

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045025**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.10.26**

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

(21) Номер заявки  
**201891390**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.12.06**

---

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ПЕНЫ**

---

(31) **102015000082442**

(56) **US-A-5251764**

(32) **2015.12.11**

**US-A-3032199**

(33) **IT**

**EP-A2-1416086**

(43) **2019.01.31**

**EP-A2-0146235**

(86) **PCT/IB2016/057374**

**WO-A2-03078013**

(87) **WO 2017/098401 2017.06.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ВВ ПРОЦЕСС СОЛЮШНЗ ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Боццато Паоло (US)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Предложено устройство для флотационного разделения, включающее флотационную ячейку (12; 112; 212), оснащенную обрабатывающей камерой (13), внутрь которой может вводиться поток жидкости, содержащей разделяемый материал. Кроме того, устройство включает одно или многие устройства (21, 27) для введения и/или генерирования воздушных пузырьков, пригодные для проведения флотационного разделения гидрофобного материала и гидрофильного материала.

**045025**

**B1**

**045025**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к устройству и способу флотационного разделения, которые могут быть использованы для разделения веществ, имеющих различную гидрофобность, например, для разделения частиц, в частности, для целей обработки минералов, например, для обработки угля, а также для целей защиты окружающей среды, повторного использования и водоподготовки, чтобы достигнуть разделения твердых материалов, твердого материала и жидкости, или разделения жидкостей.

### **Уровень техники**

Известны машины для флотационного разделения, которые также называются флотационными ячейками, в которых разделение элементов может происходить с использованием характеристик гидрофильности или гидрофобности конкретных элементов. В горнодобывающей промышленности такие машины известны как флотационные ячейки. Разделительные ячейки обычно собирают поток жидкости, содержащий разделяемые вещества, который далее называется также пульпой, когда он также содержит твердые вещества, и газовые и/или воздушные пузырьки, генерированные и/или нагнетаемые, которые способны отделять гидрофобный материал от гидрофильного материала.

Гидрофобный материал прилипает к пузырькам и переносится к поверхности раздела жидкости и воздуха, образуя тем самым пены, которые будут проявлять тенденцию к объединению и накоплению в верхней части ячейки, тогда как гидрофильный материал будет оставаться в пульпе, которая затем выводится наружу, например, у дна.

Были разработаны флотационные ячейки разнообразных типов, причем наиболее известными и наиболее распространенными являются следующие:

механические разделительные ячейки;

разделительные ячейки колонного типа, также называемые разделительными колоннами;

пневматические разделительные ячейки;

индуцированная растворенным воздухом флотация (DAF). Указанные разделительные ячейки действуют в гравитационном поле, и сила, которая обуславливает разделение между пеной и пульпой, представляет собой силу тяжести.

Также были разработаны центрифужные ячейки, в которых обуславливающая разделение пены и пульпы сила представляет собой центробежную силу. Центробежное ускорение может быть получено подачей материала и пульпы в ячейку по касательной, или может быть создано, например, вращением корпуса флотационной ячейки вокруг оси вращения.

К пульпе могут быть добавлены реагенты, чтобы стимулировать разделение, улучшать стабильность пены, повышать гидрофобность материалов, которые должны быть извлечены, и снижать гидрофобность тех материалов, которые не должны присутствовать в пенах.

Например, пены с огромными толщинами, или высокие пены, могут быть получены с использованием большого количества пенообразователя или многих устойчивых пенообразователей. Большие количества пенообразователя могут улучшать результаты флотационного разделения, но, как правило, также оказывают некоторые вредные влияния на другие части установки и на окружающую среду.

Флотационная ячейка обычно представляет собой обрабатывающий узел, встроенный в установку, и очень часто большие количества пенообразователя будут сокращать общую работоспособность системы. Экологические ограничения также могут ограничивать тип и количество реагентов, которые могут быть использованы для флотационного разделения, и может потребоваться полная обработка и затем рециркуляция вытекающего потока, приводя к более высоким производственным затратам.

Флотационные ячейки механического типа обычно состоят из стенок, которые определяют обрабатываемую камеру, в которую подается пульпа или жидкость. Пульпа поддерживается в перемешиваемом состоянии с помощью лопастной мешалки. Движение лопастной мешалки, в сочетании со статором, преобразует нагнетаемый воздух, поступающий у основания ротора, в мелкие пузырьки в результате действия сил сдвига.

Известны флотационные колонны, которые включают, обычно в их нижней части, генераторы воздушных пузырьков, которые вводят пузырьки, которые, когда они поднимаются, подхватывают гидрофобные вещества в пульпе и переносят их вверх. Разделительные колонны обычно также оснащаются сборным узлом для обогащения пены, чтобы повысить чистоту пены, так что, как правило, может быть получен более чистый образованный концентрат.

В центробежных разделительных ячейках, которые обычно имеют округлую форму, пульпа с разделяемым материалом подается по касательной, чтобы придать ей центробежное ускорение. Воздух, преобразованный в мельчайшие пузырьки, например, с помощью трубки Вентури, нагнетается в подводный материал и пульпу трубопровод.

Механические ячейки показали, что они могут обеспечивать хорошие результаты в плане извлечения гидрофобного материала, но они едва ли дают концентраты высокой чистоты из пены.

Разделительные колонны и пневматические ячейки создают более высокие пены, чем механические ячейки, и пены могут быть промыты для удаления примесей, содержащихся в жидкости между пузырьками, для достижения более высокой чистоты.

Центробежные ячейки имеют более высокую единичную производительность, чем флотационные

ячейки других типов, но они менее эффективны в отношении разделения.

Было продемонстрировано, что селективность разделения возрастает с высотой пены; на этом основании более толстые пены во флотационных ячейках будут давать более чистые продукты вообще без промывания пены, как в случае вышеупомянутых флотационных колонн.

Один недостаток известных в технологии разделительных ячеек состоит в том, что толщина пены снижает ее стабильность, которая должна пониматься как способность пузырьков не схлопываться.

Если пузырьки не схлопываются, может быть получена определенная стабильность и высота пен, которая будет позволять или более непрерывно достигать предназначенного для этого выпускного канала так, что гидрофобный материал может быть эффективно отделен и выделен.

Одной целью настоящего изобретения является создание устройства для флотационного отделения гидрофобных материалов, которое позволяет повысить высоту пен, в то же время предотвращая их спадание.

Еще одна цель настоящего изобретения состоит в создании устройства для флотационного разделения частиц, которое может быть использовано во флотационной ячейке любого типа, известного в технологии, для повышения производительности единичных флотационных ячеек и всей установки в целом.

Дополнительная цель заключается в создании устройства, которое является простым в монтаже на флотационных ячейках и/или в отдалении от них, и которое обеспечивает возможность простого и быстрого технического обслуживания.

Дополнительной целью является разработка способа флотационного отделения гидрофобных материалов, который обеспечивает более эффективное разделение гидрофобных и гидрофильных материалов, а также больших количеств пен, в частности, более высоких пен, чем те, которые могут быть получены согласно прототипу.

Последней по счету, но не по значению является еще одна цель изобретения, состоящая в создании способа и/или устройства для детектирования свойства пены во время процесса разделения.

По соображениям преодоления недостатков прототипа и достижения этих и дополнительных целей и преимуществ, Заявитель настоящего изобретения задумал, протестировал и осуществил настоящее изобретение.

### **Сущность изобретения**

Настоящее изобретение представлено и охарактеризовано в независимых пунктах формулы изобретения. Зависимые пункты формулы изобретения раскрывают другие признаки настоящего изобретения или вариации основной идеи изобретения.

В соответствии с вышеуказанными целями, устройство для флотационного разделения включает флотационную ячейку и по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент, который может быть связан с указанной флотационной ячейкой, предпочтительно будучи подвижным и/или съемным во время процесса разделения.

Устройство для флотационного разделения преимущественно включает многочисленные модульные элементы, взаимосвязанные с образованием трехмерной структуры, имеющей большую вместимость и поддерживающие объемы, которые создают большую дополнительную опорную поверхность для пен.

Указанная поддерживающая структура может иметь постоянное или переменное сечение вдоль одного или многих направлений протяженности.

Модульные элементы могут иметь форму листов, толщина которых является гораздо меньшей, чем размеры, определяющие протяженность поверхности, или они могут иметь удлиненную форму с одним преобладающим размером, например, удлиненные и/или нитевидные элементы, или полые трубы малого диаметра.

Модульные элементы могут иметь, в виде спереди, овальную, круглую, квадратную, многоугольную, регулярную или нерегулярную форму, или любую другую возможную форму. Модульные элементы могут иметь по существу плоскую форму, или они могут быть изогнуты по одной или многим осям, или быть частично плоскими и частично изогнутыми.

Модульные элементы могут иметь постоянное или переменное сечение вдоль продольного или поперечного направлений протяженности.

Модульные элементы могут быть размещены параллельно вертикальной протяженности флотационной ячейки, или они могут быть наклонными, будучи сведенными в параллельные и/или поперечные ряды, или размещены в виде рисунка солнечных лучей, или в виде концентрических колец с переменным диаметром.

Например, модульные элементы могут быть взаимно выровненными в линию, концентрическими или наклонными.

В некоторых вариантах исполнения модульные элементы могут быть объединены друг с другом в отношении среднего размера пузырьков и/или размера разделяемых частиц материалов.

Модульные элементы могут быть сплошными, или они могут иметь сквозные отверстия или пазы, чтобы обеспечить возможность движения пен и/или пульпы или жидкости в боковом направлении. Тем самым устройство может по-прежнему работать, даже когда один или многие объемы проходящей пены были заблокированы содержащимся в ней материалом.

В некоторых вариантах исполнения устройство включает пеноподдерживающий модуль, сформированный одним или многими взаимосвязанными модульными элементами.

Пеноподдерживающий модуль имеет периферические поверхности и внутренние поверхности. Внутренние поверхности определяются многочисленными взаимосвязанными модульными элементами. Наружные поверхности могут определяться теми же модульными элементами, или может быть предусмотрен кожух для ограживания указанных модульных элементов.

В некоторых вариантах исполнения пеноподдерживающие модули могут включать специализированное устройство для рециркуляции воздуха и введения и генерирования пузырьков для усиления общего формирования пузырьков, обеспечивая более высокие пены. В некоторых альтернативных вариантах исполнения, которые могут быть объединены с другими вариантами исполнения, пеноподдерживающие модули могут быть связаны с промывными устройствами, которые могут быть либо соединены с промывной системой, или обособлены от нее, будучи входящими в состав, например, ячеек колонного типа, тем самым обеспечивая улучшенное обогащение и промывание пены.

Модульные элементы и/или пеноподдерживающие модули могут быть применены во флотационной ячейке любого существующего типа. Они также могут быть конструктивно встроены в новые машины.

Во всяком случае, модульные элементы и/или пеноподдерживающие модули предпочтительно могут быть смонтированы подвижными и/или съемными, даже во время процесса разделения, так, что они могут быть передвинуты или удалены, чтобы отобрать образцы пены или провести работы по техническому обслуживанию, очистке и тому подобные.

В некоторых вариантах исполнения модульные элементы и/или пеноподдерживающие модули устанавливаются в верхней части флотационных ячеек и могут быть частично размещены внутри пульпы или поверх нее. Модульные элементы и/или пеноподдерживающие модули могут быть нанесены на край флотационной ячейки или связаны с ним, или подвешены относительно пульпы.

Модульные элементы и/или пеноподдерживающие модули могут быть размещены так, чтобы покрывать всю свободную площадь поверхности раздела между жидкостью, содержащей разделяемый материал, и пенами во флотационной ячейке или только часть ее.

Пены могут быть собраны переливом с верха пеноподдерживающих модулей, или через дренажные каналы, ведущие в сборные резервуары или коллекторы, или же они могут быть переведены через соединительные трубопроводы в последующий пеноподдерживающий модуль, и из последнего в серии пеноподдерживающего модуля может быть отобран концентрат.

Согласно предпочтительному возможному варианту осуществления, изобретение включает устройство для отбора образцов пены, так что могут быть определены свойства пены, такие как состав, чистота и тому подобные.

Согласно формуле изобретения предлагается устройство для флотационного разделения, содержащее: разделительную флотационную ячейку, оснащенную обрабатывающей камерой, внутрь которой может быть введен поток жидкости, содержащий материал, подлежащий разделению;

и одно или более устройств для введения и/или генерирования воздушных пузырьков, для проведения флотационного разделения гидрофобного материала и гидрофильного материала,

отличающееся тем, что указанное устройство содержит по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент, с возможностью снятия связанный с разделительной флотационной ячейкой, так что по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент (30) может быть удален, чтобы отобрать образцы пены или провести работы по техническому обслуживанию, очистке или замене, и тому подобному, во время процесса разделения,

и причем по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент содержит модульные стеночные элементы, размещенные параллельно или в поперечных направлениях с образованием структуры в форме трехмерной решетки.

Предпочтительно модульные элементы, связаны друг с другом с образованием внутренней структуры пеноподдерживающего модуля, предназначенного для создания дополнительных опорных поверхностей для пен, причем указанный пеноподдерживающий модуль является подвижным и/или съемным во время процесса разделения.

Предпочтительно указанные модульные пеноподдерживающие элементы имеют, в виде спереди, овальную, круглую, квадратную, многоугольную, правильную или неправильную форму, или любую другую возможную форму, и что указанные модульные элементы имеют плоскую и/или изогнутую форму.

Предпочтительно указанные модульные элементы имеют постоянное или переменное сечение вдоль продольной и/или поперечной протяженности.

Предпочтительно указанная структура представляет собой сетку или решетку, или структуру, имеющую тороидальную форму или форму круглого венца, или трехмерную структуру, имеющую любую форму, конфигурированную для создания проточных объемов и дополнительных опорных поверхностей для поддержания пен и стимулирования течения их вверх.

Предпочтительно указанный по меньшей мере один модульный элемент и/или пеноподдерживающий модуль содержит устройство для генерирования и/или введения пузырьков, выполненное с возможностью формирования и/или введения воздушных пузырьков, чтобы усиливать общее течение пузырьков

и стимулировать рост и стабильность пен в устройстве.

Предпочтительно указанный по меньшей мере один модульный элемент и/или пеноподдерживающий модуль содержит контур рециркуляции пены, предназначенный для обеспечения возможности рециркуляции концентрата в пенах.

Предпочтительно указанный по меньшей мере один модульный элемент и/или пеноподдерживающий модуль содержит одно или более промывные устройства, выполненные с возможностью подачи воды и/или жидкости на различных высотах внутри указанного пеноподдерживающего модуля.

Предпочтительно указанные модульные элементы и/или указанные пеноподдерживающие модули размещены таким образом, чтобы покрывать всю свободную поверхность жидкости в упомянутой разделительной флотационной ячейке, или только ее часть.

Предпочтительно указанные модульные элементы и/или указанные пеноподдерживающие модули смонтированы в верхней части разделительных флотационных ячеек, и могут быть частично размещены внутри пульпы или жидкости, или поверх нее.

Предпочтительно модульные элементы и/или модули могут быть установлены на краю разделительной флотационной ячейки, или иным образом связаны с нею, или подвешены в пульпе или жидкости, или оставлены плавать в последней.

Также согласно формуле изобретения предлагается способ флотационного разделения в вышеуказанном устройстве для флотационного разделения, предусматривающий:

введение потока, содержащего материал, подлежащий разделению в обрабатываемую камеру;  
генерирование и/или введение воздушных пузырьков в указанную обрабатываемую камеру;  
отделение от гидрофильного материала гидрофобного материала, который прилипает к пузырькам и переносится в сторону свободной поверхности жидкости в указанной обрабатываемой камере.

Причем способ предусматривает:

формирование очень глубоких пен, в то же время с поддержанием их посредством по меньшей мере одного модульного элемента и/или одного пеноподдерживающего модуля, связанных с разделительной флотационной ячейкой в вышеуказанном устройстве;

удаление по меньшей мере одного модульного элемента и/или одного пеноподдерживающего модуля из разделительной ячейки, чтобы отобрать образец пены, подлежащей анализу во время способа.

Предпочтительно один или более эксплуатационные параметры разделительной ячейки контролируются в зависимости от свойств проанализированного образца пены.

Кроме того, согласно формуле изобретения предлагается устройство для управления флотационным разделением в вышеуказанном способе, содержащее модульный элемент и/или пеноподдерживающий модуль, связанный с возможностью снятия с упомянутой разделительной ячейкой во время работы разделительной ячейки так, что, по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент может быть удален, чтобы отобрать образцы пены или провести работы по техническому обслуживанию, очистке или замене, и тому подобному, во время процесса разделения, и причем, по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент содержит модульные стеночные элементы, размещенные параллельно или в поперечных направлениях с образованием структуры в форме трехмерной решетки.

#### **Краткое описание чертежей**

Эти и другие признаки настоящего изобретения станут очевидными в свете нижеследующего описания некоторых примерных вариантов осуществления его, в которых будет сделана ссылка на сопроводительные чертежи, в которых:

фиг. 1 представляет схематический вид спереди в разрезе устройства для флотационного разделения в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения;

фиг. 2 представляет вид сверху устройства в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения;

фигуры 3a-3b представляют схематические виды вариантов исполнения комбинаций модульных элементов в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения;

фиг. 4 представляет схематический перспективный вид пеноподдерживающего модуля в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения;

фигуры 5a-5c представляют схематические виды некоторых вариантов исполнения пеноподдерживающего модуля из фиг. 3;

фиг. 6 представляет схематический вид некоторых устройств для флотационного разделения в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения, последовательно соединенных друг с другом;

фиг. 7 представляет схематический вид спереди в разрезе варианта устройства для флотационного разделения в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения;

фиг. 8 представляет вид сверху устройства для флотационного разделения в соответствии с вариантом согласно фиг. 7;

фиг. 9 представляет схематический вид спереди в разрезе дополнительного варианта устройства для флотационного разделения в соответствии с описываемыми здесь некоторыми вариантами исполнения.

Для лучшего понимания, в чертежах были использованы одинаковые кодовые номера позиций, на-

сколько возможно, для обозначения идентичных общих элементов. Кроме того, само собой разумеется, что элементы и признаки одного варианта исполнения могут быть также могут быть легко применимы в других вариантах исполнения.

#### **Описание некоторых вариантов осуществления изобретения**

Теперь будет приведена ссылка на подробности разнообразных вариантов осуществления изобретения, один или многие примеры которого иллюстрированы в сопроводительных чертежах. Каждый пример приведен, чтобы проиллюстрировать изобретение, и не должен пониматься как ограничивающий его. Например, признаки иллюстрированного или описанного здесь варианта исполнения могут быть действительными в других вариантах исполнения или связаны с ними, чтобы создать дополнительный вариант исполнения. Понятно, что настоящее изобретение включает все такие модификации и вариации.

В соответствии с настоящим изобретением, устройство 10 для флотационного разделения в общем может быть использовано для отделения гидрофобных материалов, например, для целей обработки минералов, в частности, для обработки угля, или в вариантах применения для защиты окружающей среды, повторного использования и водоподготовки, чтобы достигать разделения твердых материалов, твердого материала и жидкости, или разделения жидкостей.

В вариантах исполнения согласно настоящему описанию, выражение "флотационное разделение" подразумевает химический процесс, попадающий в категорию таких способов, которые называются в промышленности "адсорбционно-пузырьковым разделением". В частности, двумя примерами способов "флотационного разделения" являются способ "пенной флотации" и способ "пенного фракционирования". Устройство 10 согласно настоящему изобретению включает флотационную ячейку 12, 112, 212, и по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий модуль 30, который подвижно и/или с возможностью снятия связан, также во время процесса, с флотационной ячейкой 12, 112, 212.

В некоторых вариантах исполнения предусматриваются многочисленные модульные элементы 30, которые взаимосвязаны для формирования трехмерной поддерживающей пену структуры.

Модульные элементы 30 могут иметь удлиненную, плоскую или изогнутую форму, и могут быть взаимно выровненными, концентрическими или наклонными, с образованием решетки, или иметь тороидальную форму или форму круглого венца, или любую возможную трехмерную структуру 28, которая может быть получена сочетанием и пересечением модульных элементов 30, чтобы обеспечивать пене возможность течения вверх.

Поддерживающая структура 28 может иметь вмещающие и поддерживающие пену объемы, создающие большие дополнительные опорные поверхности для пузырьков так, что они не будут подпираться только нижележащими пузырьками, и тем самым могут образовывать более стабильные и более высокие, или более глубокие пены.

В некоторых вариантах исполнения модульные элементы 30, объединенные друг с другом с образованием структуры 28, могут формировать внутреннюю структуру пеноподдерживающего модуля 14.

В вариантах исполнения, описываемых здесь со ссылкой на фиг. 1, механическая флотационная ячейка 12 включает обрабатывающую камеру 13, определяемую наружными боковыми стенками 16 и донной стенкой 17, и предназначенную для содержания пульпы или жидкости, и для проведения отделения гидрофильного материала от гидрофобного материала. Флотационная ячейка 12 включает отверстие 18 для подачи потока разделяемого материала, и выпускное отверстие 20 для выведения вытекающего потока, то есть, жидкости, содержащей гидрофильный материал, которое, как правило, размещается вблизи дна 17.

Флотационная ячейка 12 также включает ротор 22, соединенный с двигателем 24 и приводимый им в движение, который поддерживает пульпу в состоянии перемешивания и предотвращает оседание содержащегося в ней материала. Также может присутствовать устройство 27 для подачи воздуха, например, связанное с вращением двигателя или соединенное с нагнетателем или компрессором; этот воздух необходим для формирования пузырьков, к которым будет прилипать гидрофобный материал. Например, объединенное действие ротора и статора лопастной мешалки 22 может быть использовано (статор в чертеже не показан), чтобы генерировать мелкие пузырьки.

Как правило, механическая разделительная ячейка 12 также оснащается опорной конструкцией, также называемой мостиком, 25, предназначенной для поддерживания сборного узла, включающего лопастную мешалку 22 и двигатель 24. Мостик 25 может представлять собой раму или опорную пластину.

Пузырьки поднимаются в сторону верхней части флотационной ячейки 12 и, когда они достигают высоты, превышающей наружные стенки 16, они могут падать в подходящие пеносборники 26, из которых они будут выводиться, чтобы извлекать отделенный концентрат материала.

В дополнение и/или в качестве альтернативы, вблизи края боковой(ых) стенки(ок) 16 разделительной ячейки 112 могут быть один или многие каналы (в чертежах не показаны) для слива или выпуска пены из ячейки 12 в сборники 26.

В некоторых вариантах исполнения модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 встроены в верхнюю часть флотационных ячеек 12 и могут быть частично размещены внутри пульпы или на ее верху. Модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 могут быть присоединены к краю флотационной ячейки 12 или связаны с ней, или подвешены относительно пульпы или

жидкости, или плавают на ней.

Модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 преимущественно связаны с разделительной ячейкой 12, будучи подвижными и/или съемными. Благодаря этому они могут быть сдвинуты или удалены, даже когда ячейка 12 находится в эксплуатационном режиме во время процесса флотации согласно изобретению.

Это сделает возможным принятие мер сразу же, как потребуются: например, в случае неисправности, отказа или тому подобного, или для замены одного или многих модульных элементов 30 или пеноподдерживающих модулей 14, или для проверки хода процесса разделения, или для отбора образцов пены для исследования.

В сущности, при удалении, подъеме или любом передвижении одного или многих модульных элементов 30 или пеноподдерживающих модулей 14 также будет удаляться осажденная на них пена.

Полученная таким образом пена затем может быть проанализирована отдельно в лаборатории или визуально оператором с целью оценки ее свойств (например, плотности, чистоты, состава, и т.д.), и получения сведений относительно течения процесса разделения; тем самым можно будет проверить, правильно ли протекает процесс, или же требуются некоторые изменения параметров процесса (например, количества вдуваемых пузырьков, скорости вращения лопастной мешалки 22 для перемешивания пульпы, времени пребывания в сепараторе, и т.д.). В некоторых вариантах исполнения пеноподдерживающий модуль 14 может быть плотно или неплотно соединен с флотационной ячейкой 12, 112, 212; в обоих случаях пены будут подниматься вследствие эффекта стенки, усиленного внутренней структурой 28.

В соответствии с описываемыми здесь вариантами исполнения, со ссылкой на фигуры 1 и 2, модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 могут быть связаны с флотационной ячейкой 12 таким образом, чтобы покрывать всю свободную поверхность пульпы или только ее часть.

Например, в правой части фигур 1 и 2 показано примерное техническое решение, в котором шесть модульных элементов 30 или пеноподдерживающих модулей 14 покрывают всю свободную поверхность пульпы (от центра к стенке 16) и собирают всю пену и концентрат, которые поднимаются к верхней части флотационной ячейки 12; в этом случае покрытие является почти плотным.

В левой части фигур 1 и 2 показано примерное техническое решение, в котором четыре модульных элемента 30 размещены так, что покрывают не всю свободную поверхность, но только внутреннюю часть, которая наиболее отдалена от пеносборника 26. Тем самым пены могут быть выведены традиционным путем, с частицами и волокнами, в том числе крупными, собираясь в пеносборниках 26, тогда как самая внутренняя часть очищается в пеноподдерживающем модуле 14 для создания более чистого концентрата. Эти два технических решения могут быть использованы по отдельности или в сочетании друг с другом или с дополнительными вариантами исполнения.

Иллюстрированное в левой части решение позволяет применять пеноподдерживающий модуль 14 как "накопитель пены" в традиционных флотационных ячейках 12, 112, 212 так, что более глубокие пены могут быть сформированы также вблизи наружных стенок 16.

Пены не должны быть слишком глубокими в самой наружной части, поскольку это приводило бы к сокращению среднего времени пребывания во флотационных ячейках 12, 112, 212, так как уменьшался бы полезный объем, приводя к снижению извлечения гидрофобного материала в пенах. Модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 обеспечивают такое преимущество, что могут быть получены очень высокие пены, в то же время с сохранением неизменного среднего времени пребывания пульпы или жидкости во флотационных ячейках 12, 112, 212. Среднее время может быть также увеличено, если повышается уровень пульпы или жидкости, и соответствующие модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 размещены так, чтобы плотно покрывать всю свободную поверхность. Это может оказаться в любом случае полезным в существующих системах флотационных ячеек 12, 112, 212, которые не могут обеспечивать удовлетворительные результаты вследствие их недостаточного размера.

Согласно описываемым здесь вариантам исполнения, со ссылкой на фиг. 3а, модульные элементы 30 могут включать модульные стеночные элементы 30а, 30б, размещенные параллельно или в поперечных направлениях с образованием структуры 28, например, в форме трехмерной решетки. Модульные элементы 30а, 30б могут быть размещены в ортогональных направлениях или наклонно относительно друг друга на иной угол, нежели 90°.

Модульные элементы 30а, 30б могут быть либо выровнены по вертикали, либо размещены наклонно.

В некоторых вариантах исполнения модульные элементы 30 могут иметь гладкие поверхности, или снабжены сквозными отверстиями или пазами для возможности протекания пузырьков и пен в поперечном направлении.

Модульные элементы 30а, 30б формируют проточные для пены объемы, имеющие относительно узкое поперечное сечение. Такие секции могут становиться закупоренными твердыми частицами или волокнами, содержащимися в пульпе.

Наличие перфорированных модульных элементов 30а, 30б будет позволять пульпе, пене и/или пузырькам протекать в поперечном направлении для обеспечения самовыравнивания уровня пульпы или

жидкости внутри структуры 28. Это значит, что могут быть получены боковые перемещения и более высокая эффективность, когда засоряется канал или проток, тем, что обеспечивается возможность перераспределения самого содержимого в соседние протоки.

Согласно альтернативному описываемому здесь варианту исполнения со ссылкой на фиг. 3b, структура 28 может включать модульные элементы 30a, размещенные параллельно друг другу с помещением между ними соединительных модульных элементов 30c, имеющих удлиненную форму и толщину, которая является гораздо меньшей, чем размеры, которые определяют их поверхность. В некоторых вариантах исполнения соединительные модульные элементы 30c могут быть размещены в ортогональном направлении или наклонно под углом  $\alpha$ , иным, нежели  $90^\circ$ , относительно модульных элементов 30a.

Пузырек и/или частица, движущиеся в вертикальном направлении, имеет вес, который равен их массе, умноженной на ускорение свободного падения ( $m \times g$ ). Наклонный соединительный элемент 30c может создавать поддержку для пузырьков, равную  $m \times g \times \cos \alpha$  по направлению, перпендикулярному поверхности соединительного элемента 30c, то есть, меньшую или равную значению  $m \times g$ . Вес пузырьков и содержащихся в них частиц тем самым будет снижаться не только вследствие эффекта стенки, создаваемого модульными элементами 30a, то также силой реакции, прилагаемой наклонным соединительным элементом 30c.

В дополнительных вариантах исполнения структура 28 может состоять из решетки, сформированной многочисленными сплошными или полыми модульными элементами 30a, имеющими один преобладающий размер.

В некоторых возможных технических решениях модульные стеночные элементы 30a, 30b могут быть изготовлены в виде единой цельной детали, протяженной от нижней части до верхней части внутренней структуры 28, или вдоль ее поперечной протяженности, или они могут быть изготовлены из многочисленных модульных элементов 30, взаимно наложенных друг на друга и объединенных, или соединенных и удерживаемых на расстоянии друг от друга с помощью дополнительных соединительных элементов 30c, например, соединительных стержневых распорок.

Фиг. 4 используется здесь как ссылка для описания пеноподдерживающего модуля 14, который включает по меньшей мере один модульный элемент 30, в частности, многочисленные модульные элементы.

Пеноподдерживающий модуль 14 может иметь периферические поверхности и внутренние поверхности, определяемые модульными элементами 30, которые создают дополнительные опорные поверхности для пен.

В некоторых вариантах исполнения пеноподдерживающий модуль 14 может включать боковые стенки 36, которые образуют кожух 38, который снаружи охватывает модульные элементы 30. Боковые стенки 36 также могут быть предназначены для того, чтобы обеспечивать возможность соединения пеноподдерживающего модуля 14 с верхней частью флотационной ячейки 12.

Кожух 38 может быть ограничен нижним краем 37 и верхним краем 39. Нижний край 37 может быть погружен в пульпу или жидкость, или подвешен поверх нее, тогда как верхний край 39 может быть заключен внутри наружных стенок 16 обрабатываемой камеры 13 или выступать за их пределы.

Когда пеноподдерживающий модуль 14 частично вставлен в обрабатываемую камеру 13, боковые стенки 36 могут иметь сквозные отверстия или пазы по меньшей мере на их нижней части на одном уровне с жидкостью, чтобы обеспечивать возможность бокового перемещения ее внутрь и наружу пеноподдерживающего модуля 14. В части, находящейся вне жидкости, боковые стенки 36 могут быть выполнены как сплошные стенки, чтобы удерживать пены и поддерживать их, пока они не достигнут верхнего края 39, где они затем будут удалены.

В некоторых вариантах исполнения боковые стенки 36 могут быть изготовлены в виде единой цельной детали, или же они могут быть выполнены из сегментов, соединенных и объединенных друг с другом с образованием кожуха 38.

В некоторых вариантах исполнения кожух 38 может иметь постоянное или переменное поперечное сечение между нижним краем 37 и верхним краем 39. Поперечное сечение также может варьировать более чем однократно.

Например, поперечное сечение, определяемое нижним краем 37 пеноподдерживающего модуля 14, может иметь размеры A1 и B1, тогда как сечение, определяемое верхним краем 39, может иметь размеры A2 и B2, соответственно равные размерам A1 и B1. Размеры A2 и B2 верхнего края 39 может быть выбраны в зависимости от достигаемой вертикальной скорости пен. Если скорость воздушного потока через сечение остается постоянной, средняя скорость будет обратно пропорциональна площади сечения.

В некоторых вариантах исполнения модульные элементы 30 могут быть прочно зафиксированы и скреплены с боковыми стенками 36 с использованием подходящих известных крепежных средств. Некоторыми примерами крепежных средств могут быть сварочные швы, болты, крючки, шарниры, фланцы, или тому подобные.

Указанные крепежные средства предпочтительно позволяют удалять модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 даже во время процесса разделения, то есть, когда разделительная



ячейка 12 находится в рабочем режиме.

В одном альтернативном варианте исполнения может использоваться опорный элемент 40, предназначенный для поддерживания модульных элементов 30 в желательном положении, и скрепления их с боковыми стенками 36. Опорный элемент 40 может быть размещен у нижнего края 37 или на предварительно определенном расстоянии  $h_1$  от нижнего края 37.

Один альтернативный вариант исполнения может предусматривать стопорный элемент 42, предназначенный для ограничения вертикального перемещения модульных элементов 30. Стопорный элемент 42 может быть размещен вблизи верхнего края 39, то есть, на расстоянии  $h_2$  от последнего.

В некоторых вариантах исполнения опорный элемент 40 и/или стопорный элемент 42 могут включать балки, решетки или другие элементы, пригодные для поддерживания модульных элементов 30, в то же время обеспечивая возможность протекания как жидкости, так и воздушных пузырьков.

В некоторых вариантах исполнения опорный элемент 40 и/или стопорный элемент 42 могут быть закреплены с возможностью снятия на боковых стенках 36, так, что модульные элементы 30 могут быть быстро извлечены, чтобы провести операции очистки и технического обслуживания.

Некоторые варианты исполнения могут предусматривать только один опорный элемент 40 и только один стопорный элемент 42 для всей внутренней структуры 28, или дополнительные опорные элементы 40 и/или ограничительные элементы 42 могут быть размещены в промежуточных положениях между некоторыми модульными элементами 30.

В некоторых вариантах исполнения пеноподдерживающие модули 14 могут включать устройства 50 для генерирования и/или распределения пузырьков, предназначенные для введения добавочных пузырьков, чтобы сделать процесс разделения более производительным. Тем самым пузырьки будут вводиться как во флотационные ячейки 12, 112, 212 через известные генераторы 21, 27, так и в каждый отдельный пеноподдерживающий модуль 14. Этим путем большое число пузырьков может подводиться и нагнетаться в пеноподдерживающий модуль 14, чтобы регулировать отделение и извлечение гидрофобного материала.

Дополнительные пузырьки также могут быть генерированы путем принудительной рециркуляции части материала, выходящего из флотационных ячеек 12, 112, 212 в дополнительные флотационные ячейки 12, 112, 212. Это техническое решение является типичным для генераторов пузырьков, включающих устройства Вентури или "поточные смесители".

В некоторых вариантах исполнения пеноподдерживающий модуль 14 может включать контур 52 рециркуляции пены, предназначенный для обеспечения рециркуляции пен, собранных из размещенных выше по потоку и/или ниже по потоку флотационных ячеек 12, и для выведения пен на различных высотах пеноподдерживающего модуля 14.

Пеноподдерживающий модуль 14 также может включать свой собственный контур 54 промывания пены, конфигурированный для промывания пен, поддерживаемых модульными элементами 30, чтобы повысить их чистоту, то есть, чтобы получить более чистый концентрат отделенного материала.

Контур 54 промывания пены может включать одно или многие промывные устройства 56, предназначенные для дозирования воды или еще одной подходящей жидкости, в пеноподдерживающие модули 14, например, на различных высотах. Промывные устройства 56 могут быть использованы в дополнение к существующим промывным устройствам, таким как размещенные во флотационных ячейках 112 колонного типа (фиг. 7).

В некоторых описываемых здесь вариантах исполнения, со ссылкой на фиг. 4, пеноподдерживающие модули 14 могут быть оснащены рукоятками 58, ушками или другими элементами, предназначенными для возможности легкого подхватывания и монтажа пеноподдерживающих модулей 14.

В некоторых описываемых здесь вариантах исполнения, со ссылкой на фиг. 4, пеноподдерживающие модули 14 могут включать опорные элементы 60, предназначенные для соединения пеноподдерживающих модулей 14 с флотационными ячейками 12, 112, 212, например, на концах наружных стенок 16 флотационных ячеек 12, 112, 212 и/или вблизи их, и/или подвешенные поверх пульпы или жидкости. Опорные элементы 60 также могут быть предназначены для соединения друг с другом двух или более пеноподдерживающих модулей 14.

Опорные элементы 60 могут включать боковые или угловые выступы, швы, крючки и съемные крепежные элементы, и могут быть размещены на любой высоте пеноподдерживающего модуля 14 для вставления его во флотационную ячейку 12, 112, 212 и/или для связывания с нею, и/или с дополнительным пеноподдерживающим модулем 14, и/или с поддерживающим мостиком 25, и для удерживания его в желательном положении.

Опорные элементы 60 могут быть непосредственно соединены со стенками 16 или с мостиком 25, или они могут быть связаны подходящими опорными структурами 62 и/или соединены с ними, закрепленными внутри обрабатываемой камеры 13 флотационных ячеек 12, 112, 212. Опорные структуры 62 могут быть конфигурированы для поддерживания отдельных модульных элементов 30 и/или пеноподдерживающих модулей 14.

В некоторых альтернативных вариантах исполнения модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 могут удерживаться флотационными ячейками 12, 112, 212 так, что они могут сво-

бно двигаться в вертикальном направлении, например, с использованием поплавков. При таком техническом решении высота пен может поддерживаться постоянной в структуре 28, независимо от уровня жидкости во флотационной ячейке 12, 112, 212. Могут присутствовать стопорные элементы, предназначенные для ограничения перемещения и для предотвращения повреждения модульными элементами 30 и/или пеноподдерживающими модулями 14 частей флотационных ячеек 12, 112, 212, например, лопастной мешалки или противоизносных покрытий.

В некоторых вариантах исполнения, которые могут быть объединены со всеми описываемыми здесь вариантами исполнения, пеноподдерживающие модули на одной или многих боковых стенках 36 кожуха 38 могут быть оснащены боковыми дверцами 57, предназначенными для возможности удаления концентрата из пеноподдерживающего модуля 14, если последний оказывается засоренным и препятствует надлежащему протеканию пен и концентрата в сторону верхнего края 39. Тем самым в случае, что пеноподдерживающий модуль 14 становится заблокированным, можно будет продолжать использование разделительного устройства 10 как традиционную флотационную ячейку 12, 112, 212.

Фигуры 5a-5c применимы для описания различных способов сбора пен на верхнем крае 39 пеноподдерживающего модуля 14.

Пены могут быть собраны, например, переливом в подходящие коллекторы 44, которые затем отводятся через сборный трубопровод 46 (фиг. 5a), или через выпускное отверстие из коллектора 44 в размещенный ниже контейнер, сборник или резервуар (фиг. 5b).

В некоторых возможных вариантах пены могут быть собраны и выведены непосредственно через один или многие сборные трубопроводы 48, размещенные на вершинах пеноподдерживающих модулей 14 (фиг. 5c).

Сборные трубопроводы 46 и/или 48 могут быть соединены с соответствующими пеносборниками 26 флотационных ячеек 12, 112, 212.

Фиг. 6 приведена для описания примерного варианта исполнения группы 100, включающей многочисленные разделительные устройства 10, каждое из которых включает флотационную ячейку 12, например, механическую ячейку (некоторые части которой, например, лопастная мешалка, не показаны для ясности), и пеноподдерживающий модуль 14, соединенные друг с другом для обеспечения возможности протекания между ними пульпы и гидрофобного материала.

Было экспериментально продемонстрировано, что производительность процесса возрастает, когда гидрофобный материал, извлеченный из группы флотационных ячеек 12, 112, 212, подается непосредственно в пены предшествующих флотационных ячеек 12, 112, 212 для рециркуляции собранного в них концентрата.

Техническая проблема, возникавшая в промышленных установках согласно прототипу, фактически состоит в невозможности достижения глубины пены, которая будет позволять рециркуляцию собранного концентрата непосредственно в пены, не говоря уже о последующем выбрасывании в отходы все еще присутствующего в них гидрофильного материала.

Пеноподдерживающий модуль 14 обеспечивает возможность формирования глубоких пен в силу эффекта стенки, и затем подачи гидрофобного материала непосредственно в пены, как изображено в фиг. 6, который в качестве примера показывает, как концентрат вовлекается в рециркуляцию непосредственно из одного пеноподдерживающего модуля 14 в еще один между флотационной ячейкой 12 и предшествующей ячейкой, посредством контура 52 рециркуляции пены.

Например, пульпа подается в первую флотационную ячейку 12 на левой стороне (стрелка IN), в которой происходит первое разделение между пеной и пульпой, затем пены, удерживающие гидрофобный материал, будут подниматься вверх, тогда как пена, содержащая гидрофильный материал, будет подвигаться в следующую флотационную ячейку 12 (стрелка D), чтобы быть подвергнутой дополнительной обработке в процессе разделения. Наконец, когда достигается последняя флотационная ячейка 12 в серии или группе системы 100, будет окончательно выведен вытекающий поток, содержащий почти исключительно гидрофильный материал (стрелка OUT1).

Вместо этого пены, содержащие отделенный гидрофобный материал, будут следовать обратным путем, поскольку они будут выводиться из верха последней флотационной ячейки 12 через сборный трубопровод 48 и вовлекаться в рециркуляцию в пены, собранные в пеноподдерживающем модуле 14 предшествующей флотационной ячейки, через контур 52 рециркуляции пены, и так далее, пока они не возвратятся в пеноподдерживающий модуль 14 первой флотационной ячейки 12, из которой отделенный концентрат будет извлечен (стрелка OUT2).

В общем и целом, или предпочтительно частично, рециркуляция материала, всплывающего в пеноподдерживающих модулях 14, также может быть выполнена по-разному с использованием насоса или "эрлифта". Кроме того, может быть сделан выбор, проводить ли рециркуляцию только концентрата, собранного в модулях 14, или же всего количества образованной (плавающей) пены.

Ясно, что подача этого типа также может проводиться между различными группами 100, не обязательно между флотационными ячейками 12 одной и той же группы 100.

Флотационные ячейки 12, 112, 212 обычно соединены в группы 100 во флотационной установке, и могут действовать как флотационные ячейки 12, 112, 212 "черновой", "очистительной" или "чистой"

группы. Например, они могут быть конфигурированы для проведения первого черного разделения гидрофильных и гидрофобных материалов, или последующих стадий разделения для извлечения дополнительного гидрофобного материала из вытекающего потока, и/или для удаления любого гидрофильного материала, который все еще может присутствовать в концентрате, полученном из предшествующих флотационных ячеек 12, 112, 212.

В некоторых описываемых здесь альтернативных вариантах исполнения, со ссылкой на фиг. 7, устройство 10 включает флотационную ячейку 112 колонного типа, включающую обрабатывающую камеру 13, образованную наружными стенками 16 и донной стенкой 17, и предназначенную для содержания пульпы и проведения отделения гидрофильного материала от гидрофобного материала.

Флотационная ячейка 112 колонного типа включает впускное отверстие 18 для введения пульпы или жидкости, и выпускное отверстие 20 для выведения вытекающего потока.

Как правило, флотационная ячейка 112 колонного типа включает также генератор 21 воздушных пузырьков, предназначенный для формирования пузырьков желательного размера внутри обрабатывающей камеры 13.

Кроме того, флотационная ячейка 112 колонного типа включает промывное устройство 23, которое подает воду в противотоке относительно пен, чтобы стимулировать соскальзывание любого гидрофильного материала, оставшегося на воздушных пузырьках, в сторону дна 17.

В некоторых описываемых здесь вариантах исполнения, со ссылкой на фиг. 7, пеноподдерживающие модули 14 могут быть размещены так, чтобы покрывать, целиком ли или частично, верхнюю поверхность флотационной ячейки 112. Пеноподдерживающие модули 14 могут быть либо введены в обрабатывающую камеру 13 (на левой стороне в фиг. 7), либо прикреплены к верхней части наружных стенок 16 (на правой стороне в фиг. 7), так, что они будут все еще в сообщении по текучей среде с обрабатывающей камерой 13. Между соседними пеноподдерживающими модулями 14 могут быть предусмотрены проточные каналы 64 для пены, чтобы транспортировать пены в сторону коллекторов 44 и/или к дополнительным коллекторам.

Когда пеноподдерживающие модули 14 выступают вверх из обрабатывающей камеры 13, будет увеличиваться общий объем устройства 10, тем самым улучшая его производительность.

В качестве примера, при допущении, что необходимо генерировать 3 м пен во флотационной ячейке 112 колонного типа, которая имеет высоту 6,5 м, которая обычно работает с образованием пен с высотой приблизительно 0,5 м, полезный объем жидкости во флотационной ячейке 112 будет сокращен до всего 3 м, то есть, наполовину. Если пеноподдерживающий модуль 14 выступает из флотационной ячейки 112, 2,5 м пен могут быть сформированы снаружи флотационной ячейки 112, в то же время сохраняя постоянным среднее время пребывания пульпы или жидкости, создавая тем самым в шесть раз более высокие пены.

Формирование более глубоких пен также стимулируется, когда пеноподдерживающие модули 14 погружены под пены. Более того, модули 14 могут гасить турбулентности и "волны", которые могут возникать, если вдувается слишком много воздуха. Благодаря подавлению волн модули 14 позволяют работать с очень неглубокими пенами, поскольку пульпа или жидкость не будет выводиться непосредственно в концентрат.

Фиг. 8 полезна для описания схематического вида сверху устройства 10 для разделения частиц, которое включает флотационную ячейку 112 колонного типа, поверхность которой почти полностью покрыта многочисленными пеноподдерживающими модулями 14, поперечное сечение которой в этом случае представляет собой сектор круглого венца. Согласно этому техническому решению, пеноподдерживающие модули 14 имеют поперечное сечение в виде сектора круга и размещаются соединенными друг с другом в форме круглых венцов.

В некоторых описываемых здесь альтернативных вариантах исполнения, со ссылкой на фиг. 9, устройство 10 включает центробежную флотационную ячейку 212, включающую обрабатывающую камеру 13, образованную наружными боковыми стенками 16 и верхними стенками 19, и предназначенную для отделения гидрофильного материала от гидрофобного материала. Пульпа или жидкость подается через отверстие 18, и вытекающий поток выводится через выпускное отверстие 20. Обрабатывающая камера 13 может иметь цилиндрическую форму в ее верхней части и форму усеченного конуса, сужающегося в ее нижней части в сторону выпускного отверстия 20.

Пузырьки будут подниматься к верхней части флотационной ячейки 212 и, когда они достигают определенной высоты внутри обрабатывающей камеры 13, они будут стремиться падать обратно вниз в подходящие пеносборники 26, размещенные внутри обрабатывающей камеры 13.

В этом техническом решении один или многие модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 могут быть прикреплены к верхней стенке 19 флотационной ячейки 212, например, присоединением опорного элемента 40 к несущей структуре 62. Запорный элемент 66, предназначенный для закрытия горловины пеносборника 26, также может быть присоединен к несущей структуре 62 и/или к опорному элементу 40, чтобы понуждать все пузырьки подниматься вверх к пеноподдерживающему модулю 14.

Запорный элемент 66 может быть конфигурирован так, чтобы переключаться из положения закры-

той горловины в положение открытой горловины, и в закрытом положении он может опираться на упорные элементы 68, которые присутствуют в пеносорбнике 26.

Из приведенного выше описания можно понять, что своеобразие изобретения состоит в использовании одного или многих модульных элементов 30 и/или пеноподдерживающих модулей 14, которые являются подвижными и/или съемными во время флотационного процесса, что создает возможность удаления их из разделительной ячейки 12, 112, 212, даже когда последняя работает.

С одной стороны, это позволяет проводить работы по техническому обслуживанию, очистке и замене модульных элементов 30 или модулей 14; с другой стороны, это также позволяет отбирать образцы пены, осажденной на таких модулях.

Фактически пена, задерживаемая модульными элементами 30 или модулями 14, может быть отобрана, когда они были подняты (поплавками или оператором), или извлечены из ячейки 12, 112, 212; затем такая пена может быть проанализирована (например, в лаборатории или визуально оператором) для получения полезной информации об ее составе, чистоте, и т.д., каковая информация позволит отслеживать ход процесса разделения и производить любые необходимые изменения, если обнаруживаются любые отклонения в отношении желательных условий.

В этом плане нужно подчеркнуть, что для изобретения важно, чтобы модульные элементы 30 и/или пеноподдерживающие модули 14 были доступны снаружи флотационной ячейки 12, 112, 212; действия с ними предпочтительно могут производиться сверху оператором или с помощью подъемного устройства (крана, мостового крана, или тому подобного): это обуславливается тем, что разделительная ячейка 12 предпочтительно открыта сверху.

Ясно, что описанные здесь устройство и способ разделения частиц могут претерпеть изменения и/или добавления частей, без выхода за пределы области настоящего изобретения.

Также понятно, что, хотя настоящее изобретение было описано здесь со ссылкой на некоторые конкретные примеры, квалифицированный специалист в этой области технологии непременно придумает многие другие эквивалентные варианты исполнения устройства и способа для разделения частиц, имеющие признаки, изложенные в пунктах формулы изобретения, и тем самым находящиеся в пределах определяемого ими объема правовой охраны.

Список условных обозначений:

- 10 - устройство для флотационного разделения;
- 12 - механическая флотационная ячейка;
- 13 - обрабатывающая камера;
- 14 - пеноподдерживающий модуль;
- 16 - наружные стенки;
- 17 - донная стенка;
- 18 - впускное отверстие;
- 19 - верхние наружные стенки;
- 20 - выпускное отверстие;
- 21 - генератор воздушных пузырьков;
- 22 - лопастная мешалка;
- 23 - промывные устройства;
- 24 - двигатель;
- 25 - мостик;
- 26 - пеносорбники;
- 27 - устройство для введения воздуха;
- 28 - внутренняя структура;
- 30 - модульные элементы;
- 30a - модульные стенки;
- 30b - модульные стенки;
- 30c - соединительные модульные элементы;
- 36 - боковые стенки;
- 37 - нижний край;
- 38 - кожух;
- 39 - верхний край;
- 40 - опорный элемент;
- 42 - стопорный элемент;
- 44 - коллекторы;
- 46 - сборный трубопровод;
- 48 - трубопроводы;
- 50 - генераторы пузырьков;
- 52 - контур рециркуляции пены;
- 54 - контур промывания пены;
- 56 - промывное устройство;

57 - дверцы;  
 58 - рукоятки;  
 60 - опорные элементы;  
 62 - опорные структуры;  
 64 - проточные каналы для пены;  
 112 - флотационная ячейка колонного типа;  
 212 - центробежная флотационная ячейка;  
 A1 - размер;  
 A2 - размер;  
 B1 - размер;  
 B2 - размер;  
 D - стрелка;  
 h1 - расстояние;  
 h2 - расстояние;  
 $\alpha$  - угол;  
 IN - впускной канал для пульпы;  
 OUT1 - выпускной канал для вытекающего потока;  
 OUT2 - выпускной канал для концентрата.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для флотационного разделения, содержащее:
  - разделительную флотационную ячейку (12; 112; 212), оснащенную обрабатывающей камерой (13), внутрь которой может быть введен поток жидкости, содержащий материал, подлежащий разделению;
  - и одно или более устройств (21, 27) для введения и/или генерирования воздушных пузырьков, для проведения флотационного разделения гидрофобного материала и гидрофильного материала,
  - отличающееся тем, что указанное устройство содержит по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент (30), с возможностью снятия связанный с разделительной флотационной ячейкой (12; 112; 212), так что по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент (30) может быть удален, чтобы отобрать образцы пены или провести работы по техническому обслуживанию, очистке или замене, и тому подобному, во время процесса разделения,
  - и причем по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент (30) содержит модульные стеночные элементы (30a, 30b), размещенные параллельно или в поперечных направлениях с образованием структуры (28) в форме трехмерной решетки.
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что модульные элементы (30), связаны друг с другом с образованием внутренней структуры (28) пеноподдерживающего модуля (14), предназначенного для создания дополнительных опорных поверхностей для пен, причем указанный пеноподдерживающий модуль (14) является подвижным и/или съемным во время процесса разделения.
3. Устройство по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что указанные модульные пеноподдерживающие элементы (30) имеют, в виде спереди, овальную, круглую, квадратную, многоугольную, правильную или неправильную форму, или любую другую возможную форму, и что указанные модульные элементы (30) имеют плоскую и/или изогнутую форму.
4. Устройство по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что указанные модульные элементы (30) имеют постоянное или переменное сечение вдоль продольной и/или поперечной протяженности.
5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что указанная структура (28) представляет собой сетку или решетку, или структуру, имеющую тороидальную форму или форму круглого венца, или трехмерную структуру, имеющую любую форму, конфигурированную для создания проточных объемов и дополнительных опорных поверхностей для поддержания пен и стимулирования течения их вверх.
6. Устройство по любому из пп.1-5, отличающееся тем, что указанный по меньшей мере один модульный элемент (30) и/или пеноподдерживающий модуль (14) содержит устройство (50) для генерирования и/или введения пузырьков, выполненное с возможностью формирования и/или введения воздушных пузырьков, чтобы усилить общее течение пузырьков и стимулировать рост и стабильность пен в устройстве.
7. Устройство по любому из пп.1-6, отличающееся тем, что указанный по меньшей мере один модульный элемент (30) и/или пеноподдерживающий модуль (14) содержит контур (52) рециркуляции пены, предназначенный для обеспечения возможности рециркуляции концентрата в пенах.
8. Устройство по любому из пп.1-7, отличающееся тем, что указанный по меньшей мере один модульный элемент (30) и/или пеноподдерживающий модуль (14) содержит одно или более промывные устройства (56), выполненные с возможностью подачи воды и/или жидкости на различных высотах внутри указанного пеноподдерживающего модуля (14).

9. Устройство по любому из пп.1-8, отличающееся тем, что указанные модульные элементы (30) и/или указанные пеноподдерживающие модули (14) размещены таким образом, чтобы покрывать всю свободную поверхность жидкости в упомянутой разделительной флотационной ячейке (12; 112; 212), или только ее часть.

10. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором указанные модульные элементы (30) и/или указанные пеноподдерживающие модули (14) смонтированы в верхней части разделительных флотационных ячеек (12; 112; 212), и могут быть частично размещены внутри пульпы или жидкости, или поверх нее.

11. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором модульные элементы (30) и/или модули (14) могут быть установлены на краю разделительной флотационной ячейки (12; 112; 212), или иным образом связаны с нею, или подвешены в пульпе или жидкости, или оставлены плавать в последней.

12. Способ флотационного разделения в устройстве для флотационного разделения по п.1, предусматривающий:

введение потока, содержащего материал, подлежащий разделению в обрабатываемую камеру (13);

генерирование и/или введение воздушных пузырьков в указанную обрабатываемую камеру (13);

отделение от гидрофильного материала гидрофобного материала, который прилипает к пузырькам и переносится в сторону свободной поверхности жидкости в указанной обрабатываемой камере (13),

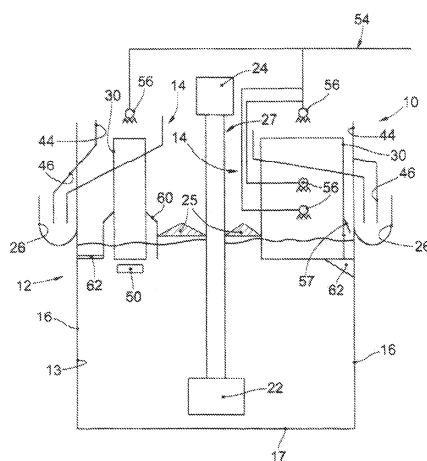
отличающийся тем, что он предусматривает:

формирование очень глубоких пен, в то же время с поддержанием их посредством по меньшей мере одного модульного элемента (30) и/или одного пеноподдерживающего модуля (14), связанных с разделительной флотационной ячейкой (12; 112; 212) в устройстве по любому из предшествующих пунктов;

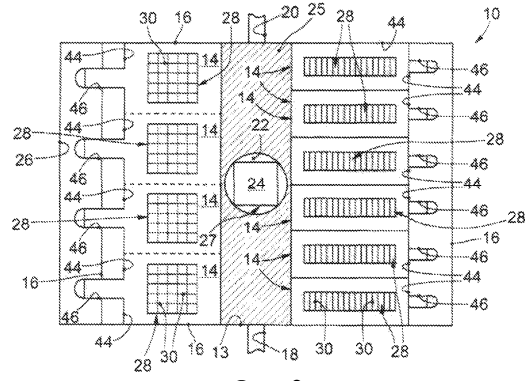
удаление по меньшей мере одного модульного элемента (30) и/или одного пеноподдерживающего модуля (14) из разделительной ячейки (12; 112; 212), чтобы отобрать образец пены, подлежащей анализу во время способа.

13. Способ по п.12, в котором один или более эксплуатационные параметры разделительной ячейки (12; 112; 212) контролируются в зависимости от свойств проанализированного образца пены.

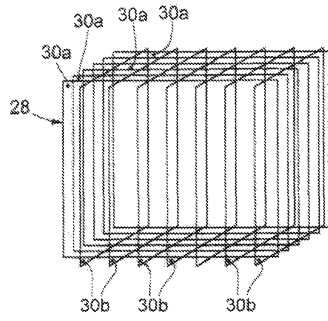
14. Устройство для управления флотационным разделением в способе по любому из пп. 12 или 13, содержащее модульный элемент (30) и/или пеноподдерживающий модуль (14), связанный с возможностью снятия с упомянутой разделительной ячейкой (12; 112; 212) во время работы разделительной ячейки (12; 112; 212) так, что, по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент (30) может быть удален, чтобы отобрать образцы пены или провести работы по техническому обслуживанию, очистке или замене, и тому подобному, во время процесса разделения, и причем, по меньшей мере один модульный пеноподдерживающий элемент (30) содержит модульные стеночные элементы (30a, 30b), размещенные параллельно или в поперечных направлениях с образованием структуры (28) в форме трехмерной решетки.



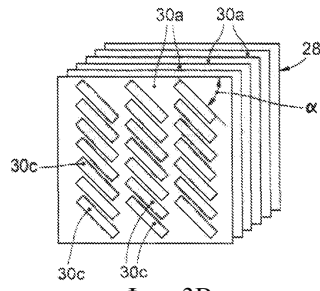
Фиг. 1



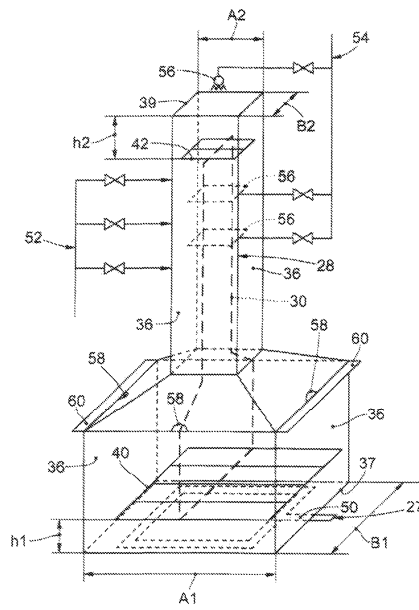
Фиг. 2



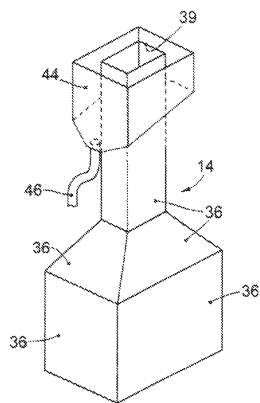
Фиг. 3А



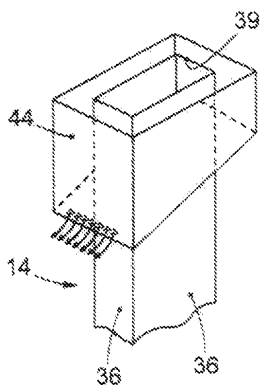
Фиг. 3В



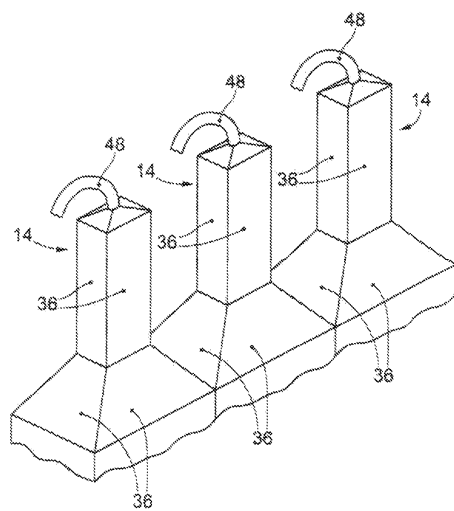
Фиг. 4



Фиг. 5А

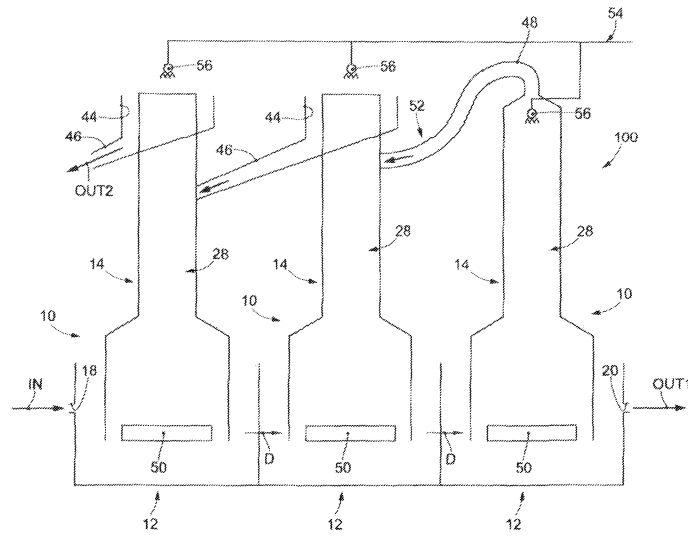


Фиг. 5В

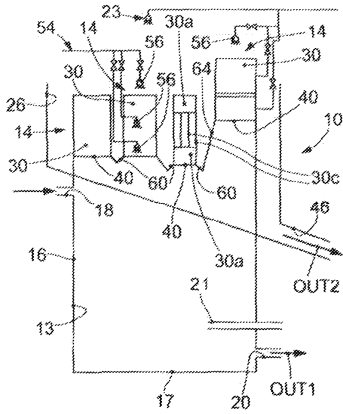


Фиг. 5С

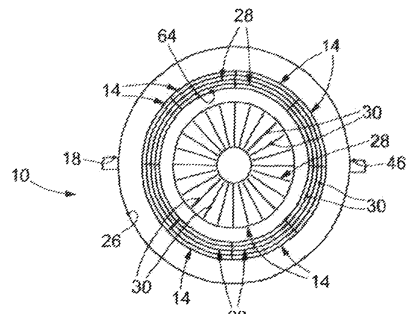




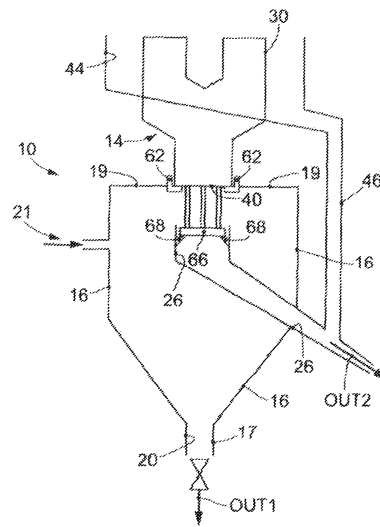
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9