

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044054**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.07.20**(21) Номер заявки  
**202390041**(22) Дата подачи заявки  
**2021.06.23**(51) Int. Cl. **B03D 1/08** (2006.01)  
**B03D 1/14** (2006.01)  
**B03D 1/02** (2006.01)  
**B02C 13/13** (2006.01)**(54) ФЛОТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА**(31) **63/046,192**(32) **2020.06.30**(33) **US**(43) **2023.03.28**(86) **PCT/FI2021/050485**(87) **WO 2022/003241 2022.01.06**(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**МЕТСО ОТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ  
(FI)**(72) Изобретатель:  
**Шеррелл Иан (FI)**(74) Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(56) AWATEY B. ET AL. Incorporating fluidised-bed flotation into a conventional flotation flowsheet: A focus on energy implications of coarse particle recovery. In: Powder Technology Basel, CH: ELSEVIER, 2015-05-01, Vol. 275, pages 85-93, ISSN 0032-5910, &lt;DOI:10.1016/j.powtec.2015.01.065&gt;, Abstract; 2.2. Methodology; Figure 2

US-B1-9968945

WHITEMAN E. ET AL. Process mineralogy as a predictive tool for flowsheet design to advance the Kamoa project. In: Minerals Engineering AMSTERDAM, NL: ELSEVIER, 2016-06-09, Vol. 96, pages 185-193, ISSN 0892-6875, &lt;DOI:10.1016/j.mineng.2016.05.004&gt; 2. Previous work; Figure 1

WO-A1-2020037357

HASSAL P. ET AL. Ceramic bead behavior in ultra fine grinding mills. In: Minerals Engineering AMSTERDAM, NL: ELSEVIER, 2016-09-03, Vol. 98, pages 232-239, ISSN 0892-6875, &lt;DOI:10.1016/j.mineng.2016.08.016&gt; 3.3.1, Process presentation; Figure 10

(57) Предложена флотационная установка (100). Блок флотации содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или устройство пенной флотации, содержащее устройства для создания слоя пены, в которое подают частицы для взаимодействия со слоем пены. С блоком (1) флотации соединена мельница (2) для приема потока продукта из мельницы. Мельница (2) содержит конструкцию (3) для измельчения, размещенную для концентрации энергии измельчения на частицах потока продукта, и конструкцию (4) для классификации, по меньшей мере, частично интегрированную с конструкцией (3) для измельчения и размещенную для направления частиц на столкновение с конструкцией (3) для измельчения в зависимости от размера частиц таким образом, что самые крупные частицы распределения частиц по размерам измельчаются больше, чем самые мелкие частицы распределения частиц по размерам.

**044054 B1****044054 B1**

### Область техники

Изобретение относится к флотационной установке.

Существует потребность в повышении эффективности флотации в процессах выделения ценных полезных ископаемых из минеральной руды.

### Краткое описание

С точки зрения первого аспекта, может быть обеспечена флотационная установка, содержащая устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или устройство пенной флотации, содержащее устройства для создания слоя пены, где для взаимодействия со слоем пены частицы подаются в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены, или любыми их комбинациями, при этом флотационная установка дополнительно содержит мельницу, где мельница соединена с блоком флотации для приема из него потока продукта, мельница содержит конструкцию для измельчения, размещенную для концентрации энергии измельчения на частицах потока продукта, и конструкцию для классификации, по меньшей мере, частично интегрированную с конструкцией для измельчения и размещенную для направления частиц на столкновение с конструкцией для измельчения в зависимости от размера частиц таким образом, что самые крупные частицы распределения частиц по размерам измельчаются больше, чем самые мелкие частицы распределения частиц по размерам.

Таким образом, можно получить установку, в которой мелкие частицы не измельчаются без необходимости и которая способна эффективно обрабатывать как более мелкие, так и более крупные частицы. Подача в установку грубой флотации может быть более разнообразной и изменчивой, чем в известных установках, и, таким образом, оборудование, устанавливаемое перед грубой флотацией, можно выбирать более свободно. Кроме того, флотация более крупных частиц, содержащих ценные минералы, более эффективна в сочетании с более мелкими частицами. Кроме того, можно достичь улучшенной или более равномерной подачи на последующие стадии, например, в систему флотации.

Установка характеризуется признаками, указанными в независимом пункте формулы изобретения. Некоторые другие воплощения характеризуются признаками, указанными в других пунктах формулы изобретения. Воплощения по изобретению также раскрыты в описании и чертежах этой заявки на патент. Изобретательское содержание заявки на патент также может быть определено иначе, чем определено в нижеследующей формуле изобретения. Содержание предмета изобретения также может быть сформировано из нескольких отдельных изобретений, особенно если изобретение рассматривается в свете выраженных или подразумеваемых подзадач или с учетом полученных преимуществ или групп преимуществ. Некоторые из определений, содержащихся в нижеследующей формуле изобретения, могут быть необязательными ввиду отдельных идей изобретения. Признаки различных воплощений изобретения можно в пределах объема основной идеи изобретения применять к другим воплощениям.

В одном воплощении мельница содержит камеру измельчения и вращающийся элемент, расположенный в камере измельчения для вращения в ней. Преимущество состоит в том, что может быть достигнут энергоэффективный процесс измельчения.

В одном воплощении мельница содержит мелющие тела, такие как кварцевый песок, отработанный плавильный шлак, керамические шары, металлические шары, расположенные в камере измельчения. Преимущество состоит в том, что может быть достигнута автоматическая классификация измельченных частиц, обусловленная гранулированной конвекцией и/или различиями в удельной массе между мелющими телами и рудой в мельнице. Другое преимущество состоит в том, что загрязнение мельницы может быть сведено к минимуму. Преимуществом указанных типов мелющих тел является их высокая износостойкость, что позволяет свести к минимуму расход мелющих тел.

В одном воплощении полезный объем камеры измельчения заполнен мелющими телами на 70-80%. Преимущество состоит в том, что автоматическая классификация измельченных частиц может быть улучшена посредством уменьшения общего объема пустот и увеличения поступательной скорости потока. Другое преимущество заключается в том, что можно увеличить контакт с рудой, что повышает скорость измельчения.

В одном воплощении мелющие тела включают керамические шары. Преимущество состоит в том, что можно улучшить измельчение частиц. Другое преимущество состоит в том, что загрязнение мельницы может быть сведено к минимуму. Еще одним преимуществом является высокая износостойкость керамических шаров, таким образом можно свести к минимуму расход мелющих тел.

В одном воплощении мельница содержит цилиндрическую камеру измельчения, вращающийся вал, расположенный концентрично с камерой измельчения и внутри нее, ряд дисков, установленных на вращающемся валу, причем диски образуют между собой объемы измельчения, при этом диск содержит по меньшей мере одно сквозное отверстие, проходящее от одного объема измельчения к другому объему измельчения. Преимущество состоит в том, что может быть достигнута высокая интенсивность измельчения в объемах измельчения.

В одном воплощении мельница содержит контркольцо (counter ring), расположенное, по меньшей мере, в некоторых объемах измельчения, прикрепленное к стенке камеры измельчения и проходящее к валу. Преимущество состоит в том, что эффективность измельчения может быть повышена посредством

предотвращения проскальзывания материала.

В одном воплощении по меньшей мере один из дисков имеет профилированную поверхность. Преимущество состоит в том, что износ дисков может быть ограничен.

В одном воплощении мельница содержит перемешивающий шнек, расположенный концентрично с камерой измельчения и внутри нее для вращения в ней. Преимущество состоит в том, что может быть получена простая, но эффективная конструкция мельницы.

В одном воплощении по меньшей мере часть стенки камеры измельчения содержит облицовочный слой, такой как сетчатый облицовочный слой. Преимущество состоит в том, что износ стенки может быть ограничен.

В одном воплощении флотационная установка снабжена переливным средством, а мельница соединена с указанным переливным средством, в результате чего поток продукта включает поток концентрата грубой флотации, получаемый из переливного средства. Преимущество состоит в том, что может быть достигнута упрощенная технологическая схема, и, следовательно, требуется меньше оборудования, производственных площадей, контрольно-измерительных приборов, средств управления и т.д.

В одном воплощении флотационная установка снабжена блоком классификации или блоком обезвоживания, мельница соединена с указанным блоком классификации или указанным блоком обезвоживания, при этом поток продукта, предназначенный для подачи в мельницу, содержит крупные частицы с размером, превышающим порог классификации блока классификации или размер твердых частиц блока обезвоживания. Преимущество заключается в том, что в мельницу подают только те частицы, которые необходимо измельчить.

В одном воплощении блок классификации содержит циклон-классификатор. Преимущество состоит в том, что можно получить простую конструкцию без движущихся деталей.

В одном воплощении система рециркуляции снабжена блоком обезвоживания, таким как обезвоживающий циклон, фильтр, сгуститель или центрифуга. Преимущество заключается в том, что доля твердых веществ в потоке продукта, подаваемого в мельницу, может быть увеличена. Это позволяет повысить эффективность измельчения посредством увеличения взаимодействия между частицами и повысить производительность.

В одном воплощении блок обезвоживания включает обезвоживающий циклон. Преимущество состоит в том, что можно получить простую конструкцию без движущихся деталей.

В одном воплощении флотационная установка содержит устройства для создания псевдооживленного слоя. Преимущество состоит в том, что ценные частицы всплывают и извлекается по меньшей мере большая часть мелких частиц. Это позволяет немедленно утилизировать крупнозернистые остатки. Еще одним преимуществом является то, что мелкие частицы можно обрабатывать далее по потоку в стандартном флотационном оборудовании с более высокой эффективностью разделения.

В одном воплощении флотационная установка содержит устройства для создания слоя пены, при этом для взаимодействия со слоем пены частицы подают в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены, или любыми их комбинациями. Преимущество заключается в том, что размер флотационной установки может быть уменьшен, может быть достигнута высокая производительность на единицу объема флотации, а непосредственное взаимодействие с пеной/пузырьками приводит к потенциально более высокому извлечению.

В одном воплощении флотационная установка содержит устройства для создания псевдооживленного слоя и устройства для создания слоя пены, при этом для взаимодействия со слоем пены частицы подают в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены или любыми их комбинациями. Преимущество состоит в том, что извлечение ценных минералов может быть максимизировано.

В одном воплощении для подачи во флотационную установку предусмотрена секция предварительного размола. Преимущество состоит в том, что может быть снижено процентное содержание частиц, слишком крупных для подачи во флотационную установку.

В одном воплощении установка включает блок разделения, расположенный перед флотационной установкой или после флотационной установки для приема из нее остатков. Преимущество заключается в том, что могут быть извлечены частицы, содержащие ценные минералы, которые являются слишком крупными для попадания в поток продукта. Блок разделения, расположенный перед флотационной установкой, может обеспечить удаление крупных частиц, которые могут заблокировать выгрузку остатков или затруднить разделение, например, путем разрушения слоя пены.

В одном воплощении блок разделения содержит колосник или решетку. Преимущество состоит в том, что может быть достигнута простая конструкция блока разделения.

В одном воплощении блок разделения соединен с секцией предварительного размола для дополнительного измельчения. Преимущество заключается в том, что крупные частицы, содержащие ценные минералы, могут быть измельчены до размера, который может попасть в поток продукта флотационной установки.

В одном воплощении перед блоком флотации расположен блок обезвоживания для удаления воды из потока продукта, подаваемого в указанный блок флотации. Преимущество состоит в том, что можно

увеличить долю твердых веществ в подаче блока флотации.

В одном воплощении выход мельницы соединен с системой флотации для питания указанной системы флотации, при этом система флотации содержит по меньшей мере одну флотационную емкость. Преимущество состоит в том, что могут быть извлечены ценные минералы.

В одном воплощении флотационная емкость представляет собой устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя. Преимущество заключается в том, что можно улучшить извлечение более крупных частиц, причем указанные более крупные частицы представляют собой, например, частицы более крупного размера материала, измельченного в мельнице, или частицы, прошедшие через мельницу до достижения конечного размера измельчения.

В одном воплощении флотационная емкость представляет собой устройство, содержащее устройства для создания слоя пены, при этом для взаимодействия со слоем пены частицы подаются в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены, или любыми их комбинациями. Преимущество заключается в том, что можно улучшить извлечение более крупных частиц, причем указанные более крупные частицы представляют собой, например, частицы более крупного размера материала, измельченного в мельнице, или частицы, прошедшие через мельницу до достижения конечного размера измельчения.

В одном воплощении система флотации содержит по меньшей мере три флотационных емкости, расположенных последовательно таким образом, что выход для удаления нижнего продукта предыдущей флотационной емкости соединен со входом следующей флотационной емкости. Преимущество заключается в том, что могут быть извлечены ценные минералы в нижнем продукте.

В одном воплощении флотационная емкость содержит устройство, включающее вход, соединенный для приема подаваемого материала, подлежащего обработке в указанной флотационной емкости, и расположенный в нижней части флотационной емкости, переливное средство для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной емкости, и выход для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационной емкости. Преимущество состоит в том, что высокий выход может быть достигнут благодаря большому количеству подводимой энергии и хорошим свойствам перемешивания.

В одном воплощении флотационная емкость содержит механическую мешалку для перемешивания суспензии в указанной емкости. Преимущество состоит в том, что можно интенсифицировать отделение частиц, содержащих ценные минералы, от других частиц.

В одном воплощении флотационная емкость содержит механическую мешалку для создания пузырьков в указанной емкости. Преимущество состоит в том, что можно интенсифицировать отделение частиц, содержащих ценные минералы, от других частиц.

В одном воплощении флотационная емкость представляет собой закрытый сосуд для флотации под давлением, при этом флотационный концентрат удаляют под давлением из сосуда. Преимущество состоит в том, что может быть достигнуто высокое извлечение, так как нет потерь в пене.

В одном воплощении флотационная емкость содержит устройства для пневматической подачи газа. Преимущество состоит в том, что может быть достигнуто более высокое качество продукта и/или улучшенное извлечение мелких частиц.

В одном воплощении по меньшей мере одна из флотационных емкостей представляет собой устройство пенного разделения, содержащее устройства для создания слоя пены, включающее вход, соединенный для приема подаваемого материала, подлежащего обработке в указанной флотационной емкости, и расположенный в верхней части флотационной емкости, переливное средство для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной емкости, и выход для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационной емкости. Преимущество состоит в том, что может быть достигнуто высокое качество продукта.

В одном воплощении флотационная емкость содержит сливную трубу для подачи суспензии, причем сливная труба снабжена соплом для подачи в суспензию в ней флотационного газа под давлением. Преимущество состоит в том, что может быть достигнута высокая степень извлечения в результате локализованного подвода большого количества энергии. Еще одно преимущество состоит в том, что может быть улучшено извлечение особенно мелкой фракции.

В одном воплощении сливная труба содержит выходное сопло, выполненное для создания сверхзвуковой ударной волны в суспензии, когда она выходит из сливной трубы. Преимущество состоит в том, что можно улучшить флотацию мелких и ультрамелких частиц, содержащих, например, минеральную руду или уголь.

В одном воплощении мельницу эксплуатируют в конфигурации открытого цикла. Преимущество заключается в том, что простая конфигурация позволяет снизить энергопотребление и снизить капитальные и эксплуатационные расходы.

### Краткое описание чертежей

Некоторые воплощения, иллюстрирующие настоящее изобретение, описаны более подробно на чертежах, где

- фиг. 1 представляет собой схематический вид установки в частичном поперечном сечении;
- фиг. 2 представляет собой схематический вид другой установки в частичном поперечном сечении;
- фиг. 3 представляет собой схематический вид сбоку третьей мельницы в частичном поперечном сечении;
- фиг. 4 представляет собой схематический вид системы флотации;
- фиг. 5 представляет собой схематический вид другой системы флотации;
- фиг. 6 представляет собой схематический вид блока флотации, и
- фиг. 7 представляет собой схематический вид третьей системы флотации.

На чертежах некоторые воплощения показаны упрощенно для ясности. Аналогичные детали отмечены одинаковыми номерами позиций на чертежах.

### Подробное описание изобретения

Фиг. 1 представляет собой схематический вид флотационной установки в частичном поперечном сечении. Установка 100 включает блок 1 флотации и мельницу 2.

Мельница 2 соединена с блоком 1 флотации для приема в нее потока продукта, в данном случае флотационного концентрата. Мельница 2 содержит конструкцию 3 для измельчения, размещенную для концентрации энергии измельчения на частицах флотационного концентрата, и конструкцию 4 для классификации, которая по меньшей мере частично интегрирована с конструкцией 3 для измельчения и предназначена для направления частиц на столкновение с конструкцией 4 для измельчения на основе размера частиц таким образом, чтобы частицы самого крупного размера распределения частиц по размерам измельчались в большей степени, чем частицы самого мелкого размера распределения частиц по размерам.

Физические процессы измельчения руды могут основываться на сочетании удара, абразивного износа и истирания. Ударное разрушение основано на трещинах в частице руды, что разбивает частицу на более мелкие кусочки. Абразивный износ и истирание основаны на поверхностном давлении и сдвиге, что отделяет более мелкие куски от более крупных частиц руды. Наиболее крупные частицы обычно более эффективно измельчаются при ударе, а самые мелкие частицы обычно более эффективно измельчаются при абразивном износе и истирании.

В соответствии с одним аспектом мельница 2 содержит предпочтительно стационарно размещенную камеру 5 измельчения и вращающийся элемент 6, расположенный в камере 5 измельчения с возможностью вращения в ней. В одном воплощении мельница 2 дополнительно содержит мелющие тела 7, расположенные в камере 5 измельчения. Полезный объем камеры 5 измельчения может быть заполнен, например, до 70-80% мелющими телами. Мелющие тела 7 могут включать, например, кварцевый песок, отработанный плавильный шлак, керамические шары, металлические шары.

В одном воплощении по меньшей мере часть стенки камеры 5 измельчения содержит облицовочный слой, такой как сетчатый облицовочный слой 14.

В одном воплощении камера 5 измельчения имеет цилиндрическую форму и расположена, по меньшей мере по существу, вертикально.

В одном воплощении мельница 2 содержит перемешивающий шнек 13, расположенный concentрично с камерой 5 измельчения и внутри нее с возможностью вращения в ней. Мельница 2 может быть, например, Vertimill® производства Metso Oyj или Towermill® производства Eirich GmbH.

По мере вращения перемешивающий шнек 13 постоянно поднимает минеральную руду и мелющие тела (например, стальные или керамические шары, которые облегчают измельчение) вверх до тех пор, пока они в конце концов не падают обратно на материал и мелющие тела, находящиеся в настоящее время в нижней части мельницы. Подъем и опускание материала и мелющих тел вызывает измельчение материала, преимущественно посредством удара.

В одном воплощении блок 1 флотации снабжен переливным средством 15 для слива потока флотационного концентрата, т.е. частиц с обнажившимися минералами на поверхности, которые поступили в верхнюю часть флотационной установки 1. Мельница 2 соединена с указанным переливным средством 15, так что поток продукта включает поток флотационного концентрата, поступающий из переливного средства 15.

В одном воплощении блок 1 флотации содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя в блоке 1 флотации. В другом воплощении, например, показанном на фиг. 6, блок 1 флотации содержит устройство пенной флотации, имеющее устройства для создания слоя пены в блоке 1 флотации. Слой пены может взаимодействовать с частицами потока продукта. В одном воплощении поток продукта размещают так, что его подают в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями. Термин "непосредственная близость" здесь означает расстояние 20 см или менее от слоя пены.

В одном воплощении поток продукта размещают так, что его подают в слой пены, под слоем пены на расстоянии не более 2 см от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями.

В одном воплощении блок 1 флотации содержит как устройства для создания псевдооживленного слоя, так и устройства для создания слоя пены.

В одном воплощении установка 100 содержит насос 18, расположенный между блоком 1 флотации и мельницей 2, чтобы способствовать протеканию потока продукта между ними.

В одном воплощении установка 100 содержит секцию 26 предварительного размола, предназначенную для питания блока 1 флотации. Секция 26 предварительного размола может представлять собой, например, мельницу самоизмельчения, или мельницу полу-самоизмельчения, или шлифовальный валок высокого давления.

В одном воплощении установка 100 содержит блок 23 разделения, расположенный либо до, либо после блока 1 флотации. Блок 23 разделения может обеспечить удаление таких крупных частиц из потока материала, которые не могут попасть в перелив блока флотации, и их подачу в дальнейший процесс (процессы) для высвобождения из них ценных минералов. Например, блок 23 разделения может быть соединен с секцией 26 предварительного размола для дальнейшего измельчения. Блок 23 разделения может содержать, например, колосник или решетку.

В одном воплощении установка 100 содержит блок обезвоживания, размещенный перед блоком 1 флотации. Блок обезвоживания обеспечивает удаление воды из потока продукта, который предназначен для подачи в блок 1 флотации.

Фиг. 2 представляет собой схематический вид другой установки в частичном поперечном сечении.

В одном воплощении блок 1 флотации снабжен блоком 17 классификации, например, циклоном-классификатором, или блоком 24 обезвоживания или удаления твердых частиц, например, обезвоживающим циклоном, фильтром, блоком осаждения, таким как сгуститель или осветлитель, или центрифугой. Блок классификации или обезвоживания может быть соединен с переливным средством 15 блока флотации или со вторым выходом 27 (как показано на фиг. 2) блока флотации.

Мельница 2 соединена с блоком 17 классификации или блоком 24 обезвоживания, так что поток продукта, подаваемый в мельницу 2, содержит крупные частицы размером выше порога классификации блока 17 классификации или размера твердых частиц блока 24 обезвоживания.

В одном воплощении поток продукта, подаваемый в мельницу 2, включает не только подачу из блока 17 классификации или блока 24 обезвоживания или удаления твердых частиц, но также и другое сырье.

В одном воплощении переливное средство 15 блока флотации соединено через блок 24 обезвоживания или удаления твердых частиц с мельницей 2.

В одном воплощении мельница 2 содержит конторкольцо 12, расположенное, по меньшей мере, в некоторых объемах 10 измельчения. Конторкольцо 12 прикреплено к стенке камеры 5 измельчения и проходит по направлению к валу 9. В одном воплощении множество объемов 10 измельчения включает конторкольцо 12. В одном воплощении каждый из объемов 10 измельчения содержит конторкольцо 12. Мельница 2 может представлять собой, например, мельницу HiGmill® производства Outotec Oy.

В одном воплощении по меньшей мере один из дисков 8 имеет профилированную поверхность. Профилированная поверхность может включать защитные элементы, такие как блоки, выступающие из дисков 8.

В одном воплощении мельница 2 содержит вход в верхней части или в пределах верхних 20% мельницы для приема минеральной руды и выход в нижней части или в пределах нижних 20% мельницы для удаления измельченного материала из мельницы. В другом воплощении мельница 2 содержит вход внизу или в пределах нижних 20% мельницы для приема минеральной руды и выход в верхней части или в пределах верхних 20% мельницы.

Фиг. 3 представляет собой схематический вид сбоку третьей мельницы в частичном поперечном сечении.

В одном воплощении мельница 2 содержит по меньшей мере горизонтально расположенную цилиндрическую камеру 5 измельчения. Вращающийся вал 9 расположен концентрично с камерой 5 измельчения и внутри нее. Ряд дисков 8 установлен на вращающемся валу 9 так, что диски 8 создают между собой объемы 10 измельчения. Диск 8 содержит по меньшей мере одно отверстие 11, проходящее через него из одного объема 10 измельчения в другой объем измельчения. Такой тип мельницы 2 может представлять собой, например, мельницу IsaMill™ производства Glencore Technology.

Фиг. 4 представляет собой схематический вид системы флотации и фиг. 5 представляет собой схематический вид другой системы флотации. Система 20 флотации расположена в сообщении по текучей среде с мельницей 2, описанной в этом описании, так что выход 19 мельницы соединен с системой 20 флотации, которая содержит по меньшей мере одну флотационную емкость 21.

Мельницу 2 эксплуатируют в конфигурации открытого цикла, т.е. без отдельной классификации и рециркуляции материала обратно в мельницу.

В одном воплощении флотационная емкость 21 является одной из следующих:

устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, или

устройство, содержащее устройства для создания слоя пены, в котором для взаимодействия со сло-

ем пены частицы подают в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него, или над слоем пены, или любыми их комбинациями, или

устройство, содержащее устройства для пневматической подачи газа, или

закрытый сосуд для флотации под давлением, где флотационный концентрат удаляют под давлением из сосуда, или

устройство (такое, как показано на фиг. 4), содержащее вход 22, соединенный для приема подаваемого материала, подлежащего обработке в указанном флотационном сосуде, и расположенный в нижней части флотационного сосуда 21, переливное средство 15 для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной емкости 21, и выход 25 для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационной емкости 21.

В одном воплощении система 20 флотации содержит по меньшей мере три флотационных емкости 21, расположенных последовательно таким образом, что выход 25 для удаления нижнего продукта предыдущей флотационной емкости 21 соединен со входом 22 следующей флотационной емкости 21. В одном воплощении все флотационные емкости 21 в системе 20 флотации относятся к одному и тому же типу. В другом воплощении в системе 20 флотации присутствует по меньшей мере два типа флотационных емкостей 21.

В одном воплощении флотационная емкость 21 содержит механическую мешалку для перемешивания суспензии в указанной емкости. Дополнительно или альтернативно можно использовать механическую мешалку для создания пузырьков в сосуде.

В одном воплощении (таким, как показано на фиг. 5) флотационная емкость 21 представляет собой устройство для пенного разделения, содержащее устройства для создания слоя пены, при этом вход 22, соединенный для приема подаваемого материала, подлежащего обработке в указанной флотационной емкости, расположен в верхней части флотационной емкости 21, в верхней части флотационной емкости 21 расположено переливное средство 15 для удаления флотационного концентрата, а в нижней части флотационной емкости 21 расположен выход 19 для удаления нижнего продукта.

В одном воплощении флотационная емкость 21 содержит по меньшей мере одну сливную трубу, по которой в емкость подают суспензию. Сливная труба снабжена соплом для подачи флотационного газа под давлением в находящуюся в ней суспензию. Кроме того, сливная труба содержит выходное сопло, которое выполнено для возбуждения сверхзвуковой ударной волны в смеси газа и суспензии на выходе из сливной трубы.

Фиг. 7 представляет собой схематический вид третьей системы флотации. Как уже описано, в одном воплощении флотационная емкость 21 представляет собой закрытый сосуд под давлением, в котором может происходить флотация под давлением и из которого флотационный концентрат удаляют под давлением. В одном воплощении в сосуде не образуется пена, но загруженные пузырьки собирают перед образованием пены.

Вход 22 может быть расположен в нижней части флотационной емкости 21, переливное средство 15 для отвода флотационного концентрата в верхней части флотационной емкости 21 и выход 19 для удаления нижнего продукта в нижней части флотационной емкости 21. Флотационные емкости 21 могут быть установлены на одном уровне (как показано), поскольку перетекание из сосуда в следующий сосуд происходит посредством давления, создаваемого в сосудах.

В одном воплощении выход 19 для удаления нижнего продукта может быть расположен в верхней части флотационной емкости 21.

В одном воплощении емкость под давлением содержит механическую мешалку. Один из примеров такого типа емкостей известен как "реактор прямой флотации" (DFR).

Здесь следует отметить, что все флотационные емкости 21, расположенные в системе 20 флотации, могут быть одного типа или, альтернативно, может быть по меньшей мере два типа флотационных емкостей.

Изобретение не ограничено только воплощениями, описанными выше, вместо этого возможны многие варианты в пределах объема изобретательского замысла, определенного нижеприведенной формулой изобретения. В рамках изобретательского замысла признаки различных воплощений и применений можно использовать в сочетании с признаками другого воплощения или применения, или заменять их.

Чертежи и соответствующее описание предназначены только для иллюстрации идеи изобретения. Изобретение может варьироваться в деталях в пределах объема изобретательской идеи, определенной в нижеследующей формуле изобретения.

#### Обозначения позиций

- 1 - блок флотации;
- 2 - мельница;
- 3 - конструкция для измельчения;
- 4 - конструкция для классификации;
- 5 - камера измельчения;
- 6 - вращающийся элемент;
- 7 - мелющие тела;

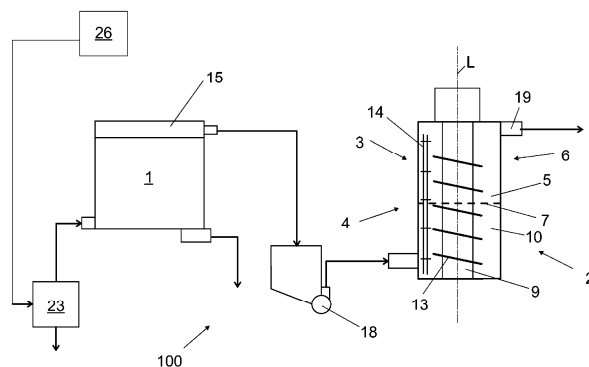
- 8 - диск;
- 9 - вал;
- 10 - объем измельчения;
- 11 - отверстие;
- 12 - конtringкольцо;
- 13 - перемешивающий шнек;
- 14 - сетчатый облицовочный слой;
- 15 - переливное средство;
- 16 - система рециркуляции;
- 17 - блок классификации;
- 18 - насос;
- 19 - выход;
- 20 - система флотации;
- 21 - флотационная емкость;
- 22 - вход флотационной емкости;
- 23 - блок разделения;
- 24 - блок обезвоживания;
- 25 - выход для нижнего продукта;
- 26 - секция предварительного размола 100 установка.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

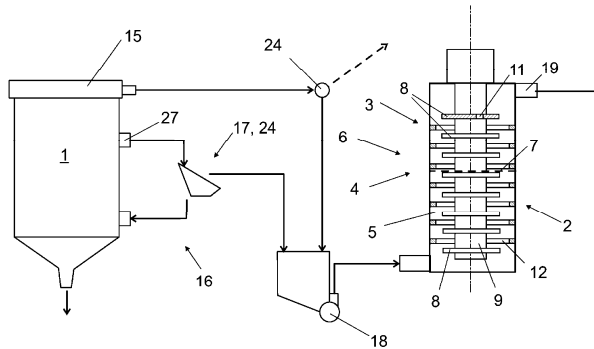
1. Флотационная установка (100), содержащая блок (1) флотации, содержащий устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или устройство пенной флотации, содержащее устройства для создания слоя пены, где для взаимодействия со слоем пены частицы подаются в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены, или любыми их комбинациями, флотационная установка дополнительно содержит мельницу (2), где мельница (2) соединена с блоком (1) флотации для приема из него потока продукта, мельница (2) содержит конструкцию (3) для измельчения, размещенную для концентрации энергии измельчения на частицах потока продукта, и конструкцию (4) для классификации, по меньшей мере, частично интегрированную с конструкцией (3) для измельчения и размещенную для направления частиц на столкновение с конструкцией для измельчения в зависимости от размера частиц таким образом, что самые крупные частицы распределения частиц по размерам измельчаются больше, чем самые мелкие частицы распределения частиц по размерам.
2. Установка по п.1, в которой мельница (2) содержит камеру (5) измельчения и вращающийся элемент (6), расположенный в камере (6) измельчения для вращения в ней.
3. Установка по п.2, в которой мельница (2) содержит мелющие тела (7), расположенные в камере (5) измельчения.
4. Установка по п.3, в которой мелющие тела (7) включают по меньшей мере одно из следующего: кварцевый песок, отработанный плавильный шлак, керамические шары, металлические шары.
5. Установка по любому из пп.2-4, в которой мельница (2) содержит цилиндрическую камеру (5) измельчения, вращающийся вал (9), расположенный концентрично с камерой (5) измельчения и внутри нее, ряд дисков (8), закрепленных на вращающемся валу (9), при этом диски (8) образуют между собой объемы (10) измельчения, диск (8) содержит по меньшей мере одно отверстие (11), проходящее через него из одного объема (10) измельчения в другой объем измельчения.
6. Установка по любому из пп.2-5, в которой мельница (2) содержит конtringкольцо (12), расположенное, по меньшей мере, в некоторых объемах (10) измельчения, прикрепленное к стенке камеры (5) измельчения и проходящее к валу (9).
7. Установка по любому из пп.2-4, в которой мельница (2) содержит перемешивающий шнек (13), расположенный концентрично с камерой (5) измельчения и внутри нее с возможностью вращения в ней.
8. Установка по любому из предшествующих пунктов, в которой блок (1) флотации снабжен переливным средством (15), и мельница (2) соединена с указанным переливным средством (15), посредством чего поток продукта включает поток флотационного концентрата, получаемый из переливного средства (15).



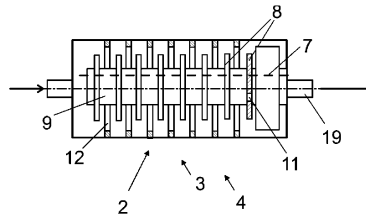
9. Установка по любому из предшествующих пунктов, в которой блок (1) флотации снабжен блоком (17) классификации или блоком (24) обезвоживания, причем указанный блок (17) классификации или указанный блок (24) обезвоживания соединен с переливным средством (15) блока флотации или со вторым входом (27) блока флотации, и мельница (2) соединена с указанным блоком (17) классификации или указанным блоком (24) обезвоживания, посредством чего поток продукта, предназначенный для подачи в мельницу, содержит крупные частицы с размером выше порога классификации или размера твердых частиц блока обезвоживания.
10. Установка по п.9, в которой блок (17) классификации или блок (24) обезвоживания соединен со вторым входом (27) блока флотации.
11. Установка по любому из предшествующих пунктов, в которой блок (1) флотации содержит устройства для создания псевдооживленного слоя.
12. Установка по любому из пп.1-10, в которой блок (1) флотации содержит устройства для создания слоя пены, где для взаимодействия со слоем пены частицы подают в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены, или любыми их комбинациями.
13. Установка по любому из предшествующих пунктов, содержащая секцию (26) предварительного размола, расположенную для питания блока (1) флотации.
14. Установка по любому из предшествующих пунктов, содержащая блок (23) разделения для извлечения крупных частиц, причем блок (23) разделения расположен перед блоком (1) флотации или после блока (1) флотации для приема из него остатков.
15. Установка по п.14, в которой блок (23) разделения соединен с секцией (26) предварительного размола для дополнительного измельчения.
16. Установка по любому из предшествующих пунктов, содержащая блок обезвоживания, расположенный перед блоком (1) флотации для удаления воды из потока продукта, предназначенного для подачи в указанный блок (1) флотации.
17. Установка по любому из предшествующих пунктов, в которой выход (19) мельницы соединен с системой (20) флотации для питания указанной системы флотации, причем система (20) флотации содержит по меньшей мере одну флотационную емкость (21).
18. Установка по п.17, в которой флотационная емкость (21) представляет собой устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, или устройство, содержащее устройства для создания слоя пены, где для взаимодействия со слоем пены частицы подают в слой пены, под слоем пены в непосредственной близости от него или над слоем пены, или любыми их комбинациями, или устройство, включающее устройства для пневматической подачи газа, или устройство, содержащее закрытый сосуд для флотации под давлением, где флотационный концентрат удаляют под давлением из сосуда, или устройство, содержащее вход (22), соединенный для приема подачи, подлежащей обработке в указанной флотационной емкости, и расположенный в нижней части флотационной емкости (21), переливное средство (15) для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной емкости (21), и выход (25) для удаления нижнего продукта, расположенный в нижней части флотационной емкости (21).
19. Установка по любому из предшествующих пунктов, в которой мельницу (2) эксплуатируют в конфигурации открытого цикла.



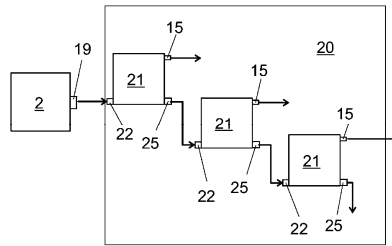
Фиг. 1



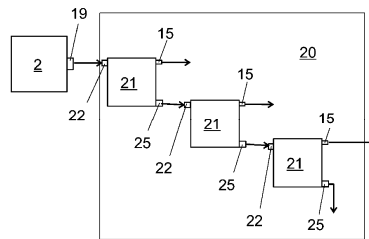
Фиг. 2



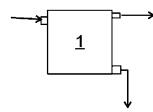
Фиг. 3



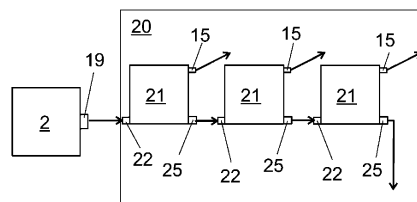
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7