

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **036835**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2020.12.24**

**(21)** Номер заявки  
**201990328**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2017.07.11**

**(51)** Int. Cl. **B01D 61/14** (2006.01)  
**B01D 61/18** (2006.01)  
**B01D 63/02** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**B01D 65/02** (2006.01)  
**B01D 61/22** (2006.01)

---

**(54) СПОСОБ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ**

---

**(31)** 1612680.7

**(32)** 2016.07.21

**(33)** GB

**(43)** 2019.06.28

**(86)** PCT/EP2017/067443

**(87)** WO 2018/015223 2018.01.25

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:

**БИПИ ЭКСПЛОРЕЙШН  
ОПЕРЕЙТИНГ КАМПЭНИ  
ЛИМИТЕД (GB)**

**(72)** Изобретатель:

**Крауч Джон Генри, Ломакс Джеймс,  
Уильямс Джон Дэйл (GB)**

**(74)** Представитель:

**Гизатуллина Е.М., Строкова О.В.,  
Гизатуллин Ш.Ф., Лебедев В.В.,  
Парамонова К.В., Угрюмов В.М.,  
Костюшенкова М.Ю., Осипенко Н.В.,  
Глухарёва А.О., Николаева О.А. (RU)**

**(56)** US-A1-2002117438

EP-A1-1743690

JP-A-2005081168

WO-A1-9747375

KR-B1-100503783

JP-A-2007245083

JP-A-H06277664

JP-A-2008229471

---

**(57)** Способ функционирования фильтрующего блока, содержащего фильтрующий сосуд, содержащий по меньшей мере один глухой фильтрующий элемент, причем фильтрующий элемент или каждый фильтрующий элемент состоит из множества микрофильтрующих или ультрафильтрующих мембран из полых волокон, в котором во время фильтрации подаваемую воду, содержащую взвешенный материал в форме частиц, подают одновременно внутрь полых волокон через оба их конца и фильтрат удаляют снаружи полых волокон через выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов), и во время обратной промывки вода для обратной промывки подается снаружи полых волокон через выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов), в первом цикле обратной промывки вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, отводится изнутри полых волокон из одного их конца, а во втором цикле обратной промывки вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, отводится изнутри полых волокон из другого их конца, и при котором первый и второй циклы обратной промывки можно выполнять в любом порядке.

---

**B1**

**036835**

**036835**

**B1**

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

Настоящее изобретение относится к способу удаления взвешенных твердых веществ из воды.

**Предшествующий уровень техники настоящего изобретения**

Публикация международной заявки на патент номер WO 03/051497 относится к мембранному фильтру, содержащему корпус с впускным отверстием, выпускным отверстием для пермеата и по меньшей мере два мембранных фильтра, предоставленных в корпусе, в который подлежащая фильтрации текучая среда подается через впускное отверстие к мембранным фильтрам и поток пермеата отводится через выпускное отверстие для пермеата и который отличается тем, что одно из выпускного отверстия для пермеата и впускного отверстия находится по меньшей мере на одном конце корпуса мембранного фильтра, а другое находится в положении по существу в середине корпуса мембранного фильтра. В соответствии с объяснением фиг. 4 во время обратной промывки устройства фиг. 2 поток для обратной промывки пермеата подают вблизи выпускных отверстий 3 для пермеата, он протекает по каналу 5 для пермеата через мембранные модули 4 и выходит из аппарата через впускное отверстие 2. Таким образом, направление потока просто изменяют на противоположное.

Публикация международной заявки на патент номер WO 97/47375 относится к системе мембранной фильтрации для фильтрации жидкости, содержащей примеси, с использованием микрофильтрующей или ультрафильтрующей мембраны, содержащей сосуд высокого давления, содержащий два или более мембранных фильтрующих элемента, соединенных на стороне фильтрата посредством коннектора, и который перекрыт на обоих концах концевой пластиной, причем в одной или обеих концевых пластин расположены соединения для отведения фильтрата или подачи потока для обратной промывки и/или очищающей, и/или дезинфицирующей жидкости, и при этом на обоих концах сосуда высокого давления, либо в концевых пластинах, либо в боковой стенке сосуда высокого давления расположены соединения для подачи подлежащей фильтрации жидкости или отведения потока для обратной промывки и/или очищающей и/или дезинфицирующей жидкости и примесей. Система мембранной фильтрации WO 97/47375 отличается тем, что в боковой стенке сосуда высокого давления между соединениями в наружных концах сосуда высокого давления расположены одно или более дополнительных соединений для подачи подлежащей фильтрации жидкости или отведения потока для обратной промывки и/или очищающей, и/или дезинфицирующей жидкости и примесей. Потоки, которые возникают в системе мембранной фильтрации, показаны на фиг. 4 WO 97/47375. Подлежащую фильтрации жидкость подают через концевые соединения и дополнительные соединения. Затем подлежащая очистке жидкость проходит в мембранные фильтрующие элементы и течет в осевом направлении через мембранные фильтрующие элементы. Фильтрат течет через мембрану и в дальнейшем в трубу для отведения фильтрата и уходит из сосуда высокого давления через соединения. Примеси остаются в мембранных фильтрующих элементах. Сосуд высокого давления периодически подвергают обратной промывке для удаления скопившихся загрязнений путем изменения направления потока. Жидкость для обратной промывки подают через соединения в концевых пластинах. Жидкость для обратной промывки течет через мембрану и в последующем в осевом направлении через мембранные фильтрующие элементы. Жидкость для обратной промывки, содержащая примеси, уходит из сосуда высокого давления через соединения и дополнительные соединения. Однако в настоящее время обнаружено, что способ обратной промывки WO 97/47375 может быть неэффективным для удаления загрязнений с внутренней поверхности полых волокон.

**Краткое раскрытие настоящего изобретения**

В первом варианте осуществления настоящее изобретение относится к способу функционирования фильтрующего блока, содержащего фильтрующий сосуд, содержащий по меньшей мере один глухой фильтрующий элемент, причем фильтрующий элемент или каждый фильтрующий элемент состоит из множества микрофильтрующих или ультрафильтрующих мембран из полых волокон, при этом каждое полое волокно имеет на его первом конце и втором конце первое впускное отверстие и второе впускное отверстие, сообщающиеся по текучей среде с внутренней частью полого волокна, и фильтрующий элемент (элементы) имеет на одном из его первого и второго концов выпускное отверстие, сообщающееся по текучей среде с внешней частью полых волокон; отличающемуся тем, что

во время фильтрации подаваемую воду, содержащую взвешенный материал в форме частиц, подают одновременно внутрь полых волокон через их первые впускные отверстия и вторые впускные отверстия и фильтрат удаляют снаружи полых волокон через выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов); и

во время обратной промывки вода для обратной промывки подается снаружи полых волокон через выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов), в первом цикле обратной промывки вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, отводится изнутри полых волокон через их первые впускные отверстия, а во втором цикле обратной промывки вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, отводится изнутри полых волокон через их вторые впускные отверстия.

Первый и второй циклы обратной промывки фильтрующего элемента можно выполнять последовательно в любом порядке.

Хотя фильтрующий элемент (элементы) может иметь единственное выпускное отверстие, предпочтительно, чтобы фильтрующий элемент (элементы) имел первое выпускное отверстие и второе выпускное отверстие, расположенные на первом и втором его концах соответственно. Соответствующим образом, во время фильтрации фильтрат удаляют снаружи волокон одновременно как из первого, так и из второго выпускных отверстий фильтрующего элемента.

Предусматривается, что во время обратной промывки в первом цикле обратной промывки воду для обратной промывки можно подавать снаружи полых волокон через первое выпускное отверстие фильтрующих элементов, а воду для обратной промывки, содержащую захваченный материал в форме частиц, можно отводить изнутри полых волокон через их первые впускные отверстия; а во втором цикле обратной промывки воду для обратной промывки можно подавать снаружи полых волокон через второе выпускное отверстие фильтрующего элемента, а воду для обратной промывки, содержащую захваченный материал в форме частиц, можно отводить изнутри полых волокон через их вторые впускные отверстия. Опять же, первый и второй циклы обратной промывки можно выполнять в любом порядке.

Во втором варианте осуществления настоящее изобретение относится к фильтрующему блоку, содержащему фильтрующий сосуд, содержащий по меньшей мере один глухой фильтрующий элемент, причем фильтрующий элемент или каждый фильтрующий элемент состоит из множества микрофильтрующих или ультрафильтрующих мембран из полых волокон, при этом каждое полое волокно имеет на первом и втором его концах первое впускное отверстие и второе впускное отверстие, сообщающиеся по текучей среде с внутренней частью полого волокна, а фильтрующий элемент (элементы) имеет на одном из его первого и второго концов выпускное отверстие, сообщающееся по текучей среде с внешней частью полых волокон;

отличающемся тем, что:

(i) первые впускные отверстия полых волокон фильтрующего элемента (элементов) сообщаются по текучей среде с первой выделенной линией для подачи через первый выделенный порт для подачи в фильтрующем сосуде, а вторые впускные отверстия полых волокон фильтрующего элемента (элементов) сообщаются по текучей среде со второй выделенной линией для подачи через второй выделенный порт для подачи в фильтрующем сосуде;

(ii) выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов) сообщается по текучей среде с линией для фильтрата через порт для фильтрата в фильтрующем сосуде;

отличающемся тем, что первая и вторая выделенные линии для подачи и линия для фильтрата, каждая, имеют клапан, снабженный приводом, при этом приводы можно независимо приводить в действие для перемещения клапанов между открытым и закрытым положениями; и

(a) во время фильтрации приводы перемещают клапаны на первой выделенной линии для подачи, второй выделенной линии для подачи и линии для фильтрата в открытое положение, так чтобы подавать подаваемую воду, содержащую взвешенный материал в форме частиц, одновременно внутрь полых волокон из первой и второй выделенных линий для подачи через первый и второй выделенные порты для подачи соответственно и через первые и вторые впускные отверстия полых волокон соответственно и фильтрат удаляют снаружи волокон и отводят в линии для фильтрата через выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов) и порт для фильтрата; и

(b) во время обратной промывки фильтрующий элемент (элементы) подвергают обратной промывке за два цикла с помощью приводов, открывающих и закрывающих клапаны на проточных линиях в такой последовательности, что клапан на линии для фильтрата находится в открытом положении, и вода для обратной промывки подается из линии для фильтрата снаружи волокон через выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов) через порт для фильтрата, и в первом цикле обратной промывки клапаны на первой и второй выделенных линиях для подачи находятся в открытом и закрытом положениях соответственно, и вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, удаляется изнутри полых волокон через первые впускные отверстия волокон через первый выделенный порт для подачи и отводится в первую выделенную линию (линии) для подачи; а во втором цикле обратной промывки клапаны на первой и второй выделенных линиях для подачи находятся в закрытом и открытом положениях соответственно, и вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, удаляется изнутри полых волокон через вторые впускные отверстия волокон через второй выделенный порт для подачи и отводится во вторую выделенную линию для подачи.

Хотя фильтрующий элемент (элементы) может иметь единственное выпускное отверстие, предпочтительно, чтобы фильтрующий элемент (элементы) имел первое выпускное отверстие и второе выпускное отверстие, расположенные на первом и втором концах фильтрующего элемента (элементов) соответственно.

Соответственно, первое и второе выпускные отверстия фильтрующего элемента (элементов) могут сообщаться по текучей среде с выделенной первой линией для фильтрата и выделенной второй линией для фильтрата соответственно через выделенные первый и второй порты для фильтрата соответственно в фильтрующем сосуде. Клапаны на каждой из выделенных первой и второй линий для фильтрата снабжены приводами, которые можно независимо приводить в действие для перемещения клапанов между открытым и закрытым положениями. Во время фильтрации клапаны на первой и второй выделенных лини-

ях для подачи и на первой и второй линиях для фильтра находятся в открытом положении.

Фильтрующий элемент (элементы) можно подвергать обратной промывке за два цикла. В первом цикле обратной промывки клапаны на выделенной первой линии для фильтра и выделенной первой линии для подачи могут быть в открытом положении, а клапаны на выделенной второй линии для фильтра и выделенной второй линии для подачи могут быть в закрытом положении, так что вода для обратной промывки подается снаружи полых волокон из выделенной первой линии для фильтра через первое выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов) через выделенной первый порт для фильтра, а вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, удаляется изнутри полых волокон через их первые впускные отверстия и отводится в первую выделенную линию для подачи через выделенный первый порт для подачи; а во втором цикле обратной промывки клапаны на выделенной первой линии для фильтра и выделенной первой линии для подачи находятся в закрытом положении, а клапаны на выделенной второй линии для фильтра и выделенной второй линии для подачи находятся в открытом положении, так что вода для обратной промывки подается снаружи волокон через выделенное второе выпускное отверстие фильтрующего элемента (элементов) из выделенной второй линии для фильтра через выделенный второй порт для фильтра, а вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, удаляется изнутри полых волокон через вторые впускные отверстия на его втором конце и отводится во вторую выделенную линию для подачи через второй выделенный порт для подачи.

Первый и второй циклы обратной промывки для каждого фильтрующего элемента (элементов) можно выполнять последовательно в любом порядке.

Следует понять, что, когда в фильтрующем сосуде расположены два или более фильтрующих элемента, каждый фильтрующий элемент может иметь выделенную первую линию для фильтра и выделенную вторую линию для фильтра и каждый фильтрующий элемент можно подвергать обратной промывке, как описано выше.

В качестве альтернативы фильтрующие элементы можно расположить последовательно, так что имеется первая линия для фильтра и вторая линия для фильтра, сообщающиеся по текучей среде с выпускным отверстием первого фильтрующего элемента и с выпускным отверстием последнего фильтрующего элемента соответственно в серии фильтрующих элементов. Обратная промывка расположенных таким образом фильтрующих элементов более подробно описана ниже.

#### **Краткое описание фигур**

На фиг. 1 показан фильтрующий блок согласно первому варианту осуществления изобретения во время фильтрации.

На фиг. 2 показан фильтрующий блок согласно первому варианту осуществления изобретения во время обратной промывки.

На фиг. 3 показан фильтрующий блок согласно второму варианту осуществления изобретения во время фильтрации.

На фиг. 4 показан фильтрующий блок согласно второму варианту осуществления изобретения во время обратной промывки.

На фиг. 5 показано множество фильтрующих блоков согласно изобретению, расположенных на стойке.

#### **Определения**

На протяжении всего последующего описания упоминаются следующие термины.

"Подаваемая вода" представляет собой воду, содержащую взвешенный материал в форме частиц.

"Вода для обратной промывки" обычно является частью фильтра.

"Фильтрат" представляет собой воду, которая проходит через мембрану (мембраны) фильтрующего элемента (элементов) во время фильтрации подаваемой воды.

"Удельная проницаемость" представляет собой количество фильтра, произведенного на единицу площади поверхности мембраны в единицу времени. Обычно удельная проницаемость выражается в литрах на кв. метр в час ( $л/м^2/ч$ ).

"Глухой фильтрующий блок" представляет собой фильтрующий блок, содержащий по меньшей мере один фильтрующий элемент, состоящий из множества мембран, в котором вся подлежащая фильтрации вода (содержащая взвешенный материал в форме частиц) проходит через мембрану, так что материал в форме частиц накапливается на поверхности мембраны на стороне подачи мембраны. В глухом фильтрующем блоке накопленный материал в форме частиц удаляют из фильтрующего элемента посредством периодической обратной промывки фильтрующего элемента (элементов) фильтратом (называемым в данной заявке "вода для обратной промывки"). К воде для обратной промывки можно периодически или непрерывно добавлять добавки для химической очистки и/или дезинфекции мембраны фильтрующего элемента.

"Фильтрующий элемент из полых волокон" представляет собой фильтрующий элемент, содержащий множество мембран из полых волокон (часто называемое в данной области техники "пучок"). Как правило, мембраны из полых волокон (далее называемые "полые волокна") расположены параллельно в кольцевом пространстве, образованном между центральной перфорированной трубкой или трубой и на-

ружной цилиндрической втулкой фильтрующего элемента. Как правило, полые волокна имеют первый и второй открытые концы, герметизированные в первом и втором концевых участках фильтрующего элемента. Данные первый и второй открытые концы являются первым и вторым впускными отверстиями волокон. Внутренняя часть каждого полого волокна (т.е. внутреннее пространство, окруженное внутренней стенкой каждого полого волокна) является стороной подачи мембраны, а внешняя сторона полых волокон (внешнее пространство вокруг полых волокон) является стороной фильтра мембраны. Таким образом, стенка каждого полого волокна содержит микрофильтрующую или ультрафильтрующую мембрану. Во время фильтрации или во время обратной промывки фильтрующего элемента внешнее пространство вокруг полых волокон сообщается по текучей среде с внутренним пространством центральной перфорированной трубки. Во время фильтрации фильтрат выходит из фильтрующего элемента через по меньшей мере один открытый конец центральной перфорированной трубки. Во время обратной промывки фильтрат поступает в фильтрующий элемент через по меньшей мере один открытый конец центральной перфорированной трубки.

"Материал в форме частиц" представляет собой нерастворимые частицы, взвешенные в подаваемой воде, и включает коллоидные частицы.

"Путь потока изнутри кнаружи" - это когда во время фильтрации поток фильтрата через мембрану идет со стороны подачи (внутри полых волокон) к стороне фильтрата (снаружи полых волокон) фильтрующего элемента. В способе настоящего изобретения подаваемая вода проходит в осевом направлении во внутреннее пространство полых волокон одновременно из первых и вторых открытых концов (первые и вторые впускные отверстия) полых волокон, и фильтрат проходит через стенки волокон во внешнее пространство вокруг волокон.

"Путь потока снаружи внутрь" - это когда во время обратной промывки поток воды для обратной промывки через мембрану идет со стороны фильтрата (снаружи полых волокон) к стороне подачи (внутри полых волокон) фильтрующего элемента. Вода для обратной промывки проходит из внешнего пространства вокруг волокон через стенки волокон и затем в осевом направлении через внутреннее пространство полых волокон. В способе настоящего изобретения вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, удаляется в первом цикле обратной промывки из первых открытых концов (первые впускные отверстия) волокон, а во втором цикле обратной промывки из вторых открытых концов (вторые впускные отверстия) волокон. Эти первый и второй циклы обратной промывки можно выполнять последовательно в любом порядке.

Ультрафильтрация (UF) и микрофильтрация (MF) представляют собой процессы мембранной фильтрации, используемые для удаления взвешенного (диспергированного) материала в форме частиц из подаваемой воды с использованием UF и MF мембран соответственно.

UF и MF мембраны содержат первый и второй слои, причем первый слой представляет собой разграничивающий слой, который исключает прохождение через мембрану взвешенного материала в форме частиц, а второй слой представляет собой пористую поддерживающую среду, которая придает мембране прочность. Как правило, UF мембраны имеют разграничивающие слои с размерами пор, которые исключают материал в форме частиц, имеющих размер частиц от 0,01 до 0,001 мкм или более. Как правило, MF мембраны имеют разграничивающий слой с размерами пор, которые исключают материал в форме частиц, имеющих размер частиц от 0,1 до 10 мкм или более. Соответственно, UF мембраны исключают материал в форме более мелких частиц, чем MF мембраны. UF мембраны (с отсечкой 0,01 мкм) считаются эффективным барьером для микроорганизмов, таких как бактерии. UF мембраны также исключают макромолекулярные органические соединения, в частности макромолекулярные органические соединения с молекулярной массой 150000 Да или более. Это значительно снижает риск биорастворения на любых мембранах обратного осмоса или нанофильтрующих мембранных блоков, расположенных на выходе из UF блока (блоков).

Как правило, фильтрующий блок содержит фильтрующий сосуд, содержащий один или более фильтрующих элементов. Как правило, фильтрующий сосуд представляет собой фильтрующий сосуд цилиндрической формы, имеющий цилиндрическую стенку (т.е. цилиндр), и первую и вторую торцевые крышки, расположенные на первом и втором концах цилиндра. Предпочтительно первая и вторая торцевые крышки съемные, что позволяет обслуживать и заменять фильтрующие элементы. Порты в фильтрующем сосуде можно расположить либо в цилиндрической стенке, либо в съемных торцевых крышках.

Стойка представляет собой группу фильтрующих элементов, которые имеют общий клапан. Батарея представляет собой группу фильтрующих сосудов, которые образуют часть стойки, которую можно выделить как группу для обратной промывки или очистки. Одна стойка или две или более стоек могут быть установлены на раме.

### Подробное раскрытие настоящего изобретения

Дополнительные признаки и преимущества изобретения станут очевидными из следующего описания предпочтительных вариантов осуществления изобретения.

Фильтрующий сосуд может содержать единственный фильтрующий элемент. Когда фильтрующий сосуд содержит единственный фильтрующий элемент, первый и второй порты для подачи расположены в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них. Единственный порт для фильтра может быть расположен в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них. Предпочтительно первый и второй порты для фильтра расположены в стенке фильтрующего сосуда на первом и втором его концах или вблизи них. Как правило, единственный фильтрующий элемент расположен в фильтрующем сосуде между портами для подачи и для фильтра.

Предпочтительно фильтрующий сосуд может содержать множество фильтрующих элементов, расположенных в ряд (или серией) с пространствами или промежутками между соседним фильтрующим элементом (элементами) и пространствами или промежутками между конечными фильтрующими элементами (первый и последний фильтрующие элементы в ряду) и первой и второй торцевыми крышками фильтрующего сосуда. Соответственно, фильтрующий сосуд может содержать от 2 до 12 фильтрующих элементов, предпочтительно от 2 до 8, более предпочтительно от 2 до 6, например от 2 до 4 фильтрующих элементов. Когда фильтрующий сосуд содержит множество фильтрующих элементов, первый и второй порты для подачи, как правило, расположены в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них (далее называемые "концевые порты для подачи"). Один или более дополнительных портов для подачи расположены в стенке фильтрующего сосуда (далее называемые "боковые порты для подачи") с единственным фильтрующим элементом расположены на обеих сторонах каждого бокового порта для подачи. Таким образом, когда имеются два фильтрующих элемента, имеется единственный дополнительный боковой порт для подачи в центральном положении в стенке фильтрующего сосуда с фильтрующими элементами, расположенными на его обеих сторонах. Первый и второй концевые порты для подачи соединены либо напрямую, либо опосредованно с первой и второй выделенными линиями для подачи. Аналогично, боковой порт или каждый боковой порт для подачи соединен либо напрямую, либо опосредованно с выделенной линией для подачи (далее называемой "боковая линия (линии) для подачи") (т.е. имеется выделенная боковая линия для подачи для каждого бокового порта для подачи). Единственный порт для фильтра может быть расположен в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них (далее называемый "концевой порт для фильтра"). Единственный концевой порт для фильтра можно соединить либо напрямую, либо опосредованно с линиями для фильтра. Предпочтительно первый и второй концевые порты для фильтра расположены в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них. Первый и второй концевые порты для фильтра можно соединить либо напрямую, либо опосредованно с выделенными первой и второй линиями для фильтра. Необязательно, один или более дополнительных портов для фильтра можно расположить в стенке фильтрующего сосуда (далее называемый "боковой порт для фильтра"). Боковой порт или каждый боковой порт для фильтра можно соединить либо напрямую, либо опосредованно с выделенной линией для фильтра (далее называемой "боковая линия (линии) для фильтра").

Когда фильтрующий сосуд содержит единственный фильтрующий элемент, фильтрующий элемент подвергают обратной промывке с использованием первого и второго циклов обратной промывки (т.е. двух циклов обратной промывки), которые можно выполнять последовательно в любом порядке.

Когда фильтрующий сосуд содержит множество фильтрующих элементов, имеются первый и второй циклы обратной промывки для каждого из множества фильтрующих элементов (т.е. два цикла обратной промывки на фильтрующий элемент). Циклы обратной промывки для множества фильтрующих элементов, содержащихся в фильтрующем сосуде, можно выполнять последовательно в любом порядке. Также предусматривается, что первые циклы обратной промывки для каждого из множества фильтрующих элементов, содержащихся в фильтрующем сосуде, можно выполнять одновременно, так что вода для обратной промывки, содержащая захваченные взвешенные твердые вещества, удаляется одновременно из первых впускных отверстий множества полых волокон (далее "пучок из полых волокон") каждого множества фильтрующих элементов. Аналогично, вторые циклы обратной промывки для каждого из множества фильтрующих элементов, содержащихся в фильтрующем сосуде, можно выполнять одновременно, так что вода для обратной промывки, содержащая захваченные взвешенные твердые вещества, удаляется одновременно из вторых впускных отверстий пучка из полых волокон каждого из множества фильтрующих элементов. Эти одновременные первый и второй циклы обратной промывки для фильтрующих элементов можно выполнять в любом порядке (т.е. первые циклы обратной промывки перед вторыми циклами обратной промывки или наоборот).

Когда фильтрующий сосуд содержит четыре или более фильтрующих элементов, например от 4 до 12 фильтрующих элементов, фильтрующие элементы также можно подвергать обратной промывке в двух или более подгруппах, например в подгруппах из двух или трех фильтрующих элементов. Подгруппы можно подвергать обратной промывке последовательно (один за другим) в любом порядке. Например, в случае двух подгрупп циклы обратной промывки для фильтрующих элементов первой подгруппы можно завершить перед циклами обратной промывки для фильтрующих элементов второй подгруппы

(или наоборот). Следует понимать, что циклы обратной промывки для отдельных фильтрующих элементов каждой подгруппы фильтрующих элементов можно осуществлять последовательно в любом порядке. В качестве альтернативы первые циклы обратной промывки для отдельных фильтрующих элементов каждой подгруппы можно выполнять одновременно. Аналогично, вторые циклы обратной промывки для отдельных фильтрующих элементов каждой подгруппы можно выполнять одновременно.

Предпочтительно фильтрующий блок содержит цилиндрический фильтрующий сосуд, содержащий по меньшей мере один цилиндрический фильтрующий элемент, предпочтительно множество фильтрующих элементов. Как обсуждалось выше, цилиндрический фильтрующий сосуд, как правило, содержит цилиндр, имеющий первую и вторую торцевые крышки на первом и втором его концах. Когда цилиндрический фильтрующий сосуд имеет первый и второй концевые порты для подачи и первый и второй концевые порты для фильтрата, первый и второй концевые порты для фильтрата предпочтительно расположены в первой и второй торцевых крышках соответственно и первый и второй концевые порты для подачи предпочтительно расположены на первом и втором концах цилиндра соответственно или вблизи них. Однако также предусматривается, что первый и второй концевые порты для подачи можно расположить в первой и второй торцевых крышках соответственно и первый и второй концевые порты для фильтрата можно расположить на первом и втором концах цилиндра, соответственно или вблизи них.

Соответственно, цилиндрический фильтрующий сосуд имеет длину в диапазоне от приблизительно 40-475 дюймов (1,0-12,1 м), предпочтительно 80-400 дюймов (2,0-10,2 м). Соответственно, цилиндрический фильтрующий сосуд имеет внутренний диаметр в диапазоне 4-20 дюймов (0,10-0,51 м), например, внутренний диаметр 4, 6, 8, 9 или 16 дюймов (0,10, 0,15, 0,20, 0,23 и 0,41 м).

Предпочтительно фильтрующий блок, содержащий цилиндрический фильтрующий сосуд, расположен горизонтально с продольной осью через цилиндрический фильтрующий сосуд по существу в горизонтальной плоскости.

Как правило, фильтрующий элемент или каждый фильтрующий элемент из полых волокон также является цилиндрическим. Как обсуждалось выше, множество полых волокон (пучок из полых волокон), как правило, расположено в кольцевом пространстве, образованном между центральной перфорированной трубой и наружной цилиндрической втулкой с продольными осями волокон, по существу параллельными продольным осям центральной перфорированной трубы и наружной цилиндрической втулки. Предпочтительно каждое отдельное полое волокно имеет диаметр от 0,2 до 2 мм. Как правило, фильтрующий элемент (элементы) из полых волокон имеет длину от 10 до 84 дюймов (0,25-2,13 м), например, длину 10, 24, 60 или 84 дюйма (0,25, 0,61, 1,02, 1,52 и 2,13 м) с полыми волокнами, продолжающимися между первым и вторым концами элемента (элементов). В целом, элемент (элементы) имеет диаметр, немного меньший, чем внутренний диаметр цилиндрического фильтрующего сосуда, посредством чего достигается водонепроницаемая состыковка с внутренней стенкой цилиндрического фильтрующего сосуда. При необходимости кольцевые уплотнения предоставлены в кольцевом пространстве между наружной стенкой цилиндрической втулки фильтрующего элемента (элементов) и внутренней стенкой цилиндрического фильтрующего сосуда для предотвращения обтекания подаваемой водой внешней стороны фильтрующего элемента (элементов).

Первый и второй концевые участки предоставлены на первом и втором концах пучка из полых волокон фильтрующего элемента или каждого фильтрующего элемента, в котором концевые участки, как правило, образованы из затвердевающего полимерного материала, например затвердевающей эпоксидной смолы. Наружные поверхности первого и второго концевых участков отличаются множеством открытых концов полых волокон, тогда как затвердевающий полимерный материал образует жидкостное уплотнение вокруг наружных терминальных участков полых волокон. Таким образом, открытые концы полых волокон в наружных поверхностях первого и второго концевых участков соответствуют первому и второму впускным отверстиям соответственно фильтрующего элемента (элементов).

Соответственно, центральная перфорированная труба фильтрующего элемента (элементов) из полых волокон имеет либо единственный открытый конец (выпускное отверстие) на одном из его первого и второго концов, либо предпочтительно первый и второй открытый конец на первом и втором его концах, соответственно (первое и второе выпускные отверстия, соответственно). Когда центральная перфорированная труба имеет единственный открытый конец, другой конец трубы закрыт, например, посредством торцевой пластины. В процессе использования центральная перфорированная труба сообщается по текущей среде с внешним пространством вокруг внешней стороны полых волокон. Центральная перфорированная труба фильтрующего элемента (элементов) также соединена по меньшей мере с одним портом для фильтрата, расположенным в фильтрующем сосуде (либо в стенке фильтрующего сосуда, либо в торцевой крышке). Когда центральная перфорированная труба имеет единственный открытый конец, она, как правило, либо напрямую, либо опосредованно соединена с единственным портом для фильтрата. Когда центральная перфорированная труба имеет первый и второй открытые концы, как правило, первый открытый конец соединен либо напрямую, либо опосредованно с первым портом для фильтрата, а второй открытый конец соединен либо напрямую, либо опосредованно со вторым портом для фильтрата.

Во время фильтрации подаваемую воду, содержащую взвешенный материал в форме частиц, подают одновременно в первые и вторые впускные отверстия (первый и второй открытые концы) полых во-

локон фильтрующего элемента или каждого фильтрующего элемента. Фильтрат проходит через стенки полых волокон и удаляется из фильтрующего элемента или каждого фильтрующего элемента из полых волокон через открытый конец (концы) центральной перфорированной трубы. Соответственно, во время фильтрации путь потока для фильтрата идет изнутри кнаружи полых волокон.

Путь потока изнутри кнаружи для фильтрующего элемента (элементов) из полых волокон во время фильтрации имеет преимущество по сравнению с путем потока снаружи внутрь в том, что поток фильтрата через открытое пространство корпуса элемента не подвержен потерям давления, связанным с потоком фильтрата через внутреннее пространство волокон.

Специалисту в данной области должно быть понятно, что давление внутри полых волокон уменьшается с увеличением расстояния от первого и второго впускных отверстий (первый и второй открытые концы) волокон, так что давление является самым низким к середине волокон. Удельная проницаемость мембраны определяется локальным перепадом давления через мембрану ("трансмембранный перепад давления") и равна давлению внутри волокон минус противодействие фильтрата. Вследствие потерь давления по ходу внутреннего пространства волокон трансмембранное давление является самым высоким в первом и втором впускных отверстиях (первый и второй открытые концы) волокон или вблизи них и наименьшим в середине волокон или вблизи нее. Локальный перепад давления через мембрану приводит к неравномерной удельной проницаемости мембраны (с удельной проницаемостью, уменьшающейся при уменьшении трансмембранного перепада давления), так что в способе настоящего изобретения засорение является наиболее сильным вблизи первого и второго открытых концов волокон. Засорение внутренней поверхности волокон (вследствие осаждения материала в форме частиц) приводит к уменьшению удельной проницаемости мембраны, так что первая и вторая зоны эффективной фильтрации мигрируют вдоль волокон от первого и второго открытых концов (первые и вторые впускные отверстия) волокон, соответственно. Однако вследствие уменьшения трансмембранного перепада давления, поскольку первая и вторая зоны эффективной фильтрации мигрируют вдоль волокон, удельная проницаемость через мембрану прогрессирующе уменьшается, так что с увеличением уровня засорения мембрана из полых волокон становится менее продуктивной.

Однако подача подаваемой воды, содержащей взвешенный материал в форме частиц, одновременно на первый и второй открытые концы полых волокон имеет преимущество, заключающееся в увеличении временного периода цикла фильтрации (по сравнению с введением питательной воды через единственный конец волокон). Как правило, подача подаваемой воды в волокна одновременно через первые и вторые открытые концы волокон увеличивает временной период цикла фильтрации по меньшей мере на 10%, предпочтительно по меньшей мере на 20% по сравнению с подачей подаваемой воды через единственный открытый конец волокон (при таком же давлении подачи). Таким образом, цикл фильтрации для фильтрующего элемента, при котором подаваемая вода подается к единственному открытому концу волокон, как правило, находится в диапазоне 30-45 мин, предпочтительно 35-45 мин, тогда как цикл фильтрации для фильтрующего элемента, при котором подаваемая вода подается одновременно через первый и второй открытые концы волокон, может быть в диапазоне 35-60 мин, предпочтительно 45-60 мин, в частности 50-60 мин.

Во время фильтрации фильтрующий сосуд может работать при относительно низком давлении для подаваемой воды в диапазоне от 2 до 10 бар по манометру, предпочтительно 2-7,5 бар по манометру, в частности 2,5-3,5 бар по манометру. Это происходит потому, что подаваемая вода и в первые, и во вторые открытые концы полых волокон фильтрующего элемента или каждого фильтрующего элемента минимизирует падение давления вдоль волокон, а также увеличивает загрузку частиц в полые волокна, прежде чем им потребуется обратная промывка (по сравнению с подачей воды только из одного конца волокон). Как правило, во время фильтрации фильтрующий сосуд может работать со скоростью потока подаваемой воды в первые впускные отверстия и во вторые впускные отверстия (первые и вторые открытые концы) полых волокон фильтрующего элемента или каждого фильтрующего элемента в диапазоне 1,4-2,5 м<sup>3</sup>/ч.

Однако неравномерное засорение мембраны и неравномерная удельная проницаемость мембраны во время фильтрации приводят к проблеме, заключающейся в том, что при обратной промывке посредством изменения направления потока через мембрану не вся внутренняя поверхность полых волокон фильтрующих элементов будет в равной степени хорошо подвергаться обратной промывке. Это может отрицательно сказаться на производительности фильтрующего блока.

Способ обратной промывки настоящего изобретения предусматривает удаление воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц, в первом цикле обратной промывки из первых впускных отверстий (первые открытые концы) пучка из полых волокон фильтрующего элемента (элементов) и во втором цикле обратной промывки из вторых впускных отверстий (вторые открытые концы) пучка из полых волокон фильтрующего элемента (элементов), при этом первый и второй циклы обратной промывки выполняют последовательно в любом порядке. В обоих циклах обратной промывки путь потока воды для обратной промывки идет снаружи внутрь полых волокон.

Путь потока снаружи внутрь во время обратной промывки фильтрующего элемента (элементов) из полых волокон приводит к тому, что вода для обратной промывки проходит через мембрану из наружно-

го пространства (извне) во внутреннее пространство (внутри) волокон и материал в форме частиц, осаждаемый на внутренней поверхности волокон во время фильтрации, отрывается от поверхности и захватывается водой для обратной промывки. По сравнению с просто изменением направления потока через фильтрующий элемент (элементы) удаление воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц, из первых концов волокон и в последующем из вторых концов волокон (или наоборот) приводит:

- (1) к улучшенному захвату материала в форме частиц в воду для обратной промывки;
- (2) к сниженной пиковой потребности в воде для обратной промывки.

Последовательные (или следующие один за другим) циклы обратной промывки, используемые в способе настоящего изобретения, позволяют уменьшить размер резервуара для фильтрата (часть которого используется в качестве воды для обратной промывки), который следует уменьшить. Уменьшение размера резервуара для фильтрата имеет особое значение, когда фильтрующие блоки расположены не за пределами сосуда или платформы, поскольку это снижает вес и необходимое пространство для фильтрующей системы (причем система фильтрата состоит из резервуара для фильтрата и множества фильтрующих блоков).

Когда цилиндрический фильтрующий сосуд содержит единственный фильтрующий элемент из полых волокон, по меньшей мере один конец центральной перфорированной трубы фильтрующего элемента из полых волокон сообщается по текучей среде либо напрямую, либо опосредованно с линией для фильтрата через порт для фильтрата, расположенный либо в цилиндрической стенке (цилиндре) фильтрующего сосуда на первом и втором его концах, либо вблизи них или на одной из первой и второй торцевых крышек. Предпочтительно первый конец центральной перфорированной трубы элемента из полых волокон сообщается по текучей среде либо напрямую, либо опосредованно с первым портом для фильтрата, а второй конец центрального перфорированного порта сообщается по текучей среде либо напрямую, либо опосредованно со вторым портом для фильтрата, расположенным на первом и втором концах фильтрующего сосуда, соответственно, или вблизи них (далее называемые "первый и второй концевые порты для фильтрата"). Следует понять, что во время фильтрации фильтрат отводится из фильтрующего сосуда в линию (линии) для фильтрата через порт (порты) для фильтрата и из линии (линий) для фильтрата в резервуар для фильтрата; а во время обратной промывки вода для обратной промывки подается из резервуара для фильтрата в линию (линии) для фильтрата и через порт (порты) для фильтрата в фильтрующий сосуд.

Когда цилиндрический фильтрующий сосуд содержит множество цилиндрических фильтрующих элементов из полых волокон, фильтрующие элементы можно расположить в ряд на некотором расстоянии друг от друга по длине цилиндрического фильтрующего сосуда. Соответственно, имеются первый и второй терминальные фильтрующие элементы, расположенные в первом и втором терминальных положениях в цилиндрическом фильтрующем сосуде (т.е. на первом и втором его концах) и необязательно один или более дополнительных фильтрующих элементов, расположенных в промежуточных положениях в фильтрующем сосуде. Порты для подачи расположены в фильтрующем сосуде (либо в цилиндрической стенке фильтрующего сосуда, либо в торцевой крышке) на его первом и втором концах, соответственно, или вблизи одного или более дополнительных портов для подачи (далее называемых "боковые порты"), расположенных в цилиндрической стенке фильтрующего сосуда с единственным фильтрующим элементом, расположенным на обеих сторонах каждого бокового порта. Каждый из первого и второго концевых портов для подачи и боковой порт (порты) для подачи соединены либо напрямую, либо опосредованно с выделенными линиями для подачи (т.е. выделенная линия для подачи предусмотрена для каждого из портов для подачи). Такое расположение позволяет одновременно вводить подаваемую воду из линий для подачи через порты для подачи в первое и второе впускные отверстия каждого из фильтрующих элементов из полых волокон.

Предпочтительно первый и второй порты для фильтрата расположены на первом и втором концах цилиндрического фильтрующего сосуда соответственно или вблизи них (далее называемых "первый и второй концевые порты для фильтрата") и соединены либо напрямую, либо опосредованно с первой и второй линиями для фильтрата. Первый и второй концевые порты для фильтрата можно расположить либо на стенке фильтрующего сосуда, либо в первой и второй торцевых крышках соответственно, предпочтительно в торцевых крышках. Первый и второй концевые порты для фильтрата могут быть соединены с терминальными концами центральных перфорированных труб первого и второго терминальных фильтрующих элементов соответственно через первый и второй элементы соединительных патрубков соответственно. Соответственно, центральные перфорированные трубы соседних фильтрующих элементов могут быть соединены вместе элементом соединительных патрубков, так что во время фильтрации фильтрат течет через центральные перфорированные трубы множества фильтрующих элементов через элементы соединительных патрубков в первый и второй концевые порты для фильтрата, когда фильтрат отводится в первую и вторую линии для фильтрата соответственно. Во время обратной промывки вода для обратной промывки подается из первой и второй линий для фильтрата через первый и второй порты для фильтрата в центральные перфорированные трубы фильтрующих элементов через элементы соединительных патрубков.

Необязательно, элемент (элементы) соединительных патрубков для соединения соседних фильтрующих элементов может представлять собой Т-образный элемент (элементы) соединительных патрубков, имеющий основную трубку, которая соединяет центральные перфорированные трубы соседних фильтрующих элементов, и боковую трубку, которая соединена с дополнительным портом (портами) для фильтрата, расположенным в стенке фильтрующего сосуда ("боковой порт для фильтрата"). Боковой порт (порты) для фильтрата соединен либо напрямую, либо опосредованно с выделенной линией (линиями) для фильтрата. В качестве альтернативы центральная перфорированная труба каждого фильтрующего элемента может быть закрыта на одном конце, например, торцевой пластиной, а на другом ее конце может быть соединена с выделенным портом для фильтрата в цилиндрическом сосуде через элемент соединительных патрубков. Каждый из выделенных портов для фильтрата соединен либо напрямую, либо опосредованно с выделенной линией для фильтрата.

Элементы соединительных патрубков требуются для отделения фильтрата от подаваемой воды во время фильтрации или для отделения воды для обратной промывки от воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц (т.е. выводимой обратной промывки), во время обратной промывки. Соответственно, перфорации в патрубках не предусмотрены. Во время фильтрации подаваемая вода находится на внешней стороне патрубков. Во время обратной промывки вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц (выводимая обратная промывка), находится на внешней стороне патрубков. Следует понимать, что линии для подачи и линии для фильтрата, упомянутые выше, каждые снабжены клапаном и приводом для клапана, так что клапаны на линиях подачи и линиях для фильтрата могут независимо перемещаться между открытым и закрытым положениями.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения имеются первый и второй фильтрующие элементы из полых волокон, расположенные в цилиндрическом фильтрующем сосуде, имеющем первую и вторую торцевые крышки, с первым фильтрующим элементом слева, и вторым фильтрующим элементом справа от бокового порта для подачи. Боковой порт для подачи расположен центрально в стенке фильтрующего сосуда. При таком расположении фильтрующий сосуд также имеет первый и второй концевые порты для подачи, расположенные в левом и правом концах фильтрующего сосуда соответственно или вблизи них (упоминаемые ниже как "первый порт для подачи" и "второй порт для подачи" соответственно). Как правило, фильтрующий сосуд имеет первый и второй порты для фильтрата, расположенные в левом и правом концах цилиндрического фильтрующего сосуда соответственно или вблизи них (упоминаемые ниже как "первый порт для фильтрата" и "второй порт для фильтрата" соответственно). Первый и второй порты для фильтрата в целом расположены в первой и второй торцевых крышках фильтрующего сосуда соответственно. Как правило, элемент соединительных патрубков соединяет центральную перфорированную трубу первого и второго фильтрующих элементов. Терминальные концы перфорированных труб первого и второго фильтрующих элементов можно соединить через элементы соединительных патрубков с первым и вторым портами для фильтрата соответственно. Первый и второй порты для подачи соединены либо напрямую, либо опосредованно с первой и второй линиями для подачи соответственно, тогда как боковой порт для подачи соединен либо напрямую, либо опосредованно с центральной линией для подачи. Первый и второй порты для фильтрата соединены либо напрямую, либо опосредованно с первой и второй линиями для фильтрата соответственно. Каждая из линий для подачи и линий для фильтрата снабжена клапаном. Клапаны на линиях для подачи и на линиях для фильтрата, каждый, снабжены приводом, который можно независимо приводить в действие для перемещения клапанов между открытым и закрытым положениями.

Во время фильтрации клапаны на линиях для подачи и на линиях для фильтрата находятся в открытом положении (т.е. приводы перевели каждый из клапанов в открытое положение), так что подаваемая вода подается из первой, второй и центральной линий для подачи в фильтрующий сосуд через первый порт для подачи, второй порт для подачи и боковой порт для подачи соответственно и фильтрат отводится в первую и вторую линии для фильтрата через первый и второй порты для фильтрата соответственно.

Во время обратной промывки приводы перемещают клапаны на линиях для подачи и на линиях для фильтрата последовательно между открытым и закрытым положениями, чтобы обеспечить четыре цикла обратной промывки (по два цикла обратной промывки для каждого фильтрующего элемента), которые можно выполнять последовательно в любом порядке:

1) в цикле А вода для обратной промывки (часть фильтрата) подается из первой линии для фильтрата через первый порт для фильтрата в центральную перфорированную трубу первого фильтрующего элемента, а вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы (выводимая обратная промывка), удаляется из открытых концов полых волокон в левом конце первого фильтрующего элемента (т.е. первых концов) и в последующем отводится в первую линию для подачи через первый порт для подачи (т.е. клапаны на первой линии для фильтрата и первой линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении);

2) в цикле В вода для обратной промывки (часть фильтрата) подается из первой линии для фильтрата через первый порт для фильтрата в центральную перфорированную трубу первого фильтрующего элемента, а вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы (выводимая обрат-

ная промывка), удаляется из открытых концов полых волокон в правом конце первого фильтрующего элемента (т.е. вторых концов) и в последующем отводится в центральную линию для подачи через боковой порт для подачи (т.е. клапаны на первой линии для фильтрата и центральной линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении);

3) в цикле С вода для обратной промывки (часть фильтрата) подается из второй линии для фильтрата через второй порт для фильтрата в центральную перфорированную трубу второго фильтрующего элемента, а вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы (выводимая обратная промывка), удаляется из открытых концов полых волокон в левом конце второго фильтрующего элемента (т.е. первых концов) и в последующем отводится в центральную линию для подачи через боковой порт для подачи (т.е. клапаны на второй линии для фильтрата и центральной линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении); и

4) в цикле D вода для обратной промывки (часть фильтрата) подается из второй линии для фильтрата через второй порт для фильтрата в центральную перфорированную трубу второго фильтрующего элемента, а вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы (выводимая обратная промывка), удаляется из открытых концов полых волокон в правом конце второго фильтрующего элемента (т.е. вторых концов) и отводится из фильтрующего сосуда во вторую линию для подачи через второй порт для подачи (т.е. клапаны на второй линии для фильтрата и второй линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении).

Когда имеется более двух фильтрующих элементов (и, следовательно, один или более дополнительных боковых портов для подачи), существуют два дополнительных цикла обратной промывки для каждого дополнительного фильтрующего элемента водой для обратной промывки, содержащей удаляемый захваченный материал в форме частиц, в первом цикле из первого конца дополнительного фильтрующего элемента (элементов), а в последующем, во втором цикле, из второго конца дополнительного фильтрующего элемента (элементов) (или наоборот).

Приводы открывают и закрывают клапаны, расположенные на проточных линиях, в правильной последовательности для каждого цикла обратной промывки в ответ на сигналы, полученные от контроллера. Таким образом, последовательное открытие и закрытие клапанов во время обратной промывки выполняются автоматически с помощью приводов. Соответственно, приводы могут быть электрическими, гидравлическими или пневматическими. Контроллер может содержать управляющее программное обеспечение, которое посылает сигналы приводам открывать и закрывать клапаны в заранее определенной последовательности.

Соответственно, время, необходимое для каждого цикла обратной промывки, составляет от 10 до 60 с, предпочтительно от 15 до 45 с, предпочтительно приблизительно от 15 до 20 с.

Предпочтительно обратная промывка фильтрующих элементов каждого фильтрующего блока происходит каждые 30-120 мин, предпочтительно каждые 45-90 мин, в частности каждые 50-60 мин.

Напротив, цикл обратной промывки для фильтрующего элемента, в котором направление потока через фильтрующий элемент (элементы) изменяется так, что вода обратной промывки, содержащая захваченные частицы, удаляется как из первого, так и второго открытых концов (первого и второго впускных отверстий) волокон, как правило, происходит каждые 35-45 мин.

В способе настоящего изобретения давление подачи воды для обратной промывки (часть фильтрата) во время обратной промывки, как правило, находится в диапазоне 1,5-3,0 бар по манометру. В целом, скорость потока воды для обратной промывки через фильтрующий элемент (элементы) во время обратной промывки находится в диапазоне 40-50 м<sup>3</sup>/ч (на фильтрующий элемент).

Выполнение двух отдельных циклов обратной промывки для каждого фильтрующего элемента снижает пиковую потребность в воде для обратной промывки во время обратной промывки фильтрующего элемента (элементов) фильтрующего блока (т.е. уменьшает скорость потока воды для обратной промывки в фильтрующий блок). Фильтрующий блок, содержащий множество фильтрующих элементов, выполняющий циклы обратной промывки для каждого фильтрующего элемента фильтрующего блока последовательно или выполняющий первые циклы обратной промывки для подгруппы фильтрующих элементов одновременно с последующими вторыми циклами обратной промывки для подгруппы, дополнительно снижает пиковую потребность в воде для обратной промывки во время обратной промывки фильтрующих элементов фильтрующего блока. Таким образом, способ обратной промывки настоящего изобретения оптимизирует давление подачи и пиковые скорости потока воды для обратной промывки, достигая посредством этого более высокой скорости продольного потока через внутреннее пространство волокон, что улучшает удаление твердых частиц из волокон по сравнению со способом обратной промывки снаружи внутрь, при котором происходит изменение направления потока во время цикла обратной промывки (при этом вода для обратной промывки, содержащая захваченные частицы, удаляется одновременно из первого и второго открытых концов (первые и вторые впускные отверстия) полых волокон).

Фильтрующие блоки согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения можно расположить на одной или более стойках. Каждый фильтрующий блок стойки содержит фильтрующий сосуд, который содержит по меньшей мере один фильтрующий элемент. Фильтрующие блоки стойки

можно расположить параллельно во множество рядов. Как правило, каждый ряд включает от 2 до 10 фильтрующих блоков, предпочтительно от 4 до 8 фильтрующих блоков, например от 4 до 6 фильтрующих блоков. Как правило, каждая стойка имеет от 2 до 20 рядов, предпочтительно от 5 до 15 рядов, в частности от 10 до 12 рядов. Когда фильтрующие блоки содержат цилиндрические фильтрующие сосуды, фильтрующие мембранные блоки каждого ряда предпочтительно расположены горизонтально, при этом продольные оси цилиндрических фильтрующих сосудов каждого фильтрующего блока каждого ряда выровнены по существу в горизонтальной плоскости. В этом случае ряды располагаются один над другим.

Когда цилиндрические фильтрующие сосуды стойки (стоек) содержат множество фильтрующих элементов, каждая стойка может иметь

первый подающий коллектор для подачи подаваемой воды, чтобы отводить или для отведения воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц, из первых портов для подачи, которые расположены на первых концах цилиндрических фильтрующих сосудов или вблизи них;

второй подающий коллектор для подачи подаваемой воды, чтобы отводить или для отведения воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц, из вторых портов для подачи, которые расположены на вторых концах цилиндрических фильтрующих сосудов или вблизи них; и

один или более дополнительных подающих коллекторов для подачи подаваемой воды, чтобы отводить или для отведения воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц, из одного или более боковых портов, которые расположены в стенке цилиндрических фильтрующих сосудов.

Как обсуждалось выше, соседние фильтрующие элементы расположены на обеих сторонах бокового порта или каждого бокового порта в боковых стенках цилиндрических фильтрующих сосудов. Каждая стойка также имеет первый и второй коллекторы для фильтрата для выгрузки фильтрата из или для подачи воды для обратной промывки в первый и второй порты для фильтрата, которые расположены на первом и втором концах цилиндрических фильтрующих сосудов соответственно или вблизи них (как правило, в первой и второй торцевых крышках соответственно). Необязательно, стойка может иметь один или более дополнительных коллекторов для фильтрата для выгрузки фильтрата из или для подачи воды для обратной промывки в один или более боковых портов для фильтрата в цилиндрических фильтрующих сосудах.

Первый подающий коллектор, второй подающий коллектор, дополнительный подающий коллектор (коллекторы), первый коллектор для фильтрата, второй коллектор для фильтрата и любой дополнительный коллектор (коллекторы) для фильтрата, как правило, расположены вертикально (далее называемые "набор вертикальных коллекторов"). Под "вертикальными коллекторами" подразумевается, что продольные оси коллекторов являются по существу вертикальными. Соответственно, вертикальные коллекторы по существу перпендикулярны горизонтальным рядам фильтрующих блоков. Предпочтительно первый вертикальный подающий коллектор и второй вертикальный подающий коллектор расположены на первом и втором концах или вблизи них соответственно цилиндрических фильтрующих сосудов. Предпочтительно первый вертикальный коллектор для фильтрата и второй вертикальный коллектор для фильтрата расположены на первом и втором концах цилиндрических фильтрующих сосудов соответственно или вблизи них. Предпочтительно дополнительный вертикальный подающий коллектор (коллекторы) выровнен с боковым портом (портами) для подачи в цилиндрических фильтрующих сосудах. Когда цилиндрический фильтрующий сосуд каждого фильтрующего блока имеет единственный центральный боковой порт с первым и вторым фильтрующими элементами, расположенными на обеих его сторонах, стойка имеет единственный дополнительный вертикальный подающий коллектор, выровненный с центральными боковыми портами цилиндрических фильтрующих сосудов. Когда стойка имеет дополнительный вертикальный коллектор (коллекторы) для фильтрата, дополнительный вертикальный коллектор (коллекторы) предпочтительно выровнен с боковым портом (портами) для фильтрата в фильтрующих сосудах.

Предпочтительно вертикальные коллекторы расположены в средней точке стойки, при этом часть фильтрующих блоков каждого ряда расположена на каждой ее стороне, образуя тем самым первую и вторую батарею фильтрующих блоков. Как правило, каждый ряд первой и второй батареей имеет от двух до четырех, предпочтительно два или три фильтрующих блока. В качестве альтернативы стойка может содержать три или более батареи фильтрующих блоков, и в этом случае имеется один или несколько дополнительных наборов вертикальных коллекторов с батареей фильтрующих блоков, расположенных на обеих сторонах каждого набора вертикальных коллекторов. Соответственно, общий подающий коллектор может сообщаться по текучей среде с подающими коллекторами каждого набора вертикальных коллекторов. Аналогично, общий коллектор для фильтрата может сообщаться по текучей среде с коллекторами для фильтрата каждого набора вертикальных коллекторов. Общий коллектор для фильтрата также может сообщаться по текучей среде с резервуаром для фильтрата, который, как правило, поднят над верхним рядом батарей фильтрующих блоков.

Как правило, каждый ряд стойки может быть снабжен выделенными первыми линиями для подачи, выделенными вторыми линиями для подачи и выделенными дополнительными (боковыми) линиями для подачи подаваемой воды из первого подающего коллектора, второго подающего коллектора и дополни-

тельного (бокового) подающего коллектора (коллекторов) соответственно через первые порты для подачи, вторые порты для подачи и боковые порты для подачи фильтрующих сосудов соответственно. Однако также предусматривается, что фильтрующие блоки каждого ряда стойки могут быть соединены вместе на стороне подачи мембран из полых волокон, так что подаваемая вода переходит из первого фильтрующего блока во второй фильтрующий блок и любой следующий один за другим фильтрующий блок (блоки) в ряду. Фильтрующие блоки могут быть соединены вместе на стороне подачи мембран из полых волокон посредством соединения вместе концевых пространств каждого фильтрующего сосуда (в котором "концевое пространство" представляет собой пространство или зазор между терминальным фильтрующим элементом и торцевой крышкой) и центральных пространств каждого фильтрующего сосуда (в котором "центральной пространство" представляет собой пространство или зазор между соседними фильтрующими элементами) через подающие соединительные элементы, так что подаваемая вода течет на стороне подачи мембран из первого фильтрующего сосуда во второй фильтрующий сосуд и из второго фильтрующего сосуда в любой следующий один за другим фильтрующий сосуд (сосуды) ряда. Преимущественно фильтрующие блоки каждого ряда стойки могут быть соединены вместе на стороне подачи посредством соединения только центральных пространств каждого фильтрующего сосуда, и в этом случае выделенные первые линии для подачи и выделенные вторые линии для подачи предоставлены из первого подающего коллектора и второго подающего коллектора соответственно для подачи подаваемой воды через первый и второй концевые порты для подачи фильтрующих сосудов соответственно.

Когда стойка содержит первую и вторую батарею фильтрующих блоков (слева и справа от единственного набора вертикальных коллекторов), для каждого ряда каждой батареи могут быть предусмотрены отдельные линии для подачи. В качестве альтернативы, когда стойка содержит первую и вторую батарею фильтрующих блоков, фильтрующие сосуды каждого ряда каждой батареи могут быть соединены вместе на стороне подачи, как описано выше. Преимущественно, когда стойка содержит первую и вторую батарею фильтрующих блоков, фильтрующие сосуды, расположенные в каждом ряду каждой батареи, могут быть соединены вместе на стороне подачи посредством соединения только центральных пространств каждого фильтрующего сосуда, так что подаваемая вода течет из дополнительного (бокового) подающего коллектора (коллекторов) один за другим через фильтрующие блоки каждого ряда каждой батареи. В этом случае также предоставлены выделенные первые линии для подачи и выделенные вторые линии для подачи, ведущие из первого подающего коллектора и второго подающего коллектора в первый и второй концевые порты соответственно фильтрующих сосудов каждого ряда каждой батареи.

Когда стойка содержит первую и вторую батарею фильтрующих блоков (слева и справа от единственного набора вертикальных коллекторов), фильтрующие блоки каждого ряда первой батареи, как правило, снабжены выделенными первыми линиями для фильтрата и вторыми линиями для фильтрата, в которые фильтрат отводится из фильтрующих сосудов через их первый и второй порты для фильтрата, соответственно. В дальнейшем первые и вторые линии для фильтрата отводят фильтрат в первый и второй вертикальный коллекторы для фильтрата соответственно. Аналогично, фильтрующие блоки каждого ряда второй батареи также снабжены выделенной первой и второй линиями для фильтрата, в которые фильтрат отводится из фильтрующих сосудов через их первый и второй порты для фильтрата соответственно. Эти дополнительные выделенные первая и вторая линии для фильтрата в дальнейшем отводят фильтрат в первый и второй коллекторы для фильтрата соответственно.

Соответственно, фильтрат отводится из первого и второго коллекторов для фильтрата набора или каждого набора коллекторов в общий коллектор для фильтрата, а из этого общего коллектора для фильтрата в резервуар (далее называемый "резервуар для фильтрата") для хранения фильтрата (часть которого используют в качестве воды для обратной промывки), тем самым допуская колебания потока фильтрата. Таким образом, резервуар для фильтрата постоянно заполняется и опорожняется. Соответственно, резервуар для фильтрата имеет емкость, которая соответствует пиковой потребности в обратной промывке для стойки (стоек) фильтрующих элементов. Соответственно, резервуар для фильтрата расположен над верхним рядом стойки (стоек). Как правило, выпускное отверстие резервуара для фильтрата находится по меньшей мере на 30 м, предпочтительно по меньшей мере на 35 м выше впускных отверстий фильтрующих блоков самого нижнего ряда стойки (стоек). Как правило, выпускное отверстие резервуара для фильтрата находится по меньшей мере на 25 м выше впускных отверстий фильтрующих блоков верхнего ряда стойки (стоек). Подъем резервуара для фильтрата над верхним рядом стойки (стоек) имеет преимущество:

- (a) обеспечивая гидростатическое давление для циклов обратной промывки и
- (b) обеспечивая, чтобы фильтрующие сосуды и связанный с ними трубопровод оставались заполненными жидкостью во время и циклов фильтрации и циклов обратной промывки.

Соответственно, фильтрат нагнетается под давлением до уровня, который обеспечивает достаточное давление для подъема фильтрата через общий коллектор для фильтрата в резервуар для фильтрата. Предпочтительно фильтрат нагнетается под давлением, например используя бустерный насос, до значения по меньшей мере на 0,3 бар по манометру выше, предпочтительно на 0,3-1,5 бар по манометру выше статического напора на входном отверстии в резервуар для фильтрата. Как правило, фильтрат нагнетается под давлением до уровня в диапазоне 2,5-5 бар по манометру. Таким образом, можно видеть, что

фильтрующая система настоящего изобретения может содержать по меньшей мере одну стойку фильтрующих блоков, ряд проточных линий, ряд коллекторов и резервуар для фильтра.

Следует понимать, что горизонтально составленные ряды фильтрующих блоков фильтрующей системы настоящего изобретения можно отдельно изолировать. Однако, если блоки расположены в стойке, имеющей две или более батареи, при необходимости каждую батарею фильтрующих блоков можно изолировать независимо от другой батареи (батареи) или если фильтрующая система содержит две или более стойки, при необходимости каждую стойку фильтрующих блоков можно изолировать независимо от другой стойки (стоек).

Такое расположение горизонтально составленных фильтрующих блоков в один или более стеллажей (далее называемых "фильтрующая система") имеет следующие преимущества:

(а) отдельные фильтрующие элементы стойки (стоек) можно легко выделить для проверки или технического обслуживания;

(б) имеется более высокая доступность "в режиме онлайн" фильтрующих блоков вследствие возможности изолировать отдельные блоки или группы отдельных блоков по сравнению с вертикально расположенными системами предыдущего уровня техники, когда сосуды, как правило, можно изолировать только в группы.

Более высокая доступность "в режиме онлайн" фильтрующих блоков обеспечивает постоянный объем фильтра для использования в качестве подаваемой воды для расположенных на выходе из блоков обратного осмоса или нанофильтрационных блоков. Таким образом, специалисту в данной области техники должно быть понятно, что опреснительная установка, содержащая блоки обратного осмоса и необязательно нанофильтрационные блоки, или установка сульфатредукции (SRP), содержащая нанофильтрационные блоки, требует постоянного объема отфильтрованной подаваемой воды, которая по существу не содержит взвешенных твердых частиц. Таким образом, фильтрующую систему настоящего изобретения можно располагать на входе опреснительной установки или SRP.

Предпочтительно фильтрующие блоки расположены на двух или более стойках, при этом каждая стойка содержит множество рядов горизонтально составленных сосудов (расположенных друг над другом) с отдельными подающими коллекторами и коллекторами для фильтра для каждой стойки. Это позволяет двум или более стойкам работать независимо друг от друга, так что одна или несколько стоек могут фильтровать подаваемую воду, тогда как одна или более стоек подвергаются обратной промывке водой для обратной промывки.

Можно видеть, что конструкция стойки (стоек) позволяет фильтрующие элементы, расположенные в таких же положениях в фильтрующих сосудах, подвергаться обратной промывке одновременно (с двумя циклами обратной промывки на положение фильтрующего элемента).

Преимущественно каждый фильтрующий сосуд стойки имеет одно и то же количество фильтрующих элементов, так что циклы обратной промывки для фильтрующих элементов в одних и тех же положениях в каждом из фильтрующих сосудов стойки можно выполнять одновременно. Например, если в каждом фильтрующем сосуде с каждой стороны центрального бокового порта расположено два фильтрующих элемента, любой один из циклов обратной промывки А, В, С и D (рассмотренных выше) можно выполнять одновременно для каждого из фильтрующих сосудов стойки и в любом порядке.

Одновременная обратная промывка набора элементов, расположенных в одинаковых положениях элементов в фильтрующих сосудах всей стойки фильтрующих блоков (или батареи фильтрующих блоков), уменьшает "пиковую скорость потока" воды для обратной промывки (по сравнению с одновременной обратной промывкой всех позиций элементов фильтрующих сосудов стойки) и оптимизирует эффективность обратной промывки путем фокусировки потока воды для обратной промывки на конкретный набор фильтрующих элементов. Одновременная обратная промывка набора фильтрующих элементов, расположенных в одинаковых положениях элементов в фильтрующих блоках, также обеспечивает преимущество, заключающееся в необходимости более низкого пикового потока воды для обратной промывки и, следовательно, меньшего резервуара для фильтра (что приводит к уменьшению веса по сравнению с размером резервуара, необходимого для обычной обратной промывки, когда фильтрующие элементы во всех положениях в фильтрующих сосудах подвергаются обратной промывке одновременно). Уменьшение веса фильтрующей системы, содержащей множество фильтрующих блоков, имеет особое значение, когда система фильтрации является частью опреснительной установки, расположенной в море на платформе или на корабле. Кроме того, обратная промывка наборов фильтрующих элементов, расположенных в одинаковых положениях элементов в фильтрующих сосудах, снижает скорость подачи требуемой воды для обратной промывки.

Систему мембранной фильтрации согласно изобретению можно использовать для фильтрации различных видов подаваемой воды. Примеры включают речную воду, озерную воду, морскую воду, устьевую воду, водоносный слой и добываемую воду (воду, отделенную от сырой нефти и газообразных углеводородов на производственном объекте).

Необязательно, в воду для обратной промывки можно добавить одну или более химических добавок для химической очистки и/или дезинфекции мембраны фильтрующего блока. Подходящие добавки включают:

(1) кислоты, такие как органические кислоты (в частности, лимонную кислоту) или протонсодержащие кислоты (в частности, соляную кислоту) для удаления неорганических минеральных отложений из системы фильтрации;

(2) основания, такие как гидроксид натрия или гидроксид калия, которые нацелены на органические вещества, которые засоряют мембрану;

(3) окислители или дезинфицирующие средства, такие как гипохлорит натрия, газообразный хлор или перекись водорода, для удаления органических веществ или биопленок с мембран; и поверхностно-активные вещества для удаления органических веществ и инертных частиц с мембран.

Добавки обычно добавляют в воду для обратной промывки, когда обнаруживается, что обратная промывка фильтрующих элементов только водой не восстанавливает производительность фильтрующих элементов.

Как правило, химические добавки добавляют в воду обратной промывки каждые 30-90 дней в течение периода времени, достаточного для очистки всех позиций элементов фильтрующих блоков агрегата. Соответственно, после очистки фильтрующие элементы подвергаются обратной промывке только водой для обратной промывки для удаления остаточного химического вещества (веществ) из фильтрующих блоков. Необязательно, часть воды для очистки, содержащая одну или несколько химических добавок, используют повторно, например, до 90% воды для очистки может непрерывно рециркулировать для очистки резервуара оставшейся частью воды для очистки, непрерывно выводимой в отходы. Как правило, химическую добавку (добавки) добавляют в рециркулированную воду для очистки, чтобы компенсировать химическую добавку (добавки), выводимую в отходы, и химическую добавку (добавки), потребляемую во время очистки мембран фильтрующих блоков.

Фильтрующий блок (блоки) согласно изобретению можно использовать для фильтрации воды, содержащей взвешенный материал в форме частиц (взвешенные частицы и коллоиды). Однако, как обсуждалось выше, в зависимости от размера пор мембраны, помимо частиц и коллоидов, из подаваемой воды могут отфильтровываться микроорганизмы (например, бактерии) и макромолекулярные органические вещества.

Изобретение будет проиллюстрировано со ссылкой на следующие фигуры.

На фиг. 1 показан фильтрующий блок согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, содержащий цилиндрический фильтрующий сосуд 1 и цилиндрический фильтрующий элемент 2. Порты 3, 3' и 4 расположены в стенке фильтрующего сосуда 1. Фильтрующий элемент 2 содержит пучок из полых волокон 5, расположенных параллельно в кольцевом пространстве, образованном между центральной перфорированной трубой 6 и наружной цилиндрической втулкой 7. Центральная перфорированная труба герметично закрыта на первом конце торцевой пластиной и соединена с портом 4 через коннектор трубкой 8. Клапаны 9 и 9' расположены на линиях 10 и 10' соответственно с клапаном 11, расположенным на линии 12. Каждый из клапанов 9, 9' и 11 можно независимо приводить в действие между открытым и закрытым положениями с использованием приводов (не показано). Стрелки показывают направление потока подаваемой воды и фильтра, когда фильтрующий блок работает в режиме фильтрации (с клапанами 9, 9', и 11 в открытом положении). Таким образом, подаваемая вода подается из линий 10 и 10' через порты 3 и 3' соответственно к первому и второму концам фильтрующего элемента 2, а фильтрат отводится к линии 12 через порт 4.

Цикл обратной промывки для фильтрующего блока фиг. 1 показан на фиг. 2. Фильтрующий элемент подвергают обратной промывке, используя два цикла обратной промывки, которые могут работать в любом порядке. В цикле А клапаны 9 и 11 открыты, а клапан 9' закрыт, так что вода для обратной промывки (фильтрат) подается в фильтрующий сосуд 1 из линии 12 через порт 4 и удаляется из порта 3, в левом конце фильтрующего сосуда 1. В цикле В клапаны 9' и 11 открыты, а клапан 9 закрыт, так что вода для обратной промывки (фильтрат) поступает в блок через порт 4 и выходит из блока через порт 3', расположенный в правом конце фильтрующего сосуда 1. В каждом из этих циклов обратной промывки элементы из полых волокон действуют по пути потока снаружи внутрь, так что вода для обратной промывки проходит через стенки полых волокон во внутреннее пространство полых волокон, поднимая таким образом частицы с внутренней поверхности мембраны, и вода, содержащая захваченные частицы, удаляется из левого (первого) концевого фильтрующего элемента 2 В цикле А и из правого (второго) концевого фильтрующего элемента В цикле В.

На фиг. 3 показан фильтрующий блок в соответствии с настоящим изобретением, содержащий фильтрующий сосуд 1 и два фильтрующих элемента из полых волокон, 2 и 2'. Концевые порты 3 и 3', центральный порт 3'' и концевые порты 4 и 4' расположены в стенке фильтрующего сосуда 1. Фильтрующие элементы 2 и 2' расположены на обеих сторонах центрального порта 3''. Фильтрующие элементы 2 и 2' содержат пучок из полых волокон 5 и 5', расположенных в кольцевом пространстве между центральной перфорированной трубой 6 и 6' и наружной цилиндрической втулкой 7 и 7'. Коннекторные трубы 8, и 8' соединяют центральные перфорированные трубы 6 и 6' фильтрующих элементов 2 и 2' с концевыми портами 4 и 4' соответственно, тогда как коннекторная трубка 8'' соединяет центральные перфорированные трубы фильтрующих элементов 2 и 2'. Клапаны 9, 9' и 9'' расположены на линиях 10, 10' и 10'' соответственно, тогда как клапаны 11 и 11' расположены на линиях 12 и 12' соответственно.

Линии 10, 10' и 10'' соединены либо напрямую, либо опосредованно с портами 3, 3' и 3'' соответственно, тогда как линии 12 и 12' соединены либо напрямую, либо опосредованно с портами 4 и 4' соответственно. Каждый из клапанов может независимо переключаться между открытым и закрытым положениями с использованием приводов (не показано). Стрелки показывают направление потока подаваемой воды и фильтрата, когда фильтрующий блок функционирует в режиме фильтрации с каждым из клапанов 9, 9' и 9'' и каждым из клапанов 11 и 11' в открытом положении. Таким образом, подаваемая вода, содержащая взвешенный материал в форме частиц, течет через линии 10, 10' и 10'' и поступает в фильтрующий сосуд через порты 3, 3' и 3'' соответственно, тогда как фильтрат отводится из фильтрующего сосуда через порты 4 и 4' в линии 12 и 12' соответственно.

Цикл обратной промывки для фильтрующего мембранного блока фиг. 3 теперь описан со ссылкой на фиг. 4. В этом сценарии существует четыре цикла обратной промывки, которые могут работать в любом порядке. В цикле А клапаны 9 и 11 открыты, а остальные клапаны закрыты. Следовательно, вода для обратной промывки (фильтрат) поступает в фильтрующий сосуд 1 через левый концевой порт 4 и выходит из бокового порта 3, расположенного рядом с левым концом блока. В цикле В клапаны 9'' и 11 открыты, а остальные клапаны закрыты, и вода для обратной промывки (фильтрат) поступает в фильтрующий сосуд 1 через левый концевой порт 4 и выходит из центрального порта 3''. В цикле D клапаны 9' и 11' открыты, а остальные клапаны закрыты, и вода для обратной промывки поступает в фильтрующий сосуд 1 через правый концевой порт 4' и выходит из бокового порта 3', расположенного рядом с правым концом блока. В каждом из этих циклов обратной промывки фильтрующий элемент 2 или 2' действует по пути потока снаружи внутрь, так что фильтрат проходит через стенки полых волокон во внутреннее пространство полых волокон, поднимая таким образом частицы с внутренней поверхности мембраны, и вода, содержащая захваченные частицы, удаляется из единственного концевой фильтрующего элемента 2 или 2'.

На фиг. 5 проиллюстрирована стойка 20 фильтрующих блоков 21, расположенных в десять рядов, один над другим, причем каждый ряд состоит из четырех фильтрующих блоков 21. Каждый из фильтрующих блоков содержит цилиндрический фильтрующий сосуд, который содержит первый и второй цилиндрические фильтрующие элементы из полых волокон (не показано), расположенные на обеих сторонах центрального порта для подачи (не показано).

Стойка имеет три коллектора 23 для подачи подаваемой воды, содержащей взвешенный материал в форме частиц, в фильтрующие блоки или для выведения воды для обратной промывки, содержащей захваченный материал в форме частиц, из фильтрующих блоков. Стойка также имеет два дополнительных коллектора 24 для отведения фильтрата из фильтрующих блоков или для подачи воды для обратной промывки в фильтрующие блоки. Коллекторы 23 и 24 расположены по существу вертикально, в средней точке стойки с двумя фильтрующими блоками каждого ряда, расположены по обеим ее сторонам. Коллекторы 23 и 24 предназначены для обеспечения того, чтобы фильтрующие блоки оставались заполненными жидкостью во время обратной промывки. Трубопровод 25 предоставлен для соединения каждого из фильтрующих блоков с коллекторами 23 и 24.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ эксплуатации фильтрующей системы, содержащей по меньшей мере один фильтрующий блок, причем фильтрующий блок содержит фильтрующий сосуд, содержащий множество глухих фильтрующих элементов, причем каждый фильтрующий элемент состоит из множества микрофильтрующих или ультрафильтрующих мембран из полых волокон, при этом каждое полое волокно имеет на его первом конце и втором конце первое впускное отверстие и второе впускное отверстие, сообщающиеся по текучей среде с внутренней частью полого волокна, а фильтрующие элементы имеют на одном из их первых и вторых концов выпускное отверстие, сообщающееся по текучей среде с внешней частью полых волокон, отличающийся тем, что

первые впускные отверстия полых волокон фильтрующих элементов соединены либо напрямую, либо опосредованно с первым выделенным портом для подачи в фильтрующем сосуде и вторые впускные отверстия полых волокон фильтрующих элементов соединены либо напрямую, либо опосредованно со вторым выделенным портом для подачи в фильтрующем сосуде,

причем первый и второй порты для подачи расположены в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них и один или более боковых портов для подачи расположены в фильтрующем сосуде с единственным фильтрующим элементом, расположенным на обеих сторонах бокового порта или каждого бокового порта;

во время фильтрации подаваемую воду, содержащую взвешенный материал в форме частиц, подают одновременно через первый, второй и один или более боковых портов для подачи соответственно внутрь полых волокон через их первые впускные отверстия и вторые впускные отверстия и фильтрат удаляют снаружи полых волокон через выпускное отверстие фильтрующих элементов; и

во время обратной промывки вода для обратной промывки подается снаружи полых волокон через выпускное отверстие фильтрующих элементов, в первом цикле обратной промывки вода для обратной

промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, отводится изнутри полых волокон через их первые выпускные отверстия; а во втором цикле обратной промывки вода для обратной промывки, содержащая захваченный материал в форме частиц, отводится изнутри полых волокон через их вторые выпускные отверстия; и при этом каждый фильтрующий элемент из множества имеет первый и второй циклы обратной промывки, и в котором циклы обратной промывки для множества фильтрующих элементов выполняют последовательно в любом порядке.

2. Способ по п.1, в котором фильтрующие элементы имеют первое выпускное отверстие и второе выпускное отверстие, расположенные на первом и втором концах каждого фильтрующего элемента соответственно, и во время фильтрации фильтрат удаляют снаружи полых волокон одновременно через первое и второе выпускные отверстия фильтрующих элементов.

3. Способ по п.1 или 2, в котором фильтрующий сосуд фильтрующего блока содержит первый фильтрующий элемент, имеющий первый и второй циклы обратной промывки (циклы А и В), и второй фильтрующий элемент, имеющий первый и второй циклы обратной промывки (циклы С и D), при этом:

(i) в цикле А вода для обратной промывки подается в выпускное отверстие (отверстия) первого фильтрующего элемента и вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы, удаляется из первых впускных отверстий первого фильтрующего элемента;

(ii) в цикле В вода для обратной промывки подается в выпускное отверстие (отверстия) первого фильтрующего элемента и вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы, удаляется из вторых впускных отверстий первого фильтрующего элемента;

(iii) в цикле С вода для обратной промывки подается в выпускное отверстие (отверстия) второго фильтрующего элемента и вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы, удаляется из первых впускных отверстий второго фильтрующего элемента; и

(iv) в цикле D вода для обратной промывки подается в выпускное отверстие (отверстия) второго фильтрующего блока и вода для обратной промывки, содержащая захваченные твердые частицы, удаляется из вторых впускных отверстий второго фильтрующего элемента; и

при этом циклы А-D выполняют последовательно в любом порядке.

4. Способ по п.1 или 2, в котором фильтрующий сосуд содержит множество фильтрующих элементов, каждый из которых имеет первый цикл обратной промывки и второй цикл обратной промывки, и первые циклы обратной промывки для каждого фильтрующего элемента выполняют одновременно и вторые циклы обратной промывки для каждого фильтрующего элемента выполняют одновременно в любом порядке.

5. Способ по п.1 или 2, в котором фильтрующий сосуд содержит от четырех до двенадцати фильтрующих элементов, каждый из которых имеет первый и второй циклы обратной промывки, и фильтрующие элементы подвергают обратной промывке в двух или более подгруппах, при этом каждая подгруппа содержит по меньшей мере два фильтрующих элемента, и две или более подгруппы подвергают обратной промывке одну за другой в любом порядке посредством проведения первых циклов обратной промывки для каждой подгруппы фильтрующих элементов одновременно и проведения вторых циклов обратной промывки для каждой подгруппы фильтрующих элементов одновременно в любом порядке.

6. Способ по любому одному из предшествующих пунктов, в котором фильтрующая система содержит множество фильтрующих блоков и фильтрующих сосудов множества фильтрующих блоков, каждый из которых содержит множество фильтрующих элементов, расположенных в первых, вторых и необязательных последовательных положениях в фильтрующих сосудах, при этом каждый фильтрующий элемент имеет первый и второй циклы обратной промывки, и при этом несколько или все фильтрующие блоки подвергают обратной промывке посредством выполнения

первых циклов обратной промывки для фильтрующих элементов, расположенных в первых положениях фильтрующих сосудов одновременно;

вторых циклов обратной промывки для фильтрующих элементов, расположенных в первых положениях фильтрующих сосудов одновременно;

первых циклов обратной промывки для фильтрующих элементов, расположенных во вторых положениях фильтрующих сосудов одновременно;

вторых циклов обратной промывки для фильтрующих элементов, расположенных во вторых положениях фильтрующих сосудов одновременно;

первых циклов обратной промывки для фильтрующих элементов, расположенных в необязательных следующих одно за другим положениях или в каждых необязательных следующих одно за другим положениях фильтрующих сосудов одновременно; и

вторых циклов обратной промывки для фильтрующих элементов, расположенных в необязательных следующих одно за другим положениях или в каждых необязательных следующих одно за другим положениях фильтрующих сосудов одновременно,

в котором одновременные циклы обратной промывки для элементов, расположенных в первых, вторых и необязательных последовательных положениях в фильтрующих сосудах, выполняют последовательно в любом порядке.

7. Способ по любому одному из предшествующих пунктов, в котором обратную промывку фильт-

рующего элемента или элементов каждого фильтрующего блока проводят каждые 50-60 мин.

8. Способ по любому одному из предшествующих пунктов, в котором во время фильтрации подаваемая вода для фильтрующего блока (блоков) имеет давление в диапазоне от 2 до 10 бар по манометру, предпочтительно 2,5-5,5 бар по манометру и скорость потока подаваемой воды в первые и вторые впускные отверстия полых волокон фильтрующего элемента или каждого фильтрующего элемента находится в диапазоне 1,4-2,5 м<sup>3</sup>/ч.

9. Способ по п.8, в котором во время обратной промывки вода для обратной промывки для фильтрующего блока или блоков имеет давление в диапазоне 1,5-3,0 бар по манометру и скорость потока воды для обратной промывки в фильтрующий элемент или каждый фильтрующий элемент во время либо первого цикла обратной промывки, либо второго цикла обратной промывки находится в диапазоне 40-50 м<sup>3</sup>/ч.

10. Способ по любому одному из пп.6-9, в котором множество фильтрующих блоков расположено на стойке, содержащей две или более батареи фильтрующих блоков, и батареи фильтрующих блоков подвергаются обратной промывке последовательно в любом порядке.

11. Способ по любому одному из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере одно очищающее химическое вещество периодически добавляют в воду для обратной промывки, причем очищающее химическое вещество выбирают из:

(1) кислот, таких как органические кислоты, в частности лимонная кислота, или протонсодержащие кислоты, в частности соляная кислота, для удаления неорганических минеральных отложений из системы фильтрации;

(2) оснований, таких как гидроксид натрия или гидроксид калия, которые нацелены на органические вещества, которые засоряют мембрану;

(3) окислителей или дезинфицирующих средств, таких как гипохлорит натрия, газообразный хлор или перекись водорода, для удаления органических веществ или биопленок с мембран; и поверхностно-активных веществ для удаления органических веществ и инертных частиц с мембран.

12. Фильтрующий блок, содержащий фильтрующий сосуд, содержащий множество глухих фильтрующих элементов, причем каждый фильтрующий элемент состоит из множества микрофильтрующих или ультрафильтрующих мембран из полых волокон, при этом каждое полое волокно имеет на первом и втором его концах первое впускное отверстие и второе впускное отверстие, сообщающиеся по текучей среде с внутренней частью полого волокна, и фильтрующие элементы имеют на одном из их первых и вторых концов выпускное отверстие, сообщающееся по текучей среде с внешней частью полых волокон, отличающийся тем, что:

(i) первые впускные отверстия полых волокон фильтрующих элементов соединены либо напрямую, либо опосредованно с первой выделенной линией для подачи через первый выделенный порт для подачи в фильтрующем сосуде и вторые впускные отверстия полых волокон фильтрующих элементов соединены либо напрямую, либо опосредованно со второй выделенной линией для подачи через второй выделенный порт для подачи в фильтрующем сосуде, причем первый и второй порты для подачи расположены в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них;

(ii) один или более боковых портов для подачи расположены в фильтрующем сосуде с единственным фильтрующим элементом, расположенным на обеих сторонах бокового порта или каждого бокового порта, при этом боковой порт или каждый боковой порт соединен либо напрямую, либо опосредованно с выделенной боковой линией для подачи; и

(iii) выпускное отверстие фильтрующих элементов соединено либо напрямую, либо опосредованно с линиями для фильтрата через порт для фильтрата в фильтрующем сосуде,

причем первая и вторая выделенные линии для подачи, линия для фильтрата и боковая линия или линии подачи, каждая, имеют клапан, снабженный приводом, причем приводы можно независимо приводить в действие для перемещения клапанов между открытым и закрытым положениями.

13. Фильтрующий блок по п.12, в котором фильтрующие элементы имеют первое и второе выпускные отверстия, расположенные на первом и втором концах соответственно фильтрующих элементов, и первое и второе выпускные отверстия соединены либо напрямую, либо опосредованно с первой линией для фильтрата и второй линией для фильтрата соответственно через первый и второй порты для фильтрата соответственно в фильтрующем сосуде, первая и вторая линии для фильтрата имеют клапаны, снабженные приводами, которые можно независимо приводить в действие для перемещения клапанов между открытым и закрытым положениями.

14. Фильтрующий блок по п.12 или 13, в котором фильтрующий сосуд содержит от 2 до 12 цилиндрических фильтрующих элементов, предпочтительно от 2 до 6 фильтрующих элементов, более предпочтительно от 2 до 4 фильтрующих элементов и в котором первый и второй порты для фильтрата расположены в фильтрующем сосуде на первом и втором его концах или вблизи них.

15. Фильтрующий блок по п.14, в котором фильтрующие элементы расположены в ряд в пределах цилиндрического фильтрующего сосуда; и в котором каждый фильтрующий элемент содержит наружную цилиндрическую втулку, внутреннюю перфорированную трубку и множество из полых волокон, расположенных параллельно в пределах кольцевого пространства, образованного между наружной ци-

линдрической втулкой и внутренней перфорированной трубкой; и в котором перфорированные трубки соседних фильтрующих элементов соединены вместе посредством трубчатых деталей и терминальный конец перфорированной трубки первого фильтрующего элемента в ряду соединен посредством трубчатой детали с первой линией для фильтрата через первый порт для фильтрата, расположенный на первом конце фильтрующего сосуда или вблизи него, а терминальный конец перфорированной трубки завершающего фильтрующего элемента ряда соединен посредством трубчатой детали со второй линией для фильтрата через второй порт для фильтрата, расположенный на втором конце фильтрующего сосуда или вблизи него.

16. Фильтрующий блок по п.15, в котором фильтрующий сосуд содержит первый и второй фильтрующие элементы, расположенные в ряд.

17. Фильтрующая система, содержащая контроллер и по меньшей мере один фильтрующий блок, как определено в любом одном из пп.12-16, в которой:

(а) во время фильтрации контроллер дает команду приводам переместить клапаны на первой выделенной линии для подачи, второй выделенной линии для подачи, боковой линии или линиях подачи и линии для фильтрата в открытое положение;

(b) во время обратной промывки фильтрующие элементы подвергаются обратной промывке за два цикла с помощью контроллера, дающего команду приводам открывать и закрывать клапаны на проточных линиях в такой последовательности, что клапан на линии для фильтрата находится в открытом положении, а в первом цикле обратной промывки клапан на первой выделенной линии для подачи находится в открытом положении, а клапан на второй выделенной линии для подачи находится в закрытом положении, а во втором цикле обратной промывки клапан на первой выделенной линии для подачи находится в закрытом положении, а клапан на второй выделенной линии для подачи находится в открытом положении.

18. Фильтрующая система, содержащая контроллер и по меньшей мере один фильтрующий блок по п.16, в которой:

(а) во время фильтрации контроллер дает команду приводам переместить клапаны на первой выделенной линии для подачи, второй выделенной линии для подачи, боковой линии для подачи, первой линии для фильтрата и второй линии для фильтрата в открытое положение; а

(b) во время обратной промывки первый фильтрующий элемент (элементы) фильтрующих сосудов подвергается обратной промывке в первом и втором циклах обратной промывки (циклы А и В) и вторые фильтрующие элементы фильтрующих сосудов подвергаются обратной промывке в первом и втором циклах обратной промывки (циклы С и D) с помощью контроллера, дающего команду приводам открывать и закрывать клапаны на проточных линиях в последовательности, при этом:

(i) в цикле А клапаны в первой линии для фильтрата и первой линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны в закрытом положении;

(ii) в цикле В клапаны в первой линии для фильтрата и боковой линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении;

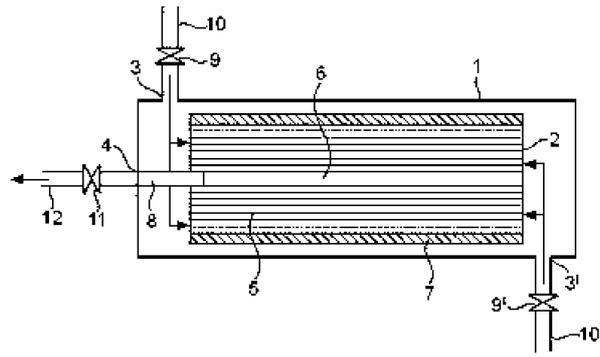
(iii) в цикле С клапаны во второй линии для фильтрата и боковой линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении;

(iv) В цикле D клапаны во второй линии для фильтрата и второй линии для подачи находятся в открытом положении, а остальные клапаны находятся в закрытом положении;

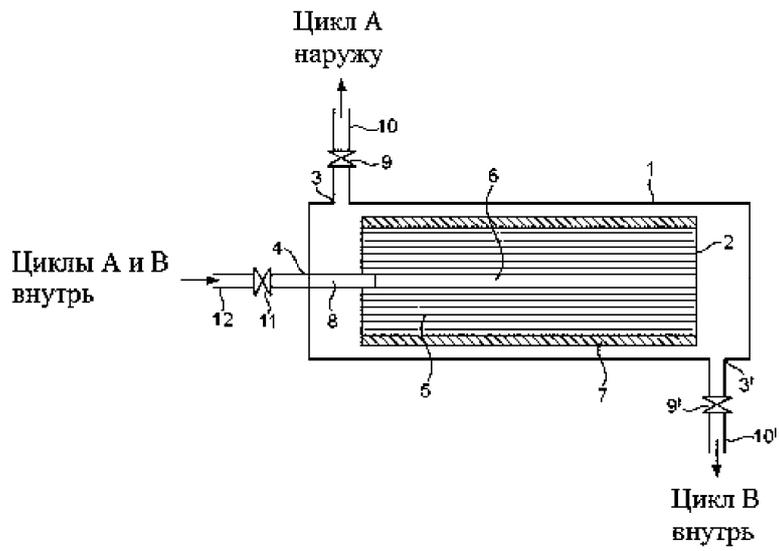
при этом циклы А-D можно выполнять последовательно в любом порядке.

19. Фильтрующая система по п.18, содержащая множество фильтрующих блоков, расположенных на стойке; набор вертикальных коллекторов, содержащий первый вертикальный подающий коллектор, второй вертикальный подающий коллектор, дополнительный, в частности боковой, вертикальный подающий коллектор, первый вертикальный коллектор для фильтрата, второй вертикальный коллектор для фильтрата; и резервуар для фильтрата, при этом фильтрующие блоки расположены горизонтально в стойке во множестве рядов, расположенных один над другим, и при этом первый и второй вертикальные подающие коллекторы сообщаются по текучей среде с первой и второй выделенными линиями для подачи каждого множества фильтрующих блоков, дополнительный, в частности боковой, вертикальный подающий коллектор сообщается по текучей среде с боковой линией для подачи каждого множества фильтрующих блоков, и первый и второй вертикальные коллекторы для фильтрата сообщаются по текучей среде с первой и второй линиями для фильтрата каждого множества фильтрующих блоков, и при этом первый и второй вертикальные коллекторы для фильтрата также сообщаются по текучей среде с резервуаром для фильтрата, который расположен над стойкой.

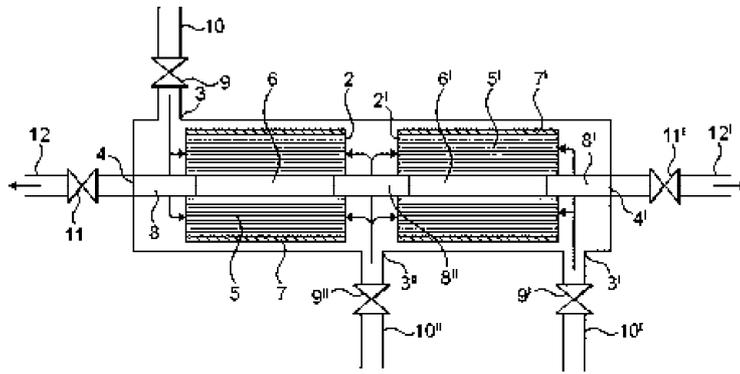
20. Фильтрующая система по п.19, в которой стойка содержит один или более наборов вертикальных коллекторов с единственной батареей фильтрующих блоков, расположенных на обеих сторонах набора или каждого набора вертикальных коллекторов, и в которой каждая из батарей фильтрующих блоков независимо изолирована.



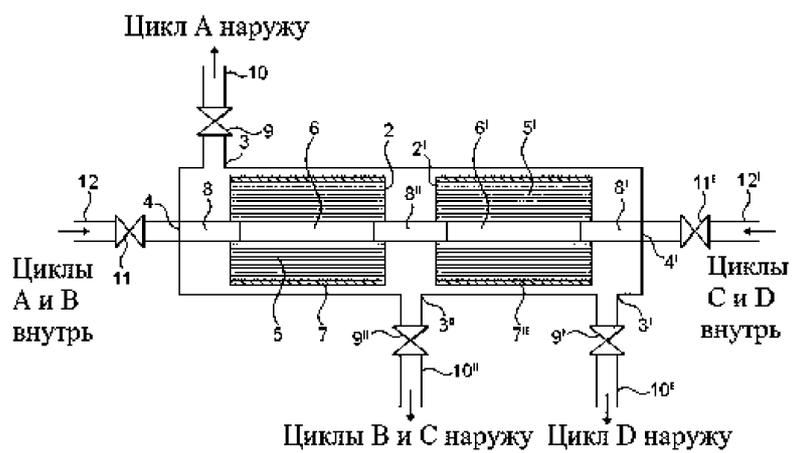
Фиг. 1



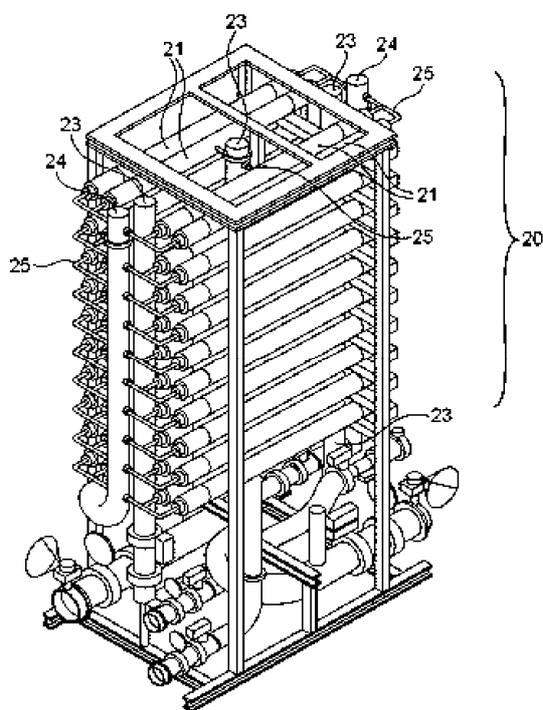
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

