

УДК 549.517.2+549.731.13+549.057+546.06

Антоненко Т.С. к. геол. н., н. с. відділу фізики мінеральних структур та біомінералогії

(Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ, Україна)

ВПЛИВ ВІДНОВНИКІВ НА ПРОЦЕСИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕМАТИТУ НА МАГНЕТИТ ПІД ДІЄЮ МІКРОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Запаси залізорудної сировини в Україні зосереджені в основному у Криворізькому залізорудному басейні та представлені багатими гематитовими і бідними магнетитовими рудами. Дані запаси руд з кожним роком все більше вичерпуються. За останні десятиліття промислової розробки запаси багатих руд Кривбасу виснажились, особливо у приповерхневій частині. Дві третини руди це концентрати, отримані з магнетитових залізистих кварцитів, що вміщують біля 30% заліза [1]. Через вичерпність родовищ високоякісних і легкозбагачуваних залізних руд, в даний час виникає все більше потреб у виробництві залізорудних концентратів із низькоякісних окиснених залізних руд, де основним мінералом є гематит. Останні важко піддаються збагаченню існуючими технологіями. Тому пошук нових методів виробництва концентратів з низькоякісної залізорудної сировини є досі актуальним. Метою даного дослідження було перетворити гематит в магнетит шляхом відновлення мінералів в присутності вологого гелю крохмалю під впливом мікрохвильового випромінювання.

В якості об'єкту дослідження був використаний зразок гематитового концентрату Кривого Рогу (67,3% Fe) з розміром зерен 0,07 мм.

Методика перетворення полягала в наступному. До зразка додавали розчин крохмалю у воді, попередньо нагрітий, перемішували та нагрівали в товстостінному тиглеві на піщаній бані (~250-300°C) до загусання. Далі зразок поміщали в мікрохвильову піч та інкубували при четвертій потужності. Протягом декількох хвилин починалися розряди. Синтез проводили в середньому 5 хв, до останніх слабких спалахів. В результаті отримували зразок у вигляді порошку, що добре реагував на магніт.

Мінеральний склад і магнітні характеристики вихідних та отриманих зразків були вивчені методами рентгенофазового аналізу (рентгенівський дифрактометр ДРОН-3, за випромінювання $\text{CuK}\alpha$ $\lambda=1,54178 \text{ \AA}$) та магнітометрії. Намагніченість насичення зразків у процесі перетворення вимірювали за допомогою пристрою для експресного вимірювання намагніченості руд та магнітних матеріалів [2]. Криві намагніченості та намагніченість насичення визначали на магнітометрі з датчиком Холла. Калібрування приладу проводили, використовуючи еталонний зразок із відомим значенням намагніченості насичення. Як такий, використали зразок чистого нікелю, намагніченість насичення якого складає $54,4 \text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ (за кімнатної температури).

Головною мінеральною фазою вихідного зразка гематиту з Кривого Рогу є гематит (міжплощинні відстані зі значеннями $3,382 \text{ \AA}$, $2,704 \text{ \AA}$, $2,251 \text{ \AA}$, $2,211 \text{ \AA}$, $1,848 \text{ \AA}$, $1,700 \text{ \AA}$, $1,602 \text{ \AA}$, $1,488 \text{ \AA}$, $1,458 \text{ \AA}$), наявні сліди кварцу. Намагніченість насичення вихідного зразка становила менше $\sim 1 \text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$. Після перетворення в присутності вологого гелю крохмалю, під впливом мікрохвильового випромінювання, метод рентгенофазового аналізу показав, що після перетворення зразка гематиту у вологому гелі крохмалю під дією мікрохвильового випромінювання з'явилась нова фаза. Характерні піки отриманого зразка після перетворення ($4,84 \text{ \AA}$, 297 \AA , $2,53 \text{ \AA}$, $2,10 \text{ \AA}$, $1,62 \text{ \AA}$, $1,48 \text{ \AA}$) були віднесені до магнетиту. Намагніченість насичення, визначена для отриманих зразків склала $51\text{-}60 \text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$.

Проведено дослідження оптимального вмісту води для того, щоб відбувалася реакція перетворення. Вимірювали маса пустого тигля, з вологим гелем крохмалю (суспензія), і рахували загальну масу до нагрівання разом з масою руди. Далі вимірювали загальну масу після нагрівання та рахували втрату води. Час нагрівання вимірювали через кожні 1-1,5 хв. Під час проведення експериментів було встановлено, що перетворення відбувається лише тоді, коли суспензія знаходиться в добре розігрітому стані. Тому наступним кроком потрібно було встановити, при якому часі підігрівання суспензії на піщаній бані відбувається перетворення. Дані експерименти були проведені двічі для встановлення закономірності відтворення та подані у вигляді графіку (рис.1).

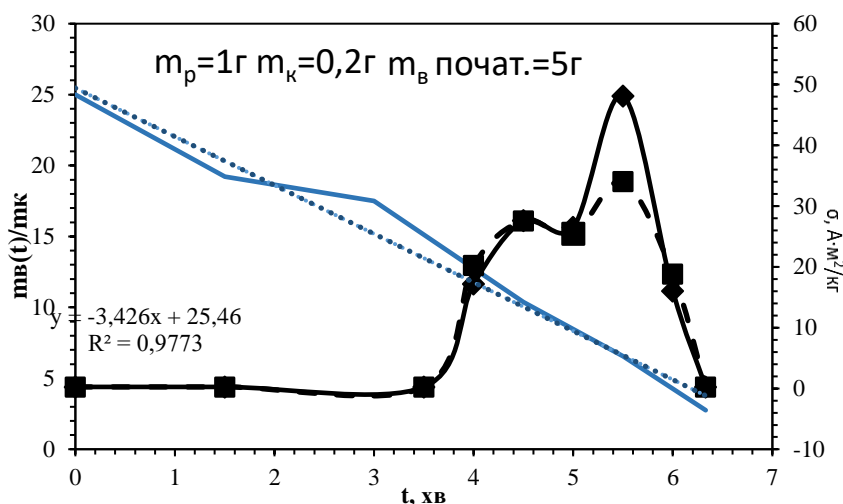


Рисунок 1 – Залежність питомої намагніченості насичення від часу перетворення для зразків природного гематиту.

На рисунку зазначено наступні скорочення: m_v – маса води після нагрівання, m_k – маса крохмалю, яка є стандартною та становить 0,2г, $\sigma_{1,2}$ – питома намагніченість насичення, отримана в результаті першого і другого експериментів; t – час нагрівання суміші зразка з вологим гелем крохмалю. Синьою лінією показано співвідношення води до кількості крохмалю.

З графіку можна спостерігати підвищення значень питомої намагніченості насичення з часом нагрівання суміші зразка з вологим гелем крохмалю, починаючи з 4 хв нагрівання. Після 6 хв нагрівання суміші питома намагніченість насичення падає практично до нуля. Найвищі значення питомої намагніченості насичення характерні для часу нагрівання суміші 5,5 хв. Отже, час підігріву суміші зразка з вологим гелем крохмалю знаходиться в діапазоні 4-6 хв, а оптимальний вміст води для перетворення природного гематиту – 1-2,5 мл відповідно.

Отримані результати можуть бути використані в процесі розробки нових технологій виробництва залізорудних концентратів з гематитових окиснених залізних руд та відходів гірничозбагачувальних комбінатів.

Список використаних джерел:

1. Металічні корисні копалини України : підручник / О. В. Грінченко та ін. за ред. М. В. Гейченко та ін. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2006, С. 38-39.
2. Пристрій для експресного вимірювання намагніченості руд та магнітних матеріалів : пат. 94163 Україна: В03С 1/015, G01N 33/00, G01N 27/72, G01R 33/383. № u 2014 08548; заявл. 28.07.2014; опубл. 27.10. 2014, Бюл. № 20. С. 4.