(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 042377 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.08

(21) Номер заявки
202192187

(22) Дата подачи заявки
2019.02.15

(51) Int. Cl. ***B01D 33/04*** (2006.01)
B01D 33/056 (2006.01)
B01D 33/66 (2006.01)

(54) ФИЛЬТРОВАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ФИЛЬТРАЦИИ

(43) **2022.02.01**
(86) **PCT/EP2019/053789**
(87) **WO 2020/164730 2020.08.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПРО-ФЛО АС (NO)

(72) Изобретатель:
Мельхус Тронн (NO)

(74) Представитель:
Хмара М.В. (RU)

(56) US-A-3358834
EP-A2-0668094
EP-A1-0391091
EP-A1-0024041

(57) В изобретении представлено фильтровальное устройство (10) для фильтрации частиц из текучей среды, при этом указанное фильтровальное устройство (10) содержит фильтрационный сосуд (12), по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) для удаления частиц из текучей среды, проходящей через него, при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) установлен с возможностью перемещения по траектории (20), проходящей в фильтрационный сосуд (12) и из фильтрационного сосуда (12), впускную часть (16) фильтрующего устройства, выполненную с возможностью подачи смеси частиц и текучей среды по меньшей мере на один фильтрующий элемент (14) в фильтрационном сосуде (12), и выпускную часть (18) фильтрующего устройства, выполненную с возможностью вывода текучей среды, фильтрованной по меньшей мере одним фильтрующим элементом (14), из фильтрационного сосуда (12), при этом фильтровальное устройство (10) выполнено с возможностью создания перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе (14) внутри фильтрационного сосуда (12). Кроме того, обеспечен способ фильтрации частиц из текучей среды.

042377 B1

042377 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение, в общем, относится к фильтрации. В частности, обеспечены фильтровальное устройство для фильтрации частиц из текучей среды и способ фильтрации частиц из текучей среды.

Уровень техники

В настоящее время применяются различные типы фильтрации текучих сред, например, фильтрация сточных вод для защиты окружающей среды или фильтрация промышленных жидкостей для усовершенствования производственных процессов. Известные установки для фильтрации сточных вод часто являются громоздкими и весьма энергоемкими, а также могут потреблять большое количество химикатов, например, для флокуляции. Кроме того, осадок или шлам, образующийся в результате такого процесса фильтрации, имеет высокое содержание влаги, часто превышающее 90%. Осадок с высоким содержанием влаги обычно транспортируется на удаленные технические сооружения для сушки осадка. Как транспортировка, так и сушка могут быть сопряжены с потреблением большого количества ископаемого топлива, что приводит к высокому воздействию на окружающую среду.

Сброс частиц в окружающую среду также вызывает все большую озабоченность. Частицы, сброшенные в водоемы, могут способствовать перенасыщению удобрениями и затенять растения на дне водоемов от солнечного света. Все больше и больше полимерных частиц также сбрасываются в окружающую среду. Многие типы полимерных частиц имеют такую же плотность, как вода, поэтому они не осаждаются на дне, что затрудняет сбор этих частиц.

В документе US 3358834 A раскрыто устройство для фильтрации жидкостей. Устройство содержит отстойник, фильтрующую среду, бесконечный конвейер для поддержки фильтрующей среды, установленный с возможностью перемещения вокруг отстойника, распределитель жидкости и выпускную трубу. Пространство под фильтрующей средой поддерживается под разрежением, чтобы создать частичный вакуум или более низкое абсолютное давление, чем атмосферное, чтобы стимулировать и регулировать поток жидкости и воздуха через фильтрующую среду.

В документе EP 0668094 A2 раскрыт фильтрующий узел, содержащий сборный сосуд, бесконечную фильтровальную ленту, всасывающую камеру и всасывающий насос. Всасывающий насос используется для создания вакуума во всасывающей камере, который вызывает фильтрацию суспензии.

Раскрытие сущности изобретения

Одной из задач настоящего изобретения является фильтровальное устройство, обеспечивающее эффективную фильтрацию.

Другая задача настоящего изобретения заключается в обеспечении фильтровального устройства, которое является энергоэффективным.

Еще одной задачей настоящего изобретения является обеспечение фильтровального устройства с высокой фильтрующей способностью.

Следующая задача настоящего изобретения заключается в обеспечении фильтровального устройства, которое является экологически щадящим, например, требующим применения меньшего количество экологически вредных химикатов.

Следующей задачей настоящего изобретения является обеспечение фильтровального устройства, позволяющего осуществлять длительную непрерывную фильтрацию.

Еще одной задачей настоящего изобретения является обеспечение фильтровального устройства, имеющего компактную конструкцию.

Следующей задачей настоящего изобретения является обеспечение фильтровального устройства, позволяющего осуществлять простую установку, в частности гибкую установку, и/или допускающего возможность модернизации.

Следующей задачей настоящего изобретения является обеспечение фильтровального устройства, решающего несколько или все вышеуказанные задачи в комбинации.

И, наконец, еще одной задачей настоящего изобретения является обеспечение способа фильтрации частиц из текучей среды, который решает одну, несколько или все вышеуказанные задачи.

Согласно одному аспекту изобретения обеспечено фильтровальное устройство, предназначенное для фильтрации частиц из текучей среды и содержащее фильтрационный сосуд, по меньшей мере один фильтрующий элемент для удаления частиц из текучей среды, проходящей через него, при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент установлен с возможностью перемещения по траектории, проходящей в фильтрационный сосуд и из фильтрационного сосуда, впускную часть фильтрующего устройства, выполненную с возможностью подачи смеси частиц и текучей среды по меньшей мере к одному фильтрующему элементу в фильтрационном сосуде, и выпускную часть фильтрующего устройства, выполненную с возможностью вывода текучей среды, фильтрованной по меньшей мере одним фильтрующим элементом, из фильтрационного сосуда, при этом фильтровальное устройство выполнено с возможностью создания перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе внутри фильтрационного сосуда.

Внутри фильтрационного сосуда на фильтрующем элементе может быть получен столб жидкости. Вес этого столба жидкости создает избыточное давление на фильтрующем элементе, т.е. на входе в фильтрующий элемент. Перепад давления может быть образован разностью давлений между давлением

на входе (например, геодезически более высоком) по меньшей мере одного фильтрующего элемента внутри фильтрационного сосуда и давлением на выходе (например, геодезически более низком) фильтрующего элемента. Перепад давления заставляет текучую среду просасываться через фильтрующий элемент в фильтрационном сосуде.

Благодаря возможности перемещения фильтрующего элемента из фильтрационного сосуда, различные обработки фильтрующего элемента могут быть произведены за пределами зоны фильтрации без перерыва работы фильтровального устройства. Так, например, одна секция бесконечного фильтрующего элемента (или одна кассета, содержащая фильтрующий элемент) может подвергаться очистке за пределами фильтрационного сосуда, в то время как другая секция бесконечного фильтрующего элемента (или другая кассета, содержащая фильтрующий элемент) расположена внутри фильтрационного сосуда для осуществления фильтрации частиц.

В рамках настоящего изобретения текучая среда, от которой при помощи фильтровального устройства отфильтровываются частицы, может представлять собой жидкости, газы и их комбинации. В частности, фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может быть выполнено с возможностью фильтрации частиц, и, возможно также, различных субстанций, содержащихся в воде.

Фильтровальное устройство может быть использовано для фильтрации воды на входе и/или выходе резервуара для разведения рыбы, например, от полимерных и иных частиц, в частности от лососевых вшей. В рыбоводстве обычно имеется большая потребность в фильтрации воды на входе и выходе. При этом скорости потоков воды обычно лежат в пределах от 6 до 15 $м^3$/с.

В качестве другого примера фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может быть использовано для очистки водопроводной воды и/или для фильтрации частиц, в частности экскрементов и пищевых отходов, из сточных вод перед возвратом в окружающую среду. Фильтровальное устройство может быть встроено в систему сбора и отведения сточных вод. В этом случае перепад давления для фильтровального устройства может быть установлен общей конструкцией, т.е. фильтровальное устройство может быть встроено таким образом, чтобы обеспечить оптимальный перепад давления во время нормальной работы системы сбора и отведения сточных вод.

Фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может быть использовано для фильтрации полимерных частиц, в частности микрочастиц пластмасс, которые имеют размеры менее 0,5 мм. Фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может быть также использовано для фильтрации различных субстанций, в частности жира или экскрементов, из текучей среды.

В качестве следующего примера фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может быть использовано для фильтрации различных промышленных жидкостей, например, для фильтрации различных жидкостей для очистки труб или жидкостей в гидравлических системах.

В качестве еще одного примера фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может быть использовано для отделения нефти от воды. Это является полезным в случае разливов нефти. Так, например, фильтровальное устройство может быть использовано для фильтрации нефти от морской воды в смеси, собранной с огражденного нефтяного пятна. Большие объемы смеси могут перекачиваться через фильтровальное устройство, установленное на борту судна, для высокопроизводительной фильтрации. Фильтрат, т.е. очищенная вода, может сливаться обратно в море. Такой тип фильтрации является особенно эффективным в холодной воде, где вязкость нефти становится очень высокой по сравнению с водой. Поскольку ограждение участка, загрязненного нефтью, является чувствительным к волнам, фильтровальное устройство согласно настоящему изобретению может обеспечить превосходное дополнение к такому ограждению.

Фильтровальное устройство согласно настоящему может быть выполнено с возможностью работы с потоками, имеющими скорость от 5 до 15 $м^3$/с, в частности 10 $м^3$/с. Если поток текучей среды, направляемый впуском фильтрующего устройства, имеет скорость 8 $м^3$/с, перепад давления на фильтрующем элементе внутри фильтрационного сосуда может составлять между 100 Па (1 мбар) и 260 кПа (2600 мбар). Если объемный расход текучей среды на единицу площади равен 5 л/$см^2$/мин, перепад давления может составлять по меньшей мере от 5 кПа (50 мбар), в частности 10 кПа (100 мбар) до 600 кПа (6000 мбар).

Кроме создания перепада давления, фильтровальное устройство может быть выполнено с возможностью регулирования перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе внутри фильтрационного сосуда. Это позволяет также регулировать поток текучей среды через фильтрующий элемент. Регулирование перепада давления может быть бесступенчатым. Регулирование перепада давления может осуществляться при помощи регулирования избыточного давления на входе по меньшей мере одного фильтрующего элемента внутри фильтрационного сосуда и/или при помощи регулирования пониженного давления на выходе фильтрующего элемента.

По меньшей мере один фильтрующий элемент может быть выполнен с возможностью отделения частиц, превышающих определенный размер, от текучей среды. В рамках настоящего изобретения указанный по меньшей мере один фильтрующий элемент может быть образован единственным фильтрующим элементом, в частности бесконечным фильтрующим элементом, или множеством фильтрующих элементов, например последовательно установленных по соответствующей траектории.

По меньшей мере один фильтрующий элемент может быть установлен с возможностью совершения кругового движения по траектории. Круговое движение может осуществляться, например, при помощи вращающегося барабана или конвейерной ленты.

Указанная траектория может содержать нижнюю часть, опущенную в фильтрационный сосуд. При этом по меньшей мере один фильтрующий элемент может перемещаться через текучую среду, содержащуюся в фильтрационном сосуде. Таким образом, фильтрующий элемент может быть погружен в текучую среду внутри фильтрационного сосуда.

В рамках настоящего изобретения смесь, содержащая частицы и текучую среду и подаваемая на фильтрующий элемент, может называться исходной смесью, текучая среда, отфильтрованная фильтрующим элементом, - фильтратом, а частицы, удаленные фильтрующим элементом, - осадком.

Фильтрующий элемент, расположенный внутри фильтрационного сосуда, образует зону фильтрации. Фильтровальное устройство может содержать дополнительные зоны фильтрации. Так, например, фильтровальное устройство может дополнительно содержать фильтр грубой очистки для фильтрации текучей среды на входе по меньшей мере одного фильтрующего элемента, расположенного внутри фильтрационного сосуда. Фильтр грубой очистки может быть выполнен, например, с возможностью удаления крупных частиц и/или различных субстанций, в частности жира. В одном варианте осуществления фильтр грубой очистки имеет размер ячеек 3 мм или более.

Фильтрационный сосуд может содержать днище и боковые стенки, поднимающиеся от днища. Путь перемещения может проходить внутрь фильтрационного сосуда между днищем и впуском фильтрующего устройства и выходить изнутри фильтрационного сосуда. В одном примере фильтрационный сосуд имеет глубину, равную по меньшей мере 0,5 м, в частности по меньшей мере 1 м.

Фильтрационный сосуд и по меньшей мере один фильтрующий элемент могут быть сконфигурированы таким образом, чтобы любая текучая среда должна была проходить от впускной части фильтрующего устройства через фильтрующий элемент внутри фильтрационного сосуда, прежде чем достичь выпускной части фильтрующего устройства. То есть, единственный путь для текучей среды от впускной части фильтрующего устройства до выпускной части фильтрующего устройства проходит через фильтрующий элемент внутри фильтрационного сосуда. При этом ширина фильтрующего элемента, перпендикулярная пути перемещения и внутренняя ширина фильтрационного сосуда, перпендикулярная пути перемещения могут быть, например, равными, или, по существу, равными.

По меньшей мере один фильтрующий элемент может представлять собой бесконечный фильтрующий элемент, установленный с возможностью перемещения вдоль определенной траектории. Для этого фильтровальное устройство может дополнительно содержать по меньшей мере два ролика. Бесконечный фильтрующий элемент может быть установлен вокруг указанных по меньшей мере двух роликов. Бесконечный фильтрующий элемент может опираться, например, на бесконечную конвейерную ленту, вращаемую вокруг роликов. Конвейерная лента может иметь очень высокую проницаемость, например, по существу, более высокую, чем фильтрующий элемент, опирающийся на конвейерную ленту. В качестве альтернативы к ленте может быть присоединено множество фильтрующих элементов. В любом случае лента может воспринимать всю или, по существу, всю загрузку смеси частиц и текучей среды.

Применение бесконечного фильтрующего элемента, перемещаемого по траектории, проходящей, как внутри, так и снаружи фильтрационного сосуда, позволяет осуществлять гибкую установку, поскольку наружная часть траектории, расположенная за пределами фильтрационного сосуда, может быть легко адаптирована к конкретному месту установки. Так, например, может быть изменено положение очистительного устройства относительно фильтрационного сосуда.

Указанная траектория может содержать две геодезически высоких части и геодезически низкую часть между двумя высокими частями, при этом низкая часть может быть расположена внутри фильтрационного сосуда. Две высоких части могут быть образованы или не образованы геодезически самыми высокими точками траектории. Низкая часть и две высоких части согласно настоящему изобретению могут быть установлены при помощи конвейерной ленты или барабана. В том случае, если по меньшей мере один фильтрующий элемент, например, бесконечный фильтрующий элемент, опирается на вращающийся барабан, такой барабан может иметь очень высокую проницаемость, например, по существу, более высокую, чем у фильтрующего элемента, опирающегося на барабан.

По меньшей мере один фильтрующий элемент выполнен с возможностью удаления частиц размером менее чем 100 мкм, в частности менее чем 50 мкм. При этом по меньшей мере один фильтрующий элемент может иметь размеры пор от 5 до 40 мкм.

Микрочастицы пластмасс имеют размер менее чем 0,5 мм. Поэтому основная часть микрочастиц пластмасс может быть удалена фильтрующим элементом. Поры более крупных размеров требуют более низких перепадов давления и наоборот.

Для определения оптимального перепада давления кроме размера пор может быть принята во внимание проницаемость фильтрующего элемента и/или вязкость текучей среды. Более высокая проницаемость фильтрующего элемента может требовать более низких перепадов давления и наоборот. Более высокая вязкость текучей среды может требовать более высоких перепадов давления и наоборот.

По меньшей мере один фильтрующий элемент может содержать проволочную ткань, в частности

металлическую проволочную ткань или проволочную ткань из сплава, имеющую трехмерную геометрию пор.

Такой фильтрующий элемент обеспечивает высокую проницаемость. Проволочная ткань может содержать продольные проволоки и поперечные проволоки, пересекающие друг друга и переплетенные в виде ткацкого рисунка. Продольные проволоки могут быть выполнены по меньшей мере в двух различных конфигурациях, чтобы получить продольные проволоки первого и второго типов. Длина первого типа продольных проволок может отличаться от длины второго типа продольных проволок на определенную единицу длины. Поры могут образовываться в промежутках между участками двух соседних продольных проволок и пересекающими участками двух соседних поперечных проволок.

Одним из примеров проволочной ткани согласно настоящему изобретению является ткань Minimesh® RPD HIFLO-S, поставляемая компанией Haver & Boecker, в частности RPD HIFLO 5 S, 10 S, 15 S, 20 S, 30 S или 40 S. Эти проволочные ткани имеют исключительно высокую проницаемость и повышенную фильтрующую способность по сравнению с другими фильтрами такого же размера пор и могут осуществлять фильтрацию в широком диапазоне перепадов давления. Другой пример проволочной ткани согласно настоящему изобретению также описан в патентной заявке США US 2011290369 A1. По меньшей мере один фильтрующий элемент может быть кислотостойким, коррозионностойким, баростойким и/или термостойким.

Фильтровальное устройство может также содержать по меньшей мере одно очистительное устройство, расположенное снаружи от фильтрационного сосуда, при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент может быть установлен с возможностью перемещения по траектории, проходящей через очистительное устройство для очистки по меньшей мере одного фильтрующего элемента очистительным устройством. Поэтому очистка по меньшей мере одного фильтрующего элемента может осуществляться за пределами зоны фильтрации, расположенной внутри фильтрационного сосуда, например, в зоне очистки. Таким образом, очистка может быть отделена от процесса фильтрации. Очистительное устройство может содержать, например, воздушный шабер, скребок, магнит или смывное устройство для очистки по меньшей мере одного фильтрующего элемента.

Благодаря разделению зоны очистки и зоны фильтрации, фильтрация, выполняемая фильтровальным устройством, может осуществляться непрерывно в течение длительных периодов времени. Во время непрерывной работы смесь частиц и текучей среды может подаваться на очищенную часть бесконечного фильтрующего элемента внутри фильтрационного сосуда. Таким образом, поступающая смесь всегда будет "видеть" чистый фильтрующий элемент или подвергаться его воздействию внутри фильтрационного сосуда.

Фильтровальное устройство может также содержать по меньшей мере одно сушильное устройство, расположенное снаружи от фильтрационного сосуда, при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент может быть установлен с возможностью перемещения по траектории, проходящей через сушильное устройство для сушки частиц, удаленных по меньшей мере с одного фильтрующего элемента. Поэтому сушка отфильтрованных частиц может осуществляться за пределами зоны фильтрации, расположенной внутри фильтрационного сосуда, например, в зоне сушки. Таким образом, сушка может быть отделена от процесса фильтрации. Кроме очистки и сушки другим примером обработки фильтрующего элемента, которая может производиться за пределами зоны фильтрации, является стерилизация.

Фильтровальное устройство может также содержать напорное устройство, предназначенное для регулирования перепада давления на фильтрующем элементе в фильтрационном сосуде. Напорное устройство может служить, например, для создания пониженного давления на выходе фильтрующий элемент.

Кроме того, напорное устройство может быть предназначено для обеспечения бесступенчатого регулирования перепада давления.

Фильтровальное устройство может также содержать сборный объем для приема фильтрованной текучей среды из выпускной части фильтрующего устройства, при этом выпускная часть сборного объема выполнена с возможностью вывода фильтрованной текучей среды из сборного объема. Таким образом, в сборном объеме может быть получен столб фильтрованной жидкости. Вес этого столба жидкости создает пониженное давление на фильтрующем элементе, т.е. на выходе фильтрующего элемента.

Сборный объем может быть создан в коллекторном резервуаре. Коллекторный резервуар может быть открыт в атмосферу. Кроме того, выпускная часть фильтрующего устройства, например, выполненная в виде трубы, может проходить в коллекторный резервуар. Выпускная часть фильтрующего устройства может быть открытой в коллекторном резервуаре, в частности в нижней части коллекторного резервуара.

В качестве альтернативы сборный объем может быть создан в закрытой коллекторной трубе. В этом случае коллекторная труба может обеспечивать жидкостное соединение между выпускной частью фильтрующего устройства и выпускной частью сборного объема.

Напорное устройство может содержать клапан, предназначенный для регулирования потока, проходящего через выпускную часть сборного объема. При закрытии клапана перепад давления уменьшается. Открытие клапана вызывает увеличение перепада давления.

Фильтровальное устройство может быть выполнено с возможностью регулирования работы клапана, исходя из уровня жидкости в фильтрационном сосуде. Для этой цели фильтровальное устройство

может содержать датчик уровня жидкости, выполненный с возможностью определения уровня жидкости внутри фильтрационного сосуда. Система управления фильтровальным устройством может быть выполнена с возможностью управления работой клапана на основании данных об уровне жидкости в фильтрационном сосуде, определяемых датчиком уровня жидкости.

Альтернативно или дополнительно, фильтровальное устройство может быть выполнено с возможностью управления работой клапана, исходя из уровня жидкости в сборном объеме. Для этой цели фильтровальное устройство может содержать датчик уровня жидкости, выполненный с возможностью определения уровня жидкости внутри сборного объема. Система управления фильтровальным устройством может быть выполнена с возможностью управления работой клапана на основании данных об уровне жидкости в сборном объеме, определяемых датчиком уровня жидкости.

Альтернативно или дополнительно, фильтровальное устройство может быть выполнено с возможностью управления работой клапана, исходя из давления в сборном объеме. Для этой цели фильтровальное устройство может содержать датчик давления, выполненный с возможностью определения давления внутри сборного объема, например, давление фильтрованной текучей среды или давление газа, сжатого фильтрованной жидкостью. Система управления фильтровальным устройством может быть выполнена с возможностью управления работой клапана на основании данных о давлении в сборном объеме, определяемых датчиком давления.

Согласно одному альтернативному варианту осуществления напорное устройство содержит поплавок, плавающий на поверхности текучей среды в фильтрационном сосуде, и пробку, которая служит для открытия выпускной части сборного объема, когда уровень текучей среды в фильтрационном сосуде является низким, и для закрытия выпускной части сборного объема, когда уровень текучей среды в фильтрационном сосуде является высоким. Напорное устройство может также содержать соединительный механизм, соединяющий поплавок и пробку. Такой соединительный механизм может представлять собой рычажный механизм. Таким образом, фильтровальное устройство, согласно настоящему изобретению, может быть выполнено с возможностью механического регулирования перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе, в частности, без применения каких-либо электронных компонентов.

Фильтровальное устройство может иметь модульную конструкцию. Так, например, первый модульный блок может содержать фильтрационный сосуд, фильтрующий элемент, впускную часть фильтрующего устройства и выпускную часть фильтрующего устройства, в то время как второй модульный блок может содержать сборный объем, в частности коллекторный резервуар, выпускную часть сборного объема и клапан. В этом случае первый модульный блок может быть установлен поверх второго модульного блока. Первый модульный блок и второй модульный блок могут отдельно транспортироваться к месту установки. Первый модульный блок и второй модульный блок могут быть размещены внутри контейнера. Первый модульный блок может называться фильтрующим блоком, а второй модульный блок - блоком сборного объема.

Согласно другом аспекту изобретения обеспечен способ фильтрации частиц из текучей среды, содержащий приведение в движение по меньшей мере одного фильтрующего элемента по траектории, входящей в фильтрационный сосуд, при этом указанный по меньшей мере один фильтрующий элемент выполнен с возможностью удаления частиц из проходящей через него текучей среды; подачу смеси частиц и текучей среды по меньшей мере на один фильтрующий элемент в фильтрационном сосуде; создание перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе внутри фильтрационного сосуда; и приведение в движение по меньшей мере одного фильтрующего элемента по траектории, выходящей из фильтрационного сосуда.

Способ может также содержать выполнение любой операции или команды выполнения операции, указанной в данном описании. Кроме того, способ может содержать регулирование перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе внутри фильтрационного сосуда, например, на основании уровня жидкости в фильтрационном сосуде, на основании уровня жидкости в сборном объеме и/или на основании давления в сборном объеме.

Краткое описание чертежей

Дополнительные детали, достоинства и аспекты настоящего изобретения станут очевидными из приведенного далее описания вариантов его осуществления со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых показаны:

фиг. 1 - схематический вид в аксонометрии фильтровального устройства;

фиг. 2 - вид сбоку в разрезе фильтровального устройства с фиг. 1;

фиг. 3 - схематический вид сбоку в разрезе другого варианта осуществления фильтровального устройства; и

фиг. 4 - схематический вид сбоку в разрезе еще одного варианта осуществления фильтровального устройства.

Осуществление изобретения

Ниже приведено описание фильтровального устройства, предназначенного для фильтрации частиц из текучей среды, и способа фильтрации частиц из текучей среды. При этом одинаковые ссылочные номера используются для обозначения одинаковых или аналогичных конструктивных элементов.

На фиг. 1 схематически представлен вид в аксонометрии одного варианта осуществления фильтровального устройства 10, а на фиг. 2 - вид сбоку в разрезе указанного варианта осуществления фильтровального устройства 10. Фильтровальное устройство 10, показанное на фиг. 1 и 2, предназначено для фильтрации частиц из жидкости, в частности из воды. Фильтровальное устройство 10 может быть использовано, например, для фильтрации частиц из воды в рыбоводческом бассейне или для фильтрации частиц из сточных вод. Однако фильтровальное устройство 10 может быть также использовано для фильтрации частиц из газов. Фильтровальное устройство 10 содержит фильтрационный сосуд 12, фильтрующий элемент 14, впускную часть 16 фильтрующего устройства и выпускную часть 18 фильтрующего устройства.

Фильтрационный сосуд 12 в данном варианте осуществления содержит днище, четыре стенки и открытую верхнюю часть. Глубина фильтрационного сосуда 12 может составлять 1 м.

Фильтрующий элемент 14 в данном варианте осуществления представляет собой бесконечный фильтрующий элемент 14.

Фильтрующий элемент 14 опирается на бесконечную конвейерную ленту. Фильтрующий элемент 14 установлен с возможностью перемещения по траектории 20. Для этой цели фильтровальное устройство 10 содержит два ролика 22 и множество направляющих секций (не обозначены) для задания направления движения конвейерной ленты и расположенного на ней фильтрующего элемента 14. Под действием вращения одного или обоих роликов 22 фильтрующий элемент 14 совершает круговое движение по траектории 20, как правило, по часовой стрелке, как показано на фиг. 2. Фильтрующий элемент 14 может перемещаться по траектории 20 непрерывно или прерывисто.

Как показано на фиг. 2, траектория 20 проходит вниз внутрь фильтрационного сосуда 12 между впускной частью 16 фильтрующего устройства и днищем фильтрационного сосуда 12, а затем поднимается вверх и выходит изнутри фильтрационного сосуда 12. Траектория 20 содержит две геодезически высоких части 24 и геодезически низкую часть 26, расположенную у днища фильтрационного сосуда 12 между высокими частями 24. В данном варианте осуществления геодезически высокие части 24 расположены вблизи соответствующих верхних кромок фильтрационного сосуда 12. При этом фильтрующий элемент 14 установлен с возможностью перемещения в фильтрационный сосуд 12 и из фильтрационного сосуда 12. Зона фильтрации образована фильтрующим элементом 14 в фильтрационном сосуде 12.

Фильтрующий элемент 14 выполнен с возможностью удаления частиц из проходящей через него текучей среды. Фильтрующий элемент 14 в данном варианте осуществления выполнен из проволочной ткани, имеющей трехмерную геометрию пор, в частности, из ткани Minimesh ® RPD HIFLO-S, которая поставляется компанией Haver & Boecker и имеет превосходную проницаемость. Фильтрующий элемент 14 выполнен с возможностью удаления частиц размером менее чем 50 мкм, и, таким образом, способен удалять основную часть микрочастиц. Однако фильтровальное устройство 10 не ограничено фильтрацией микрочастиц.

Фильтровальное устройство 10 в данном варианте осуществления содержит также два очистительных устройства 28, в частности два смывных устройства. Каждое очистительное устройство 28 выполнено с возможностью очистки части фильтрующего элемента 14, проходящей через это очистительное устройство 28, например, путем удаления осадка частиц с фильтрующего элемента 14. При этом фильтровальное устройство может содержать дренажный канал (не показан) для сбора удаленного осадка с целью его последующей обработки.

Первое очистительное устройство 28 установлено внутри фильтрационного сосуда 12 вблизи его верхней части. Второе очистительное устройство 28 установлено после правого ролика 22 (на фиг. 2). Как показано на фиг. 2, оба очистительных устройства 28 расположены за пределами зоны фильтрации. При этом траектория 20 проходит через оба очистительных устройства 28.

Фильтровальное устройство 10 в данном варианте осуществления содержит также два сушильных устройства 30, в частности два вентилятора. Каждое сушильное устройство 30 выполнено с возможностью сушки части фильтрующего элемента 14, проходящей через сушильное устройство 30. В данном варианте осуществления оба сушильных устройства 30 расположены между первым очистительным устройством 28 и правым роликом 22 (на фиг. 2). Как показано на фиг. 2, оба сушильных устройства 30 также установлены за пределами зоны фильтрации. Траектория 20 также проходит через оба сушильных устройства 30.

Впускная часть 16 фильтрующего устройства предназначена для подачи смеси частиц и текучей среды в зону фильтрации, т.е. на фильтрующий элемент 14 внутри фильтрационного сосуда 12. В данном варианте осуществления впускная часть 16 фильтрующего устройства расположена геодезически выше зоны фильтрации и проходит в фильтрационный сосуд 12. Фильтровальное устройство 10 может также содержать фильтр грубой очистки (не показан), установленный на входе во впускную часть 16 фильтрующего устройства.

Выпускная часть 18 фильтрующего устройства выполнена с возможностью вывода фильтрата, т.е. текучей среды, фильтрованной фильтрующим элементом 14, из фильтрационного сосуда 12. В варианте осуществления, показанном на фиг. 2, выпускная часть 18 фильтрующего устройства расположена в днище фильтрационного сосуда 12, т.е. геодезически ниже фильтрующего элемента 14 внутри фильтра-

ционного сосуда 12.

Фильтровальное устройство 10 содержит также сборный объем 32, представленный здесь в качестве примера в виде коллекторного резервуара 34, и выпускную часть сборного объема 36. Текучая среда, фильтрованная фильтрующим элементом 14, поступает в сборный объем 32. Выпускная часть сборного объема 36 выполнена с возможностью вывода фильтрованной текучей среды из сборного объема 32. Коллекторный резервуар 34 в данном варианте осуществления является открытым в атмосферу.

Фильтровальное устройство в данном варианте осуществления содержит также трубу 38. Один конец трубы 38 соединен с выпускной частью 18 фильтрующего устройства, а ее другой конец является открытым и расположен в нижней части коллекторного резервуара 34. Таким образом, выпускная часть 18 фильтрующего устройства проходит в коллекторный резервуар 34. Труба 38 образует уравнительную трубу.

Фильтровальное устройство 10 выполнено с возможностью создания перепада давления на фильтрующем элементе 14 внутри фильтрационного сосуда 12, т.е. в зоне фильтрации. Для этой цели фильтровальное устройство 10 в данном варианте осуществления содержит также напорное устройство 40.

Напорное устройство 40 в данном варианте осуществления служит для создания пониженного давления на выходе фильтрующего элемента 14, например, внутри трубы 38. Напорное устройство 40 содержит клапан 42, выполненный с возможностью выборочного закрытия и открытия выпускной части сборного объема 36. Таким образом, клапан 42 обеспечивает управление потоком, проходящим через выпускную часть сборного объема 36. Клапан 42 может также обеспечивать управление степенью открытия выпускной части сборного объема 36. Таким образом, напорное устройство 40 выполнено с возможностью бесступенчатого регулирования перепада давления на фильтрующем элементе 14. При открытии клапана 42 перепад давления увеличивается и наоборот.

Фильтровальное устройство 10 в данном варианте осуществления содержит также датчик 44 уровня жидкости. Датчик 44 уровня жидкости выполнен с возможностью определения уровня 46 жидкости внутри фильтрационного сосуда 12.

Фильтровальное устройство 10 в данном варианте осуществления содержит также датчик 48 уровня жидкости. Датчик 48 уровня жидкости выполнен с возможностью определения уровня 50 жидкости внутри сборного объема 32, содержащегося в данном случае в коллекторном резервуаре 34.

Фильтровальное устройство 10 в данном варианте осуществления содержит также датчик 52 давления. Датчик 52 давления выполнен с возможностью определения давления внутри сборного объема 32.

Фильтровальное устройство 10 содержит также блок управления (не показан). Блок управления предназначен для управления работой клапана 42 на основании сигналов, поступающих от датчика 44 уровня жидкости, датчика 48 уровня жидкости и/или датчика 52 давления. Таким образом, напорное устройство 40 выполнено с возможностью регулирования перепада давления на фильтрующем элементе 14.

Кроме того, фильтровальное устройство 10, показанное на фиг. 1 и 2, имеет модульную конструкцию, содержащую блок 54 сборного объема и блок 56 фильтрации, установленный поверх блока 54 сборного объема. Блок 56 фильтрации в данном варианте осуществления содержит фильтрационный сосуд 12, фильтрующий элемент 14, впускную часть 16 фильтрующего устройства и выпускную часть 18 фильтрующего устройства. Блок 54 сборного объема в данном варианте осуществления содержит коллекторный резервуар 34, трубу 38, выпускную часть 36 сборного объема и клапан 42. Как показано на фиг. 1 и 2, блок 56 фильтрации и блок 54 сборного объема образуют компактную конструкцию фильтровального устройства 10.

Со ссылками на фиг. 1 и 2 ниже описан один пример осуществления фильтрации при помощи фильтровального устройства 10. Смесь частиц и жидкости, возможно, предварительно пропущенная через фильтр грубой очистки, подается впускной частью 16 фильтрующего устройства внутрь фильтрационного сосуда 12 на фильтрующий элемент 14. Объемная подача смеси может составлять, например, 10 $м^3/с$.

Фильтрующий элемент 14 проходит через нижнюю часть 26 внутрь фильтрационного сосуда 12. Частицы собираются фильтрующим элементом 14 внизу фильтрационного сосуда 12 и выводятся из фильтрационного сосуда 12 в процессе движения фильтрующего элемента 14 по траектории 20. Во время фильтрации фильтрующий элемент 14 непрерывно очищается очистительными устройствами 28 и подвергается сушке сушильными устройствами 30, поэтому чистая и сухая часть фильтрующего элемента 14 непрерывно подается в фильтрационный сосуд 12. Таким образом, операция очистки может выполняться за пределами зоны фильтрации без перерывов на очистку фильтрующего элемента 14 или на другие типы операций технического обслуживания.

Вследствие сопротивления фильтрующего элемента 14, на фильтрующем элементе 14 внутри фильтрационного сосуда 12 образуется столб жидкости. Вес этого столба жидкости создает давление на входе в фильтрующий элемент 14.

Фильтрованная жидкость выводится из фильтрационного сосуда 12 через выпускную часть 18 фильтрующего устройства и далее подается по трубе 38 в сборный объем 32.

Управление клапаном 42 обеспечивает регулирование потока фильтрованной текучей среды, проходящей из сборного объема 32 через выпускную часть 36 сборного объема. При этом можно регулиро-

вать уровень 50 жидкости внутри коллекторного резервуара 34. Соотношение между столбом жидкости в фильтрационном сосуде 12 и столбом жидкости в коллекторном резервуаре 34 определяет перепад давления на фильтрующем элементе 14 внутри фильтрационного сосуда 12. При регулировании уровня жидкости в коллекторном резервуаре 34 происходит регулирование перепада давления. Перепад давления заставляет жидкость в фильтрационном сосуде 12 просасываться через фильтрующий элемент 14 в сборный объем 32.

Перепад давления можно регулировать различными способами, например, для того чтобы максимально увеличивать поток и/или максимально увеличивать отделение частиц от жидкости.

Фильтрация обеспечивает получение осадка с низкой степенью влажности. Это позволяет осуществлять более дешевую и экологически более щадящую транспортировку. Фильтровальное устройство 10 в варианте осуществления, показанном на фиг. 1 и 2, позволяет получать осадок с содержанием приблизительно 20%. Фильтровальное устройство 10 может обеспечивать эффективное удаление частиц из сточных вод. При этом фильтровальное устройство 10 может, например, вносить значительный вклад в улучшение состояния морской биосферы.

На фиг. 3 схематически представлен вид сбоку в разрезе другого варианта осуществления фильтровального устройства 10. Ниже описаны его основные отличия от фиг. 1 и 2.

Вместо коллекторного резервуара 34 и трубы 38, показанных на фиг. 1 и 2, фильтровальное устройство 10 на фиг. 3 содержит коллекторную трубу 58, образующую сборный объем 32. Один конец коллекторной трубы 58 соединен с выпускной частью 18 фильтрующего устройства, а другой конец - с выпускной частью 36 сборного объема. Коллекторная труба 58 замкнута между выпускной частью 18 фильтрующего устройства и выпускной частью 36 сборного объема. В коллекторной трубе 58 установлен затвор 60 для текучей среды. Затвор 60 для текучей среды позволяет фильтрованной текучей среде проходить к выпускной части 36 сборного объема, но не допускает ее возврата в фильтрационный сосуд 12.

На фиг. 4 схематически представлен вид сбоку в разрезе еще одного варианта осуществления фильтровального устройства 10. Ниже описаны его основные отличия от фиг. 1-3.

Фильтровальное устройство 10 на фиг. 4 содержит альтернативное напорное устройство 40. Напорное устройство 40 на фиг. 4 содержит поплавок 62, пробку 64 и соединительный механизм 66. Соединительный механизм 66 выполнен в данном случае в качестве примера в виде рычага, установленного с возможностью поворота вокруг неподвижной оси 68. Поплавок 62 плавает на поверхности жидкости в фильтрационном сосуде 12. Пробка 64 предназначена для открытия и закрытия выпускной части 36 сборного объема.

Как показано на фиг. 4, если уровень 46 жидкости в фильтрационном сосуде 12 является сравнительно низким, выпускная часть 36 сборного объема открывается при помощи пробки 64. Если уровень 46 жидкости в фильтрационном сосуде 12 повышается, поплавок 62 поднимается вместе с уровнем 46 жидкости. Это вызывает поворот соединительного механизма 66 (против часовой стрелки на фиг. 4) вокруг оси 68. Этот поворот соединительного механизма 66 заставляет пробку 64 закрывать выпускную часть 36 сборного объема. На фиг. 4 показаны датчик 44 уровня жидкости и датчик 52 давления, однако, напорное устройство 40 на фиг. 4 может функционировать полностью механически.

Хотя настоящее изобретение описано со ссылками на иллюстративные варианты осуществления, следует понимать, что данное изобретение не ограничено приведенным выше описанием. Так, например, очевидно, что размеры деталей могу быть изменены по мере необходимости.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фильтровальное устройство (10) для фильтрации частиц из жидкости, содержащее

фильтрационный сосуд (12);

по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) для удаления частиц из жидкости, проходящей через него, при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) установлен с возможностью перемещения по траектории (20), проходящей в фильтрационный сосуд (12) и из фильтрационного сосуда (12);

впускную часть (16) фильтрующего устройства, выполненную с возможностью подачи смеси частиц и жидкости по меньшей мере на один фильтрующий элемент (14) в фильтрационном сосуде (12);

выпускную часть (18) фильтрующего устройства, выполненную с возможностью вывода жидкости, фильтрованной по меньшей мере одним фильтрующим элементом (14), из фильтрационного сосуда (12);

сборный объем (32) для приема фильтрованной жидкости из выпускной части (18) фильтрующего устройства и

выпускную часть (36) сборного объема, выполненную с возможностью вывода фильтрованной жидкости из сборного объема (32);

при этом сборный объем (32) выполнен так, что вес столба жидкости фильтрованной жидкости, получаемого внутри сборного объема (32), создает избыточное давление на выходе по меньшей мере одного фильтрующего элемента (14) для создания перепада давления по меньшей мере на одном фильтрующем элементе (14) внутри фильтрационного сосуда (12) и

причем фильтровальное устройство (10) дополнительно содержит напорное устройство (40), вы-

полненное с возможностью регулирования перепада давления на фильтрующем элементе (14) в фильтрационном сосуде (12).

2. Фильтровальное устройство (10) по п.1, в котором по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) представляет собой бесконечный фильтрующий элемент (14), установленный с возможностью перемещения по траектории (20).

3. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, в котором траектория (20) содержит две геодезически высокие части (24) и геодезически низкую часть (26) между двумя верхними частями (24), при этом нижняя часть (26) расположена внутри фильтрационного сосуда (12).

4. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) выполнен с возможностью удаления частиц размером менее чем 100 мкм, в частности менее чем 50 мкм.

5. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) содержит проволочную ткань, имеющую трехмерную геометрию пор.

6. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащее по меньшей мере одно очистительное устройство (28), расположенное снаружи от фильтрационного сосуда (12), при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) установлен с возможностью перемещения по траектории (20) через очистительное устройство (28) для очистки по меньшей мере одного фильтрующего элемента (14) очистительным устройством (28).

7. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащее по меньшей мере одно сушильное устройство (30), расположенное снаружи от фильтрационного сосуда (12), при этом по меньшей мере один фильтрующий элемент (14) установлен с возможностью перемещения по траектории (20) через сушильное устройство (30) для сушки частиц, удаленных по меньшей мере с одного фильтрующего элемента (14).

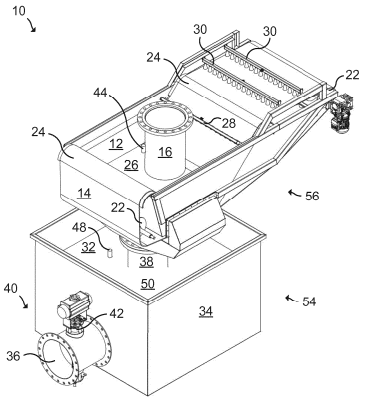
8. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, в котором напорное устройство (40) содержит клапан (42), установленный для регулирования потока через выпускную часть (36) сборного объема.

9. Фильтровальное устройство (10) по п.8, выполненное с возможностью управления работой клапана (42) на основании уровня жидкости в фильтрационном сосуде (12).

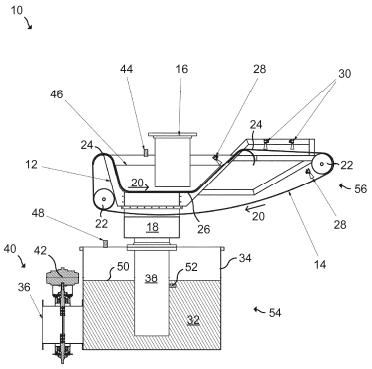
10. Фильтровальное устройство (10) по п.8 или 9, выполненное с возможностью управления работой клапана (42) на основании уровня жидкости в сборном объеме (32).

11. Фильтровальное устройство (10) по любому из пп.8-10, выполненное с возможностью управления работой клапана (42) на основании давления в сборном объеме (32).

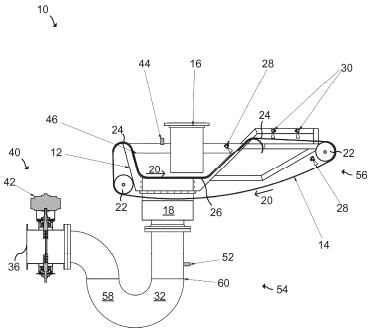
12. Фильтровальное устройство (10) по любому из предшествующих пунктов, которое имеет модульную конструкцию.



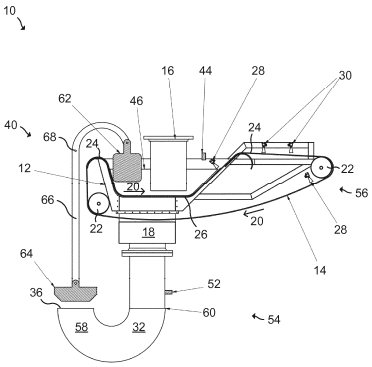
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4