



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40786 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C01D 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПОЛІМІНЕРАЛЬНОЇ КАЛІЙНОЇ РУДИ

1

(21) u200813501

(22) 24.11.2008

(24) 27.04.2009

(46) 27.04.2009, Бюл.№ 8, 2009 р.

(72) ВІТЕНЬКО ТЕТЯНА МИКОЛАЇВНА, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧ-  
НИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, UA

(57) Спосіб перероблення полімінеральної калійної руди, при якому подрібнюють полімінеральну калійну руду, розчиняють, відділяють нерозчинний залишок від ненасиченого розчину, здійснюють

2

конверсію з оборотним карналітом і карналітовим розчином, розчиняють конвертовану суміш ненасиченим сольовим розчином, відділяють розчин від нерозчиненого залишку, відстоюють його, відділяють освітлений насичений розчин від глинистого мулу, промивають глинистий мул оборотною водою, кристалізують шеніт, сушать шеніт до калімагнезії, який **відрізняється** тим, що карналітовий розчин попередньо обробляють у кавітаційному пристрої статичного типу.

Корисна модель відноситься до технології перероблення полімінеральної калійної руди підприємств хімічної промисловості, які мають у своєму складі лінії виробництва калійних добрив.

Відомий спосіб перероблення полімінеральної калійної руди, при якому подрібнюють полімінеральну калійну руду, розчиняють, відділяють нерозчинний залишок від ненасиченого розчину, здійснюють конверсію з оборотним карналітом і карналітовим розчином, розчиняють конвертовану суміш ненасиченим сольовим розчином, відділяють розчин від нерозчиненого залишку, відстоюють його, відділяють освітлений насичений розчин від глинистого мулу, промивають глинистий мул оборотною водою, кристалізують шеніт, сушать шеніт до калімагнезії (див. Пат. України 75809, МПК C01D 5/00, C01F 5/00, C05D 1/00. Заяв. 20.09.2004; Опубл. 15.05.2006, Бюл. №5 -5с).

Недоліком цього способу є довготривалість процесу конверсії лангбейніту в каїніт.

В основу корисної моделі поставлено задачу - прискорити процес конверсії лангбейніту у каїніт і пов'язане з цим підвищення продуктивності, шляхом виконання способу при якому подрібнюють полімінеральну калійну руду, розчиняють, відділяють нерозчинний залишок від ненасиченого розчину, здійснюють конверсію з оборотним карналітом і карналітовим розчином, розчиняють конвертовану суміш ненасиченим сольовим розчином, відділяють розчин від нерозчиненого залишку, відстоюють його, відділяють освітлений

насичений розчин від глинистого мулу, промивають глинистий мул оборотною водою, кристалізують шеніт, сушать шеніт до калімагнезії, причому карналітовий розчин попередньо обробляють у кавітаційному пристрої статичного типу.

На графічному зображенні представлена схема виконання запропонованого способу.

Спосіб здійснюють наступним чином: Подрібнену полімінеральну калійну руду подають на розчинення 1. В результаті розчинення утворюється ненасичений за іонами  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  розчин. Після чого нерозчинений залишок відділяють від ненасиченого розчину і подають на конверсію 2 з оборотним карналітом і обробленим у кавітаційному пристрої статичного типу карналітовим розчином 3. Конвертовану суміш розчиняють з ненасиченим сольовим розчином 4, отриманим при попередньому розчиненні руди. Суспензію, що утворилася, відділяють від нерозчиненого залишку і подають на відстоювання 5. Освітлений насичений розчин відділяють від глинистого мулу. Глинистий мул подають на промивання 6 оборотною водою, а отриману промивну воду повертають на розчинення руди 1. Освітлений насичений розчин подають на кристалізацію шеніту 7. Отриманий шеніт сушать 8 до калімагнезії. Частина шенітового маточного розчину рекомендується повертати на стадію розчинення 1.

Приклад конкретного виконання способу.

100 тон подрібненої полімінеральної калійної руди подають на розчинення водою у кількості

(19) UA (11) 40786 (13) U

124.8 тони. В результаті розчинення утворюється 303.4 тони ненасиченого за іонами  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  розчину і 62 тони нерозчиненого залишку, який відділяють від ненасиченого розчину і подають на конверсію з оборотним карналітом у кількості 18,6 тони і активованим у кавітаційному циркуляційному контурі карналітовим розчином у кількості 11.9 тон.

Виходячи з вимог технологічного процесу і енергетичних показників і експериментальних даних задаємо кратність циркуляції карналітового розчину через робочу ділянку кавітаційного пристрою  $n=6$ .

Потрібну витрату середовища розраховуємо враховуючи об'єм карналітового розчину і час на його активацію. Так, час на однократне проходження карналітового розчину через робочу ділянку

$$\tau_1 = \frac{r}{n} = \frac{7200}{6} = 1200 \text{ с} = 20 \text{ хв.},$$

де  $r$  - час активації, с;  $n$  - кратність циркуляції.

Тоді, потрібна витрата середовища  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$

$$Q = \frac{V}{\tau_1} = \frac{9,1}{1200} = 0,007 \text{ м}^3/\text{с} = 27,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$V = m \cdot \rho = 11900 \cdot 1301 = 9,1 \text{ м}^3$$

Визначаємо геометричні параметри робочої ділянки кавітатора з умови забезпечення необхідних параметрів кавітаційного поля, зокрема числа кавітації  $\sigma=1,6$ ; стадії кавітації  $\lambda=2,1$ ; тиску за кавітатором  $P_k=50000$  Па і коефіцієнта стиснення потоку  $k=0,6-0,75$ . При більших значеннях  $k$  кавітує зазор. За експериментальними даними такий режим досліджується при значенні швидкості в зазорі  $v_3=14,5 \text{ м/с}$ .

Для забезпечення такої швидкості площа пристінного зазору повинна визначатись за умовою

$$h_1 = \lambda \cdot \frac{1}{2R} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \cdot \frac{4 \cdot l}{2d} \cdot \frac{(4Q/\pi d^2)^2}{2g} = \frac{0,3164}{98000^{0,25}} \cdot \frac{4 \cdot 10}{2 \cdot 0,1} \cdot \frac{(4 \cdot 0,007/3,14 \cdot 0,1^2)^2}{2 \cdot 9,8} = 0,1479 \text{ м} = 1450,39 \text{ Па}$$

Відповідно до рис, циркуляційний контур має одне коліно до робочої ділянки і два після. Втрати напору  $h_2$  в цьому випадку

$$h_2 = 3 \cdot \left( \zeta \frac{v^2}{2g} \right) = 3 \cdot \left( 1,1 \frac{0,89^2}{2 \cdot 9,8} \right) = 0,13335 \text{ м} = 1307,7 \text{ Па}$$

Втрати на конфузори  $h_3$  і дифузори  $h_4$  а також загальні по контуру  $h_k$

$$h_3 = \zeta_3 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,14 \cdot \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,8} = 0,0068 \text{ м} = 67,27 \text{ Па}$$

$$h_4 = \zeta_4 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \cdot \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,8} = 0,0132 \text{ м} = 129,4 \text{ Па}$$

$$h_k = h_1 + h_2 + h_3 = 1450,39 + 1307,3 + 67,27 + 129,4 = 2954,36 \text{ Па}$$

Тоді  $H = 210838,7 + 2954,36 = 213793,06$  Па.

У відповідності до розрахованих значень  $Q$  і  $H$  вибирають насос з каталога.

$$\omega_{\text{пр.з.}} = \omega_D - \omega_d = \frac{Q}{v_3} = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{14,5} = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

З цієї залежності знаходимо діаметр конфузора у місці встановлення кавітатора за рівнянням

$$D_k = \sqrt{12 \cdot 10^{-3}} = 0,0346 \text{ м}$$

$$k = \frac{D}{k}$$

Діаметр кавітатора визначаємо з умови

$$D_k = 0,7 \cdot 0,0346 = 0,024 \text{ м}$$

Визначаємо параметри конфузора  $D_{\text{кон}}$  на вході у робочу ділянку з умов стабілізації потоку

$$D_{\text{кон.}} = d_{\text{н.м.}} = D_k \cdot 3,16 = 0,0346 \cdot 3,16 = 0,1 \text{ м}$$

Визначаємо тиск на вході у робочу ділянку  $P_0$ ,

Па

$$P_0 = \frac{\rho \cdot v_3^2}{2} \cdot \sigma + P_k = \frac{1000 \cdot 14,5^2}{2} \cdot 1,6 + 50000 = 218200 \text{ Па,}$$

де  $\sigma$  - число кавітації;  $P_k$  - тиск за кавітатором, Па;  $v_3$  - швидкість в зазорі,  $\text{м/с}$ .

Довжину циліндричної ділянки визначаємо з умови

$$L = 4d_k = 4 \cdot 0,024 = 0,096 \text{ м}$$

Кут розкриття дифузора за технологічними умовами

$$2\alpha = 15^\circ$$

Визначаємо втрати напору на кавітаційне оброблення

$$h_p = \rho \cdot v_3^2 \cdot Eu = 1000 \cdot 14,5^2 \cdot 1,0028 = 210838,7 \text{ Па}$$

Критерій Ейлера розраховуємо за залежністю

$$Eu = 6,17 \cdot k^{5,51} \cdot \lambda^{0,2} = 6,17 \cdot 0,7^{5,51} \cdot 2,1^{0,2} = 1,0028$$

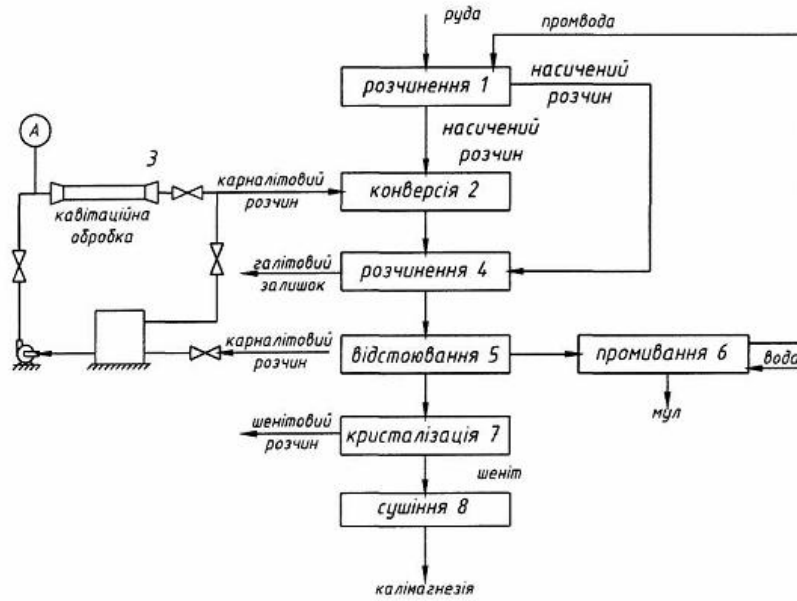
Інші загальні втрати напору на контурі  $h_k$  розраховуємо в залежності від кількості місцевих опорів і колін, та втрат на довжині трубопроводу. Тоді необхідний напір насосу

$$H = h_p + h_k$$

В загальному вигляді втрати напору  $h_1$  на довжині 10 м можна розрахувати за виразом

Після конверсії конвертовану суміш розчиняють з ненасиченим сольовим розчином, отриманим при попередньому розчиненні руди. Суспензію, що утворилася, відділяють від нерозчиненого залишку і подають на відстоювання. Освітлений насичений розчин відділяють від глинистого мулу. Глинистий мул подають на промивання оборотною водою, а отриману промивну воду повертають на розчинення руди. Освітлений насичений розчин подають на кристалізацію шеніту. Отриманий шеніт сушать до калімагнезії. Частину шенітового маточного розчину рекомендується повертати на стадію розчинення.

Використання запропонованого способу виробництва перероблення полімінеральної калійної руди дозволить прискорити процес і досягнути ступеню конверсії 95,5 % за 480 годин при температурі 35 °С.



Фіг.