

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039490**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.02

(21) Номер заявки
202090037

(22) Дата подачи заявки
2017.07.04

(51) Int. Cl. **B03D 1/14** (2006.01)
B03D 1/02 (2006.01)
B03D 103/02 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ И СПОСОБ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ

(43) **2020.05.31**

(86) **РСТ/FI2017/050502**

(87) **WO 2019/008214 2019.01.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
Янес Алехандро, Грау Родриго (FI)

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

(56) US-A-5251764
US-A-5039400
US-A-2182442
WO-A1-2009115348
WO-A1-9320945
EP-A2-0146235

(57) Изобретение относится к устройству для пенной флотации и способу обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе. Устройство для пенной флотации содержит флотационную камеру (1) для разделения пульпы (2) на нижний продукт (3) и верхний продукт (4) и содержит: первичную линию (18), содержащую по меньшей мере три флотационные камеры (1), которые соединены последовательно и каждая из которых выполнена с возможностью приема нижнего продукта из предыдущей камеры (1), при этом флотационная камера (1) содержит резервуар (5) и импеллер (7), расположенный внутри резервуара (5), а также средство (8) подачи газа, расположенное внутри резервуара (5), при этом объем резервуара (5) составляет по меньшей мере 200 м³, флотационная камера (1) содержит желоб (15) для сбора пены, выполненный с возможностью приема верхнего продукта (4) и имеющий переливную кромку (14) для перелива пены, при этом флотационная камера (1) характеризуется полезной площадью (A_{froth}) поверхности пены и площадью (A_{pulp}) пульпы, которая рассчитывается как среднее от площадей поперечного сечения резервуара (5) на высоте (h_1) импеллера (7). Соотношение (h/D) между высотой (h), измеряемой от дна (13) резервуара (5) до переливной кромки (14) желоба (15), и диаметром (D) резервуара (5) на высоте (h_1) импеллера (7) составляет менее 1,5. Для третьей или последующей флотационной камеры (1) в последовательности камер соотношение ($A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$) между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет менее 0,45.

039490
B1

039490
B1

Область техники

Изобретение относится к устройству для пенной флотации и способу пенной флотации, в частности к устройству и способу, включающим первичную линию, содержащую по меньшей мере три флотационные камеры, соединенные последовательно.

Предпосылки изобретения

Устройство для пенной флотации применяется для обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе.

Сущность изобретения

Целью данного изобретения является создание устройства для пенной флотации и способа обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе. Указанные цели изобретения достигаются с помощью способа и устройства, отличающихся признаками, изложенными в независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения изобретения описаны в зависимых пунктах формулы изобретения.

В основу изобретения положено устройство для обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе, содержащее флотационную камеру, предназначенную для разделения пульпы на нижний продукт и верхний продукт. Указанное устройство содержит:

первичную линию, содержащую по меньшей мере три флотационные камеры, соединенные последовательно, причем каждая последующая флотационная камера расположена с возможностью приема нижнего продукта из предыдущей флотационной камеры,

при этом флотационная камера содержит резервуар и импеллер, расположенный внутри указанного резервуара, и

флотационная камера содержит средство подачи газа, расположенное в указанном резервуаре,

объем резервуара составляет по меньшей мере 200 м^3 ,

флотационная камера содержит желоб для сбора пены, выполненный с возможностью приема верхнего продукта,

желоб для сбора пены имеет переливную кромку для перелива пены,

флотационная камера характеризуется полезной площадью поверхности пены,

флотационная камера характеризуется площадью пульпы, которая рассчитывается как среднее от площадей поперечного сечения резервуара на высоте импеллера,

соотношение между высотой, измеряемой от дна резервуара до переливной кромки желоба для сбора пены, и диаметром резервуара на высоте импеллера в зоне пульпы составляет менее 1,5,

для третьей или последующей флотационной камеры в последовательности камер соотношение между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы ($A \text{ froth}/A \text{ pulp}$) составляет менее 0,45.

В основу изобретения положен способ пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе, и разделения пульпы во флотационной камере согласно указанному способу на нижний продукт и верхний продукт, причем способ включает следующие этапы:

соединение по меньшей мере трех флотационных камер последовательно для создания первичной линии,

подачу пульпы в резервуар флотационной камеры,

причем каждая последующая флотационная камера принимает нижний продукт из предыдущей флотационной камеры,

введение газа в указанный резервуар с помощью средства подачи газа,

смешивание пульпы и газа при помощи импеллера, расположенного внутри указанного резервуара,

обеспечение объема резервуара, составляющего по меньшей мере 200 м^3 ,

прием верхнего продукта в желоб для сбора пены, выполненный во флотационной камере,

прием верхнего продукта, перетекающего через переливную кромку, выполненную в желобе для сбора пены,

образование полезной площади поверхности пены во флотационной камере,

причем флотационная камера характеризуется площадью пульпы, которую рассчитывают как среднее от площадей поперечного сечения резервуара на высоте импеллера,

обеспечение для резервуара соотношения между высотой, измеряемой от дна резервуара до переливной кромки желоба для сбора пены, и диаметром резервуара на высоте импеллера в зоне пульпы, составляющего менее 1,5,

подачу нижнего продукта в третью или последующую флотационную камеру в последовательности камер, при этом соотношение между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет менее 0,45.

Эффект, обеспечиваемый способом и устройством согласно изобретению, заключается в том, что уменьшенная полезная площадь пены в верхней части резервуара обеспечивает хороший выход пенного продукта, поскольку уменьшено расстояние переноса неустойчивого агломерата из пузырьков и частиц до желоба для сбора пены. Кроме того, уменьшенное горизонтальное расстояние переноса становится более значимым при извлечении крупных частиц.

Краткое описание чертежей

Ниже приведено более подробное описание изобретения с помощью предпочтительных вариантов выполнения и со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

- фиг. 1 изображает вид сверху устройства для пенной флотации,
- фиг. 2 изображает вид сбоку устройства, показанного на фиг. 1,
- фиг. 3 изображает вид в аксонометрии двух желобов для сбора пены,
- фиг. 4 изображает вид сверху устройства для пенной флотации,
- фиг. 5 изображает вид сбоку устройства для пенной флотации,
- фиг. 6 изображает вид сверху устройства для пенной флотации,
- фиг. 7 изображает вид сбоку устройства для пенной флотации,
- фиг. 8 изображает первичную линию в устройстве для пенной флотации.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 изображен вид сверху устройства для пенной флотации, предназначенного для обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе. На фиг. 2 изображен вид сбоку устройства, показанного на фиг. 1. Устройство для пенной флотации содержит флотационную камеру 1, которая обеспечивает разделение пульпы 2 на нижний продукт 3 и верхний продукт 4.

Пенная флотация представляет собой способ физического разделения, обеспечивающий разделение частиц на основании разной способности пузырьков воздуха выборочно прилипать к поверхностям конкретных минералов в минеральной/водной пульпе. Если смесь гидрофобных и гидрофильных частиц находится во взвешенном состоянии в воде и через суспензию барботируют воздух, то гидрофобные частицы будут стремиться прикрепиться к пузырькам воздуха.

В резервуаре 5 флотационной камеры 1 находится пульпа 2, которая представляет собой смесь твердых частиц в жидкости-носителе, например минеральных частиц в воде. Агломераты из пузырьков и частиц перемещаются вверх в камере 1 пенной флотации вследствие подъемной силы, образуя на поверхности слой пены 6. Пена 6 содержит воду, пузырьки и частицы.

В резервуаре 5 происходит механическое перемешивание. Резервуар 5 содержит импеллер 7, расположенный внутри резервуара 5, и средство 8 подачи газа. Мешалка 9 распределяет воздух в пульпе 2, перекачивает пульпу 2, удерживает твердые вещества в суспензии и создает в резервуаре 5 камеры среды для взаимодействия пузырьков и гидрофобных частиц и их последующего присоединения и, следовательно, отделения частиц ценных минералов от нежелательных частиц пустой породы. Мешалка 9 содержит импеллер 7 и приводной узел для вращения импеллера 7. Кроме того, мешалка 9 может также содержать статор 10 для обеспечения более стабильного распределения воздуха. Приводной узел может содержать двигатель 11 и приводной вал 12.

Средство 8 подачи газа в камеру 1 пенной флотации содержит средство подачи сжатого или самонагревающего газа. Примерами систем подачи сжатого газа являются трубопроводы или трубки, подающие газ в нижнюю часть резервуара 5, по меньшей мере, частично, под импеллер 7. Газ может быть подан в зону импеллера 7 также по каналам, выполненным в мешалке 9, содержащей импеллер 7.

Объем резервуара 5 предпочтительно является большим и составляет по меньшей мере 200 м^3 . Объем резервуара 5 представляет собой объем резервуара 5, окружающий пульпу 2 и измеренный от дна 13 резервуара 5 до высоты h_2 расположения переливной кромки 14 желоба 15 для сбора пены. Внутри резервуара 5 могут быть расположены цилиндрические контейнеры меньшего размера. Большие объемы резервуара 5 обеспечивают такие преимущества, как более низкие капитальные, эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание.

Резервуар 5 также содержит желоб 15 для сбора пены, имеющий переливную кромку 14 для перелива пены. Желоб 15 выполнен с возможностью приема верхнего продукта 4. На фиг. 3 изображен вид в аксонометрии двух желобов 15 для сбора пены. Желоб 15 обеспечивает сбор пены 6 с поверхности, т.е. верхнего продукта 4, и ее перенос из резервуара 5 камеры 1 пенной флотации. Желоб 15 представляет собой наклонный дренажный модуль. Уровень слоя пены 6 расположен в целом выше переливной кромки 14 желоба 15 с обеспечением возможности переливания пены 6 через кромку 14. Желоб 15 содержит расположенную под поверхностью выпускную трубу 16, предназначенную для переноса пены 6 или концентрата, т.е. верхнего продукта 4, например, из желоба 15 за пределы резервуара 5.

Камера 1 пенной флотации может иметь один или более желобов 15 для сбора пены, которые могут быть либо внутренними, либо внешними, двойными, радиальными, в зависимости от пропускной способности желоба 15, необходимой для удаления пены 6. Под внутренним желобом понимается желоб 15, расположенный, по меньшей мере, частично, над зоной A_{pulp} пульпы.

В устройстве камеры 1 пенной флотации соотношение $A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$ между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет менее 0,45, причем площадь A_{pulp} рассчитывают как среднее от площадей поперечного сечения резервуара 5 на высоте h_1 импеллера. Полезная площадь A_{froth} поверхности пены представляет собой горизонтальную область в верхней части резервуара 5, которая открыта для прохождения пены 6 на высоте h переливной кромки 14 желоба 15. Полезная площадь A_{froth} поверхности пены показана на фиг. 1, 4 и 6 в виде заштрихованных зон пены 6. Данная уменьшенная полезная площадь A_{froth} поверхности пены в верхней части резервуара 5 уменьшает расстояние переноса

неустойчивого агломерата из пузырьков и частиц до желоба или желобов 15. Твердые частицы являются важным компонентом структуры пены 6, при этом соответствующие твердые частицы также будут обеспечивать высокую стабильность пены 6 и улучшенный перенос пены 6 к кромке желоба. В этом случае обеспечено улучшенное извлечение частиц, в частности крупных частиц. Кроме того, уменьшенная полезная площадь A_{froth} поверхности пены стабилизирует пену 6 вследствие образования более толстого слоя пены 6, поскольку в камере 1 с большей площадью поверхности пены может возникнуть ситуация, когда количество материала с твердыми частицами является недостаточным для стабилизации пены 6.

Соотношение h/D между высотой h , измеряемой от дна 13 резервуара 5 до кромки 14 желоба 15, и диаметром D резервуара 5 на высоте импеллера составляет менее 1,5. Это означает, что резервуар 5 является относительно неглубоким.

Соотношение $A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$ между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы для третьей или последующей флотационной камеры 1 из последовательности соединенных камер 1 составляет менее 0,45.

Устройство обеспечивает высокое содержание концентрата в верхнем продукте 4 флотационной камеры 1, даже когда пульпа 2, подаваемая в камеру 1, разбавлена, т.е. в камеру 1 поступает нижний продукт 4, полученный из нескольких предыдущих флотационных камер 1. Неглубокий резервуар 5, характеризующийся относительно большой площадью A_{pulp} пульпы, обеспечивает длительное время пребывания частиц в пульпе 2 для того, чтобы они встретились с пузырьками воздуха и образовали агломераты из частиц и воздушных пузырьков. Важность времени пребывания возрастает с уменьшением содержания концентрата в поступающей пульпе 2. Уменьшенная полезная площадь A_{froth} поверхности пены обеспечивает наличие более толстого слоя пены 6 и приводит к получению более чистой пены 6. В одном варианте выполнения соотношение h/D между высотой h , измеряемой от дна 13 резервуара до переливной кромки 14 желоба 15, и диаметром D резервуара составляет менее 1,1. Это означает, что резервуар 5 является неглубоким.

В одном варианте выполнения соотношение $A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$ между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет от 0,1 до 0,45. Уменьшение полезной площади A_{froth} поверхности для протекания пены 6 приводит к тому, что поднимающиеся частицы проходят также и в горизонтальном направлении. Для поддержания стабильного слоя пены 6 указанное соотношение предпочтительно не должно быть ниже нижнего предельного значения.

Форма периферии желоба 15 может соответствовать форме периферии резервуара 5. Форма желоба 15 может быть, например, круговой или прямоугольной.

Уменьшение полезной площади A_{froth} поверхности пены предпочтительно выполнено на периферии резервуара 5. Это является преимущественным, поскольку в середине резервуара 5 пузырьков газа больше, чем на периферии. Например, уменьшение полезной площади A_{froth} поверхности пены может быть обеспечено с помощью внутреннего периферического желоба 15 или блокиратора 17 пены. Желоб 15, представляющий собой внутренний периферический желоб, проходит вокруг внутренней верхней части боковой стенки резервуара 5, как показано на фиг. 4.

Если резервуар 5 содержит либо внутренний периферический желоб 15, либо периферический блокиратор 17, то полезная площадь A_{froth} поверхности пены может быть определена путем вычитания площади A_{lauder} желоба, которая представляет собой площадь, закрытую желобами 15 на высоте h_2 переливной кромки 14, и площади блокиратора пены, которая представляет собой площадь, недоступную для пены 6 и не закрытую желобами 15 на высоте h_2 кромки 14, из площади A_{pulp} пульпы.

В качестве примера, соотношение $A_{\text{int_lauder}}/A_{\text{pulp}}$ между площадью внутреннего периферического желоба и площадью пульпы или соотношение $A_{\text{blocker}}/A_{\text{pulp}}$ между площадью периферического блокиратора пены и площадью пульпы составляет более 0,1, предпочтительно более 0,1 и менее 0,5. Угол подъема для агломератов из воздушных пузырьков и частиц ограничивает величину площади поверхности пены, которая может быть уменьшена. Если угол опускания становится слишком пологим, то агломераты из воздушных пузырьков и частиц начинают формировать воздушные карманы, что приводит к возвращению частиц обратно.

В одном варианте выполнения резервуар 5 имеет круговое поперечное сечение на высоте h_2 переливной кромки резервуара 5, как показано на фиг. 2. Кроме того, желоба 15 имеют круговую форму и расположены коаксиально, как показано на фиг. 1.

Круговой резервуар 5 обеспечивает более стабильное распространение пузырьков воздуха, что приводит к получению более стабильного слоя пены, так как импеллер 7 расположен посередине резервуара 5, образуя зону образования воздушных пузырьков, имеющую круговую форму.

На фиг. 3 изображен вариант выполнения, содержащий два желоба 15 для сбора пены, при этом первый желоб 15 расположен внутри второго желоба 15 с отнесением на расстояние d_1 . Желоба 15 имеют круговые периферии.

Среднее расстояние d_c переноса пены предпочтительно составляет менее 100 см и более 5 см в случае желобов 15, имеющих круговую форму и расположенных коаксиально. Указанное среднее расстояние d_c переноса представляет собой расстояние, на которое должна переместиться пена 6 в горизонтальном направлении, прежде чем она достигнет переливной кромки 14. Среднее расстояние d_c переноса вы-

числяется как соотношение между суммой расстояний переноса пены между желобами 15 и количеством желобов 15: $(d_1+d_2+\dots+d_n)/n$. Если два желоба 15 имеют переливные кромки 14, обращенные друг к другу, то расстояние переноса составляет половину расстояния между двумя желобами 15, например половину расстояния между переливными кромками 14. Если два желоба 15 имеют обращенные друг к другу переливную кромку 14 и боковую стенку желоба, расстояние переноса представляет собой расстояние между двумя желобами 15, например расстояние между кромкой 14 и боковой стенкой.

Если среднее расстояние d_{tr} переноса пены является слишком большим, некоторые частицы в агломератах из воздушных пузырьков могут отсоединяться и проходить вниз. Такое возвращение пены назад уменьшает выход пены к желобам 15.

Резервуар 5 может содержать по меньшей мере три отдельных желоба 15 для сбора пены, при этом в желобах 15 имеется пять переливных кромок 14 для перелива пены, как показано на фиг. 5. Внешний желоб 15 представляет собой внутренний периферический желоб с одной переливной кромкой 14. Каждый из двух других внутренних желобов 15 имеет две переливные кромки 14. Данная конфигурация уменьшает возвращение агломератов из частиц и воздушных пузырьков, поскольку расстояние переноса пены до желоба 15 уменьшено по сравнению со случаем, когда имеется только один желоб 15 для сбора пены.

На фиг. 7 изображен вариант выполнения, в котором камера 1 пенной флотации содержит два желоба 15 для сбора пены и блокиратор 17 пены, представляющий собой конический блокиратор в середине резервуара 5. Периферический блокиратор 17 обеспечивает дополнительное уменьшение полезной площади A_{froth} поверхности пены.

Внешний желоб 15 для сбора пены имеет две переливные кромки 14. Внутренний желоб 15 для сбора пены имеет одну переливную кромку 14, обращенную к блокиратору 17.

В другом варианте выполнения желоба 15 расположены в радиальном направлении r резервуара 5, как показано на фиг. 6.

Среднее расстояние d_{tr} переноса пены предпочтительно составляет менее 100 см и более 5 см в случае желобов 15, расположенных в радиальном направлении r резервуара 5. Среднее расстояние d_{tr} переноса пены вычисляется как соотношение между суммой расстояний переноса между желобами 15 и количеством желобов для сбора пены: $(d_1+d_2+\dots+d_n)/n$. Расстояние переноса между двумя желобами 15, переливные кромки 14 которых обращены друг к другу, составляет половину расстояния между указанными двумя желобами. Расстояние переноса между двумя желобами 15, имеющими обращенные друг к другу переливную кромку 14 и боковую стенку, равно расстоянию между указанными двумя желобами. Расстояние между двумя желобами 15 является средним значением расстояний между первыми концами и вторыми концами двух желобов 15, расположенных в радиальном направлении r .

Кроме того, в варианте выполнения, содержащем желоба 15 для сбора пены, расположенные в периферическом направлении резервуара 5, соотношение d_{tr}/w между средним расстоянием d_{tr} переноса и средней шириной желоба 15 в радиальном направлении составляет 0,1-0,6. Данное соотношение обеспечивает соответствующий размер желоба 15, достаточный для приема верхнего продукта проходящей пены 6. Если желоб 15 является слишком узким относительно количества переливающейся пены 6, то пропускная способность желоба превышает и желоб 15 забивается. На фиг. 3 среднее расстояние d_{tr} переноса равно $d_1/2$.

Согласно способу пенной флотации минеральной руды выполняют обработку частиц, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе 2. Согласно указанному способу пульпу 2, находящуюся во флотационной камере 1, разделяют на нижний продукт 3 и верхний продукт 4. Способ включает следующие этапы: соединение по меньшей мере трех флотационных камер 1 последовательно с образованием первичной линии 18, подачу пульпы 2 в резервуар 5 флотационной камеры 1, причем каждая последующая камера 1 принимает нижний продукт 3 из предыдущей камеры 1, введение газа в резервуар 5 с помощью средства 8 подачи газа, смешивание пульпы 2 и газа при помощи импеллера 8 внутри резервуара 5, обеспечение объема резервуара 5, составляющего по меньшей мере 200 м³, прием верхнего продукта 4 в желоб 15 для сбора пены, выполненный во флотационной камере 1, прием верхнего продукта 4, перетекающего через переливную кромку 14, выполненную в желобе 15, образование полезной площади A_{froth} поверхности пены во флотационной камере 1, причем флотационная камера 1 характеризуется площадью A_{pulp} пульпы, которую рассчитывают как среднее от площадей поперечного сечения резервуара 5 на высоте h_1 импеллера 8, обеспечение для резервуара 5 соотношения h/D между высотой h , измеряемой от дна 13 резервуара до переливной кромки 14 желоба 15, и диаметром D резервуара 5 на высоте h_1 импеллера 8 в зоне пульпы, составляющего менее 1,5, подачу нижнего продукта 3 в третью или последующую флотационную камеру 1 в последовательности камер, при этом соотношение A_{froth}/A_{pulp} между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет менее 0,45.

Кроме того, согласно указанному способу пенной флотации соотношение между высотой h , измеряемой от дна 13 резервуара 5 до переливной кромки 14 желоба 15, и диаметром D резервуара составляет, например, менее 1,1.

На фиг. 8 изображена первичная линия 18 в устройстве пенной флотации. Первичная линия 18 содержит по меньшей мере три флотационные камеры 1, соединенные последовательно, как показано на

фиг. 8. Каждая камера 1 обеспечивает разделение пульпы 2 на нижний продукт 3 и верхний продукт 4. Каждая последующая камера 1 расположена с возможностью приема нижнего продукта 3 из предыдущей камеры 1.

Предложенное устройство и способ подходят для пульпы 2, например, содержащей медь (Cu). Пульпа 2, подаваемая в третью камеру 1 или последующую камеру в последовательности камер, может содержать менее 0,2 вес.% меди (Cu).

Для специалиста в данной области техники очевидно, что по мере совершенствования технологии принцип изобретения может быть реализован различными способами. Изобретение и его варианты выполнения не ограничены вышеописанными примерами, а могут быть изменены в рамках объема формулы изобретения.

Перечень элементов:

- 1 - флотационная камера,
- 2 - пульпа,
- 3 - нижний продукт,
- 4 - верхний продукт,
- 5 - резервуар,
- 6 - пена,
- 7 - импеллер,
- 8 - средство подачи газа,
- 9 - мешалка,
- 10 - статор,
- 11 - двигатель,
- 12 - приводной вал,
- 13 - нижняя часть,
- 14 - переливная кромка для перелива пены,
- 15 - желоб для сбора пены,
- 16 - выпускная труба,
- 17 - блокиратор пены,
- 18 - первичная линия;
- A_{blocker} - площадь блокиратора,
- $A_{\text{int_blocker}}$ - площадь внутреннего блокиратора,
- A_{launder} - площадь желоба,
- $A_{\text{int_launder}}$ - площадь внутреннего желоба,
- A_{froth} - площадь поверхности пены,
- A_{pulp} - площадь пульпы,
- d_1, d_2, \dots, d_n - расстояние,
- d_{tr} - расстояние переноса,
- D - диаметр,
- h - высота,
- h1 - высота импеллера,
- h2 - высота,
- r - радиальное направление.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для пенной флотации, предназначенное для обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе, и содержащее флотационную камеру (1) для разделения пульпы (2) на нижний продукт (3) и верхний продукт (4), при этом указанное устройство содержит

первичную линию (18), содержащую по меньшей мере три флотационные камеры (1), соединенные последовательно, причем каждая последующая флотационная камера (1) расположена с возможностью приема нижнего продукта (3) из предыдущей флотационной камеры (1),

при этом флотационная камера (1) содержит резервуар (5) и импеллер (7), расположенный внутри указанного резервуара (5), и

флотационная камера (1) содержит средство (8) подачи газа, расположенное в указанном резервуаре (5),

объем резервуара (5) составляет по меньшей мере 200 м^3 ,

флотационная камера (1) содержит по меньшей мере два желоба для сбора пены, выполненные с возможностью приема верхнего продукта (4),

желоб (15) для сбора пены из указанных по меньшей мере двух желобов имеет переливную кромку (14) для перелива пены,

флотационная камера (1) характеризуется полезной площадью (A_{froth}) поверхности пены,

флотационная камера характеризуется площадью (A_{pulp}) пульпы, которая рассчитывается как сред-

нее от площадей поперечного сечения резервуара (5) на высоте (h_1) импеллера (7),

соотношение (h/D) между высотой (h), измеряемой от дна (13) резервуара (5) до переливной кромки (14) желоба (15) из указанных по меньшей мере двух желобов, и диаметром (D) резервуара (5) на высоте (h_1) импеллера (7) составляет менее 1,5,

отличающееся тем, что для третьей или последующей флотационной камеры (1) в последовательности камер соотношение ($A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$) между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет менее 0,45,

тем, что указанные по меньшей мере два желоба для сбора пены имеют круговую форму и расположены коаксиально,

и тем, что среднее расстояние (d_{tr}) переноса пены составляет менее 100 см.

2. Устройство для пенной флотации по п.1, отличающееся тем, что соотношение (h/D) между высотой (h), измеряемой от дна (13) резервуара (5) до переливной кромки (14) желоба (15) из указанных по меньшей мере двух желобов, и диаметром (D) резервуара (5) составляет менее 1,1.

3. Устройство для пенной флотации по п.1 или 2, отличающееся тем, что соотношение ($A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$) между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет от 0,1 до 0,45.

4. Устройство для пенной флотации по любому из пп.1-3, отличающееся тем, что форма периферии желоба (15) для сбора пены из указанных по меньшей мере двух желобов соответствует форме периферии резервуара (5).

5. Устройство для пенной флотации по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что желоб (15) для сбора пены из указанных по меньшей мере двух желобов содержит внутренний периферический желоб или резервуар (5) содержит внутренний периферический блокиратор (17) пены.

6. Устройство для пенной флотации по п.5, отличающееся тем, что соотношение ($A_{\text{int_launder}}/A_{\text{pulp}}$) между площадью внутреннего периферического желоба и площадью пульпы или соотношение ($A_{\text{int_blocker}}/A_{\text{pulp}}$) между площадью внутреннего периферического блокиратора (17) пены и площадью пульпы составляет более 0,1, предпочтительно более 0,1 и менее 0,5.

7. Устройство для пенной флотации по любому из пп.1-6, отличающееся тем, что резервуар (5) имеет круговое поперечное сечение на высоте (h_2) переливной кромки резервуара (5).

8. Устройство для пенной флотации по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что среднее расстояние (d_{tr}) переноса пены составляет более 5 см.

9. Устройство для пенной флотации по любому из пп.1-8, отличающееся тем, что резервуар (5) содержит по меньшей мере три отдельных желоба (15) для сбора пены.

10. Устройство для пенной флотации по п.9, отличающееся тем, что количество переливных кромок (14) в желобах (15) для сбора пены равно пяти.

11. Устройство для пенной флотации по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что соотношение (d_{tr}/w) между средним расстоянием (d_{tr}) переноса пены и средней шириной (w) желоба для сбора пены в радиальном направлении (r) составляет 0,1-0,6.

12. Устройство для пенной флотации по любому из пп.1-11, отличающееся тем, что средство (8) подачи газа содержит трубу, обеспечивающую подачу газа в нижнюю часть (13) резервуара (5), по меньшей мере, частично, под импеллер (7), или канал, образованный в мешалке (9), содержащей импеллер (7).

13. Устройство для пенной флотации по любому из пп.1-12, отличающееся тем, что флотационная камера (1) содержит мешалку (9), содержащую импеллер (7) и статор (10).

14. Способ пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, находящихся во взвешенном состоянии в пульпе, и разделения пульпы (2) во флотационной камере (1) согласно указанному способу на нижний продукт (3) и верхний продукт (4), причем способ включает следующие этапы:

соединение по меньшей мере трех флотационных камер (1) последовательно для создания первичной линии (18),

подачу пульпы (2) в резервуар (5) флотационной камеры (1),

причем каждая последующая флотационная камера (1) принимает нижний продукт (3) из предыдущей флотационной камеры (1),

введение газа в резервуар (5) с помощью средства (8) подачи газа, смешивание пульпы (2) и газа при помощи импеллера (7) внутри резервуара (5), обеспечение объема резервуара (5), составляющего по меньшей мере 200 м³, прием верхнего продукта (4) в желоб (15) для сбора пены из по меньшей мере двух желобов для сбора пены, выполненных во флотационной камере (1),

прием верхнего продукта (4), перетекающего через переливную кромку (14), выполненную в желобе (15) для сбора пены из указанных по меньшей мере двух желобов,

образование полезной площади (A_{froth}) поверхности пены во флотационной камере (1),

при этом флотационная камера (1) характеризуется площадью (A_{pulp}) пульпы, которую рассчитывают как среднее от площадей поперечного сечения резервуара (5) на высоте (h_1) импеллера,

обеспечение для резервуара (5) соотношения (h/D) между высотой (h), измеряемой от дна (13) резервуара (5) до переливной кромки (14) желоба (15) из указанных по меньшей мере двух желобов, и диаметром (D) резервуара (5) на высоте (h_1) импеллера (7) в зоне пульпы, составляющего менее 1,5,

отличающийся тем, что подают нижний продукт (3) в третью или последующую флотационную ка-

меру (1) в последовательности камер, при этом соотношение ($A_{\text{froth}}/A_{\text{pulp}}$) между полезной площадью поверхности пены и площадью пульпы составляет менее 0,45,

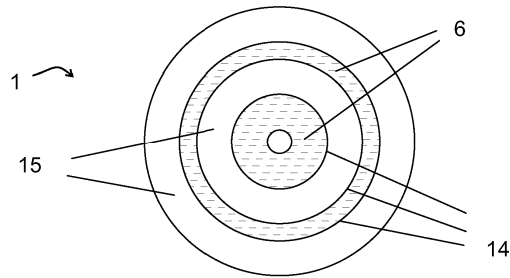
тем, что указанные по меньшей мере два желоба для сбора пены имеют круговую форму и расположены коаксиально,

и тем, что среднее расстояние (d_{tr}) переноса пены составляет менее 100 см.

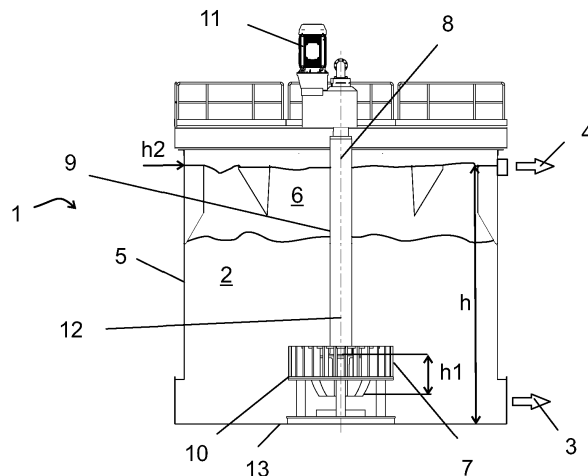
15. Способ по п.14, отличающийся тем, что соотношение (h/D) между высотой (h), измеряемой от дна (13) резервуара (5) до переливной кромки (14) желоба (15), и диаметром (D) резервуара (5) составляет менее 1,1.

16. Способ по п.14 или 15, отличающийся тем, что пульпа (2) содержит медь (Cu).

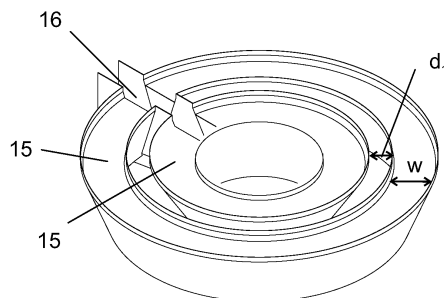
17. Способ по п.16, отличающийся тем, что пульпа (2), подаваемая в третью флотационную камеру (1) или последующую флотационную камеру (1) в последовательности камер, содержит менее 0,2 вес.% меди (Cu).



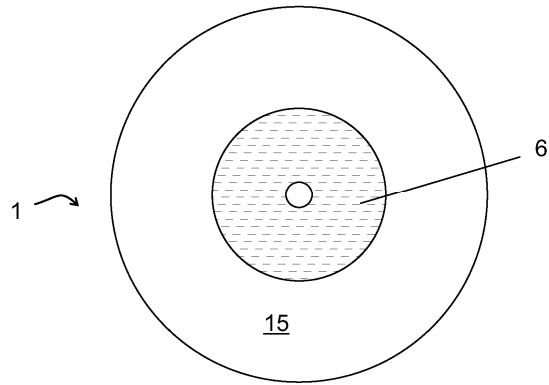
Фиг. 1



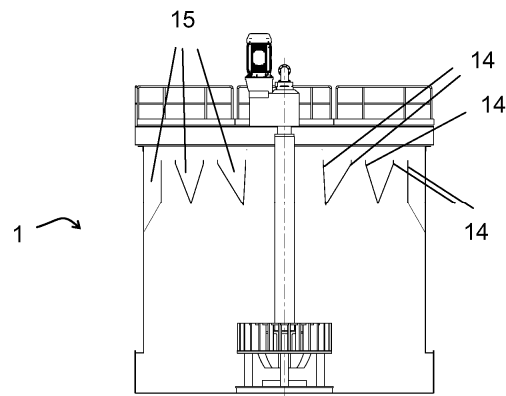
Фиг. 2



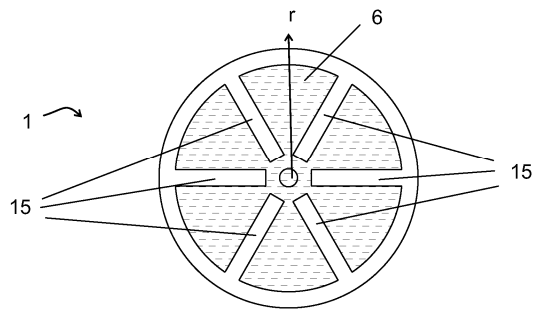
Фиг. 3



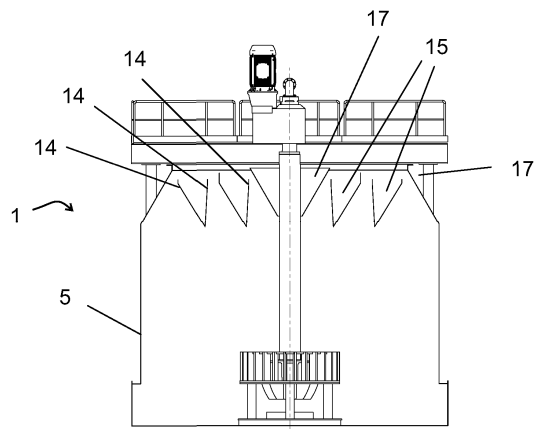
Фиг. 4



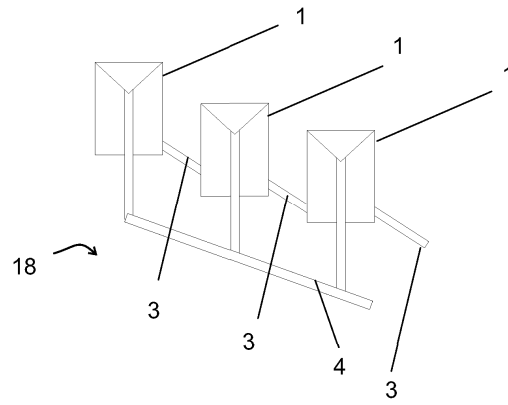
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

