

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **019629**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- | | | |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| (45) Дата публикации и выдачи патента | (51) Int. Cl. | <i>E21B 43/00</i> (2006.01) |
| 2014.05.30 | | <i>C10G 31/09</i> (2006.01) |
| (21) Номер заявки | | <i>C02F 1/44</i> (2006.01) |
| 201171026 | | <i>C10G 9/00</i> (2006.01) |
| (22) Дата подачи заявки | | <i>C10G 1/00</i> (2006.01) |
| 2010.02.11 | | |

(54) СОЧЛЕНЕННАЯ СИСТЕМА СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА

- | | |
|---|------------------------|
| (31) 61/152,180 | (56) US-A1-20080190816 |
| (32) 2009.02.12 | US-A-4207920 |
| (33) US | US-A-4176864 |
| (43) 2012.03.30 | US-A-5160173 |
| (86) PCT/US2010/023927 | |
| (87) WO 2010/093810 2010.08.19 | |
| (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
РЕД ЛИФ РИСОРСИЗ, ИНК. (US) | |
| (72) Изобретатель:
Пэттен Джеймс В., Дана Тодд (US) | |
| (74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU) | |

- (57) Сочлененная система соединения трубопровода (80) для поддержания соединения для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом, который погружен в оседающий проницаемый пласт (30). Источник текучей среды может подавать рабочую текучую среду через его выпускное отверстие (72) и расположен за пределами проницаемого пласта (30). Подвижный трубопровод может принимать рабочую текучую среду через его впускное отверстие (74) и погружен на глубину в оседающий проницаемый пласт (30), который содержится в контролирующей проницаемость инфраструктуре (12). Множество сочлененных участков (82, 84, 86) трубопровода могут содержать внешний участок (82) трубопровода, который имеет рабочее соединение с выпускным отверстием (72) источника посредством первого одноосного шарнирного сочленения труб, внутренний участок (84) трубопровода, который имеет рабочее соединение с впускным отверстием (74) трубопровода посредством второго одноосного шарнирного сочленения труб, и по меньшей мере один средний участок (86) трубопровода, который осуществляет рабочее соединение внешнего участка (82) и внутреннего участка (84), соответственно, посредством по меньшей мере одного одноосного шарнирного сочленения труб, чтобы установить рабочее соединение для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом (70). При оседании проницаемого пласта, которое вызывает относительное смещение между выпускным отверстием (72) источника и впускным отверстием (74) трубопровода, которое перпендикулярно продольным осям как выпускного отверстия, так и впускного отверстия, множество сочлененных участков трубопровода (82, 84, 86) имеют такую конфигурацию, что внешний участок (82) и внутренние участки (84) трубопровода поворачиваются в противоположных направлениях, чтобы удлинить систему соединения трубопровода, поддерживая в то же время рабочее соединение для текучей среды между выпускным отверстием (72) источника и впускным отверстием (74) трубопровода.

019629
B1

019629
B1

Уровень техники

Мировой и внутренний спрос на ископаемое топливо продолжает расти, несмотря на рост цен и другие экономические и геополитические проблемы. Так как данный спрос продолжает расти, соответственно, увеличиваются исследования и разработки в поисках дополнительных экономически жизнеспособных источников ископаемого топлива. Огромные источники энергии заключены, например, в месторождениях горючих сланцев, угля и битуминозного песка. Однако данные источники по-прежнему представляют трудную задачу с точки зрения экономически конкурентоспособной добычи. Канадские битуминозные пески показали, что данные усилия могут быть плодотворными, хотя все еще сохраняются многие проблемы, в том числе, помимо прочих, воздействие на окружающую среду, качество продукции, издержки производства и длительность производственного цикла.

Оценки всемирных ресурсов горючих сланцев варьируются от двух до почти семи триллионов баррелей нефти, в зависимости от источника оценки. Тем не менее, данные ресурсы представляют огромный объем и остаются практически скрытыми ресурсами. Многочисленные предприятия и исследователи продолжают изучать и испытывать способы добычи нефти из указанных ресурсов. В отрасли горючих сланцев способы добычи включают подземные буговые дымоходы, созданные взрывами, способы на месте добычи, в том числе процесс конверсии на месте добычи фирмы Shell Oil, и нагревание в изготовленных из стали ретортах. Другие способы включают радиочастотные (микроволновые) способы на месте добычи и "модифицированные" процессы на месте добычи, в которых объединены горные работы, подрывные работы и перегонка в реторте для получения бута из пласта, чтобы обеспечить лучшую теплопередачу и извлечение продукта.

Типичные способы переработки горючих сланцев сталкиваются с выбором компромиссных экономических решений и экологическими проблемами. Ни один действующий способ в одиночку не удовлетворяет экономическим, экологическим и техническим требованиям. Кроме того, проблемы глобального потепления приводят к дополнительным мерам в отношении выбросов диоксида углерода (CO₂), которые связаны с указанными способами. Требуются способы, которые обеспечивают экологическое управление, предусматривая в то же время крупнотоннажное экономически эффективное производство нефти.

Способы подземной добычи разработаны на основании способности производить большие объемы при одновременном сокращении расходов на горные работы. Хотя можно обеспечить сокращение расходов в результате исключения горных работ, способ подземной добычи требует нагревания пласта в течение более продолжительного периода времени вследствие крайне низкой теплопроводности и высокой удельной теплоемкости твердых горючих сланцев. Вероятно, наиболее значительная проблема любой переработки на месте добычи представляет собой неопределенность и долгосрочную опасность загрязнения воды, которое может возникать в подземных пластах, содержащих пресную воду. В случае способа конверсии на месте добычи фирмы Shell "замораживающую стену" используют в качестве барьера, чтобы обеспечить разделение между водоносными пластами и областью подземной обработки. Хотя это возможно, никакой долгосрочный анализ не смог на продолжительные периоды гарантировать предотвращение загрязнения. При отсутствии гарантий и с еще меньшими средствами устранения неисправностей, которые могут возникнуть в замораживающей стене, желательны другие способы управления указанными рисками для окружающей среды.

По этой и другим причинам сохраняется необходимость в способах и системах, которые могут обеспечить улучшенное извлечение углеводородов из соответствующих содержащих углеводороды материалов, которые имеют приемлемые экономические условия и избегают указанных выше недостатков.

Сущность изобретения

Согласно изобретению создана сочлененная система соединения трубопровода для поддержания соединения для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом, который погружен в оседающий проницаемый пласт углеводородного материала. Система содержит источник текучей среды для подачи рабочей текучей среды через выпускное отверстие источника, которое расположено за пределами сооруженной контролирующей проницаемости инфраструктуры, подвижный трубопровод, который принимает рабочую текучую среду через впускное отверстие трубопровода и погружен на глубину в оседающий проницаемый пласт углеводородного материала, содержащегося в контролирующей инфраструктуре, множество сочлененных участков трубопровода, которые включают в себя внешний участок трубопровода, который имеет рабочее соединение с выпускным отверстием источника посредством первого одноосного шарнирного сочленения труб, внутренний участок трубопровода, который имеет рабочее соединение с впускным отверстием трубопровода посредством второго одноосного шарнирного сочленения труб, и по меньшей мере один средний участок трубопровода, который осуществляет рабочее соединение с внешним и внутренним участками, соответственно, посредством по меньшей мере одного одноосного шарнирного сочленения труб, чтобы установить рабочее соединение для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом. В случае оседания проницаемого пласта, которое вызывает относительное смещение между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода, которое перпендикулярно продольным осям как выпускное отверстие, так и впускного отверстия, множество сочлененных участков трубопровода имеют такую конфигурацию, что внешний и внутренний участки трубопровода поворачиваются в противоположных на-

правлениях, чтобы удлинить систему соединения трубопровода, поддерживая в то же время рабочее соединение для текучей среды между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода.

Способ рабочего соединения источника текучей среды и подвижного трубопровода, который погружен в оседающий проницаемый пласт углеводородного материала, содержащегося в пределах сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры, может содержать обеспечение источника текучей среды для подачи рабочей текучей среды через выпускное отверстие источника. Источник текучей среды может быть расположен за пределами оседающего проницаемого пласта или сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры. Способ также включает обеспечение подвижного трубопровода для приема рабочей текучей среды через впускное отверстие трубопровода, который погружен на глубину в оседающий проницаемый пласт углеводородного материала, содержащегося в контролирующей инфраструктуре. Способ дополнительно включает установление соединения для текучей среды между источником тепла и теплопроводом посредством множества сочлененных участков трубопровода, которые включают в себя внешний участок трубопровода, имеющий рабочее соединение с выпускным отверстием источника посредством первого одноосного шарнирного сочленения труб, внутренний участок трубопровода, имеющий рабочее соединение с впускным отверстием трубопровода посредством второго одноосного шарнирного сочленения труб, и по меньшей мере один средний участок трубопровода, осуществляющий рабочее соединение внешнего и внутреннего участков, соответственно, посредством по меньшей мере одного одноосного шарнирного сочленения труб, чтобы установить рабочее соединение для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом. В случае оседания проницаемого пласта, которое вызывает относительное смещение между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода, которое перпендикулярно продольным осям как выпускного отверстия, так и впускного отверстия, множество сочлененных участков трубопровода имеют такую конфигурацию, что внешний и внутренний участки трубопровода поворачиваются в противоположных направлениях, чтобы удлинить систему соединения трубопровода, поддерживая в то же время рабочее соединение для текучей среды между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода.

Краткое описание чертежей

Отличительные признаки и преимущества настоящего изобретения станут очевидными из подробного описания, которое приведено ниже, и сопровождающих чертежей. Предполагается, что данные чертежи просто представляют примерные варианты осуществления настоящего изобретения и, следовательно, их не следует считать ограничивающими его объем. Кроме того, компоненты настоящего изобретения, которые в общем описаны и проиллюстрированы чертежами в настоящем документе, можно расположить и спроектировать в различных конфигурациях. Тем не менее, настоящее изобретение будет описано и разъяснено с дополнительной определенностью и подробностями посредством использования сопровождающих его чертежей, на которых

фиг. 1 иллюстрирует боковой схематический вид с частичным разрезом сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры, которая включает проницаемый пласт углеводородного материала, источник тепла и соединительный трубопровод, в соответствии с одним вариантом осуществления;

фиг. 2 иллюстрирует боковой вид в разрезе оседающего проницаемого пласта углеводородного материала, содержащегося в пределах сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры, в соответствии с одним вариантом осуществления;

фиг. 3 иллюстрирует боковой вид в разрезе оседающего проницаемого пласта на фиг. 2, имеющего погруженный в него подвижный теплопровод, в соответствии с одним вариантом осуществления;

фиг. 4a-4c иллюстрируют перспективный боковой вид, вид сверху и вид спереди сочлененной системы соединения трубопровода и ограждающего корпуса в соответствии с примерным вариантом осуществления;

фиг. 5a-5c иллюстрируют боковые виды в разрезе нескольких шарнирных сочленений труб для использования в системе соединения в соответствии с одним вариантом осуществления и

фиг. 6 иллюстрирует перспективный боковой вид шибера панельного средства, установленного на ограждающий корпус, в соответствии с примерным вариантом осуществления.

Подробное описание примерных вариантов осуществления

Далее будут приведены примерные варианты осуществления, и особая терминология будет использована в настоящем документе для их описания. Тем не менее, будет понятно, что никакое ограничение объема настоящего изобретения не предусмотрено. Изменения и дополнительные модификации отличительных признаков изобретения, описанных в настоящем документе, и дополнительные применения принципов настоящего изобретения, которые описаны в настоящем документе и которые будут выполнены специалистом в соответствующей области техники, получившим настоящее описание, следует считать входящими в объем настоящего изобретения. Кроме того, следует понимать, что настоящее изобретение не ограничено определенным способом и материалами, описанными в настоящем документе, так как они могут изменяться в некоторой степени. Следует также понимать, что терминология, используе-

мая в настоящем документе, применяется только в целях описания определенных вариантов осуществления и не предназначена в качестве ограничительной, так как объем настоящего изобретения будет определен только в прилагаемой формуле изобретения и эквивалентных материалах.

Определения

В описании и формуле настоящего изобретения будет использована следующая терминология.

Формы единственного числа включают формы множественного числа, если иные условия четко не определены контекстом. Таким образом, например, ссылка на термин "стенка" включает ссылку на одну или более указанных структур, "проницаемый пласт" включает ссылку на один или более указанных материалов, и "стадия нагревания" означает одну или более указанных стадий.

Использованный в настоящем документе термин "трубопроводы" означает любой канал, имеющий определенную длину, который можно использовать для транспорта материалов и/или тепла из одной точки в другую точку. Хотя трубопроводы могут обычно представлять собой круглые трубы, могут также оказаться полезными другие некруглые трубопроводы. Трубопроводы можно преимущественно использовать для введения текучих сред в проницаемый пласт или выведения текучих сред из проницаемого пласта, осуществления теплопередачи и/или транспорта радиочастотных устройств, механизмов топливных элементов, резистивных нагревателей или других устройств.

Использованный в настоящем документе термин "продольная ось" означает длинную ось или среднюю линию трубопровода или канала.

Использованный в настоящем документе термин "поперечный" означает направление, которое пересекает указанную плоскость или ось под углом, изменяющимся от перпендикулярного до приблизительно 45° относительно указанной плоскости или оси.

Использованный в настоящем документе термин "соответственное сгибание" означает сгибание, которое, по меньшей мере, частично соответствует движению оседающего проницаемого пласта во время нагревания. Указанное сгибание обеспечивает боковое отклонение трубопровода, одновременно сокращая риск разрушения стенок трубопровода.

Использованный в настоящем документе термин "тепловое расширение по продольной оси" означает эффект аккордеона по длине гофрированного трубопровода. Когда гофры являются периферийными, например, спиральными или круговыми, при расширении материала трубопровода гофры позволяют всей длине трубопровода увеличиваться, если трубопровод имеет свободу движения на одном или обоих концах. Если трубопровод является фиксированным по всей своей длине, гофры, однако, обеспечивают компенсацию продольного расширения на индивидуальных гофрах. Таким образом, гофрированный трубопровод можно спроектировать, чтобы устранять линейное расширение или, по меньшей мере, уменьшать напряжения, связанные с ограниченным линейным расширением, предоставляя гофрам возможность сгибания без потери целостности стенок трубопровода.

Использованный в настоящем документе термин "отверстия" означает отверстия, щели, поры или каналы и т.д., в стенках или соединениях трубопровода, которые обеспечивают течение текучей среды, в том числе газов или жидкостей, между внутренней частью трубопровода и непосредственной окружающей средой. Данное течение может быть направлено наружу в окружающую среду, если давление внутри трубопровода превышает давление снаружи. Данное течение может также быть направлено во внутреннюю часть трубопровода, если давление внутри трубопровода меньше, чем давление снаружи.

Использованный в настоящем документе термин "сооруженная инфраструктура" означает структуру, которая является, по существу, полностью искусственной, в отличие от замораживающих стен, серных стен или других барьеров, которые образуются путем изменения или заполнения пор существующего геологического пласта.

Сооруженная контролирующая проницаемость инфраструктура часто является по существу не содержащей ненарушенных геологических пластов, хотя инфраструктура может быть образована рядом или в непосредственном контакте с ненарушенным пластом. Такая контролирующая инфраструктура может быть свободной или прикрепленной к ненарушенному пласту механическими средствами, химическими средствами или сочетанием указанных средств, например, привинченной к пласту с помощью якорей, стяжек или другого соответствующего оборудования.

Использованный в настоящем документе термин "раздробленный" означает разбиение пласта или большей массы на части. Раздробленная масса может быть разрушена или иным образом разбита на фрагменты.

Использованный в настоящем документе термин "углеводородный материал" означает любой содержащий углеводороды материал, из которого можно выделять или производить углеводородные продукты. Например, углеводороды можно выделять непосредственно в виде жидкости, выделять посредством экстракции растворителем, непосредственно испарять или иным способом выделять из материала. Однако многие углеводородные материалы содержат кероген или битум, которые конвертируют в углеводороды посредством нагревания и пиролиза. Углеводородные материалы могут включать, но не ограничиваются этим, горючие сланцы, битуминозные пески, уголь, лигнит, битум, торф и другие органические материалы.

Использованный в настоящем документе термин "накопительный резервуар" означает структуру,

предназначенную для хранения или удержания запаса текучей среды и/или твердых сыпучих материалов. Резервуар обычно составляет, по меньшей мере, существенную часть земельного полотна и структурной опоры от земляных материалов. Таким образом, контролирующие стенки не всегда имеют независимую прочность или структурную целостность, не говоря о земляном материале и/или пласте, в контакте с которым они образованы.

Использованный в настоящем документе термин "проницаемый пласт" означает любую массу раздробленного углеводородного материала, имеющего относительно высокую проницаемость, которая превышает проницаемость твердого ненарушенного пласта того же самого состава. Соответствующие проницаемые пласты могут иметь более чем приблизительно 10% порового пространства и типично имеют поровое пространство от приблизительно 30 до 45%, хотя и другие интервалы могут быть пригодными. Создание высокой проницаемости упрощается, например, через внедрение крупных частиц неправильной формы, нагревание пласта посредством конвекции в качестве основной теплопередачи, одновременно также существенно снижая затраты, связанные с раздроблением до очень малых размеров, например, приблизительно от 0,5 до 1 дюйма (12,7-25,4 мм).

Использованный в настоящем документе термин "стенка" означает любую сооруженную конструкцию, участвующую в контроле проницаемости для ограничения материала в замкнутом объеме, определенного, по меньшей мере, частично контролируемыми стенками. Стенки могут быть ориентированы любым образом, в том числе вертикально, хотя потолки, полы и другие контуры, определяющие замкнутый объем, могут также представлять собой "стенки" при использовании в настоящем документе. При использовании в настоящем документе "добываемый" означает материал, который был извлечен или перенесен из исходного стратиграфического или геологического положения во второе и другое положение или возвращен в то же самое положение. Как правило, добываемый материал можно производить дроблением, разрушением, взрывным детонированием или извлечением материала другим способом из геологического пласта.

Использованный в настоящем документе термин "объемная конвективная структура потока" означает конвективный тепловой поток, который проходит большую часть проницаемого пласта. Как правило, конвективный поток создается ориентацией одного или более трубопроводов или источников тепла в нижнюю или основную часть определенного объема. При ориентации трубопроводов таким образом, нагретые текучие среды могут течь вверх, и охлажденные текучие среды текут обратно вниз вдоль существенной части объема, занятого проницаемым пластом углеводородного материала, в режиме рециркуляции.

Использованный в настоящем документе термин "по существу неподвижный" означает почти неподвижное расположение материалов со степенью допуска на оседание, расширение и/или отстаивание, так как углеводороды выделяются из углеводородного материала в замкнутом объеме, оставляя после себя обедненный материал. Напротив, любые циркуляции и/или потоки углеводородного материала, в том числе обнаруженные в псевдооживленных слоях или вращающихся ретортах, включают весьма существенное движение и обращение углеводородного материала.

Использованный в настоящем документе термин "существенный", если он используется в отношении количества или величины материала или его определенной характеристики, означает количество, которое является достаточным, чтобы произвести эффект, для производства которого были предназначены данный материал или характеристика. Точная степень допустимого отклонения может в некоторых случаях зависеть от определенного контекста. Аналогичным образом, "по существу не содержащий" или подобное выражение означает отсутствие определенного элемента или агента в составе. В частности, элементы, которые определяются как "по существу не содержащий", или полностью отсутствуют в составе, или содержатся только в количествах, которые достаточно малы, чтобы производить измеримый эффект на состав.

Использованный в настоящем документе термин "приблизительно" означает степень отклонения на основании экспериментальной ошибки, типичной для данного определяемого свойства. Интервал, предусмотренный термином "приблизительно", будет зависеть от определенного контекста и данного свойства и может быть легко понят специалистами в данной области техники. Термин "приблизительно" не предназначен для расширения или ограничения степени эквивалентов, которую можно в противном случае допустить для определенного значения. Кроме того, если не определено иное условие, термин "приблизительно" определенно включает термин "точно", согласно приведенному ниже обсуждению в отношении интервалов и численных значений.

Концентрации, размеры, количества и другие численные данные могут быть представлены в настоящем документе в формате интервалов. Следует понимать, что указанный формат интервалов используется просто для удобства и краткости, и его следует истолковывать гибко, включая не только численные значения, определенно указанные в качестве границ интервала, но также включая все индивидуальные численные значения или подинтервалы, содержащиеся в данном интервале, как если бы было определенно указано каждое численное значение и подинтервал. Например, интервал от приблизительно 1 до приблизительно 200 следует истолковывать как включающий не только определенно указанные границы 1 и 200, но также включающий индивидуальные значения, в том числе 2, 3, 4, и подинтервалы, в том

числе от 10 до 50, от 20 до 100 и т.д.

Использованные в настоящем документе множество предметов, структурных элементов, композиционных элементов и/или материалов можно представлять в общем списке для удобства. Однако данные списки следует истолковывать, как если бы каждый предмет в списке был индивидуально определен в качестве отдельного и специфического предмета. Таким образом, ни один индивидуальный предмет указанного списка не следует истолковывать в качестве фактического эквивалента какого-либо другого предмета того же самого списка исключительно на основании их представления в общей группе, если не указано обратное.

Сочлененная система соединения трубопровода

На фиг. 1-6 проиллюстрированы несколько вариантов осуществления сочлененной системы соединения трубопровода, которую можно использовать для поддержания соединения для текучей среды между источником теплопередающей текучей среды и подвижным теплопроводом, погруженным в пределах оседающего проницаемого пласта. Проницаемый пласт может представлять собой углеводородный материал, хотя можно использовать и другие оседающие материалы. Углеводородные материалы могут включать добываемые материалы, в том числе горючие сланцы, битуминозные пески, уголь и т.д., которые находятся в соответствующей структуре (например, сооруженная контролирующая проницаемость инфраструктура, резервуар, или другая структура), в целях извлечения или иного выделения из нее углеводородных продуктов. Углеводороды можно выделять пропусканием теплопередающей текучей среды, в том числе горячего воздуха, горячих выхлопных газов, пара, паров углеводородов и/или горячих жидкостей, в подземный теплопровод или через него для нагревания углеводородного материала до достаточного уровня температуры, чтобы извлекать из него углеводороды.

Примерные варианты осуществления одной альтернативной сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры и проницаемого пласта углеводородного материала, содержащегося в пределах его существенно замкнутого объема, описаны более подробно в имеющей того же собственника и ожидающей совместного решения патентной заявке США № 12/028569 настоящего заявителя, поданной 08 февраля 2008 г. и озаглавленной "Способы извлечения углеводородов из углеводородного материала с использованием сооруженной инфраструктуры и связанных с ней систем", причем данная заявка включена во всей своей полноте в настоящий документ посредством ссылки. Однако можно также использовать другие структуры, которые обеспечивают, по меньшей мере, некоторую степень контроля или герметизации материалов в пределах структуры. Например, сочлененная система соединения трубопровода может также оказаться пригодной для использования, когда трубопроводы проложены в материалах, которые оседают с течением времени. Оседание может стать результатом извлечения углеводородов, разрушения проницаемого пласта или других процессов.

Чтобы сделать эффективным процесс добычи, может оказаться желательным повышение температуры проницаемого пласта до 200-900°F (94-482°C), чтобы инициировать пиролиз. Было обнаружено, что в процессе нагревания проницаемого пласта углеводородного материала может оставаться практически неподвижным в боковых направлениях, но с течением времени может претерпевать значительное вертикальное оседание и отстаивание по мере выделения углеводородов, стекающих вниз в виде жидкости или вверх в виде газа. Оседание проницаемого пласта может вызывать также смещение вниз проложенного теплопровода. Небольшие относительные смещения между соседними участками трубопровода, которые оба являются оседающими, можно обеспечивать снабжением теплопровода гибкими соединениями, швами или гофрами, которые способны нейтрализовать локализованное сгибание. Однако большие смещения между соседними участками трубопровода, в которых один участок оседает, а другой фиксирован, могут создавать напряжения сдвига, которые невозможно погасить или нейтрализовать простой установкой гибких соединений, швов или гофр.

Такая ситуация может существовать между выпускным отверстием источника тепла, который представляет теплопередающую текучую среду проницаемому пласту (причем данное выпускное отверстие занимает фиксированное положение), и впускным отверстием теплопровода (причем данное впускное отверстие может смещаться вниз с остальной частью подвижного теплопровода). Если относительное движение между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода является достаточно значительным, возникающие в результате поперечные напряжения сдвига могут превышать пределы прочности материала стенок и соединений трубопровода и приводить к разрушению, которое позволяет вытекать теплоносящей текучей среде. Следовательно, является желательным поддержание структурной целостности и рабочего соединения для текучей среды между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода, независимо от величины вертикального смещения, вызванного оседанием, таким образом, чтобы теплопроводная система была способной поддерживать свою структурную целостность и продолжать функционирование в отношении всего процесса.

Фиг. 1 представляет боковой схематический вид с частичным разрезом сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры или резервуара 10, проницаемого пласта 30 углеводородного материала 32, источника 40 тепла и соединительных трубопроводов 62, 64, 66 и 68. В представленном варианте осуществления существующий грунт 4 используют главным образом в качестве опоры для не проницаемого нижнего слоя 16. Внешние боковые стенки 12 секционного резервуара могут обеспечить

герметизацию и могут, но необязательно, подразделяться внутренними стенками 14. Данное подразделение может создавать отдельные герметичные отсеки 22 в большем замкнутом объеме 20 резервуара 10, который может иметь любую геометрию, размер или подразделение.

Боковые стенки 12 и 14, нижний и непроницаемый верхний слой 18 и непроницаемый нижний слой 16, могут включать контролирующий проницаемость резервуар 10, который определяет замкнутый объем 20, и могут быть изготовлены из любого пригодного материала. Например, боковые стенки 12 и 14 резервуара 10 могут быть также свободно стоящими, при этом концы, уступы, стенки и полы должны быть уплотнены и сконструированы для сооружения, а также сделаны практически непроницаемыми (например, достаточными для предотвращения неконтролируемой утечки текучих сред из резервуара). Кроме того, непроницаемый верхний слой 18 можно использовать для предотвращения неконтролируемой утечки летучих веществ и газов и для направления газов и паров в соответствующие выпускные отверстия 66 для сбора газов. Аналогичным образом, непроницаемый нижний слой 16 можно использовать для содержания и направления собранных жидкостей в соответствующее выпускное отверстие, например, в сточную систему 26, чтобы удалить жидкие продукты из нижнего пространства резервуара. Хотя непроницаемые боковые стенки могут оказаться желательными в некоторых вариантах осуществления, они не всегда требуются. Наличие проницаемых боковых стенок может допустить некоторое вытекание газов и/или жидкостей из резервуара.

Так как боковые стенки 12 и 14 построены над сооруженным и непроницаемым нижним слоем 16, который начинается с поверхности 6 земли, добываемый углеводородный материал 32 (который может быть раздробленным или сортированным согласно размеру или обогащению углеводородами) можно помещать в слои над (или рядом с) предварительно установленными полами нагревательными трубами или теплопроводом 62, трубами 64 для стока текучей среды и/или трубами 66 для сбора или введения газа. Эти трубы могут быть ориентированы и сконструированы для любого оптимального режима потока, угла, длины, размера, объема, пересечения, сети, размеров стенок, сплавной конструкции, схемы перфорации, скорости введения и скорости выведения. В некоторых случаях, трубы, в том числе используемые для теплопередачи, можно соединять, рециркулировать или снабжать теплом от источника 40 тепла. В качестве альтернативы или в сочетании, регенерированные газы можно конденсировать с помощью холодильника 42. Тепло, регенерированное холодильником, можно необязательно использовать для дополнительного нагревания проницаемого пласта или для других технологических потребностей.

Источник 40 тепла может извлекать или создавать тепло из любого пригодного источника тепла, включая, но не ограничиваясь этим, топливные элементы (например, твердые оксидные топливные элементы, топливные элементы с расплавленным карбонатным электролитом и т.п.), солнечные источники, ветровые источники, нагреватели на основе сгорания жидких или газообразных углеводородов, геотермальные источники тепла, атомные электростанции, угольные тепловые электростанции, радиочастотные источники тепла, волновые источники энергии, беспламенные камеры сгорания, распределенные камеры сгорания на природном топливе или любые их сочетания. В некоторых случаях, можно использовать электрические резистивные нагреватели или другие нагреватели, хотя топливные элементы и нагреватели на основе сгорания являются особенно эффективными. В некоторых местностях, геотермальная вода может циркулировать к поверхности и направляться в инфраструктуру в достаточных количествах для нагревания проницаемого пласта.

В одном варианте осуществления нагревание проницаемого пласта 30 можно осуществлять конвективным нагреванием за счет сгорания углеводородов. Особый интерес представляет сгорание углеводородов, осуществляемое в условиях стехиометрического соотношения топлива и кислорода. Стехиометрические условия могут обеспечить значительное увеличение температуры сгорания газа. В стехиометрическом сгорании может использоваться, но обычно не требуется источник чистого кислорода, который могут обеспечить известные технологии, включая, но не ограничиваясь этим, концентраторы кислорода, мембраны, электролиз и т.п. В некоторых вариантах осуществления кислород можно получать из воздуха при стехиометрическом соотношении кислорода и водорода. Газообразные продукты сгорания можно направлять в сверхвысокотемпературный теплообменник, например керамический или другой пригодный материал, имеющий рабочую температуру выше приблизительно 2500°F (1371°C). Воздух, полученный из окружающей среды или рециркулирующий с других процессов, можно нагревать посредством сверхвысокотемпературного теплообменника и затем направлять в резервуар для нагревания проницаемого пласта. Газообразные продукты сгорания можно затем отделять без необходимости дальнейшего разделения, потому что эти газообразные продукты представляют собой, главным образом, диоксид углерода и воду.

Жидкая или газообразная теплопередающая текучая среда может передавать тепло от источника 40 тепла через теплопровод 62 в проницаемый пласт 30 углеводородного материала 32. Чтобы повысить температуру проницаемого пласта до 200-900°F (94-482°C) и инициировать пиролиз, как отмечено выше, температуру теплопередающей текучей среды внутри теплопровода можно повысить до еще более высокого уровня, например, до 1000°F (538°C) или выше для поддержания постоянного потока тепла от теплопередающей текучей среды проницаемому пласту.

Жидкости или газы, выделенные из отсеков резервуара 20 или 22, можно хранить в установленном

вблизи резервуаре 44 для хранения или в отсеках 20 или 22. Например, непроницаемый нижний слой 16 может включать наклонную область 24, которая направляет жидкости в сточную систему 26, откуда жидкости направляют в резервуар 44 для хранения через сливную трубу 64.

Так как помещенный углеводородный бутый материал 32 заполняет отсеки 20 или 22, проницаемый пласт 30 может также становиться верхней опорой для непроницаемого верхнего слоя 18, который может включать барьер для текучих сред и газов. Над верхним слоем 18 можно расположить слой 28 наполнителя, чтобы образовать покровный слой, который может создавать литостатическое давление на отсеки 20 или 22. Покрывание проницаемого пласта 30 уплотненным слоем 28 наполнителя, достаточное для создания повышенного литостатического давления в пределах проницаемого пласта 30, может быть полезно для дальнейшего повышения качества углеводородного продукта. Уплотненный слой 28 наполнителя может существенно покрывать проницаемый пласт 30, в то время как проницаемый пласт 30, в свою очередь, может существенно поддерживать уплотненный слой 28 наполнителя.

Фиг. 2 представляет собой иллюстрацию проницаемого пласта 30 углеводородного материала 32, содержащегося в сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуре или резервуаре 10. Проницаемый пласт может существенно заполнять замкнутый отсек или объем 20, определяемый боковыми стенками 12, непроницаемым нижним слоем 16 и непроницаемым верхним слоем (не показан). Например, во время стадии заполнения и перед началом процесса нагревания замкнутый объем 20 может быть существенно заполнен углеводородным материалом 32, таким образом, что верхняя поверхность t_0 проницаемого пласта 30 находится практически на уровне верха боковых стенок 12, чтобы максимально увеличить количество углеводородного материала, вовлеченного в периодический процесс.

Как отмечено выше, было обнаружено, что в процессе нагревания данный проницаемый пласт углеводородного материала может претерпевать значительное вертикальное оседающее движение и отстаивание по мере выделения углеводородов. Данный процесс является результатом градиентов температуры и может начинаться развиваться при передаче тепла проницаемому пласту, причем центральные и верхние области становятся горячее, чем боковые и нижние края, прилегающие к ненагретым границам замкнутого объема 20. Естественно, углеводороды могут начинать течение легче из более горячих областей, приводя к первоначальному оседанию, имея наиболее интенсивное движение в центральной области верхней поверхности, в положение t_1 .

Период времени, необходимый для достижения положения t_1 , может значительно изменяться в зависимости от состава и конфигурации углеводородного материала 32, размера проницаемого пласта 30, способа нагревания и скорости нагревания, обеспечиваемого теплопроводной системой, условий окружающей среды и изолирующих границ и т.д., и может изменяться от нескольких дней до нескольких месяцев. Было обнаружено, что углеводородные продукты могут начинать выделяться в существенной степени, когда углеводородный материал 32 достигает температуры около 600°F (316°C).

Когда более высокие температуры распространяются к краям замкнутого объема 20, верхняя поверхность проницаемого пласта 30 может продолжать оседание через положения t_2 и t_3 , следуя режиму, в котором центральные области могут все же испытывать в большей степени вертикальное движение, чем края. Однако непрерывное нагревание может в конечном итоге повысить температуру углеводородного материала 32 до критических уровней извлечения во всем проницаемом пласте, заставляя даже материал, примыкающий к границам резервуара 10, выделять углеводороды. На этом уровне внешние области могут также претерпевать значительное вертикальное оседание, пока верхняя поверхность не достигнет положения t_4 .

Величина вертикального оседания, испытываемого проницаемым пластом 30, может значительно изменяться в зависимости от состава углеводородного материала 32 и его первоначальной конфигурации. Учитывая увеличение фиг. 2 для эффекта иллюстрации, величина вертикального движения верхней поверхности может иногда составлять от 5 до 25% от первоначальной вертикальной высоты пласта, причем оседание от 12 до 16% является обычным. Небольшие относительные смещения между соседними участками трубопровода, из которых оба погружены в оседающий пласт, можно обеспечивать снабжением теплопровода гибкими соединениями, швами или складками гофрировки 76, которые могут нейтрализовать локализованное сгибание (см. фиг. 3). Однако поддержание структурной целостности и соединения теплопередающей текучей среды с соединениями трубопровода, которые соединяют подвижный теплопровод с неподвижным источником тепла, расположенным снаружи сооруженной контролирующей проницаемость структуры, может оказаться проблематичным.

Одна система, поддерживающая соединение для текучей среды между выпускным отверстием 72 источника и впускным отверстием трубопровода 74, представляет собой сочлененную систему соединения трубопровода, проиллюстрированную в одном определенном варианте осуществления 80 на фиг. 3. Выпускное отверстие 72 источника может представлять собой неподвижный трубопровод или трубу, которая выступает из источника текучей среды (не показан), расположенного за пределами сооруженной контролирующей проницаемость инфраструктуры 10, через боковые стенки 12 резервуара, и входит в замкнутый объем 20, в которой соединяется с системой соединения трубопровода 80. Источник текучей среды может подавать рабочую текучую среду в подвижный трубопровод 70, проложенный или погруженный в проницаемом пласте 30 углеводородного материала 32. Если проницаемый пласт 30 оседает с

положения t_0 до t_4 , впускное отверстие 74' смещенного трубопровода 70' может сместиться в положение, которое находится существенно ниже, чем его первоначальное положение. Как описано выше, система соединения трубопровода 80 может продолжать работу, как во время оседания, так и после его завершения, поддерживая соединение для текучей среды между неподвижным и подвижным участками трубопровода.

В одном варианте осуществления рабочая текучая среда может представлять собой теплопередающую текучую среду, источник текучей среды может представлять собой источник тепла для подачи теплопередающей текучей среды, и подвижный трубопровод 70 может представлять собой теплопровод для получения теплопередающей текучей среды и передачи ее через весь замкнутый объем 20 в целях нагревания проницаемого пласта. Однако система соединения трубопровода 80 не ограничена системой соприкоснувшейся контролирующей проницаемости инфраструктуры 10, и ее можно также использовать для соединения источников текучих сред (или сборных систем) и подвижных трубопроводов, которые функционируют с другой рабочей текучей средой, чем теплопередающая текучая среда.

Например, трубы 66 для сбора или введения газов (фиг. 1) могут иметь конфигурацию с системой соединения трубопровода 80, так как трубы для сбора или введения могут также быть проложены в оседающем проницаемом пласте 30. Другие применения включают трубы для сбора или введения жидкостей (не показаны). Для систем введения направление течения рабочей текучей среды может быть таким, как описано выше, причем рабочая текучая среда вытекает из источника текучей среды за пределами резервуара 10, через систему соединения трубопровода 80 и втекает в подвижный трубопровод 70, погруженный на глубину в пределах оседающего проницаемого пласта. Для систем сбора, однако, направление течения рабочей текучей среды может быть обратным, и выпускное отверстие 74 подвижного трубопровода 70, погруженного на глубину в пределах оседающего проницаемого пласта, может подавать рабочую текучую среду через систему соединения трубопровода 80 во впускное отверстие 72 системы сбора, которое находится за пределами контролирующей инфраструктуры.

Примерный вариант осуществления системы соединения трубопровода 80 представлен на фиг. 4а-4с и может включать множество сочлененных участков 82, 84, 86 трубопровода, соединенных с соединениями 88 трубопровода. Например, система соединения может включать внешний участок 82 трубопровода, который может быть соединен с выпускным отверстием 72 источника посредством первого одноосного шарнирного сочленения труб, и внутренний участок 84 трубопровода, который может быть соединен с впускным отверстием 74, 74' трубопровода посредством второго шарнирного сочленения труб. Система соединения может также включать по меньшей мере один средний или промежуточный участок 86 трубопровода, который имеет рабочее соединение с внешним и внутренним участками, соответственно, посредством по меньшей мере одного одноосного шарнирного сочленения труб, чтобы установить рабочее соединение для текучей среды между источником текучей среды (не показан) и подвижным трубопроводом 70, 70'.

Множество сочлененных участков 82, 84, 86 трубопровода и соединения 88 трубопровода могут быть окружены защитным неподвижным ограждающим корпусом 90, который может предотвратить внедрение углеводородного материала в рабочее пространство сочлененного соединения. Выпускное отверстие 72 неподвижного источника может входить в ограждающий корпус 90 через одно круговое отверстие на внешней стороне корпуса, которое может находиться рядом с боковой стенкой 12 резервуара 10. Напротив, подвижное впускное отверстие 74, 74' трубопровода может входить в ограждающий корпус через удлиненную щель 92 или окно, что может увеличивать вертикальную длину внутренней стенки ограждающего корпуса для обеспечения неограниченного движения впускного отверстия трубопровода во время его смещения вниз. Как обсуждается ниже более подробно, шиберное панельное устройство или аналогичное устройство можно установить в удлиненную щель 92, чтобы закрывать и защищать открытые части отверстия и обеспечить движение вниз подвижного трубопровода 70'.

В своем первоначальном невыдвинутом положении, сочлененные участки 82, 84, 86 трубопровода могут находиться в практически горизонтальном положении, в котором продольные оси выпускного отверстия 72 источника и впускного отверстия 74 трубопровода существенно выровнены друг с другом (фиг. 4с). Специалист в данной области техники может оценить, что последующее оседание проницаемого пласта может вызывать относительное смещение между выпускным отверстием 72 источника и впускным отверстием 74' трубопровода, которое является перпендикулярным (в данном случае, направленным вниз) по отношению к продольным осям. Чтобы приспособиться к этому движению, множество сочлененных участков трубопровода может иметь конфигурацию в шарнирной ориентации, чтобы любое оседание в пределах проницаемого пласта, которое заставляет впускное отверстие 74' подвижного трубопровода двигаться вниз, могло, в свою очередь, заставлять внешний участок 82 и внутренний участок 84 трубопровода поворачиваться в противоположных направлениях, чтобы удлинить систему соединения трубопровода 80, таким образом, поддерживая структурную целостность и рабочее соединение для текучей среды между неподвижным и подвижным участками трубопровода (фиг. 4b).

Хотя система соединения трубопровода 80 может функционировать, если любые три из четырех соединений трубопровода 88, которые соединяют три участка 82, 84, 86 трубопровода с выпускным отверстием 72 источника и впускным отверстием 74, 74' трубопровода, допускают поворотное движение, счи-

тается, что выпускное отверстие источника и впускное отверстие трубопровода вращательно фиксированы в своих соответствующих опорных структурах (например, боковая стенка 12 резервуара 10 и оседающий проницаемый пласт 30). Следовательно, соединения 88 трубопровода, которые соединяют внешнюю и внутреннюю поворотные трубы 82, 84 с невращающимся выпускным отверстием 72 и впускным отверстием 74, 74', могут представлять собой одноосные шарнирные сочленения труб. Одно или оба из соединений 88 трубопровода, которые соединяют промежуточную трубу 86 с внешней поворотной трубой 82 и внутренней поворотной трубой 84, соответственно, могут также представлять собой одноосные шарнирные сочленения труб.

Так как количество углеводородного материала, содержащегося в сооруженной контролирующей проницаемости инфраструктуре, может быть достаточно большим, объем рабочей текучей среды, а также диаметр соответствующей трубы или трубопроводной системы, которая требуется для воздействия на массовые свойства проницаемого пласта, может также быть достаточно большим. Например, выпускное отверстие источника тепла и впускное отверстие теплопровода может составлять от нескольких дюймов до 36 дюймов (91,44 см) или более в диаметре, чтобы обеспечить поступление достаточного объема теплопередающей текучей среды в проницаемый пласт и его нагревание. Кроме того, соответствующая труба или теплопроводная система может испытывать предельные условия работы, в том числе тяжелую боковую нагрузку, создаваемую весом вышележащего материала, и высокие рабочие температуры порядка 900-1000°F (482-538°C). Может оказаться затруднительным обеспечение шарнирного или поворотного соединения трубопровода достаточно большого размера с возможностью функционирования в жестких рабочих условиях. Один тип шарнирного сочленения труб, которое может быть особенно подходящим для такого большого диаметра трубопровода и предельных условий, представляет собой резьбовое соединение труб. Резьбовые соединения труб могут эффективно герметизировать соединения трубопровода по отношению к утечке текучей среды, одновременно позволяя трубе поворачиваться в пределах ограниченного интервала движения, например, до 90°.

Однако могут также оказаться пригодными другие типы высокотемпературных шарнирных соединений. Например, как показано схематически на фиг. 5а, неподвижный участок 102 трубопровода, который закреплен или фиксирован анкерной системой 106, может иметь рабочее герметическое соединение с поворотным участком 104 трубопровода посредством высокотемпературного торцевого уплотнения двух графитовых деталей 110. Данное торцевое уплотнение двух графитовых деталей может включать два кольцевых графитовых диска 114, которые установлены на соседние внутренние поверхности фланцев трубопровода 112 и которые можно затем прижать друг к другу с помощью внешнего удерживающего кольца или устройства 116. Предельная твердость и термостойкость графитовых дисков могут обеспечить высокотемпературное фрикционное контактное сопряжение, которое не подвергается быстрому износу или разрушению при вращении участка 104 трубопровода, и могут, таким образом, поддерживать надежное механическое уплотнение в течение всего срока службы шарнирного сочленения труб.

Альтернативные типы высокотемпературных уплотнений могут включать лабиринтные механические уплотнения 120, имеющие металлические кольца 122, которые поочередно выступают с внутренней вращающейся поверхности и внешней неподвижной поверхности и своим действием напоминают "зубы", образуя извилистый уплотнительный канал для газов и жидкостей (фиг. 5b). Другие пригодные соединения включают телескопические соединения 130, имеющие стопорные кольцевые выступы или кольца 132, 134, которые выступают аксиально от фланцев неподвижного участка 102 и вращающегося участка 104 трубопровода, соответственно, и которые могут взаимно соединяться с образованием канала другого типа, который препятствует течению высокотемпературных текучих сред (фиг. 5c). Кроме того, можно использовать другие типы механических уплотнений и/или шарнирных сочленений труб и т.д., чтобы облегчить относительное вращение одного участка трубопровода относительно другого участка трубопровода, одновременно предотвращая утечку высокотемпературных газов или жидкостей через стационарное/вращающееся связующее звено.

Вариант осуществления, проиллюстрированный на фиг. 4а-4с, может включать два вращающихся участка 82, 84 трубопровода, каждый из которых вращается вокруг оси, перпендикулярной к продольной оси соответствующего участка трубопровода (которая в этом случае совпадает с продольной осью выпускного отверстия источника 72 или впускного отверстия 74, 74' трубопровода), а также один промежуточный участок трубопровода 86, который совершает как поступательное, так и вращательное движение вокруг своей продольной оси. Следует оценить, кроме того, что дополнительные промежуточные участки трубопровода (в парах, содержащих по одному вращающемуся и одному неподвижному участку трубопровода) можно добавлять для увеличения диапазона движения системы соединения трубопровода 80.

На фиг. 6 представлено второе шарнирное сочленение 88 труб, которое соединяет впускное отверстие трубопровода 74 с внутренним участком 84 трубопровода, вместе с одним примером шибберного панельного устройства 94, которое может герметизировать удлиненное щелевое отверстие 90 ограждающего корпуса, чтобы предотвратить внедрение углеводородного материала в рабочее пространство шарнирного соединения. Шибберное панельное устройство 94 может включать ряд верхних шибберных панелей 96, каждая из которых соединена с соседними шибберными панелями по верхнему или нижнему краю, но которые способны скользить относительно друг друга таким образом, что все шибберные панели

можно сгруппировать вместе, когда сочлененная система соединения трубопровода приводится в свое исходное положение. Движение вниз выпускного отверстия трубопровода 74, вызванное оседанием проницаемого пласта, может позволить верхней группе шибберных панелей 96 падать вниз, последовательно оставляя сзади панели, закрывающие открытое отверстие. Панельное устройство 94 может также включать ряд нижних шибберных панелей 98, которые функционируют, в основном, таким же образом, за исключением того, что нижние шибберные панели выступают в исходном положении и становятся последовательно сгруппированными вместе, когда опускается выпускное отверстие 74 трубопровода. Можно использовать другие аналогичные скользящие панели, чтобы предотвратить попадание твердых отходов в ограждающий корпус.

Приведенное выше подробное описание представляет настоящее изобретение со ссылкой на конкретные примерные варианты осуществления. Однако следует понимать, что различные модификации и изменения можно осуществить без выхода за пределы объема настоящего изобретения, как определено в прилагаемой формуле изобретения. Подробное описание и сопровождающие его чертежи следует рассматривать исключительно как иллюстративные, а не ограничительные, и все указанные модификации или изменения, если они существуют, предназначены для включения в объем настоящего изобретения, который описан и определен в настоящем документе. Более конкретно, хотя иллюстративные примерные варианты осуществления настоящего изобретения описаны в настоящем документе, настоящее изобретение не ограничено указанными вариантами осуществления, но включает любые и все варианты осуществления, имеющие модификации, исключения, сочетания (например, аспектов в рамках различных вариантов осуществления), приспособления и/или изменения, которые будут оценены специалистами в данной области техники на основании приведенного выше подробного описания. Ограничения в формуле изобретения следует истолковывать в широком смысле на основании терминологии, используемой в формуле изобретения, и отсутствует ограничение примерами, представленными в приведенном выше подробном описании, или в процессе ведения дела по данной заявке, причем указанные примеры следует рассматривать в качестве неисключительных. Любые стадии, перечисленные в каком-либо способе или формуле изобретения на способ, могут осуществляться в любом порядке и не ограничиваются порядком, представленным в формуле изобретения. Ограничения типа "средство плюс функция" или "стадия плюс функция" будут использоваться, если для определенного ограничения формулы изобретения все из следующих условий присутствуют в указанном ограничении: а) определено приводится формулировка "средство для" или "стадия для"; и б) определено приводится соответствующая функция. Структура, материал или действия, которые поддерживают формулу "средство плюс функция", определено содержатся в описании в настоящем документе. Соответственно, объем настоящего изобретения следует определять исключительно по прилагаемым пунктам формулы изобретения и их юридическим эквивалентам, а не по описаниям и примерам, приведенным выше.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Трубопроводная система для поддержания соединения по текучей среде между источником текучей среды и подвижным трубопроводом, погруженным в оседающий проницаемый пласт, содержащая источник текучей среды для подачи рабочей текучей среды через его выпускное отверстие, расположенный за пределами проницаемого пласта; подвижный трубопровод для приема рабочей текучей среды через его выпускное отверстие, погруженный на глубину в оседающий проницаемый пласт; и множество сочлененных участков трубопровода, содержащих внешний участок трубопровода, имеющий рабочее соединение с выпускным отверстием источника текучей среды посредством первого одноосного шарнирного сочленения труб; внутренний участок трубопровода, имеющий рабочее соединение с выпускным отверстием трубопровода посредством второго одноосного шарнирного сочленения труб; и по меньшей мере один средний участок трубопровода, осуществляющий рабочее соединение внешнего и внутреннего участков, соответственно, посредством по меньшей мере одного одноосного шарнирного сочленения труб для установления рабочего соединения для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом, при этом оседание проницаемого пласта вызывает относительное смещение между выпускным отверстием источника текучей среды и выпускным отверстием трубопровода, которое перпендикулярно продольным осям указанных выпускного и выпускного отверстий, обеспечивая поворот внешнего и внутреннего участков трубопровода в противоположных направлениях для удлинения системы соединения трубопровода при поддержании рабочего соединения для текучей среды между выпускным отверстием источника текучей среды и выпускным отверстием трубопровода.

2. Система по п.1, в которой одноосные шарнирные сочленения труб дополнительно содержат резьбовые соединения труб.

3. Система по п.1, дополнительно содержащая ограждающий корпус, окружающий множество сочлененных участков трубопровода и имеющий шибберную панель рядом с выпускным отверстием трубопровода для предотвращения внедрения проницаемого пласта внутрь ограждающего корпуса.

4. Система по п.1, в которой рабочая текучая среда представляет собой теплопередающую текучую среду, источник текучей среды представляет собой источник тепла для подачи теплопередающей текучей

чей среды, и подвижный трубопровод представляет собой теплопровод для получения теплопередающей текучей среды.

5. Система по п.4, в которой теплопередающая текучая среда выбрана из группы, состоящей из нагретого выхлопного газа, нагретого воздуха, пара, паров углеводородов и нагретой жидкости.

6. Система по п.4, в которой теплопередающая текучая среда нагревается до температуры 200-1000°F (94-538°C).

7. Система по п.1, в которой направление потока рабочей текучей среды является обратным и выпускное отверстие подвижного трубопровода, погруженного на глубину в оседающий проницаемый пласт, подает рабочую текучую среду через множество сочлененных участков трубопровода во впускное отверстие системы сбора, расположенное за пределами сооруженной, контролирующей проницаемость инфраструктуры.

8. Система по п.7, в которой проницаемый пласт представляет собой углеводородный материал и рабочая текучая среда представляет собой добываемые газообразные углеводороды, извлекаемые из проницаемого пласта углеводородного материала.

9. Система по п.7, в которой проницаемый пласт представляет собой углеводородный материал и рабочая текучая среда представляет собой добываемые жидкие углеводороды, извлекаемые из проницаемого пласта углеводородного материала.

10. Способ соединения источника текучей среды и подвижного трубопровода, погруженного в оседающий проницаемый пласт, содержащегося в пределах сооруженной, контролирующей проницаемость инфраструктуры, содержащий следующие стадии:

размещение источника текучей среды для подачи рабочей текучей среды через его выпускное отверстие, расположенное за пределами сооруженной, контролирующей проницаемость инфраструктуры;

погружение подвижного трубопровода для приема рабочей текучей среды через его впускное отверстие на глубину в оседающий проницаемый пласт, содержащийся в контролирующей инфраструктуре;

формирование соединения по текучей среде между источником тепла и трубопроводом посредством множества сочлененных участков трубопровода, содержащих внешний участок трубопровода, имеющий рабочее соединение с выпускным отверстием источника текучей среды посредством первого одноосного шарнирного сочленения труб, внутренний участок трубопровода, имеющий рабочее соединение с впускным отверстием трубопровода посредством второго одноосного шарнирного сочленения труб, и по меньшей мере один средний участок трубопровода, осуществляющий рабочее соединение внешнего и внутреннего участков, соответственно, посредством по меньшей мере одного одноосного шарнирного сочленения труб для установления рабочего соединения для текучей среды между источником текучей среды и подвижным трубопроводом, при этом оседание проницаемого пласта вызывает относительное смещение между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода, которое перпендикулярно продольным осям указанных выпускного и впускного отверстий, обеспечивая поворот внешнего и внутреннего участков трубопровода в противоположных направлениях для удлинения системы соединения трубопровода при поддержании рабочего соединения для текучей среды между выпускным отверстием источника и впускным отверстием трубопровода.

11. Способ по п.10, в котором одноосные шарнирные сочленения труб дополнительно содержат резьбовые соединения труб.

12. Способ по п.10, дополнительно содержащий обеспечение ограждающего корпуса, окружающего множество сочлененных участков трубопровода, который имеет шиберную панель рядом с впускным отверстием трубопровода для предотвращения внедрения проницаемого пласта внутрь ограждающего корпуса.

13. Способ по п.10, в котором рабочая текучая среда представляет собой теплопередающую текучую среду, источник текучей среды представляет собой источник тепла для подачи теплопередающей текучей среды, и подвижный трубопровод представляет собой теплопровод для получения теплопередающей текучей среды.

14. Способ по п.13, в котором теплопередающая текучая среда выбрана из группы, состоящей из нагретого выхлопного газа, нагретого воздуха, пара, паров углеводородов и нагретой жидкости.

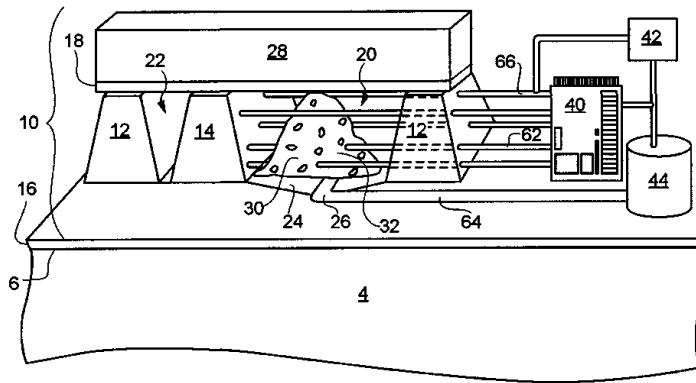
15. Способ по п.13, в котором теплопередающая текучая среда нагревается до температуры 200-1000°F (94-538°C).

16. Способ по п.10, в котором направление потока рабочей текучей среды является обратным, и выпускное отверстие подвижного трубопровода, погруженного на глубину в оседающий проницаемый пласт, подает рабочую текучую среду через множество сочлененных участков трубопровода во впускное отверстие системы сбора, расположенное за пределами сооруженной, контролирующей проницаемость инфраструктуры.

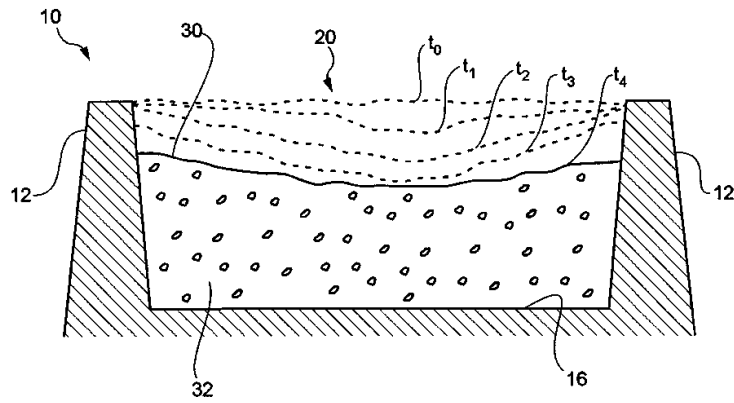
17. Способ по п.16, в котором проницаемый пласт включает в себя углеводородный материал, и рабочая текучая среда представляет собой добываемые газообразные углеводороды, извлекаемые из проницаемого пласта углеводородного материала.

18. Способ по п.16, в котором проницаемый пласт включает в себя углеводородный материал и рабочая текучая среда представляет собой добываемые жидкие углеводороды, извлекаемые из проницаемого

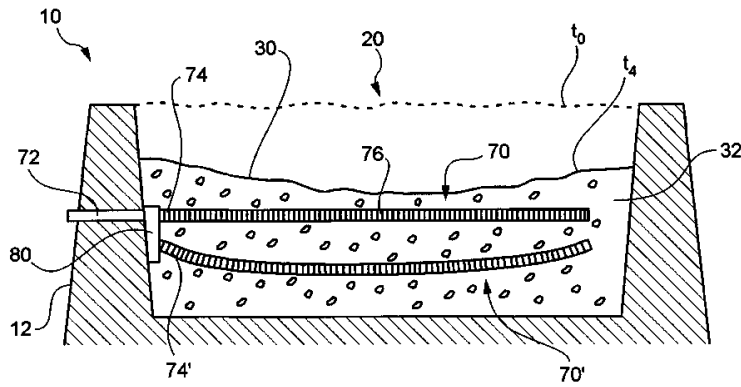
пласта углеводородного материала.



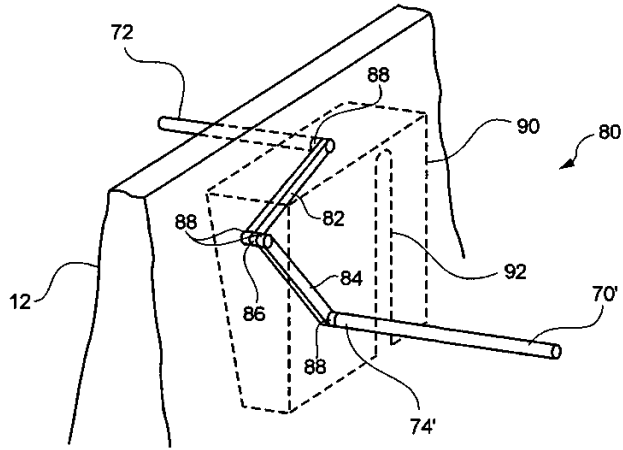
Фиг. 1



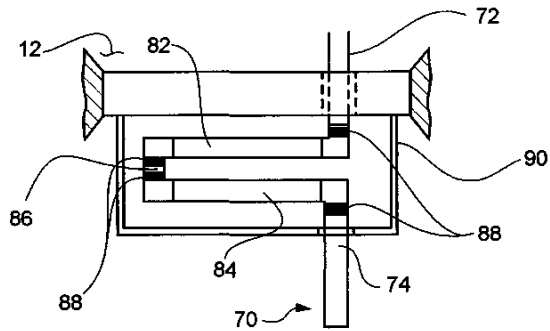
Фиг. 2



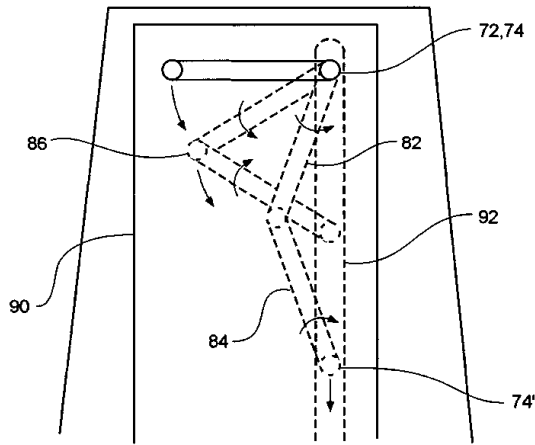
Фиг. 3



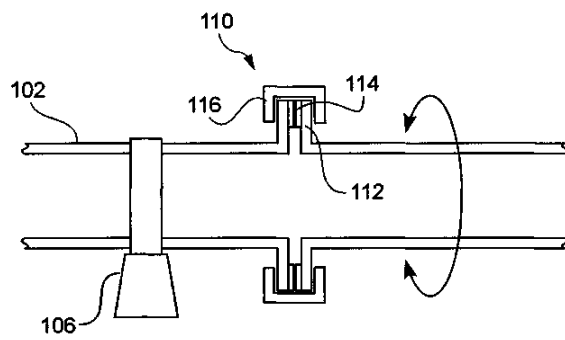
Фиг. 4а



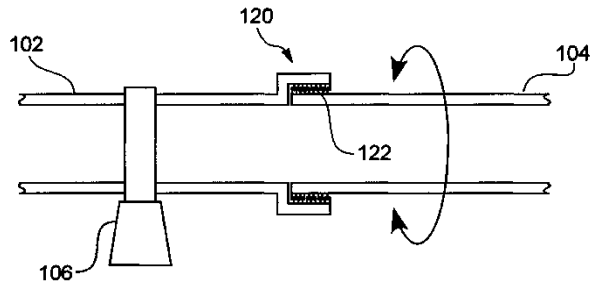
Фиг. 4б



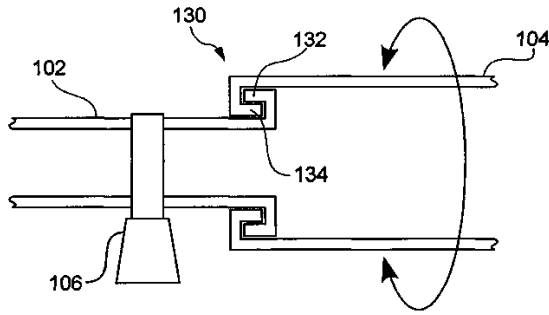
Фиг. 4с



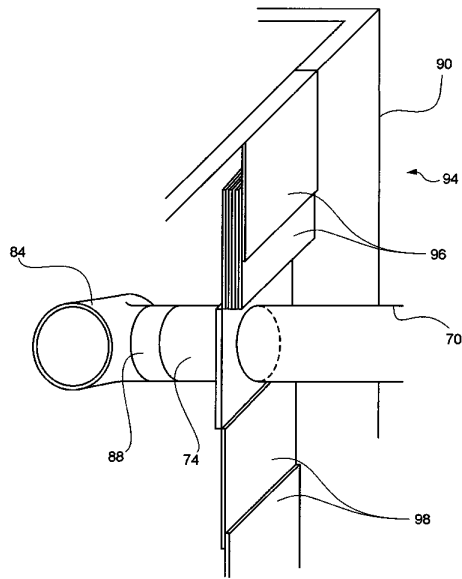
Фиг. 5а



Фиг. 5b



Фиг. 5c



Фиг. 6

