

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202292590 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.02.14

(51) Int. Cl. B03D 1/14 (2006.01)  
B03D 1/16 (2006.01)  
B03D 1/02 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2021.06.23

(54) ФЛОТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ

(31) 63/046,092

(72) Изобретатель:

(32) 2020.06.30

Шеррелл Иан, Ринне Антти, Мякеля  
Антти Микаэль (FI)

(33) US

(86) PCT/FI2021/050488

(74) Представитель:

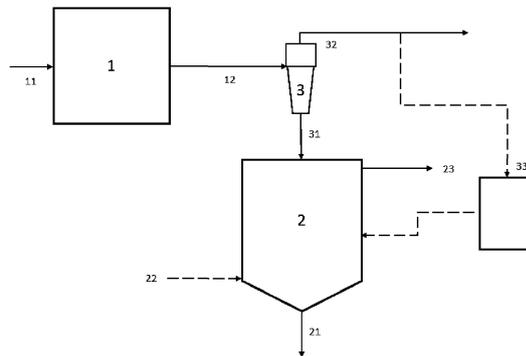
(87) WO 2022/003244 2022.01.06

Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)

(71) Заявитель:

МЕТСО ОТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ  
(FI)

(57) Предложены флотационная установка, флотационный цех и соответствующий способ. Флотационная установка включает первую флотационную секцию (1) и вторую флотационную секцию (2). Установка дополнительно содержит систему (3) обезвоживания для разделения твердого материала и жидкости с получением потока (12) обезвоженного твердого материала и потока (22) отделенной жидкости, и указанная система обезвоживания расположена перед второй флотационной секцией (2) и соединена с ней для направления указанного потока (12) обезвоженного твердого материала во вторую флотационную секцию (2), и установка содержит средства (23) извлечения для извлечения потока (22) отделенной жидкости.



202292590  
A1

202292590  
A1

## ФЛОТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ

### Область техники

Изобретение касается переработки минералов. В частности, данное изобретение касается отделения минералов от их руд путем флотации.

### Уровень техники

Потребление энергии в процессах измельчения, особенно размол, обычно составляет значительную часть общего потребления энергии при переработке минералов. Ввиду этого значительные усилия были предприняты для снижения энергопотребления при измельчении. Как правило, это может быть достигнуто путем снижения степени высвобождения руды, то есть путем увеличения среднего размера частиц руды перед обогащением. Для разделения частиц в диапазоне размеров от примерно 20 мкм до 150 мкм лучше всего подходят надежные, так называемые стандартные механические флотационные установки. Следовательно, для увеличения извлечения среднего размера частиц руды выше 150 мкм требуются альтернативные решения.

В свете этого может быть желательно разработать новые технические решения, связанные с разделением более крупных частиц.

В целом, существует необходимость повышения эффективности флотации в процессах высвобождения ценных минералов из минеральной руды.

### Краткое описание изобретения

Флотационная установка согласно данному изобретению характеризуется признаками, указанными в п.1 формулы изобретения.

Флотационный цех согласно данному изобретению характеризуется признаками, указанными в п.20 формулы изобретения.

Кроме того, способ согласно данному изобретению характеризуется признаками, указанными в п.22 формулы изобретения.

Измельчение руды перед флотацией дает довольно неравномерный результат, то есть оно дает широкий спектр частиц разного размера. Предложена флотационная установка, которая способна обрабатывать и извлекать частицы с широким распределением по размерам, содержащие как более мелкие, так и более крупные частицы, энергетически эффективным и водосберегающим способом. Сначала

обрабатывая руду с использованием надежного первого флотационного блока, а затем удаляя и извлекая избыточную воду перед обработкой руды во втором флотационном блоке, можно получить установку, обеспечивающую энергетически эффективный и водосберегающий способ флотации.

### Определения

Краткое описание определений приведены для введения в упрощенной форме набора понятий, которые более подробно описаны ниже в подробном описании. Данное краткое описание не предназначено для идентификации ключевых признаков или существенных признаков заявленного объекта и не предназначено для использования с целью ограничения объема охраны заявленного объекта.

Во всем данном описании «флотация» может относиться к разделению смеси путем присоединения вещества в указанной смеси на границе раздела. При флотации разделение смеси может быть основано на различиях в гидрофобности веществ в указанной смеси. В данном случае «разделение» может относиться к извлечению или удалению вещества из смеси для использования или сброса в отходы.

Кроме того, «пена» может относиться к дисперсии, содержащей основную часть по объему флотационного газа, диспергированного в виде пузырьков в меньшей части по объему флотационной жидкости. В общем, пена может быть стабилизирована или не стабилизирована твердыми частицами.

В данном описании изобретения «слой» может относиться к сформированному в общем в виде пласта элементу, расположенному на поверхности. Слой может быть или не быть линейно связным. Некоторые слои могут быть локально линейно связными и разъединенными. Хотя слой может, в общем, содержать множество подслоев материала различного состава, «слой пены» может относиться к слою, содержащему или по существу содержащему пену или по существу состоящему или состоящему из пены.

Во всем данном описании суспензия, «подаваемая в слой пены», может относиться к подаче указанной суспензии на и/или внутрь и/или непосредственно ниже, например, не более чем на 50 см, или не более 40 см, или не более 30 см, или не более 20 см, или не более 10 см ниже указанного слоя пены. Дополнительно или альтернативно, в воплощениях, где высота сливного носка определяет высоту верхней поверхности слоя пены, суспензия, подаваемая в указанный слой пены, может подразумевать подачу указанной суспензии в резервуар на высоте указанного сливного носка и/или в положении не более чем на 60 см, или не более чем на 50 см, или не более чем на 40 см,

или не более чем на 30 см, или не более чем на 20 см ниже высоты указанного сливного носка.

В данном описании «блок» может относиться к устройству, подходящему или предназначенному для осуществления по меньшей мере одного конкретного процесса. Естественно, «флотационный блок» может тогда относиться к блоку, подходящему или предназначенному для осуществления флотации материала. Блок может, как правило, содержать одну или более частей, и каждая из этих одной или более частей может быть классифицирована как принадлежащая к конструкции указанного блока.

«Устройство» может относиться к набору частей указанного блока, пригодному или предназначенному для осуществления по меньшей мере одного конкретного подпроцесса указанного процесса. В общем, устройство может содержать любой компонент (компоненты), например, механический, электрический, пневматический и/или гидравлический компонент (компоненты), необходимый и/или полезный для осуществления его конкретного подпроцесса.

В данном описании «средство для создания пузырьков» представляет собой устройство для обеспечения флотационного газа и может относиться к устройству из частей флотационного блока, пригодному или предназначенному для подачи флотационного газа в резервуар указанного флотационного блока. Как правило, устройство подачи флотационного газа может содержать любую часть (части), подходящую или необходимую для подачи флотационного газа в резервуар, например, один или более разбрызгивателей, например, струйный и/или кавитационный разбрызгиватель (разбрызгиватели), и/или один или более статических смесителей.

В данном описании «резервуар» может относиться к сосуду, пригодному или предназначенному для хранения текучей среды, например, жидкости.

Кроме того, «суспензия» может относиться к дисперсии, содержащей твердые частицы, взвешенные в непрерывной фазе флотационной жидкости. В связи с этим, «объем суспензии» может относиться к определенному количеству суспензии. При флотации суспензию обычно называют крупнодисперсной суспензией или мелкодисперсной суспензией в зависимости от ее свойств.

Во всем данном описании «классификация» может относиться к сортировке по размерам твердых частиц в суспензии с образованием по меньшей мере двух, то есть двух, трех или более фракций суспензии на основе различий в скоростях оседания твердых частиц в указанной суспензии. На практике классификация суспензии приводит к тому, что более крупные частицы в указанной суспензии предпочтительно направляют

в одну или более чем одну более крупную фракцию суспензии, а более мелкие частицы в указанной суспензии предпочтительно направляют в одну или более чем одну более мелкую фракцию суспензии.

Во всем данном описании «перемешивание» может относиться к перемешиванию, смешиванию и/или возмущению текучей среды, например, жидкости или суспензии.

Во всем данном описании «псевдооживленный слой» может относиться к смеси твердого вещества и текучей среды, которая проявляет подобные текучей среде свойства. Как известно специалисту, псевдооживленный слой можно поддерживать путем пропускания находящейся под давлением текучей среды (текучих сред), то есть жидкости (жидкостей) и/или газа (газов), через среду из твердых частиц.

Соответственно, «флотация в кипящем слое» или «флотация в псевдооживленном слое» может относиться к флотации, в которой «кипящий слой/псевдооживленный слой» поддерживают в объеме суспензии путем подходящего пропускания флотационной жидкости и/или флотационного газа через указанный объем суспензии, а «флотационный блок с псевдооживленным слоем» может относиться к блоку, подходящему или предназначенному осуществления флотации материала с псевдооживленным слоем.

Как правило, поддержание псевдооживленного слоя в резервуаре флотационного блока может увеличить извлечение более крупных частиц. Дополнительно или альтернативно, когда крупнодисперсную суспензию подают в слой пены для флотации с пенным взаимодействием, и псевдооживленный слой поддерживают в объеме суспензии ниже указанного слоя пены, более крупные частицы указанной крупнодисперсной суспензии, которые непреднамеренно упали в указанный объем суспензии, могут оседать через указанный псевдооживленный слой и могут быть более эффективно возвращены в слой пены.

Во всем данном описании «система обезвоживания» относится к устройству разделения твердых и жидких веществ. Устройство разделения твердых и жидких веществ может содержать одно или более устройств из обезвоживающего циклона, гравитационного седиментационного устройства, например, сгустителя или наклонного пластинчатого отстойника; центрифуги; и фильтрационного устройства, например, напорного фильтра, трубчатого пресса, вакуумного фильтра или вращающегося барабанного фильтра. Предпочтительно система обезвоживания содержит циклон обезвоживания. Система обезвоживания, такая как, в особенности, циклон обезвоживания, используемая в сочетании с надежной первой стандартной

флотационной секцией, обеспечивает преимущества, когда система обезвоживания расположена после первой секции и перед второй флотационной секцией. Стандартная флотационная система выравнивает поток и сводит к минимуму изменения массы, подаваемой в систему обезвоживания. Это может решить многие проблемы.

#### Краткое описание чертежей

Данное изобретение станет лучше понято из последующего подробного описания, прочитанного с учетом прилагаемых чертежей, где:

на фиг. 1 показан схематический вид флотационной установки данного изобретения;

на фиг. 2 показан схематический вид флотационной установки данного изобретения;

на фиг. 3 показан схематический вид флотационной установки данного изобретения.

Если специально не указано обратное, любой чертеж из вышеупомянутых чертежей может быть изображен не в масштабе, так что любой элемент на указанном чертеже может быть изображен с неточными пропорциями по отношению к другим элементам на указанном чертеже, чтобы подчеркнуть определенные конструкционные аспекты воплощения на указанном чертеже.

Кроме того, соответствующие элементы в воплощениях на любых двух чертежах из вышеуказанных чертежей могут быть несоразмерны друг другу на указанных двух чертежах, чтобы подчеркнуть определенные конструкционные аспекты воплощений на указанных двух чертежах.

#### Подробное описание изобретения

Как правило, при стандартной флотации, такой как стандартные механически перемешиваемые флотационные камеры, нижний продукт из первого первичного флотационного блока может содержать значительное количество более крупных частиц ценного минерала (минералов), смешанных с более мелкими частицами пустой породы. Стандартные механические флотационные камеры эффективно осуществляют разделение только в узком диапазоне размеров примерно от 20 микрон до 150 микрон в зависимости от типа руды и высвобождения руды, которые могут изменяться. Таким образом, более крупные частицы не полностью извлекают этими стандартными флотационными блоками. Это может привести к существенной потере ценных

крупнодисперсных минералов. Одним из применений так называемой «грубой флотации» является обработка хвостов или потока нижнего продукта для увеличения общего извлечения ценного материала. Это могут быть свежие хвосты из текущего процесса или из рекультивируемых хвостохранилищ. Любые захваченные минералы из потока хвостов затем можно повторно измельчать и подвергать дальнейшей стандартной флотации для улучшения качества продукта. Однако это является энергозатратным. Могут быть использованы излишние классификационные устройства, которые также потребляют энергию.

В данном описании предложена установка, которая обеспечивает улучшение путем обработки всех твердых веществ в нижнем продукте из первой флотационной секции во второй флотационной секции, такой как блок грубой флотации. Поток может иметь относительно высокое массовое процентное содержание твердых веществ до поступления во второй флотационный блок. Обычно оно составляет выше 50 или 55 масс.% или выше 65 масс.% твердых веществ. Более высокое содержание твердых веществ может обеспечить повышение эффективности второй флотационной секции. Кроме того, отделяемую воду можно использовать, что позволяет экономить на потреблении технологической воды. Как правило, свежие хвосты, то есть нижний продукт из стандартной флотации, содержат довольно большое количество воды, поэтому ее часть может быть отделена. Таким образом, стадия обезвоживания и система обезвоживания в сочетании с первым флотационным блоком (таким как стандартные механически перемешиваемые флотационные камеры) и вторым флотационным блоком (для более грубых частиц) обеспечивает преимущество. Оптимизируя использование воды, можно обеспечить экономически эффективный процесс для применения в промышленных масштабах.

Система обезвоживания не является системой классификации. Отделенную воду можно немедленно возвращать в систему технологической воды, но может потребоваться далее в процессе грубой флотации.

Предпочтительны процессы грубой флотации, в которых можно обрабатывать высокий процент твердых веществ в сырье. Одним из таких процессов является разделение в пене или другие процессы взаимодействия с пеной, или технология флотации с псевдооживленным слоем. Для второго флотационного блока может потребоваться вода для поддержания его работы, и таким образом, может быть использована по меньшей мере часть воды, отделенной и извлеченной с помощью системы обезвоживания.

Преимущества установки, цеха и способа согласно данному изобретению включают обеспечение:

- немедленной рециркуляции и утилизации технологической воды. Цель состоит в том, чтобы обеспечить присутствие только незначительных количеств твердых веществ в потоке отделенной жидкости / воды.

- Меньший размер второго флотационного блока может быть достигнут путем использования в начале надежной первой стандартной флотационной системы для удаления большой массы ценного материала. Таким образом, нижний продукт из первой флотационной системы является значительно меньшим, чем подача в первую флотационную систему. Кроме того, может быть удалена вода. Таким образом, второй так называемый блок грубой флотации не требует расчета на большой объем воды в типичных флотационных хвостах. Используя описанную комбинацию систем, общий размер оборудования после первой флотационной установки может быть уменьшен.

- Как правило, не требуется никаких блоков предварительной классификации. Это снижает требования к оборудованию выше по потоку.

Установка, цех и способ согласно данному изобретению обеспечивают способ контроля водного баланса флотационного процесса. Для флотации используют большое количество воды, поэтому важен контроль водного баланса. Надежная стандартная флотация потребляет меньше воды, поэтому размещение такой секции флотации в начале оптимизирует расход и выравнивает поток. Отделение и извлечение воды перед вторым флотационным блоком (грубая флотация) дает дополнительный эффект. В целом меньше материала подлежит обработке в более водопотребляющем втором блоке (грубой) флотации.

Отделенную и извлеченную воду можно направлять в систему технологической воды. Ее также можно извлекать в резервуар для технологической воды и/или пруд-хвостохранилище. Кроме того, ее можно рециркулировать непосредственно в конкретный блок, такой как флотационный блок. Предпочтительно, это второй флотационный блок, содержащий псевдооживленный слой. Преимущество заключается в том, что в псевдооживленном слое можно хорошо обрабатывать крупнодисперсный материал.

Таким образом, предложена флотационная установка, содержащая:

- первую флотационную секцию, включающую первый флотационный блок (1), содержащий механическую мешалку, и

- вторую флотационную секцию, включающую второй флотационный блок (2), который содержит

i) устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или

ii) устройство для вспенивания, содержащее устройства для создания слоя пены, где частицы подаются для взаимодействия со слоем пены в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями,

при этом устройство дополнительно содержит систему (3) обезвоживания для разделения твердого материала и жидкости для получения потока (31) обезвоженного твердого материала и потока (32) отделенной жидкости, и указанная система обезвоживания расположена перед вторым флотационным блоком (2) и соединена с ним для направления указанного потока (31) обезвоженного твердого материала во второй флотационный блок (2), и устройство содержит средства (33) извлечения для извлечения потока (32) отделенной жидкости.

Согласно одному воплощению, средства извлечения размещены для направления по меньшей мере части потока (32) отделенной жидкости во второй флотационный блок (2). Возможно весь или почти весь поток отделенной жидкости можно направлять во второй флотационный блок. Второй флотационный блок может представлять собой так называемый блок грубой флотации, которая обычно может требовать воды. Таким образом, извлечение и рециркуляция по меньшей мере части воды во втором флотационном блоке может обеспечить очень эффективный способ использования воды.

Согласно одному воплощению, первый флотационный блок (1) представляет собой

i) по меньшей мере одно устройство, содержащее закрытый сосуд для флотации под давлением, в котором флотационный концентрат удаляют из сосуда посредством давления, и/или

ii) по меньшей мере одно устройство, содержащее флотационный сосуд и:

- вход (11), соединенный для приема сырья, предназначенного для обработки в указанном флотационном сосуде, и расположенное в нижней части флотационного сосуда,

- средство перелива для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационного сосуда, и

- выход (12) для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационного сосуда. Описанные первые флотационные блоки могут представлять

собой так называемые стандартные флотационные блоки, которые представляют надежную технологию.

Согласно одному воплощению, система (3) обезвоживания представляет собой обезвоживающий циклон. Обезвоживающий циклон является предпочтительным эффективным устройством обезвоживания в комбинации секций, описанной в данном описании.

Согласно одному воплощению, система обезвоживания размещена для обеспечения потока твердого материала с содержанием твердых веществ более 50 масс.%, предпочтительно от 60 до 80 масс.% от общей массы потока.

Согласно одному воплощению, механическая мешалка содержит средства для перемешивания суспензии и создания в ней пузырьков. Надежная технология с использованием механического перемешивания создает пузырьки, которые могут удалять частицы с большим распределением частиц по размерам. Таким образом, уменьшается отток массы к следующим секциям и может быть обеспечен довольно однородный нижний продукт из первой флотационной секции.

Согласно одному воплощению, первый флотационный блок (1) содержит по меньшей мере три флотационных сосуда, расположенных последовательно таким образом, что выход для удаления нижнего продукта предыдущего флотационного сосуда соединен со входом следующего флотационного сосуда. Использование по меньшей мере трех флотационных сосудов позволяет эффективно удалять основную часть ценного материала. Примером подходящих надежных флотационных сосудов для первого флотационного блока может быть так называемый TankCell®. Обработка потока руды в нескольких сосудах может обеспечить максимальное извлечение ценного материала в первой флотационной секции.

Согласно одному воплощению, первый флотационный блок содержит флотационный сосуд, и флотационный сосуд содержит устройства для создания слоя пены.

Согласно одному воплощению, второй флотационный блок содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя. Поскольку при грубой флотации используют большое количество воды, уменьшение размеров этого оборудования значительно уменьшает количество воды. Извлечение и использование потока отделенной воды из системы обезвоживания особенно выгодно при использовании псевдооживленного слоя, поскольку создание

псевдооживленного слоя требует довольно большого расхода воды, поэтому контроль водного баланса особенно важен.

Согласно одному воплощению, второй флотационный блок содержит

- i) устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и
- ii) устройство для вспенивания, содержащее устройства для создания слоя пены, где частицы подаются для взаимодействия со слоем пены в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или в любых их комбинациях.

Преимущество этого воплощения заключается в том, что устройство, объединяющее эти две технологии, может извлекать еще большее количество крупнодисперсных частиц в сырье.

Согласно одному воплощению, первый флотационный блок (1) содержит по меньшей мере один флотационный сосуд, и флотационный сосуд содержит устройство, содержащее

- вход, соединенный для приема сырья, предназначенного для обработки в указанном флотационном сосуде, и расположенный в нижней части флотационного сосуда,
- средства перелива для удаления флотационного концентрата, расположенные в верхней части флотационного сосуда, и
- выход для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационного сосуда.

Одним примером такого флотационного сосуда является TankCell<sup>®</sup>. Надежная технология флотации, описанная в данном воплощении, подходит для многих видов сырья, поскольку она не засоряется легко. Может быть удалена довольно большая масса, поэтому в случае использования мельницы ее работу не нужно очень строго регулировать, что облегчает работу флотационной установки. В частности, выход для удаления нижнего продукта позволяет обрабатывать большой диапазон различных размеров частиц перед вторым флотационным блоком.

Согласно одному воплощению, первый флотационный блок (1) содержит флотационный сосуд, и флотационный сосуд содержит закрытый сосуд для флотации под давлением, где флотационный концентрат удаляют из сосуда посредством давления. Давление позволяет перемещать суспензию/материал, предназначенные для обработки в сосуде, и удалять их. Может быть удалено очень большое количество массы.

Согласно одному воплощению, установка дополнительно содержит третий флотационный блок, содержащий флотационный сосуд, который содержит устройства для пневматического добавления газа. При наличии пневматического добавления газа распределение размеров газовых пузырьков может быть отрегулировано в соответствии с требуемыми условиями. Мелкие пузырьки могут быть выбраны для удаления мелких частиц после механической перемешиваемой флотации, предназначенной для удаления массы в значительной степени, и второй флотации для удаления более крупных частиц. При наличии отдельного пневматического добавления газа в конце флотационной системы параметры процесса во втором флотационном блоке могут быть выбраны на основе потребности в крупных частицах. Тогда устройство с крупными частицами может быть небольшим и требует меньше воды. Согласно одному конкретному воплощению, этот флотационный сосуд содержит устройство пенного разделения, содержащее устройства для создания слоя пены, включающее

- вход, соединенный для приема сырья, предназначенного для обработки в указанном флотационном сосуде, и расположенный в верхней части флотационного сосуда, и

- средства перелива для удаления флотационного концентрата, расположенные в верхней части флотационного сосуда.

Одним из примеров этого является так называемая камера колонной флотации. Одним из преимуществ данного воплощения является то, что его можно использовать без просеивания или классификации перед третьей флотационной установкой. С его помощью можно обрабатывать довольно широкий спектр частиц, даже крупных. Таким образом, весь нижний продукт из второго флотационного блока может быть направлен в третий флотационный блок. Например, если только очень небольшое количество мелкодисперсного материала подлежит удалению, третий флотационный блок согласно этому воплощению является предпочтительным, поскольку с его помощью можно извлекать более мелкий материал, даже если в сырье имеется крупнодисперсный материал.

Согласно другому весьма специфическому воплощению установки, включающей третий флотационный блок, флотационный сосуд содержит спускную трубу для подачи суспензии, причем спускная труба снабжена соплом для подачи флотационного газа под давлением в находящуюся в нем суспензию. Кроме того, флотационная спускная труба может содержать выпускное сопло, выполненное для создания сверхзвуковой ударной волны в суспензии при ее выходе из спускной трубы. Флотационная установка данного

воплощения может также содержать разделительный блок, предназначенный для предотвращения попадания крупных частиц в третий флотационный блок. Кроме того, разделительный блок может содержать грохот и/или решетку.

Предложен также флотационный цех, содержащий флотационную установку согласно любому из воплощений, описанных в данном описании.

Согласно одному воплощению, флотационный цех содержит секцию предварительного измельчения, содержащую мельницу, выбранную из группы, состоящей из мельницы самоизмельчения, мельницы полусамозмельчения и вала измельчения высокого давления или любой их комбинации. Сочетание предварительного измельчения, первой надежной флотационной секции, системы обезвоживания и второй флотационной секции для крупных частиц особенно эффективно. Стандартная флотация может хорошо обрабатывать материал из секции предварительного измельчения и удалять большую массу и даже поток (нижний продукт). Таким образом, система обезвоживания, такая как, в особенности, циклон обезвоживания, может функционировать лучше, когда размещена после первой секции и перед второй флотационной секцией. Кроме того, обезвоженный поток, подаваемый во второй блок (грубой) флотации, является более равномерным. Эта комбинация может уменьшить энергию, необходимую для измельчения, так как нет необходимости вновь перемалывать весь нижний продукт из первого флотационного блока.

Кроме того, предложен флотационный способ отделения ценных минералов от суспензии, причем способ содержит стадии, на которых

- суспензию обрабатывают в первой флотационной секции, включающей первый флотационный блок (1), содержащий механическую мешалку,

- после этого суспензию обрабатывают во второй флотационной секции, включающей второй флотационный блок (2), который содержит

- i) устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или

- ii) устройство для вспенивания, содержащее устройства для создания слоя пены, где частицы подают для взаимодействия со слоем пены в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями,

- при этом способ дополнительно включает обработку суспензии в системе (3) обезвоживания для разделения твердого материала и жидкости с получением потока (31) обезвоженного твердого материала и потока (32) отделенной жидкости, и указанная система обезвоживания расположена перед вторым флотационным блоком (2), и

указанный поток (31) обезвоженного твердого материала подают в указанный второй флотационный блок (2) и извлекают поток (32) отделенной жидкости.

Фиг.1 иллюстрирует одно воплощение флотационной установки согласно изобретению. На нем изображены первый флотационный блок 1 и второй флотационный блок 2. Установка также содержит систему 3 обезвоживания для отделения твердого материала. На чертеже показан поток 31 обезвоженного твердого материала и поток 32 отделенной жидкости. Система 3 обезвоживания расположена перед вторым флотационным блоком 2 и соединена путем подачи потока 31 обезвоженного твердого материала во второй флотационный блок 2. На чертеже также показано, что установка включает средства 33 извлечения для извлечения потока 32 отделенной жидкости. Верхний продукт, содержащий мелкие частицы, выводят из второго флотационного блока по линии 23. Дополнительную воду возможно добавляют во второй флотационный блок по линии 22.

Фиг. 2 иллюстрирует другое воплощение флотационной установки согласно изобретению. По меньшей мере часть потока 33 отделенной и извлеченной жидкости подают непосредственно во второй флотационный блок 2.

Фиг. 3 иллюстрирует другое воплощение флотационной установки согласно изобретению. Установка дополнительно содержит третий флотационный блок 3 и средства 21 для подачи нижнего продукта из второго флотационного блока в третий флотационный блок.

Следует понимать, что любые выгоды и преимущества, описанные выше, могут относиться к одному воплощению или могут относиться к нескольким воплощениям. Воплощения не ограничены теми воплощениями, которые решают любую или все указанные проблемы или теми воплощениями, которые обеспечивают какие-либо или все указанные выгоды и преимущества.

Термин «содержащий» используют в данном описании для обозначения включения признака (признаков) или действия (действий), указанного после этого термина, без исключения наличия одного или более дополнительных признаков или действий. Также следует понимать, что ссылка на один элемент относится к одному или более этих элементов.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Флотационная установка, включающая:

- первую флотационную секцию, включающую первый флотационный блок (1), содержащий механическую мешалку, и

- вторую флотационную секцию, включающую второй флотационный блок (2), который содержит

i) устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или

ii) устройство для вспенивания, содержащее устройства для создания слоя пены, где частицы подаются для взаимодействия со слоем пены в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями,

при этом установка дополнительно содержит систему (3) обезвоживания для разделения твердого материала и жидкости для получения потока (31) обезвоженного твердого материала и потока (32) отделенной жидкости, и указанная система обезвоживания расположена перед вторым флотационным блоком (2) и соединена с ним для направления указанного потока (31) обезвоженного твердого материала во второй флотационный блок (2), и установка содержит средства (33) извлечения для извлечения потока (32) отделенной жидкости.

2. Флотационная установка по п.1, в которой средства извлечения размещены для направления по меньшей мере части потока (32) отделенной жидкости во второй флотационный блок (2).

3. Флотационная установка по п.1 или 2, в которой второй флотационный блок содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя.

4. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой второй флотационный блок (2) содержит

i) устройство с псевдооживленным слоем, включающее устройства для создания псевдооживленного слоя, и

ii) устройство для вспенивания, содержащее устройства для создания слоя пены, где частицы подаются для взаимодействия со слоем пены в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями.

5. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой первый флотационный блок (1) представляет собой

i) по меньшей мере одно устройство, содержащее закрытый сосуд для флотации под давлением, где флотационный концентрат удаляют из сосуда посредством давления, и/или

ii) по меньшей мере одно устройство, содержащее флотационный сосуд и:

- вход (11), соединенный для приема сырья, предназначенного для обработки в указанном флотационном сосуде, и расположенный в нижней части флотационного сосуда,

- средства перелива для удаления флотационного концентрата, расположенные в верхней части флотационного сосуда, и

- выход (12) для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационного сосуда.

6. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой система (3) обезвоживания представляет собой обезвоживающий циклон.

7. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой система обезвоживания размещена для обеспечения потока твердого материала с содержанием твердых веществ более 50 масс.%, предпочтительно от 60 до 80 масс.% от общей массы потока.

8. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой механическая мешалка содержит средства для перемешивания суспензии и создания в ней пузырьков.

9. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой первый флотационный блок (1) содержит по меньшей мере три флотационных сосуда, расположенных последовательно таким образом, что выход для удаления нижнего

продукта предыдущего флотационного сосуда соединен со входом следующего флотационного сосуда.

10. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой первый флотационный блок содержит флотационный сосуд, и флотационный сосуд содержит устройства для создания слоя пены.

11. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой механическая мешалка содержит средства для перемешивания суспензии и создания в ней пузырьков.

12. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой первый флотационный блок (1) содержит по меньшей мере один флотационный сосуд, и флотационный сосуд содержит устройство, включающее

- вход, соединенный для приема сырья, предназначенного для обработки в указанном флотационном сосуде, и расположенный в нижней части флотационного сосуда,

- средства перелива для удаления флотационного концентрата, расположенные в верхней части флотационного сосуда, и

- выход для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационного сосуда.

13. Флотационная установка по любому из предшествующих пунктов, в которой первый флотационный блок содержит флотационный сосуд, и флотационный сосуд содержит закрытый сосуд для флотации под давлением, где флотационный концентрат удаляют из сосуда посредством давления.

14. Установка по любому из предшествующих пунктов, где установка дополнительно содержит третий флотационный блок, содержащий флотационный сосуд, который содержит устройства для пневматического добавления газа.

15. Установка по п.14, в которой

- флотационный сосуд содержит устройство для пенного разделения, содержащее устройства для создания слоя пены, включающее

- вход, соединенный для приема сырья, предназначенного для обработки в указанном флотационном сосуде, и расположенный в верхней части флотационного сосуда, и

- средства перелива для удаления флотационного концентрата, расположенные в верхней части флотационного сосуда.

16. Флотационная установка по п.14, где флотационный сосуд содержит спускную трубу для подачи суспензии, причем спускная труба снабжена соплом для подачи в находящуюся в нем суспензию флотационного газа под давлением.

17. Флотационная установка по п.16, в которой спускная труба содержит выпускное сопло, предназначенное для создания сверхзвуковой ударной волны в суспензии при ее выходе из спускной трубы.

18. Флотационная установка по п.16 или п.17, включающая разделительный блок, предназначенный для предотвращения попадания крупных частиц в третью флотационную установку.

19. Установка по п.18, где разделительный блок содержит грохот или решетку.

20. Флотационный цех, включающий флотационную установку по любому из п.п.1-19.

21. Флотационный цех по п.20, где цех содержит секцию предварительного измельчения, содержащую мельницу, выбранную из группы, состоящей из мельницы самоизмельчения, мельницы полусамозмельчения и валька измельчения высокого давления или любой их комбинации.

22. Флотационный способ отделения ценных минералов от суспензии, где способ включает стадии, на которых

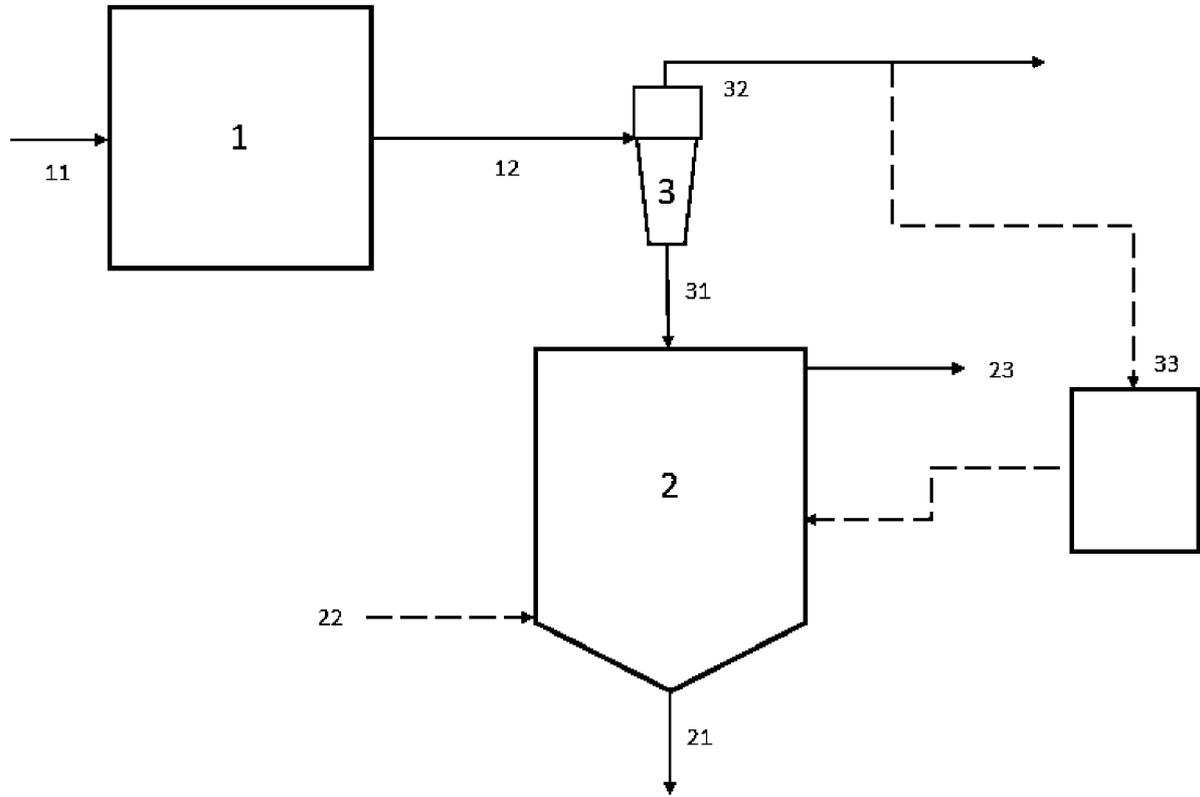
- суспензию обрабатывают в первой флотационной секции, включающей первый флотационный блок (1), содержащий механическую мешалку,

- после этого суспензию обрабатывают во второй флотационной секции, включающей второй флотационный блок (2), который содержит

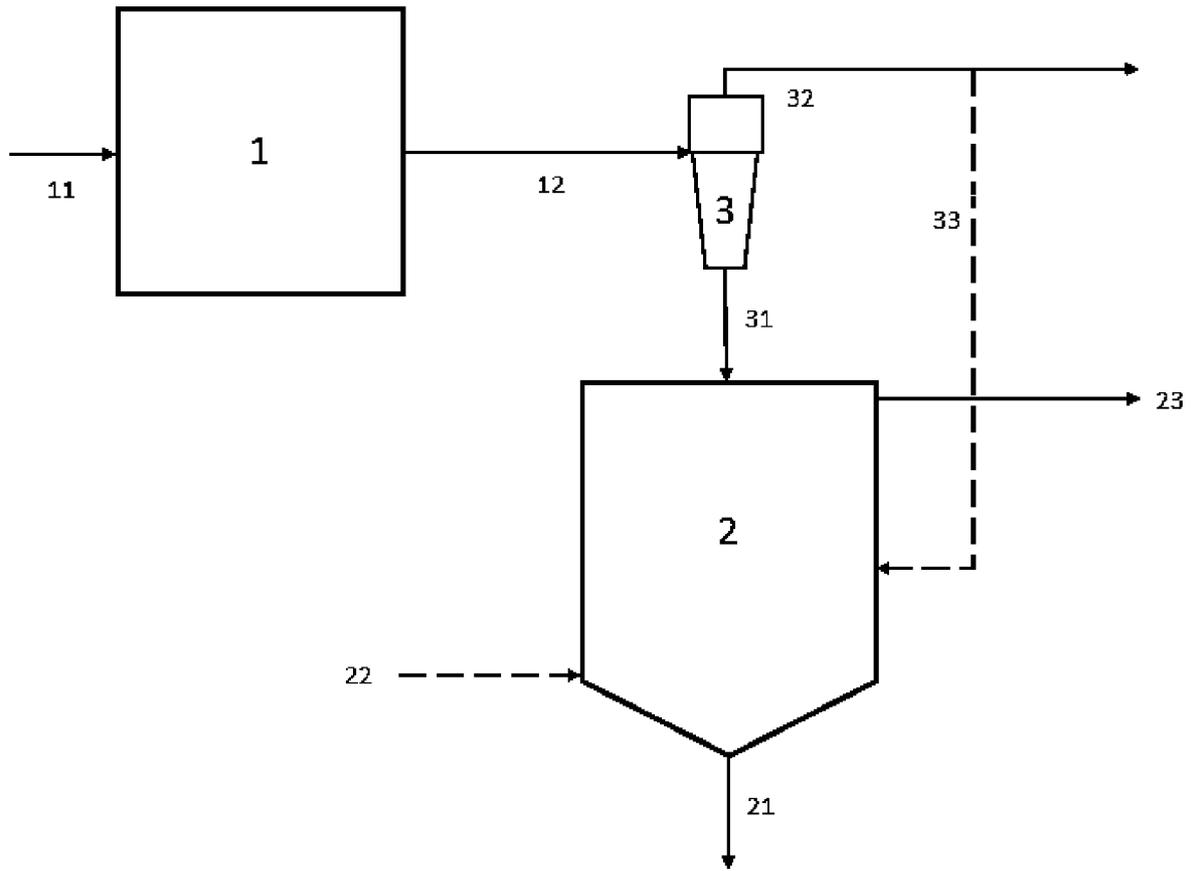
i) устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или

ii) устройство для вспенивания, содержащее устройства для создания слоя пены, где частицы подают для взаимодействия со слоем пены в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями,

при этом способ дополнительно включает обработку суспензии в системе (3) обезвоживания для разделения твердого материала и жидкости с получением потока (31) обезвоженного твердого материала и потока (32) отделенной жидкости, и указанная система обезвоживания расположена перед вторым флотационным блоком (2), и указанный поток (31) обезвоженного твердого материала подают в указанный второй флотационный блок (2), и извлекают поток (32) отделенной жидкости.

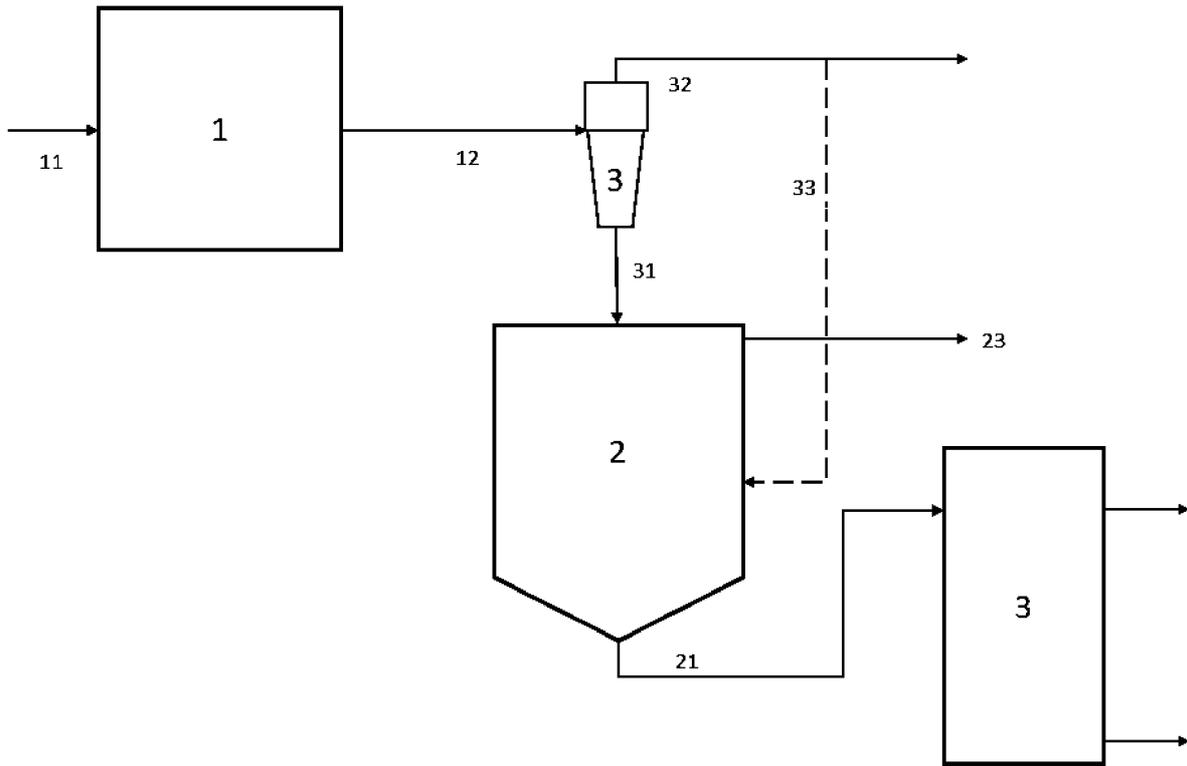


Фиг. 1



Фиг. 2

3/3



Фиг. 3