

ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНОГО РЕЖИМУ НА КОНВЕРСІЮ ЛАНГБЕЙНІТОВОЇ СУСПЕНЗІЇ У ШЕНІТОВУ

© Карпець М.В., 2008

Досліджено вплив інтенсивності перемішування лангбейнітової суспензії і тривалості процесу на ступінь конверсії лангбейніту у шеніт. Визначено оптимальні умови одержання шеніту: тривалість процесу – 90 хв, інтенсивність перемішування – 840 об/хв. ($Re_{відш}=11,6 \cdot 10^3$). Наведено кінетичні закономірності конверсії. Встановлено, що процес відбувається у дифузійній області.

Influence of intensity of interfusion of langbeynit souspension and duration of process is explored on the degree of conversion of langbeynit in shoenite. Definite optimum terms of receipt of shoenite: duration of process – 90 minute, intensity of interfusion – 840 turns for a minute. ($Re = 11,6 \cdot 10^3$). The resulted kinetic conformities to the law of process of conversion. It is set, that a process takes place in a diffusive region.

Постановка проблеми. Наявна технологія переробки полімінеральних калійних руд [1] характеризується низьким ступенем розчинення важкорозчинних калійно-магнієвих мінералів, зокрема найціннішого сульфатного мінералу – лангбейніту – 20–23 %. Тому актуальним є пошук методів підвищення ступеня витягу цінних компонентів з руди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо [2], що розчинення лангбейніту у воді проходить в кінетичній і перехідній областях і за низьких температур інтенсивність перемішування на нього не впливає.

Метою роботи є встановлення можливостей інтенсифікації перероблення полімінеральних калійних руд Прикарпаття застосуванням конверсії лангбейніту в шеніт.

Експериментальна частина. У лабораторних умовах вивчали вплив часу та інтенсивності перемішування суспензії лангбейніту у шенітовому розчині на конверсію лангбейніту в шеніт. Відібрані з калійного рудника зразки лангбейніту подрібнювали, відмивали від домішок розчинних солей значною кількістю холодної води при перемішуванні, потім фільтрували. Залишкову вологу видаляли ацетоном, висушували за 50 °С, подрібнювали в кульовому млині і відсіювали частинки розміром 0,1–0,2 мм. Одержали зразки лангбейніту складу (мас. %): K^+ – 18,17, Mg^{2+} – 11,67, Na^+ – 0,11, Cl^- – 0,44, SO_4^{2-} – 68,07, H_2O – 1,54 (або лангбейніту $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ – 96,1; галіту $NaCl$ – 0,5; арканіту K_2SO_4 – 3,4). Для суспензії використовували розчин густиною 1,284 г/см³ складу: K^+ – 3,90, Mg^{2+} – 3,40, Na^+ – 4,11, Cl^- – 15,99, SO_4^{2-} – 5,15, H_2O – 67,45, який перебував в рівновазі з шенітом. Підготовані зразки лангбейніту (50 г) і розчину (250 мл) витримували попередньо протягом однієї доби у повітряному термостаті для нагрівання до температури досліду. Потім лангбейніт і розчин змішували в термостатованому реакторі за температури 20 °С і перемішували лопатевою мішалкою протягом 120 хв. Швидкість обертання лопатевої мішалки змінювали у межах 90 – 1125 об/хв. Через певні проміжки часу відбирали фільтруванням на воронці Бюхнера під вакуумом проби рідкої і твердої фаз і аналізували на вміст іонів K^+ і Na^+ полуменевофотометричним, Mg^{2+} і Ca^{2+} – комплексонометричним, Cl^- – меркуриметричним і SO_4^{2-} – гра-

віметрним методами аналізу [3]. За результатами хімічного аналізу розраховували на ПК матеріальні баланси і за спеціальною програмою обчислювали мінеральний склад твердих фаз суспензії. Розрахунок ступеня конверсії (α) лангбейніту у шеніт здійснювали за формулою:

$$\alpha = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot c_2}{m_2 \cdot c_3} \cdot 100, \quad (1)$$

де m_1 – маса твердої фази суспензії з матеріального балансу, m_2 – маса вихідного лангбейніту, c_1 – вміст шеніту у твердій фазі суспензії, c_2 і c_3 – вміст SO_4^{2-} у шеніті і лангбейніті відповідно.

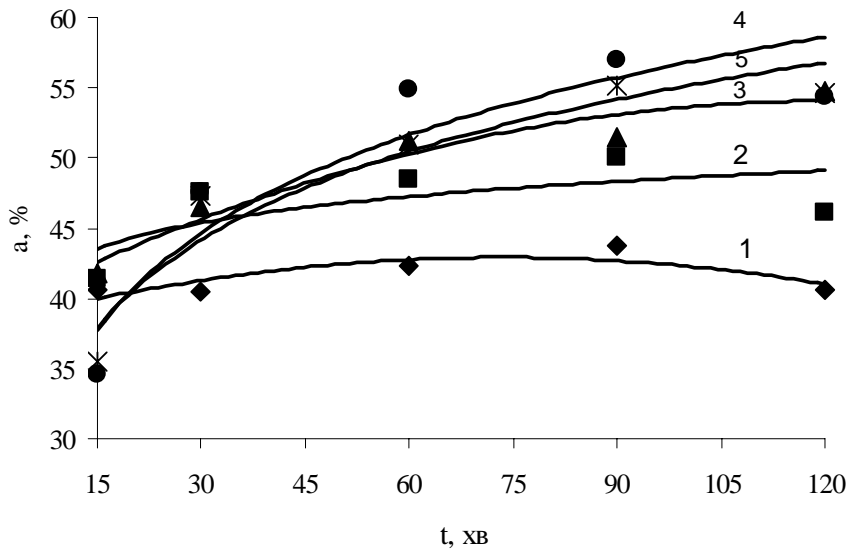


Рис.1. Залежність ступеня конверсії (α) лангбейніту у шеніт від часу (t) і швидкості обертання лопатевої мішалки (n , об/хв):
1 – 90, 2 – 280, 3 – 560, 4 – 840, 5 – 1125

Результати досліджень та їхній аналіз. Одержані дані (рис. 1) показують, що із збільшенням інтенсивності перемішування зростає ступінь конверсії протягом 90 хв, а потім майже не змінюється. Максимальне значення ступеня конверсії лангбейніту у шеніт досягається за швидкості обертання мішалки 840 об/хв, а з подальшим збільшенням інтенсивності перемішування зменшується за рахунок захоплення твердих частинок потоком рідини і зменшення швидкості їхнього обтікання рідиною.

Для вивчення кінетики конверсії використовували рівняння розчинення Шукарева:

$$\frac{dc}{dt} = K \cdot S(C_s - C), \quad (2)$$

яке після інтегрування за сталого об'єму розчину і відомої величини поверхні розчинення S набуває вигляду:

$$\ln \frac{C_s}{C_s - C} = K \cdot S \cdot t, \quad (3)$$

де C – концентрація розчиненої речовини розчині у момент часу t ; C_s – концентрація насичення; S – площа поверхні лангбейніту; K – константа швидкості розчинення.

Приймали, що площа поверхні твердої фази S під час конверсії зменшується пропорційно до ступеня конверсії:

$$S = S_n (1 - \alpha), \quad (4)$$

де S_n – початкова площа поверхні розчинення; α – ступінь конверсії.

Зміну швидкості обертання мішалки у часі у логарифмічних координатах зображено на рис. 2. Лінійний характер цієї залежності свідчить про дифузійну область перебігу конверсії.

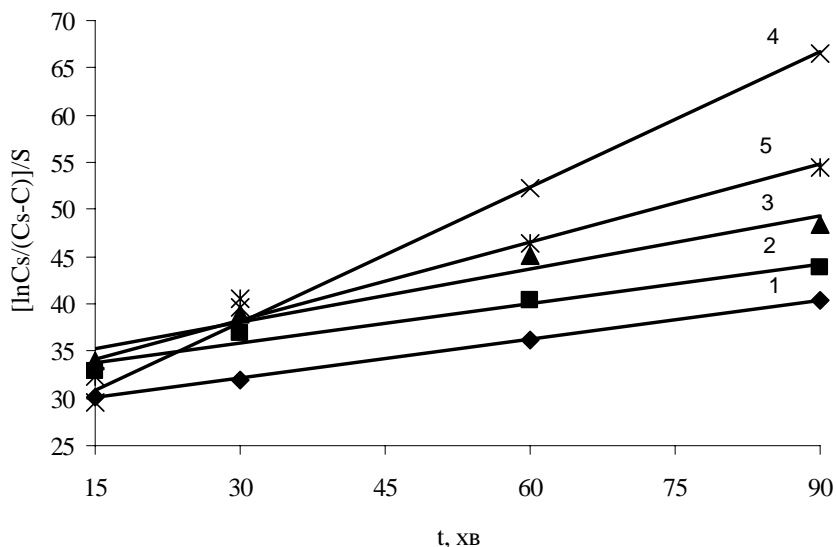


Рис. 2. Зміна величини $\frac{\ln C_s / (C_s - C)}{S}$ в часі залежно від швидкості обертання мішалки (n , об/хв.): 1 – 90, 2 – 280, 3 – 560, 4 – 840, 5 – 1125

Для визначення інтенсивності перемішування $Re_{відц}$ використовували формулу [4]:

$$Re = \frac{nd^2 \rho_c}{\eta_c}; \quad (5)$$

де n – кількість обертів мішалки, d – діаметр мішалки, ρ_c – густина суспензії, η_c – в'язкість суспензії.

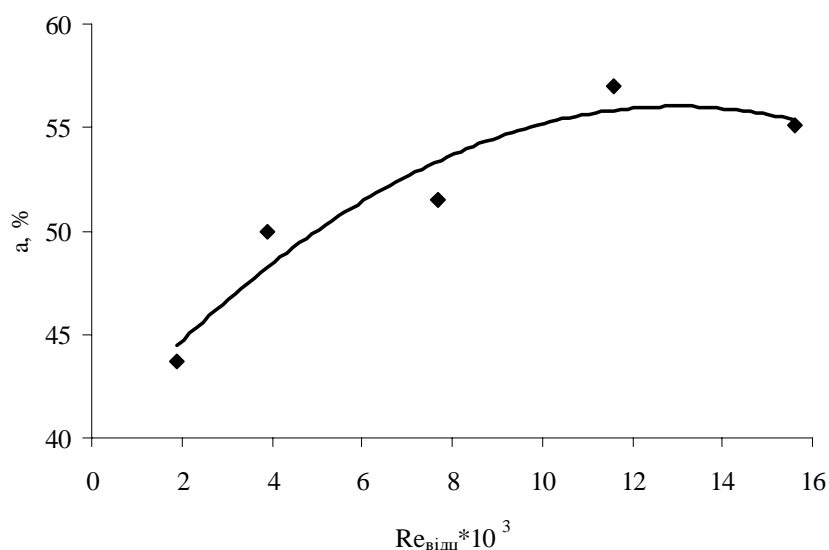


Рис. 3. Залежність ступеня конверсії (α) лангбейнітової суспензії у шенітову від інтенсивності перемішування ($Re_{відц}$)

В'язкість суспензії визначали за формулою [4]:

$$\eta_c = \eta (1 + 2,5 \varphi), \quad (6)$$

де η – в'язкість рідкої фази, φ – об'ємна частка дисперсної фази.

Густину суспензії визначали за формулою [4]:

$$\rho_c = \rho_1 \varphi + \rho_2 (1 - \varphi), \quad (7)$$

де ρ_1 і ρ_2 – густина дисперсної і рідкої фаз.

Інтенсивність перемішування змінювалась від $Re_{\text{від}} = 1,9 \cdot 10^3$ до $15,6 \cdot 10^3$, тобто конверсія відбувалася в ламінарній (до $2,3 \cdot 10^3$), перехідній ($2,3$ – $10,0 \cdot 10^3$) і турбулентній областях (більше ніж $10,0 \cdot 10^3$). Залежність інтенсивності перемішування від ступеня конверсії лангбейнітової суспензії у шенітову за сталого часу 90 хв наведено на рис. 3. Стадія хімічного руйнування кристалічної ґратки лангбейніту відбувається інтенсивніше при обертанні лопатевої мішалки зі швидкістю 840 об/хв ($Re_{\text{відц}}=11,6 \cdot 10^3$), тобто в турбулентній області, ступінь конверсії протягом 90 хв становить 57 %.

Висновки. Отже, конверсія лангбейнітової суспензії у шенітову відбувається у дифузійній області і її швидкість залежить від інтенсивності перемішування.

Одержані дані можна використовувати у технології перероблення полімінеральної калійної руди.

1. Лунькова Ю.Н., Хабер Н.В. Производство концентрированных калийных удобрений из полиминеральных руд. – К.: Техника, 1980. – 158 с. 2. Блаживский Н.И. Разработка технологии переработки галито-лангбейнитового остатка после растворения полиминеральной руды Прикарпатья на комплексные удобрения: Дис... канд. техн. наук: 05.17.01. – Львов: Политехнический институт, 1990. – 244 с. 3. Морачевський Ю.В., Петрова Е.М. Методы анализа рассолов и солей. – М.: Химия, 1965. – 403 с. 4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 750 с.