



УКРАЇНА

(19) UA (11) 95309 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
C05D 11/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ ПРИРОДНОЇ ПОЛІМІНЕРАЛЬНОЇ КАЛІЙНОЇ СОЛІ, ЩО МІСТИТЬ ГЛИНУ, З ОДЕРЖАННЯМ КАЛІЙНО-МАГНІЄВОГО ДОБРИВА І ЗАКЛАДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СУХОЇ ЗАКЛАДКИ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ ШАХТ

1

(21) а200903742

(22) 16.04.2009

(24) 25.07.2011

(46) 25.07.2011, Бюл.№ 14, 2011 р.

(72) БАХ ЮРГЕН, DE, ХОЙХЕЛЬ БАРБАРА, DE,  
ШЕРЦБЕРГ ХЕЙНС, DE

(73) КАЛІ-УМВЕЛЬТТЕХНИК ГМБХ, DE

(56) UA 35582, C2, 16.04.2001

UA 61487, A, 17.11.2003

SU 1749215, A1, 23.07.1992

DE 3216735, C1, 25.08.1983

US 3835996, 17.09.1974

(57) 1. Спосіб переробки полімінеральних природних калійних солей, що містять до 20 % глини, з одержанням калійно-магнієвого добрива і закладного матеріалу, придатного для сухої закладки виробленого простору шахт, який **відрізняється** тим, що суху полімінеральну калійну природну сіль, подрібнену на частинки розміром не більш ніж 4 мм, розділяють шляхом просіювання на 3-6 гранулометричні фракції, і кожну фракцію окремо розділяють в магнітному полі на магнітні фракції з високим вмістом глини і на немагнітні фракції, що містять калійно-магнієві мінерали і компонент природної солі галіт, потім немагнітні фракції, що містять незначну кількість глини, об'єднують, повторно подрібнюють і розділяють у нейтральній до мінерального складу флотаційній пульпі з використанням відомого флотаційного реагенту на калійний концентрат, що містить 18-24 %  $K_2O$ , і на відходи, що складають в основному галіт.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що немагнітний і додатково очищений флотаційним способом одержаний концентрат природної калійної солі висушують і гранулюють, а відходи, що містять галіт, та інші відходи після збагачення природної калійної солі переробляють в закладний матеріал, придатний для сухої закладки, і розміщують у виробленому просторі шахт.

3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що мінеральні суміші з незначною кількістю глини, одержані шляхом розділення в магнітному полі, додатково один або кілька разів піддають повторній дії сильного магнітного поля і знову розділяють.

2

4. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що глинисті відходи - хвости збагачення, з незначним вмістом калію, одержані шляхом розділення в магнітному полі, додатково один або кілька разів піддають повторній дії сильного магнітного поля і знову розділяють.

5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що фракції одержаного концентрату з незначною кількістю глини, одержані шляхом сортування калійної природної солі в сильному магнітному полі, об'єднують і повторно подрібнюють на частинки розміром переважно  $< 0,6$  мм, і потім галіт видаляють способом флотації в насиченій, нейтральній до каїніту пульпі, що містить щонайменше 200 г/л  $MgCl_2$  і щонайменше 60 г/л  $MgSO_4$  з використанням переважно від 600 до 1200 г/т N-алкілморфоліну, переважно 2 % розчину морфоліну кокосової олії.

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що об'єднані одержані концентрати з незначним вмістом глини після магнітного збагачення природної калійної солі додатково подрібнюють на частинки розміром  $< 0,6$  мм і розділяють флотацією у нейтральній до каїніту пульпі, що містить переважно 500 г/т жирного аміну.

7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що вологий, відділений флотацією галітвмісний матеріал після флотаційного збагачення додатково зневоднюють шляхом фільтрації або центрифугуванням і добре перемішують у змішувачі з сольовим пилом і сухими фракціями глинистих відходів, одержаними магнітною сепарацією, завдяки чому одержують суміш глини і солі від сухої до землистого-вологої, яку використовують як закладний матеріал для закладання виробленого простору шахт.

8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що одержану після флотаційного відділення галіту мінеральну суміш - концентрат, з незначним вмістом глини, висушують і одержують калійно-магнієве добриво, що містить переважно 20-24 %  $K_2O$  або більше у вигляді пресованого грануляту або дрібнозернистого продукту.

9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що подрібнення, просіювання та магнітну обробку природної калійної солі, що містить галіт,

(13) C2

(11) 95309

(19) UA

виконують під землею, і глинисті відходи - хвости, утворені в результаті процесу збагачення калійної

природної солі, окремо або разом розміщують як суху закладку у вироблений простір шахт.

Винахід стосується способу переробки полімінеральних калійних солей складного мінерального складу з високим і дуже високим вмістом глини і нерозчинного залишку. За допомогою способу за цим винаходом можна отримувати калійно-магнієві добрива з різними співвідношеннями  $K_2O:MgO$ , а також сульфатну сірку як ще одну поживну речовину для рослин, і закладний матеріал, придатний для використання як сухої закладки для виробленого простору шахт. Полімінеральні калійні природні солі мають здебільшого дуже складну мінералогічну структуру і складаються з поперемінних сумішей мінералів, таких як галіт ( $NaCl$ ), каїніт ( $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 2,75H_2O$ ), лангбейніт ( $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ), сильвін ( $KCl$ ), ангідрит ( $CaSO_4$ ), полігаліт ( $K_2SO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2H_2O$ ), кізерит ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ) і часто їхніх продуктів гідратації, таких як шеніт ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ) та епсоміт ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), а також нерозчинних компонентів, таких як глина. Такі полімінеральні природні солі, як правило, не можна збагачувати способами, які застосовуються для збагачення інших калійних природних солей. Якщо природні солі складаються переважно лише з каїніту та галіту і містять дуже незначну кількість нерозчинного залишку, то каїніт і галіт можна відділяти один від одного способом флотації з допомогою коротколанцюжкових жирних амінів і виробляти з каїніту через проміжну стадію шеніту цінне калійне добриво сульфат калію ( $K_2SO_4$ ), яке не містить хлористих сполук. При більш складній мінеральній структурі, яка включає сильвін, галіт, каїніт, лангбейніт та кізерит, ангідрит та полігаліт, а також дуже незначні кількості глини, калійні мінерали можна збагачувати і відділяти один від одного за допомогою жирних амінів, сульфатні мінерали, у тому числі кізерит - шляхом подальшої окремої флотації з застосуванням алкілсульфонатів або алкілсульфатів.

Мінеральну суміш, переважно хлоридну, отриману спочатку з допомогою аміну, можна застосовувати як калійно-магнієве добриво, а отримані пізніше мінерали, що містять сульфат магнію, наприклад, так званий калій-кізерит - як низьковідсоткові калійно-магнієві сірчані добрива. При застосуванні цього способу кам'яна сіль ( $NaCl$ ) разом з деякими сульфатами, що важко флотуються, в першу чергу полігалітом та ангідритом, залишається у хвостах флотації і йде у відвал. Однак цей спосіб переробки виявляється непридатним у тих випадках, коли полімінеральна природна сіль містить більше 1-2 відсотки глини або інших нерозчинних мінералів. Що стосується глинистих природних солей, які містять 12-20 відсотків нерозчинного залишку, то шляхом флотації та видалення шламу можна отримати з природної солі, що містить близько 10 %  $K_2O$ , у кращому випадку концентрат з вмістом близько 18 %  $K_2O$ . причому слід урахувати втрати калію, що складають майже 50 відсотків.

Відходами процесу флотації є дрібнозерниста суміш солі та глини, яка важко піддається зневодненню.

Відомий спосіб переробки полімінеральних калійних солей з високим вмістом глини, який полягає в селективному добуванні частини цінних мінералів шляхом їх розчинення в гарячій воді в шнекових розчинниках при температурі 65-70 °C.

Калієвмісні мінерали лангбейніт, полігаліт і частково кізерит потрапляють разом з галітом у нерозчинний залишок і, у формі шламів, що дуже важко піддаються розділенню, разом з нерозчинним залишком в глинистий шлам. Розчинені мінерали, у першу чергу сильвін, каїніт і частково кізерит кристалізуються шляхом вакуумного охолодження при температурі від 65 до 25 °C у вигляді подвійної солі шеніту ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ), забрудненої деякою кількістю  $KCl$  і  $NaCl$ . Після відділення кристалізату від маточного розсолу з високим вмістом  $MgCl_2 \cdot MgSO_4$  він промивається і після цього піддається термічній кальцинації, причому  $K_2SO_4$  і  $MgSO_4$  утворюються у вигляді безводної, дуже дрібнокристалічної суміші. Після пресового гранулювання отримують добриво з вмістом близько 30 %  $K_2O$  і 10 %  $MgO$ .

Оскільки при переробці шляхом розчинення утворюється великий надлишок насиченого калієм і сіркою маточного розсолу з хлориду магнію та сульфату магнію, його потрібно випарювати для відновлення концентрату. Нерозчинені цінні мінерали після випарювання виділяються у вигляді подвійних солей, що містять  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot MgSO_4$ , які повинні бути повернуті у процес розчинення в гарячій воді. Отримані розчиненням в гарячій воді у вигляді шламів глини, що містять сіль, розміщують у відстійних ставах і вони більше непридатні для використання як закладний матеріал.

Іншими недоліками цього способу є високі затрати на енергію та устаткування, труднощі при проведенні політермічного процесу, вимушене утворення розчинів хлориду магнію і ймовірність утворення відкладень на устаткуванні внаслідок присутності шламів та вторинних подвійних солей.

Задачею винаходу є розроблення способу переробки глинистих полімінеральних природних солей, який позбавлений недоліків, властивих відомим способам, є більш економічним і забезпечує можливість отримання, поряд з калійно-магнієвим добривом, також галіту і глини у вигляді, придатному для використання їх як закладного матеріалу.

В основі винаходу лежить задача відділити цінні мінерали хлорид калію, сульфат магнію та калієвмісні подвійні солі від баластних речовин галіту та глини, які складають близько 50 відсотків маси перероблюваних калійних природних солей, таким чином, щоб при цьому глина не зволожувалася і не набувала шламоподібної консистенції, і щоб після відділення глини можна було відділити галіт з мінімальними втратами цінної речовини і

уникнути труднощів, пов'язаних з присутністю глини при традиційному способі розділення.

Ця задача розв'язується тим, що на першій стадії подрібнена полімінеральна сіль розділяється у сухому вигляді за допомогою сильного магнітного поля на калійну фракцію з незначним вмістом глини і глинисті хвости збагачення, і калійна фракція з невисоким вмістом глини в подальшому збагачується шляхом флотації.

Несподівано було виявлено, що глина, яка міститься у полімінеральних природних солях з хлоридними та сульфатними супровідними мінералами, є єдиною складовою частиною калійних природних солей, яка має магнітні властивості, і незважаючи на досить інтенсивне зрощення з калійними та магнієвими мінералами, завдяки цьому вона може бути відділена у сухому вигляді, для чого калійна сіль, подрібнена і розділена на кілька, переважно на 3 максимально вузькі фракції, розділяється у сильному магнітному полі при вільному падінні зерен на слабкомагнітну і немагнітну фракції. При русі матеріалу по робочій поверхні барабана обертового магнітного сепаратора частинки, в залежності від магнітної сприйнятливості, відхиляються по-різному. Частинки з високим вмістом глини мають іншу параболічну траєкторію у порівнянні з частинками, що не містять глини або містять її у незначній кількості. Таким чином утворюються фракції з приблизно однаковим розміром зерен, вміст глини в яких, однак, сильно розрізняється.

Спосіб може бути застосований при розмірах зерен приблизно від 4 до 0,15 мм. Занадто грубо подрібнена сіль містить, як правило, надто багато зрощень, пилоподібну сіль також не можна якісно розділити через тонкість подрібнення. Для задовільного відділення глини з подрібненої природної солі при граничній крупності частинок <4 мм або <3 мм формують кілька вузьких фракцій шляхом просіювання, і ці одиничні фракції окремо розділяють у магнітному полі. У глинистих фракціях (хвостах) можна і далі шляхом одноразового або багаторазового повторного очищення збільшувати вміст глини і зменшувати вміст цінних компонентів. Таким способом можна отримати 35-40 відсотків фракцій, що складаються з глини з прийнятним вмістом калію та магнію як сухої речовини. Ця суміш з глини, невеликої кількості галіту та решти калійно-магнієвих мінералів, фракційний склад яких коливається від зерен до пилоподібних частинок, що утворюється як відходи (хвости) процесу магнітного розділення, може безпосередньо доставлятися і використовуватися як закладний матеріал у вироблений простір і має дуже високі закладні якості, оскільки глина не містить вологи. Крім того, було виявлено, що чіткість розділення магнітного процесу сортування можна покращити, якщо проводити магнітну сепарацію у дві стадії. Глинисті суміші речовин, які утворюються після однократного і багатократного проходження природної солі, що піддається багатостадійному розділенню, через магнітний сепаратор 1, розділяються у ще одному магнітному сепараторі на багатий калієм матеріал з незначним вмістом глини і на глинисті хвости і з незначним вмістом калію.

Концентрати процесу магнітного розділення містять цінні мінерали, головним чином сильвін, каїніт і лангбейніт, кізерит і полігаліт, і до 40 % галіту.

Було виявлено, що шляхом повторної очистки у магнітному полі можна підвищувати і якість концентратів. Оскільки в кінці процесу магнітного розділення вміст глини в концентратах зовсім невеликий, до того ж глина, як правило, міцно зв'язана всередині частинок, то методом флотації можна з високою селективністю відділити галіт від калійних мінералів.

Було виявлено, що концентрати, отримані шляхом магнітного сухого відділення глини, після помелу на частинки розміром близько 0,6 мм можуть бути селективно розділені в насиченій, нейтральній до каїніту пульпі шляхом проведення лише одного процесу флотації з застосуванням N-алкілморфоліну з довжиною ланцюжка близько 14-18. З піною виводиться наявний галіт (NaCl) з виходом більш ніж 85 відсотків при невеликій втраті цінної речовини. Залишок же після флотації містить всі цінні мінерали - від сильвіну і каїніту до сульфатних мінералів, і зовсім невелику кількість галіту.

Згідно з винаходом цей залишок відділяється від пульпи, висушується і після цього доводиться до погрібних кондицій, при необхідності домішується хлорид калію (60 %  $K_2O$ ), з тим, щоб, згідно з вимогами до калійно-магнієвих добрив, він містив, наприклад, 20-30 %  $K_2O$  і 6-8 %  $MgO$ , і з цієї суміші відомим способом отримують гранулят з зернами крупністю 2-5 мм, який служить як універсальне добриво.

Деякого збільшення вмісту калію можна досягти шляхом амінової флотації. З'єднані концентрати після стадії сепарації флотуються після розмелу. При цьому флотація калійних мінералів відбувається з допомогою реагенту для селективного відділення калію (N-алкіламіну). У цьому випадку галіт разом з частиною калійних мінералів і сульфатів ідуть в залишок, який в подальшому відомим способом може знову розділятися шляхом сірчаної флотації.

У кожному випадку після сушіння та грануляції отримують магнієвмісний калійний концентрат з незначним вмістом глини, який містить 20-24 %  $K_2O$  і 10-12 %  $MgO$  з виходом близько 60-70 %. В залежності від того, за допомогою яких реагентів - морфоліну, аміну чи алкілсульфонатів здійснюється відділення флотацією цінних мінералів від кам'яної солі після попереднього магнітного видалення глини, можна виробляти різні марки добрива, збагачені  $K_2O$  і  $MgO$ . Всі суміші речовин, які містять побічні продукти - глину, галіт та інші суміші з невисоким вмістом  $K_2O$ , що утворюються при сухому, а потім при мокрому розділенні мінералів, які не можуть бути використані як добрива, переробляються, згідно з винаходом, у закладний матеріал для закладання виробленого простору шахт.

Гранульовані суміші (дрібнокристалічна сіль, відходи магнітної сепарації та хвости флотації) що утворюються як відходи збагачення в описаних вище стадіях, являють собою сухий матеріал,

придатний для заповнення виробленого простору шахт. Для їх виробництва краще змішувати отриманий після процесу флотації дрібнозернистий галіт, що містить не більш ніж 6-8 % води, з тонкозернистою фракцією природної солі (<0,15 мм) і сухими глинистими відходами магнітного збагачення природної солі.

При цьому утворюється матеріал від практично сухого до землисто-вологого, оскільки суха глина інтенсивно вбирає наявний прилипаючий розчин. Цією сумішшю також можна безпосередньо заповнювати вироблений простір шахт і рудників, і вона має відмінні властивості як закладний матеріал.

При застосуванні способу за винаходом не утворюються ні глинисті шлами, ні вимушений надлишок розчинів хлориду магнію.

В одному з варіантів здійснення винаходу можна здійснювати помел і просіювання калійної природної солі, а також магнітне сухе відділення глини у пристосованих до цього підземних порожнинах безпосередньо в калійних рудниках, завдяки чому шляхи транспортування утворюваного закладного матеріалу суттєво скорочуються.

У цьому винаході добути суха глиниста калійна природна сіль (полімінеральна природна сіль), що підлягає розділенню, максимально обережно подрібнюється за традиційною схемою подрібнення. Таке подрібнення може, наприклад, виконуватися шляхом помелу на ударних млинах і просіювання на фракції розміром близько 4 і 0,15 мм. Фракція крупністю >4 мм знову подається на ударно-відбивальний млин (подрібнення у замкнутому циклі), в той час як фракція розміром <0,15 мм використовується як закладний матеріал. Проміжна фракція 0,15-4 мм просіюється для розділення матеріалу на більш вузькі гранулометричні фракції, наприклад на

- 0,1,5-0,5 мм
- 0,5-1 мм
- 1-2 мм
- 2-4 мм.

Ці гранулометричні фракції розділяються магнітним способом. Чим вузьчими вибираються фракції, тим ефективнішою є магнітна сепарація.

Якщо окремі мінерали у складі калійної природної солі міцно зрослись між собою, більш ефективним буде подрібнення на частинки крупністю <2 мм. Принцип подрібнення-просіювання-магнітна сепарація залишається однаковим.

На фіг. 1 показано приклад технологічної схеми отримання проміжного продукту з високим вмістом калію і незначною кількістю глини, який переробляється в подальшому описаним способом флотації (приклад 1 або приклад 2). Глинисті відходи магнітної сепарації разом з надтонкою фракцією після просіювання (пилова фракція), яка і так уже внаслідок подрібнення містить багато глини, подаються до закладного матеріалу.

Суха магнітна сепарація для отримання вибраних фракцій здійснюється у магнітних сепараторах, які пропонуються на ринку багатьма підпри-

ємствами-виробниками (наприклад, під таким назвами: високоградієнтний магнітний сепаратор, барабанний магнітний сепаратор, рідкісноземельний барабанний магнітний сепаратор, високоінтенсивний магнітний сепаратор). Магнітне поле таких високоградієнтних магнітних сепараторів має середню інтенсивність від 17000 до 22000 гаусс (=17-22 тесла) і величини максимального магнітного поля не менш ніж 21 Т на поверхні барабанів. Переважно застосовують постійні магніти, виконані у формі барабана з високим градієнтом магнітного поля. Такими постійними магнітами є рідкісноземельні магніти.

На фіг. 2 показано принцип магнітної сепарації. Він може бути застосований для матеріалу з різним відсотковим вмістом парамагнітних частинок (глина) і непарамагнітних частинок (мінерали солей).

Високоградієнтні магнітні сепаратори мають регульовані подавальні органи, швидкості подачі, частоту обертання барабана і розташування роздільників, які можуть змінюватися в залежності від матеріалу, крупності частинок і потрібного ступеня чистоти. Вибираючи барабанні магнітні сепаратори з різними діаметрами магнітних барабанів і шириною стрічки, можна підібрати установку, здатну досягти заданої виробничої потужності.

Для підвищення ступеня чистоти продукту/проміжного продукту суха магнітна сепарація може проводитися в кілька (переважно 2 або 3) стадій. З цією метою застосовуються різні схеми розділення (фігури 3-6).

Для багатостадійного розділення немагнітного і парамагнітного матеріалу можливі і допустимі і інші схеми розділення.

Кількість стадій магнітної сепарації і установки (параметри) окремих стадій визначаються вмістом магнітної і парамагнітної складових (тут: вмістом глини), розміром частинок матеріалу, що подається на сепарацію, і шириною фракцій.

Приклад 1 (див. фіг. 7).

100 т глинистої природної солі, що складається з мінеральної суміші сильвіну, кізериту, каїніту, нолігаліту, лангбейніту і галіту і містить 10 %  $K_2O$ , 9 %  $MgO$ , 15 % глини і 35 % галіту, подрібнюють на частинки розміром <4,0 мм і розділяють на такі фракції:

4-2 мм	38 т
2-1 мм	19 т
1-0,5 мм	17 т
0,5-0,15 мм	18 т
<0,15 мм	7 т

Фракція <0,15 мм з вмістом глини близько 16 відсотків служить безпосередньо як закладний матеріал. Фракції між 4 і 0,15 мм проходять принаймні два рази через магнітне поле магнітного сепаратора з високою напруженістю у вигляді окремих потоків матеріалу, кожний з яких розділяється на концентрат з незначним вмістом глини і глинисті хвости сепарації.

Шляхом магнітної обробки отримано:

глини  
яка знову збагачується, а також

біля 501

хвостів сепарації з 24-  
26 % глини

суміш 4 фракцій після магнітної сепарації,

яка знову ж таки використовується як закладний матеріал. Для подальшого збагачення суміш концентратів подрібнюється на частинки розміром <0,6 мм. Шляхом додавання до суміші розчину, до складу якого входять 175 г/л  $MgCl_2$ , 85 г/л  $MgSO_4$ , 60 г/л KCl і 55 г/л NaCl, отримують сольову суспензію з вмістом твердого матеріалу приблизно 400 г/л, нейтральну до всіх компонентів мінеральної суміші концентрату. Після цього додають 1600 кг 2 %-ного розчину кокосового морфоліну як солянокислої солі. Шляхом флотації відфлотовують більш ніж 90 відсотків галіту (NaCl), у вигляді мінеральної піни. Після зневоднення волога сіль, яка в основному складається з галіту (NaCl), потрапляє в змішувач і змішується в ньому з сольовим пилом, отриманим після просіювання, і з глинистими хвостами магнітної сепарації, а потім подається у вироблений простір шахти як закладний матеріал. Отриманий після флотації продукт містить після сушіння приблизно 20 %  $K_2O$ , 12 %  $MgO$  і 2-3 % глини і являє собою після грануляції придатне до застосування калієво-магнієве добриво з додатковим вмістом сірки як діючої речовини.

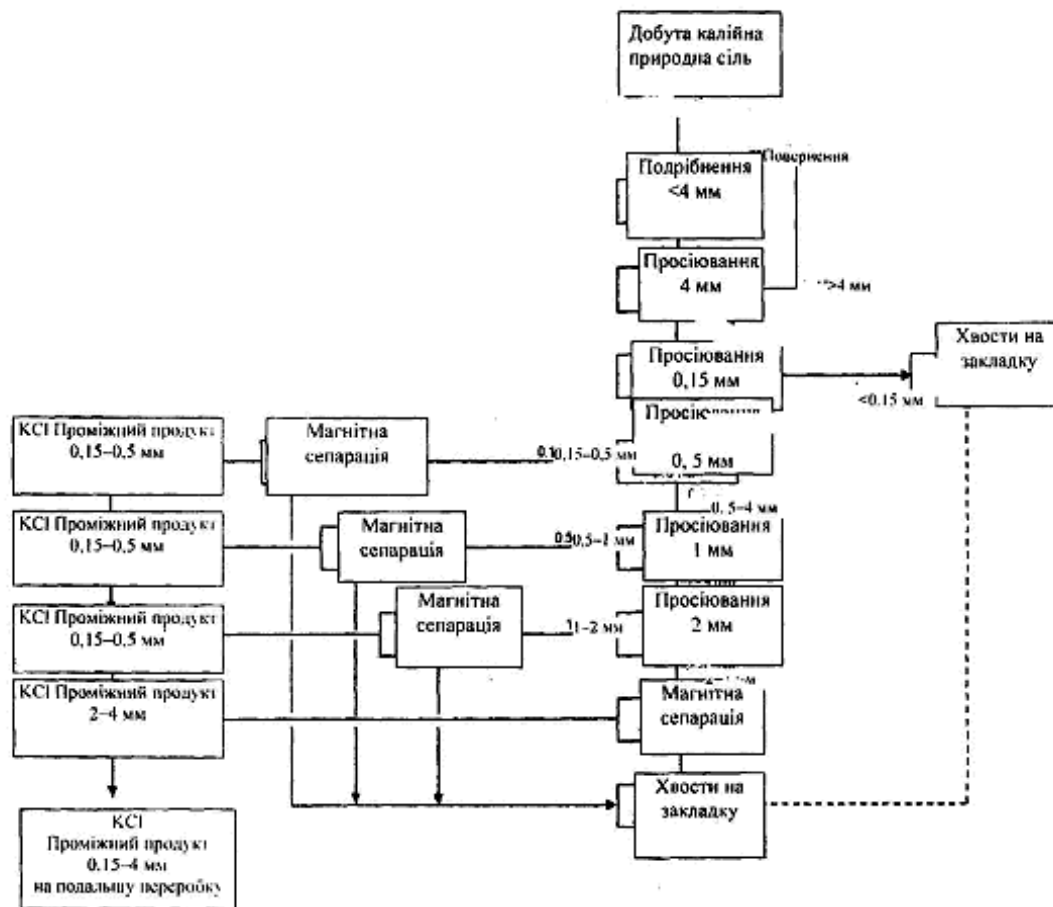
Приклад 2 (див. фіг. 8).

100 т глинистої полімінеральної природної солі, описаної у прикладі 1, спочатку подрібнюють і просіюють способом, аналогічним описаному у прикладі 1. Фракції, що залишилися після вивантаження близько 7 т сольового пилу, розділяються у магнітному сепараторі 1 високої напруженості

магнітного поля на концентрати з незначним вмістом глини і глинисті фракції проміжного продукту. Останні проходять ще раз або кілька разів через магнітний сепаратор 2 з високою напруженістю, при цьому утворюється біля 45 т хвостів і біля 48 т матеріалу з незначною кількістю глини. Після помелу матеріалу на частинки розміром <0,5 мм проводиться флотація в описаній у прикладі 1 флотаційній пульпі з додаванням приблизно 2500 кг 2 %-ного розчину аміну жирних кислот кокосової олії. При цьому калійні мінерали переважно спливають, і галіт, разом з калійними мінералами та сульфатами, що не флотуються, іде у флотаційні хвости. Після фільтрації, сушіння і грануляції отримують у вигляді продукту приблизно 30 т універсального добрива, що містить 24 %  $K_2O$ +10 %  $MgO$ . Закладний матеріал, придатний для закладки виробленого простору шахт, утворюється шляхом інтенсивного перемішування сухих відходів магнітної сепарації, сольового пилу та хвостів флотації. В цілому отримують біля 70 т закладного матеріалу.

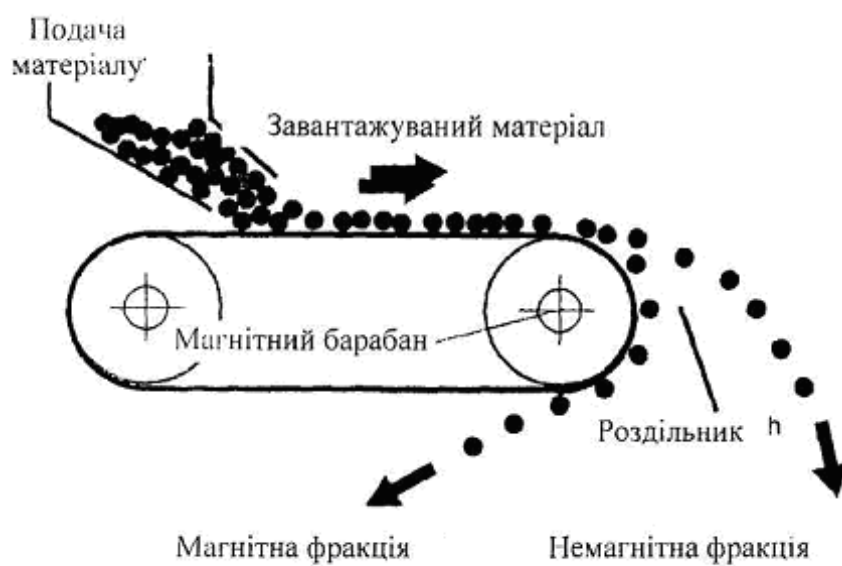
Приклад 3 (див. фіг. 9).

30 тонн концентрату, добутого способом, описаним у прикладі 2, що містить 24 %  $K_2O$ , і 6 тонн хлориду калію, що пропонується на ринку і містить 60 %  $K_2O$ , змішуються у змішувачі і гранулюються. При цьому утворюються 36 тонн грануляту, що містить 30 %  $K_2O$  і 8 %  $MgO$ .



Подрібнення, просіювання та магнітна сепарація калійної природної солі

Fig. 1



Принцип магнітної сепарації

Фіг. 2



2-стадійна магнітна сепарація з подальшою очисткою концентрату

Фіг. 3



3-стадійна магнітна сепарація з подальшою очисткою концентрату

Фіг. 4



3-стадійна магнітна сепарація з подальшим збагаченням хвостів

Фіг. 5





Магнітна сепарація з подальшим збагаченням концентрату та хвостів

Fig. 6

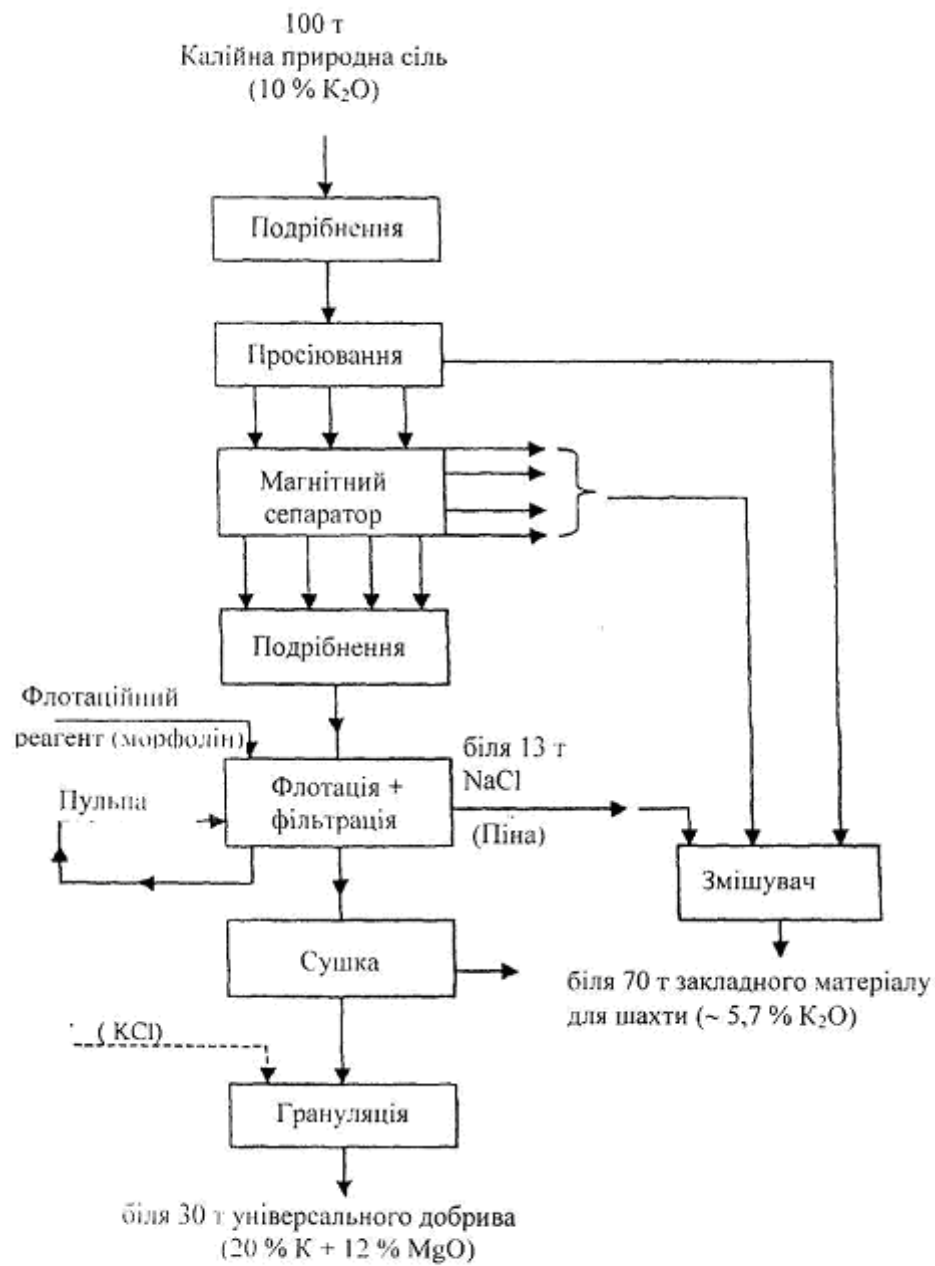


Fig. 7

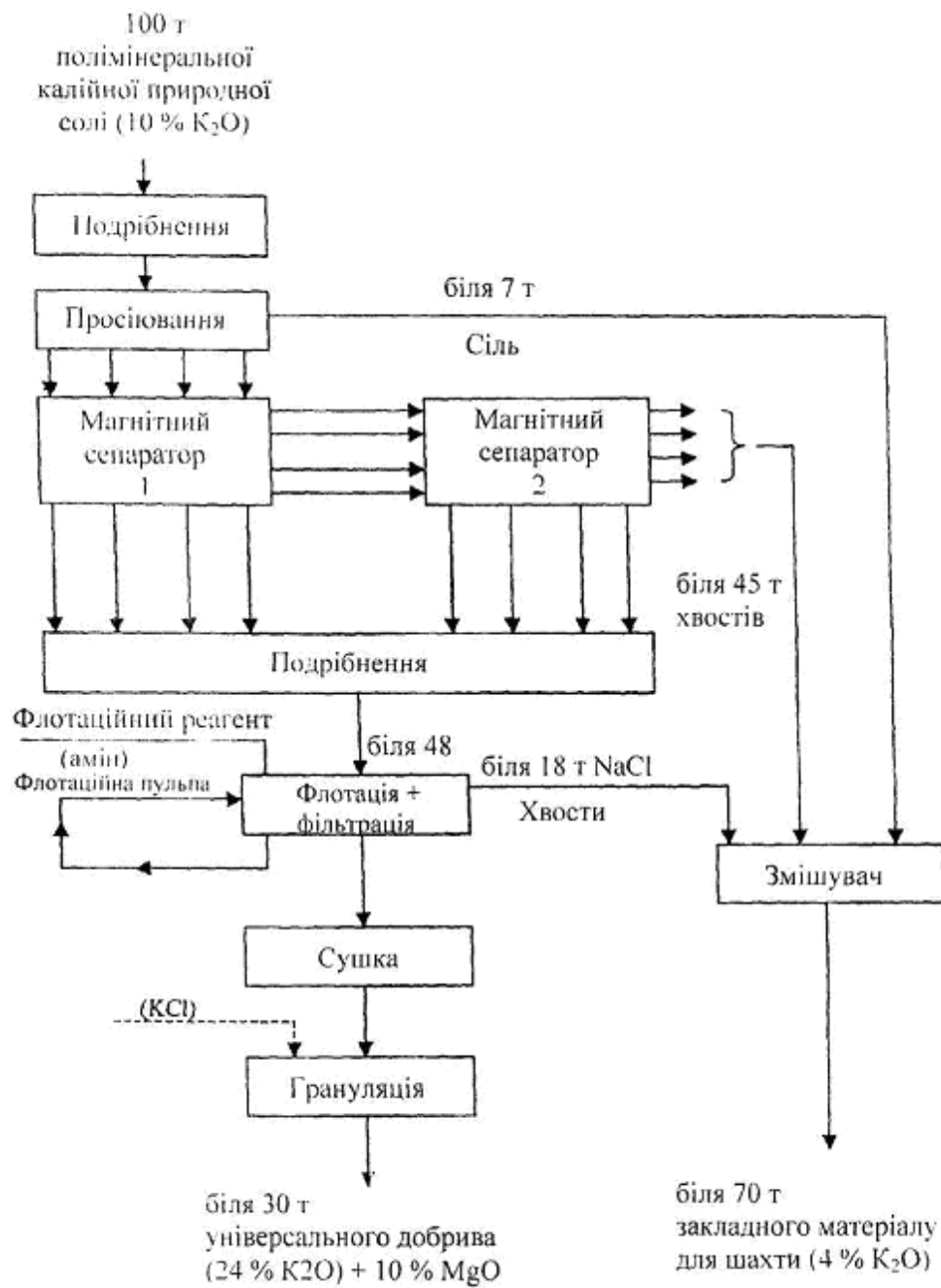
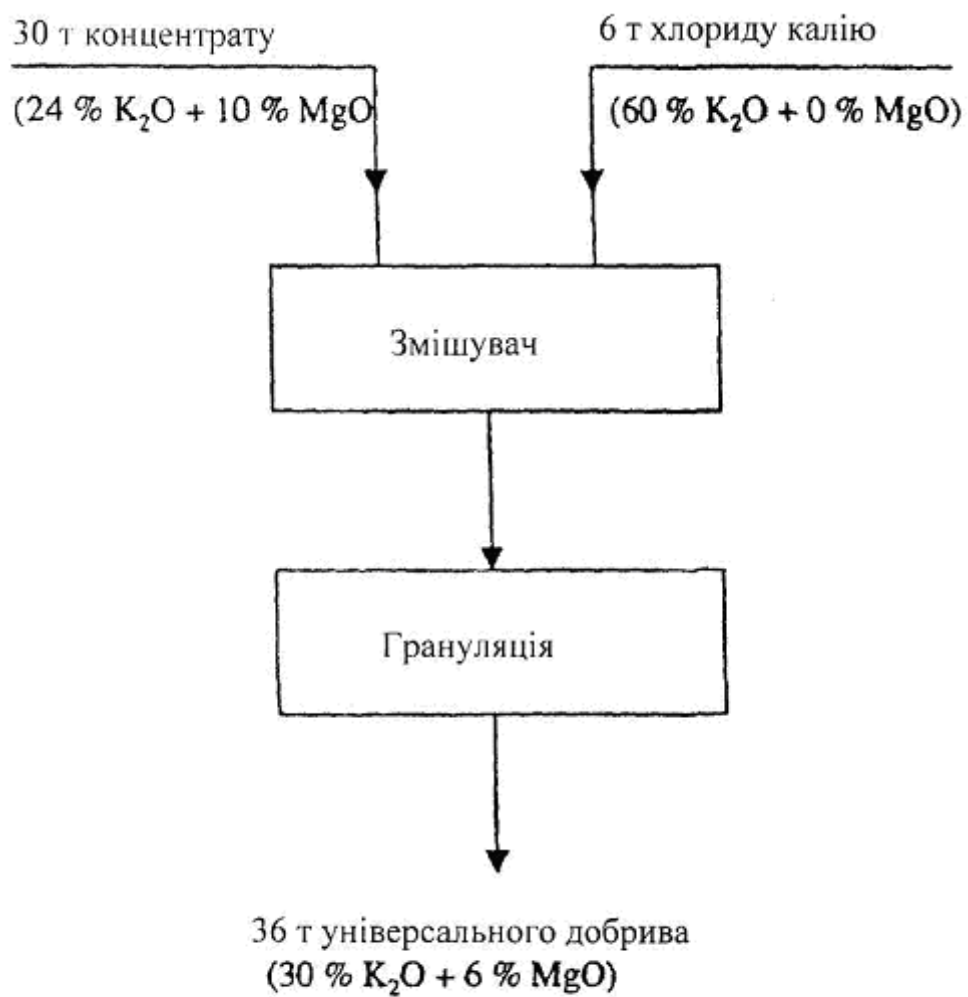


Fig. 8



Фіг. 9