

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
(ДГТУ)

Кафедра "Материаловедение и технологии металлов"

**РАСЧЁТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕМНИЯ МЕЖДУ
МЕТАЛЛОМ И ШЛАКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИАГРАММ
АКТИВНОСТИ**

Методические указания

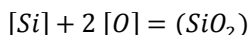
Ростов-на-Дону
ДГТУ
2023

1. Цель работы

Научить обучающихся делать расчёт содержания кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

2. Общие сведения

Содержание кремния в металле находим из равновесия реакции:



Пользуясь данными приложения 1, получим:

$$\lg K_{Si} = \lg \frac{a_{SiO_2}}{[\% Si] \cdot [\% O]^2} = \frac{30720}{T} - 11,76;$$

$$K_{Si(1873K)} = 43802.$$

Значение $[\% O]$ определим по выражению для константы равновесия реакции $[C] + [O] = CO_r$ (см. Приложение 1):

$$\lg K_O = \frac{p_{CO}}{[\% C] \cdot [\% O]} = \frac{1168}{T} + 2,07;$$

$$K_{O(1873K)} = 494.$$

3. Порядок и пример выполнения работы

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Исходные данные. Состав шлака, %: CaO 30,3; SiO₂ 28,2; Al₂O₃ 40,4. Содержание углерода в металле 2,62 %.

Решение. Выразим мольный состав шлака в процентах:

$$m_{CaO} = \frac{30,3}{56} = 0,5410;$$

$$m_{SiO_2} = \frac{28,2}{60} = 0,47;$$

$$m_{Al_2O_3} = \frac{40,4}{86} = 0,4697;$$

Затем суммируем все m_i :

$$\Sigma m_i = m_{CaO} + m_{SiO_2} + m_{Al_2O_3} = 0,5410 + 0,47 + 0,4697 = 1,4807.$$

После этого находим мольные доли всех компонентов $M_i = \frac{m_i}{\Sigma m_i}$.

$$M_{CaO} = \frac{0,5410}{1,4807} = 0,3654;$$

$$M_{SiO_2} = \frac{0,47}{1,4807} = 0,3174;$$

$$M_{Al_2O_3} = \frac{0,4697}{1,4807} = 0,3172.$$

Умножив M_i на 100, получим мольный состав шлака, %:
CaO 36,54; SiO₂ 31,74; Al₂O₃ 31,72.

По диаграмме рис. 1, находим $a_{SiO_2} = 0,04$. Определяем содержание кислорода в металле, принимая $p_{CO} = 1$ атм:

$$[\% O] = \frac{1}{([C] \cdot K_O)} = \frac{1}{(2,62 \cdot 494)} = 0,0007 \text{ \%}.$$

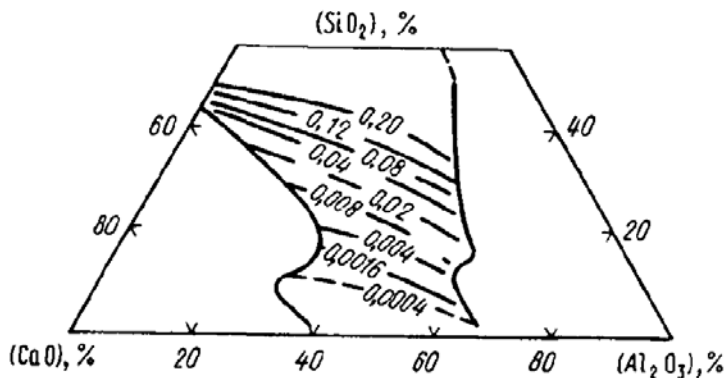


Рис. 1. Активность SiO₂ в шлаке (цифры у кривых – значения a_{SiO_2})

Содержание кремния в металле

$$[Si] = \frac{a_{(SiO_2)}}{(K_{si} \cdot [O_2]^2)} = \frac{0,04}{(43802 \cdot 0,0007^2)} = 1,86\%.$$

4. Варианты заданий

Вариант 1.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 29,3; SiO₂ 29,2; Al₂O₃ 39,4. Содержание углерода в металле 2,1 %.

Вариант 2.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 31,3; SiO₂ 27,2; Al₂O₃ 38,4. Содержание углерода в металле 3,1 %.

Вариант 3.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 32,3; SiO₂ 27,7; Al₂O₃ 37,4. Содержание углерода в металле 2,6 %.

Вариант 4.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 28,3; SiO₂ 26,2; Al₂O₃ 42,8. Содержание углерода в металле 2,7 %.

Вариант 5.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 33,2; SiO₂ 28,1; Al₂O₃ 36,5. Содержание углерода в металле 2,2 %.

Вариант 6.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 33,78; SiO₂ 30,2; Al₂O₃ 34,4. Содержание углерода в металле 1,62 %.

Вариант 7.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 31,8; SiO₂ 27,8; Al₂O₃ 38,6. Содержание углерода в металле 1,8 %.

Вариант 8.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 30,9; SiO₂ 29,7; Al₂O₃ 37,7. Содержание углерода в металле 1,7 %.

Вариант 9.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 29,3; SiO₂ 29,2; Al₂O₃ 39,9. Содержание углерода в металле 1,6 %.

Вариант 10.

Рассчитать содержание кремния в металле, пользуясь диаграммами активности компонентов.

Состав шлака, %: CaO 35,3; SiO₂ 26,2; Al₂O₃ 35,7. Содержание углерода в металле 2,8 %.

5. Список литературы

1. Физико-химические расчёты электросталеплавильных процессов: учеб. пособие для вузов / Григорян В.А., Стомахин А.Я., Пономаренко А.Г. и др. М.: Металлургия, 1989. – 288 с.

Приложение 1

Температурная зависимость констант реакции раскисления железа различными элементами-раскислителями $\lg K = \lg \frac{a_R^n \cdot a_O^m}{a_{Rn} \cdot a_{Om}} = \frac{A}{T} + B$

Реакция	$\lg K = \frac{A}{T} + B$		R, %
	A	B	
$\text{CaO} = [\text{Ca}] + [\text{O}]$	- 33865	7,60	-
$\text{CaO} = \text{Ca}_T + [\text{O}]$	- 35000	10,33	-
$\text{BaO} = [\text{Ba}] + [\text{O}]$	- 31380	7,65	-
$\text{BaO} = \text{Ba}_T + [\text{O}]$	- 30950	9,10	-
$\text{Ce}_2\text{O}_3 = 2[\text{Ce}] + 3[\text{O}]$	- 76000	21,00	-
$\text{CeO}_2 = [\text{Ce}] + 2[\text{O}]$	- 53750	16,70	-
$\text{La}_2\text{O}_3 = 2[\text{La}] + 3[\text{O}]$	- 77300	20,79	-
$\text{Y}_2\text{O}_3 = 2[\text{Y}] + 3[\text{O}]$	- 72300	17,58	-
$\text{ZrO}_2 = [\text{Zr}] + 2[\text{O}]$	- 41340	12,07	-
$\text{Al}_2\text{O}_3 = 2[\text{Al}] + 3[\text{O}]$	- 64900	20,63	-
$\text{TiO}_2 = [\text{Ti}] + 2[\text{O}]$	- 30900	10,40	< 0,01
$\text{Ti}_3\text{O}_5 = 3[\text{Ti}] + 5[\text{O}]$	- 87170	31,08	0,01 – 0,2
$\text{Ti}_2\text{O}_3 = 2[\text{Ti}] + 3[\text{O}]$	- 28950	7,42	0,2 - 4
$\text{TiO} = [\text{Ti}] + [\text{O}]$	- 17860	6,55	> 5
$\text{SiO}_2 = [\text{Si}] + 2[\text{O}]$	- 30720	11,76	> 0,2
$\text{V}_2\text{O}_3 = 2[\text{V}] + 3[\text{O}]$	- 42610	16,86	> 0,3
$\text{NbO}_2 = [\text{Nb}] + 2[\text{O}]$	- 28780	11,83	> 0,2
$\text{MnO} = [\text{Mn}] + [\text{O}]$	- 15200	6,78	-
$\text{Cr}_2\text{O}_3 = 2[\text{Cr}] + 3[\text{O}]$	- 43140	18,63	6 - 16
$\text{CO} = [\text{C}] + [\text{O}]$	- 1168	- 2,07	-
$\text{FeO} = \text{Fe}_\text{ж} + [\text{O}]$	- 6317	2,734	-