

Отже, зважаючи на те, що традиційні бази даних не підтримують нечіткі запити, запропонований метод додасть зручності та спростить доступ користувача до інформації.

Нечітка логіка може бути застосована в ситуаціях, коли класичні прийоми не є ефективними, наприклад, системи які не можуть бути точно описані математичними моделями, які містять протиріччя, або які контролюються лінгвістично. Сьогоднішні застосування нечіткої логіки: моделювання, обчислення, оптимізація, прийняття рішень, діагностика.

Список використаних джерел:

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scientificamerican.com/article/what-is-fuzzy-logic-are-t/>.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://basegroup.ru/community/articles/fuzzylogic-math>.
3. Карпенко А.С. Логика нечёткая. Гуманитарная энциклопедия [Електронний ресурс] // Центр гуманитарных технологий, 2002–2018 (последняя редакция: 16.07.2018). URL: <https://gtmarket.ru/concepts/6941>.

Бондарь Н.П.

асистент,

Дніпровський державний технічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ ГЕМАТИТУ ЗА РАХУНОК ТЕРМООБРОБКИ МЕХАНОАКТИВОВАНОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО МАТЕРІАЛУ

В останній час значний розвиток одержують процеси прямого отримання заліза або, так звана, безкоксова металургія, яка полягає в отриманні губчастого заліза, металізованої сировини, литого заліза або сталі безпосередньо із залізородних матеріалів, минаючи доменну піч. В роботі наведені результати досліджень щодо впливу механоактивації та термічної обробки в вакуумі й середовищі молекулярного водню на процеси відновлення $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$. В якості методів досліджень застосовувалися рентгенофазовий та рентгеноспектральний аналізи.

Для досліджень була обрана важко збагачувальна гематитова руда Криворізького родовища, основними складовими якої є оксид кремнію SiO_2 , що має гексагональну кристалічну ґратку, та оксид заліза Fe_2O_3 – гематит з тригональною кристалічною ґраткою. В якості еталонного матеріалу – чистий для аналізів (ЧДА) гематит, який представляє собою порошок Fe_2O_3 дисперсністю $0,5 \div 3$ мкм.

Вакуумна термообробка рудних порошків на різних стадіях механоактивації проводилась за допомогою вакуумної печі СШВЕ-12.5/25-43 при температурі 600°C та витримці протягом 1 год.

Встановлено, що відпал ЧДА гематиту в вакуумі при зазначених параметрах призведе до часткового перетворення гематиту в магнетит в

верхньому прошарку матеріалу. Фактором, що гальмує процеси перетворення гематит-магнетит є спікання.

Внаслідок подрібнення гематитової руди в високоенергетичному вібраційному млині (30 год. на повітрі, 10 год. в воді, 30 год. в воді з додаванням карбонільного заліза) окрім збільшення дисперсності рудного порошку, спостерігаються зміни в хімічному складі. Згідно з результатами РСМА механоактивація призводить до графітизації матеріалу, про що свідчить поява вуглецю.

Після термообробки зразків на дифрактограмах фіксується поява нових ліній, що відповідають фазі Fe_3O_4 , інтенсивність яких збільшується при зростанні ступеню попереднього подрібнення. Для порошку, подрібненого в млині протягом 70 год., одним з ключових факторів, що сприяє відновленню гематиту до магнетиту, є присутність карбонільного заліза, як каталізатора реакцій, та вуглецю, що вивільнився внаслідок графітизації при механообробці. Завдяки наявності оксиду кремнію спікання залізородного матеріалу не відбувається.

Таким чином, відновлення гематиту за рахунок відпалу залізородного матеріалу в вакуумі має обмежений характер і сприяє лише частковому перетворенню гематиту в магнетит. Тому доцільно використовувати додатковий відновник.

Термообробка рудного матеріалу і чистого гематиту в середовищі молекулярного водню проводилась у ІМФ НАНУ на установці ІВГМ-2М під тиском 0,6 МПа при температурах 300°C і 400°C протягом 30хв. та при 500°C протягом 5 хв.

Згідно з отриманими результатами термообробка рудного матеріалу в середовищі молекулярного водню призведе до фазових перетворень $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$ при температурі відпалу вище 300°C.

Для ЧДА гематиту та залізородного матеріалу відпал в середовищі молекулярного водню при $T=500^\circ\text{C}$ і $\tau_{\text{витр.}}=5$ хв. призводить до повного відновлення до магнетиту з частковим утворенням чистого заліза, а також до окрихчування порошку. Повне перетворення до чистого заліза спостерігається при збільшенні часу витримки до 30 хв.

Метод відновлення гематиту внаслідок термообробки можна використовувати в металургійній промисловості для застосування магнітної сепарації при очищенні гематитових руд або відходів металургійного виробництва від пустої породи, за рахунок переведення слабомагнітних мінералів у феромагнітний стан, а також для прямого отримання чистого заліза з залізородної сировини.