

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ,
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

КАФЕДРА ТЕОРІЇ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ХІМІЇ

Напря́м: *136 – Металургія*
Спеці́альність: *8.090401 – Металургія чорних металів*

Дисциплі́на: *Фізико-хімічне та науково-дослідницьке супроводження технології відновлювальних процесів*

**ПАКЕТ МАТЕРІАЛІВ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Затверджено на засіданні кафедри ТМП і Х
Протокол № __1__ від 29.08. 2018 р.

Завідувач кафедри ТМП і Х

Проф. д.т.н. Ковалев Д.А.

Розробник: доц. Колбін М.О.

Практичне заняття № 1 до модуля 1
Дисципліна: "Фізико-хімічне та науково-дослідницьке супроводження технології відновлювальних процесів"
для студентів напрямку 136-Металургія

Розрахунок ступеня металізації залізородних матеріалів при східчастому відновленні.

Ступінь металізації залізородної сировини (α) характеризується співвідношенням

$$\alpha = (g_{\text{Fe}}/G_{\text{Fe}})100 \quad (1)$$

де: g_{Fe} - кількість металевого заліза в зразку;
 G_{Fe} - загальний зміст заліза у вихідному зразку.

Ступінь металізації, досягнуто в ході відновлення, звичайно визначають шляхом хімічного аналізу. Однак при східчастому плинні процесу: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO}_{\text{maxO}} \rightarrow \text{FeO}_{\text{minO}} \rightarrow \text{Fe}$, коли один щабель відділений від іншого в часі, його можна встановити розрахунковим шляхом. Розрахунок ведуть на 100г зразка, що дозволяє зрівняти процентний вміст кисню, пов'язаного йз залізом, і вміст заліза в зразках з їхньою масою.

Металева фаза з'являється лише на останній стадії відновлення. Кількість кисню у вюститі з мінімальним вмістом його - $\%O_{\text{FeOmin}}$, при температурі металізації зразка визначають за літературним даними. Вміст заліза знаходять по різниці:

$$\%Fe_{\text{minO}} = 100\% - \%O_{\text{FeOminO}}$$

Здійснити перерахування, пов'язанне з реальним вмістом заліза у використовуваній сировині ($\%Fe_{\text{зар.}} = G_{\text{Fe}}$). Для чистого оксиду $\%Fe_{\text{зар.}}$ знаходять по стехіометрической формулі оксиду. При використанні промислових матеріалів визначають хіманализом зміст у них Fe^{2+} й Fe^{3+} (або одного з їх й $\text{Fe}_{\text{зар.}}$). Ці дані дозволяють здійснити зазначений вище перерахунок:

$$\%O^1_{\text{FeOminO}} = (\%O_{\text{FeOminO}}/\%Fe_{\text{FeOminO}})\%Fe_{\text{зар.}} \quad (2)$$

Знаючи вихідний вміст кисню ($\%O$) і ступінь відновлення оксиду (α), можна знайти загальну кількість віднятого кисню:

$$\%O^1 = (\alpha/100) \%O \quad (3)$$

Без появи металевої фази віднімається кисню

$$\%O^2 = \%O - O^1_{\text{FeOminO}} \quad (4)$$

З утворенням металевого заліза було віднято кисню:

$$\%O_{\text{мет}} = \%O^1 - O^2 \quad (5)$$

При цьому утворилося заліза ($\%F_{\text{мет}}$)

$$g_{\text{Fe}} = \%F_{\text{мет}} = (\%Fe_{\text{FeOminO}}/\%O_{\text{FeOminO}})\%O_{\text{мет}} \quad (6)$$

На підставі отриманих даних за допомогою рівняння 1 розраховують ступінь металізації залізородного матеріалу.

Зразковий розрахунок

Припустимо, металізації піддадуть промисловий матеріал, що містить 7,2% двовалентного заліза й 59,1% тривалентного. При температурі процесу $\%O_{\text{FeOminO}} = 23,3$, а ступінь відновлення 45%.

Отже, $\%Fe_{\text{FeOminO}} = 100 - 23,3 = 76,7\%$. Визначимо вміст кисню в залізородній складовій:

$$\%O_{\text{Fe}^{2+}} = (16/55,85)7,2 = 2,06\%$$

$$\%O_{\text{Fe}^{3+}} = [(16 \cdot 3)/(55,85 \cdot 2)] 59,1 = 25,4\%$$

$$\%O = \%O_{\text{Fe}^{2+}} + \%O_{\text{Fe}^{3+}} = 27,46\%$$

Загальний вміст заліза в металізуемому матеріалі

$$\%Fe_{\text{зар.}} = \%Fe_{2+} + \%Fe_{3+} = 66,3\%$$

Зробимо перерахунок відповідно до рівняння 2:

$$\%O^1_{\text{FeOminO}} = (23,3/76,7)66,3 = 20,14\%$$

У процесі металізації віднято кисню:

$$\%O^1 = (45/100) 27,46 = 12,36\%$$

Без появи металевої фази віднято кисню:

$$\%O^2 = 27,46 - 20,14 = 7,32\%$$

На етапі утворення металу віднімається кисню:

$$\%O_{\text{мет}} = 12,36 - 7,32 = 5,04\%$$

При цьому утвориться заліза

$$g_{\text{Fe}} = \%Fe_{\text{мет}} = (76,7/23,3)5,04 = 16,59\%$$

Відповідно до рівняння 1 ступінь металізації становить:

$$a = (16,59/66,3)100 = 25,02\%$$

Варіанти завдань для розрахунку ступеню металізації залізородних матеріалів

№ варіанту	Fe ⁺² ,%	Fe ⁺³ ,%	T, °C	ω
1	5	55	800	30
2	6	60	900	40
3	7	62	1000	50
4	8	59	1100	60
5	9	61	1200	70
6	10	55	700	80
7	9	54	800	90
8	8	52	900	100
9	7	54	1000	20
10	6	52	1100	30
11	5	51	1200	40
12	4	58	700	50
13	3	59	800	60
14	2	48	900	70
15	1	60	1000	80
16	0	68	1100	90
17	3	58	1200	100
18	4	57	700	20
19	6	60	800	30
20	7	55	900	40
21	5	51	800	40
22	6	58	900	50
23	7	59	1000	60
24	8	48	1100	70
25	9	60	1200	80
26	10	68	700	90
27	9	58	800	100
28	8	57	900	20
29	7	60	1000	30
30	6	55	1100	40