

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045242**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.07

(21) Номер заявки
202293544

(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)
B03B 7/00 (2006.01)

(54) **ФЛОТАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ФЛОТАЦИИ**

(31) **63/046,231**

(32) **2020.06.30**

(33) **US**

(43) **2023.03.16**

(86) **PCT/FI2021/050486**

(87) **WO 2022/003242 2022.01.06**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
МЕТСО ОТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ
(FI)

(72) Изобретатель:
Шеррелл Иан, Ринне Антти (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) CN-B-109759241
WO-A1-2009026612
US-A-3098818
WO-A1-2018067642
WO-A1-2016170437

(57) Предложены флотационное устройство (100) и способ. Устройство содержит мельницу (2), выполненную с возможностью производства пульпы, секцию (12) флотации, содержащую по меньшей мере одну флотационную установку (1), имеющую систему (3) подачи, переливное средство (4) и выпускное отверстие (5), а также устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или пенное устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, при этом подаются частицы для взаимодействия с пенным слоем. За секцией (12) флотации следует первый классификатор (6), при этом секция (12) флотации выполнена с возможностью приема из мельницы (2) питания пульпы, из которого не удалены частицы размером менее 300 мкм, причем секция (12) флотации функционально соединена с впускным отверстием (7) первого классификатора для разделения указанного нижнего продукта, выходящего из секции (12) флотации, на поток (F) мелкого нижнего продукта и поток грубого нижнего продукта.

B1

045242

045242

B1

Уровень техники

Изобретение относится к флотационному устройству. Изобретение также относится к способу флотации.

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

Сущность изобретения

С точки зрения первого аспекта, может быть предложено флотационное устройство, содержащее мельницу, выполненную с возможностью получения пульпы, секцию флотации, содержащую по меньшей мере одну флотационную установку с системой подачи для приема пульпы, подлежащей обработке в указанной флотационной установке, переливное средство для удаления флотационного концентрата, выпускное отверстие для удаления нижнего продукта. Флотационная установка содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или пенное устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над пенным слоем, или в любой комбинации. За секцией флотации следует первый классификатор, а секция (12) флотации выполнена с возможностью приема из мельницы питания пульпы, из которого не удалены частицы размером менее 300 мкм. Секция флотации функционально соединена с впускным отверстием первого классификатора для разделения указанного нижнего продукта, выходящего из секции флотации, на поток (F) мелкого нижнего продукта и поток грубого нижнего продукта, представляющий собой хвосты.

Таким образом, флотационное устройство обеспечивает широкий гранулометрический состав частиц, содержащих как более мелкие, так и более крупные частицы. Неожиданно было обнаружено, что очень эффективная флотация более крупных частиц, содержащих ценные минералы, достигается благодаря тому, что указанные более крупные частицы объединяются с более мелкими частицами. Однако некоторая часть более мелких частиц, содержащих ценные полезные ископаемые, поступает в нижний продукт флотации, откуда извлекается в первом классификаторе. Кроме того, устройство позволяет улучшить сортность мелких частиц.

С точки зрения второго аспекта может быть предложен способ флотации, включающий подачу питания пульпы в мельницу,

подачу из мельницы питания, из которого частицы размером менее 300 мкм не удалены, в секцию флотации, содержащую по меньшей мере одну флотационную установку, при этом флотационная установка (1) содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя и/или пенное устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подают в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него или над пенным слоем, или в любой комбинации,

удаление флотационного концентрата в виде верхнего продукта из секции флотации,

удаление нижнего продукта из секции флотации,

подачу нижнего продукта в первый классификатор, и

разделение нижнего продукта на поток мелкого нижнего продукта и на поток крупного нижнего продукта в первом классификаторе.

Таким образом, обеспечен способ флотации с широким гранулометрическим составом частиц, содержащим как более мелкие, так и более крупные частицы. Неожиданно было обнаружено, что очень эффективная флотация более крупных частиц, содержащих ценные минералы, достигается за счет того, что указанные более крупные частицы объединяются с более мелкими частицами. Однако некоторая часть более мелких частиц, содержащих ценные полезные ископаемые, поступает в нижний продукт процесса флотации, откуда эти частицы извлекают в первом классификаторе. Кроме того, способ позволяет повысить сортность мелких частиц.

Устройство и способ характеризуются тем, что заявлено в независимых пунктах формулы изобретения. Некоторые другие варианты выполнения характеризуются тем, что заявлено в других пунктах формулы изобретения. Варианты выполнения в соответствии с изобретением также раскрыты в описании и чертежах настоящей патентной заявки. Содержание патентной заявки в соответствии с изобретением также может быть определено иначе, чем определено в последующей формуле изобретения. Содержание в соответствии с изобретением 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 последующей формуле изобретения, могут быть ненужными ввиду отдельных идей изобретения. Признаки различных вариантов выполнения изобретения могут в пределах объема основной идеи изобретения быть применимы к другим вариантам выполнения.

В одном варианте выполнения флотационная установка содержит устройства для создания псевдооживленного слоя. Преимущество состоит в том, что ценные частицы всплывают, при этом извлекается по меньшей мере большая часть мелких частиц. Это позволяет немедленно утилизировать грубые хвосты. Еще одним преимуществом является то, что мелкие частицы могут быть подвержены обработке далее по потоку в стандартном флотационном оборудовании с более высокой эффективностью разделения.

В одном варианте выполнения флотационная установка содержит устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него или над пенным слоем, или в любой комбинации. 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 варианте выполнения флотационная установка содержит устройства для создания псевдооживленного слоя и устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над пенным слоем, или в любой комбинации. Преимущество заключается в том, что извлечение крупных ценных минералов в концентрат может быть максимальным.

В одном варианте выполнения классификатор содержит циклон-классификатор. Преимущество состоит в том, что можно получить простую конструкцию без движущихся частей.

В одном варианте выполнения обеспечивается возможность подачи потока мелкого нижнего продукта из первого классификатора во флотационную систему, содержащую по меньшей мере одну флотационную камеру. Преимущество заключается в том, что ценные полезные ископаемые могут быть извлечены.

В одном варианте выполнения флотационная камера представляет собой устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя. Преимущество заключается в том, что извлечение почти всплывших частиц можно улучшить с помощью создания дополнительной плавучести псевдооживленного слоя.

В одном варианте выполнения флотационная камера представляет собой устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над пенным слоем, или в любой комбинации. Преимущество заключается в том, что извлечение частиц может быть улучшено благодаря непосредственному добавлению в пенный слой.

В одном варианте выполнения флотационная система содержит по меньшей мере три флотационные камеры, расположенные последовательно таким образом, что выпускное отверстие для удаления нижнего продукта предшествующей флотационной камеры соединено с впускным отверстием последующей флотационной камеры. Преимущество этого заключается в том, что ценные минералы могут быть извлечены из нижнего продукта.

В одном варианте выполнения флотационная камера содержит устройство, содержащее впускное отверстие, соединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в нижней части флотационной камеры, переливное средство для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры, и выпускное отверстие для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры. Преимущество состоит в том, что благодаря высокой подводимой энергии и хорошим свойствам перемешивания может быть достигнуто высокое извлечение.

В одном варианте выполнения флотационная камера содержит механическую мешалку для перемешивания пульпы в указанной камере. Преимущество состоит в том, что можно интенсифицировать отделение частиц, содержащих ценные минералы, от других частиц.

В одном варианте выполнения флотационная камера содержит механическую мешалку для создания пузырьков в указанной камере. Преимущество состоит в том, что можно интенсифицировать отделение частиц, содержащих ценные минералы, от других частиц.

В одном варианте выполнения флотационная камера представляет собой закрытую камеру для флотации под давлением, при этом флотационный концентрат удаляют из камеры под давлением. Преимущество состоит в том, что может быть достигнуто высокое извлечение, так как нет потерь в пене.

В одном варианте выполнения флотационная камера содержит устройства для пневматической подачи газа. Преимущество состоит в том, что может быть достигнуто более высокая сортность продукта и/или улучшенное извлечение мелких частиц.

В одном варианте выполнения по меньшей мере одна из флотационных камер представляет собой устройство для отделения пены, содержащее устройства для создания слоя пены, содержащее впускное отверстие, соединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в верхней части флотационной емкости, переливное средство для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры, и выпускное отверстие для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры. Преимущество состоит в том, что может быть достигнуто высокая сортность продукта.

В одном варианте выполнения флотационная камера содержит опускную трубу для питания пульпы, причем опускная труба имеет сопло для подачи в пульпу флотационного газа под давлением. Преимущество состоит в том, что высокая степень извлечения может быть достигнута в результате локализованного подвода высокой энергии. Еще одним преимуществом является то, что повторное извлечение мелких частиц может быть улучшено.

В одном варианте выполнения опускающая труба содержит выпускное сопло, выполненное с возможностью создания сверхзвуковой ударной волны в пульпе, когда она выходит из опускающей трубы. Преимущество состоит в том, что можно улучшить флотацию мелких и сверхмелких частиц, содержащих, например, минеральную руду или уголь.

В одном варианте выполнения устройство содержит второй сепаратор, выполненный с возможностью предотвращения попадания крупных частиц в первый классификатор. Преимущество состоит в том, что могут быть извлечены частицы, содержащие ценные минералы, но слишком большие для попадания в мелкий нижний продукт.

В одном варианте выполнения второй сепаратор расположен перед флотационной установкой для предотвращения попадания крупных частиц в указанную флотационную установку и в первый классификатор. Преимущество состоит в том, что можно избежать подачи во флотационную установку частиц, содержащих ценные минералы, но слишком крупных для попадания в поток мелкого нижнего продукта.

В одном варианте выполнения второй сепаратор расположен между флотационной установкой и первым классификатором. Преимущество состоит в том, что могут быть извлечены частицы, содержащие ценные минералы, но слишком большие для попадания в поток мелкого нижнего продукта.

В одном варианте выполнения второй сепаратор содержит колосник или решетку. Преимущество состоит в том, что может быть получена простая конструкция сепаратора.

В одном варианте выполнения второй классификатор соединен с мельницей для возврата крупных частиц обратно в мельницу для дальнейшего измельчения. Преимущество состоит в том, что крупные частицы, содержащие ценные минералы, могут быть измельчены до размера, который может попасть в поток мелкого нижнего продукта.

В одном варианте выполнения флотационная установка размещена в конфигурации с открытым циклом. Преимущество заключается в том, что простая конфигурация позволяет снизить энергопотребление и снизить капитальные и эксплуатационные расходы.

В одном варианте выполнения флотационная установка размещена в конфигурации с замкнутым циклом. Преимущество заключается в том, что рециркуляция частиц может увеличить извлечение ценных минералов.

Краткое описание чертежей

Некоторые варианты выполнения, иллюстрирующие настоящее изобретение, показаны более подробно на прилагаемых чертежах, на которых

Фиг. 1 схематически иллюстрирует устройство и способ.

Фиг. 2 схематически иллюстрирует другое устройство и способ.

Фиг. 3 схематически иллюстрирует флотационную систему и способ.

Фиг. 4 схематически иллюстрирует другую флотационную систему и способ.

Фиг. 5 схематически иллюстрирует третью флотационную систему.

На чертежах некоторые варианты выполнения показаны упрощенно для ясности. Аналогичные части обозначены на чертежах одинаковыми номерами позиций.

Подробное описание

Фиг. 1 схематически иллюстрирует флотационное устройство 100 и способ.

Устройство 100 содержит мельницу 2, выполненную с возможностью производства пульпы, и секцию 12 флотации, содержащую по меньшей мере одну флотационную установку 1.

Мельница 2 может представлять собой, например, мельницу самоизмельчения или мельницу полу-самоизмельчения, или мельницу высокого давления.

В варианте выполнения, показанном на фиг. 1, секция 12 флотации содержит одну флотационную установку 1. В других вариантах выполнения в секции флотации может быть предусмотрено две, три или даже большее количество флотационных установок. Если имеется несколько флотационных установок, то все они могут иметь один тип или, в качестве альтернативы, может быть предусмотрено по меньшей мере два типа флотационных установок.

Флотационная установка 1 содержит систему 3 подачи, выполненную с возможностью приема пульпы, подлежащей обработке в указанной флотационной установке 1, из которой не удалены частицы пульпы размером менее 300 мкм. Расположение системы 3 подачи зависит от типа флотационной установки 1. Таким образом, система 3 подачи может быть расположена в нижней части, в верхней части или в средней части флотационной установки 1.

Флотационная установка 1 дополнительно содержит переливное средство 4 для удаления флотационного концентрата из указанной флотационной установки и выпускное отверстие 5 для удаления нижнего продукта из указанной флотационной установки.

В вариантах выполнения, содержащих множество флотационных установок, эти установки расположены последовательно, так что первая из флотационных установок 1 выполнена с возможностью приема пульпы, подлежащей обработке в секции 12 флотации, а выпускное отверстие 5 предшествующей флотационной установки 1 соединено с системой 3 подачи последующей флотационной установки 1. Последняя из указанного множества флотационных установок 1 выполнена с возможностью удаления нижнего продукта из секции 12 флотации.

Устройство 100 дополнительно содержит первый классификатор 6, содержащий впускное отверстие 7. Впускное отверстие 7 выполнено с возможностью приема нижнего продукта из секции 12 флотации. Первый классификатор 6 выполнен с возможностью разделения нижнего продукта на поток F мелкого нижнего продукта и поток грубого нижнего продукта, представляющего собой хвосты.

В одном варианте выполнения флотационная установка 1 содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя во флотационной установке 1. В другом варианте выполнения флотационная установка 1 содержит пенное устройство, имеющее устройства для создания пенного слоя во флотационной установке 1. Пенный слой может взаимодействовать с частицами потока продукта. В одном варианте выполнения поток продукта организован так, что он подается в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него или над пенным слоем, или в любой комбинации. Термин "непосредственная близость" в данном описании означает расстояние 20 см или менее от пенного слоя.

В одном варианте выполнения поток продукта направляется в пенный слой, под пенный слой на расстоянии не более 2 см от него, или над пенным слоем, или в любой комбинации.

В одном варианте выполнения флотационная установка 1 содержит как устройства для создания псевдооживленного слоя, так и устройства для создания пенного слоя.

В одном варианте выполнения первый классификатор 6 содержит циклон. В других вариантах выполнения первый классификатор 6 содержит, в дополнение к циклону или в качестве альтернативы ему, один или несколько немеханических седиментационных классификаторов, например, отстойный конус; механический седиментационный классификатор, например, грабельный классификатор или спиральный классификатор; бесступенчатый классификатор; и классификатор с затрудненным осаждением, например, гидрораспределитель.

В одном варианте выполнения поток F мелкого нижнего продукта подают из первого классификатора 6 во флотационную систему 20, содержащую по меньшей мере одну флотационную камеру 21. Флотационная система 20 обсуждается более подробно со ссылкой на фиг. 3 и 4.

Фиг. 2 схематически иллюстрирует другое устройство и способ.

В одном варианте выполнения устройство содержит второй сепаратор 13, который выполнен с возможностью предотвращения попадания крупных частиц в первый классификатор 6. Крупные частицы могут содержать ценные минералы, но они слишком велики для попадания в поток F мелкого нижнего продукта.

В одном варианте выполнения, таком как показан на фиг. 2, второй сепаратор 13 расположен между флотационной камерой 1 и первым классификатором 6. В другом варианте выполнения второй сепаратор 13 расположен перед флотационной камерой 1 для предотвращения попадания крупных частиц также во флотационную установку 1.

В одном варианте выполнения второй классификатор 13 содержит колосник или решетку.

В одном варианте выполнения, таком как показан на фиг. 2, второй классификатор 13 соединен с мельницей 2, так что крупные частицы могут быть возвращены в мельницу 2 для дальнейшего измельчения.

Фиг. 3 схематически иллюстрирует флотационную систему и способ, а фиг. 4 схематически иллюстрирует другую флотационную систему и способ. Флотационная система 20 выполнена с возможностью проточного сообщения с первым классификатором 6, описанным в данном описании, так что поток F мелкого нижнего продукта, созданный в первом классификаторе 6, подается во флотационную систему 20, которая содержит по меньшей мере одну флотационную камеру 21.

В одном варианте выполнения первый классификатор 6 работает в конфигурации с открытым циклом, то есть без рециркуляции материала обратно в первый классификатор 6.

В одном варианте выполнения флотационная камера 21 представляет собой одно из следующего:

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

устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, причем для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над пенным слоем, или в любой их комбинации, или

устройство, содержащее устройства для пневматической подачи газа, или

закрытую камеру для флотации под давлением, причем флотационный концентрат удаляют из камеры под давлением, или

устройство (такое, как показано на фиг. 3), содержащее впускное отверстие 22, соединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в нижней части флотационной камеры 21, переливное средство 15 для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры (21), и выпускное отверстие 25 для отвода нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры 21. Термин "непосредственная близость" в настоящем описании означает расстояние 20 см или меньше от пенного слоя.

В одном варианте выполнения флотационная система 20 содержит по меньшей мере три флотационные камеры 21, расположенные последовательно таким образом, что выпускное отверстие 25 для уда-

ления нижнего продукта предшествующей флотационной камеры 21 соединено с впускным отверстием 22 последующей флотационной камеры 21. В одном варианте выполнения все флотационные камеры 21 во флотационной установке 20 относятся к одному типу. В другом варианте выполнения во флотационной установке 20 имеется по меньшей мере два типа флотационных камер 21.

В одном варианте выполнения флотационная камера 21 содержит механическую мешалку для перемешивания пульпы в указанной камере. Дополнительно или в качестве альтернативы, механическую мешалку можно использовать для создания в камере пузырьков.

В одном варианте выполнения (например, показанном на фиг. 4) флотационная камера 21 представляет собой устройство для отделения пены, содержащее устройства для создания пенного слоя, при этом впускное отверстие 22, присоединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, расположено в верхней части флотационной камеры 21, переливное средство 15 для удаления флотационного концентрата расположено в верхней части флотационной камеры 21, а выпускное отверстие 19 для удаления нижнего продукта расположено в нижней части флотационной камеры 21.

В одном варианте выполнения флотационная камера 21 содержит по меньшей мере одну опускающую трубу, которая подает пульпу в камеру. Опускающая труба имеет сопло для подачи в пульпу флотационного газа под давлением. Кроме того, опускающая труба содержит выпускное сопло, которое выполнено с возможностью индуцировать сверхзвуковую ударную волну в смеси газа и пульпы, когда та выходит из опускающей трубы.

Фиг. 5 схематически иллюстрирует третью флотационную систему. Как уже было описано, в одном варианте выполнения флотационная камера 21 представляет собой закрытую камеру под давлением, в которой может иметь место флотация под давлением и из которой флотационный концентрат удаляют под давлением. В одном варианте выполнения в камере не образуется пена, но загруженные пузырьки собираются перед образованием пены.

Впускное отверстие 22 может быть расположено в нижней части флотационной камеры 21, переливное средство 15 может быть расположено для отвода флотационного концентрата в верхней части флотационной камеры 21, а выпускное отверстие 19 для удаления нижнего продукта может быть расположено в нижней части флотационной камеры 21. Флотационные камеры 21 могут быть установлены на одном уровне (как показано), так как перетекание из одной камеры в последующую происходит благодаря давлению, создаваемому в камере.

В одном варианте выполнения выпускное отверстие 19 для удаления нижнего продукта может быть расположено в верхней части флотационной камеры 21.

В одном варианте выполнения камера под давлением содержит механическую мешалку. Один из примеров такого типа камер известен как "Реактор Прямой Флотации" (РПФ) (DFR).

Здесь следует отметить, что все флотационные камеры 21, расположенные во флотационной системе 20, могут иметь один тип или, в качестве альтернативы, могут представлять собой по меньшей мере два типа флотационных камер.

Изобретение не ограничено только вариантами выполнения, описанными выше, вместо этого возможны многие варианты выполнения в пределах объема концепции изобретения, определяемой ниже следующей формулой изобретения. В рамках концепции изобретения признаки различных вариантов выполнения и приложений могут использоваться в сочетании с признаками другого варианта выполнения или приложения или заменять их.

Чертежи и соответствующее описание приведены исключительно для иллюстрации идеи изобретения. Изобретение может варьироваться в деталях в пределах объема изобретательской идеи, определенной в последующей формуле изобретения.

Номера позиций:

- 1 - флотационная установка;
- 2 - мельница;
- 3 - система подачи;
- 4 - переливное средство;
- 5 - выпускное отверстие;
- 6 - классификатор;
- 7 - впускное отверстие классификатора;
- 12 - секция флотации;
- 13 - второй сепаратор;
- 15 - переливное средство;
- 20 - флотационная система;
- 21 - флотационная камера;
- 22 - впускное отверстие флотационной камеры;
- 25 - выпускное отверстие для нижнего продукта;
- 100 - устройство;
- F - поток мелкого нижнего продукта.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Флотационное устройство (100), содержащее мельницу (2), выполненную с возможностью производства пульпы, секцию (12) флотации, содержащую по меньшей мере одну флотационную установку (1), имеющую:

систему (3) подачи для приема пульпы, предназначенной для обработки в указанной флотационной установке (1),

переливное средство (4) для удаления флотационного концентрата,

выпускное отверстие (5) для удаления нижнего продукта,

при этом флотационная установка (1) содержит

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

пенное устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, причем для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над пенным слоем, или в любой комбинации,

причем за секцией (12) флотации расположен первый классификатор (6), при этом секция (12) флотации также содержит сепаратор (13), выполненный с возможностью предотвращения попадания крупных частиц в первый классификатор (6), и выполнена с возможностью приема из мельницы (2) питания пульпы, из которого не удалены частицы размером менее 300 мкм, при этом секция (12) флотации функционально соединена с впускным отверстием (7) первого классификатора для разделения нижнего продукта, выходящего из секции (12) флотации, на поток (F) мелкого нижнего продукта и поток грубого нижнего продукта, представляющий собой хвосты.

2. Устройство по п.1, в котором флотационная установка (1) содержит указанные устройства для создания псевдооживленного слоя.

3. Устройство по п.1, в котором флотационная установка (1) содержит указанные устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него или над пенным слоем, или в любой комбинации.

4. Устройство по п.1, в котором флотационная установка (1) содержит указанные устройства для создания псевдооживленного слоя и указанные устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над первым слоем, или в любой комбинации.

5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором первый классификатор (6) представляет собой циклон.

6. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором обеспечена возможность подачи потока (F) мелкого нижнего продукта из первого классификатора (6) во флотационную систему (20), содержащую по меньшей мере одну флотационную камеру (21).

7. Устройство по п.6, в котором флотационная камера (21) представляет собой устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, или

устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, причем для взаимодействия с пенным слоем частицы подаются в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него, или над пенным слоем, или в любой комбинации, или

устройство, содержащее устройства для пневматической подачи газа, или

устройство, содержащее закрытую камеру для флотации под давлением, причем флотационный концентрат удаляется из камеры под давлением, или

устройство, содержащее

впускное отверстие (22), подсоединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в нижней части флотационной камеры (21),

переливное средство (15) для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры (21), и

выпускное отверстие (25) для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры (21).

8. Устройство по п.7, в котором флотационная камера (21) представляет собой:

устройство, содержащее устройства для пневматической подачи газа, или

устройство, содержащее закрытую камеру для флотации под давлением, причем флотационный концентрат удаляется из камеры под давлением, или

устройство, содержащее

впускное отверстие (22), подсоединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в нижней части флотационной камеры (21),

переливное средство (15) для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры (21), и

выпускное отверстие (25) для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры (21).

9. Устройство по п.8, в котором флотационная камера (21) представляет собой:

устройство, содержащее закрытую камеру для флотации под давлением, причем флотационный концентрат удаляется из камеры под давлением, или

устройство, содержащее

впускное отверстие (22), подсоединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в нижней части флотационной камеры (21),

переливное средство (15) для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры (21), и

выпускное отверстие (25) для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры (21).

10. Устройство по п.9, в котором флотационная система (20) содержит по меньшей мере три флотационные камеры (21), расположенные последовательно таким образом, что выпускное отверстие (25) для удаления нижнего продукта предшествующей флотационной камеры (21) соединено с впускным отверстием (22) последующей флотационной камеры (21).

11. Устройство по п.9, в котором флотационная камера (21) содержит устройство, содержащее:

впускное отверстие (22), подсоединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в нижней части флотационной камеры (21),

переливное средство (15) для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры (21), и

выпускное отверстие (25) для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры (21).

12. Устройство по п.11, в котором флотационная камера (21) содержит устройства для создания пенного слоя.

13. Устройство по п.9, в котором флотационная камера (21) содержит закрытую камеру для флотации под давлением, при этом флотационный концентрат удаляется из камеры под давлением.

14. Устройство по любому из пп.11-13, в котором флотационная камера (21) содержит механическую мешалку для перемешивания пульпы в указанной камере.

15. Устройство по любому из пп.11-14, в котором флотационная камера (21) содержит механическую мешалку для создания пузырьков в указанной камере.

16. Устройство по п.7, в котором флотационная камера (21) содержит устройства для пневматической подачи газа.

17. Устройство по п.16, в котором флотационная камера (21) представляет собой устройство для разделения пены, содержащее устройства для создания пенного слоя, содержащее

впускное отверстие (22), присоединенное для приема питания, подлежащего обработке в указанной флотационной камере, и расположенное в верхней части флотационной камеры (21), и

переливное средство (15) для удаления флотационного концентрата, расположенное в верхней части флотационной камеры (21).

18. Устройство по п.16 или 17, в котором флотационная камера (21) содержит выпускное отверстие (19) для удаления нижнего продукта, расположенное в нижней части флотационной камеры (21).

19. Устройство по п.17, в котором флотационная камера (21) содержит опускающую трубу для подачи пульпы, причем опускающая труба имеет сопло для подачи флотационного газа под давлением в пульпу.

20. Устройство по п.19, в котором опускающая труба содержит выпускное сопло, выполненное с возможностью возбуждения сверхзвуковой ударной волны в пульпе, когда та выходит из опускающей трубы.

21. Устройство по любому из пп.1-20, в котором сепаратор (13) расположен перед флотационной установкой (1) и предназначен для предотвращения попадания крупных частиц в указанную флотационную установку (1) и в первый классификатор (6).

22. Устройство по любому из пп.1-20, в котором сепаратор (13) расположен между флотационной камерой (1) и первым классификатором (6).

23. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором сепаратор (13) содержит колосник или решетку.

24. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором сепаратор (13) соединен с мельницей (2) для возврата крупных частиц обратно в мельницу (2) для дальнейшего измельчения.

25. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором флотационная камера (1) расположена в конфигурации с открытым циклом.

26. Устройство по любому из пп.1-24, в котором флотационная камера (1) расположена в конфигурации с замкнутым циклом.

27. Способ флотации, включающий

создание подачи питания в мельницу (2),

подачу питания, из которого не удалены частицы размером менее 300 мкм, из мельницы (2) в секцию (12) флотации, содержащую сепаратор (13), выполненный с возможностью предотвращения попа-

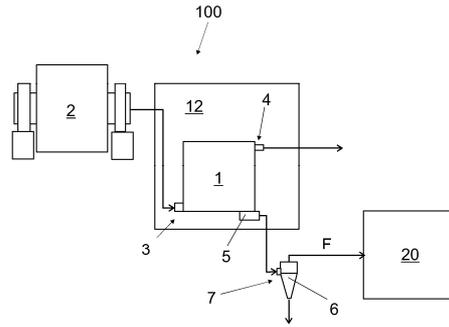
дания крупных частиц в первый классификатор (6), который расположен за секцией (12) флотации, и по меньшей мере одну флотационную установку (1), при этом флотационная установка (1) содержит устройство с псевдооживленным слоем, содержащее устройства для создания псевдооживленного слоя, и/или пенное устройство, содержащее устройства для создания пенного слоя, при этом для взаимодействия с пенным слоем частицы подают в пенный слой, под пенный слой в непосредственной близости от него или над пенным слоем, или в любой комбинации,

удаление флотационного концентрата в виде верхнего продукта из секции (12) флотации,

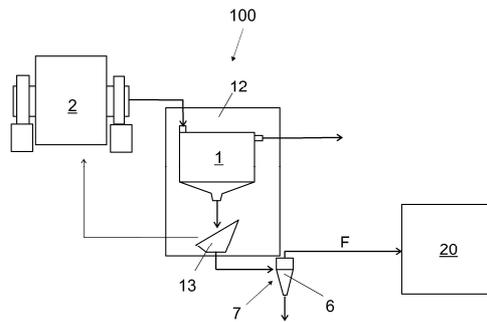
удаление нижнего продукта из секции (12) флотации,

подачу нижнего продукта в первый классификатор (6), и

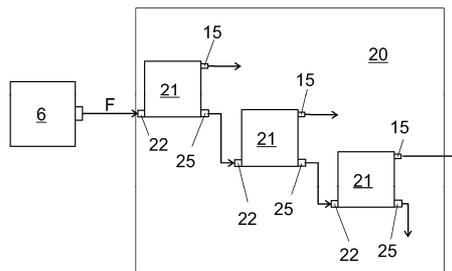
разделение нижнего продукта на поток мелкого нижнего продукта и поток крупного нижнего продукта в первом классификаторе (6).



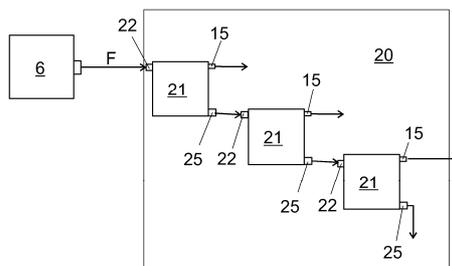
Фиг. 1



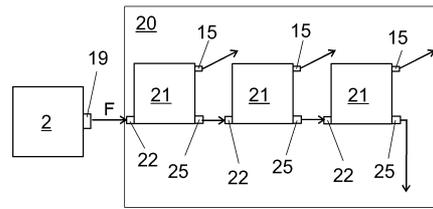
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5