiteyndagi barcha temir miqdori konverter shlaki tarkibiga o'tadi deb hisoblaymiz, bunda chiqish 100 kg boyitmaga 85.4 kg ni tashkil etadi. Shlak tarkibini aniqlash uchun eritishning dastlabki balansini tuzamiz.

7.1 jadvaldan ko'rinib turibdiki (shlak tarkibidagi barcha temir FeO shaklida uchraydi deb hisoblaymiz), bunda kislorodning yetishmovchiligi 0,7 kg ni tashkil etadi. Bu qiymatdan ko'rinib turibdi eritish jarayoni to'liq o'tishi uchun (0,4%) kislorod yetmaydi. Bundan tashqari ahamiyatga ega tamoni shundaki shlak tarkibidagi temirning bir qismi kislorod bilan emas balki oltingugirt bilan bog'langan bo'ladi. Bu hisobotni soddalashtirishda ancha qo'l keladi.

Bu balansdan xulosa qilgan xolda dastlabki shlak tarkibini aniqlaymiz.

$$\text{FeO} = 29,2 : 55,85 \cdot 71,85 = 37,6 \text{ kg.}$$

Flyus ishtirokisiz shlak tarkibi:

	kg	%		kg	%
FeO.....	37,6	45,4	Cu.....	0,5	0,6
SiO ₂	33,4	40,3	S.....	0,65	0,8
CaO.....	0,7	0,8	Boshqalar...	3,8	4,6
Al ₂ O ₃	6,2	7,5			

Shlak zishligini kamaytirish va undagi mis miqdorini kamaytirish uchun shixtaga tarkibida 8% CaO bo'lgan konvertir shlaki qo'shiladi. Yetmaganiga flyus sifatida oxak qo'shiladi. Amaliyotda odatga ko'ra shlak tarkibidagi birikmalarning yeg'indi miqdori $\text{FeO} + \text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 93—96% ni tashkil etadi. Bizning hisobotimiz uchun bu qiymatni 95%. deb olamiz., Unda bu yig'indi qiymat CaO ishtirokisiz $\text{FeO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 87\%$ tashkil etadi.

Shixtaga qo'shiladigan flyus sifatida quyidagi tarkibli 50% CaO, 40% SO₂ 9% , SiO₂, 1% boshqa moddalar X miqdorda oxak olinadi.

Unda bu nisbatlik bo'yicha quyidagi tenglamani tuzamiz. $(\text{FeO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) : \text{CaO} = 87 : 8$

$$\frac{37,6 + (33,4 + X \cdot 0,09) + 6,2}{82,85 \cdot 0,008 + X \cdot 50} = 87/8$$

Bu tenglamadan kerakli qiymatni topamiz. $X = 13,0 \text{ kg.}$

Unda CaO 6,50 kg, SiO₂ 1,2 kg, SO₂ 5,20 kg. boshqa moddalar 0,1 kg.

Shlak va flyusning jami $\text{FeO} + \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ yig'indi miqdori 85,50 kg ni tashkil etadi, Shlakning chiqishi esa 90,45 kg. ga teng bo'ladi.

Yuqoridagi hisobotlarga asosan chiqindi shlak tarkibini aniqlaymiz:

	kg	%		kg	%
FeO	37,6	41,6	Cu	0,3	0,3
SiO ₂	34,6	38,2	S.....	0,65	0,7
CaO.....	7,2	8,0	Boshqalar.....	3,9	4,4
Al ₂ O ₃	6,2	6,8			

Olingan ma'lumotlar asosida, boyitmalarni konvertir shlaki va flyus bilan eritish jarayonining material balansini tuzamiz. Biz ko'rib shiqayotgan misolimizdagidek o'xshash tarkibli boyitmani qayta ishlash natijasida shlak tarkibidagi misning miqdori 0,4% dan oshmaydi. Buni inobatga olgan holda bu qiymatni biz 0,3%, deb qabul qilamiz.

7.1-jadval

Flyussiz ammo konverter shlaki bilan eritish jarayonining dastlabki balans, kg

Material balans	Jami	Shu jumladan							
		Cu	S	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	O ₂	Boshqalar
Yuklandi:									
Boyitma	100	20,0	34,3	29,2	13,8	0,7	1,0	-	1,0
Konvertir	85,4	2,6	1,2	41,0	19,6	-	5,2	13,0	2,8
Shlak									
Jami:	185,4	22,6	35,5	70,2	33,4	0,7	6,2	13,0	3,8
Olindi:									
Shteyn	88,75	21,8	21,4	41,0	-	-	-	4,5	-
			5						
Shlak	82,85	0,5	0,65	29,2	33,4	0,7	6,2	8,4	3,8
Gazlar	14,5	0,3	13,4	-	-	-	-	0,8	-
Jami:	186,1	22,6	35,5	70,2	33,4	0,7	6,2	13,7	3,8

Yetishmovshiligi 0,7 kg.

Xomashyo boyitmasi, quyuladigan konverter shlaki va flyus qo‘shimchasi bilan eritish jarayoning material balansini (quruq massa bo‘yicha), kg

Material balans	Jami	Shundan								
		Cu	S	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	O ₂	SO ₂	bosh qalar
Yuklandi:										
Boyitma	100	20,0	34,3	29,2	13,8	0,7	1,0	-		1,0
Oxak	13,0	-	-	-	1,2	6,50	-	-	5,20	0,1
konvertir shlaki	85,4	2,6	1,2	41,0	19,6	-	5,2	13,0		2,8
Jami:	198,4	22,6	35,5	70,2	34,6	7,20	6,2	13,0	5,20	3,9
Olindi:										
Shteyn	88,95	22,0	21,45	41,0	-	-	-	4,5		-
Shlak	90,45	0,3	0,65	29,2	34,6	7,20	6,2	8,4		3,9
Gazlar	19,00	0,3	13,4	-	-	-	-	0,1	5,20	-
Jami:	198,4	22,6	35,5	70,2	34,6	7,20	6,2	13,0	5,20	3,9

Quyidagi tuzilgan balansda konvertir shlakidagi kislorod boyitma tarkibidagi oltingugirtni oksidlash uchun foydalanilmaydi.

Nazorat savollari:

1. Flyus deb qanday birikma nomlanadi?
2. Shlak tarkibidagi birikmalarning miqdorini keltiring.

8-amaliy mashg‘ulot

Yallig‘ qaytaruvchi eritishda yoqilg‘i sarfi va chiquvchi gazlar tarkibini hisoblash. (2 soat)

Yallig‘ qaytaruvchi eritishda yoqilg‘i sifatida kukunsimon ko‘mir, mazut yoki tabiiy gaz ishlatiladi. Yoqilg‘ilarni yoqish uchun boyitilgan kislorod bilan puflash natijasida ro‘y berad. Issiqlik sarfini kamaytirish maqsadida, peshdan chiqayotgan gazlarning issiqligidan foydalaniladigan rekuperatorlarda pechga berilishi kerak bo‘lgan kislorodga boy havoni 200 - 400° C gasha qizdirib beriladi.

Kislorodga boyitilgan havo tarkibida kislorodning miqdori 24 - 30% ni tashkil etadi. Havoli puflash bilan kislorodga boyitilgan havoli puflashni taqqoslasak unda 1,15-1,25% yoqilg‘i sarfini kamayishini ko‘ramiz.

Shixtani eritish davrida yoqilg‘i sarfi uning erish sharoitlariga ham bog‘liq bo‘ladi.

Turli xil tarkibli 1kg shixtani eritish uchun kerakli issiqlik miqdori, agar issiqlikdan foydalanish ko‘rsatgishini 100% deb olsak unda 250 dan 600 gasha kkal issiqlik sarflanadi.

Tabiiy gaz yonishini hisoboti

Nam xomashyo eritilganda undan ajralib chiqqan gazlarning tarkibini va miqdorini, va tabiiy gaz sarfini xisobotini bajarish kerak. Tabiiy gazning tarkibi (hajmi bo'yicha) quyidagicha: H_2S - 0,17% , CO_2 - 0,7%, CH_4 -88,5%, C_2H_6 -6,17%, N_2 -4,46%. Eritish jarayonida dissotsiatsiya orqali 100 kg shixtadan 10,7 kg oltin gugurt ajralib chiqadi. Gazning yonishi issiqligini aniqlaymiz. Hisobot 100 kg nam shixtaga olib boriladi. Issiqlikni xisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

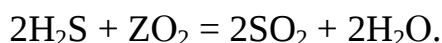
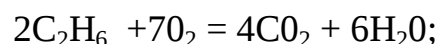
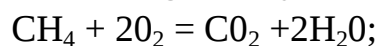
$$Q_p^{ish} = 30,21SO + 25,81N_2 + 85,89SH_4 + 142,86S_2N_4 + 170S_2H_6 + 55,34H_2S.$$

Bizning gaz tarkibimiz uchun:

$$Q_p^{ish} = 55,34 \cdot 0,17 + 85,89 \cdot 88,5 + 170 \cdot 6,17 = 9,4 + 7601 + 1048,9 = 8659,6 \text{ kkal/m}^3.$$

Havoning miqdorini, ketayotgan gazlarning xajmi va tarkibini aniqlash uchun yoqilg'ining yonishi havoning ortiqligi koefitsientini $\alpha = 1,1$ teng bo'lganda bo'lib o'tishini qabul qilamiz.

Quyidagi reaksiyalar bo'yisha havoning nazariy muhtojligini aniqlaymiz:



100 m³ tabiiy gaz uchun kerakli kislorod miqdori, m³:

$$CH_4 \text{ yonishi uchun } 100 \cdot 0,885 \cdot 2 = 177$$

$$C_2H_6 \text{ yonishi uchun } (100 \cdot 0,0617 \cdot 7) : 2 = 21,6$$

$$H_2S \text{ yonishi uchun } (100 \cdot 0,0017 \cdot 3) : 2 = 0,26$$

Umumiy kerakli kislorod miqdori 198,86 m³ teng. Shunda azot miqdori:

$$(198,86 : 21) \cdot 79 = 748,1 \text{ m}^3.$$

100 m³ gaz yonishi uchun havoning nazariy muhtojligining ko'rsatgishi quyidagicha:

$$198,86 + 748,1 = 946,96 \text{ m}^3.$$

Yoqilg'i yonganda ajralib chiqayotgan gazlarning nazariy tarkibi quyidagicha, m³:

$$SO_2 \dots 0,7 + 0,885 \cdot 100 + 0,0617 \cdot 100 \cdot 2 = 101,54$$

$$N_2O \dots 0,885 \cdot 100,0 \cdot 2 + 0,0617 \cdot 100,0 \cdot 3 + 0,0017 \cdot 100 = 195,67$$

$$SO_2 \dots 0,0017 \cdot 100,0 = 0,20$$

$$N_2 \dots 4,46 + 748,10 = 752,56$$

Dissotsiatsiya orqali ajralib chiqqan oltin gugurtning yonishi uchun kerak bo'lgan kislorod miqdori:

$$12,6 \text{ kg} = (12,6 \cdot 22,4) : 32 = 8,80 \text{ m}^3.$$

Kislorod bilan birga kelgan azot miqdori

$$8,80 \cdot 79 : 21 = 33,2 \text{ m}^3.$$

Havoning ortiqlik ko'effitsientini $\alpha = 1,1$ inobatga olgan holda kerak bo'lgan kislorod miqdori:

$$1,1 \cdot (198,86 + 8,80) = 228,4 \text{ m}^3,$$

Shunda kelgan azot miqdori:

$$228,4 \cdot 79 : 21 = 859,2 \text{ m}^3.$$

Havoning umumiy miqdori:

$$228,4 + 859,2 = 1087,6 \text{ m}^3.$$

Havoning ortiqligini inobatga olganda va shixtaning gazlarini inobatga olmagan holda tutunda gazlarning tarkibi quyidagicha:

	m^3	(hajmli)
CO_2	101,54	8,62
N_2	863,7	73,00
H_2O	195,67	16,60
O_2	20,74	1,76
SO_2	0,20	0,02

Nazorat savollari:

1. Yallig' qaytaruvchi eritish jarayoni to'g'risida ma'lumot bering.
2. Yallig' qaytaruvchi eritish pechlarida qanday yoqilg'ilardan foydalaniladi?
3. Tabiiy gazning tarkibini keltiring.
4. Tabiiy gazning yonishi natijasida ajralib chiqayotgan mahsulotlarni kimyoviy reaksiyalarni keltiring.

9-amaliy mashg'ulot

Nam shixtani yallig' qaytaruvchi eritish uchun tabiiy gaz sarfini va issiqlik balansini

(2 soat)

Eritish jarayoning issiqlik balansini tuzish uchun ajralib chiqqan gazlar, shiteyn va shlaklarning xaroratini 1300, 1150 va 1280° C ga tengligini qabul qilamiz. Hisobotni 100 kg boyitma bo'yicha olib boramiz. Eritish jarayonining material balansiga ko'ra 100 kg boyitmaga 13,0 kg ohaktosh beriladi, ya'ni shixta miqdori 113,0 kg teng bo'ladi (quruq og'irligi bo'yicha). Namlik darajasini 5% deb inobatga olgan holda shixta og'irligi:

$$113,0 : 0,95 = 118,9 \text{ kg teng bo'ladi.}$$

Shixtani eritish uchun gaz sarfini $X \text{ m}^3$ deb qabul qilinadi.

Gazni yonishi uchun $\alpha = 1,1$ teng bo'lganda (oldingi hisobotdan), 1 m^3 gaz yonishi uchun kerakli bo'lgan havo miqdori:

$$X 1087,6 : 100 = 10,88 X \text{ m}^3.$$

Ohaktosh parchalanishi va oltin gugurti oksidlash natijasida ajralib chiqqan uglerodli va oltingugurtli gazlar, shixtadan chiqqan suv bug'lari quyidagi miqdorda gazlarga o'tadi:

	kg	m ³
CO ₂	13,4+13,4=26,8	26,8:64•22,4=9,36
SO ₂	5,2	5,2•22,4 : 44= 2,6
H ₂ O.....	5,9	5,9•22,4: 18= 7,4

Ajralib chiqqan gazlar tarkibi, m³:

CO ₂	X•1,015+ 2,6	N ₂	X•8,637
N ₂ O.....	X•1,960+ 7,4	O ₂	X•0,207
SO ₂	X•0,002+ 9,36		

Gaz sarfini aniqlash uchun 100 kg boyitma balansning alohida qismlarini hisobot qilish kerak.

Issiqlik kelishi

Qattiq shixtalarining fizik issiqligi. Shixtaning issiqlik sig'imini topish uchun, boyitma tarkibini ratsional tarkibini hisoblaganda aniqlangan shixtaning asosiy komponentlarining o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imidan foydalanamiz. Komponentlarning issiqlik sig'imini quyidagicha qabul qilamiz, kkal/(kg • °C):

$$C_{\text{CuFeS}_2} = 0,1310; \quad C_{\text{FeS}_2} = 0,1284;$$

$$C_{\text{SiO}_2} = 0,2174; \quad C_{\text{CaCO}_3} = 0,2005;$$

$$C_{\text{solishtirma}}^{\text{o'rtacha}} = \frac{52 \cdot 0,1310 + 28,5 \cdot 0,1284 + 15,0 \cdot 0,2174 + 13,00 \cdot 0,2005}{52 + 28,5 + 15,0 + 13,00} = 0,151 \text{ kkal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}).$$

$$52 + 28,5 + 15,0 + 13,00$$

Boshqa qolgan komponentlarning solishtirma issiqlik sig'imini bizga ma'lum bo'lgan bosh komponentlar qiymatlari asosida qabul qilamiz. Pechga 25°Sda shixta bilan keladigan issiqlik miqdori $118,9 \cdot 0,151 \cdot 25 = 448,8$ kkal ni tashkil qiladi.

2. Konverter suyuq shlakining fizik issiqligi. Suyuq konverter shlakining xarorati 1 150° S ga teng. Shu haroratda shlakning entalpiya qiymati 325 kkal/kg ga teng . Konverter shlaki bilan keladigan issiqlik miqdori: $325 \cdot 85,4 = 27755,0$ kkal.

3. Xavoning fizik issiqligi. Gazni yoqish uchun beriladigan xavoning xarorati 30° S teng. Uning issiqlik sig'imi 0,31 kkal/(m³ • °S) ga teng. Bu qiymatlarga mos ravishda havo bilan keladigan issiqlik miqdori, quyidagiga teng:

$$X10,88 \cdot 30 \cdot 0,31 = 101,2X \text{ kkal.}$$

4.Tabiiy gazni yonishi natijasida keladigan issiqlik miqdori:

$$X8659,6 = 8659,6X \text{ kkal.}$$

5.Oltingugurtning oksidlanishi orqali keladigan issiqlik miqdori:

$$13,4 \cdot 2217 = 29707,8 \text{ kkal.}$$

6. Oxaktosh va temirning shlaklanishi orqali keladigan issiqlik miqdori: $13,4 \cdot 2217 = 29707,8$ kkal.

Chiqindi shlak tarkibida hamma FeO SiO₂ bilan quyidagi reaksiya bo'yicha bog'lanadi:
 $2\text{FeO} + \text{SiO}_2 = (\text{FeO})_2\text{SiO}_2$.

Chiqindi shlak tarkibida 37,6 kg FeO mavjud bo'lib u bilan bog'langan SiO₂ ning miqdori:
 $37,6 \cdot 60 : 143,7 = 15,4$ kg SiO₂.

Konverter shlaki bilan pechga 18,9 kg SiO₂ kiritildi. Shunday qilib pechda temir shlaklanishi reaksiyasi bo'lib o'tmaydi.

1 kg SaO o'zaro ta'sirlashganda ajraladigan issiqlik miqdori 384 kkal teng. Bunda issiqlikning kelishi:

$$7,2 \cdot 384 = 2764,8 \text{ kkal.}$$

7. Endotermik reaksiyalar orqali issiqlikning sarflanishi. 1 mol erkin harakatlangan oltingugurtni dissosiatlash uchun 20 kkal issiqlik sarflanadi. Unda issiqlik sarfi quyidagiga teng bo'ladi.

$$13400 \cdot 20 : 32 = 8375 \text{ kkal}$$

SaSO₃ → SaO + SO₂ - 42498 kkal reaksiya bo'yicha oxaktoshning parchalanishi natijasida sarflanadigan issiqlik miqdori quyidagicha:

$$13,0 \cdot 424,5 = 5518,5 \text{ kkal.}$$

Umumiy issiqlik kelishi miqdori:

$$448,8 + 27755 + 29707,8 + 2764,8 - 8375 - 5518,5 + 101,2X + 8659,6X = 46782,9 + 8760,8X \text{ kkal.}$$

Issiqlik sarflanishi

1. 1180° C da shteynning fizik issiqligi :

$$88,15 \cdot 0,22 \cdot 1180 = 22883,7 \text{ kkal.}$$

2. 1280°C da chiqindi shlakning fizik issiqligi:

$$90,45 \cdot 0,29 \cdot 1280 = 33575 \text{ kkal ni tashkil etadi.}$$

3. 1300° C da pechdan ajralgan gazlar orqali, kkal:

$$\text{CO}_2 \dots\dots\dots 2,6 \cdot 714,7 + 1,015 \cdot X \cdot 714,7 = 1852,2 + 725,4X$$

$$\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 7,4 \cdot 555,7 + 1,96 \cdot X \cdot 555,7 = 4112,2 + 1089,2X$$

$$\text{SO}_2 \dots\dots\dots 9,36 \cdot 715,3 + 0,002 \cdot X \cdot 715,3 = 6695,2 + 14X$$

$$\text{N}_2 \dots\dots\dots 8,63 \cdot X \cdot 444,9 = 3832,6X$$

$$\text{O}_2 \dots\dots\dots 0,210 \cdot 470,5X = 98,8X$$

$$\text{Jami} \dots\dots\dots 12659,6 + 5757,4X \text{ kkal}$$

4. Issiq bardosh g'ishtlar orqali sarflangan issiqlik miqdori umumiy issiqlik miqdorining 12% ni tashkil qilad:

$$0,12 (46782,9 + 8760,8X) = 5614,0 + 1051,3X \text{ kkal.}$$

Issiqlik sarfining umumiy miqdori:

$$22833,7 + 33575 + 12659,6 + 5614,0 + 5757,4X + 1051,ZX = 75582,3 + 6808,7X \text{ kkal.}$$

Issiqlik kelishi va sarfi bo'yisha tenglama tuziladi:

$$46782,9 + 8760,8X = 75582,3 + 6808,7X ;$$

$$28799,4 \text{ kkal} = 1952,1 X.$$

Shunda tabiiy gaz sarfi quyidagini tashkil qiladi:

$$X = 28799,4 : 1952,1 = 14,40 \text{ m}^3.$$

Olingan natijalarni issiqlik balansi jadvaliga kiritamiz

9. l-jadval

Yallig' qaytaruvchi eritish jarayonining issiqlik balansi

Issiqlik kelishi			Issiqlik sarfi		
balans	kkal	%	balans	kkal	%
Shixta	448,8	0,3	Shteyn	22 883,7	13,3
Konverter shlaki	27755	16, 1	Chiqindi shlak	33575	19,5
Havo	1446,1	0,8	Ajralgan gazlar	94933,5	55,2
Kimyoviy reasiyalar	18579, 1	10,8	G'ishtlar terimi orqali yo'qotilishlar va	20616	12,0
Tabiiy gazning yonishi	123745	72,0			
Jami	171974	100	Jami	172 008	100

Issiqlik balans tuzilishi natijasida pechning f.i.k 32,8% tashkil qiladi. Asosiy issiqlik sarfining manbai ajralgan gazlar hisoblanadi. Havoni isitish va bug' hosil qilish uchun ketayotgan gazlarninig issiqligini qo'llash natijasida issiqlikni qo'llanish koeffitsiyentini 60-65% ga oshadi.

Nazorat savollari:

1. Yallig' qaytaruvchi eritish jarayoni natijasida ajralib chiqayotgan mahsulotlar nima va ularning harorati.
2. Shixtani eritish uchun qanday yoqilg'idan foydalaniladi?
3. Issiqlik kelishi nima bilan amalga oshadi?
4. Issiqlik sarfalanishi qanday amalga oshadi?
5. Issiqlik balansi jadvali haqida tushuncha bering.

10-amaliy mashg'ulot

Mis shteynlarini konverterlash

Shteynni konverterda puflash

(4 soat)

Gorizontall konverterda konverterlashga kelayotgan shteynning tarkibida vazifa bo'yicha quyidagi moddalar mavjud: Cu - 25,3 %, S - 24,9%, Fe - 45,2%, O₂ - 4,6%.

Hisobotlar natijasida flyus sarfi, ajralib chiqayotgan gazlarning miqdori va tarkibi, puflash davomiyligi va konverterning bir sutkadagi qayta ishlash unumdorligi aniqlanadi.

Hisobotlarni olib borish uchun ishlab chiqarish amaliyotidan quyidagi ko'rsatgishlarni qabul qilamiz:

- a) havoning sarfi - $550 \text{ m}^3/\text{min}$;
- b) konverterni havo bilan puflash koeffitsienti $K_i = 72\%$;
- v) eritish (konverterlashni) quyidagi tarkibdagi shlakgacha $\text{Su} - 3\%$, $\text{S} - 0,8\%$, $\text{Fe} - 48\%$, $\text{SiO}_2 - 23\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 6,1\%$, $\text{O}_2 - 15,2\%$, qolganlar - $3,9\%$ olib boriladi;
- g) bir eritishda olinadigan misning massasi 60 t ;
- d) misni gaz bilan yo'qolishi 1% ;
- e) homaki misni tarkibi $\text{Su} - 99,2\%$, $\text{S} - 0,3\%$, $\text{O}_2 - 0,2\%$, qolganlar - $0,3\%$.

60 t mis olish uchun, shneyning miqdorini aniqlashda, konverter shlakining chiqish darajasini va undagi mis miqdorini aniqlaymiz.

Shteyndagi temir shlakga to'liq o'tganligini qabul qilamiz. Unda 1 t shteyndan shlakga o'tadigan misning miqdori:

$$0,452 : 0,48 \cdot 0,03 = 0,028 \text{ t.}$$

Misni gaz bilan yo'qolishini hisobga olganda, misni homaki misga ajratib olish darajasi teng bo'ladi:

$$100 - 1 - (0,028 : 0,253) \cdot 100 = 87,94\%.$$

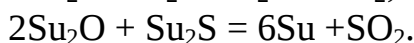
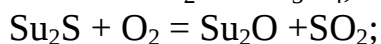
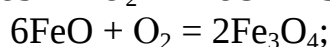
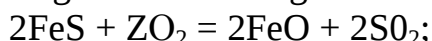
60 t mis olish uchun zarur bo'lgan shteyn miqdori:

$$(60 : 0,253) : 0,8794 = 269,7 \text{ t.}$$

Homaki misning miqdori:

$$60 : 0,992 = 60,5 \text{ t.} \text{ teng bo'ladi}$$

Qo'yidagi reaksiyalarni borishiga zarur bo'ladigan kislorodning miqdorini aniqlaymiz:



Shteynning tarkibida, t:

$$\text{Temir} \dots\dots\dots 269,7 \cdot 0,452 = 121,9$$

$$\text{Oltinugurt} \dots\dots\dots 269,7 \cdot 0,249 = 67,1$$

$$\text{Kislorod} \dots\dots\dots 269,7 \cdot 0,046 = 12,4$$

Konverterlashning I va II bosqichlarning gaz tarkibi har xil bo'lganligi sababli, gaz tarkibi va uning xajmini hisoboti bosqichlar bo'yicha alohida olib boramiz.

Konverterlashning I bosqishi o'z tarkibida $79,9\%$ mis saqllovchi oq matt olinishi bilan yakunlanadi deb qabul qilamiz.

Konverterlash jarayoni I bosqishi gazlarining hajmini va tarkibini hisoblaymiz.

I bosqishda ajratib tashlanadigan oltinugurt miqdori, t:

$$\text{Konverter shlaki bilan} \dots\dots\dots 121,9 \cdot 0,008 : 0,48 = 2,0$$

$$\text{Yarim oltinugurtli mis bilan} \dots\dots\dots 60 : 0,992 \cdot 32 : 127 = 15,3$$

$$\text{Gazalar bilan} \dots\dots\dots 67,1 - 2,0 - 15,3 = 49,8$$

Konverterlashning birinchi bosqichida SO_2 gacha oksidlangan oltinugurtning miqdori SO_3 gacha oksidlangan oltinugurt miqdoriga nisbatligini $6:1$ deb qabul qilamiz.

SO_2 gacha oksidlangan oltinugurt miqdori:

$$49,8 \cdot 6 : 7 = 42,7 \text{ t}$$

SO₃ gacha oksidlangan oltingugurt miqdori

$$49,8 \cdot 1 : 7 = 7,1 \text{ t.}$$

Oltingugurtning SO₂ gacha oksidlanishi uchun zarur bo'ladigan kislorod miqdori 42,7 t, SO₃ gacha oksidlanish uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori:

$$7,1 \cdot 48 : 32 = 10,6 \text{ t.}$$

Konverter shlakida 23% SiO₂ bo'lganida, unda 21,0% Fe₃O₄ mavjudligini qabul qilamiz.

Fe₃O₄ gacha oksidlanadigan temir miqdori:

$$121,9 : 0,48 \cdot 0,210 : 231,55 \cdot 167,55 = 38,6 \text{ t.}$$

FeO gacha esa oksidlanadigan temir miqdori:

$$121,9 - 38,6 = 83,3 \text{ t.}$$

Temirni oksidlanishi uchun zarur bo'ladigan kislorod miqdori, t:

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ gacha} \dots\dots\dots 38,6 \cdot 64 : 167,55 = 14,7$$

$$\text{FeO gacha} \dots\dots\dots 83,3 \cdot 16 : 55,85 = 23,9$$

Kislorodning umumiy zarur bo'lgan miqdori:

$$42,7 + 10,6 + 14,7 + 23,9 = 91,9 \text{ t.}$$

Shteyndagi kislorodni hisobga olganda, havo bilan kiritiladigan kislorodning miqdori:

$$91,9 - 12,4 = 79,5 \text{ t.}$$

Konverterlash vannasida kislorodni to'liq ishlatish koeffitsienti 95 % teng deb qabul qilsak, bu holda, kiritiladigan kislorodning miqdori:

$$79,5 : 0,95 = 83,7 \text{ t.}$$

Kislorod bilan birga keladigan azotning miqdori:

$$83,7 \cdot 77 : 23 = 280,2 \text{ t.}$$

Konverterlash jarayonining birinchi bosqichiga havoning zarur bo'lgan umumiy miqdori:

$$83,7 + 280,2 = 363,9 \text{ t.}$$

Konverterlash jarayoni birinchi bosqichi gazlarining hajmi va tarkibi quyidagisha:

	kg	m ³	(hajmlari %)
SO ₂	85400	29890	11,4
SO ₃	17700	4956	1,9
N ₂	280 200	224 160	85,6
O ₂	4200	2940	1,1

Umuman birinchi bosqichda hosil bo'ladigan konverter gazlarining miqdori 387,5 t, yoki 261946 m³.

Konverterlashning birinchi bosqichida havo bilan puflash davomiyligini aniqlaymiz:

$$363900 : 1,29 \cdot 550 = 513 \text{ min} = 8,5 \text{ s.}$$

Konverterni havo bilan puflash koeffitsiyenti hisobga olganda

$$8,5 : 0,72 = 12 \text{ s.}$$

Konverterlash jarayoni II bosqishi gazlarining hajmi va tarkibini aniqlaymiza.

Xomaki mis bilan ajratib tashlanadigan oltingugurt miqdori:

$$60,5 \cdot 0,003 = 0,2 \text{ t.}$$

Gazlar bilan ajratib tashlanadigan oltingugurt miqdori:

$$15,3 - 0,2 = 15,1 \text{ t.}$$

Oltingugurt gazlarda SO₂ va SO₃ larga oksidlanish nisbatligi 5 : 1. SO₂ gacha oksidlangan oltingugurt miqdori: $15,1 \cdot 5 : 6 = 12,6 \text{ t}$

SO₃ gacha oksidlangan oltingugurt miqdori: 15,1 - 12,6 = 2,5 t.

Oltingugurtning SO₂ gacha oksidlanishi uchun zarur bo'ladigan kislorod miqdori 12,6 t kisloroda, SO₃ gacha oksidlanishi uchun zarur kislorod miqdori:

$$2,5 \cdot 48 : 32 = 3,75 \text{ t.}$$

Xomaki mis ajratib tashlangan kislorod miqdori

$$60,5 \cdot 0,002 = 0,1 \text{ t.}$$

Kislorodning umumiy zarur bo'lgan miqdori:

$$12,6 + 3,75 + 0,1 = 16,45 \text{ t.}$$

Kislorodni ishlatish koeffitsiyenti 0,95 bo'lganda konverterlashning ikkinchi bosqichida kislorodning sarfi:

$$16,45 : 0,95 = 17,3 \text{ t.}$$

Kislorod bilan kirgan azotning miqdori%

$$17,3 : 23 \cdot 77 = 57,8 \text{ t.}$$

Havoning sarfi:

$$17,3 + 57,8 = 75,1 \text{ t.}$$

Konverterlashning ikkinchi bosqichi gazlarining hajmi va tarkibi quyidagicha:

	kg	m ³	%(hajm)
SO ₂	25 200	8 820	15,3
SO ₃	6 250	1 750	3,0
N ₂	57 800	46 400	80,6
O ₂	850	595	1,1
Jami	90 100	57 565	100

Konverterlashning ikkinchi bosqichini puflash davomiyligiga:

$$75100 : 1,29 : 550 = 111 \text{ min} = 1,9 \text{ s.}$$

Kvars flyusining miqdorini hisoblash uchun, quyidagi tarkibdagi kvars flyusini qabul qilamiz: SiO₂ - 70%, Al₂O₃ - 18%, qolganlar - 12%.

Temirni shlaklarda konverter shlakining chiqishi quyidagicha bo'ladi:

$$121,9 : 0,48 = 254,0 \text{ t.}$$

Undagi kvarts miqdori:

$$254,0 \cdot 0,23 = 58,4 \text{ t.}$$

Bitta eritishga sarf bo'ladigan kvars qumining miqdori :

$$58,4 : 0,70 = 84,0 \text{ t.}$$

Olib borilgan hisobotlar natijalari bo'yisha konverterlashning material balansini tuzamiz:

Homaki mis olish uchun shteynni konverterda puflash jarayonining material balansini, t

Balan materiallari	Jami	Shu jumladan							
		Cu	S	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	O ₂	N ₂	qolganlar
Kiradi:									
Shteyn	269,7	68,3	67,1	121,9	-	-	12,4	-	-
Qum	84,0	-	-	-	58,4	15,5	-	-	10,1
Havo	439,0	-	-	-	-	-	101,0	338,0	-
Jami:	792,7	68,3	67,1	121,9	58,4	15,1	113,4	338,0	10,1
Olindi:									
Mis	60,5	60,0	0,2	-	-	-	0,2	-	0,1
Shlak	254,0	7,6	2,0	121,9	58,4	15,5	38,6	-	10,0
Gazlar	478,2	0,7	64,9	-	-	-	74,6	338,0	-
Jami:	792,7	68,3	67,1	121,9	58,4	15,1	113,4	338,0	10,1

Olib borilgan hisobotlar bo'yicha konverterni puflash davomiyligi:

$$8,5 + 1,9 = 10,4 \text{ s.}$$

Konverterni puflashda ishlatilish koeffitsienti hisobga olganda 60,5 t massali xomaki mis olish uchun, puflash davomiyligi quyidagi ko'rsatgichga teng bo'ladi:

$$10,4 : 0,72 = 14,44 \text{ s.}$$

Demak bir sutkada konverterda:

$$24 : 14,44 = 1,66 \text{ eritish olib boriladi.}$$

Unda bir sutkada bitta konverterning ishlab chiqarish unumdorligi homaki mis bo'yicha:

$$60,5 \cdot 1,66 = 100,4 \text{ t tashkil etadi.}$$

Nazorat savollari:

1. Mis shteynlarini konverterlash jarayoni maqsadi.
2. Shteyn tarkibini keltiring.
3. Nimaga kislorod bilan purkash jarayoni ikkita bosqichdan iborat?
4. Konverterga yuklanadigan asosiy homashyo.
5. Konverterdan chiqayotgan asosiy homashyo nima?
6. Konverterda kislorod bilan purkash jarayoni davomiyligi nechiga teng?

11-amaliy mashg'ulot

Konverterlash jarayonining issiqlik balansini.

Konverterlashning I bosqichining issiqlik balansini

(2 soat)

Hisoblangan material balansga va amaliyot ko'rsatgishlariga asoslanib issiqlik balansini hisoblaymiz.

Materiallar	t, °C	C _p , kkal/(kg•°S)
Shteyn	1100	0,24
Havo	50	0,24
Konverter shlaki	1180	0,29
Oq shteyn	1200	0,18
Homaki mis	1220	0,108

Issiqlikning kelishi

1. Issiq shteynning issiqligi

$$269700 \cdot 1100 \cdot 0,24 = 71,2 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

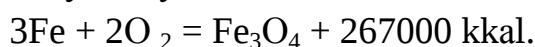
2. Havoning issiqligi

$$363900 \cdot 50 \cdot 0,24 = 4,4 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

3. Temirni oksidlanishi reaksiyalarining issiqligi (hisobotni temir bo'yicha olib boramiz). Konverterlash jarayonida shteyndagi temir Fe₃O₄ va FeO larga oksidlanadi. Shteyn bilan kislorod Fe₃O₄ holatida keladi deb qabul qilamiz. Shteynda 12,4 t kislorod va $12,4 \cdot 167,55 : 64 = 32,5$ t kislorod bilan bog'langan temir bor. Konverter shlakida Fe₃O₄ gacha oksidlangan 38,6 t temir mavjud. Umumiy hisobda konverterlashning birinchi bosqichida Fe₃O₄ oksidlangan temirning miqdori:

$$38,6 - 32,5 = 6,1 \text{ t}$$

Oksidlanish quyidagi reaksiya bo'yisha boradi:



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

$$6100 \cdot 267000 : 167,55 = 9,7 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

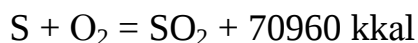
Temirning qolgan miqdori FeO gacha quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

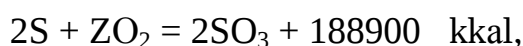
$$127400 : 111,7 \cdot 83300 = 95,3 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

4. Oltingugurtni oksidlanish reaksiyasining issiqligi



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

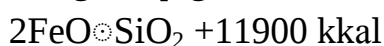
$$70960 : 32 \cdot 42700 = 94,7 \cdot 10^6 \text{ kkal;}$$



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

$$188900 : 64 \cdot 7100 = 21 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

5. Shlak hosil bo'lish reaksiyalarning issiqligi



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

$$11900 : 111,7 \cdot 83300 = 8,9 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

6. Kvarts qumining fizik issiqligi:

$$84000 \cdot 0,29 \cdot 25 = 0,6 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

Issiqlikning umumiy kelishi:

$$(59,3 + 4,4 + 9,7 + 95,3 + 94,7 + 21 + 8,9 + 0,6) \cdot 10^6 = 293,90 \cdot 10^6 \text{ kkal}$$

Issiqlikning sarfi

1. Oq mattning issiqligi

$$60800 \cdot 1200 \cdot 0,18 = 13,1 \cdot 10^6 \text{ kkal}$$

2. Shlakning issiqligi

$$254000 \cdot 1180 \cdot 0,29 = 86,9 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

3. 1150°C da gazlarning issiqligi

$$\text{SO}_2 \quad 29890 \cdot 624,7 \text{ kkal/m}^3 = 18,7 \cdot 10^6$$

$$\text{SO}_3 \quad 4956 \cdot 1018,6 \text{ kkal/m}^3 = 5,0 \cdot 10^6$$

$$\text{N}_2 \quad 224160 \cdot 389,55 \text{ kkal/m}^3 = 87,3 \cdot 10^6$$

$$\text{O}_2 \quad 2940 \cdot 411,1 \text{ kkal/m}^3 = 1,2 \cdot 10^6$$

$$\text{Jami} \quad 112,2 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

4. Endotermik reaksiyalarning issiqligi.

Quyidagi reaksiya bo'yicha sarf bo'ladigan issiqlikning qiymati:



$$22720 : 55,85 \cdot 83300 = 34 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

5. Konverter yuzasidan yo'qoladigan issiqlik.

Konverterning yuzasi diametri 3,96 m va uzunligi 9,15 m bo'lgan silindr kabi aniqlanadi, faqat yuzaning qiymatidan konverter bo'g'ozining yuzasi

$(2 \cdot 3) \text{ m}^2$ ayirib tashlanadi :

$$F_K = 2 \cdot (3,14 \cdot 3,96^2) : 4 + 3,14 \cdot 3,96 \cdot 9,15 - 2 \cdot 3 = 120,1 \text{ m}^2.$$

Konverter futerovkasining o'rtacha qalinligi $s = 0,5 \text{ m}$.

Konverterning futerovkasi issiqlikga chidamli xromitmagnezit g'ishtidan tayyorlanadi. Uning 1200°C da issiqlik o'tkazuvchanligi

$\lambda = 2,4 \text{ kkal/(m} \cdot \text{soat} \cdot ^\circ\text{C)}$ teng.

Unda

$$s : \lambda = 0,5 : 2,4 = 0,21.$$

Kladka bilan issiqlikni yo'qolish grafikidan [1] tashqi devorning harorati 240°C ga teng deb aniqlaymiz, issiqlik o'tqazuvchanlik koeffitsienti esa $1,3 \text{ kkal/m}^2 \text{ s}$ tengligini aniqlaymiz.

Bunday qilib kladka orqali issiqlikning yo'qolishi quyidagicha bo'ladi:

$$120,1 \cdot 1,3 \cdot 3600 \cdot 8,5 : 0,72 = 6,6 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

Konverter bo'g'ozidan nurlanish hisobiga issiqlikning yo'qolish qiymatini aniqlaymiz.

D. A. Diomidovskiy va L. M. Shalygin ko'rsatgichlari bo'yisha, diafragmalash koeffitsienti $\varphi = 0,87$ (6 m^2 li bo'g'oz uchun) va konverter hajmidagi harorat 1300 °C

bo'lganda issiqlikning yo'qolishi $250000 \text{ kkal}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ deb topamiz]. Bu holatda issiqlikning bo'g'zi orqali yo'qolishi quyidagi ko'rsatgishga teng bo'ladi:

$$250000 \cdot 6 \cdot 8,5 : 0,72 = 17,7 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

Issiqlikning umumiy sarfi quyidagi miqdorga teng bo'ladi:

$$13,1 \cdot 10^6 + 86,9 \cdot 10^6 + 112,2 \cdot 10^6 + 34 \cdot 10^6 + 6,6 \cdot 10^6 + 17,7 \cdot 10^6 = 270,5 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

Konverterlash jarayoni birinchi bosqishining issiqlik balansini tuzamiz (Jadval 11.1).

11.1-jadval

Konverterla jarayoni birinchi bosqichining issiqlik balansini

Issiqlikning kelishi			Issiqlikning sarfi		
Balans ko'rsatgichisi	kkal $\cdot 10^6$	%	Balans ko'rsatgichisi	kkal $\cdot 10^6$	%
Shteyn	71,2	23,3	Oq matt	13,1	4,2
Havo	4,4	1,4	Shlak	86,9	28,4
Temirni oksidlanishi	105,0	34,3	Gazlar	112,2	38,2
Oltingugurtning oksidlanishi	115,7	37,8	Endotermik reaksiyalar	34,0	11,1
Shlak hosil bo'lishi	8,9	3,0	Kladka orqali yo'qolish	6,6	2,2
Qum	0,6	0,2	Bo'g'oz orqali yo'qolish	17,7	5,8
Jami	305,8	100,0	So'vuq qo'shimchalarni eritilishi	35,3	11,5
			Jami	305,8	100,0

Nazorat savollari:

1. Konverterlash jarayoni issiqlik balansini hisoblashdan maqsad?
2. Havo, shteyn, slag haroratlari miqdori.
3. Konverterga issiqlik nima bilan keladi?
4. Konverterda issiqlik nima bilan sarflanadi?
5. Oksidlanish natijasida ajralib chiqqan gazlarning miqdori.

12-amaliy mashg'ulot

II bosqichning issiqlik balansini

(2 soat)

Issiqlikning kelishi

1. Oq shtenning issiqligi $13,1 \cdot 10^6 \text{ kkal}$ (I bosqich bo'yicha).
2. Havoning issiqligi $75100 \cdot 50 \cdot 0,24 = 0,9 \cdot 10^6 \text{ kkal}$.
3. Oltingugurtning oksidlanishi:



$$12600 \div 51960 : 32 = 20,46 \div 10^6 \text{ kkal};$$



$$2500 \div 150900 : 64 = 5,9 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

4. Misning oksidlanishi



$$1600 \div 81200 : 254 = 0,5 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

Issiqlikning umumiy kelishi:

$$(13,1 + 0,9 + 20,46 + 5,9 + 0,5) \div 10^6 = 40,86 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

Issiqlik sarfi

1. Homaki misning issiqligi

$$1220 \div 60\,500 \div 0,108 = 8,0 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

2. 1150° S da gazlarning issiqligi, kkal:

$$\text{SO}_2 \quad 8820 \div 624,7 \text{ kkal/m}^3 = 5,5 \div 10^6$$

$$\text{SO}_3 \quad 1\,750 \div 1018,6 \text{ kkal/m}^3 = 1,8 \div 10^6$$

$$\text{N}_2 \quad 46400 \div 389,55 \text{ kkal/m}^3 = 18,1 \div 10^6$$

$$\text{O}_2 \quad 595 \div 411,1 \text{ kkal/m}^3 = 0,2 \div 10^6$$

$$\text{Jami} \quad 25,6 \div 10^6 \text{ kkal}$$

3. Issiqlikning kladka orqali yo'qolishi:

$$120,1 \div 1,3 \div 3600 \div 1,9 = 1,1 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

4. Issiqlikning bo'g'zi orqali yo'qolishi:

$$250000 \div 6 \div 1,9 = 2,8 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

Issiqlikning umumiy sarfi:

$$(8 + 25,6 + 1,1 + 2,8) \div 10^6 = 37,5 \div 10^6 \text{ kkal}.$$

Hisobot natijalarini jadvalga kiritamiz 12.1 jadval

12.1-jadval

Konverterlash jarayoni II bosqichining issiqlik balansi

Issiqlikning kelishi			Issiqlikning sarfi		
Balans ko'rsatgishi	kkal $\div 10^6$	%	Balans ko'rsatgichi	kkal $\div 10^6$	%
Oq shteyn	13,1	26,1	Homaki mis	8,0	16,0
Havo	0,9	2,4	Ajralib chiqayotgan gazlar	25,6	51,1
Oksidlanish reaksiyalari	28,86	71,5	Kladka orqali yo'qolishlar	1,1	2,2
			Bo'g'izi orqali yo'qolishlar	2,8	5,6
			So'vuq qo'shimchalarni eritish uchun issiqlik	3,36	6,3
Jami	40,86	100	Jami	40,86	100

Nazorat savollari:

1. Issiqlik balansini II bosqichining hisoblashdan maqsadi.
2. II bosqichida issiqlik kelishi nima bilan amalga oshadi?
3. II bosqichida issiqlik sarflanishi nima bilan amalga oshadi?
4. II bosqichida issiqlik balansini jadvalini tuzing.

13-amaliy mashg'ulot

Xomaki misni olovli rafinirlash jarayonining issiqlik balansini xisoblash

Material balansni hisoblash

(2 soat)

200 tonna og'irlikli xomaki misni olovli tozalash jarayonining material balansini tuzish kerak bo'ladi. Konverterdan chiqayotgan xomaki mis suyuq xolatda anod pechiga qo'yiladi. Xomaki misda misning miqdori 99,2% tashkil etadi. Amaliyotda aniqlangan ma'lumotlarga asosan quyidagi ko'rsatgichlarni qabul qilamiz. Bu jarayonga suyuq xomaki misdan tashqari, xomaki misning massasiga nisbatan 18% elektroliz sexida hosil bo'lgan tarkibida 9.6 % mis mavjud skraplar qo'shiladi. Shular bilan birgalikda 0.5 % brak anodlarda eski qoliplarni anodli eritish pechiga yuklanadi. Shlakning chiqishi 1,5%. gazlar bilan yo'qoladigan mis miqdori 0,1 % Su. Olingan 3t metallardan qoliplar tayyorlanadi. Olovli tozalash jarayonida hosil bo'ladigan shlak tarkibida 45% Cu bo'ladi. anodlarda esa 99,6% Su, 0,5% ni tashkil etadi. Yaroqli anod tarkibidagi misni miqdorini aniqlaymiz:

$$200 \cdot 0,996 + 200 \cdot 0,005 \cdot 0,996 + 3 \cdot 0,996 = 203,184 \text{ t.}$$

Olovli eritishga keladigan massa $203,184 = X - 0,015X - 0,001 X = 206,49 \text{ t.}$

Bunga asosan eritishga kelayotgan xomaki mis massasini X_1 va anod skraplarining massasini quyidagi tenglama orqali topamiz.

$$206,49 = 0,992 X_1 + 0,18 \cdot 0,996 X_1 + 0,996.$$

Bu erda xomaki mis massasi $X_1 = 175,44 \text{ t}$, Anod skrapining massasi esa $174,7 \cdot 0,18 = 31,6 \text{ t}$. Eritish natijasida chiqayotgan anod shlakining miqdori:

$$206,49 \cdot 0,015 : 0,45 = 6,9 \text{ t.}$$

Xisoblashlardan olingan qiymatlarni pastdagi 5.1. jadvalga kiritamiz.

13.1- jadval

Xomaki mislarni olovli tozalash jarayonining material balansini

Balans tuzish	Jami	Ulardagi mis	Balans tuzish	Jami	Ulardagi mis
Yuklandi:			Olindi:		
Xomaki mis	175,4	174,044	Anod	200	199,2

Anod skrap	31,6	31,45	Yaroqsiz anod va	1	0,996
Yaroqsiz anod va skrap	1	0,996	skrap		
			Qolip	3	2,989
			Shlak	6,9	3,105
			Gazlar bilan yo‘qolishi	—	0,2

Nazorat savollari:

1. Xomaki misni olovli tozalash jarayonining maqsadi.
2. Xomaki mis tarkibida misning miqdori nechiga teng?
3. Xomaki misni olovli tozalash jarayoni qaysi dastgohda bo‘lib o‘tadi?
4. Xomaki misni olovli tozalash jarayonining mahsuloti.

14-amaliy mashg‘ulot

Yonilg'i yonishini va chiquvchi gazlar tarkibini xisoblash (2 soat)

Xomaki mislarni olovli tozalash jarayonining issiqlik balansini hisoblashda, bu jarayon turli xil xarorat rejimlarida olib borilishini inobatga olish kerak. Xomaki misni tashkil qiladigan moddalarning oksidlanishi natijasida issiqlik sarfi kamayadi. Misni tiklash paytida esa aksincha xol kuzatiladi. Tayyor anod mislarini quyish uchun ham metallni haroratini o‘zgartirmaydigan, ya’ni minimal issiqlik miqdorining sarflanishi oqibatida olib boriladi. Lekin qattiq shixtani eritish uchun issiqlik sarfi yuqori bo‘ladi.

Yoqilg'ining minimal va maksimal miqdori sarflanganda eritish jarayonining issiqlik balansini xisoblaymiz. Pech issiqlik balansini hisoblash uchun quyidagi miqdorlarni qabul qilamiz.

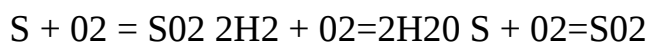
Eritma og'irligi 200 t. Pechga yuklanadi: 175,4 t suyuq homaki mis harorati 1150°C; 31,6 t anod skrap harorati 25° S; 1 t anod braki harorati 25° S. Pechda mis harorati 1200° S teng. Mis eritilishi issiqligi 43 kkal/kg; issiqlik sig'imi 20 - 1083° S bo'lganda 0,094 kkal/kg teng bo'ladi, suyuq misning issiqlik sig'imi esa 0,1318 kkal/kg teng.

Pechdan chiqayotgan gazlar harorati 1250° S. Yoqilg'i sifatida quyidagi tarkibli mazut qo'llaniladi, %: 0,3Aish; 1,9Sish; 83,3 Sish; 11,5 Hish; 0,5 Oish; 0,5 Nish; Qish = 9370 kkal/s.

Eritish davri 15 soat, shu jumladan skrap eritilishi 2 soat, suyuq mis yuklanishi 4 soat, shlak oksidlanishi va chiqishi 2 soat, tiklanish 2soat, mis quyilishi 5 soat.

Mazut yonishi

Mazut yonishi reaksiyalari quyidagicha:



$S + O_2 = SO_2$; $2H_2 + O_2 = 2H_2O$; $S + O_2 = SO_2$ 100 kg mazut yonishi uchun kislorodning nazariy sarfini aniqlaymiz, kg:

$$83,3 - 32 : 12 = 222,1 \quad 11,5 - 32 : 4 = 92 \quad 1,9 - 32 : 32 = 1,9$$

Hammasi ...316

Kislorod bilan azot kiritilishi $316 - 77 : 23 = 1058$ kg, xavo sarfi esa $316 + 1058 = 1374$ kg.

Mazut yonish natijasida ajralib chiqqan gazlar tarkibi va xajmi:

	kg	m ³	% (xajmli)
CO ₂	$83,3 - 44 : 12 = 305,4$	155,3	13,7
2H ₂ O . . .	$11,5 - 36 : 4 = 103,5$	128,8	11,4
SO ₂	$1,9 - 64 : 32 = 3,8$	1,3	0,1
N ₂	1058	846,4	74,8
Jami :	1470,7		

Zavod sharoitida mazut yonishi $a = 1,15$ teng bo'lib o'tadi. Shunda havo sarfi : $1374 \cdot 1,15 = 1580$ kg, unda kislorod miqdori $1580 \cdot 0,23 = 363,4$ kg, azot miqdori $1580 \cdot 0,77 = 1216,6$ kg. Gaz tarkibi:

	m ³	% (xajmli)
CO ₂	155,3	11,9
H ₂ O	$1288 + 1580 : 1,293 - 5 - 2,24 : 18 = 7,6$ $+ 128,8 = 136,4$	10,6
SO ₂	1,3	0,1
N ₂	973,3	74,8
O ₂	33,8	2,6
jami	1300,1	100,0

Namlikni aniqlashda, mazut yonishi uchun 1 nf xavo tarkibida 5 g namlikni qabul qilinadi. Mazut issiqligini aniqlanadi:

$$Q/H = 6747,3 + 2829 + 10,4 - 12 = 9570,7 \text{ kkal/kg.}$$

Nazorat savollari:

1. Xomaki misni olovli tozalash jarayoni uchun qanday yoqilg'idan foydalaniladi?
2. Yoqilg' i yonish reaksiyalarini keltiring.
3. Yoqilg' i yonish natijasida ajralib chiqqan gazlar tarkibi.

15-amaliy mashg'ulot
Xomaki misni olovli rafinirlash issiqlik balansini
(2 soat)

Xomaki misni olovli rafinirlash issiq balansini aniqlash uchun pechda qattiq qoldiqlar eritilishi uchun yoqilg'i sarfini va issiqlik kelishi va sarflanishi bo'yicha mis quyilishini hisoblaymiz.

Issiqlik sarfi

1. Qattiq misni isitish uchun issiqlik sarfi ($31,6 + 1,0 = 32,6 \text{ t} = 32\,600 \text{ kg}$) eritilishi haroratigacha $32\,600 - 0,094 \cdot (1083 - 24) = 3257457 \text{ kkal}$ teng, yoki $3257457 : 2 = 1\,628\,729 \text{ kkal/s}$.

2. Mis eritish uchun kerak bo'lgan issiqlik $32600 - 43,0 = 1\,401\,800 \text{ kkal}$, ili $1\,401\,800 : 2 = 700\,900 \text{ kkal/s}$.

3. Misni 1200°C qizdirish uchun issiqlik miqdori $32\,600 - 0,1318(1200 - 1083) = 502\,712 \text{ kkal}$, yoki $502\,712 : 2 = 251\,356 \text{ kkal/s}$.

Qattiq misni qizdirish va eritish uchun, suyuq misni qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlikning umumiy miqdori.

$$1628729 + 700900 + 251356 = 2580985 \text{ kkal/s.}$$

Bu sarflanish yoqilg'i sarfi bilan tenglashtirilganda maksimal bo'ladi.

4. Suyuq misni $1150 - 1200^\circ \text{C}$ qizdirish uchun $175400 - 0,1318(1200 - 1150) = 1\,155\,886 \text{ kkal}$, yoki $1155\,886 : 4 = 288972 \text{ kkal/s}$.

Metallni qizdirish va eritish uchun kerak bo'lgan umumiy issiqlik miqdori:

$$1628729 + 700900 + 251356 + 288972 = 2\,869\,957 \text{ kkal/s.}$$

5. 1250°C ajralib shiqadigan gazlar bilan va $X \text{ kg/s}$ yoqilg'i sarfli bilan issiqlik sarflanishi:

CO_2	$1,55X \cdot 683,7 = 1059,7X$
H_2O	$1,36X \cdot 530,85 = 721,9X$
SO_2	$0,013X \cdot 684,65 = 8,9X$
N_2	$9,73X \cdot 426,45 = 4149,4X$
O_2	$0,34X \cdot 450,5 = 153,2X$
Jami . . .	$6093,1 X \text{ kkal/kg}$

6. Pechdagi g'isht terimi orqali issiqlik yo'qotilishi. Egiladigan anod pechining o'lshamlari $9,15 \times 3,96 \text{ m}$ teng. Xrom-magnezitli g'isht terimi qalinligi $0,46 \text{ m}$ teng. Mis quyilishi uchun bo'g'zi maydoni

$$1,5 \cdot 2 = 3 \text{ m}^2$$

D. A. Diomidovskiy ma'lumotlariga asosan pech og'zi orqali issiqlik yo'qotilishi hisoblashda diafragma koeffitsiyentini qabul qilamiz bu qiymat $\varphi = 0,87$ ga teng.

$$4,96 \cdot 0,87 \cdot 1,5 \cdot 2 \left(\frac{1473}{100} \right)^4 = 609443 \text{ kkal/ч}$$

Umumiy issiqlik sarfi:

$$2580985 + 6093,1 X + 561600 + 609443 = 3\,752\,028 + 6093,1X.$$

Issiqlik kelishi

1. Yoqilg'i bilan 9570,7X kkal.
2. Xavo bilan 15,8X0,25-0,3 1 = 1,2X kkal.

Umumiy issiqlik kelishi 9571,9X kkal.

Maksimal yoqilg'i sarfi jarayonining issiqlik balansning issiqlik kelishi va sarflanishi bo'yicha tenglama tuzamiz : $3752028 + 6\,093,1X = 9\,571,9X$.

Qattiq qoldiqlarni eritish uchun yoqilg'i sarfi quyidagiga teng $X = 3752028 : (9\,571,9 - 6\,093,1) = 1080 \text{ kg/s}$.

Mis quyilish natijasida yoqilg'i sarfini aniqlaymiz. Issiqlik sarfi 6093,1X kkal/s teng bo'lgan gazlar va bo'g'zi bilan va pech futerovkasidan 1 171 043 kkal/s teng bo'lgan issiqlik sarflaridan tashkil topgan. 9 571,9X teng qilib olamiz.

Shunday qilib issiqlik balansi tenglamasi jarayonning bu paytida quyidagicha.

$$6\,093,1X, + 1\,171\,043 = 9\,571,9X$$
$$X_1 = \frac{1171043}{9571,9 - 6093,1} = \frac{1171043}{3478,8} = 337 \text{ kg/s}$$

Qattiq yoqilg'ilarni eritish jarayonida olingan ma'lumotlar bo'yicha pechdagi issiqlik balansini tuzamiz. Mazut yonganda va xavo purkalish natijasida issiqlik kelishi $11,12 \cdot 106 \text{ kkal/s}$, metallni qizdirish uchun esa issiqlik sarfi $2,8 \cdot 106 \text{ kkal/s}$ teng, ajralib chiqayotgan gazlar bilan $7,03 \cdot 106 \text{ kkal/s}$, g'isht terimi orqali $0,56 \cdot 106$ va nurlanishdan issiqlik sarfi $0,61 \cdot 106 \text{ kkal/s}$ teng.

Balans natijasida misni anodli rafinirlash natijasida asosiy issiqlik ajralib chiqayotgan gazlar bilan sarflanishi ko'rinadi. Bu issiqlikni qo'llash uchun anod pechlarda havoni isitish uchun rekuperatorlar o'rnatiladi, bu esa issiqlikning foydali ish koeffitsiyentini 60- 65% oshiradi.

Nazorat savollari:

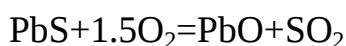
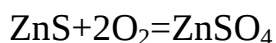
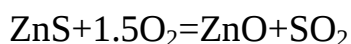
1. Xomaki misni olovli rafinirlash issiqlik balansi qanday topshiriladi?
2. Issiqlik sarflanishi qaysi jarayonlarga taqsimlanadi?
3. Issiqlik kelishi qaysi jarayonlarga taqsimlanadi?
4. Nima maqsadda rekuperatorlardan foydalaniladi?

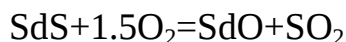
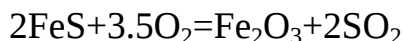
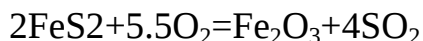
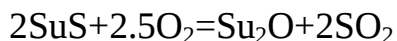
16-amaliy mashg'ulot

Qaynar qatlam pechlarida rux boyitmalarini kuydirish jarayonini hisoblash

(2 soat)

Kuydirish jarayonida quyidagi sulfidlarning oksidlanish reaksiyalari o'qib o'tadi:





Dastlabki ma'lumotlar: rux boyitmalarining kimyoviy tarkibi, %: 52 Zn; 1.4 Pb; 6.4 Fe; 1.0 Cu; 0.4 Cd; 1.3 SiO₂; 1.1 CaO; 0.7 Al₂O₃; C hisobot bo'yicha, boshqalar – 100% dan farqini tashkil etadi.

Mineralogik tarkibi: rux-sfalerit shaklida ZnS; qurg'oshin- galenit shaklida PbS; mis-1:1 nisbatlikda xalkopirit shaklida SuFeS₂ va kovellin shaklida CuS;

Qolgan temir- 3:1 nisbatlikda pirit FeS₂ va troilit FeS shaklida; kadmiy- sulfid shaklida; bo'sh tog' jinslari- kremnezem, ohak, glinozem ko'rinishlarda mavjud bo'ladi. 6% nam dastlabki rux boyitmasi kuydirish jarayoniga keladi

Pechga 30% gacha boyitilgan kislorod beriladi. Havoning ortiqcha sarfi 10% ni tashkil etadi. (ortiqchalik koeffitsienti=1,1), 2,7 % rux sulfidining miqdori.

Kuydirish davrida chang chiqish darajasi 30%ni tashkil etadi. O'zining tarkibi bo'yicha changning tarkibi kuyindining tarkibiga o'xshashdir. Changda hamda kuyindida rux quyidagi birikmalar ko'rinishda bo'ladi: 95% ZnO; 3% ZnO•Fe₂O₃; 1.7% ZnSO₄; 0.3% ZnS.

Xisoblashni 100 kg boyitma bo'yicha olib boramiz.

16.1-jadval.

Rux boyitmasining ratsional tarkibi

Birikmalar	miqdori, kg										
	Zn	Pb	Cu	Fe	Cd	S	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Boshqalar	Jami
ZnS	52					25,44					77,4
PbS		1,4				0,22					1,62
SuFeS ₂			0,5			0,5					1,44
SuS			0,5	0,44		0,25					0,75
FeS ₂				3,97		4,55					8,52
FeS				1,99		1,14					3,13
CdS					0,4	0,11					0,51
CaO							1,1				1,1
SiO ₂								1,3			1,3
Al ₂ O ₃									0,7		0,7
Boshqalar										3,49	3,49
Jami	52	1,4	1	6,4	0,4	32,21	1,1	1,3	0,7	3,49	100

Boyitma tarkibidagi sfalirit miqdorini topamiz, kg:

$$65,4 - 97,4 = 52 - x$$

$$x = 52 \cdot 97,4 : 65,34 = 77,44$$

sfaleritdagi oltingugurt

$$52 \div 32 : 65,4 = 25,44$$

Boyitma tarkibidagi galenit miqdorini topamiz, kg:

207,2 qurg ‘oshin 239,2 galenit

$$1,4 - x$$

$$x = 1,4 \cdot 239,2 : 207,2 = 1,62$$

galenitdagi oltingugirt miqdori

$$x = 1,4 \div 32 : 207,2 = 0,22$$

Boyitma tarkibidagi xalkopirit miqdorini topamiz, kg:

Misning miqdori 1,0:2=0,5

$$63,54 - 183,4$$

$$0,5 - x$$

$$x = 0,5 \div 183,4 : 63,6 = 1,44$$

xalkopiritdagi temir miqdori

$$55,8 \div 1,44 : 183,4 = 0,44$$

xalkopiritda oltingugirt miqdori

$$64 \div 1,44 : 183,4 = 0,5$$

Boyitma tarkibidagi kovelin miqdorini topamiz, kg:

Misning miqdori 1,0-0,5=0,5

$$0,5 \div 95,54 : 63,6 = 0,75$$

kovelinda oltingugirt miqdori

$$0,5 \div 32 : 63,6 = 0,25$$

Pirit va triolitdagi temirning miqdori quyidagicha ,kg:

$$6,4 - 0,44 = 5,96$$

Pirit tarkibidagi temir miqdori

$$5,96 \cdot 2 : 3 = 3,97$$

Boyitma tarkibidagi pirit miqdorini topamiz, kg:

$$55,8 - 119,8$$

$$3,98 - x$$

$$x = 3,97 \cdot 119,8 : 55,8 = 8,52$$

piritdagi oltingugurt

$$8,54 - 3,97 = 4,55$$

Troilitdagi temir miqdori

$$5,96 - 3,97 = 1,99$$

Boyitma tarkibidagi triolit miqdorini topamiz, kg:

$$1,99 \cdot 87,8 : 55,8 = 3,13$$

troilitdagi oltingugurt miqdori

$$3,13 - 1,99 = 1,14$$

Boyitma tarkibidagi kadmiy miqdorini topamiz, kg:

$$112,4 - 144,4$$

$$0,4 \cdot x$$

$$0,4 \cdot 144,4 : 112,4 = 0,51$$

Kadmiy sulfididagi oltingugurt miqdori

$$0,4 \cdot 32 : 112,4 = 0,11$$

Nazorat savollari:

1. Qaynar qatlam pechlarida rux boyitmalarini kuydirish jarayonini hisoblashdan maqsad.
2. Sulfidlarning oksidlanish reaksiyalarini keltiring.
3. Rux boyitmasining ratsional tarkibini hisobotini keltiring.

17-amaliy mashg'ulot

**Chiqayotgan xamda kuydirish uchun kelayotgan xavoning miqdorini hisoblash
(2 soat)**

17.1-jadval

Kuydirish jarayoni gazlarini tarkibi va miqdori

Komponentlar	miqdori		
	Kg	nm ³	% xajmiy
SO ₂	63,06	22,1	11,51
O ₂	4,85	3,4	1,77
N ₂	124,18	99,3	51,72
H ₂	6,0	67,2	35,0
Jami:	198,1	192,0	100

Rux sulfat hosil bo'lishida rux sulfidlari oksidlanadi, kg.

$$77,44 \cdot 0,027 = 2,09$$

Buning uchun quyidagicha kislorod talab qilinadi, kg.

$$2,09 \cdot 64 : 97,4 = 1,37$$

Va quyidagicha rux sulfati hosil bo'ladi, kg.

$$2,09 \cdot 161,4 : 97,4 = 3,46$$

Quyidagicha miqdorda sfalirit oksidlanadi, kg.

$$77,44 - 2,09 = 75,35$$

Buning uchun quyidagi miqdorda kislorod talab qilinadi, kg.

$$75,35 \cdot 48 : 97,4 = 37,13$$

Buning natijasida oltingugirt oksidi olinadi, kg.

$$75,35 \cdot 64 : 97,4 = 49,51$$

Galenit oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$1,62 \cdot 48 : 239,2 = 0,33$$

Quyidagisha oltingugirt angidridi olinadi, kg.

$$1,62 \cdot 64 : 239,2 = 0,43$$

Xalkopirit oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$1,44 \cdot 192 : 366,4 = 0,75$$

Quyidagicha oltingugirt angidridi olinadi, kg.

$$1,44 \cdot 256 : 366,4 = 1,01$$

Kovelin oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$0,75 \cdot 80 : 190,8 = 0,31$$

Quyidagicha oltingugurt angidridi olinadi, kg.

$$0,75 \cdot 129 : 190,8 = 0,51$$

Pirit oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$8,52 \cdot 176 : 239,6 = 6,26$$

Quyidagi oltingugurt angidridi olinadi, kg.

$$8,5 \cdot 2256 : 239,6 = 9,1$$

Triolit oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$3,13 \cdot 112 : 175,6 = 2,0$$

Quyidagicha oltingugurt angidridi olinadi, kg.

$$3,13 \cdot 128 : 175,6 = 2,28$$

Kadmiy sulfidi oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$0,51 \cdot 48 : 144,4 = 0,2$$

Quyidagicha oltingugurt olinadi, kg.

$$0,5 \cdot 164 : 144,4 = 0,22$$

Boyitmadagi barcha sulfidlar oksidlanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori, kg.

$$1,37 + 37,13 + 0,33 + 0,75 + 0,31 + 6,28 + 2,0 + 0,2 = 48,37$$

Qaynar qatlam pechida kuydirishni amalga oshirish uchun 30% gacha kislorodga boyitilgan xavo beriladi, buni hisobga olgan holda sarflanadigan havo miqdori quyidagicha, kg

$$48,37 \cdot 100 : 30 = 161,23$$

Havoning ortiqcha olish darajasi 10%. Unda amaliy jihatdan sarflanadigan havoning miqdori, kg.

$$161,23 \cdot 1,1 = 177,4$$

Shuncha miqdordagi havoning tarkibida kislorod miqdori, kg.

$$\text{kislorod } 177,4 \cdot 0,3 = 53,22$$

$$\text{azot } 177,5 \cdot 0,7 = 124,18$$

kuydirish natijasida quyidagicha oltingugirt angidridi olinadi, kg.

$$49,51 + 0,43 + 1,01 + 0,51 + 9,1 + 2,28 + 0,22 = 63,06$$

Kuydirish jarayoniga 6 % nam bo'lgan rux boyitmasi keladi.

Gaz fazasiga o'tib ketadiganlar:

azot -124,18

kislorod $53,22 - 48,37 = 4,85$

oltingugurt angidridi- 63,06

suv- 6,0

Nazorat savollari:

1. Kuydirish jarayoni natijasida ajralib chiqqan gazlarini miqdorini hisobotini keltiring.
2. Kuydirish jarayoni natijasida hosil bo'lgan maxsulotlarning kimyoviy reaksiyalarini keltiring.
3. Boyitma tarkibida bo'lgan elementlarni oksidlash uchun havo sarfi hisoboti.

18-amaliy mashg'ulot

Chang va kuyindi miqdorlarini hisoblash

(4 soat)

Kuydirish davrida chang chiqish darajasi 30%ni tashkil etadi. Kuyindini tashkil qiluvchi barcha komponentlarning 30% shang tarkibiga o'tadi.

Chang tarkibidagi komponentlar miqdori quyidagilardan iborat, kg.

Rux $52 \cdot 0,3 = 15,6$

Qurg'oshin $1,4 \cdot 0,3 = 0,42$

Mis $1,0 \cdot 0,3 = 0,3$

Temir $6,4 \cdot 0,3 = 1,92$

Kadmiy $0,4 \cdot 0,3 = 0,12$

Kalsiy oksidi $1,1 \cdot 0,3 = 0,33$

Kremnezem $1,3 \cdot 0,3 = 0,39$

Glinozem $0,7 \cdot 0,3 = 0,21$

Boshqalar $3,49 \cdot 0,3 = 1,05$

Chang tarkibidagi ruxni xisoblash uchun quyidagi shaklda mavjud bo'ladi.

90% ZnO; 7% $\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$; 2.7% ZnSO_4 ; 0.3% ZnS

Rux oksidi tarkibidagi ruxning miqdorini aniqlaymiz $15,6 \cdot 0,9 = 14,04$

Rux oksidining miqdori $14,04 \cdot 81,4 : 65,34 = 17,48$

Rux oksidi tarkibidagi kislorodning miqdori $14,04 \cdot 16 : 65,34 = 3,44$

Ferritga bog'langan ruxning miqdori $15,6 \cdot 0,07 = 1,1$

Rux ferritining miqdori $1,1 \cdot 241 : 65,34 = 4,06$

Rux ferritidagi kislorod miqdori $4,06 \cdot 64 : 241 = 1,08$

Rux ferriti tarkibidagi temirning miqdori $4,06 \cdot 111,6 : 241 = 1,88$

Rux sulfati tarkibidagi ruxning miqdorini aniqlaymiz $15,6 \cdot 0,027 = 0,42$

Sulfat miqdori $0,42 \cdot 161,4 : 65,34 = 1,04$

Sulfatdagi kislorod miqdori $0,42 \cdot 64 : 65,34 = 0,41$

Rux sulfat tarkibidagi sulfat formadagi oltingugurt miqdori $0,42 \cdot 32 : 65,34 = 0,21$

Rux sulfidi tarkibidagi ruxning miqdori $15,6 \cdot 0,003 = 0,04$

Shangdagi rux sulfidi miqdori $0,04 \cdot 97,4 : 65,34 = 0,06$

Rux sulfidi tarkibidagi oltingugurt miqdori $0,06 \cdot 32 : 97,4 = 0,02$

Chang tarkibidagi qo'rg'oshin oksidi ko'rinishdagi qo'rg'oshin miqdori.

Qo'rg'oshin oksidi miqdorini aniqlaymiz $0,42 \cdot 223,2 : 207,2 = 0,45$

Qo'rg'oshin oksidi tarkibidagi kislorod miqdori $0,42 \cdot 16 : 207,2 = 0,03$

Chang tarkibidagi mis oksidi ko'rinishdagi misning miqdori.

Mis oksidi miqdori $0,3 \cdot 143 : 127 = 0,33$

Kislorod miqdori $0,3 \cdot 16 : 143 = 0,03$

Temir oksidi tarkibidagi temirning miqdori $1,92 - 1,88 = 0,04$

Chang tarkibidagi temir oksidining miqdori $0,04 \cdot 159,6 : 111,6 = 0,06$

Temir oksidi tarkibidagi kislorod miqdori $0,06 - 0,04 = 0,02$

Chang tarkibidagi kadmiy oksidining miqdori $0,12 \cdot 128,4 : 112,4 = 0,14$

Kislorodning miqdori $0,14 \cdot 16 : 128,4 = 0,02$

18.1-jadval

Changning kimyoviy tarkibi va miqdori

Birikmalar	Zn	Pb	Cu	Fe	Cd	S _{SO4}	S _S	O ₂	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	boshqalar	Jami
ZnO	14.04							3.44					17,48
ZnO·Fe ₂ O ₃	1.1			1.88				1.08					4,06
ZnSO ₄	0.42					0.21		0.41					1,04
ZnS	0.04						0.02						0,06
PbO		0.42						0.03					0,45
Fe ₂ O ₃				0.04				0.02					0,06
Cu ₂ O			0.3					0.03					0,33
CdO					0.12			0.02					0,14
SiO ₂									0.39				0,39
Al ₂ O ₃											0.21		0,21
CaO										0.33			0,33
Boshqalar												1,05	1,05
Jami	15,6	0,42	0,3	1,92	0,12	0,21	0,02	5,03	0,39	0,33	0,21	1,05	25.6

Boyitmani tashkil qiluvchi komponentlarning 70% i kuyindi tarkibiga o'tadi.

Zn $52 \cdot 0,7 = 36,4$

Pb $1,4 \cdot 0,7 = 0,98$

Cu $1,0 \cdot 0,7 = 0,7$

Fe $6,4 \cdot 0,7 = 4,48$

Cd $0,4 \cdot 0,7 = 0,28$

CaO $1,1 \cdot 0,7 = 0,77$

kremnezem $1,3 \cdot 0,7 = 0,91$

glinozem $0,7 \cdot 0,7 = 0,49$

boshqalar $3,49 \cdot 0,7 = 2,45$

Kuyindi tarkibidagi rux quyidagi birikma ko'rinishlarda mavjud bo'ladi.

90% ZnO; 7% ZnO·Fe₂O₃; 0.3ZnS; 2.7% ZnSO₄.

Rux oksidi tarkibidagi ruxning miqdori, kg: $36,4 \cdot 0,9 = 32,8$

Kuyindi tarkibidagi rux oksidining miqdori $32,8 \cdot 81,4 : 65,34 = 40,8$

Rux oksidi tarkibidagi kislorodning miqdori $40,8 \div 16 : 81,4 = 8$
 Rux ferriti tarkibidagi ruxning miqdori, kg: $36,4 \div 0,07 = 2,55$
 Kuyndidagi rux ferritining miqdori $2,55 \div 241 : 65,34 = 9,4$
 Rux ferriti tarkibidagi temirning miqdori $9,4 \div 111,6 : 241 = 4,35$
 Rux ferriti takribidagi kislorod miqdori $9,4 \div 64 : 241 = 2,5$
 Rux sulfat tarkibidagi ruxning miqdori, kg: $36,4 \div 0,027 = 0,98$
 Rux sulfati $0,98 \div 161,4 : 65,34 = 2,42$
 Rux sulfati tarkibidagi kislorod miqdori $2,42 \div 64 : 161,4 = 0,96$
 Rux sulfatdagi oltingugirt $2,42 \div 32 : 161,4 = 0,48$
 Rux sulfidi tarkibidagi ruxning miqdori, kg: $36,4 \div 0,003 = 0,11$
 Kuyindi tarkibidagi rux sulfidining miqdori $0,11 \div 97,4 : 65,34 = 0,16$
 Rux sulfidi tarkibidagi oltingugirt miqdori $0,16 \div 0,11 = 0,05$
 Qo'rg'oshin oksidi tarkibidagi qo 'rg'oshinning miqdori 0,98kg,
 Qo'rg'oshin oksidi $0,98 \div 223,2 : 207,2 = 1,06$
 Qo'rg'oshin oksidi tarkibidagi kislorod miqdori $1,06 \div 16 : 223,2 = 0,08$
 Kuyindi tarkibidagi mis oksidining miqdori $0,7 \div 143 : 127 = 0,79$
 Mis oksidi tarkibidagi kislorod miqdori $0,79 - 0,7 = 0,09$
 Temir oksidi tarkibidagi temirning miqdori $4,48 - 4,35 = 0,13$
 Kuyindidagi temir oksidining miqdori $0,13 \div 159,6 : 111,6 = 0,19$
 Temir oksidi tarkibidagi kislorodning miqdori $0,19 - 0,13 = 0,06$
 Kuyindidagi kadmiy oksidining miqdori $0,28 \div 128,4 : 112,4 = 0,32$
 Kadmiy oksidi tarkibidagi kislorodning miqdori $0,32 - 0,28 = 0,04$

18.2-jadval

Kuyndining tarkibi va miqdori

Birikmalar	Zn	Pb	Cu	Fe	Cd	S _{SO4}	S _s	O ₂	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	bo sh qal ar	Jami
ZnO	32,76							8,01					40,7
ZnO·Fe ₂ O ₃	2,55			4,35				2,5					9,4
ZnSO ₄	0,98					0,48		0,96					2,42
ZnS	0,11						0,05						0,16
PbO		0,98						0,08					1,06
Fe ₂ O ₃				0,13				0,06					0,19
Cu ₂ O			0,7					0,09					0,79
CdO					0,28			0,04					0,32
SiO ₂									0,91				0,91
Al ₂ O ₃											0,49		0,49
CaO										0,77			0,77
Boshqalar												2,4	2,4
Jami	36,4	0,98	0,7	4,48	0,28	0,48	0,05	11,7	0,91	0,77	0,49	2,4	59,7

Rux boyitmalarni kuydirish jarayonining to'liq material balansini

Materiallar	Komponentlar miqdori, kg.									
	Jami, kg.	Zn	Pb	Cu	Fe	Sd	O ₂	N ₂	S	boshqalar
keladi.kg										
Rux boyitmasi	100	52	1,4	1,0	6,4	0,4			32,21	6,59
Boyitma namligi	6									6
Xavo	177,4						53,22	124,18		
Jami	283,4	52	1,4	1,0	6,4	0,4	53,22	124,18	32,21	12,59
olindi, kg										
Kuyindi	59,7	36,4	0,98	0,7	4,48	0,28	11,74		0,53	
Chang	25,6	15,6	0,42	0,3	1,92	0,12	5,03		0,23	
Gaz	198,1						36,38	124,18	31,53	
Jami	283,4	52,0	1,4	1,0	6,4	0,4	53,15	124,18	32,29	12,6

Nazorat savollari:

1. Boyitma kuydirish natijasida qanday mahsulot hosil bo'ladi?
2. Chang tarkibidagi komponentlar miqdorini keltiring.
3. Chang tarkibidagi ruxni hisoblash uchun qaysi shaklda mavjud bo'ladi.
4. Rux boyitmalarni kuydirish jarayonining material balansini keltiring?

19-amaliy mashg'ulot***Rux boyitmalarni kuydirish jarayonining issiqlik balansini hisoblash******(2 soat)***

Hisoblashni 106 kg nam holdagi boyitma bo'yicha olib boramiz

Issiqlik kelish

Boyitmaning fizik issiqligini aniqlaymiz

$$Q_1 = s_1 \cdot m_1 \cdot t_1$$

Bu erda s_1 –boyitmaning issiqlik sig'imi=0,75 kDj:kg .grad. m_1 –boyitmaning massasi=106 kg. $S^{\circ}t_1$ –boyitmaning xarorati=15

$$Q_1 = 0,75 \cdot 106 \cdot 15 = 1192,5 \text{ kDj.}$$

Havoning fizik issiqligini aniqlaymiz

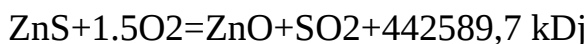
$$Q_2 = s_2 \cdot v_2 \cdot t_2$$

bu erda s_2 –havoning issiqlik sig'imi=1,3 kDj:nm .grad. v_2 –havoning hajmi =135,03 nm³

$C^{\circ}t_2$ –havoning xarorati=25

$$Q_2 = 1,3 \cdot 135,03 \cdot 25 = 4388,5 \text{ kDj}$$

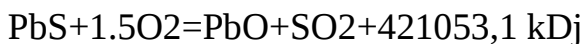
Ekzotermik reaksiyalar issiqligini xisoblaymiz



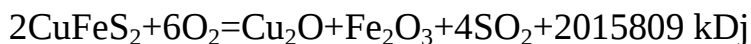
$$75,34 \cdot 442589,7 : 97,4 = 342348,1 \text{ kDj}$$



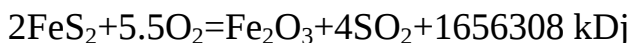
$$2,1 \cdot 775150 : 97,4 = 16712,7 \text{ kDj}$$



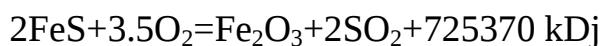
$$1,62 \cdot 421053,1 : 239,2 = 2851,6 \text{ kDj}$$



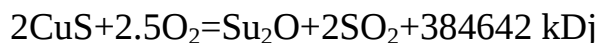
$$1,44 \cdot 2015809 : 366,4 = 7922,4 \text{ kDj}$$



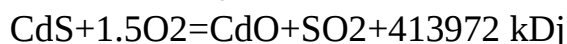
$$8,52 \cdot 1656308 : 239,6 = 58897,1 \text{ kDj}$$



$$2,0 \cdot 725370 : 175,6 = 8261,6 \text{ kDj}$$



$$0,75 \cdot 384642 : 191,2 = 1508,8 \text{ kDj}$$



$$0,51 \cdot 413972 : 144,4 = 1462,1 \text{ kDj}$$

Ekzotermik reaksiyalar orqali keladigan issiqlik miqdori, kDj:

$$Q_3 = 342348,1 + 16712,7 + 2851,6 + 7922,4 + 58897,1 + 8261,6 + 1508,8 + 1462,1 = 439964,4 \text{ kDj}$$

Issiqlik sarfi

Kuyindi va changlar bilan chiqib ketayotgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

$$Q_1 = s_1 \cdot (m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2)$$

Bu yerda s_1 –kuyindi va changning issiqlik sig‘imi=0,9799 kDj:kg. grad

$m_{1,2}$ - kuyindi va chang massasi, kg.

$t_{1,2}$ –kuyindi va chang harorati, S.

$$Q_1 = 0,9799 \cdot (59,7 \cdot 970 + 25,6 \cdot 940) = 57691,2 \text{ kDj}$$

Gazlar bilan chiqib ketayotgan issiqlik miqdori $Q_2 = (S_{\text{SO}_2} \cdot V_{\text{SO}_2} + S_{\text{O}_2} \cdot V_{\text{O}_2} + S_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2}) \cdot t_{\text{gaz}}$

Bu yerda $S_{\text{SO}_2} = 2,23 \text{ kDj:nm grad}$.

$$V_{\text{SO}_2} = 22,1 \text{ nm}$$

$$S_{\text{O}_2} = 1,47 \text{ kDj:nm grad}$$

$$V_{\text{O}_2} = 3,4 \text{ nm}$$

$$S_{\text{N}_2} = 1,39 \text{ kDj:nm grad}$$

$$V_{\text{N}_2} = 99,3 \text{ nm}$$

$$S^{\circ}t_{\text{gaz}} = 940$$

$$Q_2 = 940 \cdot (2,232 \cdot 2,1 + 1,47 \cdot 3,4 + 1,39 \cdot 99,3) = 180755,7 \text{ kDj}$$

15 dan 100 C°gacha suvni qizdirish uchun

$$Q_3 = s \cdot v \cdot (t_1 - t_2)$$

$$Q_3 = 4,19 \cdot 6 \cdot (100 - 15) = 2137 \text{ kDj}$$

Suvni bug‘lantirish uchun kerakli issiqlik:

$$m \cdot \lambda \cdot Q_4 = 2258,4 \text{ kDj}$$

$$Q_4 = 2258,4 \cdot 6 = 13550,4 \text{ kDj}$$

Gaz xaroratigasha bug ‘ni qizdirish uchun kerakli issiqlik:

$$Q_5 = S_n \cdot V_n \cdot (t_2 - 100)$$

$$S_n = 1,72 \text{ kDj:nm} \cdot \text{gr.}$$

$$Q_5 = 1,72 \cdot 67,2 \cdot (940 - 100) = 97090,6 \text{ kDj}$$

19.1-jadval

Rux boyitmalarini kuydirish jarayonining issiqlik balansini

	kDj	%
Issiqlik kelishi		
Kislorodning fizik issiqligi	1192,5	0.27
Havoning fizik issiqligi	4388,5	0.98
Ekzotermik reaksiyalar issiqligi	439964,4	98.75
Jami	445545,4	100
Issiqlik sarfi		
Kuyindi va changlar bilan chiqib ketadigan issiqlik	57691,2	12.95
Gazlar bilan chiqib ketadigan issiqlik	180755,7	40.57
Suvni isitish uchun ketadigan issiqlik	2137	0.48
Suvni bug‘latish uchun sarflanadigan issiqlik	13550,4	3.04
Bug‘ni isitish uchun ketadigan issiqlik	97090,6	21.79
Jarayondan chiqarib yuboradigan issiqlik	94320,5	21.17
Jami	445545.4	100

Nazorat savollari:

1. Rux boyitmalarini kuydirish jarayonining issiqlik balansini tuzishdan maqsad.
2. Rux boyitmalarini kuydirish uchun keladigan issiqlik nima bilan amalga oshadi?
3. Rux boyitmalarini kuydirish uchun sarflanadigan issiqlik nima bilan amalga oshadi?
4. Rux boyitmalarni kuydirish jarayonining issiqlik balansini keltiring?

20- amaliy mashg‘ulot

Yoyli po‘lat eritish pechining tahminiy hisoboti

(2 soat)

Eritish jarayoni uchun ko‘rsatkishlar keltirilgan.

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 eritish davri orasidagi turib qolishlar, bunga metallni chiqarish, yoqilg'i – moy quyishni, pechni tozalashni va pechga shixta yuklashni o'z ishiga oladi (12,4 %)

Yuklangan metallning qizish erishi sodir bo'ladi, bunda pech elektroenergiyaning katta qismini iste'mol qiladi.

Shuning uchun, loyihalashda hisob olib boradi. Eritish davri uchun o'z ishiga quyidagilarni oladi.

1. Materiallar balansi hisobi.
2. Pechning asosiy o'lchamlari hisobi.
3. Energetik balansi hisobi.
4. Transfatorning zaruriy quvvat hisobi.

Hajmi $G = 100$ t bo'lgan po'lat eritish pechini hisoboti quyidagicha keltirilgan. Transformatorli po'lat ishlab chiqarish uchun quyidagi shixtadan foydalangan: 11% cho'yan, 76% pasport bolvanka va kesimlar, 11% lom, 1,74% aglomerat va 0,26% elektrodlar. Po'lat eritilish jarayoni ohirida po'lat tarkibi quyidagicha.

	C	Si	Mn	Fe
Cho'yan (12 %)	4,3	0,68	1,06	qoldiq
Pasport bolvanka (74 %)	0,17	0,28	0,36	qoldiq
Lom radoviy (12 %)	0,69	0,31	1,0	qoldiq
Aglomerat (1,75 %)	-	-	-	57,0
Elektrodlar (0,25%)	0,7271	0,326	0,5136	qoldiq
Erigandan so'ng	0,23	0,036	0,190	qoldiq
O'rtacha tarkib				

Eritish jarayonidagi futerovkaning sarfi quyidagicha:

Magnezit xromli g'isht – 0,03 %

Magnezit kukuni – 1,03 %

Magnezit g'ishti – 0,28 %

Eritish jarayonida vannaga quyidagilar yuklanadi:

Magnezit – 56 %

Ohak – 2,25 %

Aglomerat – 3,25 %

Yoyli po'lat eritish pechining material va energetik balansini hisoblash uchun avvalo shixta tarkibidagi moddalarning o'rtacha tarkibi hisoblab topiladi: masalan cho'yan $12 \cdot 4,3 / 100 = 0,516\%$

temir g'o'lalari: $74 \cdot 0,17 / 100 = 0,1258\%$ va hokazo.

Nazorat savollari:

1. Yoyli po‘lat eritish pechida eritish jarayoning asosiy davrlari.
2. Yoyli po‘lat eritish pechi uchun qo‘llaniladigan shixta tarkibini keltiring.
3. Eritish jarayonidagi futerovkaning sarfi qanday miqdorga teng?
4. Eritish jaratonida vannaga nima yuklanishi kerak?
5. Shixta tarkibida moddalarning o‘rtacha tarkibini hisoblab bering.

21-amaliy mashg‘ulot

Yoyli po‘lat eritish pechiga yuklangan material balans

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

C $0,6544 - 0,230 = 0,7244$ kg

Si $0,3325 - 0,036 = 0,2965$ kg

Mn $0,5284 - 0,190 = 0,3384$ kg

Fe (tutnda) 3,0000 kg

Jami: 4,3593 kg.

30% C-CO₂ gacha, 70 % esa CO gacha oksidlanadi deb qabul qilamiz. Begona moddalarning oksidlanishga kislorod sarfini va xonada bo‘gan oksidlar miqdorini topamiz.

	Kislorodning sarfi, kg	Oksidning massasi, kg
C→CO ₂	$0,2173 \cdot 32:12 = 0,5795$	$0,2173 + 0,5795 = 0,796$
C→CO	$0,5070 \cdot 16:12 = 0,6760$	$0,5070 + 0,6760 = 1,1830$
Si→SiO ₂	$0,2965 \cdot 32:28 = 0,3389$	$0,2965 + 0,3389 = 0,6354$
Mn→MnO	$0,3384 \cdot 16:55 = 0,0984$	$0,3384 + 0,0984 = 0,4368$
Fe→Fe ₂ O ₃ (tutun)	$3,0000 \cdot 48:112 = 1,2857$	$3,0000 + 1,2857 = 4,28541$
Jami	2,9785	7,3374

Eritish jarayoni ohirida shlak tarkibini aniqlaymiz:

	SiO ₂	SaO	MgO	Al ₂ O ₃
Metallli shixta	0,6354	-	-	-
Magnezit xromitli g‘isht	0,0018	0,0006	0,0198	0,0012
Magnezitli g‘isht	0,0084	0,0073	0,2520	0,0045
Magnezitli kukun	0,0419	0,0262	0,9431	0,0083
Magnezit (podvalka)	0,0168	0,0146	0,5040	0,0086
Aglomerat	0,4359	0,6508	0,0401	-
Ohak	0,0787	1,9125	-	-
Jami				

davomi

	Cr ₂ O ₃	S	MnO	P ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Metallli shixta		-	0,4368	-	
Magnezit xromitli g'isht	0,0036	-	-	-	0,0030
Magnezitli g'isht	-	-	-	-	0,0056
Magnezitli kukun	-	-	-	-	0,0105
Magnezit (podvalka)	-	-	-	-	0,0112
Aglomerat	-	-	-	-	-
Ohak	-	0,0029	-	0,0023	0,0079
Jami	0,0036	0,0029	0,4368	0,0023	0,0382

Ilova: magnezitli g'isht va ohakni 0,002 kg va 0,1557 kg SO₂ qo'shiladi.

(Fe v FeO)/(Fe v Fe₂O₃) nisbatini 2—4 teng qilib qabul qilamiz. Keltirilgan tavsiyalarga ko'ra eritish davri oxirida uglerod miqdori 0,23 % bo'lsa shlak tarkibida bo'lgan temir oksidi miqdori 10,05 % teng, shu jumladan FeO 7,5 % va Fe₂O₃ 2,55% teng bo'ladi.

Jadvaldan temir oksidsiz shlak og'irligi 6,1481 kg teng bo'lib, bu 89,95% ni tashkil qiladi va shlakning umumiy og'irligi quyidagicha:

$$L_{\text{shl}} = 6,1481/0,8995 = 6,8350 \text{ kg.}$$

Shlak tarkibidagi temir oksidi og'irligi 6,8350–6,1481=0,6869 kg teng bo'lib, shundan Fe₂O₃ 0,1717 kg va FeO 0,5152 kg teng.

Shlak tarkibi quyidagisha:

	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
kg	1,2189	2,6120	1,8377	0,0339	0,0036
%	17,83	38,22	26,89	0,500	0,050

	S	MnO	P ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO
kg	0,0029	0,4368	0,0023	0,1717	0,5152
%	0,040	6,390	0,030	2,51	7,54

Shlak asosligi CaO/SiO₂ – 38,22/17,83 = 2,14.

Temir oksidlannishi, kg:

Fe₂O₃ gacha 0,1717—0,0382=0,1335.

FeO gacha 0,5152.

Temir metall dan shlakga o'tishi

$$0,1335 \cdot 112:160 + 0,5152 \cdot 56:72 = 0,0092 + 0,4007 = 0,4099 \text{ kg.}$$

Yaroqli metall chiqishini quyidagini tashkil qiladi.

$$98,0-4,3592-0,4099-0,5+3,843=96,5739 \text{ kg,}$$

Bu yerda: 98,0 – shixtadagi metallning og‘irligi, kg;
 4,3592- kuyindi aralashmasi, kg;
 0,5- temir soni kg;
 0,4099- shlak bilan yo‘qolgan temir miqdori kg;

Temirni oksidlash uchun kislorod sarfi quyidagiga teng:

$$(0,5152 - 0,4007) + (0,1335 - 0,0092) = 0,2388 \text{ kg.}$$

Hamma qo‘shimchalarni oksidlash uchun kislorod sarfi quyidagicha:

$$2,9785 + 0,2388 = 3,2173 \text{ kg.}$$

Kislorod qabul qilish koefitsientini 0,9 deb qabul qilganda 100 kg shixtaga kerak bo‘lgan kislorod miqdori:

$$3,2173/0,9 = 3,5714 \text{ kg yoki } 3,5714 \cdot 22,4:32 = 2,5 \text{ m}^3.$$

Qabul qilinmagan kislorod miqdori

$$3,5714 - 3,2173 = 0,3541 \text{ kg yoki } 0,2479 \text{ m}^3.$$

Kislorod bilan birga bo‘lgan azot miqdori

$$3,5714 \cdot 77:23 = 11,9564 \text{ kg yoki } 8,3695 \text{ m}^3.$$

Bu yerda: 77 va 23 —havoda azot va kislorod og‘irligi.

Elektrodlarning uglerodi yonganda va chiqayotgan gazlarni chiqishini aniqlanganda CO va CO₂ hosil bo‘lishini inobatga olish kerak (70% va 30% nisbati bo‘yicha). Amaliyotdan olingan natijalar bo‘yicha bir eritmaga sarflanadigan elektrodlar miqdori (4—7) kg/t va ~60% eritish davriga sarflanadi.

Material balansi 100 kg shixtaga tuzilsa va eritish davrida elektrodlar sarfini $0,6 \cdot 5,0 = 3,0 \text{ kg/t}$ (0,3 kg/100 kg shixtaga) qabul qilsak, S oksidi hosil bo‘lganda $0,3 \cdot 0,7 = 0,21 \text{ kg S yonadi}$ va $0,21 \cdot 28:12 = 0,49 \text{ kg SO ajralib chiqadi}$.

SO₂ hosil bo‘lganda $0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ kg S yonadi}$ va $0,09 \cdot 44:12 = 0,33 \text{ kg SO}_2 \text{ ajralib chiqadi}$.

Elektrodlar uglerodini yonishi uchun quyidagi kislorod miqdori kerak

$$(0,49 - 0,21) + (0,33 - 0,09) = 0,52 \text{ kg.}$$

Kislorod bilan birga bo‘lgan azot miqdori

$$0,52 \cdot 77:23 = 1,74 \text{ kg}$$

Chiqayotgan gazlar tarkibi:

	kg	m ³	%
CO ₂	0,7968+0,002+0,1557+0,33=1,2845	0,6539	4,95
CO	1,1830+0,49=1,6730	1,3384	10,14
O ₂	0,2479	0,1735	1,88
N ₂	1,74+11,9564=13,6964	10,9571	83,03
Jami	16,9018	13,1229	100,00

Eritish davrining material balansini

Keldi , kg:		Olindi , kg:	
Cho‘yan	11,00	Metall	96,57,39
Temir g‘o‘lari	gaz	Shlak	6,8350
Lom	11,00	Gaz	16,9018
Elektrodlar sinig‘i	0,26	Shlak bilan metall	0,5000
		yo‘qotilishi	
Aglomerat	5,01	F ₂ O ₃ (tutunda)	4,2854
Magnezit	0,56	Jami	125,0963
Ohak	2,25		
Futrovka	1,34		
Elektrodlar	0,30		
Havo	17,38		
Jami	125,10		

Nazorat savollari:

1. Yoyli po‘lat eritish pechiga yuklangan material balansini tuzing.
2. Elementlarni oksidlash uchun kislorod sarfi.
3. Eritish jarayoni ohirida shlak tarkibini aniqlab bering.
4. Oksidlanish natijasida hosil bo‘lgan gazlar tarkibini keltiring.
5. Eritish davrining material balansini tuzing.

22-amaliy mashg‘ulot

Pechning asosiy o‘lchamlarini aniqlash

(2 soat)

DSP pechining vanasi keng tarqalgan formasi bo‘lib yasovshi va konus asosi bilan 45° hosil qiluvshi sferik ko‘nussimon formasidir. DSP pechining suyuq metallda hajmi $G=100\text{ t}$ bo‘lganda sig‘imi quyidagiga teng:

$$V = vG = 0,145 \cdot 100 = 14,5\text{ m}^3$$

Bu yerda $v=0,145$ – suyuq po‘latni solishtirma hajmi m^3/t .

Metall sathi diametrini quyidagi formula orqali topamiz

$$P = 2000 \cdot C \sqrt[3]{V} = 2000 \cdot 1,085 \sqrt[3]{14,5} = 5291,5\text{mm}=5,3\text{m}$$

Bunda C koefitsiyentini quyidagi jadvalda $D/H = 5,0$ teng qilib qabul qilamiz.

D/H.....	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
C.....	1,043	1,064	1,085	1,106	1,127	1,149	1,165

Vannadagi suyuq metallning balandligi $H = 5,3/5,0 = 1,06\text{ m}$

Shlakning hisobiy hajmi 0,1v teng bo‘lib u holda

$$V_{sh}=0,1 \cdot 1,45 = 1,45 \text{ m}^3$$

Shlak qavatining balandligi

$$H_{sh} \frac{4V_{sh}}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1,45}{3,14 \cdot 5,3^2} = 0,0658 \text{ m} = 65,8 \text{ mm}$$

va shlak sathi diametri:

$$D_{sh} = D + 2H_{sh} = 5291,5 + 2 \cdot 65,8 = 5423,1 \text{ mm}$$

Ishchi tuynukning ostona sathi shlak sathidan 40 mm balandda joylashishi kerak, unda qiyalik sathi ishchi tuynukning ostonasidan 65 mm li balandda bo‘ladi.

$$D_{qiya} = D + 2(H_{sh} + 40 + 65) = 5291,5 + 2(65,8 + 40 + 65) = 5633 \text{ mm}$$

$$\text{va } D_{dev} = D_{qiya} + 200 = 5633 + 200 = 5833 \text{ mm.}$$

Eritish maydonining balandligi H_{er} va futerovkaning qatlamiga pech hajmiga bog‘liq.

G,T..... 0,5 – 6,0 12 – 50 >100

H_{er}/D_{qiya} 0,5 – 0,45 0,45 – 0,4 0,38 – 0,34

δ_{tubi}, mm 450 – 55 600 – 700 800 – 1000

δ_{sv}, mm 230 300 380 – 460

δ_{dev}, mm 300 – 35 300 – 350 300 – 350

Yuqorida keltirilgan tavsiyalarga asosan.

$$H_{er} = 0,36 \cdot 5633 = 2028 \text{ mm.}$$

Pech tubi futerovkasining qalinligi $\delta_n = 960 \text{ mm}$ va qalinligi 125 mm bo‘lgan magnezitli olovbardosh materiallar bilan zichlangan. Magnezitli g‘ishtlarning futerovkasi qalinligi 575 mm va yengil massali shamotning qalinligi esa 260 mm.

Qiyalik sathidagi devor futerovkasi qalinligi $\delta_{qiya} = 500 \text{ mm}$

bo‘lib qalinligi 460 mm magnezit g‘isht bilan terilgan va ular orasi 40 mm magnezitli material bilan to‘ldirilgan.

Kojuxning ichki diametri

$$D_k = D_{dev} + 2 \cdot 500 = 5833 + 2 \cdot 500 = 6833 \text{ mm}$$

Devorning yuqori qismidagi magnezitli futerovkaning qalinligi $\delta_{dev} = 300 \text{ mm}$

Pech svodining qalinligi $\delta_{sv} = 460 \text{ mm}$ bo‘lgan xrom magnezitli g‘ishtdan teriladi, svodning ustunlari orasidagi strelkani o‘qlari svod ustunlari orasiga nisbatan 15% qilib olinadi.

$$h_{sv} = 0,151 D_{sv} = 0,15(D_k - \delta_{sv}), \text{ mm.}$$

Pechning ichki tuynugi o‘lshamlarini pechga yoqilg‘i yordamida shlak hosil qiluvshi va legirlovshi materiallarni qo‘llab yuklashiga qarab olinadi.

$$b \times h = 1600 \times 1600 \text{ mm}$$

Nazorat savollari:

1.DSP pechi sig‘imi qaysi formuladan aniqlanadi?

2. Metall sathi diametrik formulasini keltiring.
3. Shlak qavatining balandligi qaysi formula yordamida aniqlanadi?
4. Pech devorlari va kojuh qaysi materiallardan tayyorlanib ularning qalinligi nechi mm ga teng?

23-amaliy mashg'ulot

Erish davrining energetik balansi (issiqlik kelishi)

(2 soat)

Energetik balansning tuzishdan maqsad elektr energiyani umumiy miqdorini aniqlashdir. Bu energiya DSP–100 pechga eritish jarayoni uchun ajralib chiqqan bo'lib bu miqdorga asoslanib pech transformator quvvati aniqlanadi. Bu miqdor bo'yicha keyinchalik pech transformatoriga kerak bo'lgan quvvatni topishdan foydalaniladi. Hajmi 100 tonna bo'lgan zamnaviy DSP pechlari uchun eritish jarayoni vaqti τ_{er} transformator quvvatiga bog'liq va quyidagisha

$N, \text{MVA} \dots\dots\dots 25 \qquad 32 \qquad 42$

$T_{er}, \text{s} \dots\dots\dots 12240 \quad 9504 \quad 7452$

Taxminan erish davrini o'rtasida davomiyligi $\tau_d = 2160 \text{ s}$ teng bo'lgan shixta podvalkasi sodir bo'ladi.

Tok ostidagi erish davomiyligi $\tau_{e,t} = \tau_e - 2160 \text{ s}$. $\tau_e = 9504 \text{ s}$ deb qabul qilsak, shunda

$$\tau_{e,t} = 9504 - 2160 = 7344 \text{ s bo'ladi.}$$

Issiqlik kelishi:

1. Shixta yordamida issiqlik kelishi ($t_{sh} = 20^\circ\text{S}$)

$$Q_{sh} = 100 \cdot 10^3 \cdot 0,98 \cdot 0,469 \cdot 20 = 919,24 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 0,919 \text{ GDj}$$

2. Elektr yo'ylar yordamida issiqlik kelishi.

$$Q_{yoy} = \eta_{el} W_{el} \cdot 10^{-6}, \text{ GDj,}$$

Bunda $\eta_{el} = 0,87 - 0,92$ ga teng bo'lgan elektr FIK ; W_{el} pechga kelayotgan elektr energiyasi kDj.

$$Q_{yoy} = 0,9 W_{el} \cdot 10^{-6}, \text{ GDj}$$

3. Ekzotermik reaksiyalar yordamida issiqlik kelishi

$$\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \dots\dots 0,002173 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 7407,76$$

$$\text{S} \rightarrow \text{SO} \dots\dots 0,005070 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 10,47 = 5308,29$$

$$\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \dots\dots 0,002965 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 9221,15$$

$$\text{Mn} \rightarrow \text{MnO} \dots\dots 0,003384 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 2494,01$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots\dots 0,001335 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 983,90$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{FeO} \dots\dots 0,005152 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 2483,26$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (tutun)} \dots\dots 0,03000 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 22110,0$$

$$Q_{ekz} = 50008,37 \text{ MDj} = 50,0 \text{ GDj.}$$

4. Shlak hosil bo'lishidan issiqlik kelishi.

$$\text{SiO}_2 \rightarrow (\text{SiO})_2 \quad \text{SiO}_2 \quad 0,006354 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 2,32 = 1481,09 \text{ MDj}$$

$$Q_{\text{shl}} = 1,48 \text{ GDj}.$$

Issiqlik sarfi:

1. Po'latning fizik issiqligi

$$Q_{\text{po'l}} = 0,965739 \cdot 100 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837(1600-1500)] = 135770 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 135,77 \text{ GDj}$$

2. Po'latning shlak bilan yo'qotilgandagi fizik issiqligi

$$Q_{\text{po'l-shl}} = 0,005 \cdot 100 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837 (1700-1500)] = 745230 \text{ kDj} = 0,745 \text{ GDj}.$$

3. Shlakning fizik issiqligi

$$Q_{\text{shl}} = 0,068350 \cdot 100 \cdot 10^3 (1,25 \cdot 1700 + 209,35) = 15955,282 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 15,955 \text{ GDj}.$$

4. $t_{\text{ket}} = 1500^\circ\text{C}$ bo'lganda reaksiyaning gaz holdagi mahsulotlar bilan issiqlik sarfi.

$$Q_{\text{ket}} = 0,131229 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 2244,83 = 29625,3 \cdot 10^3 \text{ kDj} = 29,625 \text{ GDj}.$$

$$\text{SO}_2 \dots 0,0495 \cdot 3545,34 = 175,49$$

$$\text{N}_2\text{O} \dots 0,1014 \cdot 2200,26 = 223,11$$

$$\text{O}_2 \dots 0,0188 \cdot 2296,78 = 43,18$$

$$\text{N}_2 \dots 0,8308 \cdot 2170,55 = 1803,05$$

$$i_{\text{ket}}^{1500} = 2244,83 \text{ kDj/m}^3$$

5. Fe_2O_3 zarralari yordamida issiqlik sarfi.

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,042854 \cdot 100 \cdot 10^3 (1,23 - 1500 + 209,34) = 8803,67 \cdot 10^3 \text{ kDj} \text{ yoki } 8,8 \text{ GDj}.$$

6. Futerovka orqali issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga issiqlik sarfi.

Devor balandliklari bir xil lekin qalinliklari har xil bo'ladi. Quyi qismi 500 mm va yuqori uchastkasi 300 mm magnezit g'ishtlaridan terilgan. Issiqlikning yo'qotilishini oldini olish uchun 40 mm qalinlikdagi magnezit qatlamini hisobga olmaymiz. Jarayon oxirida devor futerovkasi svodining yemirilishi 50% deb qabul qilamiz. Keyinchalik futerovkani qalinligiga nisbatan 75% deb olamiz.

Quyidagilarni hisobga olib, devor uchastkalari qalinliklari quyidagilarga teng:

$$0,75 \cdot 500 = 375 \text{ mm va } 0,75 \cdot 300 = 225 \text{ mm}.$$

Magnezitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027 t \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$$

Futerovkaning ichki yuzasining harorati $t_1 = 1600^\circ\text{C}$

Devorning yuqori qismidagi futerovkasini tashqi temperaturasi $t_2^{\text{tepa}} = 350^\circ\text{S}$, $t_2^{\text{past}} = 300^\circ\text{C}$, u holda

$$\lambda_M^{\text{tepa}} = 6,28 - 0,0027(1600 + 350)/2 = 3,65 \text{ Vt/(mK)};$$

$$\lambda_M^{\text{past}} = 6,28 - 0,0027(1600 + 300)/2 = 3,715 \text{ Vt/(mK)};$$

$$\alpha_{konv}^{tepa} = 10 + 0,06 \cdot 350 = 31 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)};$$

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

Sexdagi harorat 30°C deb hisoblaymiz

$$Q_{issiq}^{pol.tepa} = 1600 - 30/0,225/3,65 + 1/388 \cdot 9504 = 6.8 \text{ GDj}$$

$$Q_{issiq}^{pol.past} = 1600 - 30/0,225/3,65 + 1/388 \cdot 9504 = 4,2 \text{ GDj}$$

Bunda

$$F_{yuza}^{dev.} = \pi D_k \cdot H_{er}/2 = 3,14 \cdot 6,833 \cdot 2,028/2 = 21,7 \text{ m}^2 - \text{pech devorlarining tashqi qatlamining yuqori va quyi qismi yuzasi maydoni.}$$

Svod orqali issiqlik yo'qotilishi, svodning ichki yuzasining harorati $t_1 = 1600^\circ\text{S}$ deb olib, tashqi $t_2 = 320^\circ\text{S}$ teng, magnezitxromit g'ishtlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

$$\lambda_{mx} = 4,1 - 0,0016 (1600 + 320)/2 = 2,564 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}.$$

Konveksiya orqali atrof muhitga issiqlik o'tkazish koeffitsienti.

$$\alpha_{konv} = 1,3 (10 + 0,06 \cdot 320) = 37,96 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Svod futerovkasi qalinligi quyidagiga teng: $0,75 \cdot 0,46 = 0,345 \text{ mm}$.

tashqi yuzasi maydoni quyidagicha:

$$F_{yuza}^{sv} = \pi(H_{sv}^2 + D_{sv}^2)/2 = \pi[0,15^2(D_k - \delta'_{dev})^2 + (D_k - \delta'_{dev})^2]/2 = 3,14[0,15^2(6,833 - 0,3)^2 + (6,833 - 0,3)^2]/2 = 68,5 \text{ m}^2$$

Endi

$$Q_{issiqlik}^{dev.tepa} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,345}{2,564} + \frac{1}{37,96}} 68,5 \cdot 9504 = 6,35 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 6,35 \text{ GDj}$$

Nazorat savollari:

1. Energetik balansning tuzishdan maqsadi nimadan?
2. Pech transformatori quvvati nima bo'g'liq bo'ladi?
3. Pechga issiqlik kelishi qaysi jarayonlar yordamida amalga oshadi?
4. Ekzotermik reaksiyalari natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar qanday?

24-amaliy mashg'ulot

Erish davrining energetik balansi(issiqlik sarfi)

(2 soat)

Pech tubi orqali issiqlik yo'qotilishini aniqlaymiz, bunda pech tubi magnezit futerovkasi va magnezit to'ldiruvchilardan tashkil topgan, zaslonka quyidagi podinasi bilan bir hil qalinlikda bo'ladi (qalinligi 0,6 m). Yengil simob qalinligi 0,26 mm, tubi ichki yuzasi harorati $t_1 = 1600^\circ\text{C}$ tashqi $t_2 = 200^\circ\text{C}$ teng.

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027 t_M, \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)};$$

$$\lambda_{sh} = 0,465 + 0,00038 t_{sh}, \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}.$$

Qatlamlar bo'lingan chegarasi haroratini quyidagicha aniqlaymiz

$$t_{sh-m} = t_2 + (t_1 - t_2) \frac{\delta_{sh}}{\delta_{sh} + \delta_M} = 200 + (1600 - 200) \frac{0,26}{0,6 + 0,26} = 623,3^\circ\text{S}$$

Materiallarning issiqlik o'tkazish koeffitsienti:

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027 (1600 + 623,3)/2 = 3,28 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$$\lambda_{sh} = 0,465 + 0,00038 (623,3 + 200)/2 = 0,621 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$t_2 = 200^\circ\text{C}$ dagi pastki yuzaga qarab yo'nalgan konveksiyaning issiqlik o'zgarishi koeffitsientini hosil qilamiz va u quyidagiga teng:

$$\alpha_{konv} = 0,7 (10 + 0,06 \cdot 200) = 15,4 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$q_{tub} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,6}{3,38} + \frac{0,26}{0,621} + \frac{1}{1,54}} = 2355,44 \text{ Vt/m}^2.$$

Futerovka qatlamlari orasidagi haroratini qiymatini va yuzaki haroratni quyidagicha aniqlaymiz.

$$t_{m-sh} = 1600 - 2355,44 \cdot \frac{0,6}{3,28} = 1169^\circ\text{S}.$$

$$t_2 = 30 + 2355,44/15,4 = 182,9^\circ\text{S}.$$

U holda

$$\lambda_M = 6,28 - 0,0027(1600 + 1169)/2 = 2,54 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$$\lambda_{sh} = 0,465 + 0,00038(1169 + 182,9)/2 = 0,72 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$$\alpha_{konv} = 0,7(10 + 0,06 \cdot 182,9) = 14,68 \text{ Vt/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$q'_{tub} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,6}{2,54} + \frac{0,26}{0,72} + \frac{1}{14,68}} = 2359,3 \text{ Vt/m}^2.$$

Podinaning tashqi qatlami yuzasini topishda uni yuzasi sferik sigmentini topgan deb qabul qilamiz. Svodning tashqi qatlami yuzasi $F_{yuzal}^{sv} = 154,1 \text{ m}^2$ va silindrik qavatini

$$F_{yuzal}^{pod} = \pi D_k (H_{tub} - \delta_{yuzal})$$

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida quyidagiga egamiz.

$$H_{tub} = \delta_{yuzal} + H + H_{shl} + 0,04 + 0,065 = 0,86 + 2,028 + 0,0658 + 0,04 + 0,065 = 3,06 \text{ m}$$

$$\text{Bunda } F_{yuzal}^{tub} = 3,14 \cdot 6,833(3,06 - 0,86) = 47,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Natijada: } Q_{issiqkil}^{tub} = 2359,3(68,5 + 47,2) \cdot 9504 = 2,59 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 2,59 \text{ GDj}.$$

Futerovkadan issiqlik o'tkazuvchanlik yordamida umumiy issiqlik sarfi :

$$Q_{issiq} = 3,46 + 2,38 + 6,35 + 2,59 = 14,78 \text{ gDj}.$$

7. Pechning ishchi darchasini sovutish uchun suv sarfi bilan issiqlik yo'qotilishi.

DSP pechining ishchi darajasi o'lshami $b \times h = 1600 \times 1600 \text{ m}$ ga teng bo'lib suv sovutuvshi to'sma qopqoq bilan yopilgan va futerovkaning ichki tarafidan eni $S = 0,15 \text{ m}$ teng bo'lgan P ko'rinishi suv sovutuvshi quti bilan o'ralgan. Quyi yuzasidagi haroratni $t_{quti} = 80^\circ\text{C}$ da olamiz, bunda qorayish darajasi $\epsilon_k = 1$ ga teng bo'lib suv bilan issiqlik yo'qotilishi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{sov}^{qut} = C_0 \left[\left(\frac{T_n}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_\kappa}{100} \right)^4 \right] (2h + b) S \tau_p = 5,7 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{80 + 273}{100} \right)^4 \right] (2 \cdot 16 + 1,6) \cdot 0,15 \cdot 9504 = 4,79 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 4,79 \text{ GDj}$$

To'sma qopqoqni sovutish uchun suv bilan birga issiqlik sarfi aniqlaymiz Darcha tuynukcha formulasi.

$$Q_{sov}^{qopqoq} = 5,7 \cdot 0,78 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{80 + 273}{100} \right)^4 \right] (1,6 \cdot 1,6 \cdot 9504 = 13,3 \cdot 10^9 \text{ Dj} = 13,3 \text{ GDj}$$

Bu yerda $\varepsilon = 0,78$ yuzasi kvadrat holdagi $1/a = \delta_{st}/h = 0,5/1,6 = 0,31$ uchun qorayish darajasi. Ja'mi ishchi darcha orqali issiqlik yo'qolishi.

$$Q_{sov} = 4,79 + 13,3 = 18,09 \text{ GDj.}$$

8. Ikkita eritish davri orasidagi issiqlik yo'qotilishi pechkaga shixta tashlash davomida u oshiriladi va bu davr mobaynida umumiy issiqlik yo'qolishi oshiq svod orqali issiqlik ko'rsatkichini miqdoriga teng, u esa gaz bilan issiqlik yo'qotilishiga suv bilan sovituvchi agregat issiqlik o'tkazuvchanligi orqali issiqlik yo'qotishlarga bog'liqdir. Bu kattaliklarni pechni ochiq paytida hisoblash qiyin, shunki futerovkaning ichki qatlami harorati tez tushib ketadi. Shuning uchun 2 ta eritish davri o'rtasidagi issiqlik yo'qotilishi taxminan quyidagiga teng deb olamiz.

$$Q = (Q_{issiq} + Q_{sov} + 0,5 Q_{ket}) k_n \tau_n / \tau_p = (14,78 + 18,09 + 0,5 \cdot 29,625) \cdot 1,15 \cdot 2160 / 9504 = 12,447 \text{ GDj.}$$

Bu yerda k_h – hisobga olinmagan yo'qotishlar koeffitsienti.

$k_h = 1,1 - 1,2$ DSP pechining erish davridagi issiqlik balansi tenglamasidan elektr energiyasidagini topamiz.

$$Q_{kelish} = Q_{sarflanish}$$

$$0,919 + 0,9 \cdot 10^{-6} W_{el} + 50,008 + 1,48 = 135,77 + 0,745 + 15,955 + 29,625 + 8,8 + 14,78 + 18,09 + 12,447$$

Bu yerda $W_{el} = 204,23 \text{ GDj}$ ($56,73 \cdot 10^3 \text{ kVt} \cdot \text{s}$).

DSP pechini erish davridagi issiqlik balansi tenglamasidan elektr energiyasidagini topamiz.

DSP pechi erish davridagi issiqlik balansi hisob–kitob natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

$$\omega_1 = W_{el} / G_M = 204,23 / 96,5789 = 2,1 \frac{\text{GDj}}{\text{kg}} \left(587,4 \frac{\text{kJt} \cdot \text{s}}{\text{kg}} \right)$$

1 kg metalli yuklovchilar uchun elektr energiyaning solishtirma sarfi.

$$\omega_1 = W_{el} / G_j = 204,23 / 98,0 = 2,084 \text{ GDj} / \text{kg}$$

Foydali ish issiqlik koeffitsienti quyidagiga teng:

$$\eta_m = \frac{Q_{po'lat} + Q_{po'l-shl} + Q_M}{Q_{kel}} = \frac{135,77 + 0,745 + 15,955}{236,212} = 0,65$$

$\eta_{el} = 0,9$ ni hisobga olib umumiy FIK ni topamiz.

$$\eta_{umum} = \eta_{el} \cdot \eta_T = 0,9 \cdot 0,65 = 0,585$$

Pechdan chiqayotgan gaz orqali issiqlik yo'qotilishi miqdori kattadir. Bu esa elektr energiya sarfini bir necha martaga oshiradi.

Yoyli po‘lat eritish pechining eritish davrinig issiqlik balansi

Issiqlik kelishi moddalari	GDJ (%)	Issiqlik sarf bo‘lishi moddalari	GDJ (%)
Shixta bilan issiqlik miqdori	0,919(0,39)	Fizik issiqlik: po‘latniki	135,77(57,48)
Yoy bilan issiqlik miqdori	183,805(77,81)	shlak bilan po‘latning yo‘qolishi	0,745(0,32)
Ekzotermik reaksiya orqali kechgan issiqlik miqdori		shlakni fizik issiqlik gaz bilan issiqlik yo‘qolishi	15,965(6,76)
Shlak hosil bo‘lishining issiqlik miqdori	50,008(21,17)	Fe ₂ O ₃ zarrachalari bilan issiqlik yo‘qolishi	29,625(12,54)
	1,480(0,63)	Issiqlik o‘tkazuvshanligi orqali issiqlik yo‘qotilishi	8,8(3,73)
		Suv bilan issiqlik yo‘qotilishi	14,78(6,25)
		Ikkita erish davri o‘rtasidagi issiqlik yo‘qotilishi	18,09(7,66)
			12,447(5,2)
Jami:	236,212(100)	Jami:	236,212(100)

Pechning transformatoridagi quvvati

Erish davridagi o‘rtacha quvvati.

$$N_{o'r} = W_{el} / \tau_{er.dav} = 204,23 \cdot 10^6 / 7344 = 27,81 \cdot 10^3 \text{ kVt.}$$

Quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti $K = 0,75-0,9$ qabul qilib olib maksimal quvvatni aniqlasak bo‘ladi.

$$N = N_{o'r} / K = 27,81 \cdot 10^3 / 0,825 = 33,71 \cdot 10^3 \text{ kVt.}$$

O‘rtacha og‘irlik koeffitsiyentini quvvatini $\cos \varphi = 0,707$ ko‘rsatkichni qabul qilib, kerakli butun transformator quvvatini topamiz.

$$N' = N / \cos \varphi = 33,71 \cdot 10^3 / 0,707 = 47,68 \text{ kVA.}$$

Bu ko‘rsatkich 3 fazali transformator quvvatini standart bo‘yicha hisobga olinadi.

Nazorat savollari:

1. DSP pechida issiqlik sarflanishi.
2. Pechining erish davridagi issiqlik balansi tenglamasini keltirib bering.
3. Issiqlik balansi jadvalini tuzib bering.
4. Pechning transformatoridagi quvvati

Foydalanilgan adabiyotlar:

- 1.Диомидовский Д.А. Расчёты пиропроцессов и печей цветной металлургии.- М.: Металлургия, 1990 .
2. Кривандин В. А. , Филимонов Ю. П. «Теория, конструкции и расчеты металлургических печей»-М: Металлургия, 1986- 479с.
- 3.Мастрюков Б. С. «Теория, конструкции и расчеты металлургических печей » М: Металлургия, 1986- 375с.
- 4.Юсупходжаев А. А., Сулейманова К. И. «Проектирование металлургических заводов».- Т.: ТашГТУ, 2004- 90с.
- 5.Юсупходжаев А. А, Балгабаева Г. Т. «Механическое оборудование металлургических заводов» Ч-2- Т: ТашГТУ, 2003- 36.
6. Лоскутов Ф.М., Цейдлер А.А. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов.- М.: Учеба, 2004- 592с.
7. Кетаев Б.И. Теплотехнические расчеты металлургических печей. М.: Металлургия, 1990. 325с.
8. www.misis.ru.
9. www.edu.ru/db/portal/spe/index.htm.
10. www.weimar.de.

MUNDARIJA:

1-amaliy mashg'ulot	Metallurgiyada qo'llaniladigan yoqilg'ilarning yonishini metodik hisoblash.....	3
2-amaliy mashg'ulot	Qattiq yoqilg'ilarning yonishini hisoblash.....	6
3-amaliy mashg'ulot	Mazut yonishinig hisoblash.....	10
4-amaliy mashg'ulot	Gazsimon yoqilg'ilarning yonishini hisoblash.....	12
5-amaliy mashg'ulot	Tabiiy gaz va mazut aralashmasini yonishini hisoblash.....	15
6-amaliy mashg'ulot	Yallig' qaytaruvchi eritish jarayoni uchun yoqilg'i sarfi va ajralib chiqqan gazlarning tarkibini hisoboti.....	17
7-amaliy mashg'ulot	Shteyn tarkibi va desulfurizatsiya darajasini hisoblash. Tarkibi ma'lum bo'lgan shlakni eritishda kerakli flyus miqdorini hisoblash.....	21
8-amaliy mashg'ulot	Yallig' qaytaruvchi eritishda yoqilg'i sarfi va chiquvchi gazlar tarkibini hisoblash.	23
9-amaliy mashg'ulot	Nam shixtani eritish uchun yallig' qaytaruvchi eritish jarayoni uchun tabiiy gaz sarfini va issiqlik balansini hisoboti....	25
10-amaliy mashg'ulot	Mis shteynlarini konverterlash.....	28
11-amaliy mashg'ulot	Konverterlash jarayonining issiqlik balansini.....	32
12-amaliy mashg'ulot	II bosqichning issiqlik balansini.....	35
13-amaliy mashg'ulot	Xomaki misni olovli tozalash jarayonining issiqlik balansini hisoblash. Material balansini hisoblash.....	37
14-amaliy mashg'ulot	Yonilg'i yonishini va chiquvchi gazlar tarkibini hisoblash..	38
15-amaliy mashg'ulot	Xomaki misni olovli rafinirlash issiqlik balansini	40
16-amaliy mashg'ulot	Qaynar qatlam pechlarida rux boyitmalarini kuydirish jarayonini xisoblash.....	41
17-amaliy mashg'ulot	Chiqayotgan xamda kuydirish uchun kelayotgan havoning miqdorini hisoblash.....	44
18-amaliy mashg'ulot	Chang va kuyindi miqdorlarini hisoblash.....	46
19-amaliy mashg'ulot	Rux boyitmalarni kuydirish jarayonining issiqlik balansini hisoblash.....	49
20-amaliy mashg'ulot	Yoyli po'lat eritish pechining tahminiyl hisoboti	51
21-amaliy	Yoyli po'lat eritish pechiga yuklangan material balansini...	53

mashg'ulot		
22-amaliy	Pechning asosiy o'lchamlarini aniqlash.....	56
mashg'ulot		
23-amaliy	Erish davrining energetik balansi (issiqlik kelishi).....	58
mashg'ulot		
24-amaliy	Erish davrining energetik balansi(issiqlik sarfi).....	60
mashg'ulot		

Muharrir : Sidikova K.A.

Musahhih: Adilxodjaeva Sh.