

Д.Ю. БАБОШКО, канд. техн. наук, ст. викл., Криворізький національний університет  
Л.Н. САЙГАРЕЄВ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет  
І.Е. СКІДІН, ст. викл., Криворізький національний університет  
О.С. Воденнікова, канд. техн. наук, доц., Запорізький національний університет

## **ПЕРЕРОБКА ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ КРОПИВЕНСЬКОГО РОДОВИЩА**

Проаналізований сучасний стан теорії та практики переробки титаномагнетитових концентратів дозволив встановити, що актуальним на теперішній час являються одностадійні технології переробки в високотемпературних теплових агрегатах, одним із яких являється піч прямого відновлення з обертовим кільцевим подом. Однак в запропонованих розробках використовувалися концентрати з вмістом  $TiO_2$  не більше 9 %, тоді як титаномагнетитовий концентрат Кропивенського родовища містить до 25 %  $TiO_2$ . Тому, дана робота включає вивчення фізико-хімічного та структурно-фазового перетворення при карботермічному відновленні титаномагнетитового концентрату з високим вмістом діоксиду титану.

Встановлено, що титаномагнетит Кропивенського родовища являє собою не гомогенне утворення, а складний за структурою агрегат з двох і більше мінеральних фаз, що зростаються між собою на субмікронному рівні, будучи елементами гратчастих структур розпаду твердого розчину. Проведений структурно-текстурний аналіз будови титаномагнетитових зерен показав, що зерна титаномагнетиту класифікуються за будовою на три типи: зерна з дрібнодисперсним ільменітом в магнетитовій матриці; зерна, які мають структуру рівномірно розподілених пластинчастих виділень ільменіту в магнетитовій матриці; зерна, структура яких представлена розподіленими пластинчастими виділеннями ільменіту та окремими мікрозернами «релікт-ільменіту» в магнетитовій матриці.

Результатами дослідження фізико-хімічного та структурно-фазового перетворення при карботермічному відновленні окускованого титаномагнетитового концентрату встановлено, що формування залізовмісного та титановмісного продуктів з максимальним вилученням в них заліза металічного і діоксиду титану забезпечується за умов двохступінчастого процесу відновлення:

- перша зона складатиме нагрів від 800 °C до 1300 °C і витримка 20 хвилин при кінцевій температурі. Дана зона сприятиме перетворенню та відновленню магнетитової частки титаномагнетитового зерна;

- друга зона – нагрів від 1300 °C до 1470-1500 °C витримується 5 хвилин при кінцевій температурі нагріву. Підвищення температури відновлення сприяє відновленню закису заліза та вносу  $Fe^0$  з ільменітової частини зерна. Утворене  $Fe^0$  при витримці 5 хв мігрує з внутрішніх шарів окускованого продукту і приєднується за рахунок дифузії, аутогезії та поверхневого натягу до утворених раніше на периферії областей металевої фази.

У результаті експериментальних досліджень розроблена технологічна схема для карботермічного відновлення титаномагнетитового концентрату Кропивенського родовища включає: окускування шихтових матеріалів; сушіння окускованого продукту; нагрів, відновлення та плавлення окускованого продукту; охолодження термообробленого продукту; подрібнення і поділ відновленого продукту на магнітну та немагнітну фракцію. Слід відзначити, що для сушіння котунів вибрано і розраховано окремий сушильний агрегат у вигляді прямолінійної рухомої решітки, котра при необхідності дозволяє не тільки висушувати котуни, а й видаляти сірку із них. В якості відновного агрегату взята піч прямого відновлення з обертовим кільцевим подом.

Техніко-економічна оцінка від впровадження переробки титаномагнетитового концентрату Кропивенського родовища з вмістом  $TiO_2$  до 25 % за розробленою технологією отримання двох товарних продуктів забезпечує: термін окупності капітальних інвестицій - 7,91 років (за 4,91 років експлуатації), очікуваний річний економічний ефект становитиме 23,99 млн грн, питомий ефект в розрахунку на 1 т сумарної продукції складає 89,55 грн, чистий прибуток в середньому за один рік – 164,5 млн грн.