(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 034687 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.06

(21) Номер заявки
201291377

(22) Дата подачи заявки
2011.06.02

(51) Int. Cl. ***B03B 5/62*** (2006.01)
B01J 8/20 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ С НИЗКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ИЗ ЗАГРУЖАЕМЫХ СУСПЕНЗИЙ

(31) **2010902439**
(32) **2010.06.03**
(33) **AU**
(43) **2013.06.28**
(86) **PCT/AU2011/000682**
(87) **WO 2011/150455 2011.12.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НЬЮКАСЛ ИННОВЕЙШН ЛИМИТЕД (AU)

(72) Изобретатель:
Гэлвин Кевин Патрик (AU)

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

(56) WO-A1-2000045959
WO-A1-2008064406
US-A-5947299
GB-A-2211114

(57) В способе и устройстве для разделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий пузырьковая смесь формируется в вертикальной трубке (14) и выводится в среднюю часть (12) рабочей камеры (1). Инвентированный разделитель оттока сформирован посредством наклонных пластин (6), расположенных параллельно ниже средней части, позволяя эффективно разделять частицы с низкой плотностью, которые поднимаются вверх для формирования плотно заполненной пены (16) в верхней части рабочей камеры, и частицы с большой плотностью, которые попадают вниз к выводу (29).

034687 B1

034687 B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для разделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий, содержащих такие частицы, и разработано, в частности, не только как улучшенный процесс пенной флотации применительно к мелкому углю или мелким минералам, применяемому в концентрированных гидрофобных частицах.

В настоящем раскрытии термин "частицы с низкой плотностью" используется для обозначения частиц, которые могут быть твердыми, жидкоподобными или газообразными и во всех случаях менее плотными, чем окружающая среда, которой может быть, например, вода. Более конкретные примеры частиц с низкой плотностью могут содержать капли масла или даже пузырьки газа.

Предпосылки изобретения

Ранее был предложен способ разделения частиц с низкой плотностью из загружаемой суспензии посредством введения подающего вещества над набором наклонных каналов, расположенных параллельно, где существенная часть суспензии оптимально переносится вниз по наклонным каналам. Частицы с низкой плотностью затем покидают поток, поднимаются к нижней части наклонных поверхностей каналов, собираются в виде инвертированного осадка и затем скользят вверх по наклонным каналам. Посредством этого частицы с низкой плотностью концентрируются в верхней части устройства и, в свою очередь, выводятся к сливу. Настоящий способ и устройство описаны в Международной патентной заявке номер PCT/AU 2007/001817, озаглавленной "Способ работы наклонного пластинчатого классификатора", с конкретной ссылкой на фиг. 5 данного раскрытия. Там описано как частицы с низкой плотностью и часть суспензии выводятся к сливу посредством сливного желоба, в то время как промывочная вода прибывает в верхней части и обеспечивает поток вниз с целью удаления возможных загрязнений. Расположенные в определенном порядке параллельные пластины формируют наклонные каналы в наклонном пластинчатом разделителе, часто именуемом как "разделитель оттока".

Настоящее изобретение направлено на улучшение функционирования разделителя оттока для разделения частиц с низкой плотностью посредством полного инвертирования разделителя оттока и обеспечения ожижения вверху псевдоожижающей рабочей камеры в верхней части устройства.

Краткое описание изобретения

Таким образом, в одном аспекте настоящее изобретение обеспечивает устройство для отделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий, указанное устройство содержит

рабочую камеру, содержащую верхнюю часть и нижнюю часть;

множество наклонных каналов, расположенных в нижней части;

трубу, содержащую выпускную часть и проходящую в рабочую камеру, причем предусмотрено устройство подачи для загрузки суспензии в трубу;

внутреннюю трубку, содержащую распылительную секцию и расположенную в указанной трубе;

устройство для подачи газа во внутреннюю трубку так, что газ и суспензия перемешиваются в кольце, образованном между внутренней трубкой и трубой, и выходят из выпускной части трубы в рабочую камеру; и

устройство управления, обеспечивающее возможность удаления частиц из рабочей камеры с контролируемой скоростью.

Предпочтительно внутренняя трубка содержит нижнюю часть, расположенную внутри трубы.

Более предпочтительно, чтобы распылительная секция примыкала к нижней части внутренней трубки.

Предпочтительно внутренняя трубка расположена аксиально внутри трубы.

Более предпочтительно внутренняя трубка содержит верхнюю часть, и указанное устройство для подачи газа выполнено с возможностью подачи газа в указанную верхнюю часть.

Более предпочтительно указанная труба является вертикальной, более предпочтительно указанная вертикальная труба содержит впускное отверстие, и устройство подачи загружает суспензию во впускное отверстие.

В еще одном аспекте настоящее изобретение обеспечивает устройство для отделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий, указанное устройство содержит

рабочую камеру, содержащую верхнюю часть и нижнюю часть;

множество наклонных каналов, расположенных в нижней части;

коробку подачи, имеющую верхнюю загрузочную часть, выполненную с возможностью приема суспензии, и нижнюю выпускную часть, выполненную с возможностью выпуска пузырькового потока в верхнюю часть указанной рабочей камеры;

коробка подачи дополнительно содержит множество полых пористых параллельных пластин, содержащих входную часть и выходную часть;

устройство, выполненное с возможностью подачи газа во входную часть по меньшей мере одной из полых пористых пластин с образованием смеси суспензии и газа рядом с выходной частью полых пористых параллельных пластин; и

устройство управления, обеспечивающее возможность удаления частиц из рабочей камеры с контролируемой скоростью.

Предпочтительно газ и суспензия образуют нисходящий псевдоожиженный поток к наклонным каналам. Более предпочтительно газ и суспензия выходят в рабочую камеру над наклонными каналами, более предпочтительно газ и суспензия образуют инвертированный псевдоожиженный слой в рабочей камере над наклонными каналами.

Предпочтительно наклонные каналы расположены параллельно и сформированы из множества параллельных пластин, более предпочтительно указанные наклонные каналы расположены под углом относительно верхней части рабочей камеры. Более предпочтительно нижняя часть рабочей камеры расположена под таким же углом, как и каналы, расположенные параллельно, относительно верхней части рабочей камеры.

Предпочтительно устройство управления содержит одно из верхнего устройства управления, расположенного в верхней части рабочей камеры, и нижнего устройства управления, расположенного в нижней части рабочей камеры, причем верхнее устройство управления обеспечивает возможность удаления концентрированных суспензий частиц с низкой плотностью из верхней части рабочей камеры с контролируемой скоростью, тогда как нижнее устройство управления обеспечивает возможность удаления частиц с большой плотностью из нижней части рабочей камеры ниже наклонных каналов с регулируемой скоростью. Более предпочтительно указанное устройство управления содержит верхнее устройство управления и нижнее устройство управления. Более предпочтительно верхняя часть является закрытой, более предпочтительно она выполнена в форме, предназначенной для направления концентрированных суспензий частиц с низкой плотностью к верхнему устройству управления. Более предпочтительно верхняя часть рабочей камеры выполнена в форме конуса с верхним устройством управления, выполненным в виде суженного вывода, расположенного в вершине конуса.

Предпочтительно устройство дополнительно включает устройство подачи промывочной воды, примыкающее к верхней части рабочей камеры, чтобы под давлением вводить промывочную воду в рабочую камеру, более предпочтительно содержит камеру псевдоожижения, примыкающую к нижней части рабочей камеры.

Предпочтительно в устройстве предусмотрено множество указанных рабочих камер, расположенных радиально снаружи от основного узла, который приспособлен для вращения при использовании, формируя усиленное гравитационное поле в каждой рабочей камере.

Краткое описание чертежей

Несмотря на любые другие варианты осуществления, которые могут находиться в объеме изобретения, один предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения будет описан сейчас в качестве примера только со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых

на фиг. 1 схематически представлено поперечное сечение устройства для разделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 2 представлен увеличенный вид соответствующего генератора аэрированного потока для использования в устройстве, представленном на фиг. 1;

на фиг. 3 схематически представлено поперечное сечение альтернативного варианта осуществления устройства для разделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 4 представлен увеличенный вид генератора аэрированного потока, представленного на фиг. 3;

на фиг. 5 схематически представлено вертикальное поперечное сечение через один из наклонных каналов, расположенных параллельно, устройства, представленного на фиг. 1, демонстрирующее движение частицы внутри канала;

на фиг. 6 схематически представлено поперечное сечение устройства для разделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий в соответствии с настоящим изобретением, которое расположено в центрифугирующем устройстве для увеличения скорости разделения частиц с низкой плотностью; и

на фиг. 7 схематически представлено поперечное сечение вида сверху на линии АА фиг. 6.

Подробное описание изобретения

Предпочтительный вариант изобретения будет описан со способом и устройством, используемыми для пенной флотации, в основном применяемой для мелких частиц угля и минерального вещества и используемой для концентрирования гидрофобных частиц угля.

Эти гидрофобные частицы выборочно прилипают к поверхности воздушных пузырьков, оставляя гидрофильные частицы в суспензии между пузырьками. Таким образом, как только гидрофобные частицы начинают присоединяться к воздушным пузырькам, формируются новые комбинированные частицы, которые характеризуются общей плотностью, намного меньшей плотности воды. Присоединенная гидрофобная частица при этом характеризуется скоростью сегрегации, направленной вверх, которая намного больше по сравнению с направленной вниз поверхностной скоростью суспензии частиц с большой плотностью.

В большинстве случаев флотации определенные реагенты должны быть добавлены для способствования флотации. Устройство сбора может добавлять гидрофобные частицы угля для способствования

гидрофобности. В частности, поверхностно-активное вещество (иногда называемое "пенообразователем") добавляется для стабилизации пузырьков и, следовательно, пена, сформированная в виде пузырьков, стремится выйти из объема жидкости. Поверхностно-активное вещество адсорбируется на поверхности пузырька, способствуя предотвращению слипанию пузырька, и, следовательно, сохранению "частиц с низкой плотностью". Это особенно важно, когда пузырьки пробиваются через верхний клапан.

Обычная пенная флотация является эффективной, поскольку скорость сегрегации гидрофобных частиц регулируется посредством скорости подъема пузырьков, и, следовательно, ультрамелкие частицы с размером менее 100 мкм могут быть перенесены при очень высоких скоростях независимо от их размера. Вторым главным достоинством пенной флотации является "удаление пены", чего достигают, когда оставшейся суспензии позволяют вытисниться обратно через пену. Кроме того, посредством добавления промывочной воды в свободную поверхность пены в верхней части камеры гидрофильные частицы суспензии могут быть смыты, что создает более чистый пенный продукт.

Но хорошо известно, что добавление промывочной воды в пенный продукт является неэффективным и неравномерным, и, следовательно, этот пенный продукт не такой уж и "чистый", как мог быть представлен. Если используется скорость добавления воды, превышающая норму, в пене появится сильная тенденция к образованию просвета, в результате чего добавленная вода, проходящая вниз через этот просвет, приносит малый эффект. Таким образом, скорости добавления воды должны быть ограничены относительно низкими уровнями и должны быть равномерно распределены.

Более эффективный вариант пенной флотации может быть достигнут в соответствии с настоящим изобретением с использованием устройства, как описано ниже со ссылкой на фиг. 1. Устройство содержит рабочую камеру 1, имеющую в основном закрытую верхнюю частью 2 и нижнюю часть 3, в которой размещен набор наклонных каналов 4, расположенных параллельно. Наклонные каналы, расположенные параллельно, как правило, сформированы посредством наклонных граней 5 в нижней части 3 рабочей камеры 1 и множеством наклоненных пластин 6, расположенных параллельно к наклонным стенкам 5 для формирования наклонных каналов 4, расположенных параллельно.

Таким образом, инвертированный "разделитель оттока" сформирован в рабочей камере и функционирует в соответствии с механизмом, приведенным на фиг. 5, где частицы 7 с низкой плотностью покидают общий поток 11, поднимаясь по направлению к нижней грани наклонной поверхности пластины 6А, собираясь в виде инвертированного осадка, и затем скользят вверх по наклонным каналам, как обозначено позицией 9.

Частицы с большой плотностью, такие как обозначенные позицией 10, выпадают из показанного стрелкой 8 нисходящего движения осадка к обращенной вверх грани наклонной поверхности пластин 6В и скользят вниз по наклонным каналам.

Загружаемая суспензия вводится в рабочую камеру на или около средней части, обозначенной позицией 12, и специалисту в области техники пенной флотации будет понятно, что подача в указанное устройство может быть осуществлена различными способами. Одним из таких способов является применение вертикальной выпускной трубки 14, которая будет описана более подробно со ссылкой на фиг. 2.

Вертикальная трубка содержит основную вертикальную трубку 15 с внутренней трубкой 22, которые могут быть установлены в верхней части рабочей камеры посредством фланца 23. Газ, такой как воздух, вводится в верхнюю часть трубки, как показано стрелкой 24, и проходит вниз по трубке к распылительной части 25, расположенной в нижней части трубки 15.

Суспензия частиц может вводиться через боковой впуск, как показано стрелкой 27, где она проходит вниз по трубке 15 до встречи с пузырьками газа, выходящими из распылительной части 25. Поскольку присутствует относительно узкий кольцевой зазор 26 между распылительной частью 25 и стенкой трубки 15, поток вводится с высокой скоростью сдвига в кольцевой зазор 26, в результате чего хорошо перемешанное течение с пузырьками газа выводится из нижней части вертикальной трубки, как показано стрелкой 28.

Верхняя часть рабочей камеры 1 принимает определенную форму, направляя концентрированную суспензию 16 частиц с низкой плотностью в сторону верхнего вывода 13. Это обычно достигается посредством выбора определенной формы верхней части рабочей камеры в виде конуса 17 с верхним выводом 13, находящимся в вершине конуса, как можно увидеть на фиг. 1.

Конус предпочтительно перфорирован так, чтобы промывочная вода могла быть введена под давлением в верхнюю часть рабочей камеры 18 и выведена через перфорационные отверстия в конусе 17 универсальным способом в концентрированную суспензию 16 частиц с низкой плотностью. Когда верхняя часть пены охвачена таким образом, который возникает при применении псевдоожиженной зоны, пена полностью ограничена и не имеет степеней свободы для утекания из добавленной воды. Пена вынуждена взаимодействовать с промывочной водой и распределять промывную воду более равномерно. Более того, поскольку пена может свободно покидать систему только через центральную стоковую трубку 19 маленького поперечного сечения, пена ускоряется к выводу 13 независимо от текущей вниз добавки промывной воды.

В настоящем изобретении поднимающаяся пена выводится через узкое отверстие в верхней части устройства. Когда пена выводится через сужение, она ускоряется, а также стабилизируется. Пена, выхо-

дящая из меньшего отверстия, иногда выглядят более тонкой с меньшим размером пузырьков воздуха. Учитывая повышение скорости переноса пены, любые потери частиц с поверхности контакта газового пузырька немедленно компенсируются воздушными пузырьками, поднимающимися снизу вверх, следовательно, гидрофобные частицы не стремятся покинуть пенный продукт.

Более того, в настоящем изобретении существует возможность проталкивать значительно больше промывочной воды вниз через верхнюю часть сосуда. Это характеризуется эффектом предотвращения формирования пены. Действительно, существует тенденция к формированию псевдоожиженного слоя пузырьков, причем значительное количество чистой воды свободно движется вниз между увеличенными воздушными пузырьками. Следовательно, гидрофильные частицы могут быть полностью смыты. Это особенно важно в применениях, затрагивающих большое количество тонкодисперсионных глин при пенной флотации угля. Удаление этих глин является большой проблемой в промышленности, в особенности на стыках, которые содержат большое количество глины. Если эти глины не могут быть удалены, становится невозможным произвести чистый продукт, который отвечает требованиям угольного рынка.

Инвертированный псевдоожиженный слой является, вероятно, единственным способом достижения цели интенсивного удаления шламов при пенной флотации. В то время как инвертированные псевдоожиженные слои могли применяться в прошлом для псевдоожиженных частиц с меньшей плотностью, чем жидкость, они не применялись в контексте пенной флотации и не применялись для улучшения удаления шламов в процессе флотации.

Инвертированный псевдоожиженный слой, достигнутый в настоящем устройстве посредством удаления "свободной поверхности", часто встречается в устройствах пенной флотации. Свободные поверхности такого типа препятствуют эффективному контактированию с промывочной водой без формирования каналов или отверстий в пене.

В основе рабочей камеры 1 также возможно предусмотреть дополнительную камеру 20 псевдоожижения. Псевдоожижение вблизи основания обеспечивает средства для содействия частицам, которые в противном случае оседают на основании сосуда, для более легкого выпускания через вывод.

Также отмечено, что подавляющее большинство объемного потока обычно имеет тенденцию выводиться через нижнюю часть сосуда. Следовательно, система работает эффективно в условиях разжижения, и, следовательно, имеется хорошее распределение этого потока вниз по всем наклонным каналам. Может использоваться система с более высокими концентрациями.

Также отмечено, что устройство работает гораздо эффективней на подачу и расход газа, чем применяемое в обычном устройстве пенной флотации, и функционирует с более высокими скоростями промывочной воды. Эти высокие скорости стали возможными благодаря сильному влиянию наклонных каналов в нижней части системы. Эти каналы предназначены для увеличения эффективности поверхности сосуда, что позволяет пузырькам газа, которые могут быть увлечены вниз иным образом к нижнему сливу, подняться вверх до слива.

В другом варианте осуществления между наклонными каналами уже на выходе сужения наклонных каналов можно выполнить промежутки. Это характеризуется эффектом уменьшения давления через наклонные каналы и, следовательно, обеспечивает более равномерное течение через каждый из наклонных каналов. Это уменьшение промежутка наилучшим образом сформировано посредством сужения так, чтобы не было резкого засорения осадка. Сужение расположено только в нижней части наклонных каналов.

Альтернативное устройство, представленное на фиг. 3, предназначено для высоких скоростей объемного дозирования и низких концентраций твердых частиц или низких уровней подачи. В этом устройстве загружаемая суспензия подается в рабочую камеру 1 через коробку 30 подачи, которая будет описана более подробно ниже со ссылкой на фиг. 4. Течение с пузырьками исходит из нижнего края 31 коробки 30 подачи в рабочей камере 1, как описано ранее, и восходящие газовые пузырьки с прикрепленными гидрофобными частицами поднимаются вверх с обеих сторон 32 коробки подач, до того как они перетекут в желоб 34 верхней части рабочей камеры 33 для разделения, как показано стрелкой 35.

Рассмотрим теперь фиг. 4, на которой можно увидеть, что загружаемая суспензия, введенная в позиции 36, течет вниз через систему близко расположенных параллельных пластин 37, которые ориентированы вертикально, как представлено на фиг. 4, но которые, при желании, могут быть наклонены. Пластины 37 являются полыми и заключены в пористый материал. Подача газа, схематически представленная стрелкой 38, подается на пластину определенным образом так, чтобы мелкие пузырьки диаметром порядка 0.3мм могли выходить из пористых участков каждой пластины и взаимодействовать с гидрофобными частицами. Гидрофобные частицы, прикрепленные к воздушным пузырькам, уносятся вниз через вертикальные каналы 39 и затем уносятся вверх через узкие проходы 40 между коробкой подачи 30 и внешней стенкой сосуда 41. Пузырьки и прикрепленные частицы в этом случае перетекают к сливному желобу 34, как представлено на фиг. 3.

Следует иметь в виду, что варианты осуществления, представленные на фиг. 3 и 4, в равной степени применимы там, где частицы с низкой плотностью представляют собой капли масла в эмульсии, а не пузырьки газа в пузырьковой смеси.

Преимуществом коробки подачи, как представлено на фиг. 4, является то, что область согласован-

ного ламинарного потока формируется в каждом канале 39, как схематически представлено посредством профиля 42 ламинарного течения. Согласованный ламинарный поток характеризуется высокой скоростью сдвига в диапазоне от 10 до 1000 $с^{-1}$. Такая высокая скорость сдвига достигается посредством ламинарного потока, как представлено на профиле 42, который обеспечивает высокую скорость потока пузырьковой смеси, достигаемой при выходе из коробки 30 подачи.

Целью настоящего изобретения является восстановление всех гидрофобных частиц и в данном случае некоторых захваченных гидрофильных частиц, ожидаемых в конечном продукте. В этом варианте осуществления формирование пены не является необходимым. Есть преимущества в ненадобности поддерживать или управлять пеной, поскольку пена может быть переменчивой в своем состоянии.

В дальнейшем улучшении изобретения скорость разделения частиц с низкой плотностью (капли масла, полые частицы, пузырьки и т.д.) может быть улучшена посредством приложения центрифугирующих сил к инвертированному разделителю оттока типа, представленного на любой из фиг. 1 или 3. Такое расположение представлено на фиг. 6 и 7.

Несколько рабочих камер типа, представленного позицией 1 либо фиг. 1 или 3, могут быть расположены в основном плоским, но наклонным образом, как представлено позицией 43, поддерживаемые посредством стоек 43А, проходящих радиально наружу от центрального узла 44. Может быть выбрано любое подходящее число камер 43, но в расположении, как хорошо видно из фиг. 7, содержится 8 камер, выстроенных как спицы колеса и расширяющихся наружу от узла 44 восьмиугольника.

Загружаемая суспензия подается через центральный полый вал 45, как показано стрелкой 46, откуда она подается по внешним радиальным трубкам 51 до точек 48 входа в камеры 43.

Псевдоожиженная промывочная вода может аналогично быть подана через кольцевое пространство 49, как представлено стрелкой 50, и, следовательно, через трубки 47 в области вершины каждой коробки 43 и, следовательно, наружу через перфорированные конусы 17, расположенные аналогичным образом, как описано ранее со ссылкой на фиг. 1.

Каждая наклонная камера 43 обеспечена наклонными каналами 52, которые действуют подобно каналам 4, представленным на фиг. 1.

На практике устройство вращают с надлежащей скоростью на опоре 53, обеспечивая повышения гравитационного поля в камерах 43, которые подвержены действию центробежных сил. Частицы с низкой плотностью находятся на внутренних краях 54 камер 43, где они могут быть выпущены через клапаны 55, и перетекать вниз, как представлено стрелками 56, чтобы быть собранными в нижней части окружающей камеры 57, где они могут быть выпущены через выпускное отверстие 58, подобное сливу, как показано стрелкой 59.

Нижний поток содержит гидрофильные частицы с большей плотностью, чем жидкость, находящаяся на внешних краях 60 наклонных камер 43, где она высвобождается, как показано стрелкой 61, и собирается через нижний желоб 62.

Псевдоожижающая вода, вводимая, как показано стрелкой 50, применяется для содействия в чистке продуктов низкой плотности от так называемого "шлама".

Параллельные пластины в камерах 43 обычно выравнивают под углом 70° к узлу 44 и, следовательно, 20° к центробежной силе и применяют для сохранения частиц с низкой плотностью в пределах внутренней части устройства, позволяя жидкости и другим загрязняющим веществам, например шламам, быть сброшенными в нижней части устройства.

Посредством этих способов настоящее изобретение обеспечивает новую технологию для восстановления и концентрации частиц с низкой плотностью, где плотность частицы является меньшей, чем жидкости, например воды. Расположение представлено на фиг. 1. В результате разделитель оттока полностью инвертирован, тем самым обеспечивая верхнюю псевдоожижающую рабочую камеру 21, в верхней части устройства, соединенной с вертикальной секцией и секцией, состоящей из наклонных каналов, расположенных параллельно. Существует дополнительна опция включения псевдоожижающей секции в основании, для того, чтобы содействовать выделению суспензии у основания и предотвращать накопление частиц с большой плотностью, которые также могут быть представлены в подаче.

Таким образом, то, что предложено здесь является представлением об инвертированном псевдоожиженном слое для разделения частиц, в особенности частиц с меньшей плотностью, чем жидкость от более плотных частиц, чем жидкость. Инвертированное расположение позволяет добавлять промывочную воду под давлением, что дает большие поверхностные скорости промывочной воды, подаваемой вниз к зоне частиц с низкой плотностью, которые концентрируются в верхней вертикальной секции устройства. Концентрированная суспензия из частиц с низкой плотностью вынуждена двигаться внутри верхней части и, в свою очередь, проходить через центральную точку выхода. Клапан 13 в точке выхода контролирует скорость разделения по отношению к измеряемой плотности суспензии в верхней вертикальной секции.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для отделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий, указанное

устройство содержит

рабочую камеру, содержащую верхнюю часть и нижнюю часть;

множество наклонных каналов, расположенных в нижней части;

трубу, содержащую выпускную часть и проходящую в рабочую камеру, причем предусмотрено устройство подачи для загрузки суспензии в трубу;

внутреннюю трубку, содержащую распылительную секцию и расположенную в указанной трубе;

устройство для подачи газа во внутреннюю трубку так, что газ и суспензия перемешиваются в кольце, образованном между внутренней трубкой и трубой, и выходят из выпускной части трубы в рабочую камеру; и

устройство управления, обеспечивающее возможность удаления частиц из рабочей камеры с контролируемой скоростью.

2. Устройство по п.1, в котором внутренняя трубка содержит нижнюю часть, расположенную внутри трубы.

3. Устройство по п.2, где распылительная секция примыкает к нижней части внутренней трубки.

4. Устройство по любому из пп.1-3, в котором указанная внутренняя трубка расположена аксиально внутри трубы.

5. Устройство по любому из пп.1-4, в котором внутренняя трубка содержит верхнюю часть, и указанное устройство для подачи газа выполнено с возможностью подачи газа в указанную верхнюю часть.

6. Устройство по любому из пп.1-5, в котором указанная труба является вертикальной.

7. Устройство по п.6, в котором вертикальная труба содержит впускное отверстие, и устройство подачи загружает суспензию во впускное отверстие.

8. Устройство для отделения частиц с низкой плотностью из загружаемых суспензий, указанное устройство содержит

рабочую камеру, содержащую верхнюю часть и нижнюю часть;

множество наклонных каналов, расположенных в нижней части;

коробку подачи, имеющую верхнюю загрузочную часть, выполненную с возможностью приема суспензии, и нижнюю выпускную часть, выполненную с возможностью выпуска пузырькового потока в верхнюю часть указанной рабочей камеры;

коробка подачи дополнительно содержит множество полых пористых параллельных пластин, содержащих входную часть и выходную часть; и

устройство, выполненное с возможностью подачи газа во входную часть по меньшей мере одной из полых пористых пластин с образованием смеси суспензии и газа рядом с выходной частью полых пористых параллельных пластин; и

устройство управления, обеспечивающее возможность удаления частиц из рабочей камеры с контролируемой скоростью.

9. Устройство по любому из пп.1-8, в котором газ и суспензия образуют нисходящий псевдоожиженный поток к наклонным каналам.

10. Устройство по любому из пп.1-9, в котором газ и суспензия выходят в рабочую камеру над наклонными каналами.

11. Устройство по любому из пп.1-9, в котором газ и суспензия образуют инвертированный псевдоожиженный слой в рабочей камере над наклонными каналами.

12. Устройство по любому из пп.1-11, где наклонные каналы расположены параллельно и сформированы из множества параллельных пластин.

13. Устройство по п.12, где каналы, расположенные параллельно, расположены под углом относительно верхней части рабочей камеры.

14. Устройство по п.13, где нижняя часть рабочей камеры расположена под таким же углом, как и каналы, расположенные параллельно относительно верхней части рабочей камеры.

15. Устройство по любому из пп.1-14, в котором устройство управления содержит одно из верхнего устройства управления, расположенного в верхней части рабочей камеры, и нижнего устройства управления, расположенного в нижней части рабочей камеры;

где верхнее устройство управления обеспечивает возможность удаления концентрированных суспензий частиц с низкой плотностью из верхней части рабочей камеры с контролируемой скоростью; и

где нижнее устройство управления обеспечивает возможность удаления частиц с большой плотностью из нижней части рабочей камеры ниже наклонных каналов с регулируемой скоростью.

16. Устройство по п.15, в котором указанное устройство содержит верхнее устройство управления и нижнее устройство управления.

17. Устройство по любому из пп.1-16, где верхняя часть является закрытой.

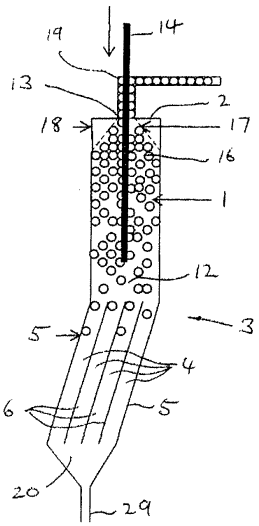
18. Устройство по п.16, где верхняя часть рабочей камеры является закрытой и выполнена в форме, предназначенной для направления концентрированных суспензий частиц с низкой плотностью к верхнему устройству управления.

19. Устройство по п.18, где верхняя часть рабочей камеры выполнена в форме конуса с верхним устройством управления, выполненным в виде суженного вывода, расположенного в вершине конуса.

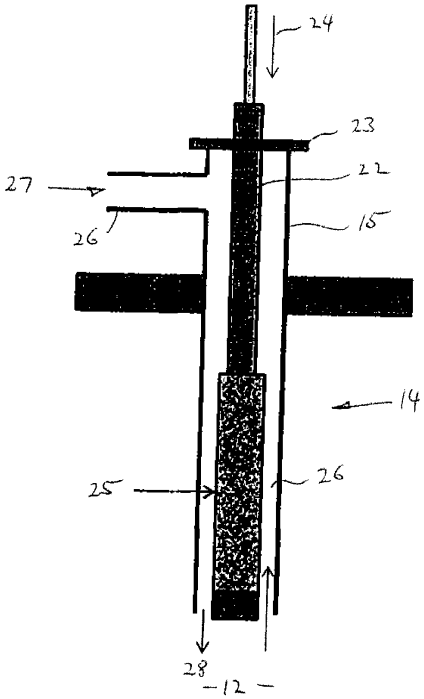
20. Устройство по любому из пп.1-19, дополнительно включающее устройство подачи промывочной воды, примыкающее к верхней части рабочей камеры, чтобы под давлением вводить промывочную воду в рабочую камеру.

21. Устройство по любому из пп.1-20, дополнительно содержащее камеру псевдоожижения, примыкающую к нижней части рабочей камеры.

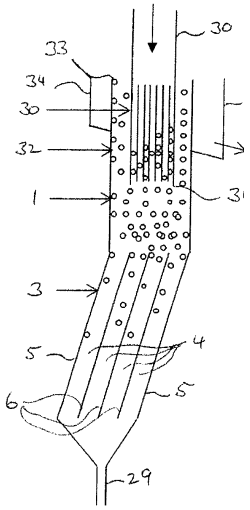
22. Устройство по любому из пп.1-20, где предусмотрено множество указанных рабочих камер, расположенных радиально снаружи от основного узла, который приспособлен для вращения при использовании, формируя усиленное гравитационное поле в каждой рабочей камере.



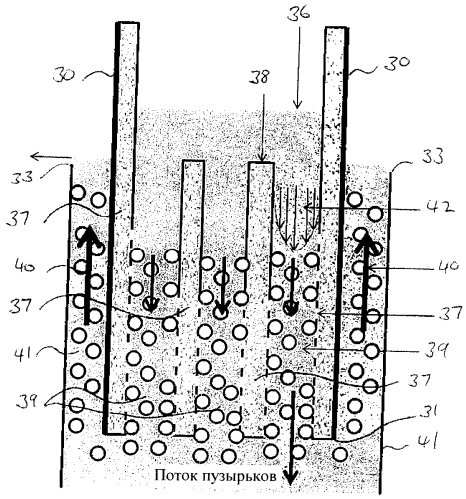
Фиг. 1



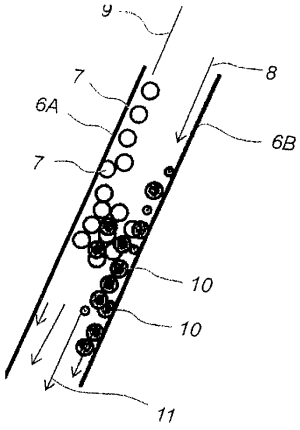
Фиг. 2



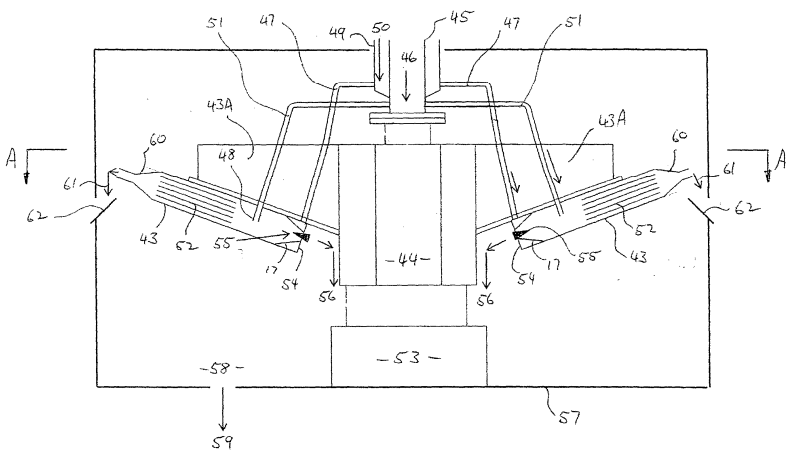
Фиг. 3



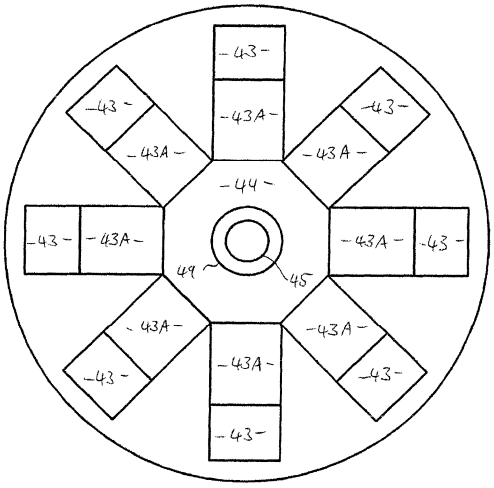
Фиг. 4



Фиг. 5


51
47
49
50
45
47
51
46
43A
43A
48
60
60
A
A
61
61
62
62
43
52
55
17
54
56
44
54
17
56
52
43
56
53
58
57
59

Фиг. 6


43
43
43A
43
43A
43A
44
43
43A
43A
43
49
45
43A
43A
43
43A
43
43

Фиг. 7