

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037390**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.03.23

(21) Номер заявки
201692344

(22) Дата подачи заявки
2015.05.22

(51) Int. Cl. *E21B 43/08* (2006.01)
E21B 43/10 (2006.01)
E21B 33/12 (2006.01)
E21B 43/16 (2006.01)
E21B 43/25 (2006.01)

(54) **ИЗВЛЕЧЕНИЕ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА**

(31) **2014901918**

(32) **2014.05.22**

(33) **AU**

(43) **2017.05.31**

(86) **PCT/AU2015/050271**

(87) **WO 2015/176139 2015.11.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АННСКА ЭНЕРДЖИ ПТИ ЛТД (AU)

(72) Изобретатель:
Бертани Ромоло Лоренцо (AU)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) US-B2-7048048
US-A1-20120211226
US-B1-6174108
US-A-5673752
US-A1-20030051874
US-A-5323855

(57) Настоящее изобретение относится к системе и способу извлечения сланцевого газа через ствол скважины, расположенный в геологической области. Система и способ содержат эксплуатационную трубу, окруженную фильтром в сборе, при этом эксплуатационная труба проходит через разные геологические слои, такие как водопроницаемый слой над нижележащим слоем сланца. Во время извлечения газа из слоя сланца фильтр в сборе может улавливать и отфильтровывать любые загрязняющие вещества, которые высвободятся прежде, чем они попадут в водопроницаемый слой. Фильтр в сборе содержит нижний расширяемый раструб и послыное расположение фильтров. Вакуум может использоваться для содействия фильтрации.

B1

037390

037390

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к извлечению сланцевого газа, включая способы извлечения, использующие гидравлический разрыв пласта (гидроразрыв).

Уровень техники

Сланцевый газ представляет собой природный газ, который может быть обнаружен в пластах сланца. Для извлечения сланцевого газа из пластов сланца в качестве вспомогательного средства был использован гидравлический разрыв пласта (гидроразрыв) для высвобождения сланцевого газа, поэтому его можно извлечь на поверхность для использования.

Гидравлический разрыв пласта предполагает закачку жидкости разрыва, которая может включать воду, смешанную с песком и другими химическими веществами, при высоком давлении в пласт сланца, содержащий сланцевый газ. Давление гидравлической жидкости вызывает трещины в сланцевой породе, которые открываются для создания разрывов в породе. Песок (или другой проппант в жидкости разрыва) поддерживает открытое состояние трещин так, чтобы текучая среда, например, сланцевый газ, могла протекать через треснутый пласт сланца. Эксплуатационную трубу обеспечивают до треснутого пласта сланца, известного как эксплуатационная зона, и сланцевый газ затем извлекают из эксплуатационной зоны на поверхность через эксплуатационную трубу.

В некоторых областях пласт сланца расположен ниже водопроницаемого слоя породы, который может содержать водоносный горизонт. Кроме того, по экологическим причинам желательно уменьшить или свести к минимуму загрязнение воды в водоносном горизонте. Желательно уменьшить или свести к минимуму загрязнение каких-либо других пластов или областей за пределами эксплуатационной зоны по тем же причинам. Кроме того, неконтролируемую утечку сланцевого газа можно добавить к выбросам парниковых газов.

Краткое описание

В первом аспекте настоящее изобретение предоставляет систему для извлечения сланцевого газа в области, содержащей водопроницаемый слой над нижележащим слоем сланца, при этом система содержит: эксплуатационную трубу, расположенную в стволе скважины, который проходит через водопроницаемый слой к слою сланца; фильтрующее средство, окружающее по меньшей мере участок эксплуатационной трубы в стволе скважины, причем фильтрующее средство обеспечено на уровне водопроницаемого слоя и/или ниже него для улавливания по меньшей мере одного загрязняющего вещества прежде, чем оно попадет в водопроницаемый слой.

В одном варианте загрязняющее вещество содержит сланцевый газ. Загрязняющее вещество может также включать одно или несколько из следующих химических веществ: цианид, хлористо-водородную кислоту, муравьиную кислоту, борную кислоту, другие кислоты, четвертичный хлорид аммония, хлорид натрия, метанол, ацетальдегид, нефтяной дистиллят, калий и метаборат.

В одном варианте водопроницаемый слой содержит водоносный горизонт, при этом фильтрующее средство предусмотрено по меньшей мере в области ствола скважины, проходящего через фреатическую зону водоносного горизонта. Фильтрующее средство расположено от области ствола скважины, проходящей через фреатическую зону водоносного горизонта, к области над зеркалом водоносного горизонта.

В одном варианте ствол скважины проходит через непроницаемый слой, расположенный между водопроницаемым слоем и слоем сланца, при этом фильтрующие средства расположены от области ствола скважины, проходящей через водопроницаемый слой, по меньшей мере до части области ствола скважины, проходящей через непроницаемый слой.

В одном варианте система дополнительно содержит: по меньшей мере один фильтр в сборе, при этом фильтр в сборе содержит: полую трубу, выполненную с возможностью вмещения участка эксплуатационной трубы; и участок фильтра, окружающий обращенный наружу участок полой трубы и образующий часть фильтрующего средства.

В одном варианте система дополнительно содержит цемент в кольцевом пространстве между эксплуатационной трубой и внутренней поверхностью полой трубы, при этом цемент помогает фиксировать фильтр в сборе и эксплуатационную трубу.

В одном варианте по меньшей мере один фильтр в сборе содержит: первую соединительную муфту на первом конце полой трубы; и вторую соединительную муфту на втором конце полой трубы, при этом первая соединительная муфта фильтра в сборе выполнена с возможностью соединения со второй соединительной муфтой смежного фильтра в сборе для обеспечения стыкового соединения нескольких фильтров в сборе.

В одном варианте по меньшей мере один фильтр в сборе выполнен с возможностью вмещения съемной оболочки, окружающей участок фильтра, при этом съемная оболочка предусмотрена для защиты части фильтра перед эксплуатацией, и при эксплуатации съемную оболочку снимают для раскрытия фильтра в стволе скважины. В другом варианте участок фильтра имеет сжатую конфигурацию и расширенную конфигурацию, при этом в сжатой конфигурации наружный диаметр фильтра в сборе меньше наружного диаметра фильтра в сборе, когда участок фильтра представлен в расширенной конфигурации, при этом сжатая конфигурация способствует расположению фильтра в сборе в эксплуатационном местоположении в стволе скважины.

В одном варианте фильтр в сборе выполнен с возможностью вмещения съемной оболочки, когда участок фильтра представлен в сжатой конфигурации.

В одном варианте, когда фильтр в сборе представлен в эксплуатационном положении, участок фильтра в расширенной конфигурации соприкасается со смежной стенкой ствола скважины.

В одном варианте система дополнительно содержит по меньшей мере один датчик газа или загрязнения, расположенный с фильтрующим средством, при этом данные с датчика газа или загрязнения могут быть использованы для получения информации уровне загрязнения фильтра. Датчик газа или загрязнения может быть частью фильтра в сборе.

В другом варианте система содержит воронку, расположенную под фильтрующими средствами, при этом воронка предусмотрена для направления поднимающихся газов к фильтрующим средствам. Воронка может содержать вход и выход с отверстием, направленным к фильтрующим средствам, при этом вход имеет отверстие, больше отверстия выхода, и при эксплуатации вход направлен вниз таким образом, чтобы поднимающиеся газы ниже воронки принимались во вход и направлялись к выходу к фильтрующему средству.

В одном варианте системы жидкость разрыва закачена в слой сланца для разрыва сланца в нижележащем слое сланца для создания эксплуатационной зоны, и при этом участок эксплуатационной трубы расположен в эксплуатационной зоне для извлечения сланцевого газа.

В одном варианте системы часть участка эксплуатационной трубы проходит по меньшей мере частично в горизонтальном направлении по эксплуатационной зоне.

В другом варианте система содержит по меньшей мере одну трубу для всасывания, имеющую по меньшей мере один вход для удаления загрязняющего вещества из эксплуатационной зоны, при этом по меньшей мере один вход расположен между фреатической зоной водоносного горизонта в водопроницаемом слое и эксплуатационной зоной. Загрязняющее вещество из эксплуатационной зоны содержит по меньшей мере один из остаточных газов из эксплуатационной зоны или по меньшей мере один компонент или соединение жидкости разрыва.

В одном варианте по меньшей мере одна труба для всасывания содержит материал, который создает магнитное поле, или содержит генератор магнитного поля для генерирования магнитного поля, связанного с трубой для всасывания, и жидкость гидроразрыва содержит ферромагнитную жидкость, при этом магнитное поле предусмотрено для притягивания ферромагнитной жидкости в жидкость гидроразрыва по меньшей мере к одной трубе для всасывания.

В одном варианте по меньшей мере один вход трубы для всасывания расположен приблизительно посередине между фреатической зоной и эксплуатационной зоной. В другом варианте по меньшей мере одна труба для всасывания содержит несколько труб для всасывания для образования массива входов, при этом массив входов представляет собой по существу плоский массив. В одном варианте по существу плоский массив является по существу горизонтальным.

В одном варианте по меньшей мере одна труба для всасывания дополнительно содержит по меньшей мере один датчик газа или загрязнения для обнаружения наличия одного или нескольких газов или загрязнителей.

В другом аспекте настоящего изобретения предоставляется способ улавливания по меньшей мере одного загрязняющего вещества вблизи от эксплуатационной трубы в нижней части ствола скважины для извлечения сланцевого газа, при этом нижняя часть ствола скважины проходит через водопроницаемый слой к нижележащему слою сланца, при этом способ включает: предоставление фильтрующего средства для окружения по меньшей мере участка эксплуатационной трубы в стволе скважины на уровне водопроницаемого слоя и/или ниже него для улавливания по меньшей мере одного загрязняющего вещества прежде, чем оно попадет в водопроницаемый слой.

В одном варианте способ дополнительно включает предоставление воронки, расположенной под фильтрующими средствами, при этом воронка направляет поднимающиеся газы к фильтрующим средствам.

В другом аспекте настоящего изобретения предоставляется способ удаления компонентов жидкости гидроразрыва, включая ферромагнитную жидкость вблизи от эксплуатационной зоны во время извлечения сланцевого газа, при этом способ включает этапы: обеспечение по меньшей мере одной трубы для всасывания вблизи от эксплуатационной зоны, при этом труба для всасывания имеет материал, который создает магнитное поле, или генератор магнитного поля, предусмотренный для генерирования магнитного поля, связанного с трубой для всасывания; притягивание ферромагнитной жидкости в жидкости гидроразрыва по меньшей мере к одной трубе для всасывания; всасывание ферромагнитной жидкости через трубу для всасывания.

В другом аспекте настоящего изобретения предоставляется способ выполнения нижней части ствола скважины для извлечения сланцевого газа, при этом нижняя часть ствола скважины проходит через водопроницаемый слой к нижележащему слою сланца, при этом способ включает: бурение ствола скважины до слоя сланца, при этом ствол скважины имеет размеры, позволяющие вмещать как эксплуатационную трубу, так и фильтрующее средство; обеспечение эксплуатационной трубы через ствол скважины до слоя сланца; обеспечение фильтрующего средства в стволе скважины, при этом фильтрующее средст-

во окружает участок эксплуатационной трубы в стволе скважины, причем фильтрующее средство расположено на уровне водопроницаемого слоя и/или ниже него для улавливания по меньшей мере одного загрязняющего вещества прежде, чем оно попадет в водопроницаемый слой.

В одном варианте водопроницаемый слой представляет собой водоносный горизонт, и способ дополнительно включает: обеспечение фильтрующего средства от указанной части области ствола скважины, проходящей через водопроницаемый слой, к зеркалу водоносного горизонта.

В одном варианте ствол скважины проходит через непроницаемый слой, расположенный между водопроницаемым слоем и слоем сланца, и способ дополнительно включает: обеспечение фильтрующих средств от области ствола скважины, проходящей через водопроницаемый слой, по меньшей мере к части области ствола скважины, проходящей через непроницаемый слой.

В одном варианте способ дополнительно включает предоставление воронки, расположенной под фильтрующими средствами, при этом воронка направляет поднимающиеся газы к фильтрующим средствам.

В одном варианте фильтрующее средство является частью по меньшей мере одного фильтра в сборе, содержащего: полую трубу, выполненную с возможностью вмещения участка эксплуатационной трубы; и участок фильтра, окружающий обращенный наружу участок полой трубы, при этом съемная оболочка окружает и защищает участок фильтра перед эксплуатацией, при этом этап обеспечения фильтрующего средства в стволе скважины включает этапы: опускание по меньшей мере одного фильтра в сборе, имеющего окружающую оболочку, защищающую участок фильтра внизу ствола скважины; расположение по меньшей мере одного фильтра в сборе в эксплуатационном местоположении; снятие оболочки.

В другом варианте способ выполнения нижней части ствола скважины включает обеспечение нескольких фильтров в сборе для образования фильтрующих средств в стволе скважины, при этом каждый фильтр в сборе содержит: первую соединительную муфту на первом конце полой трубы; и вторую соединительную муфту на втором конце полой трубы, при этом первая соединительная муфта фильтра в сборе выполнена с возможностью соединения со второй соединительной муфтой смежного фильтра в сборе для обеспечения стыкового соединения нескольких фильтров в сборе, при этом способ дополнительно включает этапы: опускание следующего фильтра в сборе, имеющего окружающую оболочку, защищающую участок фильтра, вниз ствола скважины до местоположения над ранее расположенным фильтром в сборе в эксплуатационном местоположении; соединение следующего фильтра в сборе с ранее расположенным фильтром в сборе; и снятие оболочки следующего фильтра в сборе.

В другом аспекте настоящего изобретения предоставляется фильтр в сборе для применения в вышеописанной системе, при этом фильтр в сборе содержит: полую трубу, выполненную с возможностью вмещения участка эксплуатационной трубы; и участок фильтра, окружающий обращенный наружу участок полой трубы.

В одном варианте фильтр в сборе дополнительно содержит: первую соединительную муфту на первом конце полой трубы; вторую соединительную муфту на втором конце полой трубы, при этом первая соединительная муфта фильтра в сборе выполнена с возможностью соединения со второй соединительной муфтой смежного фильтра в сборе для обеспечения стыкового соединения нескольких фильтров в сборе.

В другом варианте фильтр в сборе выполнен с возможностью вмещения съемной оболочки, окружающей участок фильтра, при этом съемная оболочка предусмотрена для защиты части фильтра перед эксплуатацией, и при эксплуатации съемная оболочка снята для раскрытия фильтра в стволе скважины.

В одном варианте участок фильтра имеет сжатую конфигурацию и расширенную конфигурацию, при этом в сжатой конфигурации наружный диаметр фильтра в сборе меньше наружного диаметра фильтра в сборе, когда участок фильтра представлен в расширенной конфигурации, при этом сжатая конфигурация способствует расположению фильтра в сборе в эксплуатационном местоположении в стволе скважины.

В одном варианте фильтр в сборе выполнен с возможностью вмещения съемной оболочки, когда участок фильтра представлен в сжатой конфигурации.

В одном варианте фильтр в сборе содержит по меньшей мере один датчик газа или загрязнения, расположенный с фильтрующим средством, при этом данные с датчика газа или загрязнения могут быть использованы для получения информации об уровне загрязнения фильтра.

В другом аспекте настоящего изобретения предоставляется воронка для применения в вышеописанной системе, при этом воронка содержит вход и выход, причем вход имеет отверстие больше отверстия выхода.

Краткое описание графических материалов

Фиг. 1 - перспективный вид в сечении одного варианта осуществления системы для извлечения сланцевого газа;

фиг. 2 - перспективный вид в сечении фильтра в сборе с одним участком фильтра в расширенной конфигурации и другим участком фильтра в сжатой конфигурации;

фиг. 3 - вид в сечении участка фильтра в сборе по фиг. 2 с сечением эксплуатационной трубы;

- фиг. 4 - перспективный вид в сечении участка альтернативного варианта осуществления фильтра в сборе, имеющего фиксированный участок фильтра;
- фиг. 5 - вид сбоку варианта осуществления фильтра в сборе по фиг. 4;
- фиг. 6 - вид в перспективе воронки и участка эксплуатационной трубы и фильтра в сборе;
- фиг. 7 - вид сбоку участка трубы для всасывания;
- фиг. 8 - схематический вид сбоку сечения области добычи сланца, показывающий ствол скважины и слои пласта;
- фиг. 9 - схематический вид сбоку эксплуатационной трубы в стволе скважины;
- фиг. 10 - схематический вид сбоку воронки, расположенной в непроницаемом слое;
- фиг. 11 - схематический вид сбоку первого и второго фильтра в сборе, расположенных над воронкой;
- фиг. 12 - схематический вид сбоку полной системы, где между узлами фильтра и эксплуатационной трубой предусмотрен цемент и массив для всасывания расположен над эксплуатационной зоной;
- фиг. 13 - схематический вид сбоку альтернативного варианта осуществления фильтра в сборе с воронкой;
- фиг. 14 - перспективный вид в частичном сечении фильтра в сборе по фиг. 13;
- фиг. 15 - вид с конца в поперечном сечении фильтра в сборе по фиг. 14 с наружным участком фильтра в расширенной конфигурации;
- фиг. 16, 16А и 17 - вид в поперечном сечении и вид сбоку других вариантов осуществления фильтра в сборе;
- фиг. 18 - вид сбоку фильтра в сборе по фиг. 16, 16А и 17 на участке;
- фиг. 19 - вид сбоку образующей части электромагнитной трубы полной системы.

Подробное описание вариантов осуществления

Краткий обзор

На фиг. 1 изображена система 1 для извлечения сланцевого газа. Водопроницаемый слой 3 перекрывает область, где извлекают сланцевый газ, которая включает нижележащий слой 5 сланца. Система содержит устье 10 скважины, из которого эксплуатационная труба 7 проходит в ствол 9 скважины, который проходит через водопроницаемый слой 3 к слою 5 сланца. Фильтрующие средства 11 в форме нескольких фильтров 21 в сборе, соединенных стык в стык, также расположены в стволе 9 скважины и окружают участок эксплуатационной трубы 7, при этом фильтры 21 в сборе обеспечены по меньшей мере в части области ствола 9 скважины ниже водопроницаемого слоя 3.

В одном варианте осуществления фильтры 21 в сборе также обеспечены вокруг эксплуатационной трубы 7, при этом эксплуатационная труба проходит через фреатическую зону 4 водоносного горизонта 8 в водопроницаемом слое 3. Фильтры 21 в сборе могут улавливать по меньшей мере одно загрязняющее вещество, которое могло просочиться из эксплуатационной зоны 6 слоя 5 сланца. Сюда можно отнести сланцевый газ, просачивающийся из эксплуатационной зоны 6, который из-за более низкой плотности поднимается вверх по стволу 9 скважины или вокруг него в направлении устья 10 скважины. Это может облегчить проблемы с уплотнением эксплуатационной трубы 7 и стенок ствола 9 скважины в областях вокруг границы эксплуатационной зоны 7, в результате чего слабое уплотнение может привести к просачиванию сланцевого газа из эксплуатационной зоны 6 по стволу 9 скважины или вокруг него. Альтернативно или дополнительно фильтры 21 в сборе могут улавливать по меньшей мере одно загрязняющее вещество, которое могло просочиться по эксплуатационной трубе 7 или вокруг нее. Такая утечка может включать случаи, когда эксплуатационная труба 7 или окружающий цемент треснули или разорвались, что привело к просачиванию из эксплуатационной трубы 7. Кроме того, фильтры 21 в сборе могут притягивать один или несколько загрязняющих веществ вокруг области фильтров 21 в сборе, тем самым снижая или предотвращая прохождение загрязняющих веществ (или текучих сред и химических веществ) вблизи фильтров 21 в сборе между пластовыми слоями, через которые проходит ствол 9 скважины.

Следует отметить, что в некоторых вариантах осуществления фильтры 21 в сборе могут улавливать некоторую часть, но не все из по меньшей мере одного загрязняющего вещества. Таким образом, ссылка на улавливание, описанное в настоящем документе, может включать улавливание по существу всех из загрязняющих веществ или, альтернативно, части загрязняющих веществ. То есть некоторые варианты осуществления фильтра могут улавливать загрязняющие вещества для уменьшения общего количества загрязняющих веществ, которые просачиваются из загрязняющего одного или нескольких слоев грунта. В некоторых вариантах осуществления фильтры 21 в сборе могут улавливать по меньшей мере одно загрязняющее вещество путем абсорбирования и/или адсорбирования загрязняющего вещества.

В проиллюстрированном варианте осуществления непроницаемый слой 13 расположен между водопроницаемым слоем 3 и слоем 5 сланца. Фильтры 21 в сборе обеспечены вокруг эксплуатационной трубы 7 от области непроницаемого слоя 13 через фреатическую зону 4 водоносного горизонта 8 и к области над зеркалом 14 водоносного горизонта 8. Такая конфигурация может снижать или сводить к минимуму загрязнение воды в водоносном горизонте 8.

Под самым нижним фильтром 21 в сборе, который расположен на непроницаемом слое 13, находится воронка 15. Воронка 15 предусмотрена для направления просачивающегося газа, который может

проходить вверх из области ниже воронки 15 к фильтрам 21 в сборе.

Компоненты системы будут теперь описаны подробно.

Фильтр в сборе

Первый вариант осуществления - расширяемый и сжимаемый участок фильтра

Фильтр 21 в сборе согласно первому варианту осуществления будет далее описан со ссылкой на фиг. 2 и 3.

На фиг. 2 показан фильтр 21 в сборе, который содержит полую трубу 23, через которую проходит участок эксплуатационной трубы 7. В одном варианте осуществления, как показано на фиг. 3, диаметр полой трубы 23 имеет такой размер, чтобы обеспечивать зазор 24 не только для ширины эксплуатационной трубы 7, но также позволить обеспечение цемента между наружной стенкой эксплуатационной трубы 7 и внутренней стенкой 25 полой трубы 23, обычно приблизительно 1-2 см.

На первом конце 27 полой трубы 23 есть первая соединительная муфта 29, которая выполнена в форме наружных резьб на наружной поверхности трубы. На втором конце 31 полой трубы 23 есть вторая соединительная муфта 33, которая выполнена в форме дополнительных внутренних резьб. Первая и вторая соединительные муфты 29, 33 выполнены с возможностью обеспечения соединения аналогичных смежных фильтров 21 в сборе друг с другом на соответствующих концах. Таким образом, несколько фильтров 21 в сборе могут быть соединены друг с другом стык в стык для образования соединенных фильтров в сборе неопределенной длины. Следует отметить, что могут быть использованы другие формы соединительных муфт, отличные от резьбовых соединений, описанных выше.

Участок 35 фильтра обеспечен на обращенном наружу участке 26 полой трубы 23. В проиллюстрированном варианте осуществления участок 35 фильтра является по существу кольцевым и окружает обращенный наружу участок 26 полой трубы 23.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2-3, фильтр 21 в сборе содержит два участка 35 фильтра, где участки 35 фильтра могут иметь сжатую конфигурацию 37 и расширенную конфигурацию 39. Несмотря на то, что фильтр 21 в сборе проиллюстрирован с одним участком 37 фильтра сжатой конфигурации и другим участком 39 фильтра расширенной конфигурации, следует отметить, что он может быть выполнен с возможностью содержания обоих участков 35 фильтра сжатой конфигурации или обоих участков 35 фильтра расширенной конфигурации. Когда участки 35 фильтра имеют сжатую конфигурацию 37, общий диаметр фильтра 21 в сборе уменьшен по сравнению с общим диаметром фильтра в сборе, когда один или несколько участков 35 фильтра имеют расширенную конфигурацию. Поскольку в сжатой конфигурации 37 общий диаметр меньше, это способствует перемещению и расположению фильтра 21 в сборе вниз ствола 9 скважины, который на некоторых участках может иметь диаметр, меньше общего диаметра, когда участок 35 фильтра имеет расширенную конфигурацию. Это может стать преимуществом для обеспечения меньшего диаметра ствола на участках ствола 9 скважины над эксплуатационным местоположением фильтра 21 в сборе. Это снижает требование к большему расширению ствола 9 скважины от устья 10 скважины до эксплуатационного местоположения фильтра 21 в сборе. Это может обеспечить некоторую экономию времени, усилий и затрат на бурение/расширение.

Участок 35 фильтра может быть расширен со сжатого состояния закачиванием текучей среды в сжатый участок 35 фильтра. В одном варианте осуществления расширение участка фильтра может быть вызвано закачиванием газа или газов для наполнения участка 35 фильтра. В одном варианте осуществления фильтр 21 в сборе может содержать одну или несколько камер наполнения, что способствует расширению. В дополнительном варианте осуществления камеры расширения встроены в участки 35 фильтра. Газы можно закачивать через канал от устья 10 скважины вниз участка 35 фильтра для выборочного наполнения. Подходящие газы для расширения участка фильтра могут содержать азот и сжатый воздух.

Как показано на фиг. 3, фильтр 21 в сборе может вмещать съемную защитную оболочку 41 для защиты участка 35 фильтра. Съемная защитная оболочка 41 может представлять собой трубу или трубообразную конструкцию и может быть выполнена из металла, пластика, пластмассы со стекловолокном или другого подходящего материала. Съемная защитная оболочка 41 служит для защиты участка 35 фильтра, когда он не используется, в частности, когда фильтр 21 в сборе опускают вниз ствола 9 скважины в эксплуатационное положение. Таким образом, оболочка 41 предотвращает царапание стенок ствола 9 скважины участками 35 фильтра, когда фильтр в сборе перемещают в ствол 9 скважины.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 3, съемная защитная оболочка 41 способствует удержанию участка 35 фильтра в сжатой конфигурации 37. То есть оболочка 41, окружающая участок 35 фильтра, предотвращает расширение участка 35 фильтра. Это может быть полезным в некоторых вариантах осуществления, когда участок 35 фильтра сжат до сжатой конфигурации, и оболочка 41 может обеспечить силу сжатия для поддержания участка 35 фильтра в сжатой конфигурации.

Съемная защитная оболочка 41 может быть соединена с одним или несколькими канатами (не показаны), которые проходят через ствол 9 скважины от устья 10 скважины. Канат (канаты) позволяет (позволяют) поднимать оболочку 41 от фильтра 21 в сборе после расположения фильтра в сборе в эксплуатационном положении.

В одном варианте разъемное блокирующее устройство (не показано) предусмотрено для фиксации оболочки 41 с фильтром 21 в сборе. Разъемное блокирующее устройство в замкнутом положении удерживает

живает оболочку 41 с фильтром 21 в сборе, в частности, во время перемещения и/или опускания фильтра 21 в сборе вниз ствола 9 скважины. Когда фильтр 21 в сборе расположен в эксплуатационном местоположении, разъемное блокирующее устройство разблокируют, что позволяет вытягивать канат для подъема оболочки 41 с фильтра 21 в сборе и к устью 10 скважины. В одном варианте осуществления разъемное блокирующее устройство функционально связано с соединением с одним или несколькими канатами таким образом, чтобы при наличии некоторого количества напряжения в канате разъемное блокирующее устройство было разблокировано. Таким образом, при эксплуатации фильтр 21 в сборе расположен в эксплуатационном местоположении, канат под натяжением разблокирует блокирующее устройство, и затем канат под натяжением поднимает оболочку 41 в направлении устья 10 скважины для снятия.

В другом варианте осуществления защитная оболочка 41 зафиксирована с фильтром 21 в сборе срезными штифтами (не показаны). После того как фильтр 21 в сборе опущен и зафиксирован (например, путем цементирования или соединения с другими фильтрами в сборе) в эксплуатационном положении, канат под натяжением поднимает оболочку 41. Результирующая сила приводит к сдвигу срезных штифтов, таким образом, позволяя разделить оболочку 41 и фильтр 21 в сборе, и оболочку вынимают из ствола 9.

В одном варианте осуществления участок фильтра в сжатой конфигурации обеспечивает фильтр 21 в сборе общим диаметром менее 600 мм, и в одном варианте осуществления менее 500 мм. Этот общий диаметр заключен в пределах внутреннего диаметра вышележащей оболочки 41, который может быть немного больше, чем этот общий диаметр. В одном варианте осуществления фильтр 21 в сборе с участком 35 фильтра в расширенной конфигурации имеет общий диаметр больше 2000 мм. В одном варианте осуществления расширенная конфигурация может быть увеличена до 2500 мм включительно. Следует отметить, что, хотя беспрепятственная расширенная конфигурация может обеспечивать конкретный общий диаметр, эксплуатационный общий диаметр может быть меньше, если соответствующая область вокруг эксплуатационного местоположения меньше. В дополнительном варианте осуществления может быть преимуществом обеспечение ствола 9 скважины меньшим диаметром, чем максимальный общий диаметр в расширенной конфигурации, чтобы гарантировать плотную пригонку или уплотнение между участком 35 фильтра и стенкой ствола 9 скважины. Преимущественно это может обеспечить более плотное совпадение с поверхностью ствола 9 скважины участка 35 фильтра и общего фильтра 21 в сборе.

В одном варианте осуществления длина фильтра 21 в сборе может составлять от 2 до 30 м. В определенном варианте осуществления длина фильтра 21 в сборе может составлять приблизительно 25 м.

Второй вариант осуществления - фиксированный участок фильтра

На фиг. 4-6 проиллюстрирован вариант осуществления, включающий фильтр 121 в сборе с участком 135 фильтра, который не рассчитан по существу на сжатие перед расположением внизу ствола 9 скважины. Таким образом, в этом варианте осуществления участок 135 фильтра имеет общий диаметр такой же, как эксплуатационный диаметр, или близкий к нему, перед установкой вниз ствола 9 скважины. Как показано на фиг. 4, участок 135 фильтра может быть расположен и поддерживаться вокруг полый трубы 23 опорными перегородками 143. В одном варианте опорные перегородки 143 могут подпирать участок (части) 135 фильтра для сохранения эксплуатационного диаметра. Сжимаемая воронка или раструб 15 расположен на одном конце фильтра 121 в сборе. Это более четко показано на фиг. 6, на которой также показан массив детекторов 45 газа.

Подобно первому варианту осуществления наружная оболочка 141 может быть предоставлена для защиты участка 135 фильтра во время вставки в ствол 9 скважины. Однако, поскольку общий диаметр фильтра 121 в сборе данного варианта осуществления больше, наружная оболочка 141 будет соответственно иметь больший диаметр для размещения размера фильтра 121 в сборе.

Следует отметить, что в этом варианте осуществления необходимо обеспечить ствол 9 скважины соответствующего диаметра, который позволяет фильтру 121 в сборе с большей наружной оболочкой 141 проходить вниз через ствол 9 скважины до эксплуатационного местоположения.

На фиг. 5 проиллюстрировано два фильтра 121 в сборе второго варианта осуществления, соединенные вместе и расположенные вокруг участка эксплуатационной трубы 7.

В одном варианте осуществления диаметр фильтра в сборе, включающий участок 135 фильтра, может составлять приблизительно 2000 мм. Длина фильтра 21 в сборе может быть аналогична длине согласно первому варианту осуществления.

Работа (включая способ выполнения нижней части ствола скважины)

Работа системы 1, включая выполнение нижней части ствола скважины, далее будет описана со ссылками на фиг. 8-12. Следует отметить, что некоторые из этих шагов могут быть выполнены в другой последовательности, не отступая от общей концепции настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 8, скважину 9 бурят с поверхности 71, через водопроницаемый слой 3, водонепроницаемый слой 13 и до слоя 5 сланца. В одном варианте осуществления скважину 9 бурят диаметром приблизительно 500-600 мм и расширяют в различных местоположениях, чтобы обеспечить скважину с областями большего диаметра, приблизительно 2-2,5 м. Сюда можно включить, в одном варианте осуществления, где расширяемые участки 35 фильтра фильтров 21 в сборе находятся в эксплуатационном местоположении и где воронка 15 находится в эксплуатационном местоположении.

Как показано на фиг. 9, эксплуатационную колонну 7 обеспечивают через ствол 9 скважины. Как

проиллюстрировано, ствол 9 скважины и эксплуатационная колонна 7 в эксплуатационной зоне 6 может изменить направление и быть по существу горизонтальным. Такое расположение может быть преимуществом при оптимизации извлечения сланцевого газа из эксплуатационной зоны.

Как показано на фиг. 10, воронку 15 опускают в ствол 9 скважины до эксплуатационного местоположения. В одном варианте осуществления воронка 15 расположена в непроницаемом слое 13, и в дополнительном варианте приблизительно на 5 м ниже перехода между проницаемым и непроницаемым слоем. Однако необходимо принять во внимание то, что воронка 15 может быть предусмотрена в других местоположениях. Предпочтительно, воронка 15 расположена вокруг эксплуатационной трубы 7 в области, где эксплуатационная труба 7 и нижняя часть ствола 9 скважины являются по существу вертикальными, или по меньшей мере до того, как нижняя часть ствола 9 скважины изменится по существу на горизонтальное направление.

Как показано на фиг. 11, первый фильтр 21 в сборе опускают вниз ствола 9 скважины и располагают над воронкой 15 так, чтобы выход 53 воронки 15 сообщался с первым участком 35 фильтра 21 в сборе. Как проиллюстрировано, по меньшей мере участок первого фильтра 21 в сборе расположен ниже водонепроницаемого слоя 3. Когда первый фильтр 21 в сборе опускают вниз ствола 9 скважины, оболочка 41 окружает фильтр 21 в сборе для защиты участка 35 фильтра. После расположения фильтра 21 в сборе оболочку 41 можно снять (как описано выше), и в вариантах осуществления, в которых участок 35 фильтра является расширяемым, участок фильтра расширяют.

Второй узел 421 фильтра затем опускают вниз ствола 9 скважины и располагают над первым фильтром 21 в сборе. Первый и второй фильтры 21, 421 в сборе затем соединяют друг с другом посредством резьбовых муфт 29, 33. Аналогично первому варианту осуществления оболочку 41 можно обеспечить вокруг второго фильтра 421 в сборе, поскольку он опущен вниз ствола 9 скважины.

Как показано на фиг. 12, следующие фильтры 521 в сборе могут быть опущены вниз ствола 9 скважины, расположены выше и соединены с предыдущим фильтром в сборе. Предпочтительно, фильтры в сборе расположены и соединены друг с другом, пока наивысший фильтр в сборе не будет предоставлен над местоположением в водонепроницаемом слое 3, где просачивающиеся газы могут приводить к нежелательному загрязнению. В одном примере это может происходить на уровне зеркала или выше, или в фреатической зоне 4. В других вариантах осуществления это может происходить по всей протяженности водонепроницаемого слоя 3.

Цемент 73 затем обеспечивают между эксплуатационной трубой 7 и полрой трубой 23 фильтров 21 в сборе. Цемент 73 способствует фиксации компонентов системы 1 на месте.

В вышеуказанных вариантах осуществления оболочка 41 обеспечена для защиты участков 35 фильтра соответствующих фильтров 21 в сборе, поскольку их опускают вниз ствола 9 скважины, и снята сразу после расположения фильтра 21 в сборе. Однако в других вариантах осуществления оболочку 41 можно снять после того, как более одного или все фильтры в сборе расположены в эксплуатационном местоположении. Аналогично, расширение участков 35 фильтра может возникать по отдельности, поскольку каждый фильтр 21 в сборе расположен, или после того, как более одного фильтра 21 в сборе расположено в положении.

Также, как показано на фиг. 12, массив 19 для всасывания обеспечен над эксплуатационной зоной 6. Массив для всасывания обеспечивают бурением отдельного ствола 68 скважины для всасывания и разветвляют трубы 17 для всасывания над эксплуатационной зоной 6.

Работа системы 1 для фильтрации или уменьшения загрязнения далее будет описана со ссылками на фиг. 12. Гидравлический разрыв пласта выполняют, как описано выше, закачиванием жидкостей разрыва в слой 5 сланца для образования разрывов в эксплуатационной зоне 6. Жидкость разрыва удаляют до возможных пределов через эксплуатационную трубу 7 и всасывающие устройства 17 (рассмотрено детально ниже).

Сланцевый газ в эксплуатационной зоне 6 затем извлекают через эксплуатационную трубу 7 и к устью 10 скважины, где его затем передают, хранят и/или обрабатывают. Некоторое количество сланцевого газа может просачиваться из эксплуатационной зоны 6 вверх вокруг ствола 9 скважины через путь 75. Этот путь 75 может быть в переходной области или вокруг нее между эксплуатационной зоной 6 и непроницаемым слоем 13. В некоторых случаях это может быть вызвано слабым уплотнением между эксплуатационной трубой и стенками ствола 9 скважины. Альтернативно, пласт вокруг ствола 9 скважины в этой области может быть разорванным или проницаемым, таким образом, создавая путь для просачивающегося газа. Такие сланцевые газы, которые могут иметь относительно низкую плотность по сравнению с другими окружающими веществами, могут главным образом подниматься вверх. Поднимающиеся газы проходят через путь 75 и к воронке 15. Воронка 15 затем направляет поднимающиеся газы к фильтрам 21 в сборе, которые затем улавливают газы, например, путем абсорбирования и/или адсорбирования по меньшей мере некоторых газов. Это может предотвратить или уменьшить влияние сланцевых газов, загрязняющих водоносный горизонт.

В случае если эксплуатационная труба 7 или цемент 73 имеет трещину или другой дефект конструкции, приводящий к просачиванию загрязняющего вещества (включая сланцевый газ) из эксплуатационной трубы 7, фильтры 21 в сборе могут способствовать улавливанию по меньшей мере некоторых из

загрязняющих веществ, чтобы предотвратить или уменьшить загрязнение водопроницаемого слоя и/или водоносного горизонта.

Массив 19 для всасывания, расположенный на верхних областях эксплуатационной зоны 6 или над ними, может способствовать извлечению остаточного сланцевого газа, который не извлечен через эксплуатационную трубу 7. Кроме того, массив 19 для всасывания может удалять некоторое количество жидкости разрыва или компонентов жидкости разрыва. Как рассмотрено выше, жидкость разрыва содержит ферромагнитную жидкость, которая может быть притянута к магнитным полям, связанным с трубами 17 для всасывания.

В одном варианте магнитное поле, связанное с трубами 17 для всасывания, может быть выборочно индуцировано, с магнитными полями, индуцированными для выборочных периодов. В одном примере магнитные поля индуцируют на период 10 с для притягивания ферромагнитной жидкости, после чего следует период в 60 с, когда магнитные поля не индуцируют. В течение периода, когда магнитные поля не индуцируют, трубы 17 для всасывания являются активными для всасывания газов, текучих сред и других загрязняющих веществ.

В одном варианте во время индукции магнитного поля трубы 17 для всасывания являются неактивными в течение по меньшей мере этого периода. То есть трубы 17 для всасывания являются неактивными для извлечения (всасывания) газов, текучих сред и других загрязняющих веществ. В другом варианте во время индукции магнитного поля трубы для всасывания являются активными по меньшей мере на этот период для всасывания газов, текучих сред и других загрязняющих веществ.

В другом варианте осуществления магнитные поля, связанные с трубами 17 для всасывания, могут быть обеспечены постоянно для притягивания ферромагнитных жидкостей. В еще одном варианте осуществления всасывающие устройства могут быть постоянно активными для всасывания газов, текучих сред и других загрязняющих веществ.

Хотя вышеупомянутые примерные варианты осуществления описаны со ссылкой на индукционный период магнитного поля в 10 с, после чего следует неактивный период в 60 с магнитного поля (и соответствующий неактивный период в 10 с трубы 17 для всасывания, и активный период в 60 с труб 17 для всасывания), следует принять во внимание, что могут быть применены другие комбинации периодической или постоянной индукции магнитного поля и всасывания трубами 17 для всасывания.

Третий вариант осуществления

На фиг. 13-14 проиллюстрирован еще один вариант осуществления, включающий фильтр 221 в сборе с наружным участком 235 фильтра и внутренним участком 234 фильтра. Этот вариант осуществления включает множество газораспределительных трубок 250, которые подают газ к участкам 234, 235 фильтра, и всасывающих трубок 260 для извлечения газа (газов) и других веществ из участков 234, 235 фильтра. Газы, текучие среды и другой материал, которые могут проходить к устью 10 скважины и от него до газораспределительных трубок 250 и всасывающих трубок 260 по общему кольцевому каналу 232, детально рассмотрены ниже. На фиг. 15 проиллюстрирован фильтр 221 в сборе в расширенной конфигурации, и на фиг. 13 и 14 проиллюстрирован фильтр 221 в сборе в сжатой конфигурации.

Газораспределительные трубки обеспечивают газ под давлением для наполнения наружного участка 235 фильтра до расширенной конфигурации. Дополнительно или альтернативно, газораспределительные трубки 250 обеспечивают газ под давлением в фильтр или вокруг него для поддержания наружного участка 235 фильтра в расширенной конфигурации. Аналогично вышеописанным вариантам осуществления, газ может содержать азот и сжатый воздух.

Всасывающие трубки 260 обеспечивают извлечение просачивающегося сланцевого газа, других загрязняющих веществ и/или избыточного газа из газораспределительных трубок 250. Важно: всасывающие трубки 260 позволяют удаление сланцевого газа и других загрязняющих веществ из наружного участка 235 фильтра. Так можно продлить срок службы участков 234, 235 фильтра.

Конструкция фильтра 221 в сборе в этом варианте осуществления будет далее описана подробно. Как показано на фиг. 14, фильтр 221 в сборе имеет сжатую конфигурацию, и эксплуатационная труба 7 находится в центральной области. Вокруг эксплуатационной трубы 7 находится кольцевой зазор 24 для цемента 73. Вокруг зазора 24 находится полая труба 223 фильтра 221 в сборе. Аналогично полой трубе 23, описанной выше, полая труба 223 может содержать муфты, обеспечивающие соединение смежных фильтров в сборе друг с другом.

Вокруг полой трубы 223 находится по существу кольцевой внутренний участок 234 фильтра. Кольцевой внутренний участок 234 фильтра имеет внутренний диаметр, больше наружного диаметра полой трубы 223 для обеспечения зазора, который образует кольцевой канал 232. Кольцевой канал 232 может быть выборочно соединен с газораспределительными трубками 250 и/или выборочно соединен со всасывающими трубками 260, рассмотренными детально ниже. Таким образом, кольцевой трубопровод 232 может иметь один режим работы для использования в качестве трубопровода для подачи газа под давлением из устья 10 скважины к газораспределительным трубкам 250 и другой режим работы для использования в качестве канала для извлечения газа(газов), текучих сред и/или других загрязняющих веществ из всасывающих трубок 260 в устье 10 скважины.

Вокруг внутреннего участка 234 фильтра находится наружный участок 235 фильтра, при этом коль-

цевой зазор 236 предусмотрен между внутренним участком 234 фильтра и наружным участком 235 фильтра. Наружный участок 235 фильтра может иметь сжатую конфигурацию, как показано на фиг. 13 и 14, или расширенную конфигурацию, как показано на фиг. 15.

Газораспределительные трубки 250 выборочно соединены по текучей среде с кольцевым каналом 232. В одном варианте газораспределительные трубки 250 содержат клапаны (не показаны) для выборочного соединения с кольцевым каналом 232. Клапаны в открытом состоянии обеспечивают прохождение газа под давлением в кольцевом канале 232 к газораспределительным трубкам 250, при этом газ под давлением направлен к наружному участку 235 фильтра для расширения или поддержания наружного участка 235 фильтра в расширенной конфигурации, как показано на фиг. 15.

Всасывающие трубки 260 выборочно подсоединены по текучей среде к кольцевому каналу 232. В одном варианте всасывающие трубки 260 содержат клапаны (не показаны) для выборочного соединения с кольцевым каналом 232. Клапаны всасывающих трубок 260 в открытом состоянии обеспечивают всасывание сланцевого газа, других загрязняющих веществ и/или текучих сред (таких как газ из средства для подачи газа или вода) из фильтра 221 в сборе в устье 10 скважины через кольцевой канал 232.

Множество газораспределительных трубок 250 и множество всасывающих трубок 260 в проиллюстрированном варианте осуществления предусмотрены, чередуясь друг с другом вдоль фильтра 221 в сборе. В одном варианте два набора трубок предусмотрены в виде наборов, которые отстоят на 180° друг от друга.

Подобно первому варианту осуществления, описанному выше, фильтр 221 в сборе может быть снабжен съемной защитной оболочкой для защиты участка 35 фильтра. Защитная оболочка предпочтительно покрывает участок 35 фильтра при сжатой конфигурации участка фильтра для обеспечения защиты, в то время как фильтр 221 в сборе опускают вниз ствола 9 скважины в эксплуатационное положение. В эксплуатационном положении оболочку снимают для обеспечения расширения наружного участка 235 фильтра. Для расширения или способствования расширению наружного участка 235 фильтра клапаны газораспределительных трубок 250 открыты к кольцевому каналу 232. Газ под давлением подают в кольцевой канал 232, например, с помощью насоса, в устье 10 скважины, которое, в свою очередь, подает газ в газораспределительные трубки 250. Газ затем подают в наружный участок 235 фильтра для расширения наружного участка 235 фильтра. В одном варианте осуществления после завершения расширения наружного участка 235 фильтра клапаны газораспределительных трубок 250 могут быть закрыты.

Кольцевой канал 232 может затем быть использован для извлечения сланцевого газа, других загрязняющих веществ или текучих сред. Клапаны всасывающих трубок 260 открывают для обеспечения жидкостного соединения всасывающих трубок 260 с кольцевым каналом 232. Давление газа в кольцевом трубопроводе 232 затем уменьшают для извлечения сланцевого газа, загрязняющих веществ и/или других текучих сред из участков 234, 235 фильтра через всасывающие трубки 260 и в кольцевой канал 232. Извлеченный материал может затем подаваться вверх к устью скважины через кольцевой канал 232.

Ссылаясь далее на фиг. 16, показан еще один вариант осуществления, включающий наружный корпус 280 и раструб 281, соединенный с корпусом посредством резьбового средства 282 крепления. Корпус вмещает нерасширяемый фильтр 621 в сборе, имеющий внутреннюю часть 283 с множеством клапанов 284, расположенных в ней, которые окружены фильтром 285. Внутренняя часть 283 фильтра и наружная поверхность эксплуатационной трубы 291 образуют внутреннюю напорную камеру, сообщающуюся между входом воронки 286 через кольцевой проход 292 и множеством входов клапанов. Воронка расположена внутри первой полости 287 в основании корпуса и создает отверстие в барьере 289, разделяющем полость 287 от фильтра 285. Клапаны имеют выходы, сообщающиеся через материал фильтра с наружным кольцевым проходом 288, образованным между фильтром и корпусом. Фильтры 621 в сборе соединены последовательно с полостью между ними.

Ссылаясь на фиг. 16 и 16А, во время гидроразрыва газа, текучие среды или другие загрязняющие вещества, как указано стрелками, показанными на фиг. 16А и ссылкой позицией 278, поднимаются через центральные отверстия 293 в раструбе 15 в вакуумную камеру 287. Вакуумный насос на поверхности (не показанной) создает вакуум через фильтр в сборе, вытягивая загрязняющие вещества вверх через воронку 286 и в фильтр 285 через обратные клапаны 284. Фильтры улавливают загрязняющие вещества и фильтрованную текучую среду, и газ проходит вверх через кольцевые полости 289 к поверхности через оставшиеся фильтры в сборе, как указано стрелками, показанными на фиг. 16А. Газы, текучие среды или загрязняющие вещества втягиваются последовательно через каждый клапан 284 с помощью вакуума, работающего в фильтре 285. Поскольку нижние участки фильтра один за другим блокируются, загрязняющие вещества проходят вверх через непрерывно вышестоящие клапаны, увеличивая срок службы фильтров в сборе.

Раструб 15 имеет полый цилиндр 296, который наполняется через трубы 300, которые проходят от поверхности. Это позволяет раструбу расширяться вверх, вплотную к боковым стенкам ствола скважины, и образовывать эффективное уплотнение для уменьшения утечки загрязняющих веществ.

Трубы для наполнения

Как показано на фиг. 17, воронка или раструб 15 может быть наполнена, когда фильтр в сборе достигает эксплуатационного местоположения, при этом съемная защитная оболочка 41 поднимается через

ствол скважины посредством канатов (не показаны) для обеспечения эксплуатации участка 35 фильтра. Воронка 15 наполняется газом или текучей средой, передаваемой через трубы 300 для наполнения, которые проходят от поверхности вдоль внешней части съемной защитной оболочки 41 и участка 35 фильтра к входу 53 воронки 15. Альтернативно, воронка 15 может быть также наполнена газом или текучей средой, передаваемой через трубы 300 для наполнения, когда фильтр в сборе покрыт съемной защитной оболочкой, как по фиг. 16, или когда он не находится в эксплуатационном местоположении. В другом варианте осуществления трубы 300 для наполнения расположены между участком 35 фильтра и съемной защитной оболочкой 41.

Работа фильтра в сборе, работающего с вакуумной системой

На фиг. 18 показан пример расположения, в котором могут использоваться фильтр 310 в сборе и раструб 312, связанные с вакуумной системой. Первоначально ствол 314 бурят от поверхности 316, через верхний слой 318 сланца в водопроницаемый слой 320 и в нижний слой 322 сланца. Эксплуатационную колонну 324 обеспечивают через ствол 314 скважины и воронку 312 опускают в ствол 314 скважины в эксплуатационное местоположение. В данном примере воронку 312 располагают просто под поверхностью контакта между нижним слоем 322 сланца и водопроницаемым слоем 320 для улавливания загрязняющих веществ, проходящих вверх по стволу скважины до того, как они достигнут водопроницаемого слоя. Однако необходимо принять во внимание то, что воронка 312 может быть предусмотрена в других местоположениях для выполнения подобной функции.

Первый фильтр 326 в сборе опускают вниз ствола 314 скважины и располагают над воронкой 312 так, чтобы выход 328 воронки 312 сообщался с первым фильтром 326 в сборе, как показано на фиг. 16. Второй фильтр 330 в сборе опускают вниз ствола 314 скважины и располагают над первым фильтром 326 в сборе. Первый и второй фильтры 326 и 330 в сборе затем соединяют друг с другом посредством резьбовых муфт 332 или других средств соединения.

Следующие фильтры в сборе могут быть опущены вниз ствола 314 скважины и расположены выше и соединены с предыдущим фильтром в сборе. Предпочтительно, фильтры в сборе расположены и соединены друг с другом, пока наивысший фильтр в сборе не будет предоставлен над местоположением в водопроницаемом слое 320, где просачивающиеся газы и текучие среды могут приводить к нежелательному загрязнению. В одном примере это может быть на уровне зеркала или выше или может быть по всей протяженности водопроницаемого слоя 320.

Электромагнитная труба

На фиг. 19 проиллюстрирована электромагнитная труба 340, которая может образовывать часть массива электромагнитных труб для использования с любым из фильтров в сборе или труб для всасывания, описанных выше.

Электромагнитная труба 340 содержит тело 342 полой трубы, расположенное в кожухе 344. Кожух 344 электромагнитной трубы содержит центральную область 346 магнитной катушки, которая может использоваться для индуцирования радиального магнитного поля для притягивания ферромагнитных жидкостей или загрязняющих веществ, находящихся в жидкости для гидроразрыва. Центральная область 346 магнитной катушки подсоединена к другому концу кожуха посредством проходящих снаружи плеч 348. Каждый конец кожуха дополнительно содержит присоединительную резьбу 350 для обеспечения соединения нескольких электромагнитных труб через область гидроразрыва. Кожух 344 также содержит область 352 входа жидкости для поступления ферромагнитных жидкостей в тело 342 полой трубы во время индуцирования радиального магнитного поля.

Специалистам в данной области техники будет очевидно, что радиальное магнитное поле может быть индуцировано с помощью передачи электрического тока через кожух 344 или тело 342 полой трубы. В другом примере осуществления магнитное поле индуцируют путем подачи тока к электромагнитной трубе пульсированием, например, путем применения электрического тока 20 раз за 10 с после чего следует период в 10 мин или более, когда электрический ток применяют постоянно. В другом примере электрический ток прикладывается для индуцирования магнитного поля, которое длится приблизительно от 12 до 15 дней. В еще одном примере электрический ток прикладывается для индуцирования магнитного поля, которое длится приблизительно от 15 до 20 дней. В дополнительном примере пульсирующий электрический ток прикладывают к электромагнитной трубе для генерирования пульсирующего радиального магнитного поля. Также очевидно, что другие комбинации периодической или постоянной индукции радиального магнитного поля могут быть использованы для притягивания ферромагнитных жидкостей или загрязняющих веществ к электромагнитной трубе 340. Кроме того, очевидно, что радиальное магнитное поле может быть индуцировано на протяжении разных периодов времени.

Альтернативно, кожух 344 или тело 342 полой трубы может в сущности обеспечить магнитное поле путем образования материала, имеющего постоянные магнитные свойства.

В другом варианте несколько электромагнитных труб могут образовывать по существу плоский массив, который по существу является горизонтальным. В дополнительном варианте магнитная катушка может быть расположена в других положениях вдоль кожуха 344 или может проходить вдоль всей длины кожуха 344.

Датчики газа или загрязнения

Датчики/детекторы 45 газа и/или загрязнения расположены с фильтром 21 в сборе. Датчики 45 предоставляют информацию о загрязняющих веществах в фильтр 21, 121 в сборе и эксплуатационную трубу 7 или рядом с ними. Датчики 45 предоставляют данные операторам, и эти данные могут быть использованы для получения информации о наличии просачивающегося газа и/или об уровне загрязнения фильтра.

В одном варианте осуществления, как проиллюстрировано на фиг. 6, датчики 45 расположены в участках 135 фильтра. Таким образом, в данном варианте осуществления датчики 45 представляют собой часть фильтра 121 в сборе. Необходимо принять во внимание, что датчики 45 могут также быть предусмотрены в первом описанном варианте осуществления фильтра 21 в сборе, имеющего сжимающийся участок 35 фильтра. В одном варианте наружная оболочка 45, 145 может защищать датчики 45, поскольку фильтр 21, 121 в сборе опускают вниз ствола 9 скважины.

В одном варианте осуществления датчики 45 могут быть размещены вблизи к окружности участка 35, 135 фильтра приблизительно с равным угловым шагом относительно друг друга. В другом варианте осуществления, как показано на фиг. 16, детекторы расположены смежно с отверстием раструбы.

В одном варианте осуществления датчики 45 предусмотрены для обнаружения любого или большинства из природного газа, цианида, хлористо-водородной кислоты, муравьиной кислоты, борной кислоты, других кислот, четвертичного хлорида аммония, хлорида натрия, метанола, ацетальдегида, нефтяного дистиллята, калия, и метабората.

Детали фильтра в сборе

Фильтры 21 в сборе могут включать подходящие фильтры, которые улавливают загрязняющие вещества путем абсорбирования или адсорбирования одного или более из загрязняющих веществ, рассмотренных в данном документе. В варианте осуществления фильтры могут содержать активированный уголь. В другом варианте осуществления фильтры заполнены высокопористым активированным углем, полученным из сельскохозяйственных материалов, таких как скорлупа орехов (например, грецкого ореха, ореха-пекана, кокосового ореха и т. п.). Тип используемого материала выбирают для получения области с высокой удельной поверхностью, предпочтительно выше $1500 \text{ м}^2/\text{г}$, и приемлемые свойства поглощения, такие как поглощение йода метиленового синего красителя выше $1000 \text{ мг}/\text{г}$ и $400 \text{ мг}/\text{г}$, соответственно.

В другом варианте осуществления фильтры 21 в сборе содержат, по отдельности или в комбинации, нановолокно для абсорбирования или адсорбирования загрязняющих веществ. Пример фильтра с нановолокном включает фильтры с нановолокном, известные как ProTura™ от Clarcor Inc.

Фильтры могут содержать материал, который притягивает и абсорбирует загрязняющие вещества. В одном варианте осуществления фильтры 21 в сборе предусмотрены для притягивания и абсорбирования сланцевого газа. Альтернативно или дополнительно, фильтры 21 в сборе могут притягивать и абсорбировать другие загрязняющие вещества, включая загрязняющие вещества, рассмотренные в данном документе.

Фильтры могут содержать материал, который абсорбирует загрязняющие вещества, включая сланцевый газ и/или другие загрязняющие вещества, рассмотренные в данном документе.

В еще одном варианте осуществления фильтры 21 в сборе могут содержать комбинацию материалов и структур. Например, в одном варианте осуществления фильтры 21 в сборе содержат участок, выполненный с возможностью адсорбирования загрязняющих веществ (таких как сланцевый газ) вокруг и внутри фильтра, и другой участок, выполненный с возможностью абсорбирования загрязняющих веществ (включая сланцевый газ). В дополнительном варианте трубка для всасывания может быть предусмотрена на или возле фильтров 21 в сборе, которая выполнена с возможностью удаления загрязняющих веществ (включая газы), которые накопились на узлах 21 фильтра и могут затем передаваться вверх к поверхности для накопления и/или дальнейшей обработки. Данное устройство может являться преимущественным для увеличения срока эксплуатации фильтра путем удаления загрязняющих веществ из фильтров 21 в сборе.

В одном варианте осуществления фильтры 21 в сборе могут иметь разную плотность. В одном варианте осуществления участок 35 фильтра фильтров 21 в сборе имеет большую плотность ближе к радиальному центру (т.е. в областях возле полой трубы 7), и меньшую плотность на периферийных областях, соответственно находящихся на расстоянии от полой трубы 7. В дополнительном варианте осуществления трубка для всасывания расположена на или вокруг областей с большей плотностью участка 35 фильтра.

Воронка

Вариант осуществления воронки 15 или раструба проиллюстрирован на фиг. 4-6. Воронка 15 прикреплена к самому нижнему фильтру 21 в сборе и, как описано выше, выполнена с возможностью направления просачивающихся газов от нижней части воронки 15 к фильтрам 21 в сборе. Воронка 15 содержит вход 51 и выход 53, при этом вход 51 имеет отверстие, которое больше отверстия выхода 53. Вход 51 при эксплуатации обычно обращен вниз, в то время как выход обращен вверх к самому нижнему фильтру 21 в сборе.

Вход 51 в конфигурации эксплуатации может иметь диаметр входного отверстия приблизительно

2500 мм или больше. Однако необходимо принять во внимание, что диаметр входного отверстия может быть других размеров, включая от 2000 до 4000 мм, и в одном варианте осуществления от 3000 до 4000 мм. Выход 53 имеет отверстие с таким размером, чтобы обеспечивать достижение направляемыми газами участка 35, 135 фильтра 21, 121 в сборе, и соответственно имеет диаметр, который равен или меньше диаметра участка 35, 135 фильтра. В одном варианте осуществления диаметр отверстия выхода составляет 2000 мм или меньше.

В одном варианте осуществления воронка 15 расположена в непроницаемом слое 13, и предпочтительно от приблизительно 1,5 до 2 метров ниже вышележащего водопроницаемого слоя 3. Однако в другом варианте осуществления воронка 15 может быть расположена на большем расстоянии ниже данного вышележащего водопроницаемого слоя 3. Например, в другом варианте осуществления воронка 14 расположена на 5 метров ниже вышележащего водопроницаемого слоя 3.

Воронка 15 может быть выполнена из резины или эластомерного материала. Воронка 15 может быть упруго деформирована до меньшего диаметра для обеспечения опускания воронки 15 вниз относительно более узких участков ствола 9 скважины, который может иметь диаметр менее 600 мм. После опускания в эксплуатационное местоположение воронка 15 может быть расширена для увеличения воронки в размере. Воронка 15 может быть расширена благодаря эластичным свойствам материала, образующего воронку. Альтернативно или в комбинации, воронка 15 может быть смещена, принимая больший размер, с помощью средства смещения, такого как пружинная часть (части) (включая пружинную проволоку), и/или других эластичных или упругих элементов. В другом варианте для большего размера воронка 15 может быть наполнена газом или текучей средой.

В другом варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 16, воронка 15 может быть наполнена, когда фильтр в сборе достигает эксплуатационного местоположения, при этом съемная защитная оболочка 41 поднимается через ствол скважины посредством канатов (не показаны) для обеспечения эксплуатации участка 35 фильтра. Воронку 15 наполняют газом или текучей средой, передаваемой через трубы 55 или 300 для наполнения, которые проходят от поверхности вдоль внешней части съемной защитной оболочки 41 и участка 35 фильтра к выходу 53 воронки 15. Альтернативно, воронка 15 может быть также наполнена газом или текучей средой, передаваемой через трубы 55 для наполнения, когда фильтр в сборе покрыт съемной защитной оболочкой или когда он не находится в эксплуатационном местоположении. В другом варианте осуществления трубы 55 для наполнения расположены между участком 35 фильтра и съемной защитной оболочкой 41.

Массив для всасывания

На фиг. 7 проиллюстрирована секция трубы 17 для всасывания, множество из которых образует массив 19 для всасывания. Труба 17 для всасывания содержит тело 67 поллой трубы со множеством отверстий 61 для всасывания, расположенных по длине тела. Отверстия 61 для всасывания обеспечивают удаление остаточных газов и/или остаточной жидкости разрыва, соединений и других загрязняющих веществ или загрязнителей вблизи от места, где расположена труба 17 для всасывания. В одном варианте отверстия 61 для всасывания расположены приблизительно каждые 200 мм по длине трубы для всасывания, хотя необходимо принимать во внимание, что отверстия 61 могут быть расположены с большей частотой или меньшей частотой по длине трубы 17.

Труба для всасывания также снабжена одним или несколькими датчиками 63 для обнаружения наличия одного или нескольких газов или загрязнителей.

Труба 17 для всасывания содержит муфты 65 для обеспечения соединения с другими трубами 17 для всасывания и другие трубные соединители для образования массива 19 для всасывания. Как показано на фиг. 1 и 12, массив для всасывания может быть выполнен в форме по существу плоского массива, который является по существу горизонтальным.

В одном варианте осуществления труба 17 для всасывания может по сути обеспечивать магнитное поле или быть выполнена с возможностью генерирования магнитного поля (например, путем обеспечения электрического тока через трубу 17 для всасывания или тело 67 поллой трубы). Альтернативно, электрический ток может проходить через магнитную катушку, связанную с трубой 17 для всасывания. Это позволяет выборочно индуцировать магнитное поле. В другом варианте осуществления магнитное поле индуцируют путем обеспечения пульсирующего электрического тока через трубу 17 для всасывания, или тело 67 поллой трубы, или магнитную катушку, например, путем применения электрического тока 20 раз за 10 с, после чего следует период в десять минут или более, когда электрический ток применяют постоянно. В дополнительном варианте осуществления электрический ток обеспечивают для создания пульсирующего магнитного поля. В другом варианте осуществления магнитное поле или пульсирующее магнитное поле будет функционировать 12-15 дней или 15-20 дней. Также очевидно, что другие комбинации периодической или постоянной индукции магнитного поля или пульсирующего магнитного поля могут функционировать в течение любого периода времени для притягивания ферромагнитных жидкостей или загрязняющих веществ к трубе 17 для всасывания.

В одном варианте осуществления тело 67 поллой трубы 17 для всасывания образовано из материала, имеющего магнитные свойства. В другом варианте осуществления поллая труба 67 выполнена из ферромагнитного материала.

Труба 17 для всасывания, имеющая магнитные свойства, может быть преимущественной в удалении соединений, имеющих ферромагнитную жидкость, которая может быть включена в жидкость разрыва. Это будет рассмотрено более подробно ниже.

Ферромагнитная жидкость может включать ферромагнитную жидкость на основе углеводорода. Она может включать ферромагнитную жидкость марок EFH, таких как EFH1 от Ferrotec (USA) Corporation.

Массив 19 для всасывания может быть предусмотрен над эксплуатационной зоной 6, но под фреатической зоной 4 водопроницаемого слоя 3. Это преимущественно обеспечивает всасывание потенциально загрязняющих газов, текучих сред и других веществ из области возле эксплуатационной зоны 6, в частности, воды во фреатической зоне 4.

В одном варианте осуществления трубы 17 для всасывания и массив 19 соединены с всасывающей трубкой 68, проходящей через ствол 69 скважины для всасывания, который расположен на расстоянии от основного ствола 9 скважины. В одном варианте отдельный ствол 69 скважины для всасывания бурят на 100 м включительно в сторону от устья 10 скважины.

Жидкость разрыва

Жидкость разрыва, используемая для гидравлического разрыва, содержит различные компоненты, включая воду, песок и другие химические вещества. После гидравлического разрыва может потребоваться удаление жидкости разрыва (в частности химических веществ) из эксплуатационной зоны 6. Некоторое количество жидкости разрыва может быть удалено через эксплуатационную трубу 7, проходящую через ствол 9 скважины в эксплуатационную зону 6. Однако некоторое количество жидкости разрыва может проходить через разрывы в место на расстоянии от эксплуатационной трубы 7, которая усложняет удаление жидкости разрыва (и, что важно, химических компонентов) через эксплуатационную трубу 7.

Таким образом, в одном варианте осуществления жидкость разрыва может дополнительно содержать компонент, который является ферромагнитной жидкостью. Данная ферромагнитная жидкость связана или притянута к одному или нескольким другим химическим веществам в жидкости разрыва, как рассмотрено ниже. В другом варианте осуществления ферромагнитная жидкость может содержать большое количество феррита. Преимущественно, ферромагнитная жидкость (и связанные химические вещества) может быть притянута к магнитному полю, соответствующему трубе 17 для всасывания, которая способствует удалению химических веществ в жидкости разрыва через трубу 17 для всасывания. Очевидно, что ферромагнитная жидкость может содержать различные количества ферромагнитного или железного или ожелезненного материала, такого как магнетит, гематит или т.п.

Как указано выше, одно или несколько из химических веществ в жидкости разрыва может связываться или притягиваться к ферромагнитной жидкости. В одном варианте это может быть достигнуто посредством химического связующего. Связующее может включать гель или гелеобразующий агент.

Существенное количество гидравлических разрывов пласта выполняется с использованием загущенных, линейных гелей на основе воды. Гелеобразующие агенты, используемые в данных жидкостях разрыва, обычно представляют собой гуаровую камедь, гуаровые производные, такие как гидроксипропилгуар (HPG) и карбоксиметил-гидроксипропилгуар (СМНPG) или производные целлюлозы, такие как карбоксиметилгуар или гидроксиэтилцеллюлоза (HEC). Гуаровая камедь представляет собой полимерное вещество, полученное из семян растения гуара.

Следует принять во внимание, что могут использоваться другие гуаровые производные, в частности, нетоксические и/или биоразрушаемые формы.

Химические вещества в жидкости разрыва могут включать одно или несколько из следующего: хлористоводородная кислота, глутаральдегид, четвертичный хлорид аммония, сульфат тетрагидроксиметилфосфония, персульфат аммония, хлорид натрия, пероксид магния, оксид магния, хлорид кальция, хлорид холина, хлорид тетраметиламмония, изопропанол, метанол, муравьиная кислота, ацетальдегид, нефтяной дистиллят, гидроочищенный легкий нефтяной дистиллят, метаборат калия, триэтанолламин цирконата, тетраборат натрия, борная кислота, циркониевый комплекс, борат соли, этиленгликоль, полиакриламид, гуаровая камедь, полисахаридная смесь, лимонная кислота, уксусная кислота, тиогликолевая кислота, эриторбат натрия, лаурилсульфат, гидроксид натрия, гидроксид калия, карбонат натрия, карбонат калия, сополимер акриламида и акрилата натрия, поликарбоксилат натрия, соль фосфоновой кислоты, лаурилсульфат, изопропиловый спирт, и 2-бутоксигэтанол. Данные химические вещества могут представлять собой одно или несколько из загрязняющих веществ, которые улавливают фильтры 21 в сборе, например, путем абсорбирования и/или адсорбирования.

Ясно, что изобретение, раскрытое и определенное в данном техническом описании, распространяется на все альтернативные комбинации из двух или более отдельных признаков, упомянутых или являющихся очевидными из текста или графических материалов. Все из этих разных комбинаций составляют различные альтернативные аспекты изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для извлечения сланцевого газа в области, содержащей водопроницаемый слой над нижележащим слоем сланца, при этом система содержит:

эксплуатационную трубу, расположенную в стволе скважины, которая проходит через водопроницаемый слой к слою сланца;

фильтр в сборе, окружающий по меньшей мере участок эксплуатационной трубы в стволе скважины и имеющий

по меньшей мере один участок, расположенный на уровне водопроницаемого слоя и/или ниже него для улавливания по меньшей мере одного загрязняющего вещества прежде, чем оно попадет в водопроницаемый слой,

наружный корпус, окружающий фильтр в сборе, и воронку, расположенную под фильтром в сборе и прикрепленную к самому нижнему участку фильтра в сборе в основании наружного корпуса, при этом воронка предусмотрена для направления поднимающихся газов к фильтру в сборе и через него.

2. Система по п.1, где фильтр в сборе содержит:

полую трубу, выполненную с возможностью вмещения участка эксплуатационной трубы;

участок фильтра, окружающий обращенный наружу участок полой трубы.

3. Система по п.2, где фильтр в сборе дополнительно содержит:

первую соединительную муфту на первом конце полой трубы;

вторую соединительную муфту на втором конце полой трубы,

при этом первая соединительная муфта фильтра в сборе выполнена с возможностью соединения со второй соединительной муфтой смежного фильтра в сборе для обеспечения соединения нескольких фильтров в сборе.

4. Система по любому из пп.2-3, где фильтр в сборе выполнен с возможностью вмещения съемной оболочки, окружающей участок фильтра, при этом съемная оболочка предусмотрена для защиты участка фильтра перед эксплуатацией, а при эксплуатации съемная оболочка снимается для раскрытия участка фильтра в стволе скважины.

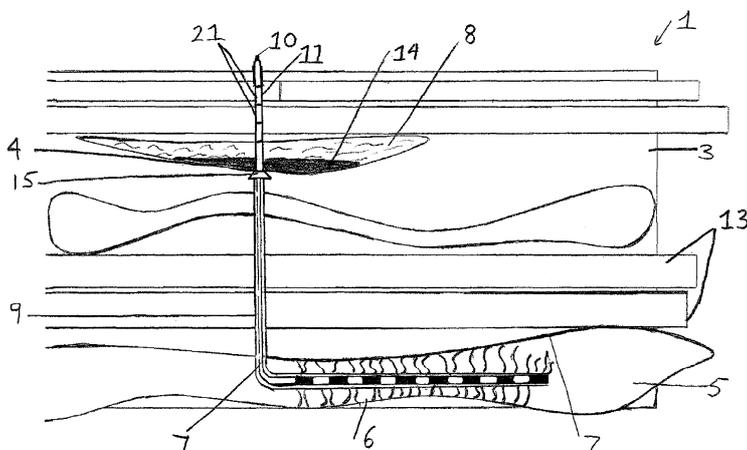
5. Система по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая: по меньшей мере один датчик газа или загрязнения, расположенный с фильтром в сборе для обнаружения наличия одного или нескольких газов или загрязнителей, и при этом данные с датчика газа или загрязнения могут быть использованы для получения информации об уровне загрязнения фильтра в сборе.

6. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой участок эксплуатационной трубы расположен в эксплуатационной зоне для извлечения сланцевого газа, сформированной путем закачивания жидкости разрыва в нижележащий слой сланца, при этом система дополнительно содержит:

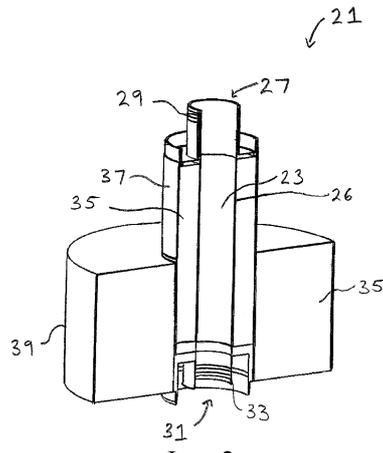
по меньшей мере одну трубу для всасывания, имеющую по меньшей мере один вход для удаления загрязняющего вещества из эксплуатационной зоны, при этом по меньшей мере один вход расположен между фреатической зоной водоносного горизонта в водопроницаемом слое и эксплуатационной зоной.

7. Система по п.6, где по меньшей мере одна труба для всасывания содержит материал, который создает магнитное поле, или содержит генератор магнитного поля для генерирования магнитного поля, связанного с трубой для всасывания, и жидкость гидроразрыва содержит ферромагнитную жидкость, при этом магнитное поле предусмотрено для притягивания ферромагнитной жидкости в жидкость гидроразрыва по меньшей мере к одной трубе для всасывания.

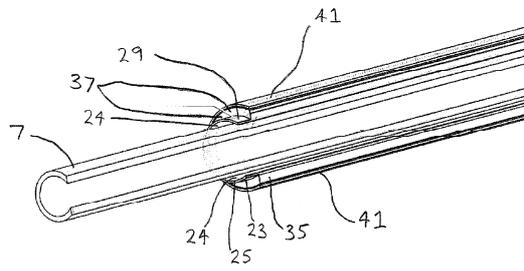
8. Система по п.6 или 7, где по меньшей мере одна труба для всасывания дополнительно содержит по меньшей мере один датчик газа или загрязнения для обнаружения наличия одного или более газов или загрязнителей.



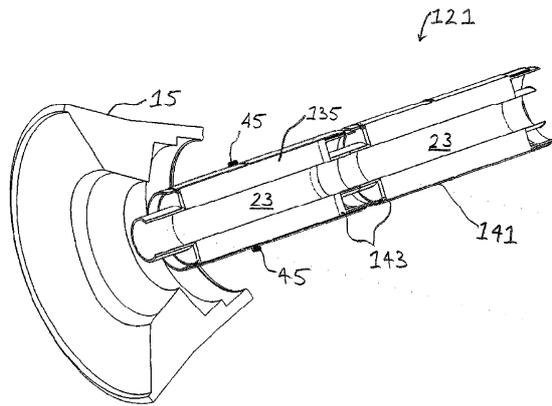
Фиг. 1



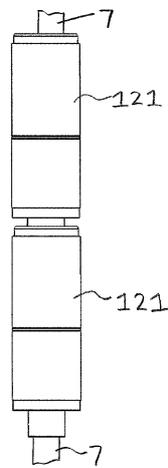
Фиг. 2



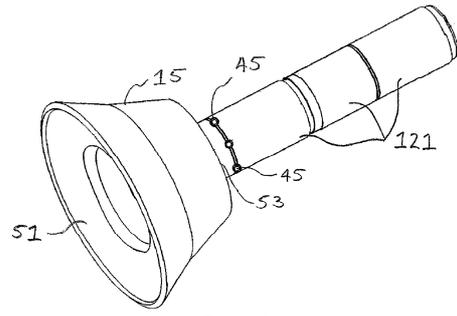
Фиг. 3



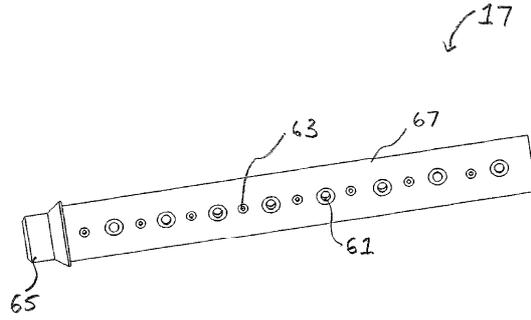
Фиг. 4



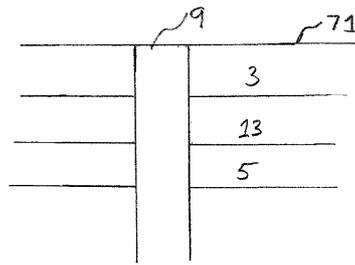
Фиг. 5



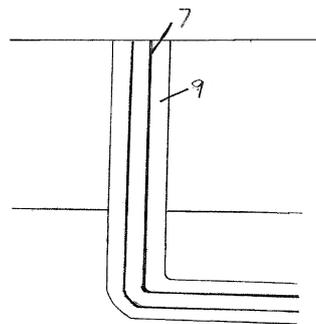
Фиг. 6



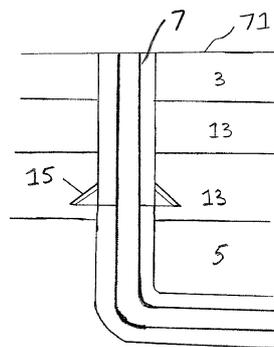
Фиг. 7



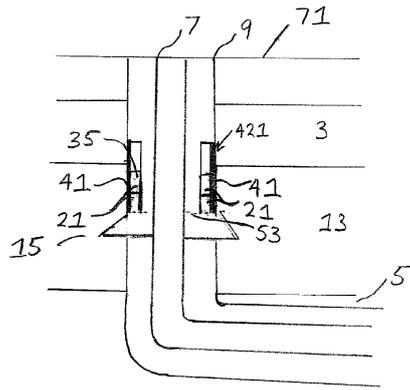
Фиг. 8



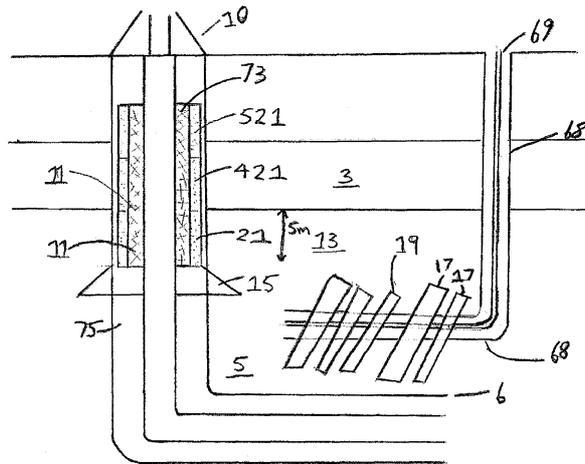
Фиг. 9



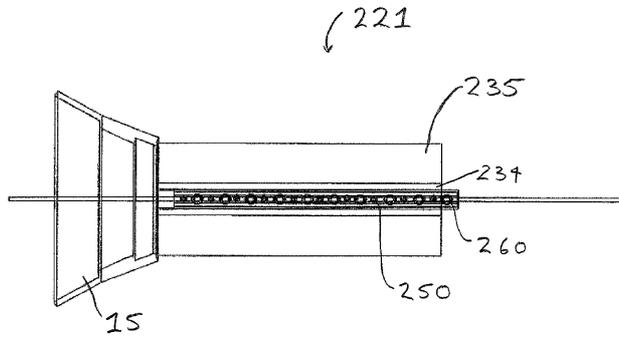
Фиг. 10



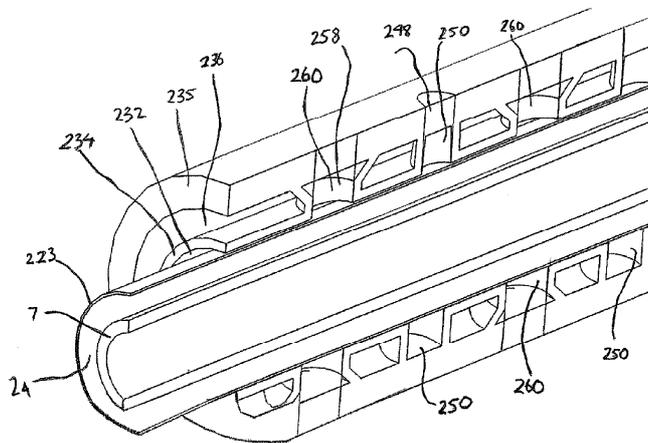
Фиг. 11



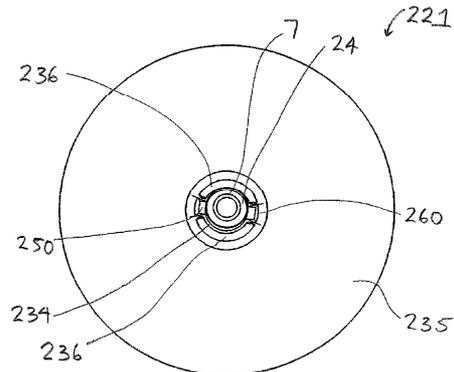
Фиг. 12



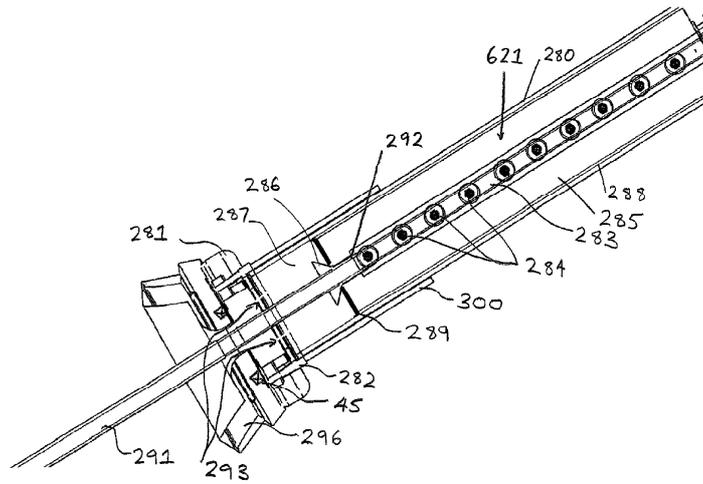
Фиг. 13



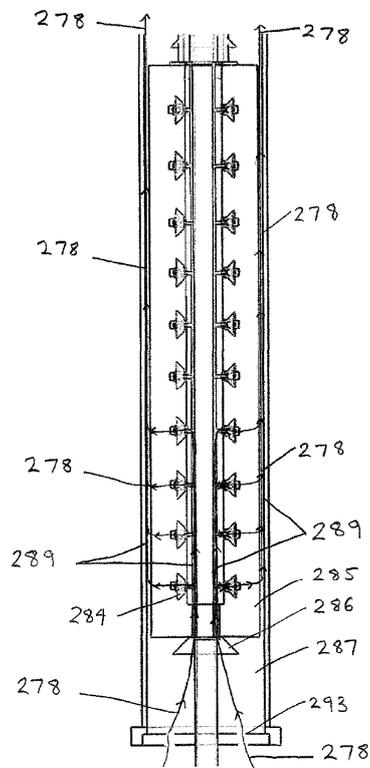
Фиг. 14



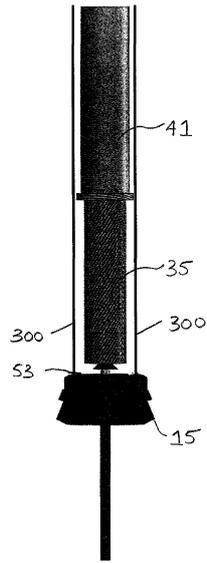
Фиг. 15



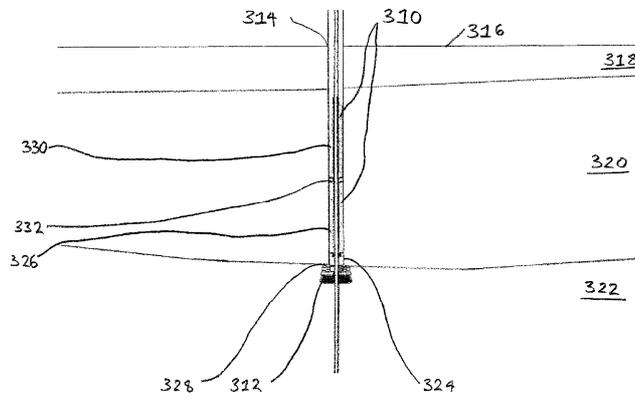
Фиг. 16



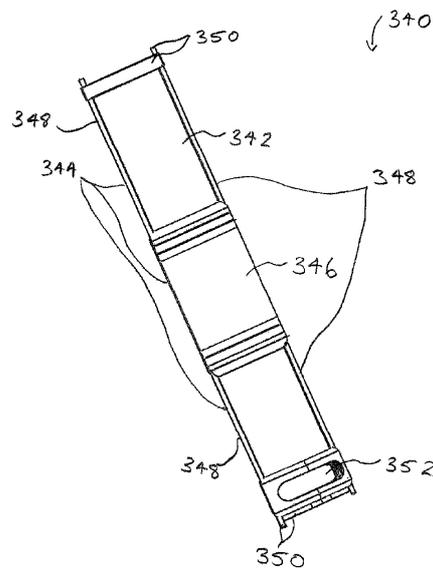
Фиг. 16А



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19