

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036276**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.21

(21) Номер заявки
201990195

(22) Дата подачи заявки
2016.07.01

(51) Int. Cl. **B01D 61/04** (2006.01)
B01D 61/16 (2006.01)
B01D 65/02 (2006.01)
B01D 65/08 (2006.01)

**(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ В
ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ РЕЖИМЕ**

(43) 2019.06.28

(86) PCT/IB2016/001157

(87) WO 2018/002685 2018.01.04

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТОТАЛЬ СА; ВЕОЛИЯ УОТЕР
СОЛЮШНЗ ЭНД ТЕКНОЛОДЖИЗ
САППОРТ; САЙПЕМ С.А. (FR)**

(56) US-A1-2006096920
WO-A1-2011051666
US-A-4243523
US-A-6074551
EP-A1-2897714
DE-A1-102013113641

(72) Изобретатель:
**Анфрэ Жером, Педно Пьер (FR),
Скивингтон Грим (GB), Делаплас
Тома (FR)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение относится к способу очистки фильтрационного устройства в эксплуатационном режиме, причем указанное фильтрационное устройство содержит гидравлический контур Ср, рециркулирующий поток пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации, и/или гидравлический контур Сг, рециркулирующий поток ретентата на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный способ включает: 1) введение дозы химического вещества в гидравлический контур Ср или в гидравлический контур Сг либо в выбранную точку, расположенную до указанной мембраны тангенциальной фильтрации в эксплуатационном режиме фильтрационного устройства; 2) задание части потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура Ср и/или задание части потока ретентата для рециркуляции посредством гидравлического контура Сг, чтобы обеспечить рециркуляцию на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации значительного количества непрореагировавшего химического вещества, изобретение также относится к фильтрационному устройству для осуществления указанного способа.

036276 B1

036276 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение, в общем, относится к обработке воды и, в частности, к фильтрационным устройствам для получения низкоминерализованной воды, а именно воды, подходящей для закачки в подземный углеводородный пласт.

Более конкретно, изобретение относится к способу очистки устройства для фильтрации воды в эксплуатационном режиме, которое содержит мембрану тангенциальной фильтрации. Объектом изобретения также является фильтрационное устройство, обеспечивающее осуществление указанного способа.

Известный уровень техники

В нефтегазовой промышленности хорошо известна технология закачки воды в углеводородные месторождения, согласно которой в нефтегазоносный пласт через нагнетательную скважину закачивается некоторое количество воды, которую называют "нагнетаемой водой". Согласно указанной технологии поддержание давления воды, закачанной в нефтеносный пласт, способствует добыче углеводородов.

Производство нагнетаемой воды, фактически, зависит от характеристик воды, имеющейся в районе месторождения углеводородов. В частности, при морской нефтедобыче исходным сырьем в производстве "нагнетаемой воды" служит морская вода. Следует отметить, что совместимость нагнетаемой воды с пластовой водой существенно зависит от методов обработки воды. Фактически, в пластовой воде присутствуют ионы растворенных в ней солей, в частности ионы бария, кальция или стронция, а морская вода содержит прекурсоры осаждения, например карбонаты и сульфаты, поэтому при смешивании пластовой воды с необработанной морской водой может произойти осаждение различных солей, таких как, например, сульфат бария. Указанное осаждение обычно приводит к образованию отложений не только внутри пласта, но и в промысловой скважине, в промысловых трубопроводах или в сепараторах. Кроме того, присутствие сульфатов в пласте будет способствовать развитию бактерий, генерирующих соединение H_2S , которое является коррозионноактивным и вызывает коррозию труб. Таким образом, чтобы получить маломинерализованную воду, совместимую как с пластовой водой, так и с морской, либо любой другой высокоминерализованной водой, требуется обработка, обеспечивающая удаление определенных ионов, в частности сульфатных, карбонатных ионов или ионов магния.

Устройства для фильтрации в тангенциальном потоке (также называемые устройствами тангенциальной фильтрации) обычно используются для удаления из воды ионов указанного типа. В указанных устройствах подаваемый поток перемещается тангенциально по поверхности фильтра, а не направлен в фильтр (отсюда и термин "тангенциальный поток"). Указанные фильтрационные устройства являются предпочтительными, поскольку соли, осаждающиеся на поверхности фильтра, практически вымываются в процессе фильтрации, благодаря чему увеличивается срок эксплуатации фильтра.

Устройства тангенциальной фильтрации содержат, например, нанофильтрационные мембраны и мембраны обратного осмоса. Нанофильтрационные мембраны, главным образом, обеспечивают удаление двухвалентных ионов, таких как сульфаты, при этом в воде остается небольшое количество одновалентных ионов. Мембраны обратного осмоса обеспечивают удаление из воды ионов любого типа.

Как правило, указанные установки по производству воды расположены вблизи углеводородных месторождений. В случае подводных углеводородных месторождений указанные установки монтируют на стационарных морских платформах, используемых для добычи углеводородов, или на специально закрепляемых плавучих платформах, известных под названием установка FPSO ("плавучая система добычи, хранения и отгрузки нефти"), либо размещают под водой на морском дне.

Однако в связи с эксплуатацией новых месторождений, которые располагаются на достаточно большой глубине, например на глубине от 500 до 1500 м, тем более сверхглубоких месторождений, находящихся, например, на глубине более 1500 м, требуется разработка новых способов продления срока службы фильтров во избежание необходимости извлечения фильтрационных устройств на поверхность с целью их очистки.

В данной области техники известен ряд средств очистки или устранения засорения со временем фильтрационных мембран, эксплуатируемых под водой.

К примеру, известны фильтрационные блоки с интегрированными чистящими устройствами (CIP), выполняющими очистку мембран по мере необходимости (WO 2014/044978). Однако указанные устройства работают в замкнутом(ых) контуре(ах), поэтому требуют временного прерывания подачи в скважину(ны) нагнетаемой воды, что является существенным недостатком. Точнее говоря, стандартные интегрированные чистящие устройства (CIP) не позволяют производить очистку фильтрационной мембраны одновременно с производством нагнетаемой воды.

Следует отметить, что в данной области техники известны фильтрационные устройства, содержащие гидравлический контур, который соединяет сторону отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации со стороной ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, обеспечивая рециркуляцию заданной доли потока пермеата в сырьевой поток, подаваемый к указанной мембране тангенциальной фильтрации (WO 2011/051666). Рециркуляция заданной доли потока пермеата в сырьевой поток осуществляется в эксплуатационном режиме фильтрационного устройства. При каждом цикле рециркуляции указанный сырьевой поток разбавляется потоком пермеата, в результате чего непрерывно снижается концентрация загрязнений в сырьевом потоке и, таким образом, увеличивается срок службы

мембраны.

В данной области техники также известно введение химических веществ в сырьевой поток выше по ходу мембраны фильтрационного устройства. Указанные химические вещества могут представлять собой биоциды, либо кислотные или щелочные чистящие средства. В частности, биоциды обычно применяются с целью предотвращения развития микроорганизмов на мембране (биообрастание), а кислотные или щелочные средства применяются для противообрастающей обработки мембраны с целью предотвращения минерального (кислотный продукт) или органического (щелочной продукт) закупоривания мембраны.

Однако для очистки или устранения загрязнений фильтрационной мембраны требуется достаточно большое количество химического вещества, особенно при непрерывном введении. Следовательно, имеется недостаток с экономической точки зрения. Кроме того, в результате увеличения количества вводимых химических веществ, которые в конечном итоге сбрасываются в окружающую среду через скважину, либо рассеиваются в море, создаются экологические проблемы. Недостатком также является необходимость наличия специального устройства для проведения постоянного, качественного мониторинга и, разумеется, создания соответствующей программы.

В связи с вышесказанным возникает необходимость в разработке эффективного способа предотвращения или существенного замедления засорения фильтров в подводных фильтрационных устройствах при условии сохранения окружающей среды. Усовершенствованный способ, предлагаемый авторами настоящего изобретения, позволяет легко решить указанную дилемму.

Преимуществом предлагаемого в настоящем изобретении способа сравнительно с известными способами является высокая эффективность химической обработки воды при уменьшении количества химических веществ, вводимых в устройство для фильтрации воды.

Авторы изобретения практически установили, что одним из недостатков в химической обработке воды является слишком короткое время контакта мембраны с химическим веществом. Как следствие, лишь небольшая часть химического вещества действительно вступает в реакцию с мембраной, в то время как значительная часть непрореагировавшего химического вещества поступает в поток пермеата или остается в потоке ретентата (поскольку фильтрация является фильтрацией тангенциального типа). Таким образом, в устройстве обработки воды имеется непрореагировавшая часть химического вещества, т.е. неиспользованная часть. Отказавшись от поиска более сильного химического вещества, авторы изобретения разработали способ очистки мембраны тангенциальной фильтрации, согласно которому заданная доля потока пермеата, включающая непрореагировавшее химическое вещество, или заданная доля потока ретентата, включающая непрореагировавшее химическое вещество, рециркулируется для повторного введения выше по ходу фильтрационной мембраны.

Краткое описание изобретения

Одной из задач изобретения является способ очистки фильтрационного устройства в эксплуатационном режиме, причем указанное фильтрационное устройство содержит мембрану тангенциальной фильтрации, имеющую сторону ввода сырья, т.е. сторону подачи сырьевого потока; сторону отвода пермеата, т.е. сторону выпуска потока пермеата и сторону отвода ретентата, т.е. сторону выпуска потока ретентата; гидравлический контур S_r , соединяющий между собой сторону отвода пермеата указанной мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур S_r обеспечивает рециркуляцию части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации и/или гидравлический контур S_r , соединяющий между собой сторону отвода ретентата указанной мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур S_r обеспечивает рециркуляцию части потока ретентата на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, при этом указанный способ включает введение дозы химического вещества в гидравлический контур S_r или в гидравлический контур S_g , либо в сырьевой поток до указанной мембраны тангенциальной фильтрации в эксплуатационном режиме фильтрационного устройства; задание части потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура S_r и/или задание части потока ретентата для рециркуляции посредством гидравлического контура S_g , чтобы обеспечить рециркуляцию на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации значительного количества непрореагировавшего химического вещества.

Другой задачей настоящего изобретения является фильтрационное устройство, содержащее мембрану тангенциальной фильтрации, имеющую сторону ввода сырья, т.е. сторону подачи сырьевого потока; сторону отвода пермеата, т.е. сторону выпуска потока пермеата и сторону отвода ретентата, т.е. сторону выпуска потока ретентата; гидравлический контур S_r , соединяющий между собой сторону отвода пермеата указанной мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур S_r обеспечивает рециркуляцию части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации и/или гидравлический контур S_g , соединяющий между собой сторону отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур S_g обеспечивает рециркуляцию части потока ретентата на сторону ввода сырья ука-

занной мембраны тангенциальной фильтрации; резервуар, содержащий химическое вещество, причем указанный резервуар соединен с гидравлическим контуром C_p или с гидравлическим контуром C_r , либо подсоединен в точке, расположенной до указанной мембраны тангенциальной фильтрации указанного устройства, клапан, задающий часть потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура C_p и/или клапан, задающий часть потока ретентата для рециркуляции посредством гидравлического контура C_r .

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения мембрана тангенциальной фильтрации может представлять собой микрофильтрационную мембрану, ультрафильтрационную мембрану, нанофильтрационную мембрану или мембрану обратного осмоса.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения мембрана тангенциальной фильтрации представляет собой керамическую мембрану или органическую мембрану.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения химическое вещество представляет собой биоцид, кислоту, основание, чистящее средство, поверхностно-активное вещество, детергент, комплексообразующий агент или растворитель отложений либо их смесь.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения часть $Q_{c, \text{permeate}}$ потока пермеата, рециркулируемая посредством гидравлического контура C_p , может составлять по меньшей мере 10%, в частности по меньшей мере 20%, в частности по меньшей мере 30%, в частности по меньшей мере 40%, в частности по меньшей мере 50%, в частности по меньшей мере 60%, в частности по меньшей мере 70%, в частности по меньшей мере 80%, в частности по меньшей мере 90%.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения часть $Q_{c, \text{retentate}}$ потока ретентата, рециркулируемая посредством гидравлического контура C_r , может составлять по меньшей мере 10%, в частности по меньшей мере 20%, в частности по меньшей мере 30%, в частности по меньшей мере 40%, в частности по меньшей мере 50%, в частности по меньшей мере 60%, в частности по меньшей мере 70%, в частности по меньшей мере 80%, в частности по меньшей мере 90%.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации рециркулируют только часть потока пермеата.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации рециркулируют как часть потока пермеата, так и часть потока ретентата.

В одном из вариантов осуществления изобретения фильтрационное устройство согласно изобретению дополнительно содержит инжектор для введения химического вещества в гидравлический контур C_p или в гидравлический контур C_r , либо в сырьевой поток до указанной мембраны тангенциальной фильтрации.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур C_p и/или в гидравлический контур C_r оснащены бустерным насосом или эдуктором.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения фильтрационное устройство является подводным фильтрационным устройством.

Подробное описание изобретения

Первой задачей изобретения является способ очистки фильтрационного устройства в эксплуатационном режиме.

В контексте настоящего изобретения термин "фильтрационное устройство" относится к устройству для производства низкоминерализованной воды. Настоящее изобретение направлено на получение нагнетаемой воды, подходящей для закачки в подземный углеводородный пласт, однако оно может применяться и в других областях техники, например, относящихся к производству питьевой воды.

Фильтрационное устройство согласно изобретению содержит по меньшей мере одну мембрану тангенциальной фильтрации, имеющую сторону ввода сырья, т.е. сторону подачи сырьевого потока, сторону отвода пермеата, т.е. сторону выпуска потока пермеата, и сторону отвода ретентата, т.е. сторону выпуска потока ретентата.

В контексте настоящего изобретения термин "очистка" означает удаление из мембраны (мембран) фильтрационного устройства любого экзогенного вещества, которое способно оказывать отрицательное влияние или снижать выход/эффективность процесса фильтрации.

В контексте настоящего изобретения выражение "в эксплуатационном режиме" означает, что фильтрационное устройство приведено в действие, т.е. осуществляется фильтрация воды, при этом часть потока пермеата, выпускаемого со стороны отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации, рециркулируют на сторону ввода сырья указанной мембраны для осуществления очистки аналогично действию интегрированных чистящих устройств (с замкнутыми контурами).

Изобретение направлено, преимущественно, на фильтрационные устройства, эксплуатируемые под водой, например на естественном морском дне или на плавучей платформе, находящейся на большой глубине, в частности от 1500 до 500 м или на меньшей, либо на большей глубине.

Следует уточнить, что мембрана тангенциальной фильтрации согласно настоящему изобретению представляет собой мембрану, выпускающую поток пермеата с одной из своих сторон при тангенциальном перемещении сырьевого потока в направлении другой из сторон указанной мембраны. Мембраны тангенциальной фильтрации не используются в фильтрационных устройствах "тупиковой" или "прямой"

фильтрации, которые работают в режиме осаждения.

Для тангенциальной фильтрации выбирают мембраны с широким диапазоном пористости, в том числе микрофильтрационные мембраны, ультрафильтрационные мембраны, нанофильтрационные мембраны или мембраны обратного осмоса.

Мембрана тангенциальной фильтрации, имеющая наименьшие поры, является мембраной обратного осмоса (RO). Она имеет размер пор от около 0,0001 до около 0,001 мкм. При использовании мембраны обратного осмоса (RO) создается обратное осмотическое давление раствора, позволяющее отделить воду от растворенных молекул, и, таким образом, обеспечить полную деминерализацию сильноминерализованной воды с получением чистой воды. Мембраны обратного осмоса (RO) обычно работают при давлении от 29 до 83 бар.

Нанофильтрационная мембрана (NF) действует аналогично мембране обратного осмоса, но обычно используется для удаления только двух и более валентных ионов. Она имеет размер пор от около 0,001 до около 0,01 мкм. Большая часть одновалентных ионов, например ионы натрия и хлора проходят через поры мембраны NF. Поскольку через поры указанной мембраны (NF) проходят одновалентные ионы, требуется меньшая результирующая осмотическая движущая сила, сравнительно с мембраной обратного осмоса (RO). Рабочее давление ниже, а скорость фильтрации выше. Нанофильтрационные мембраны (NF) обычно работают в диапазоне от 7 до 42 бар.

Действие ультрафильтрационных мембран (UF) не связано с явлением обратного осмоса. Поры больше, чем в мембране обратного осмоса (RO) или нанофильтрационной мембране (NF) (от около 0,1 мкм до около 0,01 мкм). Принцип удаления связан, прежде всего, с физическим размером отсекаемых частиц. Ультрафильтрационные мембраны (UF) характеризуются показателем номинального отсека по молекулярной массе (MWCO). Диапазон MWCO для ультрафильтрационной мембраны (UF), как правило, составляет от 1000 до 1000000 Да. Ультрафильтрационные мембраны (UF) работают при давлении ниже 10 бар.

Подобно ультрафильтрационным мембранам (UF) микрофильтрационные мембраны (MF) работают при относительно низких давлениях. Поры указанных мембран имеют размер от около 0,1 до около 5 мкм.

Мембрана тангенциальной фильтрации согласно изобретению может представлять собой керамическую мембрану или органическую мембрану.

Микрофильтрационные мембраны (MF) и ультрафильтрационные мембраны (UF) могут быть изготовлены из разнообразных материалов, включая ацетат целлюлозы, поливинилиденфторид, полиакрилонитрил, полипропилен, полисульфон, полиэфирсульфон или другие полимеры.

Нанофильтрационные мембраны (NF) и мембраны обратного осмоса (RO), как правило, изготавливают из материалов на основе ацетата целлюлозы или полиамидов.

В зависимости от особенностей технологического процесса и требуемого эффекта мембрана тангенциальной фильтрации согласно изобретению может быть трубчатой, плоскостистой, спирально-навитой или половолоконной.

Спирально-навитая мембрана является предпочтительной, поскольку при минимальном пространстве, занимаемом мембраной, максимизируется ее поверхность. Основным элементом спирально-навитого модуля является сэндвич из плоских мембранных листов, иначе говоря, "лепестков", намотанных вокруг центральной перфорированной трубки. Один "лепесток" состоит из двух мембранных листов, расположенных один над другим с промежуточной прокладкой, называемой носителем пермеата. Слои "лепестка" склеены по трем краям, а не склеенный край уплотнен по окружности перфорированной центральной трубки. Прокладка обеспечивает необходимый зазор между смежными слоями, отделяя поверхности смежных мембран и таким образом способствуя турбулентности сырьевого потока. Подаваемая вода поступает в каналы прокладки на конце спирально-навитого элемента по траектории, параллельной центральной трубе. Когда подаваемая вода проходит через прокладки, часть воды проникает через любой из двух смежных слоев мембраны в носитель пермеата, а не пропущенные мембраной растворенные вещества и взвешенные частицы остаются на поверхности мембраны. Отфильтрованная вода перемещается в носителе пермеата спирально-навито внутрь по направлению к центральной трубе коллектора, при этом вода, не прошедшая через мембрану, насыщаясь не пропущенным мембраной веществом, становится более концентрированной и продолжает перемещаться по поверхности мембраны. Указанный поток концентрата (ретентата) выпускается из указанного элемента параллельно центральной трубе со стороны, противоположной стороне подачи воды.

Со временем происходит загрязнение спирально-навитых мембран, в частности продольное загрязнение (между сетками прокладки) или трансмембранное загрязнение (на поверхности мембраны).

Фильтрационное устройство согласно изобретению может содержать несколько мембран тангенциальной фильтрации, расположенных последовательно и/или параллельно, которые могут быть одинаковыми или различными. Точнее говоря, фильтрационное устройство согласно изобретению может содержать мембраны разных типов в любой технически возможной комбинации.

В нижеследующем описании фильтрационного устройства, содержащего несколько мембран, каждый элемент или его вариации описываются применительно ко всем или к любой из указанных мембран.

Фильтрационное устройство согласно изобретению дополнительно содержит гидравлический кон-

тур С_р, соединяющий между собой сторону отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации и/или гидравлический контур С_г, соединяющий между собой сторону отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации.

Гидравлический контур С_р и гидравлический контур С_г обеспечивают рециркуляцию, соответственно, части потока пермеата и рециркуляцию части потока ретентата на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации. Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в фильтрационном устройстве имеется гидравлический контур С_р, при этом гидравлический контур С_г отсутствует.

Согласно другому варианту осуществления изобретения в фильтрационном устройстве имеется гидравлический контур С_г, при этом гидравлический контур С_р отсутствует.

Согласно следующему варианту осуществления изобретения в фильтрационном устройстве имеется как гидравлический контур С_р, так и гидравлический контур С_г.

Согласно настоящему изобретению в нормальном эксплуатационном режиме фильтрационного устройства, даже когда не осуществляется этап очистки, может быть обеспечена непрерывная рециркуляция части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации посредством гидравлического контура С_р, при этом сырьевой поток разбавляется потоком пермеата, следовательно, улучшается качество сырьевого потока (уменьшается загрязнение) и, таким образом, увеличивается срок службы указанной мембраны.

Альтернативно, в нормальном эксплуатационном режиме может быть не предусмотрена рециркуляция потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации посредством гидравлического контура С_р.

Согласно настоящему изобретению во время очистки мембраны гидравлический контур С_р используется для рециркуляции непрореагировавшего химического вещества на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации. Точнее говоря, при одноразовом впрыске химического вещества гидравлический контур С_р обеспечивает многократное прохождение указанного непрореагировавшего химического вещества через мембрану тангенциальной фильтрации, предпочтительно, до полной очистки мембраны тангенциальной фильтрации от загрязнения в результате химической реакции. Таким образом, настоящее изобретение обеспечивает преимущества, состоящие в уменьшении количества непрореагировавшего химического вещества, повышении эффективности очистки и снижении количества химического вещества, требуемого для очистки фильтрационного устройства.

Вышеперечисленные преимущества достигаются в результате введения дозы химического вещества в выбранной точке фильтрационного устройства в эксплуатационном режиме, что позволяет рециркулировать часть указанного химического вещества на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации. В фильтрационном устройстве согласно изобретению может быть несколько точек введения химического вещества.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения химическое вещество вводится в сырьевой поток до мембраны тангенциальной фильтрации указанного устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения химическое вещество вводится в сырьевой поток до мембраны тангенциальной фильтрации и после предварительных фильтров, таких как микрофильтрующие мембраны или ультрафильтрующие мембраны указанного устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения химическое вещество вводится в сырьевой поток до мембраны тангенциальной фильтрации и до предварительных фильтров, таких как микрофильтрующие мембраны или ультрафильтрующие мембраны указанного устройства.

Согласно другому варианту осуществления изобретения химическое вещество вводится в гидравлический контур С_р.

Согласно еще одному варианту осуществления изобретения химическое вещество вводится в гидравлический контур С_г.

Количество химического вещества, рециркулируемого на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации, будет зависеть от части потока пермеата и части потока ретентата, рециркулируемых на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации. Указанное количество можно контролировать, задавая часть рециркулируемого потока пермеата и часть рециркулируемого потока ретентата посредством гидравлического контура С_р и/или гидравлического контура С_г соответственно.

Уровень загрязнения мембраны тангенциальной фильтрации, как правило, контролируется путем измерения разности давлений между стороной ввода сырья и стороной отвода пермеата ($\Delta P_{\text{membrane}}$) мембраны и/или путем измерения разности давлений между стороной ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации и стороной отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации ($\Delta P_{\text{longitudinal}}$). Величины $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и $\Delta P_{\text{membrane}}$ измеряют, когда мембрана является чистой (начальная $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и начальная $\Delta P_{\text{membrane}}$). Поскольку сырьевой поток фильтруется мембраной, мембрана постепенно загрязняется. В результате величины $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и $\Delta P_{\text{membrane}}$ постепенно возрастают. Считается, что очистку мембраны следует проводить, когда по меньшей мере одна из величин $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и $\Delta P_{\text{membrane}}$ достигает предвари-

тельно определенной величины, которая обычно на 10 или 15% выше, чем начальная $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ или начальная $\Delta P_{\text{membrane}}$.

Согласно настоящему изобретению введение химического вещества инициируется, когда по меньшей мере одна из величин $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и $\Delta P_{\text{membrane}}$ предварительно определенной величины. Химическое вещество также может вводиться профилактически с определенной частотой, например, еженедельно или раз в две недели. Время введения химического вещества определяет начало этапа очистки.

Согласно изобретению на протяжении этапа очистки задается часть потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура C_p и задается часть потока ретентата для рециркуляции посредством гидравлического контура C_r , чтобы обеспечить рециркуляцию значительного количества непрореагировавшего химического вещества на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации.

Q_{permeate} обозначает часть потока пермеата, рециркулируемую на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации во время проведения этапа очистки.

$Q_{\text{retentate}}$ обозначает часть потока ретентата, рециркулируемую на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации во время проведения этапа очистки.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения Q_{permeate} составляет по меньшей мере 10%, в частности по меньшей мере 20%, в частности по меньшей мере 30%, в частности по меньшей мере 40%, в частности по меньшей мере 50%, в частности по меньшей мере 60%, в частности по меньшей мере 70%, в частности по меньшей мере 80%, в частности по меньшей мере 90%.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения $Q_{\text{retentate}}$ составляет 0%, т.е. химическое вещество рециркулируют только посредством гидравлического контура C_r . Следовательно, только часть потока пермеата рециркулируют на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации.

Согласно другому варианту осуществления изобретения $Q_{\text{retentate}}$ не равна 0%, т.е. рециркуляцию химического вещества обеспечивает как гидравлический контур C_p , так и гидравлический контур C_r . Соответственно, на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации рециркулируют как часть пермеата, так и часть потока ретентата.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения Q_{permeate} составляет по меньшей мере 10%, в частности по меньшей мере 20%, в частности по меньшей мере 30%, в частности по меньшей мере 40%, в частности по меньшей мере 50%, в частности по меньшей мере 60%, в частности по меньшей мере 70%, в частности по меньшей мере 80%, в частности по меньшей мере 90%.

Часть Q_{permeate} устанавливается относительно расхода потока пермеата, а часть $Q_{\text{retentate}}$ устанавливается относительно расхода потока ретентата.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в нормальном эксплуатационном режиме фильтрационного устройства, даже когда не осуществляется этап очистки, обеспечивается непрерывная рециркуляция части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации посредством гидравлического контура C_p . В этом случае часть потока пермеата, непрерывно рециркулируемая на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации, обозначается $Q_{R\text{permeate}}$.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения Q_{permeate} и $Q_{R\text{permeate}}$ равны.

Согласно другому варианту осуществления изобретения Q_{permeate} больше $Q_{R\text{permeate}}$.

Касательно загрязнения мембраны следует отметить, что можно контролировать степень очистки мембраны тангенциальной фильтрации посредством измерения трансмембранного давления ($TMP = \Delta P_{\text{membrane}}$) и/или $\Delta P_{\text{longitudinal}}$. Считается, что этап очистки завершен, если $\Delta P_{\text{longitudinal}}$, либо $\Delta P_{\text{membrane}}$ имеет предварительно определенное значение, которое может быть равно или может быть не равно, соответственно, первоначальной $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и первоначальной $\Delta P_{\text{membrane}}$. При этом прекращается рециркуляция как потока ретентата, так и потока пермеата на сторону для ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации.

Выражение "значительное количество непрореагировавшего химического вещества" означает, что концентрация непрореагировавшего химического вещества, присутствующего в потоке пермеата или в потоке ретентата, составляет по меньшей мере 70% от начальной концентрации, в частности по меньшей мере 50% от начальной концентрации, в частности не менее 30% от начальной концентрации.

Химическое вещество, вводимое в фильтрационное устройство, может быть любым химическим веществом, которое способно восстановить трансмембранное давление ($TMP = \Delta P_{\text{membrane}}$) и/или $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ до уровня, соответствующего чистой мембране.

В зависимости от типа загрязнения фильтрационного устройства вводят определенные химические вещества. В число подходящих химических веществ входят, в частности, биоцид, кислота, основание, чистящее средство, такое как поверхностно-активное вещество, детергент, комплексообразующий агент или растворитель отложений, либо их смесь.

Под термином "биоцид" подразумевается любое химическое соединение, способное уничтожить или деактивировать живые организмы, к примеру бактерии, грибы, водоросли или даже мелкие водные животные. Биоцид, предпочтительно, выбирают из хлористых соединений, например, применяется гипохлорит натрия или DBNPA (2,2-дибром-3-нитрилопропионамид), который является биоцидом неокис-

ляющего типа. DBNPA является особенно предпочтительным для очистки нанофильтрационных мембран (NF) и мембран обратного осмоса (RO), изготовленных из полиамида, поскольку полиамидные мембраны очень чувствительны к сильным окислителям.

Кислоты используются для растворения неорганических отложений. Как известно, термин "кислота" относится к любому химическому соединению, способному снижать pH воды. Кислота может быть органической или неорганической. Для примера в числе применимых кислот можно назвать лимонную кислоту и/или соляную кислоту в концентрации, обеспечивающей очищающий эффект. Во вводимом растворе концентрация кислот может составлять от 0,1 до 10 мас.%, предпочтительно от 0,5 до 5 мас.%, предпочтительнее от 1 до 4 мас.%.

Основания используются для растворения органических материалов, таких как фрагменты водорослей. Как известно, термин "основание" относится к любому химическому соединению, которое способно повышать pH воды. Основание может быть органическим или неорганическим. Основание может быть выбрано из обычно применяемых соединений, известных специалистам в данной области. Основания применяются целенаправленно для удаления органических колонизации или микробных остатков. В контексте настоящего изобретения примером применимых оснований являются KOH, NaOH или LiOH в любой концентрации, обеспечивающей эффект очистки. Во вводимом растворе концентрация основания может составлять от 0,1 до 10 мас.%, предпочтительно от 0,5 до 5 мас.%, предпочтительнее от 1 до 4 мас.%.

Чистящие средства используются для удаления органических или твердых частиц, которые относятся к труднорастворимым. В числе чистящих средств, для примера, можно назвать поверхностно-активные вещества, детергенты, комплексообразующие агенты или растворители отложений.

В качестве сырья используется, предпочтительно, морская вода, но также может использоваться вода, добытая из водоносного горизонта, речная или озерная вода, кроме того, попутная вода, бытовые или промышленные сточные воды, т.е. любая вода, которая требует очистки для получения воды требуемого качества для закачки, в частности, в подземный пласт.

Вторым объемом настоящего изобретения является фильтрационное устройство, обеспечивающее осуществление описанного выше способа согласно изобретению. Признаки настоящего изобретения, приведенные выше касательно первого объекта изобретения (способа), в равной мере распространяются на второй объект настоящего изобретения (устройство).

Фильтрационное устройство согласно изобретению содержит мембрану тангенциальной фильтрации, имеющую сторону ввода сырья, сторону отвода пермеата и сторону отвода ретентата.

В нормальном эксплуатационном режиме фильтрационного устройства на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации подается сырьевой поток. Когда подаваемый сырьевой поток фильтруется посредством мембраны тангенциальной фильтрации, поток пермеата выпускается со стороны отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации, а поток ретентата выпускается со стороны отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации.

Фильтрационное устройство согласно изобретению дополнительно содержит гидравлический контур Ср, соединяющий между собой сторону отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур Ср обеспечивает рециркуляцию части потока пермеата на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации и или гидравлический контур Сг, соединяющий между собой сторону отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур Сг обеспечивает рециркуляцию части потока ретентата на сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации; резервуар, содержащий химическое вещество, причем указанный резервуар соединен с гидравлическим контуром Ср или с гидравлическим контуром Сг, либо подсоединен в точке, расположенной до указанной мембраны тангенциальной фильтрации указанного устройства; клапан, задающий часть потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура Ср и/или клапан, задающий часть потока ретентата для рециркуляции посредством гидравлического контура Сг.

Гидравлический контур Ср предназначен для рециркуляции потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации, а гидравлический контур Сг предназначен для рециркуляции потока ретентата на сторону ввода сырья указанной мембраны.

Фильтрационное устройство обычно содержит питающий насос, обеспечивающий подачу потока сырья к мембране тангенциальной фильтрации.

Фильтрационное устройство, используемое в производстве воды, нагнетаемой в подземный углеводородный пласт, как правило, дополнительно содержит нагнетательный насос для закачки отфильтрованной воды в углеводородный пласт.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур Ср соединяет точку, расположенную после насоса для нагнетания воды со стороной ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур Ср соединяет сторону отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации с точкой, расположенной до питающего

насоса.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур Ср оснащен бустерным насосом или эдуктором. В таком случае гидравлический контур Ср соединяет сторону отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации (выше по ходу нагнетательного насоса) со стороной ввода сырья указанной мембраны.

Бустерный насос представляет собой центробежный насос, осуществляющий циркуляцию текучей среды. Дифференциальное давление насоса компенсирует падение напора в устройстве при циркуляции текучей среды в контуре.

Эдуктор (также известный как эжекторный струйный насос) представляет собой пассивное оборудование, в основе которого лежит устройство Вентури. Движущая сила, создаваемая подаваемым под давлением потоком воды, принуждает воду циркулировать в контуре. Перемещаемый под давлением поток воды увлекает за собой воду из контура для рециркуляции.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур Сг соединяет сторону отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации с точкой, расположенной до питающего насоса.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур Сг оснащен бустерным насосом или эдуктором. В таком случае гидравлический контур Сг соединяет сторону отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации (выше по ходу нагнетательного насоса) со стороной ввода сырья указанной мембраны.

Гидравлический контур Ср фильтрационного устройства согласно изобретению снабжен клапаном, задающим часть потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура Ср на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации.

Гидравлический контур Сг фильтрационного устройства согласно изобретению снабжен клапаном, задающим часть потока ретентата для рециркуляции посредством гидравлического контура Сг на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации.

Может использоваться клапан любого типа, предпочтительно поплавковый клапан, дроссельный клапан, конусный затвор, задвижка, игольчатый клапан, запорный клапан, шаровой клапан, пробковый клапан, сферический клапан, дроссельный клапан для закачки химикатов (CITV).

Фильтрационное устройство, являющееся фильтрационным устройством подводного типа, содержит, предпочтительно, электромагнитный клапан, которым можно управлять дистанционно.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения гидравлический контур Ср, а также гидравлический контур Сг фильтрационного устройства оснащены насосом, благодаря чему посредством гидравлического контура Ср транспортируется часть потока пермеата со стороны отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации на сторону ввода сырья указанной мембраны, а посредством гидравлического контура Сг транспортируется часть потока ретентата со стороны отвода ретентата мембраны тангенциальной фильтрации на сторону ввода сырья указанной мембраны.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения фильтрационное устройство дополнительно содержит смесительное устройство, предназначенное для смешивания рециркулированной доли пермеата или рециркулированной доли ретентата с сырьевым потоком. Указанное смесительное устройство может представлять собой смеситель любого типа, например может использоваться статический смеситель.

Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения фильтрационное устройство дополнительно содержит датчики перепада давления или датчики давления. Могут быть предусмотрены индивидуальные датчики для каждой из мембран и/или общий датчик для всех мембран фильтрационного устройства, поскольку мембраны могут быть установлены последовательно или параллельно.

Химическое вещество хранится в резервуаре, который соединен с гидравлическим контуром Ср или с гидравлическим контуром Сг, либо подсоединен в точке, расположенной до указанной мембраны тангенциальной фильтрации указанного устройства.

Термин "соединенный" означает, что выполнено соединение, которое позволяет хранящееся в резервуаре химическое вещество перемещать в вышеупомянутые компоненты фильтрационного устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в фильтрационном устройстве выбрана точка подсоединения резервуара для введения химического вещества, расположенная до мембраны тангенциальной фильтрации.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в фильтрационном устройстве до мембраны тангенциальной фильтрации и после предварительных фильтров, таких как микрофильтрационные мембраны или ультрафильтрационные мембраны, выбрана точка подсоединения резервуара для введения химического вещества.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в фильтрационном устройстве до мембраны тангенциальной фильтрации и до предварительных фильтров, таких как микрофильтрационные мембраны или ультрафильтрационные мембраны, выбрана точка подсоединения резервуара для введения химического вещества.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в фильтрационном устройстве выбрана

точка подсоединения резервуара для введения химического вещества из резервуара в гидравлический контур Ср.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения в фильтрационном устройстве выбрана точка подсоединения резервуара для введения химического вещества из резервуара в гидравлический контур Сг.

Фильтрационное устройство, являющееся фильтрационным устройством подводного типа, может содержать подводный резервуар для хранения химического вещества, интегрированный в указанное фильтрационное устройство, либо надводный резервуар, расположенный снаружи устройства на надводном оборудовании и соединенный с фильтрационным устройством посредством шлангокабеля или трубопровода для транспортировки химических веществ.

Резервуар может быть резервуаром любого типа, который подходит для содержания некоторого количества химического вещества и приспособлен для введения дозы указанного химического вещества в водный поток, циркулирующий в фильтрационном устройстве. Резервуар может быть жестким либо гибким. Отсутствуют какие-либо ограничения касательно состояния химического вещества, предпочтительным является жидкообразное состояние, однако химическое вещество может быть твердым, например порошкообразным или таблетированным, при условии, что его можно ввести в фильтрационное устройство.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения фильтрационное устройство содержит инжектор типа насоса или эдуктора, который предназначен для порционного, либо непрерывного введения химического вещества в гидравлический контур Ср или в гидравлический контур Сг, либо в точку, расположенную до указанной мембраны тангенциальной фильтрации.

Альтернативно, химическое вещество может находиться в резервуаре под давлением, при этом резервуар может быть снабжен клапаном, регулирующим открытие и закрытие резервуара. Посредством клапана может быть обеспечено порционное, либо непрерывное введение химического вещества в выбранную точку фильтрационного устройства.

Резервуар, предпочтительно, имеет дозирующее средство, подобное дозатору Вентури, либо дозирующий насос или клапан, точнее, клапан для дозированного введения химического вещества в выбранную точку фильтрационного устройства.

Ниже в качестве примера описывается один из иллюстративных вариантов осуществления изобретения, который не следует рассматривать как ограничивающий объем изобретения.

На фигуре представлена блок-схема фильтрационного устройства согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фильтрационное устройство 1 содержит (согласно направлению потока) сетчатый фильтр 2, питающий насос 3, фильтр 4 грубой очистки, нанофильтрационную мембрану 5 и насос 6 для нагнетания воды. В фильтрационном устройстве 1 поток воды (сырьевой поток) проходит через сетчатый фильтр 2, удерживающий твердые частицы большого размера, что предотвращает быстрое засорение фильтрационного устройства 1 указанными крупными частицами. Водозабор может осуществляться дистанционно посредством телескопической системы, включающей сетчатый фильтр 2 и питающий насос 3, и позволяющей менять участок водозабора без изменения местоположения фильтрационного устройства. В частности, телескопическая система или перемотчик шланга позволяют варьировать уровень водозабора. Фильтр 4 грубой очистки представляет собой фильтр, который способен задерживать твердые частицы относительно крупного размера, в частности свыше 100, 50 или 20 мкм.

Фильтрационное устройство 1 согласно изобретению дополнительно содержит гидравлический контур Ср (8), который соединяет точку, расположенную после нагнетательного насоса 6 со стороной ввода сырья мембраны 5 тангенциальной фильтрации, а также содержит гидравлический контур Сг (10), который соединяет сторону отвода ретентата мембраны 5 тангенциальной фильтрации с точкой, расположенной до питающего насоса 3. В качестве альтернативы, фильтрационное устройство 1 согласно изобретению может содержать гидравлический контур Ср (8') (обозначенный пунктирными линиями), оснащенный бустерным насосом 12 и соединяющий сторону отвода пермеата мембраны 5 тангенциальной фильтрации со стороной ввода сырья указанной мембраны 5. Согласно еще одной альтернативе, фильтрационное устройство 1 может содержать гидравлический контур Сг (10') (обозначенный пунктирными линиями), оснащенный бустерным насосом 13 и соединяющий сторону отвода ретентата мембраны 5 тангенциальной фильтрации со стороной ввода сырья указанной мембраны 5. Гидравлические контуры Ср (8) и Ср (8') снабжены соответствующими клапанами 7 и 7', которые обеспечивают регулировку части пермеата для рециркуляции на сторону ввода сырья мембраны 5. Аналогично, гидравлические контуры Сг (10) и Сг (10') снабжены соответствующими клапанами 9 и 9', которые обеспечивают регулировку части ретентата для рециркуляции на сторону ввода сырья мембраны 5 тангенциальной фильтрации до питающего насоса.

В фильтрационном устройстве до мембраны 5 тангенциальной фильтрации выбрана точка подсоединения резервуара 11 для введения химического вещества в сырьевой поток. Резервуар 11 может быть подсоединен в любой точке фильтрационного устройства между сетчатым фильтром 2 и мембраной 5. Фильтрационное устройство 1 может иметь инжектор для введения в гидравлический контур (не показан на фигуре) химического вещества из резервуара. Альтернативно, резервуар 11 может быть подсоединен к

гидравлическому контуру Ср (8) в любой его точке или к гидравлическому контуру Сг (10) в любой его точке. Нагнетающий воду насос 6 используется для закачки пермеата в скважину.

В нормальном эксплуатационном режиме фильтрационного устройства (т.е. когда не осуществляется этап очистки) сырьевой поток проходит через фильтры повышенной селективности, а именно, через сетчатый фильтр 2, фильтр 3 грубой очистки и затем через мембрану 5 тангенциальной фильтрации. Поток пермеата, подходящий для введения в скважину, выпускается со стороны отвода пермеата мембраны 5 тангенциальной фильтрации, в то время как поток ретентата выпускается со стороны отвода ретентата указанной мембраны 5.

Ниже описывается последовательность действий при выполнении этапа очистки: при помощи клапана 7 задается часть потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура Ср (8) ($Q_{\text{сpermeate}}$), например, вплоть до около 50% от потока пермеата; доза химического вещества из резервуара 11 вводится в сырьевой поток; когда $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ возвращается к значению, соответствующему чистой мембране, приводится в действие клапан 7 для уменьшения до исходной величины потока, рециркулируемого посредством гидравлического контура Ср (8).

По отношению к дозе введенного химического вещества чем больше $Q_{\text{сpermeate}}$, тем больше непрореагировавшего химического вещества рециркулируют на сторону ввода сырья мембраны 5, в результате чего $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ дополнительно уменьшается. Если указанной дозы химического вещества недостаточно для того, чтобы $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ вернулись к значению, соответствующему чистой мембране, в систему фильтрации может быть введена вторая доза химического вещества. При необходимости указанная процедура может быть проведена несколько раз до тех пор, пока $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ не вернутся к значению, соответствующему чистой мембране. Величину $Q_{\text{сpermeate}}$ можно корректировать в зависимости от дозы химического вещества, природы химического вещества и минимальной скорости потока пермеата, требуемой для закачки в скважину.

Величины $\Delta P_{\text{membrane}}$ и $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ измеряют непрерывно; постепенное изменение величин указанных ΔP является управляющим параметром для запуска этапа очистки. Параметры очистки (процент рециркулируемого пермеата и/или ретентата, тип химического вещества и дозировка) не могут быть рассчитаны, они будут адаптированы к каждому конкретному случаю и определены эмпирически.

После введения в сырьевой поток дозы химического вещества в потоке пермеата, а также в потоке ретентата может присутствовать непрореагировавшее химическое вещество.

Таким образом, при использовании клапана может задаваться часть потока ретентата ($Q_{\text{ретентате}}$), составляющая, например, приблизительно до 25% потока ретентата для рециркуляции на сторону ввода сырья мембраны 5 посредством гидравлического контура Сг (10) в течение всего или только части этапа очистки фильтрационного устройства. При этом непрореагировавшее химическое вещество, присутствующее в ретентате, направляют на сторону ввода сырья указанной мембраны 5 тангенциальной фильтрации. Когда $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ возвращается к значению, соответствующему чистой мембране, клапан 9 закрывается, в результате чего доля потока ретентата ($Q_{\text{ретентате}}$) в сырьевом потоке уменьшается до 0 об. %.

По отношению к дозе введенного химического вещества чем больше $Q_{\text{ретентате}}$, тем больше непрореагировавшего химического вещества рециркулируют на сторону ввода сырья мембраны 5, в результате чего $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ дополнительно уменьшается. Величину $Q_{\text{ретентате}}$ можно корректировать в зависимости от дозы химического вещества, природы химического вещества, величины $Q_{\text{сpermeate}}$ и минимального расхода пермеата, требуемого для закачки в скважину.

Альтернативно, чтобы улучшить качество подаваемого сырьевого потока, в нормальном эксплуатационном режиме фильтрационного устройства может непрерывно обеспечиваться рециркуляция заданной части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны 5 посредством гидравлического контура Ср (8). Указанная часть $Q_{\text{Rpermeate}}$ может составлять, например, около 30% от потока пермеата. В этом случае этап очистки выполняется при задании с помощью клапана 7 доли $Q_{\text{сpermeate}}$ которая превышает величину $Q_{\text{Rpermeate}}$ и составляет, например, вплоть до около 50% от потока пермеата. Затем повторяются описанные выше действия: доза химического вещества из резервуара 11 вводится в сырьевой поток; когда $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и/или $\Delta P_{\text{membrane}}$ возвращается к значению, соответствующему чистой мембране, приводится в действие клапан 7 для уменьшения до исходной величины ($Q_{\text{Rpermeate}}$) потока, рециркулируемого посредством гидравлического контура Ср (8).

Следует отметить, что раскрытые здесь варианты осуществления настоящего изобретения являются исключительно иллюстративными, при этом могут быть выполнены всевозможные модификации, не выходящие за рамки существа и объема изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки фильтрационного устройства в эксплуатационном режиме, причем указанное фильтрационное устройство содержит мембрану тангенциальной фильтрации, имеющую сторону ввода сырья, т.е. сторону подачи сырьевого потока; сторону отвода пермеата, т.е. сторону выпуска потока пермеата и сторону отвода ретентата, т.е. сторону выпуска потока ретентата; гидравлический контур Ср,

соединяющий между собой сторону отвода пермеата указанной мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур C_p снабжен клапаном, который обеспечивает рециркуляцию части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации, при этом указанный способ включает измерение разницы давлений между стороной ввода сырья и стороной отвода пермеата указанной мембраны, $\Delta P_{\text{membrane}}$, и/или измерение разницы давлений между стороной ввода сырья и стороной отвода ретентата указанной мембраны, $\Delta P_{\text{longitudinal}}$, введение дозы химического вещества в гидравлический контур C_p , либо в сырьевой поток до указанной мембраны тангенциальной фильтрации, когда по меньшей мере одна из величин $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и $\Delta P_{\text{membrane}}$ достигает предварительно определенной величины, которая на 10% выше, чем начальная $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ или начальная $\Delta P_{\text{membrane}}$ и задание части потока пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура C_p с клапаном, так чтобы обеспечить рециркуляцию на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации значительного количества непрореагировавшего химического вещества, где значительная часть непрореагировавшего химического вещества означает, что непрореагировавшее химическое вещество присутствует в рециркулированном потоке пермеата в концентрации не менее 70% начальной концентрации химического продукта, вводимого в систему фильтрации.

2. Способ по п.1, в котором мембрана тангенциальной фильтрации представляет собой микрофильтрационную мембрану, ультрафильтрационную мембрану, нанофильтрационную мембрану или мембрану обратного осмоса.

3. Способ по п.1 или 2, в котором мембрана тангенциальной фильтрации представляет собой керамическую мембрану или органическую мембрану.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором химическое вещество представляет собой биоцид, кислоту, основание, чистящее средство, такое как поверхностно-активное вещество, детергент, комплексообразующий агент или растворитель отложений либо их смесь.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором часть Q_{permeate} потока пермеата, рециркулируемая посредством гидравлического контура C_p , составляет по меньшей мере 10%, в частности по меньшей мере 20%, в частности по меньшей мере 30%, в частности по меньшей мере 40%, в частности по меньшей мере 50%, в частности по меньшей мере 60%, в частности по меньшей мере 70%, в частности по меньшей мере 80%, в частности по меньшей мере 90%.

6. Фильтрационное устройство, содержащее мембрану тангенциальной фильтрации, имеющую сторону ввода сырья, т.е. сторону подачи сырьевого потока; сторону отвода пермеата, т.е. сторону выпуска потока пермеата и сторону отвода ретентата, т.е. сторону выпуска потока ретентата; гидравлический контур C_p , соединяющий между собой сторону отвода пермеата мембраны тангенциальной фильтрации и сторону ввода сырья указанной мембраны тангенциальной фильтрации, причем указанный гидравлический контур C_p обеспечивает рециркуляцию части потока пермеата на сторону ввода сырья мембраны тангенциальной фильтрации; резервуар, содержащий химическое вещество, причем указанный резервуар соединен с гидравлическим контуром C_p , либо подсоединен в точке, расположенной до указанной мембраны тангенциальной фильтрации указанного устройства; клапан, задающий часть пермеата для рециркуляции посредством гидравлического контура C_p , характеризующееся тем, что указанная система фильтрации содержит средства для измерения разницы давлений между стороной ввода сырья и стороной отвода пермеата указанной мембраны, $\Delta P_{\text{membrane}}$, и/или измерение разницы давлений между стороной ввода сырья и стороной отвода ретентата указанной мембраны, $\Delta P_{\text{longitudinal}}$, средства для введения химического продукта в систему фильтрации, когда одна из величин $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ и $\Delta P_{\text{membrane}}$ достигает предварительно определенной величины, которая на 10% выше, чем начальная $\Delta P_{\text{longitudinal}}$ или начальная $\Delta P_{\text{membrane}}$.

7. Фильтрационное устройство по п.6, в котором мембрана тангенциальной фильтрации представляет собой микрофильтрационную мембрану, ультрафильтрационную мембрану, нанофильтрационную мембрану или мембрану обратного осмоса.

8. Фильтрационное устройство по п.6 или 7, в котором мембрана тангенциальной фильтрации представляет собой керамическую мембрану или органическую мембрану.

9. Фильтрационное устройство по любому из пп.6-8, которое дополнительно содержит инжектор для введения химического вещества в гидравлический контур C_p либо в выбранную точку, расположенную до указанной мембраны тангенциальной фильтрации.

10. Фильтрационное устройство по любому из пп.6-9, в котором гидравлический контур C_p оснащен бустерным насосом или эдуктором.

