

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 КИСЛОРОДА МЕЖДУ МЕТАЛЛОМ И  
ШЛАКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИАГРАММ АКТИВНОСТЕЙ  
ОКСИДОВ**

Методические указания

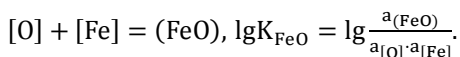
Ростов-на-Дону  
ДГТУ  
2023

## 1. Цель работы

Научить обучающихся делать расчёт содержания кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

## 2. Общие сведения

Распределения кислорода между шлаком и металлом описывают реакцией:



Согласно данным [1]

$$\lg K_{FeO} = \lg \left( \frac{a_{(FeO)}}{[\% O]} \right) = \left( \frac{6317}{T} \right) - 2,734. \quad (1)$$

## 3. Порядок и пример выполнения работы

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Исходные данные. Состав шлака, %: CaO 36,11; SiO<sub>2</sub> 33,04; FeO 6,41; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,26; MgO 14,97; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,37; MnO 6,33 (по данным Винклера и Чипмана).

Решение. На диаграммах активности концентрации оксидов обычно выражается в мольных долях (или мольных процентах). Содержание оксидов железа обычно выражают в виде:

$$(\% FeO_{общ}) = (\% FeO) + \frac{72 \cdot 2 (\% Fe_2O_3)}{160} = 6,41 + \frac{72 \cdot 2 \cdot 1,26}{160} = 7,54\%.$$

Для данного шлака  $(\% FeO_{общ}) = 7,54$ . Выразим состав заданного шлака в мольных долях. Для этого находим число молей каждого компонента в 100 г. шлака:

$$m_{CaO} = \frac{36,11}{56} = 0,6448;$$

$$m_{SiO_2} = \frac{33,04}{60} = 0,5506;$$

$$m_{FeO_{общ}} = \frac{7,54}{72} = 0,1047;$$

$$m_{MgO} = \frac{14,97}{40} = 0,3742;$$

$$m_{P_2O_5} = \frac{1,37}{142} = 0,0096;$$

$$m_{MnO} = \frac{6,33}{71} = 0,0891;$$

Затем суммируем все  $m_i$ :

$$\begin{aligned} \Sigma m_i &= m_{CaO} + m_{SiO_2} + m_{FeO_{общ}} + m_{MgO} + m_{P_2O_5} + m_{MnO} = \\ &= 0,6448 + 0,5506 + 0,1047 + 0,3742 + 0,0096 + 0,0891 = \\ &= 1,773. \end{aligned}$$

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

$$M_{CaO} = \frac{0,6448}{1,773} = 0,3637;$$

$$M_{SiO_2} = \frac{0,5506}{1,773} = 0,3105;$$

$$M_{FeO_{общ}} = \frac{0,1047}{1,773} = 0,0591.$$

$$M_{MgO} = \frac{0,3742}{1,773} = 0,210;$$

$$M_{P_2O_5} = \frac{0,0096}{1,773} = 0,540.$$

$$M_{MnO} = \frac{0,0891}{1,773} = 0,0503.$$

Умножив  $M_i$  на 100, получим мольный состав шлака, %:

$CaO$  36,37;  $SiO_2$  31,05;  $FeO_{общ}$  5,91;  $MgO$  21,10;  $P_2O_5$  0,54;  $MnO$  5,03.

Суммируя мольные концентрации основных и кислых оксидов согласно равномерности координат на диаграмме [1] (рис. 1):

$$M_{CaO} + M_{MnO} + M_{MgO} = 36,37 + 21,10 + 5,03 = 62,5 \text{ \%};$$

$$M_{SiO_2} + M_{P_2O_5} = 31,05 + 0,54 = 31,59 \text{ \%};$$

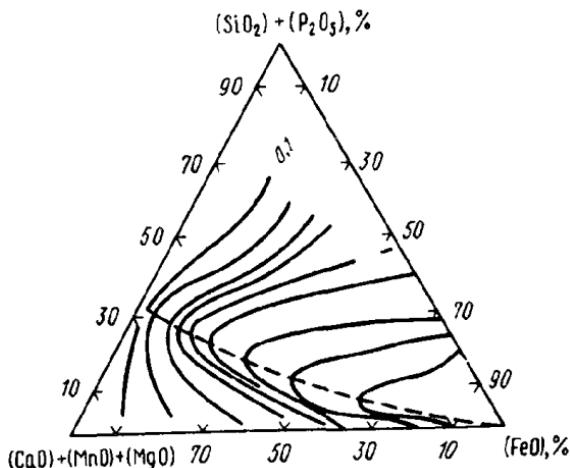


Рис. 1 Активность  $FeO$  в шлаке (цифры у кривых-значения  $a_{FeO}$ )

По диаграмме находим  $a_{FeO} = 0,3$ . Значения константы при 1873 К согласно выражению (1) равно  $K_O = 4,35$ . По условию задачи  $a_{[Fe]} = 1$ .

$$\text{Отсюда } [\% O] = \frac{a_{(FeO)}}{K_O} = \frac{0,3}{4,35} = 0,069 \text{ \%}.$$

## 4. Варианты заданий

### Вариант 1.

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 34,11; SiO<sub>2</sub> 31,34; FeO 8,41; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,26; MgO 13,97; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,57; MnO 8,34.

### **Вариант 2.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 32,11; SiO<sub>2</sub> 30,04; FeO 9,32; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,26; MgO 16,47; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,47; MnO 7,33.

### **Вариант 3.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 38,11; SiO<sub>2</sub> 34,44; FeO 5,41; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,56; MgO 12,97; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,40; MnO 6,11.

### **Вариант 4.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 33,11; SiO<sub>2</sub> 33,24; FeO 4,11; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,87; MgO 17,47; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,07; MnO 9,13.

### **Вариант 5.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 35,31; SiO<sub>2</sub> 32,34; FeO 6,91; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,76; MgO 15,77; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,77; MnO 6,14.

### **Вариант 6.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 37,74; SiO<sub>2</sub> 31,28; FeO 7,41; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,56; MgO 11,67; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,01; MnO 8,33.

### **Вариант 7.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 38,03; SiO<sub>2</sub> 29,97; FeO 5,83; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,75; MgO 17,54; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,62; MnO 5,26.

### **Вариант 8.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 31,84; SiO<sub>2</sub> 30,02; FeO 8,95; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,83; MgO 15,40; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,99; MnO 8,97.

### **Вариант 9.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 34,67; SiO<sub>2</sub> 31,35; FeO 7,71; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,12; MgO 16,61; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,21; MnO 7,33.

### **Вариант 10.**

Рассчитать содержание кислорода в металле, пользуясь тройными диаграммами активностей.

Состав шлака, %: CaO 38,57; SiO<sub>2</sub> 35,54; FeO 5,83; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,35; MgO 12,97; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,41; MnO 4,33.

## **5. Список литературы**

1. Эллиот Д.Ф., Глейзер М., Рамакришна В. Термохимия сталеплавильных процессов. М.: Металлургия, 1969. – 252 с.

2. 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.