

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Даний винахід стосується способу і пристрою для збагачення магнетиту, і, зокрема, але не виключно, способу і пристрою для збагачення магнетиту з поліпшеною рентабельністю за рахунок зменшення споживання енергії при збагаченні магнетиту в форму, прийнятну для міжнародних перевезень.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Відомий видобуток залізної руди для виробництва сталі і т. п. Залізна руда є одним з найважливіших продуктів експорту в Австралії, однак заявником була виявлена проблема, що деякі гематитові залізні руди може бути менш привабливими і мати нижчі ціни на міжнародному ринку через якість залізорудної продукції і, зокрема, чистота продукту у масовому відношенні (тобто відсоткового вмісту за масою продукту, що є власне залізом).

Залізні руди являють собою гірські породи і мінерали, з яких може бути економічним чином видобути металеве залізо. Саме залізо звичайно виявляють у вигляді магнетиту (Fe_3O_4 , 72,4 % Fe), гематиту (Fe_2O_3 , 69,9 % Fe), гетиту ($\text{FeO}(\text{OH})$, 62,9 % Fe), лімоніту ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})$, 55 % Fe) або сидериту (FeCO_3 , 48,2 % Fe). Хоча залізо є четвертим по поширеності елементом в земній корі, становлячи 5 %, переважна більшість пов'язана з силікатами або, рідше, з карбонатними мінералами. Термодинамічні бар'єри для відділення чистого заліза від цих мінералів величезні і енергоємні, і тому всі джерела заліза, що застосовуються в промисловості, використовують відносно рідкі мінерали оксиду заліза, в основному гематит.

Заявником було виявлено, що якість родовищ залізних руд (які зазвичай складаються з гематиту) прямої доставки (DSO) погіршується по мірі поступового застосування ресурсів, при цьому ця низька якість стає важливим чинником для зниження привабливості і ціни. На відміну від цього, заявником було виявлено, що сорти магнетитового концентрату як правило містять більше 66 % заліза за масою, звичайно містять мало фосфору, мало алюмінію, мало титану і мало кремнезему, і мають підвищену ціну, яку готові заплатити покупці. Однак існує проблема в тому, що збагачення магнетиту звичайно є нерентабельним, оскільки вимагає багато енергії і води. Приклади даного винаходу спрямовані на створення способу збагачення магнетитової залізної руди, що має поліпшену рентабельність за рахунок меншого застосування енергії і/або води.

СУТЬ ВІНАХОДУ

Згідно з одним аспектом даного винаходу пропонується пристрій для зневоднення магнетиту, що містить магнітний барабан, виконаний таким чином, щоб примусити магнетит стягуватися в напрямку барабана, тим самим витісняючи воду з магнетиту, де пристрій містить транспортерний стрічковий фільтр, виконаний таким чином, що зневоднений магнетит вивантажується з барабана та додатково зневоднюється із застосуванням транспортерного стрічкового фільтра, при цьому магнетит транспортується вздовж верхньої поверхні стрічкового фільтра, за допомогою чого магнетит стягується вниз під впливом магнітного тяжіння всередині магнетиту таким чином, що вода витісняється з магнетиту та стікає через транспортерний стрічковий фільтр, і де транспортерний стрічковий фільтр являє собою вібраційний стрічковий фільтр.

Переважно пристрій містить вібратор для вібрації транспортерного стрічкового фільтра.

Згідно з іншим аспектом даного винаходу, пропонується спосіб зневоднення магнетиту до вмісту вологи <10 % мас./мас., що включає етап витягання води з магнетиту за рахунок магнетизму магнетиту, з допомогою якого магнетит стягується разом під дією магнітного тяжіння, тим самим видавлюючи воду назовні від магнетиту, де спосіб включає етапи:

застосування магнітного барабана, щоб примусити магнетит стягуватися до барабана, тим самим витісняючи воду з магнетиту;

вивантаження зневодненого магнетиту з барабана на транспортерний стрічковий фільтр, при цьому транспортерний стрічковий фільтр являє собою вібраційний стрічковий фільтр; і

подача магнетиту вздовж транспортерного стрічкового фільтра, що дозволяє воді падати вниз з магнетиту та через стрічковий фільтр.

Також розкривається спосіб збагачення магнетитової залізної руди, який включає етап застосування валкового преса високого тиску (ВПВТ) для дроблення магнетиту.

Переважно етап застосування валкового преса високого тиску дробить магнетит від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм до гранулометричного складу сировини 8 мм. Більш переважно, етап застосування валкового преса високого тиску дробить магнетит від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм, 100 % проходження ($F_{100}80$ мм), до гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм).

У випадку щонайменше одного окремого виконання/моделі машини, етап застосування валкового преса високого тиску включає застосування валкового преса високого тиску з валком діаметром 2,4 м і шириною 2,2 м, що працює з тиском 4Н/мм^2 (4 МПа) і швидкістю обертання валка 2,7 м/с.

Переважно, спосіб додатково включає етап застосування грохота для отримання однорідного продукту, і етап застосування блока сухої магнітної сепарації (DMS) для видалення немагнітних

матеріалів. Більш переважно, блок сухої магнітної сепарації має композитний барабан. Як альтернатива, барабан може бути виготовлений з інших матеріалів, таких як вуглецеве волокно або кевлар.

Переважно, спосіб додатково включає етап проходження частинок через повітряний класифікатор, який відділяє дрібні частинки, які подають в пиловловлювач з тканинними фільтрами, від великих частинок, які знов подають в додатковий валковий прес високого тиску для подрібнення частинок від $F_{100}6-8$ мм до $P_{80}60-100$ мкм.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить блок сухої магнітної сепарації (DMS), який має композитний барабан, при цьому блок сухої магнітної сепарації виконаний з можливістю видалення немагнітних матеріалів.

Переважно, пристрій для збагачення магнетитової залізної руди містить валковий прес високого тиску (ВПВТ) для дроблення магнетиту. Більш переважно, пристрій для збагачення магнетитової залізної руди містить сухий грохот для відділення підрешітного продукту від надрешітного продукту, який знов рециркулюється через валковий прес високого тиску.

Ще більш переважно, пристрій для збагачення магнетитової залізної руди містить додатковий валковий прес високого тиску (ВПВТ) для подрібнення частинок від $F_{100}6-8$ мм до $P_{80}60-100$ мкм і повітряний класифікатор для відділення матеріалу, який повинен бути витягнутий з матеріалу, який повинен бути поданий знов в додатковий валковий прес високого тиску для додаткового подрібнення.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить перший валковий прес високого тиску для дроблення магнетиту, сухий грохот для селективної подачі матеріалу знов в перший валковий прес високого тиску, повітряний класифікатор для селективної подачі великого матеріалу знов у другий валковий прес високого тиску, другий валковий прес високого тиску для додаткового подрібнення магнетиту, що повертає матеріал в повітряний класифікатор, і блок сухої магнітної сепарації (DMS) для видалення немагнітних матеріалів, де блок сухої магнітної сепарації розташований зовні від двох замкнених контурів, зв'язаних з першим і другим валковими пресами високого тиску.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить верхній за потоком циклон і млин для подрібнення частинок, де верхній за потоком циклон виконаний з можливістю працювати як роздільник шляхом відведення верхнього продукту верхнього за потоком циклону в обхід млина і подачі нижнього продукту верхнього за потоком циклону в млин.

Переважно, млин являє собою млин високої інтенсивності (HIGmill).

Переважно, млин розташований в пристрої без будь-якого зворотного шляху в млин.

У одній формі циклон виконаний з можливістю відводити приблизно 25 % матеріалу в обхід млина.

Переважно, циклон виконаний з можливістю відводити тонко подрібнений матеріал в обхід млина для запобігання надмірному подрібненню матеріалу сировини і тим самим зменшенню загального споживання енергії млина.

У переважній формі млин виконаний з можливістю працювати в режимі подрібнення з порівняно низьким споживанням енергії, при цьому складні частинки мають можливість проходити через незамкнений контур з розміром подрібнення вище цільового для збагачення і/або видалення на подальших етапах збагачення.

Переважно, пристрій містить нижній за потоком згущувач для видалення шламу, де матеріал в нижній за потоком згущувач для видалення шламу подають з млина і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону. Більш переважно, нижній за потоком згущувач для видалення шламу виконаний з можливістю видаляти шлам з матеріалу з млина і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону зі швидкістю спливання, що забезпечує видалення кремнезему і немагнітних матеріалів.

Переважно, нижній за потоком згущувач для видалення шламу виконаний з можливістю видаляти шлам з матеріалу з млина і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону зі швидкістю спливання, що забезпечує видалення кремнезему і немагнітних матеріалів з відносно низькими втратами магнітного матеріалу порівняно з втратою за масою. Більш переважно, нижній за потоком згущувач для видалення шламу виконаний з можливістю видаляти шлам з матеріалу з млина і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону з високою швидкістю спливання 8-10 м/год. для видалення кремнезему і немагнітних матеріалів з відносно низькими втратами магнітного матеріалу порівняно з втратою за масою.

Переважно, нижній за потоком згущувач для видалення шламу виконаний таким чином, що верхній продукт з нижнього за потоком згущувача для видалення шламу відводиться в хвостосховище, а нижній продукт з нижнього за потоком згущувача для видалення шламу подається для подальшого збагачення.

Переважно, пристрій містить магнітний сепаратор, виконаний з можливістю подавати магнітний матеріал в циклон продукту магнітної сепарації і відводити немагнітний матеріал в хвостосховище. Більш переважно, згаданий магнітний сепаратор забезпечує вологу магнітну сепарацію.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить млин для подрібнення частинок руди, де млин являє собою вертикальний баштовий млин (VSM).

У переважній формі другий контур подрібнює більш складний матеріал, який пройшов через перший контур млина; продукт млина з першого контуру млина додатково обробляють для видалення немагнітних матеріалів (з застосуванням згущувачів для видалення шламу і магнітних сепараторів тонкої сепарації), при цьому потік магнітного концентрату додатково розділяють за розміром із застосуванням циклонів (для видалення дрібних частинок) і високочастотних низькоамплітудних вібраційний грохотів, при цьому потік надрешітного продукту високочастотного низькоамплітудного вібраційного грохота служить як сировина системи незамкненого контуру млина другого ступеня.

Більш переважно, хоча система незамкненого контуру млина другого ступеня працює в режимі подрібнення з більш високим споживанням енергії, ніж контур першого ступеня, сировина контуру другого ступеня становить тільки 12-18 % від потоку сировини контуру млина першого ступеня, тим самим мінімізуючи загальне споживання енергії млина за рахунок подрібнення тільки більш великого і більш складного матеріалу з більш низькою витратою.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить циклон продукту магнітної сепарації, виконаний з можливістю подавати нижній продукт у високочастотний вібраційний грохот і верхній продукт в нижній за потоком CCD згущувач для видалення шламу.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить грохот, виконаний з можливістю подавати надрешітний продукт в млин доподрібнення і підрешітний продукт в згущувач високоякісного концентрату.

Переважно, згущувач високоякісного концентрату виконаний з можливістю відводити верхній продукт в хвостосховище і подавати нижній продукт в резервуар сировини фільтра. Більш переважно, весь матеріал з млина доподрібнення подають в магнітний сепаратор, який відводить немагнітний матеріал в хвостосховище і подає магнітний матеріал в один або більше CCD згущувачів для видалення шламу.

У переважній формі, один або більше згущувачів для видалення шламу виконані з можливістю відводити верхній продукт в хвостосховище і подавати нижній продукт в резервуар сировини фільтра. Більш переважно, пристрій містить циклонний сепаратор, виконаний з можливістю подавати верхній продукт в згадані один або більше згущувачів для видалення шламу і подавати нижній продукт в згаданий грохот для грохочення. Ще більш переважно, пристрій забезпечує контур підвищення якості продукту, за допомогою якого відсотковий вміст заліза за масою може бути збільшений, щоб забезпечити певну якість.

Переважно, пристрій забезпечує контур підвищення якості продукту, за допомогою якого відсотковий вміст заліза за масою може бути збільшений, щоб забезпечити якість із вмістом заліза (Fe) за масою щонайменше 67 %.

У одній формі, згущувач високоякісного концентрату виконаний з можливістю забезпечити високоякісний магнетитовий продукт, наприклад 25 % всього продукту із вмістом Fe щонайменше 68 %.

Переважно, контур підвищення якості продукту мінімізує додаткове подрібнення за рахунок обробки тільки 15-20 % матеріалу, що подається в циклон продукту магнітної сепарації, і забезпечує, що кінцевий концентрат має P_{9845} мкм (грохот) для досягнення цільового вмісту щонайменше 67 % Fe і менше ніж 6 % SiO_2 .

Також розкривається спосіб зневоднення магнетиту, що включає етап витягання води з магнетиту за рахунок магнетизму магнетиту, з допомогою якого магнетит стягується разом під дією магнітного тяжіння, тим самим видавлюючи воду назовні від магнетиту.

Переважно, спосіб включає етап застосування магнітного барабана, щоб примусити магнетит стягуватися в напрямку барабана, тим самим витісняючи воду з магнетиту. Більш переважно, барабан виконаний таким чином, що матеріал магнетиту відділяється від магнітного барабана під дією сили тяжіння після витіснення води. Ще більш переважно, магнетит подають вздовж стрічкового фільтра, який дозволяє воді падати вниз від магнетиту і через стрічковий фільтр.

Також розкривається пристрій для зневоднення магнетиту, що містить магнітний барабан, виконаний таким чином, щоб примусити магнетит стягуватися в напрямку барабана, тим самим витісняючи воду з магнетиту.

Переважно, пристрій містить транспортерний стрічковий фільтр, виконаний таким чином, що магнетит, що транспортується вздовж верхньої поверхні стрічкового фільтра, буде стягуватися вниз під дією магнітного тяжіння всередині магнетиту таким чином, що вода витісняється з магнетиту і стікає через транспортерний стрічковий фільтр.

Більш переважно, пристрій виконаний з можливістю досягнення цільового вмісту вологи, який менший або дорівнює 10 % мас./мас.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить перший валковий прес високого тиску (ВПВТ) для дроблення магнетитової залізної руди на частинки, і другий валковий прес високого тиску (ВПВТ) для подрібнення частинок.

Переважно, перший валковий прес високого тиску дробить магнетитову залізну руду від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм, 100 % проходження (F_{10080} мм), до

гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм).

У переважній формі, другий валковий прес високого тиску дробить частинки від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм, 100 % проходження ($F_{100}80$ мм), до гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм).

Також розкривається спосіб збагачення магнетитового рудного тіла з низьким вмістом води із застосуванням двоступеневого контуру ВПВТ, який забезпечує можливість оптимізувати ВПВТ для роботи з верхнім розміром 80 мм для отримання продукту $P_{80}80$ мкм, щоб зменшити споживання енергії.

Переважно, перший контур ВПВТ являє собою замкнений контур з грохотом, і другий контур ВПВТ замкнений системою повітряний класифікатор/пиловловлювач з тканинними фільтрами.

Більш переважно, два контури розділені сухою магнітною сепарацією, щоб видалити немагнітні відходи перед другим контуром, тим самим зменшуючи витрату і додаткове подрібнення для другого контуру ВПВТ.

Також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить верхній за потоком циклон і млин для подрібнення частинок, де верхній за потоком циклон виконаний з можливістю працювати як роздільник шляхом відведення матеріалу у верхньому продукті верхнього за потоком циклону в обхід млина і подачі матеріалу в нижньому продукті верхнього за потоком циклону в млин, і де пристрій містить магнітний сепаратор, виконаний з можливістю подавати магнітний матеріал в згаданий верхній за потоком циклон і відводити немагнітний матеріал.

Переважно, магнітний сепаратор виконаний з можливістю відводити немагнітний матеріал в хвостосховище.

Також розкривається пристрій, який застосовується для збагачення магнетитової залізної руди, при цьому пристрій містить грохот, виконаний з можливістю подавати надрешітний продукт в млин доподрібнення і підрешітний продукт в згущувач високоякісного концентрату, і містить систему згущувача протиструминної декантації (CCD) для підвищення якості продукту.

Переважно, пристрій забезпечує контур підвищення якості продукту, за допомогою якого вміст заліза за масою може бути збільшений, щоб забезпечити якість із вмістом заліза (Fe) за масою щонайменше 67 % з сировинних потоків магнетиту із загальним вмістом Fe за масою 64-65 % з мінімальною втратою за масою за рахунок видалення шламу (циклон продукту магнітної сепарації) перед подальшою гідросепарацією, і за рахунок обмеження вмісту за масою <2 % матеріалу розміром $+45$ мкм в потоці кінцевого продукту із застосуванням грохотів Derrick, за якими йдуть млини доподрібнення і магнітні сепаратори для обмеження втрати за масою надрешітного продукту.

Також розкривається пристрій збагачення магнетитової залізної руди, при цьому пристрій містить грохот, виконаний з можливістю подавати надрешітний продукт в млин доподрібнення і підрешітний продукт в згущувач високоякісного концентрату, при цьому пристрій містить систему згущувача протиструминної декантації (CCD) для підвищення якості продукту.

Переважно, пристрій містить циклонний сепаратор, виконаний з можливістю подавати верхній продукт в один або більше CCD згущувачів для видалення шламу і подавати нижній продукт в згаданий грохот для грохочення, при цьому пристрій також містить контур підвищення якості продукту, що мінімізує додаткове подрібнення за рахунок обробки тільки 15-20 % матеріалу, що подається в циклонний сепаратор, і що забезпечує, що кінцевий концентрат має $P_{90}45$ мкм (грохот) для досягнення цільового вмісту щонайменше 67 % Fe і менше ніж 6 % SiO_2 .

Також розкривається спосіб зневоднення дрібнозернистого магнетитового концентрату ($P_{80}L \leq 45$ мкм, або більш конкретно $P_{80}L$ становить 25 мкм - 35 мкм) до вмісту води ≤ 10 % мас./мас., із застосуванням описаного вище пристрою для зневоднення магнетиту, при цьому зневоднений магнетит вивантажується з барабана і додатково зневоднюється із застосуванням транспортерного стрічкового фільтра, виконаного таким чином, що магнетит, що транспортується вздовж верхньої поверхні стрічкового фільтра, буде стягуватися вниз під дією магнітного тяжіння всередині магнетиту таким чином, що вода додатково витісняється з магнетиту і стікає через транспортерний стрічковий фільтр.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Переважний варіант здійснення винаходу буде описаний як необмежувальний приклад з посиланням на прикладні креслення, на яких:

Фіг. 1 - загальна технологічна схема "Ступеня 2", включаючи Модулі 1-7;

Фіг. 2 ілюструє Модуль 1 і 2;

Фіг. 3 ілюструє Модуль 3;

Фіг. 4 ілюструє Модуль 4;

Фіг. 5 ілюструє Модуль 5, включаючи Модулі 5A, 5B і 5C;

Фіг. 6 ілюструє Модуль 6;

Фіг. 7 ілюструє Модуль 7;

Фіг. 8 ілюструє об'єднані Модулі 3 і 4;

Фіг. 9 ілюструє об'єднані Модулі 5A і 5B;

Фіг. 9а ілюструє альтернативну технологічну схему, яка додатково розширює Фіг. 9, щоб показати другий контур для подрібнення більш складного матеріалу, який пройшов через перший контур млина; Фіг. 10 ілюструє Модуль 5С; і

Фіг. 11-18 ілюструють альтернативу гіпербаричної фільтрації, в якій за зневоднювальними магнітними барабанами йдуть стрічкові фільтри.

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

На Фіг. 1-18 ілюструється спосіб і пристрій для збагачення магнетитової залізної руди згідно з переважним варіантом здійснення даного винаходу.

На Фіг. 1 показаний повністю Ступінь 2 збагачення, і на Фіг. 2 показане первинне дроблення і вторинне дроблення в Модулях 1 і 2. На Фіг. 3 ілюструється спосіб збагачення магнетитової залізної руди, включаючи етап застосування валкового преса 10 високого тиску (ВПВТ) для дроблення магнетиту. Потрібно зазначити, що валковий прес 10 високого тиску застосовують в режимі третинного дроблення, а не в режимі подрібнення.

У ілюстрованому прикладі етап застосування валкового преса 10 високого тиску дробить магнетит від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм до гранулометричного складу сировини 8 мм. Більш переважно, етап застосування валкового преса високого тиску дробить магнетит від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм, 100 % проходження ($F_{100}80$ мм), до гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм).

У випадку одного окремого виконання/моделі машини, етап застосування валкового преса 10 високого тиску може включати застосування валкового преса 10 високого тиску з валком діаметром 2,4 м і шириною 2,2 м, працюючим з тиском 4Н/мм^2 (4 МПа) і швидкістю обертання валка 2,7 м/с.

Спосіб може додатково включати етап застосування сухого грохота 12 для отримання однорідного продукту, і етап застосування блока 14 сухої магнітної сепарації (DMS) для видалення немагнітних матеріалів. Блок сухої магнітної сепарації може мати композитний барабан, щоб виключити перегрівання, що викликається вихровим струмом в сталевому барабані.

Звертаючись до Фіг. 4, спосіб може додатково включати етап проходження частинок через повітряний класифікатор 16, який відділяє дрібні частинки, які подають в пиловловлювач 18 з тканинними фільтрами, від великих частинок, які знов подають в додатковий валковий прес 20 високого тиску для подрібнення частинок від $F_{100}6-8$ мм до $P_{80}60-100$ мкм.

Згідно з іншим аспектом пропонується пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить блок 14 сухої магнітної сепарації (DMS), який має композитний барабан, при цьому блок 14 сухої магнітної сепарації виконаний з можливістю видалення немагнітних матеріалів.

На Фіг. 3 пристрій для збагачення магнетитової залізної руди містить валковий прес 10 високого тиску (ВПВТ) для дроблення магнетиту. Пристрій для збагачення магнетитової залізної руди містить сухий грохот 12 для відділення підрешітного продукту від надрешітного продукту, який знов рециркулюється через валковий прес 10 високого тиску.

На Фіг. 4 пристрій для збагачення магнетитової залізної руди містить додатковий валковий прес 20 високого тиску (ВПВТ) для подрібнення частинок від $F_{100}6-8$ мм до $P_{80}60-100$ мкм і повітряний класифікатор 16 для відділення матеріалу, який повинен бути витягнутий з матеріалу, який повинен бути поданий знов в додатковий валковий прес 20 високого тиску для додаткового подрібнення.

Звертаючись до Фіг. 8, на якій показані об'єднані Модулі 3 і 4, згідно з іншим аспектом пропонується пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить перший валковий прес 10 високого тиску для дроблення магнетиту, сухий грохот 12 для селективної подачі матеріалу знов в перший валковий прес 10 високого тиску, повітряний класифікатор 16 для селективної подачі великого матеріалу знов у другий валковий прес 20 високого тиску, другий валковий прес 20 високого тиску для додаткового подрібнення магнетиту, для повернення назад в повітряний класифікатор 16, і блок 14 сухої магнітної сепарації (DMS) для видалення немагнітних матеріалів, де блок 14 сухої магнітної сепарації розташований зовні від двох замкнених контурів, зв'язаних з першим і другим валковими пресами 10, 20 високого тиску.

Звертаючись до Фіг. 9, також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди в формі Модулів 5А і 5В, що містить верхній за потоком циклон 22 і млин 24 для подрібнення частинок, де верхній за потоком циклон 22 виконаний з можливістю працювати як роздільник шляхом відведення матеріалу у верхньому продукті верхнього за потоком циклону 22 в обхід млина 24 і подачі матеріалу в нижньому продукті верхнього за потоком циклону 22 в млин 24.

Млин 24 може являти собою млин високої інтенсивності (HIGmill). Млин 24 може бути розташований в пристрої без будь-якого зворотного шляху в млин 24.

У одній формі циклон 22 виконаний з можливістю відводити приблизно 25 % матеріалу в обхід млина 24. Циклон 22 може бути виконаний з можливістю відводити тонко подрібнений матеріал в обхід млина для запобігання надмірному подрібненню матеріалу сировини і тим самим зменшенню загального споживання енергії млина. Млин може бути виконаний з можливістю працювати в режимі подрібнення з порівняно низьким споживанням енергії, при цьому складні частинки мають можливість проходити через незамкнений контур з розміром подрібнення вище цільового для збагачення і/або

видалення на подальших етапах збагачення.

Як показано на Фіг. 9, пристрій містить нижній за потоком згущувач 26 для видалення шламу (і можливо більше одного), при цьому матеріал в нижній за потоком згущувач 26 для видалення шламу подають з млина 24 і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону 22. Більш переважно, нижній за потоком згущувач 26 для видалення шламу виконаний з можливістю видаляти шлам з матеріалу з млина 24 і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону 22 зі швидкістю спливання, що забезпечує видалення кремнезему і немагнітних матеріалів.

У одній окремій формі нижній за потоком згущувач для видалення шламу виконаний з можливістю видаляти шлам з матеріалу з млина 24 і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону 22 зі швидкістю спливання, що забезпечує видалення кремнезему і немагнітних матеріалів з відносно низькими втратами магнітного матеріалу порівняно з втратою за масою. Зокрема, нижній за потоком згущувач 26 для видалення шламу може бути виконаний з можливістю видаляти шлам з матеріалу з млина 24 і з верхнього продукту верхнього за потоком циклону 22 з високою швидкістю спливання 8-10 м/год. для видалення кремнезему і немагнітних матеріалів з відносно низькими втратами магнітного матеріалу порівняно з втратою за масою.

Нижній за потоком згущувач для видалення шламу може бути виконаний таким чином, що верхній продукт з нижнього за потоком згущувача 26 для видалення шламу відводиться в хвостосховище 28, а нижній продукт з нижнього за потоком згущувача 26 для видалення шламу подається для подальшого збагачення.

Як також показано на Фіг. 9, пристрій містить магнітний сепаратор 30, виконаний з можливістю подавати магнітний матеріал у згаданий верхній за потоком циклон 22 і відводити немагнітний матеріал в хвостосховище 28. Більш переважно, згаданий магнітний сепаратор 30 забезпечує вологу магнітну сепарацію.

Згідно з іншим аспектом пропонується пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить млин 24 для подрібнення частинок руди, де млин 24 являє собою млин високої інтенсивності (HIGmill).

Звертаючись до Модуля 5С, який ілюструється на Фіг. 10, також розкривається пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить грохот 32 (який може бути в формі високочастотного вібраційного грохота), виконаний з можливістю подавати надрешітний продукт в млин 34 доподрібнення і підрешітний продукт в згущувач 36 для високоякісного концентрату.

Згущувач 36 для високоякісного концентрату виконаний з можливістю відводити верхній продукт в хвостосховище 28 і подавати нижній продукт в резервуар 38 сировини фільтра. Весь матеріал з млина 34 доподрібнення подають в магнітний сепаратор 40, який відводить немагнітний матеріал в хвостосховище 28 і подає магнітний матеріал в один або більше згущувачів 42 для видалення шламу.

Один або більше CCD згущувачів 42 для видалення шламу виконані з можливістю відводити верхній продукт в хвостосховище 28 і подавати нижній продукт в резервуар 38 сировини фільтра. Пристрій містить циклонний сепаратор 44, виконаний з можливістю подавати верхній продукт в згаданий один або більше згущувачів 42 для видалення шламу і подавати нижній продукт в згаданий грохот 32 для грохочення. Пристрій відповідно забезпечує контур підвищення якості продукту, за допомогою якого відсотковий вміст заліза за масою може бути збільшений, щоб забезпечити певну якість.

У одній формі, пристрій може забезпечити контур підвищення якості продукту, за допомогою якого відсотковий вміст заліза за масою може бути збільшений, щоб забезпечити якість із вмістом заліза (Fe) за масою щонайменше 67 %.

Згущувач 36 для високоякісного концентрату може бути виконаний з можливістю забезпечити високоякісний магнетитовий продукт, наприклад, 25 % всього продукту із вмістом Fe щонайменше 68 %.

Контур підвищення якості продукту здатний мінімізувати додаткове подрібнення за рахунок обробки тільки 15-20 % матеріалу, що подається в циклонний сепаратор 44, і забезпечує, що кінцевий концентрат має P_{90} 45 мкм (грохот) для досягнення цільового вмісту щонайменше 67 % Fe і менше ніж 6 % SiO_2 .

Звертаючись до Фіг. 11-18, також розкривається спосіб зневоднення магнетиту 46, що включає етап витягання води з магнетиту 46 за рахунок магнетизму магнетиту 46, з допомогою якого магнетит 46 стягується разом під дією магнітного тяжіння, тим самим видавлюючи воду назовні від магнетиту 46. На Фіг. 11 показаний резервуар 47, в якому може бути здійснений спосіб, а на Фіг. 12-18 представлені детальніші дані про зневоднювальний пристрій.

Спосіб може включати етап застосування магнітного барабана 48 (див. Фіг. 13 і Фіг. 15), щоб примусити магнетит 46 стягуватися в напрямку барабана 48, тим самим витісняючи воду з магнетиту 46. Барабан 48 може бути виконаний таким чином, що матеріал магнетиту 46 відділяється від магнітного барабана 48 під дією сили тяжіння після витіснення води. У одній формі, магнетит 46 може подаватися вздовж стрічкового фільтра 50, який дозволяє воді падати вниз від магнетиту 46 і через стрічковий фільтр 50. Стрічковий фільтр 50 може являти собою вібраційний стрічковий фільтр.

Також розкривається пристрій для зневоднення магнетиту, що містить магнітний барабан 48,

виконаний таким чином, щоб примусити магнетит стягуватися в напрямку барабана 48, тим самим витісняючи воду з магнетиту. Пристрій може містити вібратор для вібрації стрічкового фільтра.

Пристрій може включати транспортерний стрічковий фільтр 50, виконаний таким чином, що магнетит, який транспортується вздовж верхньої поверхні стрічкового фільтра 50, буде стягуватися вниз під дією магнітного тяжіння всередині магнетиту таким чином, що вода витісняється з магнетиту і стікає через транспортерний стрічковий фільтр 50.

Більш переважно, пристрій виконаний з можливістю досягнення цільового вмісту вологи, який менший або дорівнює 10 % мас./мас.

ПРИКЛАД

1. Словник

Таблиця 1

Словник термінів

Скорочене позначення	Опис
BBWi	Робочий індекс кульового подрібнення
CCD	Протистуминна декантація
CHF	Комплекс обробки концентрату
COS	Склад крупнодробленої руди
CWi	Робочий індекс дроблення
DMS	Суша магнітна сепарація
сух. т/год.	Сухих тонн на годину
DTR	Аналізатор з трубкою Девіса
F ₈₀	Гранулометричний розподіл сировини - 80 % проходження
Fe	Залізо
FORTESCUE/FMG	Fortescue Metals Group Ltd
Гс	Гаусс
г/т	Грам на тонну
ВПВТ	Валковий прес високого тиску
кг	Кілограм
км	Кілометр
кВт	Кіловат
кВт•год./т	Кіловат на годину на тонну
мкм	Мікрометр
м	Метр
м ³ /год.	Кубічних метрів на годину
мFe	Магнітне залізо
мм	Міліметр
Па	Паскаль
млн. т/рік	Мільйон тонн на рік
млн. сух. т/рік	Мільйон сухих тонн на рік
O/F	Верхній продукт
O/S	Надрешітний продукт
P ₈₀	Гранулометричний розподіл продукту - 80 % проходження
P ₉₈	Гранулометричний розподіл продукту - 98 % проходження
ROM	Рядова руда
об/хв	обертів на хвилину
SiO ₂	Кремнезем
т/год.	Тонн на годину
т/м ² •год.	Тонн на квадратний метр на годину, стосується певного коефіцієнта осадження
TSF	Хвостосховище
U/F	Нижній продукт
U/S	Підрешітний продукт
VS	Регульована швидкість
VSD	Привід з регульованою швидкістю
w/w	Маса/Маса
WMS	Волога магнітна сепарація

2. Виробничий комплекс Ступеня 2 родовища North Star

Виробничий комплекс Ступеня 2 виконаний з можливістю збагачення 62,5 млн. т/рік сировини у вигляді ROM з виходом продукту 32 % згідно з тестом із застосуванням DTR для отримання 20 млн. сух. т/рік магнетитового концентрату, що містить 67,1 % Fe і 5,6 % SiO₂ з номінальним P₈₀30 мкм, з виходом магнітного Fe 100 % (порівняно з результатами лабораторно тестової роботи із застосуванням DTR для сировини у вигляді ROM).

Основний виробничий комплекс містить наступні засоби сухої і вологої обробки:

Первинне дроблення;

Вторинне дроблення;

Третинне ВПВТ дроблення /грохочення;

ВПВТ подрібнення/повітряна класифікація;

Тонке подрібнення з магнітною сепарацією і видаленням шламу;

Контур CMS (тонкої вологої магнітної сепарації) підвищення якості концентрату;

Згущення концентрату і хвостів;

Наземний трубопровід в порт;

Фільтрація концентрату і сховище в порту.

2.1 Загальна технологічна схема

Протягом більше п'яти років проводилися широкі програми тестування і моделювання процесів, щоб встановити і перевірити основу для створення технологічної схеми. У цьому тестуванні використовувався матеріал алмазного буріння, а також початкових гірських робіт. Широке тестування, лабораторне і що проводиться постачальником, було перевірене і підтверджене роботою демонстраційного виробничого комплексу Ступеня 1 і пілотного виробничого комплексу на робочому майданчику, сконфігурованого відповідно до технологічної схеми Ступеня 2.

Рудні тіла з низьким вмістом води родовищ North Star, Eastern Limb і Glacier Valley дозволяють застосовувати суху обробку із застосуванням двоступеневого дроблення, ВПВТ, грохочення і повітряних класифікаторів, замінюючи більш звичайну (і більш енергоємну) вологу обробку із застосуванням кульових млинів і циклонів. Застосування більш ефективних баштових млинів доподрібнення для подальшої вологої обробки додатково зменшує споживання енергії.

На основі робочих даних від демонстраційного виробничого комплексу Ступеня 1 і широкої тестової роботи в лабораторії постачальника і на пілотному виробничому комплексі на родовищі North Star була розроблена технологічна схема Ступеня 2 з розділенням виробничого комплексу на наступні сім модульних зон:

Модуль 1 - Первинне дроблення;

Модуль 2 - Вторинне дроблення;

Модуль 3 - Третинне дроблення;

Модуль 4 - Подрібнення;

Модуль 5 - Тонке подрібнення;

Модуль 6 - Хвости;

Модуль 7 - Зневоднення (порт).

Загальна технологічна схема Ступеня 2 показана на Фіг. 1.

1.2. Виробничий комплекс

Виробничий комплекс Ступеня 2 виконаний з можливістю збагачення 62,5 млн. т/рік ROM сировини з виходом продукту 32 % згідно з тестом із застосуванням DTR для отримання 20 млн. сух. т/рік магнетитового концентрату, що містить 67,1 % Fe і 5,6 % SiO₂.

У таблиці 3 представлена зведена інформація по основному обладнанню для виробничого комплексу Ступеня 2.

Таблиця 3

Основне обладнання Ступеня 2

Обладнання	Деталі	Кіл.	Потужність споживання (кВт) на одиницю
Первинні дробарки	63"-130" (1,6 м - 3,3 м), напівмобільні дробарки гіраційного типу для максимального розміру сировини 1250 мм	2	1500
Вторинні дробарки	1050 кВт, конусні дробарки для максимального розміру сировини	6	1050

	400 мм		
Грохоти	3,6 м ширина x 7,3 м довжина, грохоти типу "банан"	10	90
ВПВТ третинного дроблення	Валок 2,4 м діаметр x 2,2 м ширина, який працює з тиском 4Н/мм ² і швидкістю валка 2,7 м/с	4	2×5100 або 5700
Сухі магнітні сепаратори	Один барабан 1,22 м діаметр x 4,0 м, 3000 Гс	20	7,5
Повітряний класифікатор (статичний/динамічний)	6,1 м діаметр, 0,76 10 ⁶ •м ³ /год.	12	2520
Пилоловлювачі з тканинними фільтрами	Повний розмір - 25000 м ² площі тканини	6	1056
ВПВТ первинного подрібнення	Валок 2,2 м діаметр x 2,0 м ширина, який працює з тиском 4Н/мм ² і швидкістю валка 2,0-2,2 м/с	8	2×3400
Сепаратори грубої вологої магнітної сепарації	Один барабан 1,2 м діаметр x 3,05 м, 1150 Гс	64	11
Верхні за потоком циклони	250 мм діаметр, 8 груп по 16 циклонів кожна	128	н/д
Млини тонкого подрібнення	HIGmill 5000 (2,4 м діаметр, 50000 літрів)	8	5000
Згущувачі для видалення шламу	4+1, 17 м діаметр, CCD	5	н/д
Сепаратори тонкої вологої магнітної сепарації	Трибарабанні, кожний 1,2 м діаметр x 3,05 м, 1000 Гс	48	33
Циклони продукту магнітної сепарації	250 мм діаметр, 4 групи по 22 циклона кожна	88	н/д
Високочастотні вібраційні грохоти	Високочастотний вібраційний грохот мультисировини 48-90MS з трьома сталевими сендвіч-панелями SWG48-30DF280	88	1,8
Млини доподрібнення	HIGmill 5000 (2,4 м діаметр, 50000 літрів)	2	5000
Сепаратори повторної тонкої вологої магнітної сепарації	Трибарабанні, кожний 1,2 м діаметр x 3,05 м, 1000 Гс	7	33
Згущувачі/очисник концентрату	2+1, 17 м діаметр, CCD	3	н/д
Згущувач високоякісного концентрату	26 м діаметр, високошвидкісний згущувач	1	15
Згущувач хвостів	69 м діаметр, високошвидкісний згущувач	3	30
Насоси передачі хвостів	Відцентрові насоси	10	1680
Насоси передачі концентрату	Об'ємні насоси	4	1060
Згущувач концентрату (порт)	50 м діаметр, високошвидкісний згущувач	1	30
Фільтри концентрату (порт)	Зневоднювальні барабани з вакуумними стрічковими фільтрами	8	40

3. Опис процесу

3.1 Модуль 1 - Первинне дроблення (від F₁₀₀1,2 м до P₁₀₀400 мм)

Отриману в результаті горновидобувних робіт руду у вигляді ROM завантажують в кар'єрний самоскид Caterpillar 793F або еквівалентний самоскид із заднім завантаженням і доставляють на дві первинні дробарки гіраційного типу. Первинні дробарки приймають руду із середнім розміром F₈₀310 мм (на основі моделювання вибуху важкого ANFO) і із середнім вмістом води 0,6 %. На основі конструктивного CWi 21 кВт•год./т, дві первинні дробарки кожна здатна забезпечити дроблений продукт з P₈₀140-160мм, який транспортують на розташоване нижче за потоком вторинне дроблення в Модуль 2.

При застосуванні в безперервному робочому режимі приблизно 76,5 % (6700 годин на рік), кожна первинна дробарка номінально буде обробляти 4630 т/год., і мати конструктивну продуктивність 6600 т/год. Ця додаткова потужність дозволяє горнодобувним підприємствам жити кожною первинною дробарку (і наступні після них розташовані нижче за потоком вторинні дробарки) від коефіцієнта

дроблення 50/50 до максимального коефіцієнта дроблення 60/40.

Див. Фіг. 2.

3.2. Модуль 2 - Вторинне дроблення (від $F_{100}400$ мм до $P_{100}80$ мм)

Вторинне дроблення спрямоване на зменшення розміру продукту первинного дроблення перед подачею матеріалу на склад крупнодробленої руди (COS). Шість вторинних дробарок конусного типу кожна працює з номінальною продуктивністю 1540 т/год. із застосуванням в безперервному робочому режимі 76,5 %. Руда вивантажується з дробарок з $P_{80}40-45$ мм і подається в COS. COS складається з чотирьох штабелів, що дозволяє штабелювати матеріал відповідно до цільових діапазонів виходу продукту (низький, середній і високий). Запізнення ковзного середнього часу даних онлайн аналізу магнітних матеріалів, що проводиться, допомагає поворотному штабелеукладачу спрямовувати дроблений матеріал у відповідні штабелі.

COS служить точкою розриву між верхніми за потоком Модулями 1 і 2 (застосування в безперервному робочому режимі 76,5 %) і іншою частиною виробничого комплексу, яка працює із застосуванням в безперервному робочому режимі 84,5 %, за рахунок забезпечення 12 годин зберігання до того, як будуть потрібні бульдозери для переміщення матеріалу уперед для обробки нижче за потоком. Чотири пластинчаті живильники під COS точно настроюють суміш, щоб забезпечити рівномірну подачу матеріалу для розташованого нижче за потоком Модуля 3.

Див. Фіг. 2: Модулі 1 і 2.

3.3 Модуль 3 - Третинне дроблення (від $F_{100}80$ мм до $P_{100}8$ мм)

Третинне дроблення із застосуванням ВПБТ було введено в технологічну схему на родовищі North Star, щоб забезпечити можливість однорідної дрібнозернистої сировини для первинного подрібнення. Отримана на повторному дробленні руда зі складу крупнодробленої руди ($F_{100}80$ мм) подається в контур ВПБТ дроблення для отримання мінусового продукту 6-8 мм. Чотири дробильні ВПБТ утворюють замкнений контур з десятима сухими дводечними грохотами типу "банан" для отримання однорідного продукту. Для технологічної схеми виробництва концентрату в кількості 20 млн. сух. т/рік, 8340 т/год. руди виходить як підрешітний продукт грохота з $P_{80}4,2$ мм після 2,25 проходжень через ВПБТ Модуля 3 і дроблення від сировини розміром $F_{80}43$ мм.

Підрешітний продукт потім подають в двадцять блоків сухої магнітної сепарації (DMS) для ефективного видалення кремнезему і немагнітних матеріалів перед подачею для подальшого первинного подрібнення. Верхній розмір технологічної схеми 8 мм був вибраний на основі даних виробничого комплексу компанії IBO і тестової роботи. У результаті, операція DMS буде обробляти сировину для 32 %-го виходу продукту із застосуванням сухого барабана з рідкісноземельними елементами і відцентровою силою 3000G і відкидати 17 % загальної маси (в основному кремнезем і інші немагнітні матеріали), з низькими втратами магнітних матеріалів 1,5 %. Див. Фіг. 3.

Для технологічної схеми виробництва концентрату в кількості 20 млн. сух. т/рік, відходи DMS дорівнюють 10,5 млн. сух. т/рік матеріалу з номінальним складом 16,3 % Fe і 51,8 % SiO_2 , що направляється на склади сухих хвостів. Див. Фіг. 3: Модуль 3.

3.4. Модуль 4 - Первинне подрібнення ($F_{100}6-8$ мм до $P_{80}60-100$ мкм)

Вісім ВПБТ в процесі подрібнення працюють в замкнутому контурі з повітряною класифікацією для отримання продукту $P_{80}80$ мкм для сировини засобів вологої обробки. Вивантаження продукту ВПБТ націлене на те, щоб 20 % за масою вивантажуваного продукту мали розмір ≤ 80 мкм при прийомі сировини з $BW_i \leq 20,8$ кВт·год./т і роботою з циркуляційним навантаженням 490 %.

Мінусовий продукт 6 мм Модуля 3 транспортують разом з рециркулюючим продуктом подрібнення ВПБТ в бункер сировини повітряного класифікатора. Десять систем повітряної класифікації працюють паралельно для видалення дрібних частинок, що утворилися з продукту ВПБТ з цільовим значенням P_{80} близько 80 мкм. Для кожної системи повітряної класифікації руда витягується з основи бункера сировини повітряного класифікатора за допомогою вібраційного живильника повітряного класифікатора з регульованою швидкістю, щоб забезпечити сталу швидкість сировини для статичних сепараторів.

Система повітряної класифікації складається з трьох сепараторів продукту, що містять статичні і динамічні сепаратори. Статична секція відділяє більші дрібні частинки з повітряного класифікатора, які потім подають за допомогою повітря в динамічний сепаратор. У динамічному сепараторі дрібні частинки додатково відсіваються, спрямовуючи продукт, що виходить, який має $P_{80}80$ мкм і верхній розмір <2 мм, в пиловловлювач з тканинними фільтрами. Великий матеріал, що вивантажується зі статичних і динамічних секцій повітряних класифікаторів, об'єднується і подається в бункери сировини дробильних ВПБТ.

Частина продукту динамічного сепаратора ($P_{80}80$ мкм) витягується через систему пиловловлювача з тканинними фільтрами і транспортується за допомогою закритих конвєсрів в шість резервуарів з перемішуванням для грубого шламу, в яких додають технологічну воду для суспензування дрібних частинок до концентрації твердої речовини 50 % мас./мас. Шлам потім перекачують в два резервуари з перемішуванням для сировини грубої вологої магнітної сепарації (RMS), де його додатково розбавляють до концентрації твердої речовини 30 % мас./мас. перед подачею в контур грубої вологої

магнітної сепарації. Див. Фіг. 4.

3.5 Модуль 5 - Тонке подрібнення (F8080 мкм до P₈₀35 мкм)

Модуль 5 складається з виробничого комплексу вологого збагачення, як показано на Фіг. 5. Модуль додатково ділиться на наступні модулі:

Модуль 5A - містить грубу вологу магнітну сепарацію (WMS) і циклонну класифікацію;

Модуль 5B - містить тонке подрібнення і видалення шламу;

Модуль 5C - містить тонку вологу магнітну сепарацію (WMS) і контур підвищення якості концентрату.

У Модулі 5A дрібні частинки з повітряного класифікатора з Модуля 4 перекачують з концентрацією твердої речовини 30 % мас./мас. в блоки грубої WMS (блоки RMS). Блок RMS являє собою один барабан з керамічними феритовими магнітами, який працює з магнітною напруженістю 1150 Гс. Для технологічної схеми виробництва концентрату в кількості 20 млн. сух. т/рік, блоки RMS відкидають 38 % загальної маси в хвости, при цьому обмежуючи втрати магнітного Fe (mFe) 1,8 %. Продукт RMS подають в гідроциклони для видалення дрібних частинок розміром <P₈₀35 мкм (лазер) перед подачею в баштові млини, які виконані з можливістю подрібнення до продукту з P₈₀35 мкм (лазер). В результаті 25 % матеріалу, що подається в гідроциклони, потрапляє у верхній продукт і обходить баштові млини, щоб зменшити споживання енергії через надмірне подрібнення.

У Модулі 5B баштові млини з незамкненим контуром застосовують для подрібнення нижнього продукту гідроциклону з F₈₀105 мкм (грохот) для отримання продукту з P₈₀35 мкм (лазер), і їхнє споживання енергії становить 9 кВт•год./т. Тонкозернистий продукт подрібнення потім об'єднують з верхнім продуктом гідроциклону і подають в контур видалення шламу.

Двоступеневий контур видалення шламу працює з високими швидкостями спливання (8-10 м/год. на основі верхнього продукту), щоб забезпечити можливість значного видалення твердих частинок низької концентрації з високим вмістом кремнезему (до 22 % маси із 59-63 % вмістом SiO₂), при цьому обмежуючи втрати mFe 1,5 %, перед подачею в контур CMS. Для технологічної схеми виробництва концентрату в кількості 20 млн. сух. т/рік, для контуру видалення шламу забезпечені п'ять CCD (4 паралельно, за якими послідовно йде 1) через їхній невеликий діаметр і, отже, низьке споживання води.

У Модулі 5C знешламлений продукт з Модуля 5B перекачують з концентрацією твердої речовини 20 % мас./мас. в блоки тонкої WMS (блоки CMS). Блок CMS являє собою трибарабаний блок з конструкцією Стефенсона, що містить керамічні феритові магніти з напруженістю магнітного поля 1000 Гс. Для технологічної схеми виробництва концентрату в кількості 20 млн. сух. т/рік, блоки CMS відкидають 13 % загальної маси в хвости, при цьому обмежуючи втрати магнітного Fe (mFe) 0,6 %.

Залежно від оброблюваного рудного тіла концентрат CMS буде мати вміст Fe в діапазоні 64-67 %. Тестові роботи показали значне зменшення вмісту Fe у фракціях розміром >45 мкм і на родовищі North Star, і на родовищі Eastern Limb. Отже, частина Модуля 5C, що залишилася, відома загалом як контур підвищення якості концентрату, в якому застосовують етапи обробки для забезпечення кінцевого концентрату з P₉₈45 мкм (грохот), щоб отримати кінцеву цільову якість продукту із вмістом 67,1 % Fe і 5,6 % SiO₂.

Обладнання в контурі підвищення якості містить:

Циклони продукту магнітної сепарації - верхній продукт містить приблизно 60 % вхідної маси продукту CMS з P₈₀24 мкм (лазер) і подається в CCD очищувачі;

Високочастотні вібраційні грохоти - підрешітний продукт містить приблизно 60 % вхідного нижнього продукту циклону продукту магнітної сепарації і подається в згущувач високоякісного концентрату;

Згущувач високоякісного концентрату (HG згущувач) - додатково підвищує якість підрешітного продукту високочастотного вібраційного грохота до якості продукту із вмістом 68-69 % Fe;

Млин доподрібнення - додатково подрібнює надRESHІтний продукт високочастотного вібраційного грохота з F₈₀69 мкм (грохот) для отримання продукту з P₈₀26-30 мкм (лазер) і має споживання енергії 12,2 кВт•год./т;

Сепаратори повторної тонкої вологої магнітної сепарації - обробляють продукт млина доподрібнення з концентрацією твердої речовини 20 % мас./мас. за допомогою блоків RCMS (повторна тонка волога магнітна сепарація), що містять трибарабанні блоки з конструкцією Стефенсона з напруженістю магнітного поля 1000 Гс. Блоки RCMS відкидають 16 % загальної маси в хвости, при цьому обмежуючи втрати магнітного Fe (mFe) 1,5 %;

CCD очищувачі - обробляють верхній продукт циклону продукту магнітної сепарації і продукт RCMS в двоступеневому контурі видалення шламу з високими швидкостями спливання (8-10 м/год. на основі верхнього продукту), щоб забезпечити можливість додаткового видалення твердих частинок низької концентрації з високим вмістом кремнезему (до 8 % маси із вмістом 45 % SiO₂), при цьому обмежуючи втрати mFe 1,1 %.

Контур підвищення якості видаляє приблизно 7 % маси вхідного концентрату CMS, щоб отримати якість із вмістом 67,2 % Fe з оцінними втратами магнітного матеріалу 1 %. Продукти HG і CCD згущувачів об'єднують в резервуарах зберігання концентрату і далі перекачують в порт Модуля 7

через наземний трубопровід.

3.6 Модуль 6 - Хвости

Вологі хвости з RMS, CMS і RCMS об'єднують з верхнім продуктом видалення шламу RMS і потоків верхнього продукту CCD очищувача і подають в три високошвидкісні згущувачі хвостів перед перекачуванням в хвостосховище (TSF). Згущувачі хвостів виконані з можливістю отримання концентрації твердої речовини в нижньому продукті 62 % мас./мас., при цьому працюючи з певною швидкістю осадження 0,3 т/м²·год. і швидкістю спливання 5 м/год. Додаток флокулянта була розрахована в кількості 40 г/т на основі тестової роботи, і добувка коагулянта розглядається як стратегія, яка пом'якшує наслідки, для зменшення кількості залишкового флокулянта в технологічній воді, яка забезпечує додаткову воду для контурів видалення шламу. Див. Фіг. 6.

Для технологічної схеми виробництва концентрату в кількості 20 млн. сух. т/рік, 32 млн. т/рік твердих речовин з оцінюваним складом 18 % Fe і 52 % SiO₂, що містять 19,4 Гл/рік води, транспортують через шламовий трубопровід довжиною 7 км в TSF.

Див. Фіг. 6: Модуль 6.

3.7. Модуль 7 - Зневоднення (порт)

2700 сух. т/год. шламу з концентрацією твердої речовини 62 % мас./мас. перекачують приблизно на 135 км в порт. На основі тестової роботи (Paterson & Cooke), межа текучості 1,8 Па і в'язкість плинну 40 мПа·с використовували для розрахунку перекачування. Шлам перекачують з концентрацією твердої речовини в діапазоні 55 %-68 % мас./мас. зі швидкістю 1,7-1,8 м/с.

Фільтрувальний комплекс в порту оснований на магнітних барабанах і стрічкових фільтрах, і містить згущувач, резервуари сировини фільтрів, фільтри і допоміжне обладнання, як показано на Фіг. 7. Шістдесят барабанів і 8 стрічкових фільтрів працюють зі швидкістю фільтрації, що забезпечує отримання цільового вмісту вологи ≤ 10 % мас./мас.

Див. Фіг. 7: Модуль 7

Примітка: Технологічна схема

Істотні нові і винахідницькі зони, які потрібно враховувати - це об'єднаний Модуль 3/4, об'єднаний Модуль 5A/5B і Модуль 5C.

Модуль 3 Третинне дроблення і Модуль 4 Подрібнення: нова технологічна схема забезпечує можливість наступного:

- Оптимізація, щоб сприяти ВПВТ працювати більше, щоб максимізувати ВПВТ, щоб сприяти розколюванню матеріалу на мікрочастинки з низьким споживанням енергії, де:

- розмір сировини на вході в Модуль 3 може мати переважно верхній розмір 80 мм (і потенційно до 100 мм), щоб зменшити навантаження на розташоване вище за потоком вторинне дроблення;

- розмір сировини на виході з Модуля 4 з P₈₀80 мкм (і потенційно ще менше, до 60 мкм), щоб поліпшити вивільнення магнітного матеріалу і зменшення споживання енергії, в розташовані нижче за потоком магнітні сепаратори і баштові млини, відповідно.

- Суха магнітна сепарація, здійснювана зовні від двох контурів, дозволяє подавати оптимальний розмір в DMS (верхній розмір 6-8 мм), щоб ефективно видаляти кремнезем і немагнітні матеріали з низькими втратами магнітного матеріалу (17 % втрати за масою з втратами магнітного матеріалу 1,5 %). Також, з DMS, який є зовнішнім для контурів, пом'якшуються ефекти коливач вхідної сировини у вигляді ROM на два незалежні контури.

Див. Фіг. 8.

Модуль 5A і 5B Тонке подрібнення: нова технологічна схема забезпечує можливість наступного:

- Оптимізація споживання енергії млином за рахунок застосування верхніх за потоком циклонів як роздільника "потужності" шляхом відведення приблизно 25 % матеріалу у верхньому продукті циклону в розташовані нижче за потоком згущувачі для видалення шламу;

- Видалення шламу магнітних продуктів млина і верхнього продукту циклону з високими швидкостями спливання (10 м/год.), щоб ефективно видалити кремнезем і немагнітні матеріали з низькими втратами магнітного матеріалу (22 % втрати за масою з втратами магнітного матеріалу (mFe) 1,5 %), щоб забезпечити більш кращу продуктивність на вихід розташованих нижче за потоком блоків CMS.

Див. Фіг. 9.

На Фіг. 9а ілюструється альтернативна технологічна схема, яка додатково розширює пп. 1-14 формули винаходу, показані на Фіг. 9, і демонструє другий контур для подрібнення більш складного матеріалу, який пройшов через перший контур млина (посилальна позиція 24). Продукт млина 24 додатково обробляють для видалення немагнітних матеріалів (з застосуванням згущувачів для видалення шламу і магнітних сепараторів тонкої сепарації), при цьому потік магнітного концентрату додатково розділяють за розміром із застосуванням циклонів (для видалення дрібних частинок) і високочастотних низькоамплітудних вібраційних грохотів, при цьому потік надрешітного продукту високочастотного низькоамплітудного вібраційного грохота служить як сировина системи незамкненого контуру млина другого ступеня. Хоча ця система незамкненого контуру млина другого ступеня працює в режимі подрібнення з більш високим споживанням енергії, ніж контур першого

ступеня, сировина контуру другого ступеня становить тільки 12-18 % від потоку сировини контуру млина першого ступеня, тим самим мінімізуючи загальне споживання енергії млина за рахунок подрібнення тільки більш великого і більш складного матеріалу з більш низькою витратою.

Модуль 5С Контур підвищення якості продукту: нова технологічна схема забезпечує можливість наступного:

- Забезпечення вмісту Fe 67+% для всіх рудних тіл, що розглядаються для проекту. Типове підвищення якості від вмісту 64+%Fe до вмісту 67+%Fe з втратою за масою <10 % сировини в Модуль 5С (або 2-3 % вихідної сировини у вигляді ROM);

- Контур підвищення якості мінімізує додаткове подрібнення за рахунок обробки тільки 15-20 % продукту CMS і забезпечує кінцевий концентрат з $P_{90}45$ мкм (грохот), щоб отримати кінцеву цільову якість із вмістом 67+% Fe і <6 % SiO_2 ;

- Можливість отримання високоякісного магнетитового продукту, тобто 25 % всього продукту із вмістом Fe >68 %.

Див. Фіг. 10.

Як випливає з вищевикладеного, приклад згідно з винаходу пропонує пристрій для збагачення магнетитової залізної руди, що містить перший валковий прес високого тиску (ВПВТ) для дроблення магнетитової залізної руди на частинки, і другий валковий прес високого тиску (ВПВТ) для подрібнення частинок. Заявником було визначено, що досягається економія енергії за рахунок наявності першого ВПВТ, який виконує операцію дроблення, і другого ВПВТ, який виконує операцію подрібнення, що є перевагою. Раніше не передбачалося, що ВПВТ можна було б застосувати для зменшення гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм) для отримання продукту $P_{80}80$ мкм через вібрації, дуже дрібного продукту, відсутності пустот і струсу обладнання. Заявником була виявлена в'язкість в матеріалі, здатність ВПВТ відділяти залізрудний матеріал від кремнезему, і була застосована винахідливість, щоб прийти до пристрою, який забезпечує значну економію енергії і коштів. Даний винахід має разючий результат, який був отриманий завдяки знанням, експертним навичкам, винахідницькому таланту і витратам часу авторів даного винаходу.

У одній формі перший валковий прес високого тиску може дробити магнетитову залізну руду від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм, 100 % проходження ($F_{100}80$ мм), до гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм). Другий валковий прес високого тиску дробить частинки від гранулометричного складу сировини щонайменше 80 мм, 100 % проходження ($F_{100}80$ мм), до гранулометричного складу сировини 8 мм, 100 % проходження ($F_{100}8$ мм).

Запропоновано спосіб збагачення магнетитового рудного тіла з низьким вмістом вологи із застосуванням двоступеневого контуру ВПВТ, який забезпечує можливість оптимізувати ВПВТ для роботи з верхнім розміром 80 мм для отримання продукту $P_{80}80$ мкм, щоб зменшити споживання енергії, що є перевагою. Перший контур ВПВТ може являти собою замкнений контур з грохотом, і другий контур ВПВТ може бути замкнений системою повітряний класифікатор/пиловловлювач з тканинними фільтрами. Два контури можуть бути розділені сухою магнітною сепарацією, щоб видалити немагнітні відходи перед другим контуром, тим самим зменшуючи витрату і додаткове подрібнення для другого контуру ВПВТ.

Приклади даного винаходу забезпечують можливість отримання вмісту Fe 67 % з сировинних потоків магнетиту із загальним вмістом Fe за масою 64-65 % з мінімальною втратою за масою за рахунок (а) видалення шламу (циклон продукту магнітної сепарації) перед подальшою гідросепарацією, і (b) обмеження вмісту за масою <2 % матеріалу розміром +45 мкм в потоці кінцевого продукту із застосуванням грохотів Derrick, за якими йдуть млини доподрібнення і магнітні сепаратори для обмеження втрати за масою надрешітного продукту, що є перевагою.

Даний винахід пропонує спосіб зневоднення дрібнозернистого магнетитового концентрату ($P_{80}L \leq 45$ мкм, або більш конкретно $P_{80}L$ становить 25 мкм - 35 мкм) до вмісту вологи ≤ 10 % мас./мас., із застосуванням пристрою для зневоднення магнетиту, при цьому зневоднений магнетит вивантажується з барабана і додатково зневоднюється із застосуванням транспортерного стрічкового фільтра, виконаного таким чином, що магнетит, що транспортується вздовж верхньої поверхні стрічкового фільтра, буде стягуватися вниз під дією магнітного тяжіння всередині магнетиту таким чином, що вода додатково витісняється з магнетиту і стікає через транспортерний стрічковий фільтр, що є перевагою.

Хоча вище були описані різні варіанти здійснення даного винаходу, потрібно розуміти, що вони були представлені тільки як приклад, а не для обмеження. Фахівцям в цій галузі техніки очевидно, що в них можуть бути зроблені різні зміни за формою і окремими елементами, не виходячи за межі суті і об'єму винаходу. Таким чином, даний винахід не обмежується будь-яким з описаних вище зразкових варіантів здійснення.

Посилання в цьому документі на будь-яку попередню публікацію (або отриману з неї інформацію) або на будь-які відомі матеріали не є і не повинне сприйматися як підтвердження або визнання або будь-яка форма припущення, що попередня публікація (або отримана з неї інформація) або відомий матеріал утворюють частину загальновідомого знання в галузі, до якої належить даний опис.

У всьому описі і в подальшій формулі винаходу, якщо контекст не вимагає іншого, термін "містити" і його різні модифікації, такі як, наприклад, "містить" і "що містить", потрібно розуміти, як що має на увазі включення заявленої цілої частини або етапу або групи цілих частин або етапів, але не виключаючи будь-якої іншої цілої частини або етапу або групи цілих частин або етапів.

ПОЯСНЕННЯ ПОСИЛАЛЬНИХ ПОЗИЦІЙ НА КРЕСЛЕННЯХ

Фіг. 1

- A Первинне дроблення (x2)
 - B Вторинне дроблення (x6)
 - C Склад крупнодробленої руди
 - D Валкові преси високого тиску (4)
 - E Дрібні частинки
 - F Повітряні класифікатори (x10)
 - G Пиловловлювачі з тканинними фільтрами (x6) - 4 повного розміру/2 половинного розміру
 - H Магнітні матеріали
 - I Надрешітний продукт
 - J Підрешітний продукт
 - K Сухі грохоти (x10)
 - L Великі частинки
 - M Валкові преси високого тиску (x8)
 - N Суха магнітна сепарація (x20)
 - O Склад великих відходів
 - P Додавання води
 - Q Резервуари передачі великих частинок (x2)
 - R Верхній продукт циклону
 - S Магнітні матеріали RMS
 - T Груба волога магнітна сепарація (x58)
 - U Немагнітні матеріали RMS
 - V Верхній продукт згущувача для видалення шламу RMS
 - W Нижній продукт циклону
 - X Млини тонкого подрібнення (x7)
 - Y Згущувачі хвостів (x3)
 - Z В хвостосховище
 - Aa Верхній продукт
 - Ba LFCU (блок Лайонса для керування подачею) (4 × 1) видалення шламу RMS
 - Ca Нижній продукт видалення шламу RMS
 - Da Тонка волога магнітна сепарація (x44)
 - Ea Магнітні матеріали CMS
 - Fa Верхній продукт циклону
 - Ga Нижній продукт циклону
 - Ha Грохоти Дерріка (x80)
 - Ia Надрешітний продукт
 - Ja Підрешітний продукт
 - Ka Млин доподрібнення (x2)
 - La Повторна тонка волога магнітна сепарація (x6)
 - Ma Немагнітні матеріали CMS
 - Na Немагнітні матеріали RCMS
 - Oa Згущувач високоякісного концентрату
 - Pa Магнітні матеріали RCMS
 - Qa Верхній продукт
 - Ra LFCU (2 × 1) CCD очищувача
 - Sa Додавання води
 - Ta Резервуари зберігання концентрату (x4)
 - Ua Трубопровід концентрату в порт
 - Va Резервуар сировини фільтра концентрату (x4)
 - Wa Згущувач концентрату
 - Xa Комплекс обробки концентрату в порту
 - Ya Зневоднювальні барабани (x16)
 - Ab Повернення технологічної води в роботу
 - Bb Концентрат на зберігання
- Фіг. 2
- Cb Модуль 1
 - Db Первинне дроблення

Eb Модуль 2
Fb Вторинне дроблення (x3)
Gb Склад крупнодробленої руди
Фіг. 3
Hb Подача свіжої сировини з COS
Ib Валкові преси високого тиску
Jb Сухий грохот
Kb Надрешітний продукт
Lb Підрешітний продукт
Mb Магнітні матеріали
Nb В Модуль 4
Ob Суха магнітна сепарація
Pb Немагнітні матеріали
Qb Відходи DMS
Фіг. 4
Rb 3 Модуля 3
Sb Повітряний класифікатор (статичний/динамічний)
Tb Дрібні частинки
Ub Магнітні матеріали
Vb Великі частинки
Wb Пиловловлювач з тканинними фільтрами
Xb Проміжні бункери
Yb Валкові преси високого тиску
Zb Додавання води
Ac Резервуар сировини RMS
Bc В Модуль 5A
Фіг. 5
Cc 3 Модуля 4
Dc Модуль 5A
Ec Верхній продукт циклону
Fc Магнітні матеріали RMS
Gc Груба волога магнітна сепарація (x58)
Hc Додавання води
Ic Резервуар сировини RMS
Jc Верхній продукт згущувача для видалення шламу RMS
Kc Нижній продукт RMS
Mc Млини тонкого подрібнення (x7)
Nc LFCU (блок Лайонса для керування подачею) (4 × 1) видалення шламу RMS
Oc В Модуль 6
Pc Магнітні матеріали CMS
Qc Тонка волога магнітна сепарація (x44)
Rc Нижній продукт видалення шламу RMS
Sc Немагнітні матеріали CMS
Tc Модуль 5B
Uc Млин доподрібнення
Vc LFCU (2 × 1) CCD очищувача
Фіг. 6
Wc Модуль 5A - немагнітні матеріали RMS
Xc Модуль 5B - Верхній продукт видалення шламу RMS
Yc Модуль 5C - Немагнітні матеріали CMS
Zc Модуль 5C – Немагнітні матеріали RCMS
Ad Модуль 5C - Верхній продукт CCD очищувача
Bd - Згущувачі хвостів (x3)
Cd В хвостосховище
Фіг. 7
Dd Трубопровід концентрату в порт
Ed Згущувач концентрату
Fd Резервуар сировини фільтра концентрату (x4)
Gd Зневоднювальні барабани (x16)
Hd Комплекс обробки концентрату
Id Фільтри концентрату (x8)
Jd Концентрат на зберігання

Фіг. 8

Kd Подача свіжої сировини
Ld Модуль 3
Md Валкові преси високого тиску
Nd Модуль 4
Od Надрешітний продукт
Pd Підрешітний продукт
Qd Сухий грохот
Rd Магнітні матеріали
Sd Повітряний класифікатор (статичний/динамічний)
Td Дрібні частинки
Ud Великі частинки
Vd Суха магнітна сепарація
Wd Немагнітні матеріали
Xd Відходи DMS
Yd Валкові преси високого тиску
Zd Пиловловлювач з тканинними фільтрами
Ae Проміжні бункери
Be Додавання води
Ce Резервуар сировини RMS
De В Модуль 5A

Фіг. 9

Ee Дрібні частинки повітряного класифікатора
Fe Модуль 5A
Ge Верхній продукт циклону
He Модуль 5B
Ie Продукт RMS
Je Хвости RMS
Ke Магнітний сепаратор
Le Верхній за потоком циклон
Me В Модуль 6
Ne Нижній продукт циклону
Oe В резервуар сировини млина
Pe HIGmill
Qe Резервуар продукту млина
Re Верхній продукт
Se В хвости
Te Додавання води
Ue Нижній продукт
Ve CCD1
We CCD2
Xe Згущувачі для видалення шламу
Ye В CMS

Фіг. 9a

Ze Фіг. 9

Af Тонка магнітна сепарація
Bf Хвости CMS
Cf Дрібні частинки верхнього продукту циклону продукту магнітної сепарації
Df Циклон продукту магнітної сепарації
Ef Нижній продукт циклону продукту магнітної сепарації
Ff Високочастотний низькоамплітудний вібраційний грохот
Gf Підрешітний продукт грохота
Hf Надрешітний продукт
If Двоступеневий контур млина
Jf Продукт млина

Фіг. 10

Kf 3 Модуля 5C частина A
Lf Продукт CMS
Mf Верхній продукт циклону
Nf Нижній продукт циклону
Of Надрешітний продукт
Pf Грохот Дерріка

Qf Підрешітний продукт
 Rf Високоякісний верхній продукт
 Sf Згущувач високоякісного концентрату
 Tf Млин доподрібнення
 Uf Повторна тонка волога магнітна сепарація
 Vf Хвости RCMS
 Wf Продукт RCMS
 Xf В Модуль 6 (хвости)
 Zf Верхній продукт
 Zf Нижній продукт
 Ag CCD1
 Bg CCD2
 Cg CCD3
 Dg Додавання води
 Eg CCD згущувачі для видалення шламу
 Fg Фільтр
 Gg Резервуар сировини
 Hg В Модуль 7 (фільтрація)

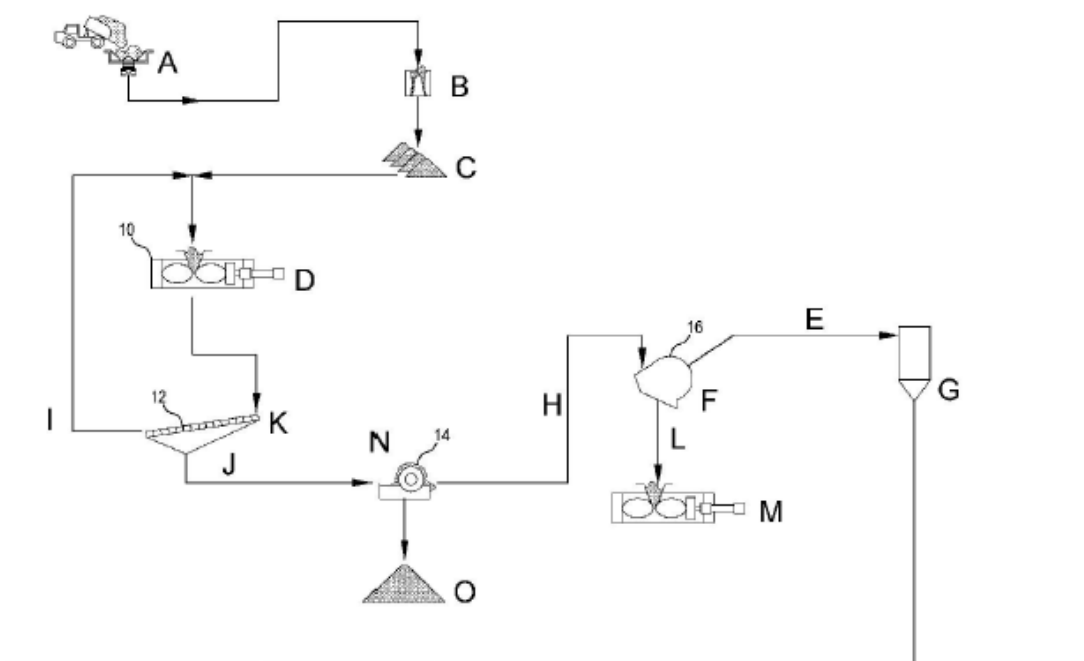
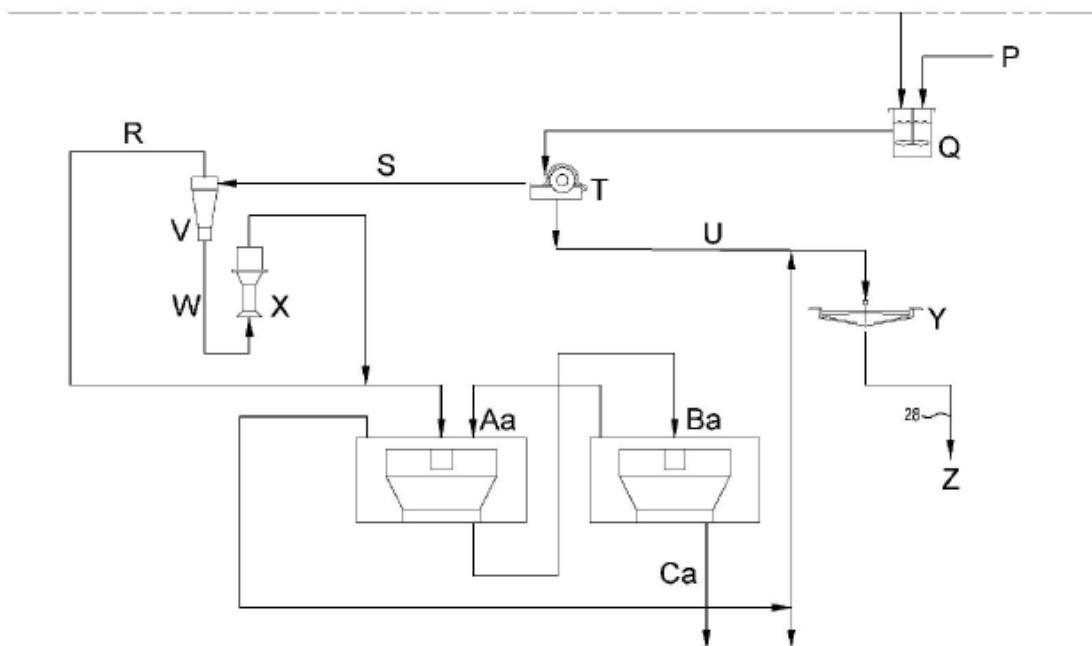
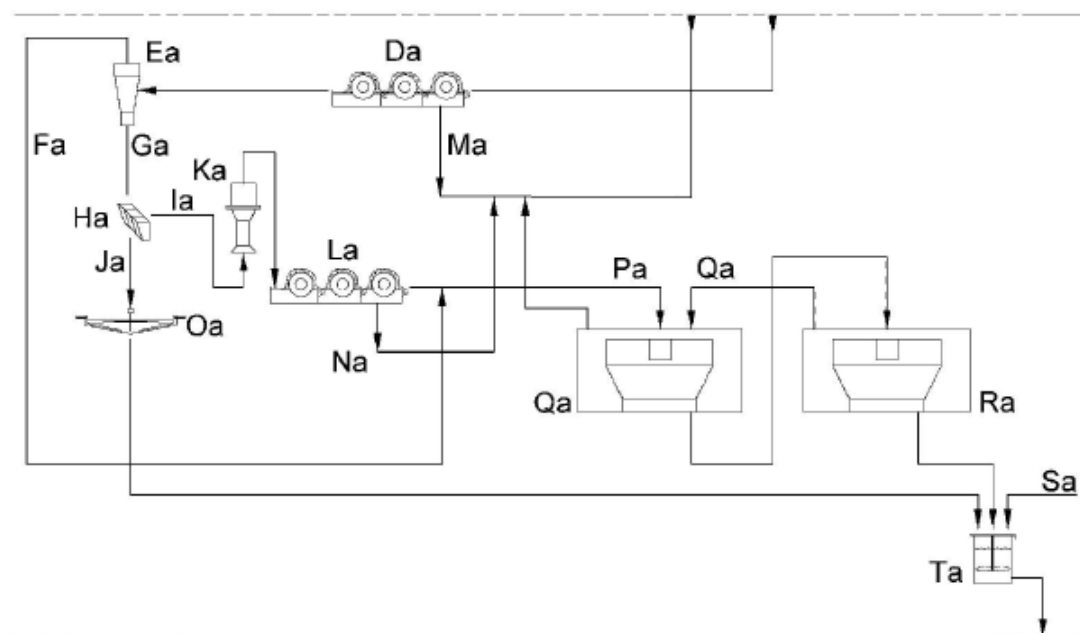


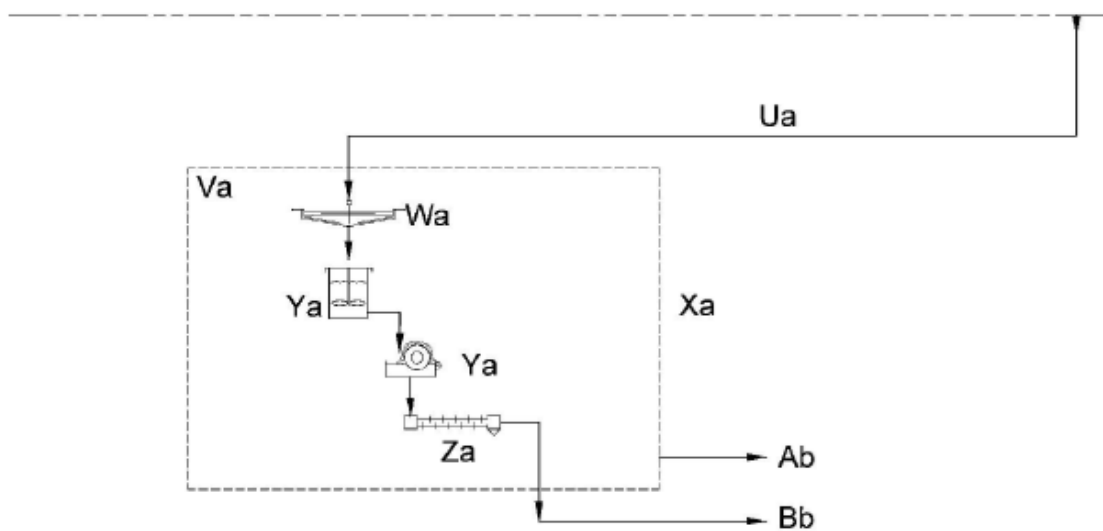
Fig. 1



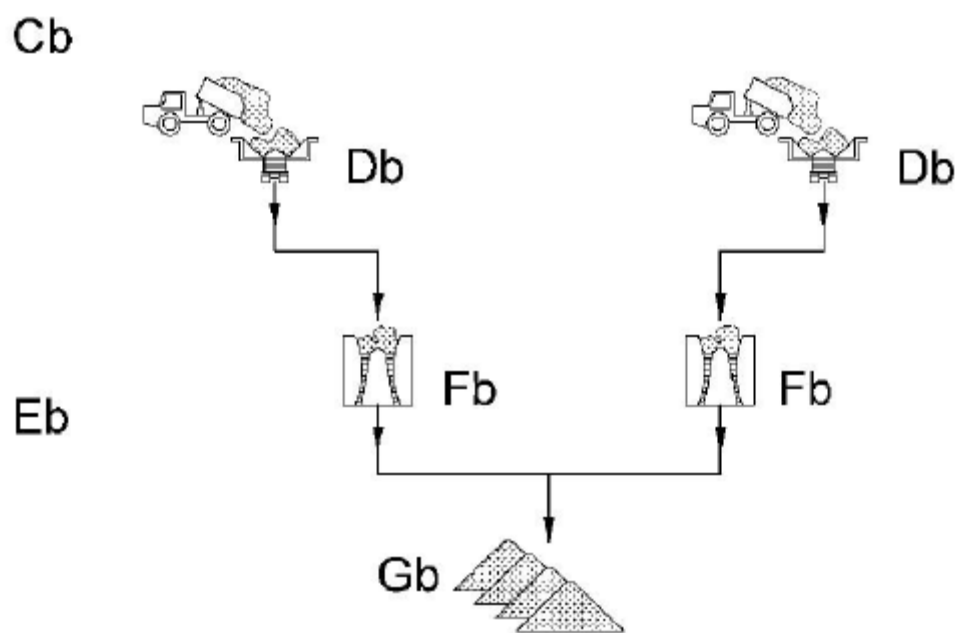
Фіг. 1(продовження)



Фіг. 1(продовження)



Фиг. 1(продовження)



Фиг. 2

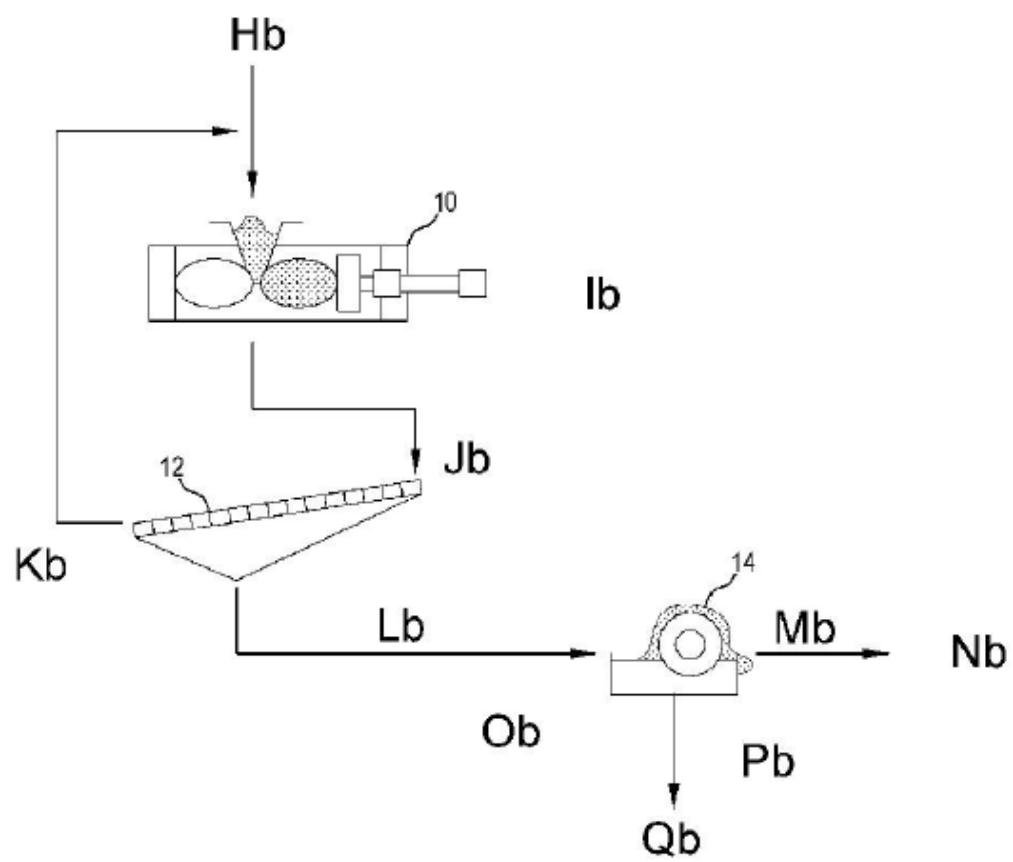


Fig. 3

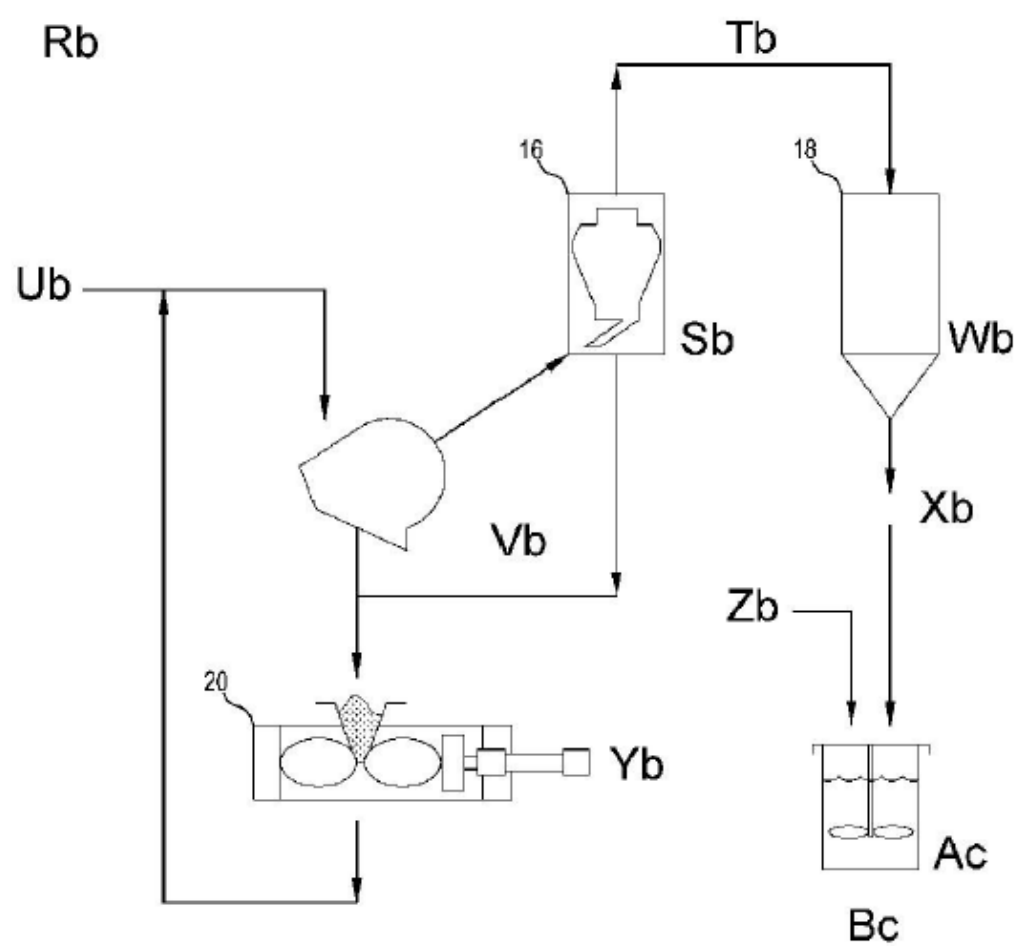
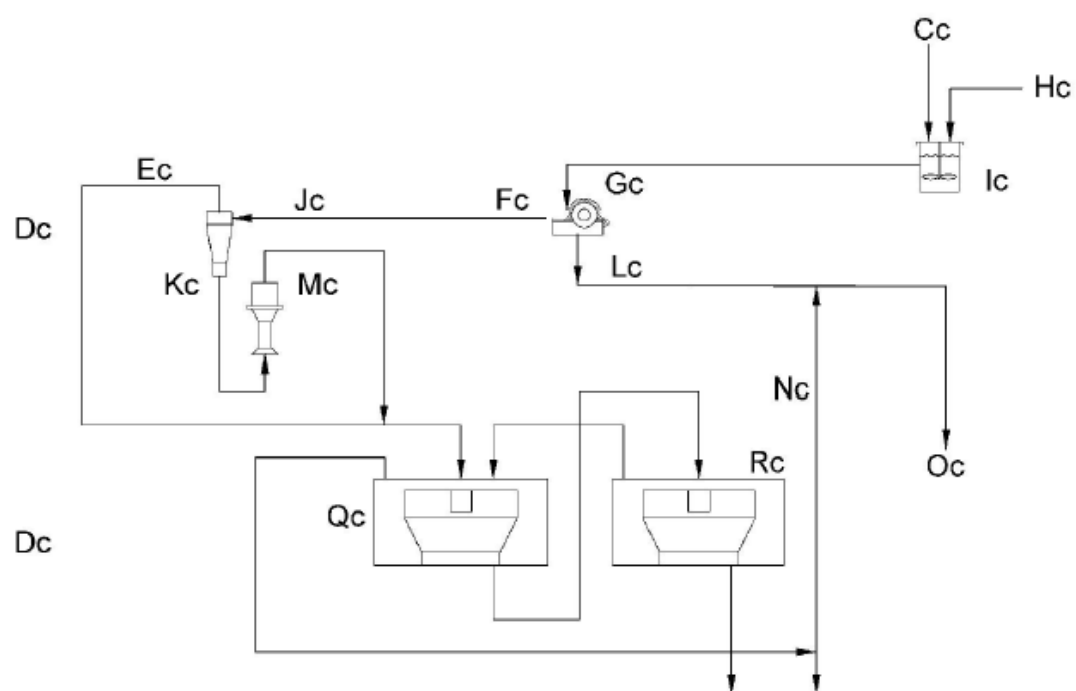
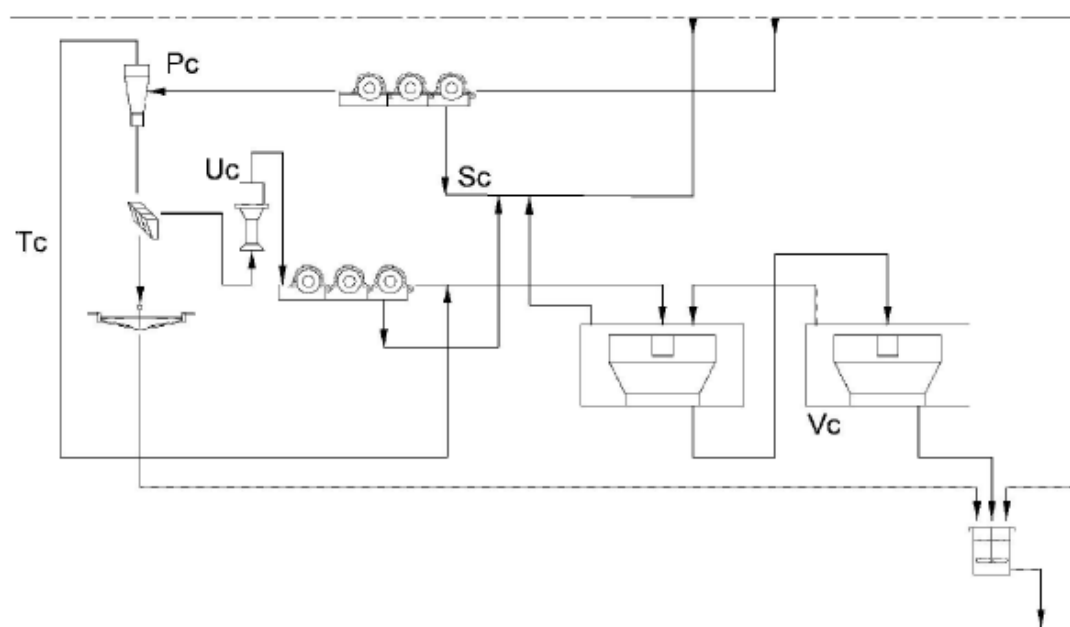


Fig. 4

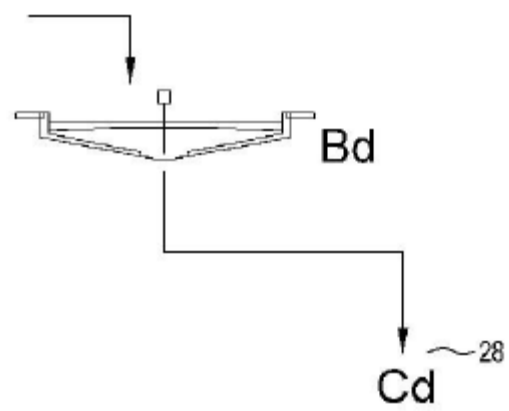


Фиг. 5

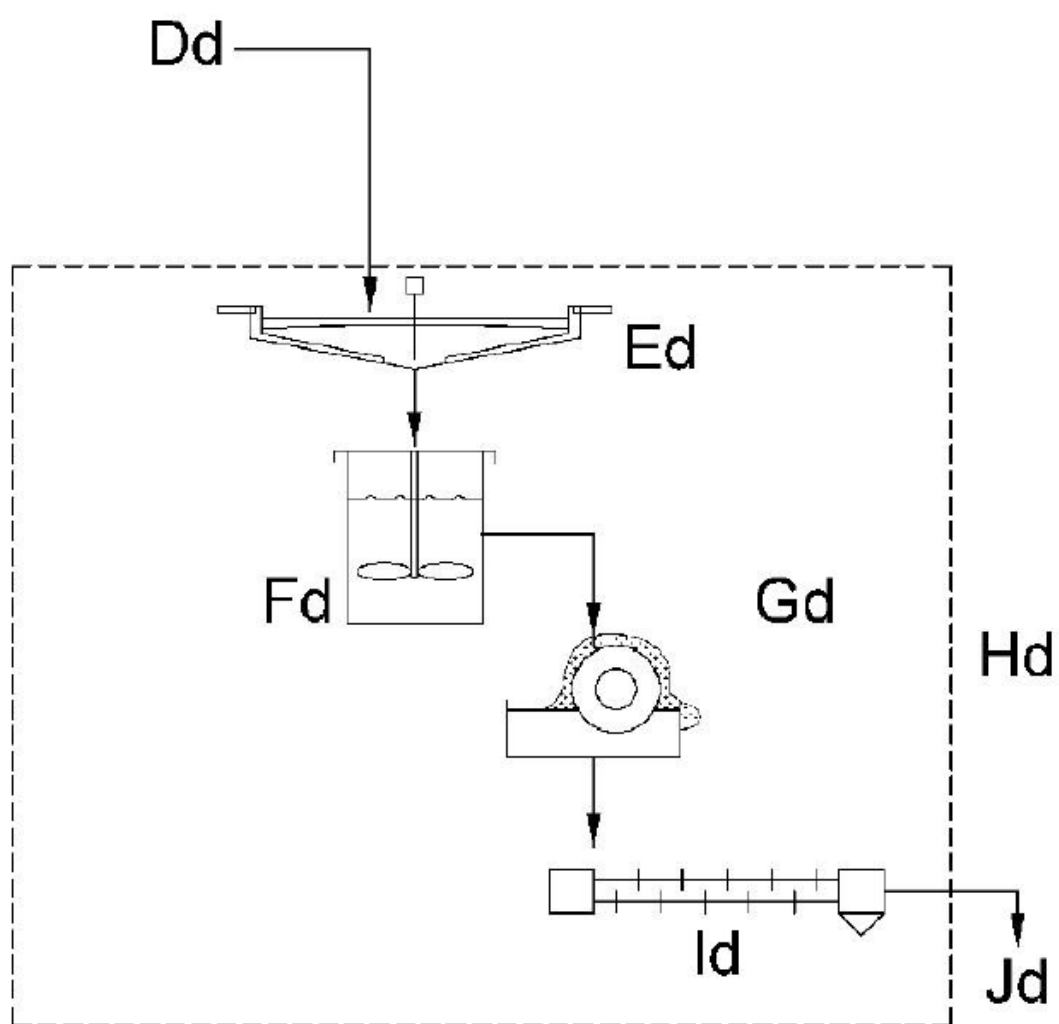


Фиг. 5(продовження)

Wc
Xc
Yc
Zc
Ad



Φir. 6



Φir. 7

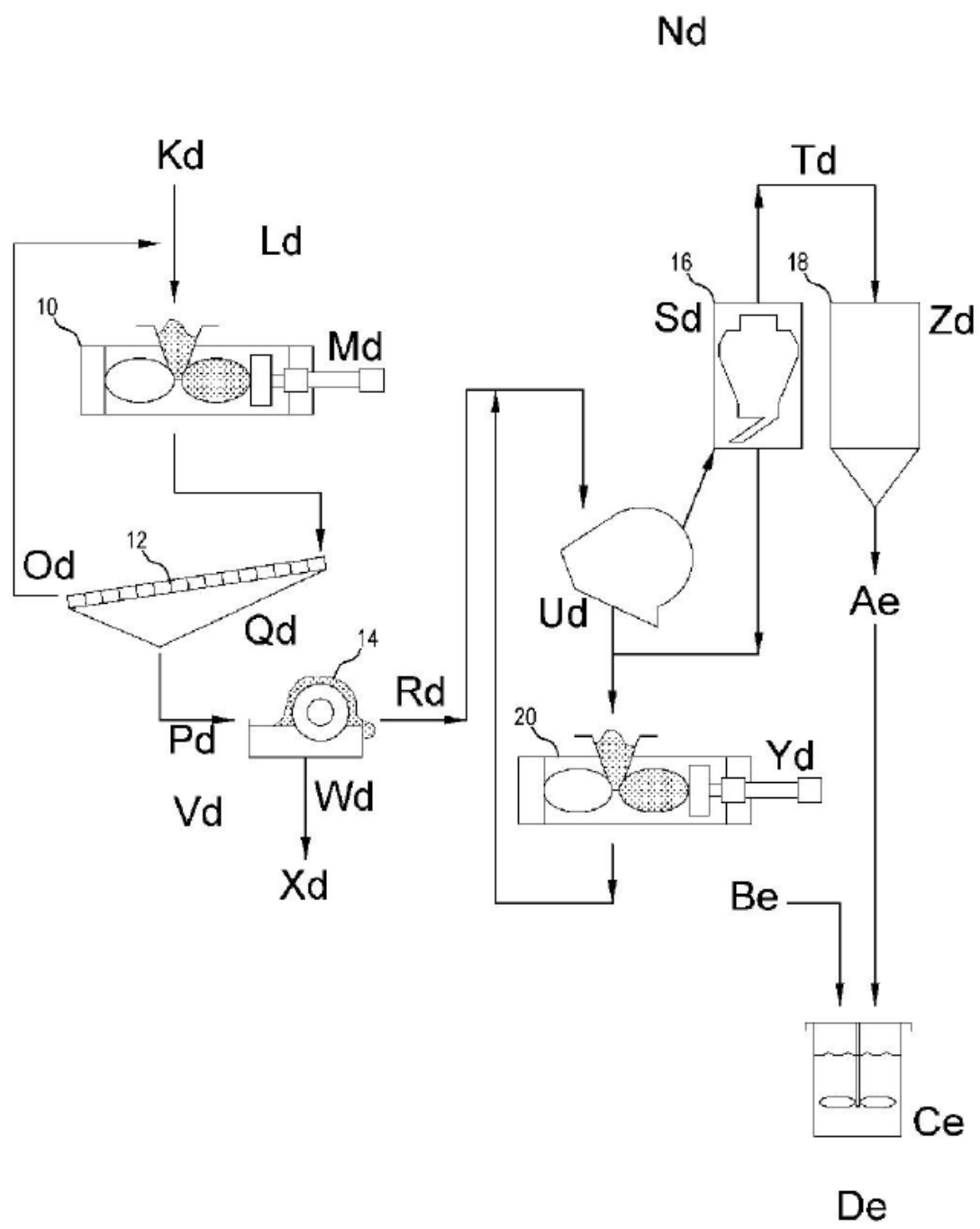
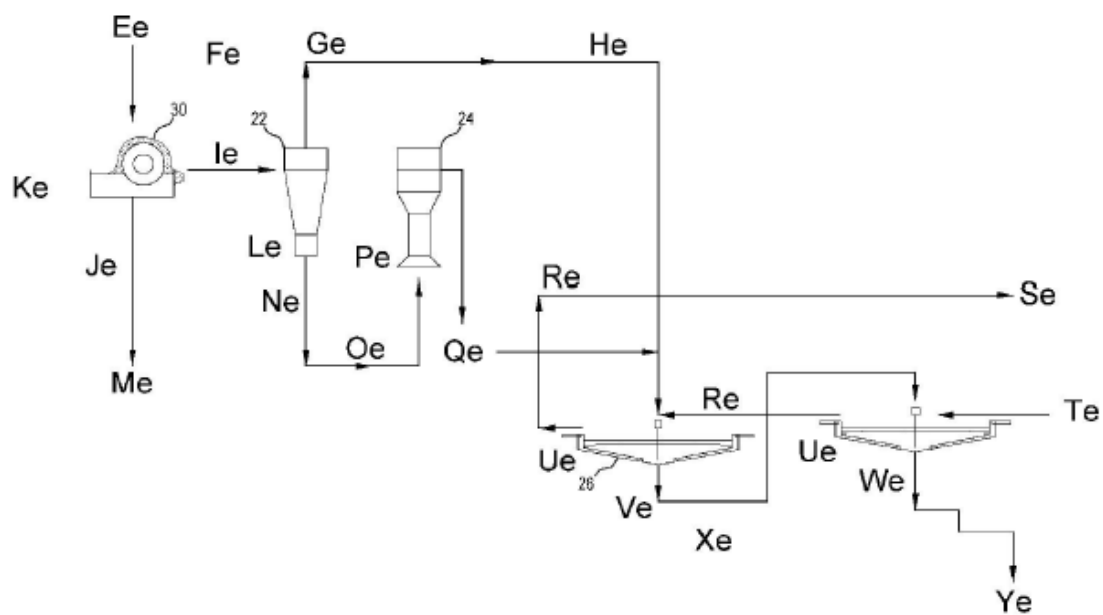
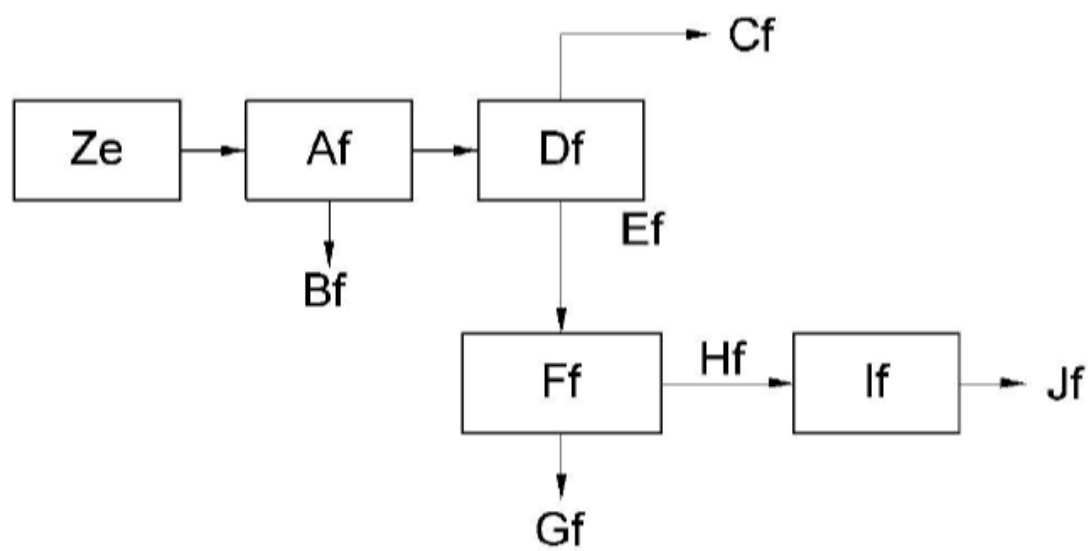


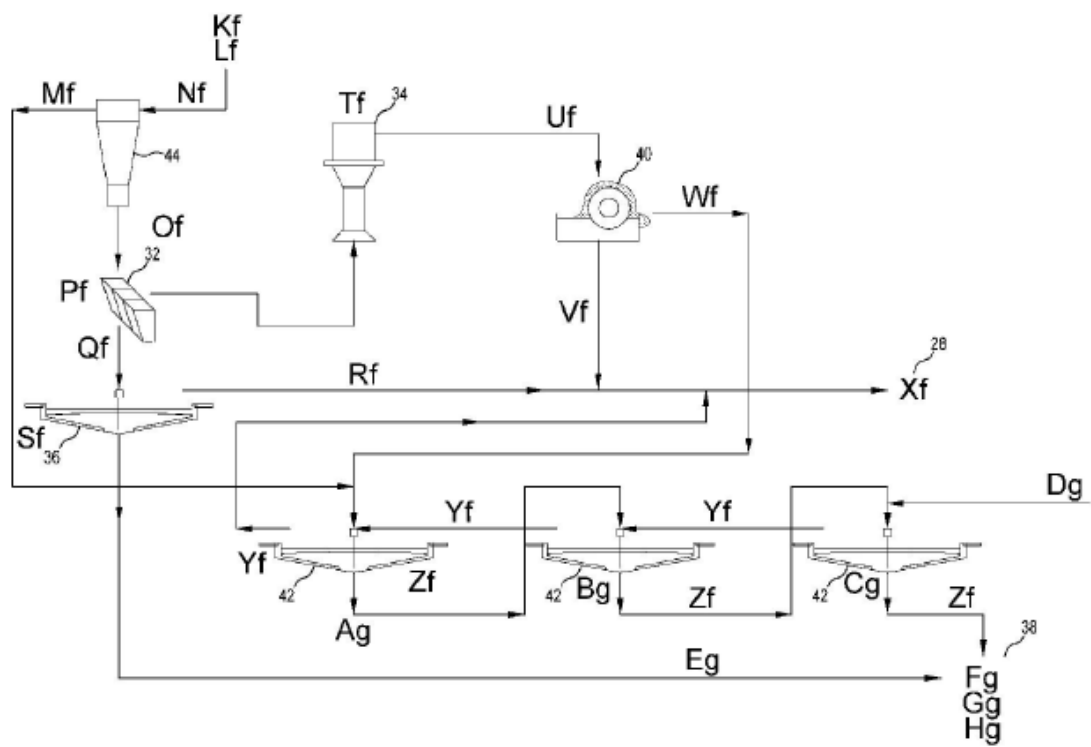
Fig. 8



Φir. 9



Φir. 9A



Φir. 10

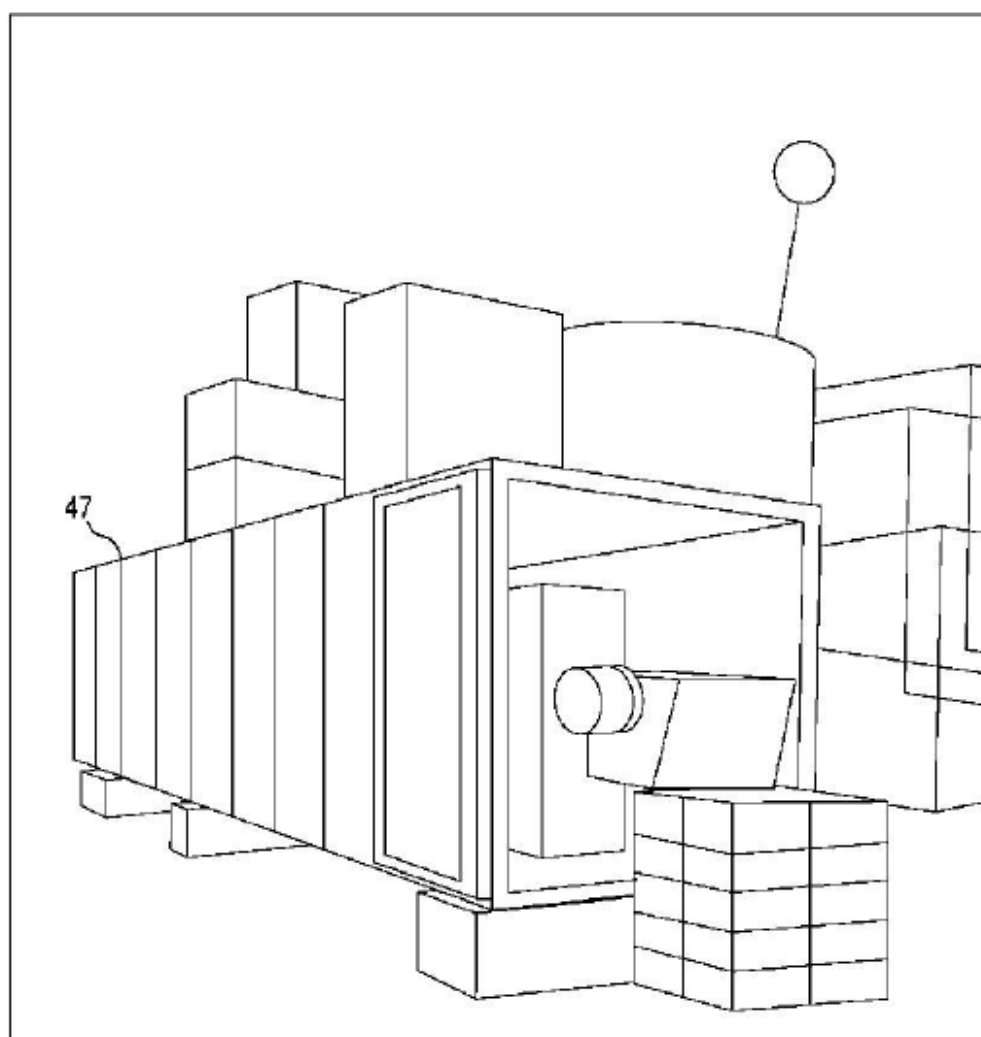


Fig. 11

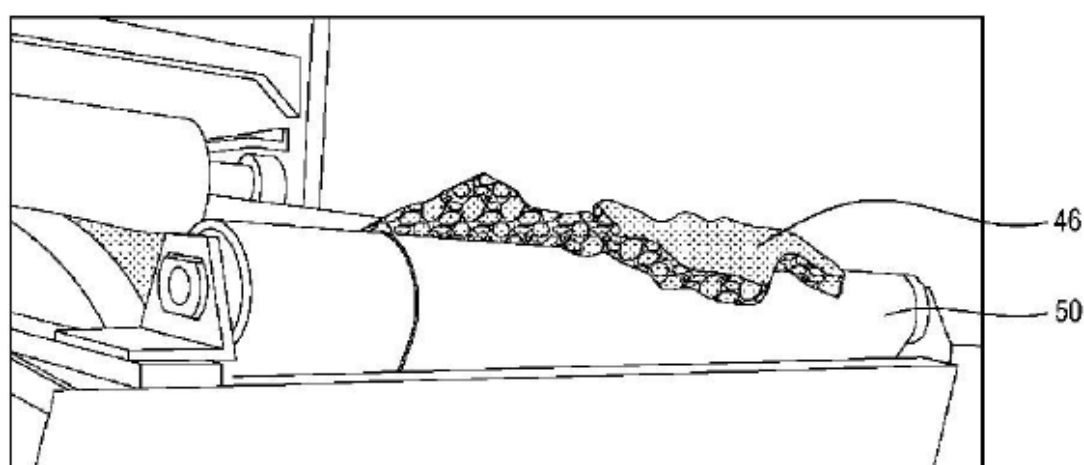
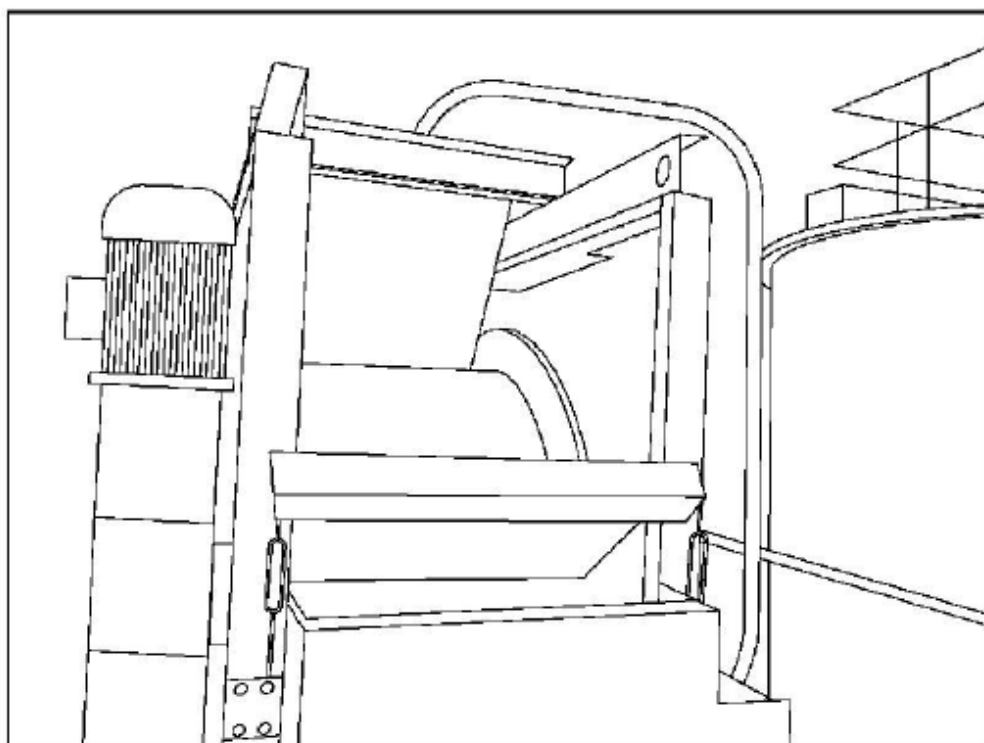
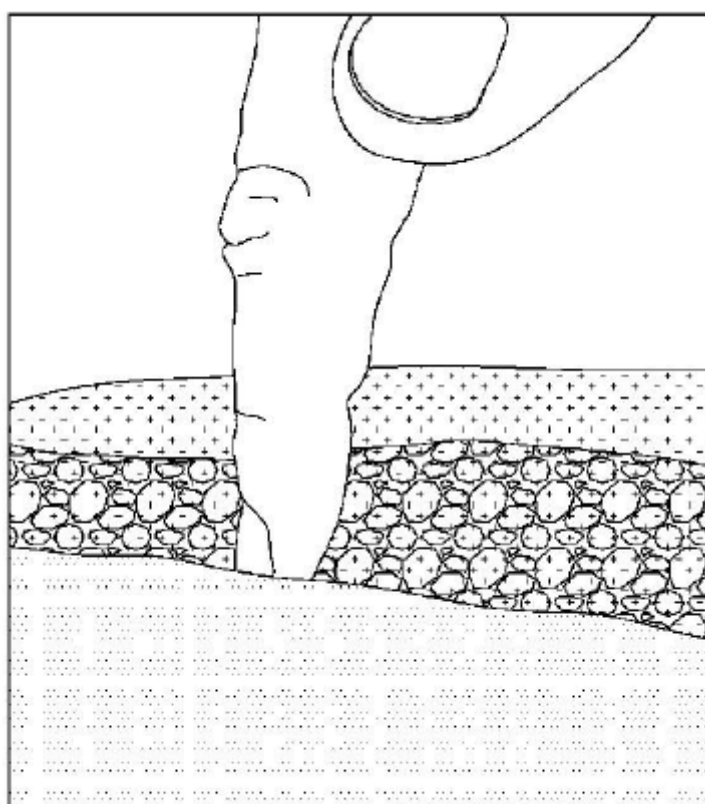


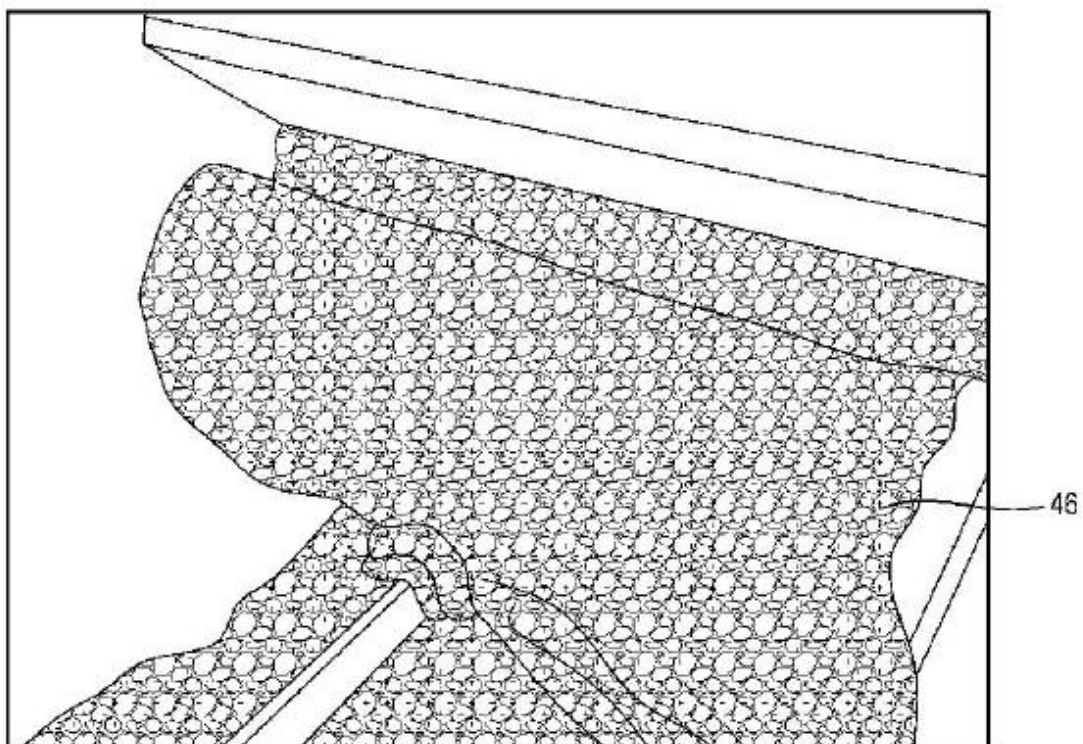
Fig. 12



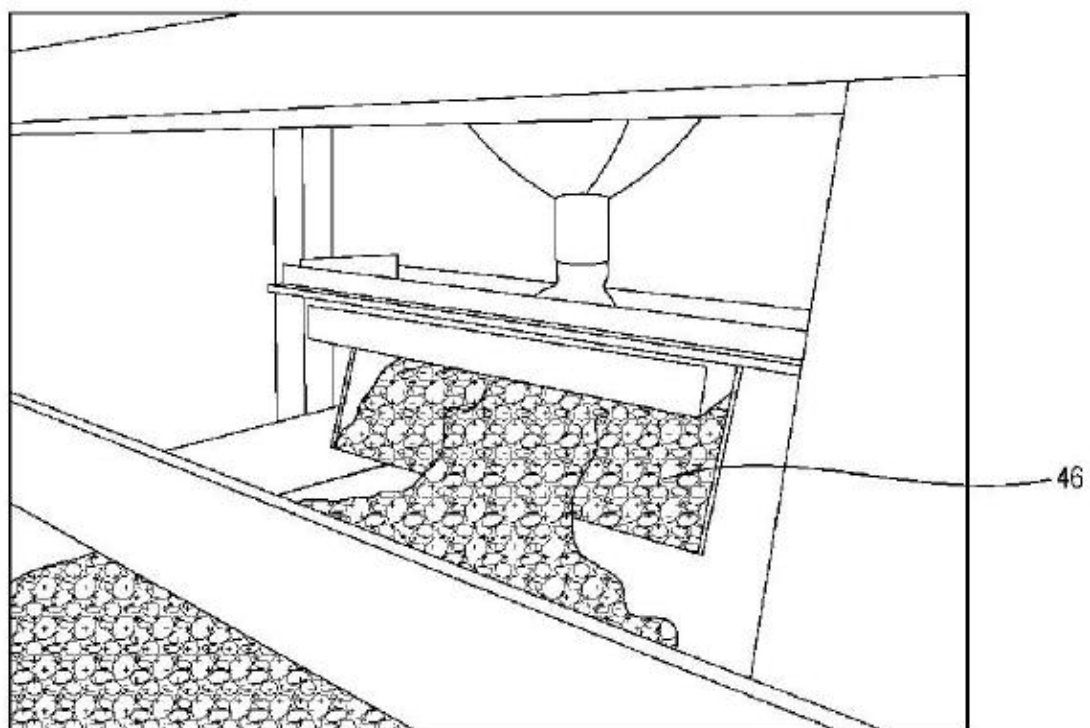
Φir. 13



Φir. 14



Φir. 15



Φir. 16

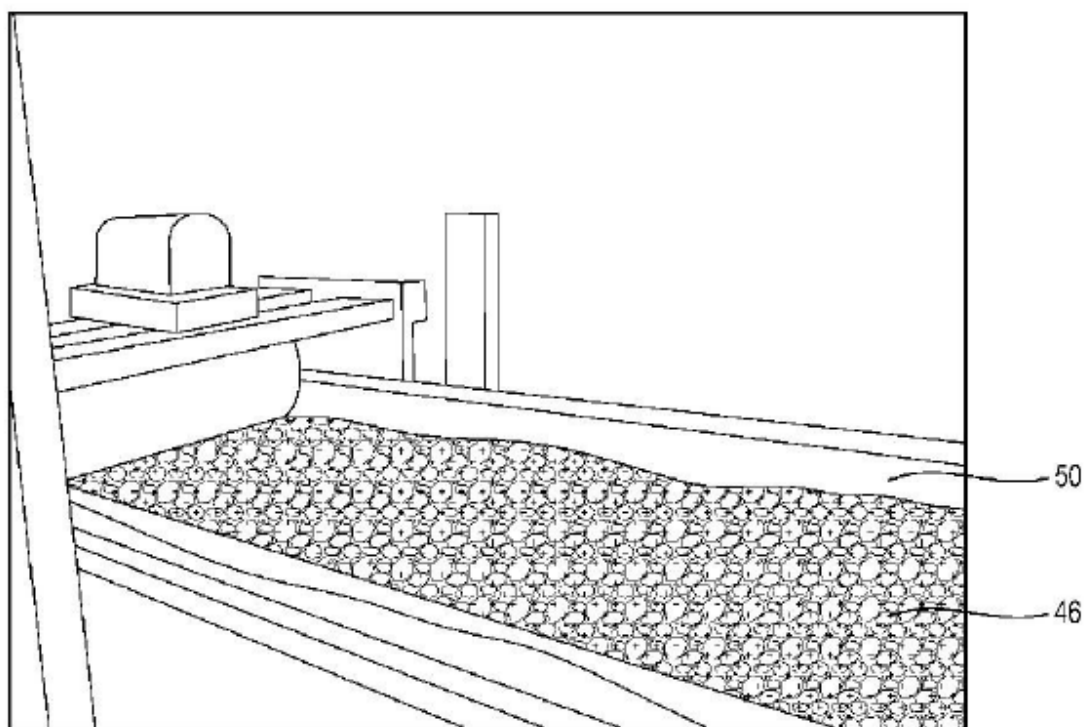


Fig. 17

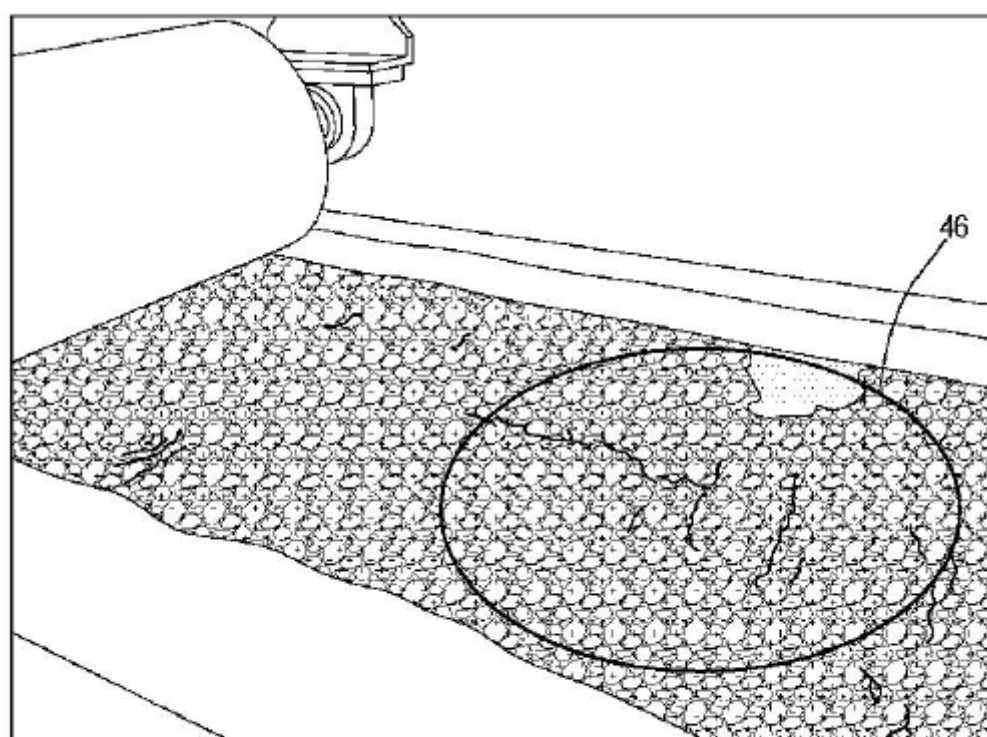


Fig. 18