

УДК 631.833.2

Л.М. Ерайзер, д-р техн. наук, проф.,
Л.В. Іванченко, канд. техн. наук,
Одес. нац. політехн. ун-т

ГРАФІЧНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПІДГОТОВЛЕННЯ РУДИ ДО ГАЛУРГІЙНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ

Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко. **Графічне відображення процесів підготовки руди до галургійного перероблення.** За допомогою фазової діаграми трикомпонентної системи K^+ , Mg^{2+} // SO_4^{2-} , H_2O проведено аналіз фізико-хімічних особливостей процесу, що застосовується під час підготовки полімінеральної руди до перероблення шляхом попередньої конверсії важкорозчинного мінералу лангбейніту в легкорозчинний шеніт.

Ключові слова: полімінеральна руда, лангбейніт, конверсія, шеніт.

Л.Н. Эрайзер, Л.В. Иванченко. **Графическое отображение процессов подготовки руды к галургической переработке.** С помощью фазовой диаграммы трехкомпонентной системы K^+ , Mg^{2+} // SO_4^{2-} , H_2O проведен анализ физико-химических особенностей процесса, применяемого при подготовке полиминеральной руды к переработке путем предварительной конверсии труднорастворимого минерала лангбейнита в легкорастворимый шенит.

Ключевые слова: полиминеральная руда, лангбейнит, конверсия, шенит.

L.N. Erayzer, L.V. Ivanchenko. **Graphic display of processes of ore preparation to halurgical processing.** With the help of the phase diagram of a three-component system K^+ , Mg^{2+} // SO_4^{2-} , H_2O the analysis of physical-chemical peculiarities of the process of preparation of polymineral ores for processing by preconversion of the sparingly soluble mineral langbeinite into the readily soluble schoenite is carried out.

Keywords: polymineral ore, langbeinite, conversion, schoenite.

Провідна роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур належить широкому застосуванню мінеральних добрив. Серед них важливе місце належить калійним солям, які разом з азотними і фосфорними добривами є джерелом одного з трьох безальтернативних поживних елементів.

Україна володіє унікальним Прикарпатським родовищем полімінеральних руд, що служать сировиною для виробництва високоякісних сульфатних форм калійних добрив. Розвідані запаси калійних солей досягають 8 млрд т. Найбільш відомі Стебницьке та Калуш-Голинське родовища, які представлені галіто-каїніто-лангбейнітовими породами. Сумарний вміст калію в руді невеликий — 10...14 %, вміст галіту досягає 30...40 %. Відмітна особливість — це строкатість мінералогічного складу та надзвичайно високий вміст мулисто-піскової фракції — до 20 %, що суттєво ускладнює перероблення руди. Разом з тим, наявність такої багатой сировинної бази дає змогу одержувати широкий асортимент товарної продукції: калію сульфат, калімагнезію, харчовий і технічний натрію хлорид, рідкий магнезію хлорид для електролізу та ін. Тим часом, потреба сільського господарства країни задовольняється недостатньо. Це пояснюється не тільки відомими економічними труднощами і падінням виробництва в 90-ті роки, але й недосконалістю діючої технології, переважно — невисоким ступенем витягу з руди калію.

Економічна доцільність та екологічна невідкладність диктують необхідність відновлення і розширення виробництва калійних добрив на базі нових технічних рішень, що дають змогу збільшити ступінь використання корисних компонентів. До них відноситься і проведення компле-

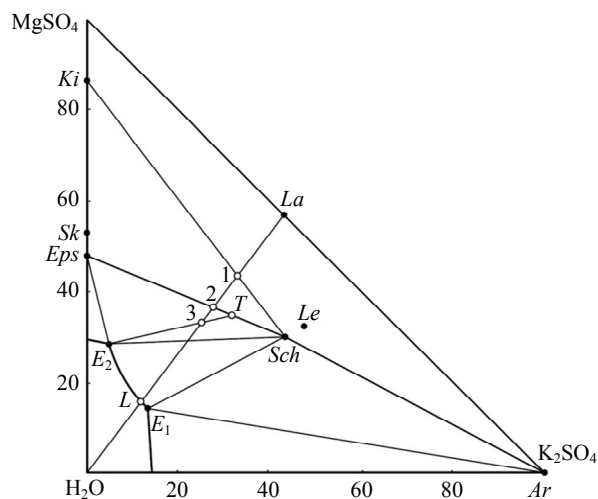
ксу робіт з попередньої підготовки руди з метою конверсії важкорозчинних калієвмісних мінералів, таких як лангбейніт ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), кізерит ($MgSO_4 \cdot H_2O$) в легкорозчинний шеніт ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4 \cdot 6H_2O$).

Процес шенітизації лангбейніту [1] заснований на тому, що лангбейніт під час змочування переходить в легкорозчинну форму — шеніт за реакціями:



Шенітизація лангбейніту досить тривалий процес (25...30 діб), що відбувається під час зберігання зволоженої руди в териконах.

Фізико-хімічні особливості процесів, що при цьому відбуваються, розглядаються за допомогою діаграми трикомпонентної системи K_2SO_4 — $MgSO_4$ — H_2O (див. рисунок). На трикутну діаграму нанесено фігуративні точки мінералів і поля кристалізації твердих фаз. Процес шенітизації відображається променем, проведеним з точки лангбейніту La у початок координат. Фігуративні точки, що лежать на відрізку La — H_2O , характеризують стехіометрію та фазовий склад рівноважних систем, що утворюються за різних кількостей доданої води. Так, якщо на 1 моль лангбейніту взяти 7 або 13 моль води (точки 1 і 2), то після досягнення рівноважного стану поряд з шенітом повинні утворюватися відповідно кізерит (Ki) або епсоміт (Eps , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$) за реакціями (1) та (2).



Процес шенітизації лангбейніту за температури 35 °C

Отже, щоб виключити небажане утворення важкорозчинного кізериту, необхідно брати деякий надлишок води від стехіометричної кількості, яка розрахована за другою реакцією (точка 3 на промені розчинення).

Як видно з рисунка, лангбейніт у воді розчиняється інконгруентно. У початковий період за значного надлишку води перші порції повністю розчиняються, утворюючи ненасичені розчини (відрізок H_2O — L). Внаслідок збільшення концентрації розчину настає насичення, чому на діаграмі відповідає точка L перетину променя розчинення з лінією ліквідусу на ділянці поля кристалізації шеніту E_1 — E_2 . Подальше розчинення лангбейніту супроводжується його розкладанням — в осад випадає шеніт, а магнію сульфат залишається в розчині. У цей період фігуративна точка твердої фази залишається в полюсі кристалізації шеніту (точка Sch), а точка рідкої фази переміщується лінією ліквідусу в область більш високих концентрацій магнію сульфату. Коли вона потрапляє в евтоніку E_2 , розчин стає насиченим і за епсомітом, який починає випадати в осад разом з шенітом. Оскільки точка E_2 є конгруентною, сольові маси осаду, що виділяється із розчину, тотожні. Отже, склад розчину не змінюється і його фігуративна точка залишається в точці E_2 , а фігуративна точка осаду почне зміщуватися з точки Sch прямою в напрямку точки Eps . Процес завершується, коли фігуративна точка системи, рухаючись променем розчинення лангбейніту, виявиться в розрахунковій точці бруто-складу реакційної суміші (точка 3).

Продуктом конверсії лангбейніту в цій точці є вологий шеніт з добавкою епсоміту, кількість якого визначається довжиною відрізка Sch — T . Вологість залежить від залишку рідкої фази (евтоніка E_2), кількість якої пропорційна відрізку T — 3. Як видно з рисунка, вологість різко зростає із збільшенням надлишку води, що подається на конверсію. Для одержання зруч-

ної під час складування в териконах зволоженої маси руди, надлишок доданої води не повинен перевищувати 15 % [1]. Через перебіг процесів перекристалізації зволожена руда комкується і схоплюється. Тому воду подають поступово рівними частинами за три заходи через дві доби, руду протягом перших 7 днів періодично перемішують.

Внаслідок шенітизації лангбейніту одержують конвертовану руду, що містить до 90 % калію в розчинній формі. Це значно спрощує надалі основний цикл перероблення руди і забезпечує підвищення ступеня вилучення калію з сировини до 80...85 % [1].

Сутність іншого процесу рудопідготовки — каїнітизації лангбейніту [2] полягає в конверсії лангбейніту в іншій легкорозчинний мінерал — каїніт ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$). Фізико-хімічний аналіз каїнітизації руди розглянуто раніше [3].

Каїнітизація є кращою, тому що дає змогу не тільки поліпшити техніко-економічні показники, але й частково вирішити екологічні проблеми галургійного перероблення полімінеральних руд.

Література

1. Гребенюк, Д.В. Дослідження процесу розчинення гідратованої лангбейнітової руди / Д.В. Гребенюк, Б.М. Яремчук // Хіміч. пром-сть України. — 1997. — № 6. — С. 43 — 47.
2. Хацевич, О.М. Полімінеральні калійні руди Прикарпаття. Нова технологія переробки / О.М. Хацевич, І.Ю. Костів, М.В. Хабер // Хіміч. пром-сть України. — 2005. — № 4. — С. 3 — 7.
3. Ерайзер, Л.М. Фізико-хімічний аналіз процесів рудопідготовки в галургії / Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко // Вопросы химии и хим. технологии. — Дніпропетровськ: ДВНЗ “УДХТУ”, 2012. — № 1. — С. 142 — 144.

References

1. Hrebenuk, D.V. Doslidzhennia protsesu rozchynennia hidratovanoi lanhbeinitovoi rudy [Study of the process of the hydrated langbeinite ore dissolution] / D.V. Hrebenuk, B.M. Yaremchuk // Khimich. prom-st Ukrainy [Chemical Industry of Ukraine]. — 1997. — # 6. — pp. 43 — 47.
2. Khatsevych, O.M. Polimineralni kaliini rudy Prykarpattia. Nova tekhnolohiia pererobky [Polymineral potassium ores of Subcarpathia] / O.M. Khatsevych, I.Yu. Kostiv, M.V. Khaber // Khimich. prom-st Ukrainy [Chemical Industry of Ukraine]. — 2005. — # 4. — pp. 3 — 7.
3. Eraizer, L.M. Fyzyko-khimichniy analiz protsesiv rudopidhotovky v halurhii [Physical-chemical analysis of ore preparation processes in halurgy] / L.M. Eraizer, L.V. Ivanchenko // Voprosy khymyy i khym. tekhnolohyy [Problems of Chemistry and Chemical Technology] — Dnipropetrovsk. — 2012. — # 1. — pp. 142 — 144.

Рецензент д-р хім. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-ту Михайленко Г.Г.

Надійшла до редакції 18 серпня 2013 р.