

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

---

---

КАФЕДРА ТЕОРІЇ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ХІМІЇ

Напрямок:

Спеціальність: *6.136 – Металургія*

Дисципліна:

*Фізико-хімічні основи одержання металів та сплавів*

**ПАКЕТ МАТЕРІАЛІВ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Затверджено на засіданні кафедри ТМП і Х

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20\_\_ р.

Завідувач кафедри ТМП і Х

проф., д.т.н.

Ковалев Д.А.

Розробник:

доц.

Колбін М.О.

**Практичне заняття №3 (модуль 2)**

**Дисципліна:** «Фізико-хімічні основи одержання металів та сплавів»

**(розділ «Відновлювально-теплова обробка металургійних матеріалів»)  
для студентів напрямку 6.136 "Металургія"**

**Визначення температури хімічного кипіння карбонатів в залежності від складу  
зовнішнього середовища**

Ціль заняття

На прикладі рішення задач по випалу вапняку познайомитись з розрахунками по  
випалу карбонатів в залежності від складу зовнішнього середовища.

Знання й уміння

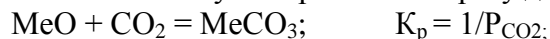
У результаті проведення занять студенти повинні:

- вмити рішати задачі по випалу карбонатів.
- уміти зробити практичні рекомендації по впливу того, або іншого чинника на процес дисоціації карбонатів.

Для розрахунку пружності дисоціації при різних температурах, використовують залежність

$$\lg P_{CO_2} = \frac{A}{T} + B \quad (1)$$

Ця залежність може бути отримана з виразу для  $\Delta G^\circ$  реакції утворення карбонату:



$$\lg K_p = - \lg P_{CO_2} = - \frac{\Delta G^\circ}{19,155T};$$

$$\lg P_{CO_2} = - \frac{\Delta G^\circ}{19,155T} = \frac{M + NT}{19,155} = \frac{M}{19,155T} + \frac{N}{19,155}; \quad (2)$$

Підставляючи замість M і N відповідні числові значення зі довідкових таблиць для  $\Delta G^\circ$  реакцій утворення карбонатів, знаходимо коефіцієнти A та B у рівнянні (1). (M і N беремо з посилання [4] робочої програми для відповідних реакцій).

**Приклад 1.**

Визначити температуру, при якій пружність дисоціації карбонатів  $CaCO_3$  та  $MgCO_3$  буде дорівнювати  $1,3 \cdot 10^5$  Па.

**Рішення**

Залежність пружності дисоціації від температури для карбонатів  $CaCO_3$  та  $MgCO_3$  находимо з рівнянь температурної залежності  $\Delta G^\circ$  для реакцій утворення  $CaCO_3$  та  $MgCO_3$  яки беремо з Додатку 1 посилання [4] Робочої програми.



У відповідності з рівнянням (2) знаходимо:

$$(\lg P_{CO_2})_{CaCO_3} = \frac{170577}{19,155T} + \frac{144,19}{19,155} = \frac{8905}{T} + 7,53;$$

$$(\lg P_{CO_2})_{MgCO_3} = \frac{110825}{19,155T} + \frac{120,16}{19,155} = \frac{6786}{T} + 6,27;$$

Підставляючи в отримані вирази замість  $P_{CO_2}$ , значення тиску  $1,3 \cdot 10^5$  Па, знаходимо, що для карбонату  $CaCO_3$  вказаний тиск досягається при температурі при температурі:

$$T = \frac{A}{\lg P_{CO_2} - B} = \frac{-8905}{\lg(1,3 \cdot 10^5 / 10^5) - 7,53} = 1200K$$

Для карбонату  $MgCO_3$  значення пружності дисоціації в  $1,3 \cdot 10^5$  Па досягається при температурі:

$$T = \frac{A}{\lg P_{CO_2} - B} = \frac{-5786}{\lg(1,3 \cdot 10^5 / 10^5) - 6,27} = 940K$$

Таким чином, для менш міцного карбонату відповідно нижче і температура, при якій досягається одне і теж значення пружності дисоціації.

### Приклад 2

Визначити температуру початку розкладання  $CaCO_3$  в атмосфері продуктів спалювання палива, якщо вміст  $CO_2$  у газах, що відходять складає 12%. Загальний тиск у газовій фазі  $P = 1,1 \cdot 10^5$  Па.

#### Рішення

Використовуємо залежність пружності дисоціації карбонату кальцію від температури, що отримана у прикладі 1.

$$(\lg P_{CO_2})_{CaCO_3} = \frac{170577}{19,155D} + \frac{144,19}{19,155} = \frac{8905}{D} + 7,53;$$

Для заданого вмісту  $CO_2$  у газовій фазі та загального тиску  $P=1,1 \cdot 10^5$  Па парціальний тиск  $CO_2$  у газовій фазі дорівнює

$$P_{CO_2} = \frac{\% \tilde{N}_2}{100} P = \frac{12}{100} \cdot 1,1 \cdot 10^5 = 0,132 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Рівноважний тиск дисоціації карбонату кальцію, що дорівнює  $0,132 \cdot 10^5$  Па досягається при температурі

$$T = \frac{-8905}{\lg(0,132 \cdot 10^5 / 10^5) - 7,53} = 1959K$$

#### Варіанти для самостійної роботи

№ варіанту	Речовина	Тиск, Па	Вміст $CO_2$ у газах, що відходять, %
1	$CaCO_3$	$1,1 \cdot 10^5$	1
2	$CaCO_3$	$1,3 \cdot 10^5$	3
3	$CaCO_3$	$1,5 \cdot 10^5$	5
4	$CaCO_3$	$1,7 \cdot 10^5$	7
5	$CaCO_3$	$1,9 \cdot 10^5$	9
6	$CaCO_3$	$2,1 \cdot 10^5$	11
7	$CaCO_3$	$2,3 \cdot 10^5$	15
8	$CaCO_3$	$2,5 \cdot 10^5$	17
9	$MgCO_3$	$1,1 \cdot 10^5$	1
10	$MgCO_3$	$1,3 \cdot 10^5$	3
11	$MgCO_3$	$1,5 \cdot 10^5$	5
12	$MgCO_3$	$1,7 \cdot 10^5$	7
13	$MgCO_3$	$1,9 \cdot 10^5$	9
14	$MgCO_3$	$2,1 \cdot 10^5$	11
15	$MgCO_3$	$2,3 \cdot 10^5$	15
16	$MgCO_3$	$2,5 \cdot 10^5$	17
17	$BaCO_3$	$1,9 \cdot 10^5$	9
18	$BaCO_3$	$2,1 \cdot 10^5$	11
19	$BaCO_3$	$2,3 \cdot 10^5$	15
20	$BaCO_3$	$2,5 \cdot 10^5$	17