

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

TEMIRNI RUDADAN BEVOSITA OLISH

fanidan

amaliy mashg‘ulotlar uchun

USLUBIY QO‘LLANMA

5310300 «Metallurgiya» yo‘nalishi uchun

Toshkent - 2017

“Temirni rudadan bevosita olish” fanidan amaliy mashg‘ulotlari uchun uslubiy qo‘llanma. Tuzuvchilar: Aribjonova D.Ye., Bolibekov M.SH. - Toshkent:ToshDTU, 2017y. 28 bet.

Mazkur uslubiy qo‘llanmada “Temirni rudadan bevosita olish” fanidan amaliyot mashg‘ulotlar kiritilgan bo‘lib, bu yerda zamonoviy metallurgiyaning asosiy jarayonlari aks ettiriladi. 5310300 “Metallurgiya” yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan.

Ushbu uslubiy qo‘llanma texnika oliy o‘quv yurtlari pedagog-o‘qituvchilari uchun tavsiya etiladi.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengash qaroriga muvofiq nashr etildi.

Taqrizchilar: Bekmurzayev B.B. “O‘ Zgeorangmetliti” DUK direktori,
t.f.d. prof.
Xudoyarov S.R. “Metallurgiya” kafedrasi mudiri, t.f.n.
dots.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2017

1-AMALIY MASHG'ULOT

METALLURGIK JARAYONLARDA MATERIALLAR BALANSI VA HISOBINI TUZISH QOIDALARI

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

Materiallar balansini quyidagi tenglama bilan ifodalashimiz mumkin: chap tomoni hamma turdagi xomashyolar massalarining yig'indisi ΣG , o'ng tomoni esa olinadigan mahsulot massasi bilan ΣG^1 ishlab chiqarishdagi yo'qolishlar yig'indisi $\Sigma G^1_{yo'qol}$ ga teng bo'ladi.

$$\Sigma G = \Sigma G^1 + \Sigma G^1_{yo'qol}$$

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

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

$$G_g + G_s + G_q = G_g^1 + G_s^1 + G_q^1$$

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

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

Amaliy materiallar balansida dastlabki xomashyo tarkibi va tayyor

mahsulot tarkibi, xomashyodagi komponentlarning ortiqchaligi, komponentlarning mahsulotga o'tish darajasi, xomashyo va tayyor mahsulotning jarayon davomida yo'qolishi kabi omillar hisobga olinadi.

Hisoblangan material balansidan, xomashyo va qo'shimcha materiallar sarfini, mahsulotning tannarxini, tayyor mahsulot chiqishi, reaksiya zona hajmini, apparatlar soni va hajmini, ishlab chiqarish quvvatini, ishlab chiqarishdagi yo'qolishlarni aniqlash mumkin.

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

1-jadval

Material balansi

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

Sarf- xarajatlar koeffitsiyenti hisobi

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

Shpatli ohak FeCO_3 - 115.8 mol

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

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

Fe_2O_3 – 159.7 mol

Fe_3O_4 – 231.5 mol

Yechim. 1 kmol FeCO_3 dan 1 kmol Fe olish mumkin yoki 115.8 kg FeCO_3 dan 55.9 kg Fe olish mumkin. Bu yerda 92 % 1 t cho'yan olish

uchun qancha temir karbonat talab etiladi.

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

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

Nazorat savollari

1. Metallurgik jarayonlarda materiallar balansi deganda nimani tushunasiz?
2. Nazariy materiallar balansi nima asosida tuziladi?
3. Amaliy materiallar balansi nima asosida tuziladi?

2- AMALIY MASHG‘ULOT

TEMIRLI RUDALARDAN METALLASHGAN MATERIALLAR OLISH UCHUN SHIXTA TARKIBINI HISOBLASH

1.1. Dastlabki ma’lumotlar

Shixta tarkibi hisobi 1 tn metallashgan material uchun olib boriladi.

1. Shixta tarkibini hisoblash uchun metallashgan material (cho‘yan) tarkibi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Metallashgan material (cho‘yan) tarkibi

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

1. Temir tarkibli rudalar shixtasining 85% qismi flyuslangan aglomeratdan, 15% flyussiz okatishlardan tashkil topadi.

Materiallar tarkibi

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

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

Marganesli rudaning kimyoviy tarkibi

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

5-jadval

Ohakning kimyoviy tarkibi

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

6-jadval

Koks va uchuvchan moddalar tarkibi

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

3. Qo‘shimcha yoqilg‘i sifatida tabiiy gazdan foydalaniladi. Tabiiy gaz sarfi 1 tn metallashgan mahsulotga 120 m³.

7-jadval

Tabiiy gaz tarkibi

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

4. Metallashgan mahsulotlar olish sharoitlari.

a. Shlakning asosliligi 1,06.

b. Harorat 1200 °C.

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

d. Issiq havo namligi $f = 1,2\%$ (hajm boy‘ icha).

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

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

g. Chiqindi gazlar harorati 300 °C.

h. Metallashgan mahsulot entalpiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi: $Q_{cho'yan} = 147 + 0,756 \cdot t$

Bu yerda t – Metallashgan mahsulotning harorati, 1400-1450 °C choʻyan uchun. Hisoblashda 1410 °C deb qabul qilamiz.

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

i. Shlakning entalpiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$Q_{shlak} = 1459,5 + 2,1 \cdot (t - 1300) \quad t_{\text{tut shlak}} = 1300-1450 \text{ °C da,}$$

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

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

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

j. Issiqlikning yoʻqolishiga quyidagilar kiradi: sovituvchi suv bilan yoʻqoluvchi issiqlik, pech devorlari orqali konveksiya yoʻli bilan yoʻqoluvchi issiqlik, qiymati 1260 dan 2100 kJ/kg C_{koks} ga hisoblashda 1260 kJ/kg C_{koks} .

k. Ruda aralashmalarining koloshnik gazlari bilan yoʻqolishi 2,7%, koks yoʻqolishi – 1,2%.

l. Metan hosil boʻlishiga $[C]_{CH_4} = 0,8\%$ koks uglerodi sarflanadi.

Temir tarkibli materiallarning oʻrtacha tarkibini hisoblash

$$[\mathcal{E}]_{p.c.} = [\mathcal{E}]_{agl} \cdot \eta_{agl} + [\mathcal{E}]_{okat} \cdot \eta_{okat},$$

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

Hisoblash natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

Temir tarkibli ruda, flyus va marganesli rudalarning xarajat miqdorlari 1 tn metallashgan material olish uchun aniqlanadi. Shixtaning xarajat koeffitsiyentlari balansli tenglama orqali olib boriladi. x, y va z harflari orqali ruda, marganesli ruda va ohaklar belgilanadi.

Shixta komponentlaridan metallashgan materiallarning chiqishi

Metallashgan materiallarning chiqishi – bu kattalik bir birlik materialni eritganda hosil boʻladigan metallashgan material miqdorini ifodalaydi. Metallashgan materiallarning chiqishi elementlar orqali aniqlanadi.

Metallashgan materiallar tarkibidagi elementlar (Fe, Mn, P, As, Ni, Cu, Cr, V va b.) miqdori shixta tarkibiga bog‘liq. Boshqa elementlar (C, Si, S, Ti) miqdori esa eritish sharoitlariga bog‘liq.

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

Metallashgan materiallarning chiqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

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

8- jadval

**Shixta materiallaridan metallashgan materiallarning
chiqishini aniqlash**

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

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

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

Shixtadan metallashgan materiallarning chiqishi quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\varphi_{p.c.} \cdot x + \varphi_{m.p.} \cdot y + \varphi_{izb.} \cdot z = 1000$$

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

Shixta komponentlarida marganesning balansi

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

9-jadval

Shixta komponentlari bilan kiritilayotgan marganesning ortiqchaligi (yetishmovchilik)

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

Marganes balansini ifodalovchi tenglama quyidagicha ko‘rinish oladi:

$$-0,751x + 20,257y = 0.$$

Ma’lum nordonlikdagi shlakda nordon va kislotali oksidlarning balansi

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

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

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

Shixta komponentlaridagi ortiqcha va yetmagan nordonlarning algebraik yig‘indisi nolga teng bo‘lishi kerak.

Nordonlik bo‘yicha balans quyidagicha ko‘rinish oladi.

$$(\pm \overline{RO})_{p.c.} \cdot M_{p.c.} + (\pm \overline{RO})_{m.p.} \cdot M_{m.p.} + (\pm \overline{RO})_{u3e} \cdot M_{u3e} = 0$$

Shunda

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Shunday qilib, quyidagi tenglamalar sistemasi hosil bo' ladi:

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

Tenglamalar sistemasini yechib, quyidagi natijalarni olishimiz mumkin:

$$x = 1727,092 \text{ кг}$$

$$y = 64,029 \text{ кг}$$

$$z = 2,867 \text{ кг}.$$

Nazorat savollari

1. Aktivlik koeffitsiyentiga ta'rif bering.
2. 1 % li standart eritmaga nisbatan aktivlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
3. Fe – Al eritmasi uchun aktivlik koeffitsiyenti qanday formula orqali aniqlanadi?

3 - AMALIY MASHG'ULOT

QOTISHMADAGI KOMPONENTLARNING AKTIVLIGI BO'YICHA HISOBLAR

Misol 1.1. Fe-Cu eritmasida 1823 K da misning aktivligi toza misning standart holatiga nisbatan quyidagicha:

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

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

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

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

Eritmada misning foiz ulushi:

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

Fe-Su eritmasida 1 % li eritmaga nisbatan misning aktivlik koeffitsiyenti:

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

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

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

Misning aktivlik koeffitsiyentini hisoblash natijalari

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

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

Misol 1.2. Fe-Al va Fe-Si binarli sistemalarda, 1600°C da suyuq eritmalar uchun y) f_i va γ_i aktivlik koeffitsiyentlari orasidagi munosabatni aniqlash.

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

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

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

Unda

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

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

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

Nazorat savollari:

1. Aktivlik ko'effitsiyenti deganda nimani tushunasiz?
2. 1% li standart eritmaga nisbatan misning aktivligi qanday aniqlanadi?
3. Fe-Al eritmasi uchun faol aktivlik ko'effitsiyenti qaysi formulaga muvofiq topiladi?

4 - AMALIY MASHG'ULOT

Fe-S SISTEMASIDA EKSPERIMENTAL MA'LUMOTLAR BO'YICHA HISOBOTLAR

Misol: 1560°C da Fe-C qotishmasining muvozanati haqidagi eksperimental ma'lumotlar asosida SO-SO₂ gazlar aralashmasi bilan standart holatdagi grafitga nisbatan uglerodning aktivligi aniqlangan. Bunda $a_C^R = 1$. Uchta tajriba bo'yicha o'rtachalatish yo'li bilan olingan uglerodning uchta konsentratsiyasi uchun aktivlik ifodalari quyida keltirilgan:

$$\begin{array}{cccc} x_s & . & . & . \\ a_C^R & . & . & . \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 0,0090 & 0,0272 & 0,0543 \\ 0,0060 & 0,0191 & 0,0596 \end{array}$$

0,1 dan 1,0% gacha konsentratsiyali uglerod uchun 1 % li standart holdagi eritmaga nisbatan aktivlik ko'effitsiyentini aniqlash.

Yechim. Uglerodning uch xil konsentratsiyasi uchun γ_s aktivlik ko'effitsiyentini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} x_s = 0,0090; \quad \gamma_s &= \frac{a_C^R}{x_C} = \frac{0,0060}{0,0090} = 0,667; \\ x_s = 0,0272; \quad \gamma_s &= \frac{a_C^R}{x_C} = \frac{0,0191}{0,0272} = 0,724; \\ x_s = 0,0543; \quad \gamma_s &= \frac{a_C^R}{x_C} = \frac{0,0596}{0,0543} = 1,098; \end{aligned}$$

Olingan γ_s ifodalarni $\gamma_s - x_s$ bog'liqlik grafigiga kiritamiz. Uglerodning mol konsentatsiyasiga ($x_C \rightarrow 0$), γ_s ifodani γ_s^0 qiymatidan foydalanib, $\gamma_s^0 = 0,665$.

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

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

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

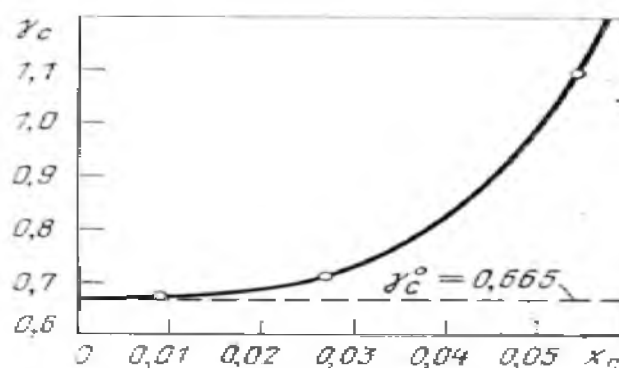
Uglerodning boshqa konsentratsiyalari uchun ham analogik ravishda hisoblar olib boramiz.

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

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

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

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



1 – rasm. 1560°C da Fe-C qotishmasida aktivlik koeffitsiyenti γ_s ning uglerodning mol miqdoriga bog'liqligi

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

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

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

Nazorat savollari

1. Fe-C qotishmasida grafitga nisbatan uglerodning aktivligi qanday aniqlangan?
2. Qotishmada C ning konsentratsiyalari qaysi qonunda sezilarli darajada og'ishini ko'rish mumkin?

5 -AMALIY MASHG'ULOT

UGLEROD BILAN TO'YINGAN TEMIR ERITMALARIDA MARGANESNING MIQDORIY TARKIBINI HISOBLASH

Misol. Quyidagicha tarkibli shlak bilan muvozanatda turgan uglerod bilan to'yingan temir eritmalaridagi marganesning miqdorini aniqlang, %: 35SiO₂; 44,5SaO; 20Al₂O₃; 0,5MnO. Sistemada bosim $1,7 \cdot 10^{-5}$ Pa. Harorat 1500°S.

Yechim. Tenglama bo'yicha 1500°C harorat uchun K_{Mn} kattaligini aniqlaymiz:

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

100 g shlakdagi mollar sonini aniqlaymiz:

$$n_{SiO_2} = 0,582; \quad n_{CaO} = 0,793; \quad n_{MnO} = 0,007;$$

$$n_{Al_2O_3} = 0,196; \quad \Sigma n = 1,578.$$

Shlak tarkibini foiz mollarda hisoblaymiz. (I mol %) = $(n_i / \Sigma n) 100$:
(SiO₂) = 36,9; (SaO) = 50,3; (Al₂O₃) = 12,4; (MnO) = 0,4.

Kiritilgan tarkibli shlak uchun diagrammadan γ_{MnO} aktivlik ko'effitsiyentini topamiz. $\gamma_{MnO} = 0,5$. Uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganesning aktivlik ko'effitsiyentini aniqlaymiz. Suyuq temirda uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi quyidagi

tenglama bilan ifodalanadi.

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

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

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

Ifodadan K_{Mn} ni topamiz:

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

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

Nazorat savollari:

1. Uglerod bilan to'yingan Fe eritmasidagi Mn ning miqdori qaysi formula orqali topiladi?
2. Uglerod bilan to'yingan suyuq temirdagi marganesning aktivlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
3. Suyuq Fe uglerodning erish chegarasining harorat bilan bog'liqligi qaysi tenglamada ifodalanadi?

6- AMALIY MASHG'ULOT

SUYUQ TEMIRDAGI KISLORODNING MUVOZANAT KONSENTRATSIYASI HISOB

Misol. 1650°C haroratda nordonlikni yo'qotish jarayoni uchun suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash:

- a) 0,5; 1,0; 1,5% konsentratsiyalarda marganes bilan;
- b) 0,2; 0,5 i 1,0 % konsentratsiyalarda kremniy bilan;
- v) 0,05; 0,10 i 0,15% konsentratsiyalarda alyuminiy bilan.

Nordonlikni yo'qotish jarayonida MnO , SiO_2 va Al_2O_3 oksidlari hosil bo'ladi, bunda aktivlik 1 ga teng.

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

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

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

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

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

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

Kislorodning muvozanat konsentratsiyalarini aniqlaymiz:

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

$$[\% \text{O}]_{\text{Si}} = \sqrt{K_{\text{Si}} / [\% \text{Si}]^2} \cdot f_{\text{Si}}^{\text{Si}};$$

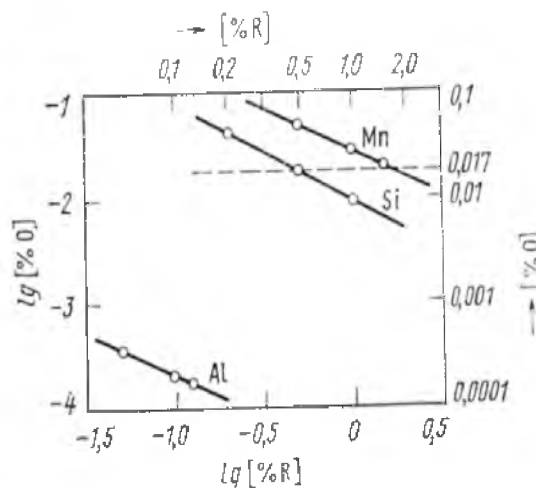
$$[\% \text{O}]_{\text{A}} = 3 \sqrt{K_{\text{Al}} / [\% \text{Al}]^2}.$$

Olingan ifodalarga muvozanat konstantasi ifodalarini qo‘yib, nordsizlantiruvchilarning konsentratsiyalarini va aktivlik koeffitsiyentlarini qo‘yib, kislorodning aktivlik koeffitsiyentini topamiz va 10 - jadvalga kiritamiz.

11- jadval

kislorodning muvozanat konsentratsiyalari hisobi natijalari

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



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

Hisoblash natijalari asosida grafik chizamiz (2-rasm). Bunda kislorodning muvozanat konsentratsiyasi 0,017 % ga teng bo‘lganda, qotishmada kremniyning foiz ulushi 0,5% ga tengligi ta’minlanadi. Suyuq temirni marganes bilan nordonsizlantirish jarayonida kislorodning xuddi shunday konsentratsiyasini olish uchun qotishmada marganesning miqdori 2 % bo‘lishi kerak.

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

Nazorat savollari

1. Nordonlik deganda nimani tushunasiz?
2. Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyalari qanday aniqlanadi?
3. Nordonsizlantirish deganda nimani tushunasiz?

7 - AMALIY MASHG‘ULOT

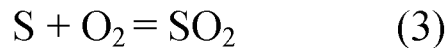
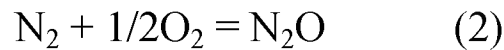
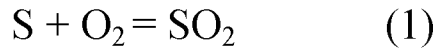
YOQILG‘INING YONISH HARORATI HISOB

Misol. Quyidagicha tarkibli koksning yonish haroratini aniqlash, massa larda.

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

Havoning ortiqchalik koeffitsiyenti $\alpha = 1,55$. Havoning nisbiy namligi 70 %. 25°C da namlikning to'yinish darajasi $23,1 \text{ g/m}^3$. Koks va havo yonish gorelkasiga 25°C da kelib tushadi. Issiqlikning yo'qolishini (issiqlikning kotyol devorlaridan va shlak bilan yo'qolishi) umumiy issiqlik kelishidan 8 % deb qabul qilamiz.

Yechim: Yonish quyidagi reaksiyalar orqali amalga oshadi:



Hisobni 1 kg koks uchun olib boramiz.

Mendeleevning quyidagi formulasiga asosan koksning past yonish issiqligi:

$$Q_v^r = 339,3\text{S} + 1256\text{N} + 109(\text{O}-\text{S}) - 25,2 (9\text{H}+\text{W})$$

$$Q_v^r = 339,3*70 + 1256*6,5 + 109(10-2) - 25,2 (9*6,5+5) = 29650 \text{ kJ/kg} \\ (7110 \text{ kkal/kg})$$

Koksning o'rtacha issiqlik sig'imida $0,78 \text{ kDj}/(\text{kg}^{\circ}\text{C})$, 25°C da 1 kg koksdan $st=0,78*25=18,2 \text{ kDj/kg}$ issiqlik ajralib chiqadi.

Havoning nazariy sarfini quyidagi tenglama orqali hisoblash mumkin:

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

Shu bilan bir qatorda azotning

$$(77,7*79)/100=6,14 \text{ m}^3 \text{ va kislorod } 1,63 \text{ m}^3.$$

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

$$(23,1*7,77)/10,05=17,9 \text{ g N}_2\text{O yoki } 0,0179 \text{ kg N}_2\text{O}$$

$$Q_{\text{havo}}^r = 1,55*10,05(1,02+1,95*0,0179)*25 = 392,8 \text{ kJ}$$

Binobarin jami kiruvchi issiqlik:

$$Q = 29650+18,2+392,8 = 30061 \text{ kJ}$$

Issiqlik yo'qolishini hisobga olgan holda:

$$Q = 30061*0,08 = 2410 \text{ kJ}$$

Yonish kamerasi gazlari bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

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

Quyidagicha tarkibli 1 kg koksning yonish mahsulotlari tarkibini

aniqlaymiz:

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

Gazlarning entalpiyasi kJ/kmol:

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

12- jadval

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

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

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

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

$$Q''' = 0.058 * 72200 + 0.0485 * 56600 + 0.0007 * 73800 + 0.4254 *$$

$$45600 + +0.04 \cdot 47606 = 28432 \text{ kJ/kg}$$

Demak, $Q''' > Q$.

Farqni aniqlaymiz:

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

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

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

$$\Delta t = t - 1711 \text{ }^{\circ}\text{S}$$

Shunda

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

Koksning yonish harorati $1300 + 69 = 1369 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Nazorat savollari

1. Metallurgiyada qanday yoqilg'ilar qo'llanadi?
2. Yonish qaysi reaksiyalar orqali amalga oshiriladi?
3. Koksning yonish mahsulotlari tarkibi qanaqa?

8 - AMALIY MASHG'ULOT

TEMIRNI RUDADAN AJRATIB OLISHDA OLTINGUGURT VA FOSFORNI YO'QOTISH

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

- a) marganes bilan quyidagi konsentratsiyasi 0,5; 1,0; 1,5%;
- b) kremniy bilan quyidagi konsentratsiyasi 0,2; 0,5 i 1,0 %;
- v) alyuminiy bilan quyidagi konsentratsiyasi 0,05; 0,10 i 0,15%.

Nordonsizlantirish jarayonida aktivligi birga teng bo'lgan, MnO , SiO_2 va Al_2O_3 toza oksidlar hosil bo'ladi. Kremniy uchun o'zaro ta'sirlashish parametri $E_{\text{Si}}^0 = 0,11$ ga teng.

Yechim. Kiritilgan parametrlar asosida

$$K_{\text{Mn}(1923)} = 2.6 - 10^{-2}; K_{\text{Si}(1923)} = 6,1 \cdot 10^{-5}; K_{\text{Al}(1923)} = 7,6 \cdot 10^{-5}$$

Formulalardan foydalanib, reaksiya muvozanat konstantalarini aniqlaymiz: K_{Mn} , K_{Si} va K_{Al} .

Reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar uchun aktivlik koeffitsiyentini

adabiyotlardan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \lg f_0^{\text{Mn}} &= -0,021 [\% \text{ Mn}]; \\ \lg f_0^{\text{Si}} &= 0,11 [\% \text{ Si}]; \\ \lg f_0^{\text{Al}} &= [\% \text{ Al}]. \end{aligned}$$

Hisobot natijalari quyidagi jadvalga kiritiladi.

13 - jadval

**Suyuq temirni nordonsizlantirishda elementlar muvozanat
konstantalarini hisoblash natijalari**

Nordonsizlantiruvchi	[%R]	f_0^{Mn}	f_0^{Al}	f_0^{Si}	[%O]	Ig[%R]	Ig[%O]
Mn	0,5	0,98	-	-	0,0531	-0,301	-1,275
	1,0	0,95	-	-	0,0274	0	-1,562
	1,5	0,93	-	-	0,0186	0,176	-1,730
Si	0,2	-	1,05	0,94	0,0405	-0,699	-1,392
	0,5	-	1,14	0,86	0,0170	-0,301	-1,770
	1,0	-	1,29	0,74	0,0093	0	-2,032
Al	0,05	-	-	-	0,00034	-1,301	-3,468
	0,10	-	-	-	0,00021	-1,000	-3,678
	0,15	-	-	-	0,00016	-1,824	-3,796

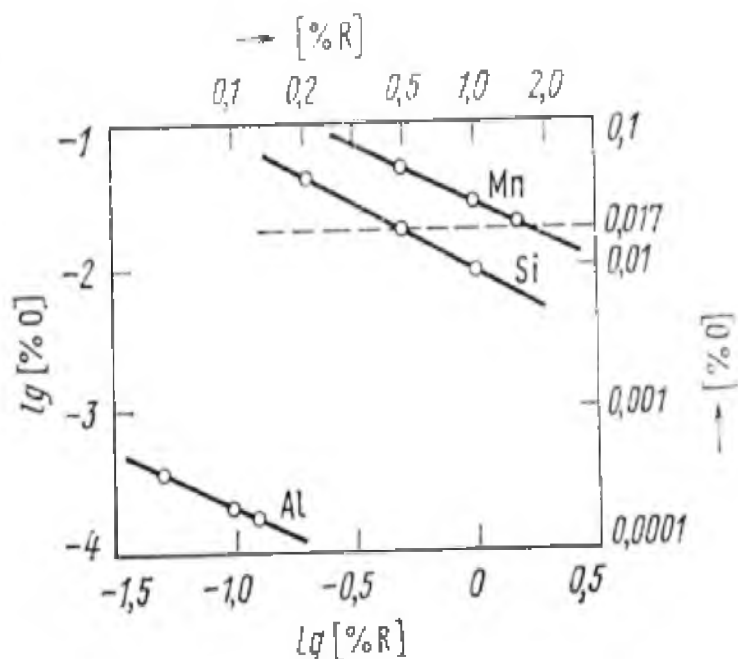
Kislorodni muvozanat konstantasini aniqlaymiz:

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

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

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

Olingan ifodaga muvozanat konstantasi ifodasini, nordonsizlantiruvchi konsentratsiyasini, aktivlik koeffitsiyentini qo'yib, kislorodning muvozanat konstantasini topamiz va jadvalga kiritamiz.



3-rasm. 1650⁰C da suyuq temirni nordonsizlantirishda kislorodning muvozanat konstantasi

Hisobotlar natijalari asosida grafik chizamiz. Bundan ma'lum bo'ladiki, kislorodning muvozanat konstantasi 0,017%, bu eritmada kremniy konsentratsiyasi 0,5 % bo' lganda ta' minlanadi. Marganes bilan nordonsizlantirishda xuddi shunday konsentratsiyali kislorod olish uchun eritmada 2 % marganes bo' lishi kerak.

Nazorat savollari

1. Kislorodning muvozanat konstantasi qanday aniqlanadi?
2. Aktivlik koeffitsiyenti formulasini keltiring.
3. Nordonsizlantirishda kislorodning muvozanat konstantasining ahamiyati.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. Магнитогорск: МГТУ, 2000.
2. Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Металлургия железа: учебник для вузов – М.: 2007.
3. Corby G. Anderson, Robert C. Dunne, John L. Uhrie Mineral Processing and Extractive Metallurgy Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (February 18, 2014)
4. Sachdeva, R.C. Fundamentals of Engineering Heat and Mass Transfer (SI Units) HMR Institute of Technology & Management, Delhi 4 th edition, 2014
5. Леонтьев Л.И. и др. Сырьевая и топливная база черной металлургии: учебник для вузов. – М.: 2007 .
6. Явойский В.И., Теория процессов производства стали. М.: Металлургия, 2001.
7. Юсупходжаев А.А., Синяшина И.В. Производство стали Т.: ТГТУ, 2000.
8. Dr S K Mandal Steel Metallurgy McGraw Hill Education (India), 2014

Mundarija

1- amaliy mashg'ulot	Metallurgik jarayonlarda materiallar balansi va hisobini tuzish qoidalari.....	3
2- amaliy mashg'ulot	Temirli rudalardan metallashgan materiallar olish uchun shixta tarkibini hisoblash.....	5
3- amaliy mashg'ulot	Qotishmadagi komponentlarning aktivligi bo'yicha hisoblar.....	12
4- amaliy mashg'ulot	Fe-S sistemasida eksperimental ma'lumotlar bo'yicha hisobotlar	14
5- amaliy mashg'ulot	Uglerod bilan to'yingan temir eritmalarida marganesning miqdoriy tarkibini hisoblash.....	16
6- amaliy mashg'ulot	Suyuq temirdagi kislorodning muvozanat konsentratsiyasi hisobi.....	17
7- amaliy mashg'ulot	Yoqilg' ining yonish harorati hisobi.....	19
8- amaliy mashg'ulot	Temirni rudadan ajratib olishda oltingugurt va fosforni yo'qotish.....	22
	Foydalanilgan adabiyotlar.....	26

QAYDLAR UCHUN

“Temirni rudadan bevosita olish” fanidan amaliy mashg’ulotlari uchun
uslubiy qo‘llanma. Tuzuvchilar: Aribjonova D.Ye., Bolibekov M.SH.

Muharrir: Sidikova K.

Musahhih: Miryusupova Z.