

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202091880 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.10.26

(22) Дата подачи заявки
2019.02.07

(51) Int. Cl. *E21B 28/00* (2006.01)
E21B 43/00 (2006.01)
E21B 44/00 (2006.01)
E21B 19/06 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

(31) 62/627,310; 62/659,825; 16/263,136

(32) 2018.02.07; 2018.04.19; 2019.01.31

(33) US

(86) PCT/US2019/017014

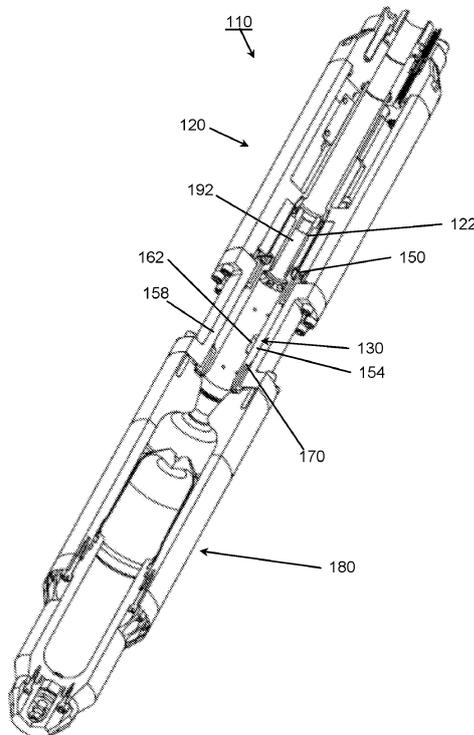
(87) WO 2019/157155 2019.08.15

(71) Заявитель:
ХАЙДРОАКУСТИКС ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Вальтерра Роберт Д., Озимек Марк
Дж., Систо Юджин (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Устройство для генерирования звуковых волн в среде для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте, данное устройство является функционирующим посредством отдельной подвижной части - центрального ротора, где ротор дополнительно включает "трубопровод", через который проходит подаваемая текучая среда.



202091880
A1

202091880
A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-564283EA/032

УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

[0001] По настоящей заявке испрашивается приоритет в соответствии с разделом 35 Кодекса законов США § 119(e) по следующим предварительным заявкам на патент заявителя Hydroacoustics, Inc.: Предварительная заявка на патент США № 62/627310 УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ от R. Valtierra и др., поданная 7 февраля 2018 г.; и Предварительная заявка на патент США № 62/659825 УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ от R. Valtierra, поданная 19 апреля 2018 г.; а также испрашивается приоритет в соответствии с разделом 35 Кодекса законов США § 120 по одновременно рассматриваемой заявке на патент США № 16/263136 ДАТЧИК ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ И СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СТАНКА-КАЧАЛКИ от R. Valtierra и др., поданной 31 января 2019 г., все из вышеуказанных заявок включены в настоящий документ посредством ссылки во всей их полноте.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0002] Раскрытые системы и способы направлены на генерирование звуковых волн. Скважинное устройство для добычи нефти предоставляет сейсмический источник, чтобы улучшить добычу нефти. Системы и способы, раскрытые в данном документе, улучшают добычу нефти посредством вибрационного стимулирования, например, чтобы уменьшить капиллярные силы и стимулировать степень перемещения и объединение нефти, удерживаемой в пласте внутри пористой среды нефтяного пласта.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ И СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] После того, как нефтяная скважина была в эксплуатации в течение некоторого времени, ее производительность часто уменьшается до точки, при которой функционирование скважины является минимальным или экономически нецелесообразным. Имеет место часто случай, однако, что значительные количества сырой нефти остаются в грунте в областях этих непродуктивных скважин, однако не могут быть освобождены посредством обычных технологий. Часто рассматриваются способы для эффективного увеличения продуктивности скважины, при условии, что они могут быть выполнены экономически эффективным образом. Часто ствол скважины может служить в качестве скважины для инъекции или контрольной скважины и может предоставлять возможность введения в забой скважины генератора сейсмической волны давления при гидравлическом ударе.

[0004] Многие способы были раскрыты для улучшения эффективности добычи нефти, включающие те, что были раскрыты в патенте США 8113278, авторы DeLaCroix и др., под названием «СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ УЛУЧШЕННОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕНЕРАТОРА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ IN-SITU» (14 февраля 2012), который тем самым включен посредством ссылки во всей его полноте. Тем не менее, большие объемы углеводородов остаются в пластах, обогащенных нефтью, после второго, или даже третьего из способов извлечения, которые были применены. Полагают,

что основным фактором, вызывающим удержание углеводородов в таких пластах, является невыполнимость приложения непосредственных достаточных сил давления к каплям углеводородов, остающихся в поровых пространствах пластов. Обычную добычу нефти типично выполняют в виде двухуровневого процесса, первичный или первоначальный способ зависит от естественного потока или выкачивания нефти внутри ствола скважины до истощения. Как только свободно протекающая нефть была удалена, требуется второй метод. По существу несмешивающуюся текучую среду, такую как вода, нагнетают в нагнетательную скважину, чтобы промыть нефть, содержащуюся в пласте в эксплуатационной скважине. В прошлом, не было рентабельным улучшение третьего способа или улучшенных способов добычи нефти (также называемых как EOR (способы повышения нефтеотдачи пласта)), даже если вплоть до семидесяти процентов общего объема нефти могло еще оставаться в оставленной нефтяной скважине после применения обычных технологий добычи нефти.

[0005] Другая технология, которая была применена, чтобы увеличить извлечение нефти, применяет введение низкочастотной колебательной энергии. Низкочастотные колебания от поверхности или скважинных источников были применены, чтобы влиять на извлечение жидких углеводородов из подземных пластов. Этот тип колебаний, при номинальных частотах по существу менее чем 1 кГц, в литературе называется как звуковое, акустическое, сейсмическое, продольноволновое или упруговолновое возбуждение скважины. Например, возбуждение посредством низкочастотных колебаний эффективно применяли, чтобы улучшать добычу нефти из обводненных пластов. Примеры из литературы также показывают, что низкочастотное возбуждение может ускорять или улучшать максимальную добычу нефти. Пояснения в отношении того, почему низкочастотное возбуждение создает различие, варьируются, тем не менее, полагают, что введение колебательной энергии вызывает объединение капель нефти и восстановление непрерывной нефтяной фазы вследствие смещения капель нефти из пласта, так что они могут объединяться и коалесцировать. Дополнительно полагают, что звуковые волны уменьшают капиллярные силы посредством изменения поверхности и межфазных натяжений, и посредством этого высвобождают капли и/или предоставляют им возможность коалесцировать. Например, Патент США № 5184678, авторы Pechkov et al., изданный 9 февраля 1993 г., раскрывает способ и устройство для стимулирования добычи текучей среды в действующей эксплуатационной скважине при применении излучателя энергии звуковой волны, расположенном в стволе скважины внутри продуктивной зоны. Однако, Pechkov лишь предоставляет информацию, что ультразвуковое излучение удаляет тонкие мелкие фракции и уменьшает вязкость скважинной текучей среды вблизи перфорационных отверстий посредством перемешивания, увеличивая тем самым производство текучей среды из добывающей скважины.

[0006] Ультразвуковые волны могут улучшать и/или ускорять добычу нефти из пористой среды. Проблема с ультразвуковыми волнами заключается в том, что по

существу, глубина проникновения или расстояние, на которое ультразвуковые волны могут перемещаться в пласт от источника, ограничено до величины не более чем несколько футов, тогда как низкочастотные или звуковые волны могут по существу перемещаться на протяжении сотен или тысяч футов через пористую породу. Наряду с тем, что способы и устройства для звукового возбуждения, чтобы улучшить протекание жидкого углеводорода, достигли некоторых успехов в стимулировании или улучшении добычи жидких углеводородов из подземных пластов, излучатели энергии звуковой волны, применяемые до настоящего времени, не обладают по существу достаточной акустической мощностью, чтобы предоставлять значительную импульсную волну. Соответственно, остается неудовлетворенная потребность в улучшенных способах и устройствах, которые применяют энергию звуковой волны, чтобы стимулировать или улучшать добычу жидких углеводородов из подземных пластов. Энергию звуковой волны эмитируют из излучателя энергии звуковой волны в форме волн давления, которые проходят через жидкие углеводороды в пласт, с тем результатом, что подвижность жидкого углеводорода улучшена, и он протекает более свободно к стволу скважины. В качестве определения «упруговолновое» является специфическим типом волны, которая распространяется внутри упругих или вязкоупругих материалов. Упругость материала способствует распространению волны, и когда такие волны имеют место в недрах, их по существу называют сейсмическими волнами.

[0007] Величина баррелей нефти и потребность в нефти создает большой интерес к третьим способам улучшения добычи нефти, чтобы дополнительно увеличить потенциальную добычу нефти посредством восстановления пригодности старых скважин, даже включающих те, которые были закрыты вследствие высокой доли воды по сравнению с объемом общей добытой нефти, что по существу называют обводненностью нефти. Основная цель улучшенной добычи нефти является предоставление средства, чтобы инициировать поток предварительно уловленной нефти посредством эффективного увеличения относительной проницаемости пласта с внедренной нефтью и уменьшения вязкости и поверхностного натяжения нефти. Многочисленные технологии, улучшающие добычу нефти, в настоящее время осуществляются на практике в области, включающей термодинамику, химию и механику. Некоторые из этих способов были найдены как являющиеся коммерчески целесообразными при разной степени успешности и ограничений. Нагревание нефти посредством пара проявляло себя как эффективное средство, чтобы уменьшать вязкость, при условии, что имеется легкий доступ к энергии пара, и расходы для более чем половины нефти в настоящее время восстановлены. Применение химических поверхностно-активных веществ и растворителей, таких как CO_2 , чтобы уменьшать поверхностное натяжение и вязкость, наряду с тем, что они являются эффективными, они не применяются широко вследствие стоимости, загрязнения и экологических проблем. Однако, сейсмическое возбуждение не имеет любых из вышеуказанных ограничений и продолжает рассматриваться как эффективный метод, улучшающий добычу нефти.

[0008] Низкочастотные колебания пласта горных пород, как полагают, способствуют улучшенной добыче нефти посредством (i) уменьшения капиллярных сил, (ii) снижения адгезии между горными породами и текучими средами и (iii) вызывания объединения капель нефти и делают возможным их протекание внутри нагнетаемой воды. Исследования в Лос-Аламосской национальной лаборатории (Los Alamos National Laboratory), выполненные Peter Roberts, показали, что этот способ может увеличивать добычу нефти на протяжении значительно больших областей пласта при существенно более низких затратах, чем другие способы возбуждения, улучшающие добычу нефти.

[0009] Системы и способы, раскрытые в данном документе, предоставляют низкозатратное третье решение, чтобы способствовать улавливанию нефти, которая ранее была нерентабельной для извлечения. Поэтому, основной целью описанных здесь вариантов осуществления является включение применения скважинных вибрационных сейсмических источников, которые могут генерировать упруговолновое вибрационное стимулирование внутри ранее оставленного нефтяного месторождения для того, чтобы извлекать неподвижную нефть. Посредством применения устройства для генерирования звуковых волн, дополнительную добычу нефти стимулируют внутри нефтяного месторождения при контакте текучей среды со стволом скважины, в котором источник звуковых волн может быть размещен.

[0010] В соответствии с описанными вариантами осуществления, раскрыт источник электрогидравлической сейсмической волны давления, сконфигурированный в качестве устройства для добычи нефти. Функционирование раскрытого устройства для добычи нефти облегчено посредством уменьшения механической сложности устройства, наряду с улучшением при этом его общей надежности. Улучшения включают интегрирование безрамного двигателя в устройство, где двигатель специально сконструирован, чтобы функционировать в водонасыщенной окружающей среде. Ротор двигателя непосредственно присоединен к приводу поворотного клапана, который обуславливает создание сейсмической волны. Клапан сконструирован с по меньшей мере одним и возможно несколькими отверстиями для высвобождения сейсмической энергии. В одном варианте осуществления устройство для добычи нефти может включать меньшие отверстия вдоль его длины, чтобы реализовывать конусообразную гидравлическую опору. Посредством гидравлической опоры клапан применяет воду под давлением в качестве «опорного» материала, чтобы уменьшать трение, и может тем самым устранять необходимость в изготовленных по заказу механических опорах. Посредством связанных ротора и клапана, и гидравлической опоры, устройство существенным образом уменьшено до единственной подвижной (вращающейся) части. Дополнительно, ротор спроектирован с полым валом, который, когда он присоединен к клапану, предоставляет прямой путь для воды под давлением, поступающей в устройство, чтобы протекать к клапану. Это предоставляет возможность увеличенного потока текучей среды и уменьшения возможной кавитации (пузырьков, образуемых в воде). Дополнительная вода проходит в статор двигателя и вокруг него, предоставляя охлаждение двигателя во время

функционирования устройства. Дополнительно, объединение безрамного, водонасыщенного двигателя делает возможным для устройства быть уменьшенным в диаметре по сравнению с предшествующими устройствами для нисходящей скважины, предоставляя тем самым возможность улучшения в большем интервале диаметров ствола скважины, начиная от приблизительно 4 дюймов (1,016 дм).

[0011] Описанное в вариантах осуществления в данном документе является устройством для добычи нефти для передачи волновой сейсмической энергии волны в нефтяном пласте, в форме волны, таким образом, чтобы изменять капиллярные силы остаточной нефти, содержащим: корпус; источник текучей среды под давлением; и безрамный, бесщеточный двигатель, функционально расположенный внутри указанного корпуса, чтобы принимать текучую среду под давлением и генерировать сейсмические волны.

[0012] Дополнительно раскрытым в вариантах осуществления в данном документе является устройство для генерирования звуковых волн в среде для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте, содержащее: удлиненный и по существу цилиндрический корпус, выполненный с возможностью прохождения через ствол скважины; аккумулятор; источник текучей среды под давлением; секцию передачи энергии, где секция передачи энергии может включать клапан передачи давления и дополнительно включать безрамный двигатель; ротор с полым валом, имеющий выпускное отверстие; и статор, имеющий соответствующее выпускное отверстие, посредством чего энергию текучей среды перемещают после совмещения указанных отверстий ротора и статора, где безрамный двигатель функционально соединен с ротором с полым валом, и где текучая среда проходит посредством этого к аккумулятору; и клапан передачи давления, где текучую среду под давлением сохраняют внутри указанного аккумулятора и затем перемещают, посредством чего высвобождают энергию сейсмической волны через отверстия в текучую среду, окружающую устройство.

[0013] Также раскрытым в данном документе является способ генерирования энергии давления сейсмической волны в нефтенасыщенных пластах, включающий: размещение генератора звуковых волн в контакте с текучей средой в пласте; аккумулялирование энергии давления текучей среды в генераторе звуковых волн; и периодическое высвобождение и перемещение энергии давления посредством указанного генератора, чтобы создать энергию волны, которая перемещается посредством текучей среды в пористую среду пластов, где высвобождение и перемещение энергии выполняется посредством безрамного двигателя, приводящего в действие поворотный клапанный генератор, указанный клапанный генератор применяет полый вал для прохождения текучей среды, посредством чего относительная взаимосвязь выпускных отверстий как на роторе, так и на статоре, в генераторе текучей среды контролирует выпуск и передачу систематических пульсовых колебаний давления, чтобы создавать сейсмическую волну давления.

[0014] Дополнительно раскрытой в данном документе является система добычи

нефти для улучшения извлечения нефти в пласте, включающая: источник текучей среды под давлением; погружное устройство для добычи нефти для передачи энергии сейсмической волны в нефтяном пласте, в форме волны, таким образом, чтобы изменять капиллярные силы остаточной нефти в этом месте, содержащее корпус; и безрамный, бесщеточный двигатель, функционально расположенный в указанном корпусе, чтобы принимать жидкость или газ под давлением и генерировать сейсмические волны; и систему контроля, выполненную с возможностью мониторинга и контролирования компонентов системы, включающих по меньшей мере устройство для добычи нефти и источник текучей среды под давлением для того, чтобы создавать сейсмические волны в пласте.

[0015] Также раскрытой в данном документе является система для генерирования звуковых волн в среде для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте, содержащая: источник текучей среды под давлением, где указанный источник текучей среды под давлением включает ёмкость с возобновляемой текучей средой и систему создания давления для поддержания повышенного давления текучей среды из указанной ёмкости и пропускания текучей среды под давлением через трубопровод, заканчивающийся на противоположном конце устройства для добычи нефти, указанное устройство для добычи нефти содержит удлиненный и по существу цилиндрический корпус, выполненный с возможностью прохождения через ствол скважины; аккумулятор; секцию передачи энергии, включающую безрамный двигатель, ротор с полым валом, имеющий выпускное отверстие, и статор, имеющий соответствующее выпускное отверстие, посредством чего энергия текучей среды перемещается при совмещения указанных отверстий ротора и статора, где безрамный двигатель функционально соединен с ротором с полым валом, и где текучая среда проходит посредством этого к аккумулятору; клапан передачи давления, где жидкость или газ под давлением сохраняют внутри указанного аккумулятора и затем перемещают, посредством чего высвобождают энергию сейсмической волны через отверстия в текучую среду, окружающую устройство; и систему контроля, выполненную с возможностью мониторинга и контролирования по меньшей мере устройства для добычи нефти и источника текучей среды под давлением для того, чтобы создавать сейсмические волны в пласте.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0016] Фиг. 1-3 являются передними, боковыми и верхними иллюстрациями варианта осуществления устройства для добычи нефти;

Фиг. 4 и 5 являются, соответственно, видами поперечного сечения Фиг. 1 и 2 вдоль линий А-А и В-В;

Фиг. 6 и 7 являются, соответственно, видами поперечного сечения Фиг. 4 и 5 вдоль линий и ;

Фиг. 8 является иллюстрацией с частично вырезкой варианта осуществления устройства для добычи нефти;

Фиг. 9 и 10 являются увеличенными, изображенными в разрезе иллюстрациями

альтернативных вариантов осуществления для сборки двигателя и частей отверстий устройства для добычи нефти;

Фиг. 11-13 являются иллюстрациями различных компонентов для типичного приводного двигателя для устройства для добычи нефти по Фиг. 1, при Фиг. 12, изображающей поперечное сечение вдоль линий А-А Фиг. 11;

Фиг. 14-17 являются иллюстрациями различных вариантов осуществления и применения для датчика на основе эффекта Вентури в соответствии с раскрытыми системой и способом;

Фиг. 18-19 иллюстрируют, соответственно, примеры способа установки датчика Вентури и схемы для мониторинга и контроля для включения датчика в станок-качалку скважинной системы;

Фиг. 20-24 иллюстрируют графики типичных данных для давления и емкостного сопротивления, представленных описанными раскрытыми датчиком и системой контроля; и

Фиг. 25-27 предоставляют схематические иллюстрации типичных системы и способа добычи нефти при применении датчиков Вентури и устройства для добычи нефти в соответствии с вариантом осуществления раскрытой системы добычи нефти.

[0017] Различные варианты осуществления, описанные в данном документе, не предназначены для ограничения раскрытия изобретения посредством этих описанных вариантов осуществления. Напротив, целью является охватывание всех вариантов, модификаций и эквивалентов, которые могут быть включены в сущность и объем различных вариантов осуществления и эквивалентов, представленных ниже. Для общего понимания, ссылка сделана на чертежи. В чертежах, аналогичные ссылки были использованы на протяжении обозначенных идентичных или подобных элементов. Следует также заметить, что чертежи могут не быть растянутыми до масштаба, и что определенные области могут быть преднамеренно растянутыми непропорционально, таким образом, что детали и аспекты могут быть отображены должным образом.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0018] Варианты осуществления устройства для ранней добычи нефти (ОРТ), применяющие текучую среду под давлением, высвобожденную в виде импульсов, как описано в данном документе. Такие устройства требуют применения комплексных механических компонентов и внутренних путей протекания текучей среды, опор с уплотнениями, чтобы предоставлять текучую среду в устройство и чтобы создавать подходящую сейсмическую энергию или волны. Более ранние устройства также требовали отдельного(ых) насоса(ов), для того, чтобы отбирать и сжимать текучую среду.

[0019] Устройство для добычи нефти

[0020] Варианты осуществления устройства 110 для добычи нефти, описанные в данном документе, могут быть применены для передачи энергии сейсмической волны (например, в форме волны) в нефтяном пласте, чтобы тем самым изменить капиллярные

силы остаточной нефти. Устройство содержит: корпус 112; источник текучей среды под давлением 114 и электрическую энергию. И, как описано по отношению к Фиг. 1-13, корпус объединяет безрамный, бесщеточный двигатель, функционально расположенный в корпусе, чтобы принимать текучую среду под давлением и вращать ротор по отношению к статору и совмещать соответствующие отверстия в них, генерировать сейсмические волны.

[0021] В соответствии с улучшенными вариантами осуществления, изображенными на Фиг. 1-13, проиллюстрирован источник электрогидравлической сейсмической волны давления, сконфигурированный в качестве устройства 110 для добычи нефти. Функционирование раскрытого устройства 110 для добычи нефти облегчено посредством уменьшения механической сложности устройства, наряду с улучшением при этом его общей надежности. Улучшения включают интегрирование сборки безрамного двигателя 120 в устройство, где двигатель специально сконструирован, чтобы функционировать в водонасыщенной окружающей среде. Ротор 122 двигателя непосредственно присоединен к сборке 130 ротора поворотного клапана, которая обуславливает создание сейсмической волны. Сборка клапана сконструирована с многочисленными отверстиями 134 (166) для высвобождения сейсмической энергии, и с добавлением меньших отверстий 136 вдоль ее длины, чтобы обеспечивать конусообразную гидравлическую опору. Отверстия имеют щелевидную форму в поперечном сечении, однако могут также иметь такие формы, как круговые, квадратные вырезы, и т.п., для того, чтобы изменить профиль и характеристики генерированной сейсмической волны.

[0022] Ротор 122 сборки клапана может поддерживаться для вращения по отношению к окружающему статору при применении любого из ряда возможных приспособлений для поддержания, включающих материалы, не создающие трения, такие тефлон (Teflon®), чтобы поддерживать поверхности ротора. Также предусмотрены изготовленные по специальным техническим требованиям роликовые опоры, использующие обычные внутренние и внешние кольца, поддерживаемые шариками или роликами, и включающие уплотнения, чтобы уменьшать трение вследствие загрязнения опоры. В другом варианте осуществления, гидравлическая опора клапана применяет воду под давлением (от источника 114, протекающей через сборку двигателя 120 и ротор 154) в качестве «опорного» материала, чтобы уменьшать трение и тем самым устранять необходимость в изготовленных по заказу механических опорах и связанных уплотнениях. Посредством сборки связанных ротора и клапана и гидравлической опоры, устройство существенным образом уменьшено до единственной подвижной (вращающейся) части - ротора 154 клапана сборки, приводимого в действие посредством присоединенного ротора 122 безрамного двигателя 120. Дополнительно, оба ротора спроектированы с полым валом или сердечником 126, который, когда он присоединен к клапану сборки, предоставляет прямой путь для поступающей воды под давлением, поступающей в устройство 110, чтобы протекать через двигатель к клапану сборки и аккумулятору 180. Это предоставляет возможность увеличенного потока текучей среды и

уменьшения возможной кавитации (пузырьков, образуемых в воде). Дополнительная вода проходит в статор двигателя и вокруг него (например, в проходах 116 на Фиг. 9-10), предоставляя охлаждение двигателя во время функционирования устройства. Дополнительно, объединение безрамного, водонасыщенного двигателя делает возможным для внешнего корпуса 112 устройства быть уменьшенным в диаметре по сравнению с предшествующими конструкциями устройства, тем самым предоставляя возможность данному варианту осуществления быть примененным внутри скважин меньшего диаметра, с диаметрами скважины, начиная от таких малых, как приблизительно 4,0 дюйма (1,016 дециметра).

[0023] При обращении к Фиг. 1, 4-5 и 8-10 в частности, они отображают иллюстрации поперечного сечения и перспективного изображения устройства 110 для добычи нефти (ОРТ) вариантов осуществления и собранных механических компонентов. Конкретные компоненты обозначены и включают, например, сборку двигателя 120, верхнюю опорную поверхность 150, ротор 154, статор 158, отверстие или проход 162 ротора, отверстие или проход 166 статора, нижнюю опорную поверхность 170 и аккумулятор давления 180. Из Фиг. 1-10 можно видеть, каким образом сборка двигателя и поворотного клапана функционально связаны совместно в единую вращающуюся часть, и как они плотно объединены в устройство 110.

[0024] Принимая во внимание Фиг. 9 и 10, отображенными на них являются увеличенные виды сборки двигателя 120 в двух альтернативных вариантах осуществления устройства 110. Показаны статор 156 и ротор 122 двигателя, и ротор вращается внутри статора. Сопряжение 128 клапана 130 отображено вместе со специализированным винтом 190 с резьбой, который присоединяет двигатель ротора к клапану. Как более подробно проиллюстрировано на Фиг. 11-13, ротор включает сердечник, окруженный постоянными магнитами 127. Ротор вращается внутри статора. В одном варианте осуществления статор включает обмотки двигателя, которые принимают мощность для управления функционированием двигателя от поверхности посредством проводов, проходящих через переборку. В варианте осуществления, проиллюстрированном на Фиг. 1-8, для того, чтобы увеличить скважинный интервал (глубину) устройства 110, контроллер 194 двигателя может также быть включен в корпус устройства таким образом, что электрические соединения с поверхностью требуются лишь, чтобы включать снабжение энергией и управляющие сигналы. Контроллер 194 числа оборотов двигателя является частью небольшой печатной платы или подобной электронной сборки, которая выполнена с возможностью установки в корпусе 112, и сборка двигателя 120 соединена с контроллером и питается им посредством проводов 196.

[0025] При ссылке на Фиг. 10, проиллюстрирована альтернативная конструкция секции сборки двигателя 120 устройства 110. В альтернативной конструкции, определенные компоненты модифицированы или добавлены, некоторые для того, чтобы адаптировать устройство 110 к высоким давлениям в соответствии с глубиной вытянутой скважины. Модификации дополнительно служат, чтобы предотвращать водоприток в

камеру контроллера и устранять эрозию герметизирующего материала, вызванную жидкостью под давлением. Некоторые из изменений включают статор 158, который больше не адаптирован на месте. Также, O-кольца 152 являются увеличенными (например, более длинными и/или более толстыми), чтобы обеспечивать более высокие рабочие давления вплоть до 4000 фунтов/кв. дюйм (27,6 МПа), и чтобы предоставлять увеличенное изолирование статора двигателя от корпуса и окружающих компонентов. Сборка двигателя 120 может включать более длительную или вытянутую титановую втулку 144, необходимую, чтобы обеспечивать дополнительное изолирование O-колец 152, расположенных на верхней и нижней части камеры статора двигателя. Статор 156 сборки двигателя 120 также смещен в верхнее положение посредством прокладки 146, прижатой нижним концом статора посредством волнистой пружины 148, опирающейся на выступ 150. Кольцеобразные прокладки 146 дополнительно защищают герметизирующий материал двигателя от повреждения посредством волнистой пружины 148, посредством распределения подпружинивания, и тем самым уменьшая вибрацию и пульсирование, передаваемые непосредственно от пружины к герметизирующему материалу.

[0026] При обращении внимания к винту 190, полный аспект винта может быть виден, чтобы иллюстрировать проход 192 для воды, подаваемой к клапану непосредственно через двигатель. Отображенный красным является обычный соединитель стоечного типа 198. применяемый электрический маршрут от двигателя вне устройства 110.

[0027] При обращении затем к Фиг. 11-12, отображенными в них являются детали сборки безрамного двигателя 120. Имеются внутренние (например, из титана) и внешние (например, из нержавеющей стали) металлические «оболочки» 144, 222 и 224 соответственно, размещенные смежным образом со статором 158 наряду с герметизирующей смолой 230, чтобы защищать двигатель от износа окружающей средой, коррозии и нагрузки, создаваемой высоким давлением воды, истирания вводимым потоком воды, и т.п. Как предварительно замечено в отношении варианта осуществления по Фиг. 10, статор двигателя 158 может быть изолирован от варианта осуществления посредством O-кольцеобразного уплотнительного кольца 152.

[0028] Таким образом, устройство 110 для добычи нефти является устройством для генерирования акустических/сейсмических волн в среде для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте. Описанные варианты осуществления устройства 110 для добычи нефти включают: удлиненный и по существу цилиндрический корпус 112, выполненный с возможностью прохождения через ствол скважины (не показано). Корпус может быть изготовлен из одного материала или комбинации материалов, включающих нержавеющую сталь (304, 409 или 2507) или плакированную сталь (например, с никелевым покрытием, полученным методом химического восстановления, бороникелевым покрытием или SeaTEC 100). Устройство включает аккумулятор 180 для аккумуляирования пласта текучей среды под давлением, например, от поверхностного источника. В одном варианте осуществления аккумулятор 180 включает коммерчески доступные компоненты,

такие как резиновый пузырь, который разделяет пульсации от источника подачи давления. Наряду с тем, что различные технологии могут быть применены, чтобы предоставлять аккумулятор, чтобы собирать текучую среду под давлением для высвобождения через отверстия, в одном варианте осуществления устройства, давление высвобождается несколько раз (например, дважды) во время каждого полного вращения (360°) ротора 122; где отверстия по существу закрыты, однако открыты для приблизительно $5^\circ - 15^\circ$ каждого полуоборота. Эффективная площадь порта или отверстия (например, осевой длине \times ротационной длине), находится в соединении с размером аккумулятора давлением текучей среды, обуславливая перепад давления, и связанную энергию звуковой волны высвобождаемую на протяжении каждого цикла выпуска. Также возможно, что широкое или удлиненное щелевидное отверстие 162, 166 (увеличенной площади), все другие аспекты являются постоянными, будут уменьшать среднее давление в аккумуляторе. В дополнение к размеру отверстия, формы отверстия могут быть сделаны по техническим условиям заказчика, чтобы изменять коэффициент гармоник и характер акустического импульса, созданного устройством.

[0029] Устройство также включает секцию передачи энергии, включающую клапан передачи давления, и включает безрамный двигатель 120, ротор 154 с полым валом, имеющий выпускное отверстие, и статор 158, имеющий соответствующее выпускное отверстие, посредством чего аккумулированная энергия текучей среды, которая перемещается через выпускные отверстия после совмещения отверстий ротора и статора, и где безрамный двигатель функционально соединен с ротором с полым валом (и текучая среда проходит посредством этого к аккумулятору). Клапан передачи давления применяют, где текучую среду под давлением сохраняют внутри аккумулятора и затем перемещают, посредством чего высвобождают энергию сейсмической волны в окружающую ствол скважины текучую среду/пласты через отверстия.

[0030] Как будет понятно, способ генерирования волны давления в нефтенасыщенных пластах при применении устройства 110 для добычи нефти может включать: размещение устройства в контакте с текучей средой в пласте; аккумулирование энергии давления текучей среды (например, звуковых волн) внутри устройства; и периодическое высвобождение и перемещение энергии давления посредством устройства, чтобы создать энергию волны посредством высвобождения текучей среды в пористую среду пластов, где высвобождение и перемещение энергии выполняется безрамным двигателем, приводящим в действие поворотный клапанный генератор - устройство, использующее полый вал для прохождения текучей среды, посредством чего относительная взаимосвязь выпускных отверстий как на роторе, так и на статоре в корпусе контролирует выпуск и передачу систематических пульсовых колебаний давления или волны.

[0031] Контроль вывода

[0032] При наличии описанного устройства для удаления нефти, внимание обращено на систему обнаружения текучей среды, выполненной с возможностью

обнаружения текучей среды, удаленной из скважины. При ссылке на Фиг. 14-17, отображенными в данном документе являются различные виды жидкостного датчика 610. В проиллюстрированном примере, жидкостный датчик 610 включает двумерную трубку 620 Вентури, где эффект Вентури вызывает текучую(ие) среду(ы) под давлением прокачиваться через него, чтобы принимать форму контролируемой толщины неслоистой текучей среды в качестве потоков текучей среды. Двумерная трубка 620 Вентури уменьшает или устраняет расслаивание текучей среды, протекающей через него, в качестве результата объединения области двумерной трубки Вентури и «сужения» ниже по течению от цилиндрического прохода 622 для входящей текучей среды в тонкую, планарную область 624. Трубка 620 Вентури также включает первый датчик 630 давления текучей среды, расположенный на входном отверстии 632 к трубке Вентури, чтобы измерять давление для закачиваемой входящей текучей среды. Вторым датчик 640 давления текучей среды расположен на выпускной стороне 642 трубки 620 Вентури, чтобы измерять давление выпускаемой текучей среды. Следует заметить, что один или оба датчика 630 и 640 могут также являться выполненными с возможностью определения температуры проходящей текучей среды, для того, чтобы предоставлять данные о температуре текучей среды, так же как данные о давлении.

[0033] В одном варианте осуществления, трубка 620 Вентури может быть изготовлена методом трехмерной печати из стереолитографически-совместимой смолы или подобного немагнитного материала. Также предусмотрено, что трубка Вентури может быть изготовлена литьем под давлением или посредством механической обработке при применении других хорошо известных технологий. Для долговечности, трубка Вентури или другие компоненты датчика могут быть включены в металлическую трубку (например, Фиг. 14) и герметизированы при применении прочной эпоксидной смолы. Датчики 630 и 640 давления являются датчиками, которые могут быть получены от компании TE Connectivity, например в качестве Part No. MS5803-05BA. Наряду с тем, что жидкостный датчик 610, изготовленный при применении полимерных компонентов, таких как поливинилхлорид (PVC), и т.п.) может быть выполненным с возможностью сравнительно ограниченных (низких) давлений в интервалах вплоть до 50 фунтов на квадратный дюйм (345 кПа) или даже 70 фунтов на квадратный дюйм (483 кПа), следует принимать во внимание, что жидкостный датчик может быть сконструирован для применения для применения при более высоком давлении, превышающем 70 фунтов на квадратный дюйм (483 кПа). Например, посредством альтернативных материалов и уплотнений (например, утолщенной стали или компонентов нержавеющей стали, уплотнительных прокладок и уплотнений высокого давления и т.п.), раскрытый датчик может быть применен для скважин под давлением и т.п. В таком варианте осуществления, применение образца(ов) при различном давлении рассматривают как перемещение увеличенного интервала давлений, который можно испытывать.

[0034] Другим аспектом двумерной трубки 620 Вентури является то, что она предоставляет большие плоские области 624 на одной ее стороне, к которой присоединен

емкостный датчик 660, смежный с трубкой Вентури. Более конкретно, емкостный датчик включает пару параллельных электропроводных металлических пластин 664 (например, изготовленных из меди, латуни, и т.п., и величиной приблизительно 5 кв. дюймов (32 кв. см) и толщиной 0,01 дюйма (0,254 мм), расположенных на каждой стороне двумерной трубки Вентури. В одном варианте осуществления медные пластины применяют, поскольку их легко разрезать подходящего размера, и обычный припой может быть применен, чтобы присоединить электрические проволочные выводы к пластинам 664 датчика. Емкостное сопротивление, измеренное между пластинами, является выводом в качестве диэлектрической прочности текучей среды, протекающей через трубку Вентури, где емкостное сопротивление предоставляет характеристику текучей среды - и, в частности, способность различать присутствие воды по отношению к нефти, протекающей через датчик, посредством относительной разности в диэлектрической прочности.

[0035] При применении, перепад давления измеряют как разницу между выходами первого датчика 630 давления и второго датчика 640 давления, и возможно определить расход текучей среды в качестве результата размера двумерной трубки Вентури и/или калибровки самой трубки Вентури. Соответственно, жидкостный датчик 610 делает возможным для устройства определять расход текучей среды как функцию давления входящей текучей среды от датчика 630 и давления выходящей текучей среды от датчика 640.

[0036] В одном варианте осуществления, таком как тот, что отображен на Фиг. 14 и 17, датчик 610 размещен в корпусе 670, который снабжен стандартными резьбовыми ниппелями 672 или подобными соединениями 674 на одном из двух его концов, для того, чтобы предоставлять датчик как комплектный узел, выполненный с возможностью того, чтобы быть установленным вертикально или встроенным в линию в станок-качалку трубопроводной системы скважины, такой как, что отображена на Фиг. 18. Кроме того, в качестве результата отображенной конструкции, трубка 620 Вентури и датчик 610 являются полностью самодренирующимися после того, как станок-качалка отключен, тем самым избегая накопления текучей среды (например, воды) и возможного повреждения датчика вследствие условий замораживания, и т.п. Как ранее предложено, применение конструкции двумерной трубки Вентури, в комбинации с сужающимся поперечным сечением цилиндрической трубы до линейной щели на входе в трубку Вентури (см., например, вид с торца планарной области 624 на Фиг. 16), устраняет расслаивание текучую среды. Другой характеристикой раскрытого датчика окружающей среды является максимизация площади поверхности емкостной пластины, наряду с поддержанием компактной сборки датчика.

[0037] При наличии описанных деталей жидкостного датчика 610, внимание также обращено на Фиг. 18-19, которые предоставлены, чтобы иллюстрировать вариант осуществления мониторинга окружающей среды станка-качалки и системы контроля, а также данных, собранных из данной системы и обработанных. Более конкретно, мониторинг станка-качалки и система контроля 610, такие как отображены на Фиг. 18-19,

могут состоять из или включать встроенный в линию жидкостный датчик 610 в корпусе 670, где датчик функционально связан или установлен вертикально, например, посредством соединений 674, чтобы принимать текучую среду от станка-качалки 720, связанного с устьем скважины. В отображенной конфигурации, датчик 610 применяют, чтобы генерировать и выдавать сигналы о давлении и емкостного сопротивления в соотношении с выходом текучей среды, выходные сигналы передаются посредством проволоки или кабеля 726, чтобы контролировать и регистрировать схему внутри электрического контроллера 740 с трубкой Вентури. Жидкостный датчик, как описано выше, включает первый датчик давления текучей среды на входе трубки Вентури, второй датчик давления текучей среды на выходе трубки Вентури и емкостный датчик, вдоль двумерной трубки Вентури, где емкостный датчик включает пару параллельных электропроводных металлических пластин на каждой стороне двумерной трубки Вентури.

[0038] Система 710 также состоит из или содержит контроллер 740, операционный микропроцессор или подобный микроконтроллер 754 в соответствии с комплектом предварительно запрограммированных инструкций. Контроллер 740 включает печатную плату 750, с портом ввода-вывода, который принимает выходной сигнал от жидкостного датчика 710 посредством кабеля 726, соединенного на отверстии 728, и обрабатывает выходные сигналы. В дополнение к выборке данных, соединения с другими устройствами могут предоставлять обмен информацией, иной, чем данные датчика, включающей программные обновления и т.п. В одном рабочем режиме, контроллер 740 (например, одноплатный компьютер, доступный от компании Texas Instruments) может функционировать просто как устройство для сбора данных, принимая и сохраняя выходные сигналы от датчика в памяти (не показано), включая преобразование сигналов от аналоговой выходной формы в цифровые значения для сохранения. Также включена штепсельная вилка или порт (например, 4-полюсный) 764, предоставляющий возможность проволочного соединения для станка-качалки (например, управляющие сигналы для мощности и двигателя). Беспроводное подключение также предоставлено посредством локализованного Bluetooth или Wi-Fi соединения между контроллером и портативным компьютером (не показано), и также предусмотрена мобильная телефонная связь или спутниковая линия связи, которая может быть интегрирована в контроллер 240, чтобы способствовать удаленному обмену данными. Кроме того, цифровой дисплей 260 может быть предоставлен вместе с контроллером 240, чтобы предоставлять состояние или эксплуатационные данные, а также выходным давлением в реальном времени или другие данные. Хотя это не показано, следует принимать во внимание, что система 210 дополнительно включает источник питания, который может включать одну или несколько батарей в качестве основного источника электропитания или для резервного электропитания.

[0039] При ссылке кратко на Фиг. 18-19, в одном варианте осуществления датчик Вентури может включать встроенный цифровой контроллер, с которым он соединяется с контроллером 740 посредством сигнала универсального асинхронного приемопередатчика

(УАПШ) (например, RS232). Система датчика Вентури отправляет предварительно оцифрованные величины для давления, температуры и емкостного сопротивления в контроллер. Электронное оборудование размещают в оболочке, такой как труба, и затем заполняют (герметизируют) посредством эпоксидной смолы. Центральная электронная плата включает микроконтроллер, который соединен с датчиками 630, 640 давления, измеряет емкостное сопротивление, сохраняет и передает цифровой поток датчика данных к контроллеру 740 станка-качалки. Две внешние платы 830, 840 могут быть применены для монтажа датчиков давления. В качестве альтернативы, как проиллюстрировано на Фиг. 15, датчики давления 630 и 640 непосредственно связаны с электронной платой 618 посредством электропроводки или электрошины. Например, примененной в одном варианте осуществления является цифровая электрошина 650 (ленточный кабель), которую микроконтроллер применяет, чтобы соединиться с датчиками давления. Встроенный цифровой контроллер главным образом применяют, чтобы преобразовывать аналоговые сигналы датчика в цифровые сигналы для того, чтобы уменьшать шум, который по существу связан с передаваемым аналоговым сигналом (особенно при измерении емкостного сопротивления). В заключение, способность определять температуру текучей среды, протекающей через датчик, создает возможность для более точной характеристики давлений текучей среды.

[0040] В другом варианте осуществления, контроллер или другой компьютерный процессор (не показано), с которым соединен контроллер 740 (проводным образом (например, посредством отверстия 728) или беспроводным образом), могут применять выходные сигналы, чтобы контролировать выход станка-качалки и, на основании таких сигналов, анализировать и сообщать эксплуатационные показатели станка-качалки, как, например, отображено на Фиг. 20-24. Кроме того, контроллер или другой компьютер могут обрабатывать выходные сигналы, чтобы суммировать количество нефти и/или воды, закачиваемой из устья скважины на протяжении периода времени, основанного на данных о разности давления между первым и вторым датчиками давления. Как указано выше, мониторинг станка-качалки и система контроля могут включать беспроводной трансивер для обмена данными с другим компьютеризованным устройством.

[0041] Мониторинг станка-качалки и системы контроля 710 может также обрабатывать данные от датчика 610 и модифицировать функционирование станка-качалки, чтобы оптимизировать извлечение нефти из устья скважины. Например, система может быть применена, чтобы определять, на основании выходных сигналов в реальном времени от датчика 610, нефть, вода или газ закачиваются и проходят через датчик. И, на основании такого определения функционирование станка-качалки может быть продолжено, остановлено или иным образом отрегулировано, соответственно. В качестве примера, при обнаружении выкачивания нефти, функционирование станка-качалки продолжается, тогда, как при обнаружении воды или газа функционирование станка-качалки может быть остановлено или модифицировано. В одном варианте осуществления, система определяет или различает тип текучей среды в датчике на основании сигналов в

отношении давления и емкостного сопротивления, генерируемых датчиком. Например, система может применять одно или несколько из следующих правил:

а) нефть=высокий ход давления в комбинации с низким емкостным сопротивлением;

б) вода=высокий ход давления в комбинации с высоким емкостным сопротивлением; и/или

с) газ=низкий ход давления в комбинации с низким/колеблющимся емкостным сопротивлением.

[0042] Как проиллюстрировано на Фиг. 20, например, каждый ход станка-качалки создает давление «выброса» в перепаде давления (610) между входом и выходом датчиков (630 и 640, соответственно). И, когда текучая среда перемещается от нефти к воде, при приблизительно 80 секундах в технологической карте, изменение в профиле давления (небольшое уменьшение в пиковом давлении вследствие воды) совпадает с подобным увеличением в измеренном емкостном сопротивлении (также в соответствии с водой вместо нефти, присутствующей в двумерной трубке Вентури).

[0043] Как проиллюстрировано на Фиг. 21, наблюдаемое дифференциальное (или абсолютное) давление первоначально увеличивается (например, в области 410 повышения давления) выше номинального уровня, когда станок-качалка запускается и начинает прокачивать текучую среду через датчик. И когда аккумулялированная текучая среда в скважине была откачена (например, откаченная область 420 скважины), давление уменьшается назад до уровня вблизи номинального давления, как показано на Фиг. 22.

[0044] Фиг. 23 предоставлена, чтобы иллюстрировать то, каким образом контроллер регистрирует временной ряд для цикла полного выкачивания. Сбор данных создает возможность для последующей обработки рассчитывать данные в отношении объема/обводненности нефти, которые могут быть затем использованы, чтобы способствовать большей точности измерений. В любой момент, когда текучую среду откачивают из скважины, предполагают, что текучая среда может являться комбинацией нефти и воды. Типично, «обводненность нефти» является соотношением или процентным отношением смеси нефть/вода, которая была откачена. Например, для испытания работы скважин (см., например, Фиг. 23), более 95 процентов закачиваемой текучей среды могут являться водой. Соответственно, обводненность нефти может быть охарактеризована как 95 процентов. Применимость и анализ данных, собранных на протяжении полных циклов выкачивания, способствуют применению для «накопления технического опыта», включая сравнение по отношению к прежним данным и определение характера процесса внутри данных, что способствует регулированию контрольных параметров на основании прошлых данных о рабочих характеристиках для станка-качалки/скважины. Также, как предложено выше и на Фиг. 24, данные от датчика могут также быть использованы, чтобы позволить системе определять присутствие газа или пены внутри текучей среды, закаченной из скважины и прошедшей через датчик. Например, область 430 на графике показывает комбинацию низкого давления плюс низкого/колеблющегося емкостного

сопротивления, которая может указывать на присутствие пены или газа.

[0045] Система добычи нефти

[0046] При наличии описанных как устройства для добычи нефти, так и системы контроля вывода, выполненный с возможностью применения в нефтяном месторождении 1110, внимание теперь направлено на Фиг. 25-27. Отображенными на Фиг. 25 являются несколько скважин 1120, каждая из которых связана с насосом или другим механизмом для извлечения и сбора жидкостей (включая нефть) из скважины. По меньшей мере одна из скважин также имеет систему 1130 мониторинга уровня поверхности земли, такую, как отображена на Фиг. 14-19, функционально связанную со скважиной, посредством чего система мониторинга способна к созданию данных, указывающих на количество нефти, добытой из скважины 1120. Система мониторинга уровня поверхности земли может также являться способной к сохранению или передаче данных, указывающих объемы нефти, и дополнительной информации к удаленному терминалу 1150 посредством одного или нескольких каналов связи (проводных, беспроводных (например, каналов спутниковой связи, микроволновой связи, WiFi и т.п.)). Удаленный терминал 1150 включает как компьютерную систему, так и систему хранения данных, где компьютерная система способна выполнять грамматический разбор и анализирование собранных данных от одной или нескольких скважин в нефтяном месторождении 1110 для того, чтобы оценить качество функционирования месторождения и отдельных скважин с течением времени и в соответствии с различными процессами и обработками. Одна из таких обработок может включать применение сейсмической энергии или энергии звуковой волны, чтобы стимулировать нефтяное месторождение, таким образом, чтобы обеспечить увеличение выхода скважин и тем самым улучшить эксплуатационные качества нефтяного месторождения в общем плане.

[0047] При ссылке также на Фиг. 26, отображенной в данном документе является система 1210 добычи нефти, где устройство 110 для добычи нефти применяют внутри ствола скважины 1240 (например, при уровне или ниже текучей среды), и контролируют посредством системы 1250, как отображено на Фиг. 26. Система 1210 добычи нефти для улучшения извлечения нефти в пласте включает источник 1260 текучей среды под давлением, погружное устройство 110 для добычи нефти для передачи энергии сейсмической волны в нефтяном пласте 1110, в форме волны, таким образом, чтобы изменять капиллярные силы остаточной нефти в этом месте, и систему контроля 1250, выполненную с возможностью мониторинга и контролирования компонентов системы, включающих по меньшей мере устройство для добычи нефти и источник текучей среды под давлением для того, чтобы создавать или генерировать энергию сейсмических/звуковых волн в пласте. Устройство 110 для добычи нефти включает корпус и безрамный, бесщеточный двигатель, функционально расположенный в корпусе, как описано подробно выше, чтобы принимать текучую среду под давлением и, в соответствии с электрической энергией, генерировать сейсмические волны/волны с энергией звуковой волны посредством высвобождения текучей среды под давлением

через находящимися на одной линии отверстиями ротора и статора.

[0048] Источник текучей среды под давлением содержит ёмкость 1264 возобновляемой текучей среды (например, воды), систему создания давления для поддержания повышенного давления текучей среды из ёмкости и пропускания текучей среды под давлением через трубопровод 1268 в устройство 110 для добычи нефти. Система создания давления включает насос 1272, приводимый в действие двигателем 1270, в комбинации с фильтром 1274, наряду с по меньшей мере одним датчиком 1276 (например, давления (P) текучей среды, подаваемой от насоса, расхода (F) текучей среды, подаваемой в устройство для добычи нефти, ток (A) электродвигателя насоса, противодействия (PB) текучей среды на фильтр, и т.п.), генерирующим сигнал и подающим данный сигнал в указанную систему контроля.

[0049] Как проиллюстрировано на Фиг. 26, система контроля 1250 дополнительно включает программируемый логический контроллер 1280, одноплатный компьютер 1282, и по меньшей мере один трансивер для внешней связи (Tx/Rx 1284) (например, WiFi, Bluetooth, Ethernet, спутниковый модем (Irridium)). Программируемый логический контроллер применяет многоядерный микроконтроллер и предоставляет низкоуровневый контроль посредством сопряжения и предоставления управляющих сигналов и/или мощности (например, контроля/контактора для двигателей) к обоим из насоса двигателя 1270 и безрамного, бесщеточного двигателя в устройстве 110 для добычи нефти, и где одноплатный компьютер функционально соединен, чтобы обмениваться командами и данными с программируемым логическим контроллером, чтобы приводить в исполнение различные операции системы 1210 добычи нефти для того, чтобы стабильно производить энергию сейсмической волны. В одном варианте осуществления одноплатный компьютер 1282 применяет операционную систему Linux, и сохраненные программные инструкции применяют для множества функций. Как будет понятно, система добычи нефти, посредством трансивера для внешней связи, и в соединении с одноплатным компьютером, делает возможным как автономное, так и удаленное регулирование системы добычи нефти. Такое удаленное регулирование может быть приведено в исполнение посредством удаленного терминала 1150, как отображено на Фиг. 25, посредством чего функционирование, регулирование и мониторинг системы 1210 могут быть выполнены удаленно или при централизованном пульте управления. Среди других данных, система добычи нефти делает возможным дистанционный мониторинг рабочих параметров системы (например, данных датчика, контроля состояния, неисправностей системы, и т.п.) и способствует удаленной генерации команд, чтобы регулировать некоторые параметры (например, восстановления скорости двигателя устройства (т.е., частоты). Пригодность для того, чтобы регулировать функционирование устройства для добычи нефти, имеет потенциал для того, чтобы устранять время и затраты для выполнения предварительных исследований нефтяного месторождения для того, чтобы заранее определить желательные эксплуатационные характеристики. Действительно, устройство для добычи нефти может быть размещено внутри месторождения и, посредством предварительно описанной

контрольной аппаратуры, операции могут контролироваться и регулироваться таким образом, чтобы оптимизировать эксплуатационные качества и «настройку» их для нефтяного месторождения.

[0050] Для того, чтобы обеспечить надежные эксплуатационные качества, различные компоненты системы могут быть оптимизированы. Например, трубопровод 1268, примененный, чтобы предоставлять текучую среду под давлением в устройство 110 для добычи нефти, способен к перемещению текучей среды под давлением вплоть до по меньшей мере 1500 фунтов на квадратный дюйм (10 МПа), хотя величины давления нормального функционирования находятся по существу в интервале от приблизительно 250 до приблизительно 350 фунтов на квадратный дюйм (1,7-2,4 МПа). Кроме того, в одном варианте осуществления, трубопровод может быть сформирован из гибкого (наматываемого) материала, выполненного с возможностью неоднократно выполняемых наматывания и разматывания на бобину, чтобы поднимать и опускать устройство внутри ствола скважины, где трубопровод дополнительно служит в качестве разъемного соединения, присоединенного к устройству для добычи нефти и выполненного с возможностью его спуска и подъема относительно ствола скважины 1240, чтобы регулировать ее глубину. В качестве альтернативы, вместо того, чтобы быть гибким, трубопровод может быть сформирован из по существу жесткого материала (например, стрингеров из нержавеющей стали со сборкой трубопровода торец к торцу), где стрингеры из нержавеющей стали посредством сборки служат в качестве составного соединения и способны на опускание и подъем устройство для добычи нефти относительно ствола скважины.

[0051] Таким образом, система, отображенная на Фиг. 25-25, способна к генерированию звуковых волн внутри текучей среды для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте. Система включает источник 1260 текучей среды под давлением, где источник включает ёмкость 1264 возобновляемой текучей среды (например, воды) и систему создания давления (двигатель 1270, насос 1272, фильтр 1274, и датчики 1276) для поддержания повышенного давления текучей среды из ёмкости и пропускания текучей среды под давлением через трубопровод, трубопровод 1268, заканчивающийся на противоположном конце устройства 110 для добычи нефти. И, как описано выше, устройство для добычи нефти по существу ограничивается удлиненным, и по существу цилиндрическим корпусом, выполненным с возможностью прохождения через ствол скважины. Устройство также включает аккумулятор; секцию передачи энергии (которая может включать клапан передачи давления), безрамный двигатель, ротор с полым валом, имеющий выпускное отверстие, и статор, имеющий соответствующее выпускное отверстие, посредством чего энергия текучей среды перемещается после совмещения отверстий ротора и статора, и где безрамный двигатель функционально соединен с ротором с полым валом таким образом, что текучая среда проходит посредством этого к аккумулятору. Безрамный двигатель получает питание от поверхности посредством программируемого логического контроллера через токонесущие провода, связанные с

трубопроводом.

[0052] Как описано, устройство для добычи нефти и безрамный двигатель при этом функционируют в качестве клапана передачи давления, где текучую среду под давлением сохраняют внутри аккумулятора и затем перемешают через отверстия в окружающую среду, посредством чего высвобождают энергию сейсмической волны в текучую среду, окружающую устройство. Система контроля 1250 является выполненной с возможностью мониторинга и контролирования по меньшей мере устройства для добычи нефти и источника текучей среды под давлением для того, чтобы создавать сейсмические волны в пласте. Система 1210 добычи нефти создает сейсмическую волну при частоте между приблизительно 10-100 Гц и более предпочтительно между 20-40 Гц.

[0053] Как будет понятно, программируемый логический контроллер 1280 и одноплатный компьютер 1282 включают каждый соответствующие программные инструкции для их функционирования, и одноплатный компьютер включает программные инструкции, выполненные с возможностью сопряжения и контролирования некоторых операций программируемого логического контроллера. Как описано ранее в отношении Фиг. 27, система может также включать удаленный компьютер или вычислительный центр 1150, удаленный компьютер, включающий среду для хранения информации, выполненную с возможностью сохранения программных инструкций, где данные инструкции способствуют удаленной связи с одноплатным компьютером 1282 посредством канала связи, выбранного из группы, состоящей из WiFi, Bluetooth®, Ethernet и спутникового модема. При применении удаленного компьютера, возможно как мониторинг производства скважин при применении системы 1130 мониторинга уровня поверхности земли, так и контролирование и регулирование сейсмического выхода устройства 110 для добычи нефти, для того, чтобы оптимизировать выход нефтяного месторождения 1110.

[0054] Различные компоненты, описанные в отношении системы 1210, отображенные на Фиг. 25-27, требуются, чтобы функционировать надежным образом даже при колебаниях и отключениях мощности. Для того, чтобы обеспечивать то, что система 1210 является дееспособной или возвращается к функционированию после остановки, программируемый логический контроллер и/или одноплатный компьютер включают энергонезависимую память (NVM), выполненную с возможностью сохранения данных, созданных системой. В одном варианте осуществления, сохраненные данные включают указание, выполняет ли система повторный запуск после одного из по меньшей мере двух случаев (например, запланированного выключения питания или случайного выключения питания).

[0055] В отношении Фиг. 27, на верхней части фигуры показана система 1130 мониторинга уровня поверхности земли, создающая выходной сигнал от датчика, такого, как датчик типа трубки Вентури, где данные могут быть обработаны (например, классифицированы) посредством процессора 1252 таким образом, чтобы характеризовать количество или расход нефти, добытой из соответствующей скважины. Данные о добыче

нефти затем проходят или дополнительно обрабатываются (например, удаленным терминалом 1150), где данные о добыче нефти сравниваются и сопоставляются, и алгоритм или другие операции искусственного интеллекта могут быть применены, чтобы определять должно ли быть выполнено регулирование рабочих параметров системы 1210 добычи нефти, посредством чего удаленный терминал может обеспечивать смену новых уставок параметров (например, частоты, давления, глубины) обратно к системе для того, чтобы оптимизировать эксплуатационные качества нефтяного промысла. Следует дополнительно принимать во внимание, что удаленный терминал может обрабатывать входной сигнал от нескольких систем мониторинга скважины, и что данные о добыче нефти от таких систем мониторинга могут быть одновременно применены для оптимизирования производства ряда скважин в месторождении, даже хотя одна или несколько скважин могут не быть сами собой оптимизированы. Таким образом, классификатор (например, процессор 1252) анализирует необработанные данные, поступающие от датчиков Вентури в системе мониторинга 1130, чтобы автоматически определять перемещение нефти/воды и суммировать добычу нефти из данных датчика. Данные о добыче нефти затем подают к удаленному терминалу, где система продвинутого алгоритма и/или искусственного интеллекта объединяет данные о добыче и устанавливает выходной сигнал системы добычи нефти и устройства автоматически, чтобы оптимизировать эксплуатационные качества нефтяного месторождения автономным образом.

[0056] В качестве другой альтернативы, некоторые или все компоненты, отображенные на Фиг. 25, включающие моторизованный барабан 1300 для повышения и снижения гибкого трубопровода, могут быть установлены на прицепе для того, чтобы сделать систему 1210 более переносимой. Также, в присутствии рабочего оборудования, переносимого по отношению к окружающей среде, могут также включаться альтернативные, одинаковые и/или резервные системы электропитания, таким образом, что время простоя вследствие прерываний в мощности в отношении расположения системы могут быть уменьшены или устранены.

[0057] Следует понимать, что различные изменения и модификации вариантов осуществления, описанных в данном документе, будут очевидны специалистам в данной области техники. Такие изменения и модификации могут быть сделаны без отклонения от сущности и объема данного изобретения и без уменьшения его целевых преимуществ. Поэтому предполагается, что все такие изменения и модификации будут охвачены данным изобретением.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система добычи нефти для улучшения извлечения нефти в пласте, содержащая:
 - источник текучей среды под давлением;
 - погружное устройство для добычи нефти для передачи энергии сейсмической волны в нефтяном пласте, в форме волны таким образом, чтобы изменять капиллярные силы остаточной нефти в этом месте, содержащее
 - корпус; и
 - безрамный, бесщеточный двигатель, функционально расположенный в указанном корпусе, чтобы принимать текучую среду под давлением и генерировать сейсмические волны; и
 - систему контроля, выполненную с возможностью мониторинга и контролирования компонентов системы, включающих в себя по меньшей мере устройство для добычи нефти и источник текучей среды под давлением для того, чтобы создавать сейсмические волны в пласте.
2. Система добычи нефти по п. 1, в которой указанный источник текучей среды под давлением содержит:
 - ёмкость с возобновляемой текучей средой;
 - систему создания давления для поддержания повышенного давления текучей среды из указанной ёмкости и пропускания текучей среды под давлением через трубопровод к устройству для добычи нефти.
3. Система добычи нефти по п. 2, в которой указанная система создания давления содержит насос в комбинации с фильтром, наряду с по меньшей мере одним датчиком генерирования сигнала и подачи указанного сигнала к указанной системе контроля.
4. Система добычи нефти по п. 1, в которой указанная система контроля содержит:
 - программируемый логический контроллер;
 - одноплатный компьютер; и
 - по меньшей мере один трансивер для внешней связи,
 - причем программируемый логический контроллер предоставляет низкоуровневый контроль посредством сопряжения и предоставления управляющих сигналов и/или мощности к обоим из насоса двигателя и безрамного, бесщеточного двигателя в устройстве для добычи нефти, и при этом одноплатный компьютер функционально соединен, чтобы обмениваться командами и данными с программируемым логическим контроллером, чтобы приводить в исполнение различные операции системы добычи нефти для того, чтобы стабильно производить энергию сейсмической волны.
5. Система добычи нефти по п. 4, в которой указанный трансивер для внешней связи, в соединении с указанным одноплатным компьютером, делает возможным как автономное, так и удаленное регулирование системы добычи нефти.
6. Система добычи нефти по п. 2, в которой указанный трубопровод способен к перемещению текучей среды под давлением вплоть до по меньшей мере 1500 фунтов на квадратный дюйм (10 МПа).

7. Система добычи нефти по п. 6, в которой указанный трубопровод сформирован из гибкого материала, выполненного с возможностью неоднократно выполняемых наматывания и разматывания на бобину.

8. Система добычи нефти по п. 7, в которой указанный трубопровод дополнительно служит в качестве разъемного соединения к устройству для добычи нефти и выполненного с возможностью его спуска и подъема относительно ствола скважины.

9. Система добычи нефти по п. 6, в которой указанный трубопровод сформирован из по существу жесткого материала.

10. Система добычи нефти по п. 9, в которой указанный трубопровод дополнительно служит в качестве разъемного соединения к устройству для добычи нефти и выполненного с возможностью его спуска и подъема относительно ствола скважины.

11. Система для генерирования звуковых волн в среде для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте, содержащая:

источник текучей среды под давлением, причем указанный источник текучей среды под давлением содержит ёмкость с возобновляемой текучей средой и систему создания давления для поддержания повышенного давления текучей среды из указанной ёмкости и пропускания текучей среды под давлением через трубопровод, заканчивающийся на противоположном конце устройства для добычи нефти, причем указанное устройство для добычи нефти содержит:

удлиненный и по существу цилиндрический корпус, выполненный с возможностью прохождения через ствол скважины;

аккумулятор;

секцию передачи энергии, содержащую

безрамный двигатель,

ротор с полым валом, имеющий выпускное отверстие, и

статор, имеющий соответствующее выпускное отверстие, посредством чего энергия текучей среды перемещается после совмещения указанных отверстий ротора и статора, причем безрамный двигатель функционально соединен с ротором с полым валом, и при этом текучая среда проходит через него к аккумулятору;

клапан передачи давления, причем текучую среду под давлением сохраняют внутри указанного аккумулятора и затем перемещают, посредством чего высвобождают энергию сейсмической волны через отверстия в текучую среду, окружающую устройство; и

систему контроля, выполненную с возможностью мониторинга и контролирования по меньшей мере устройства для добычи нефти и источника текучей среды под давлением для того, чтобы создавать сейсмические волны в пласте.

12. Система по п. 11, в которой указанная сейсмическая волна, созданная устройством для добычи нефти, имеет частоту между приблизительно 10-100 Гц и более предпочтительно между 20-40 Гц.

13. Система добычи по п. 11, в которой указанная система создания давления

содержит насос в комбинации с фильтром, вместе с по меньшей мере одним датчиком генерирования сигнала и подачи указанного сигнала к указанной системе контроля.

14. Система по п. 13, в которой указанная система контроля содержит:

программируемый логический контроллер;

одноплатный компьютер; и

по меньшей мере один трансивер для внешней связи,

причем программируемый логический контроллер предоставляет низкоуровневый контроль посредством сопряжения и предоставления управляющих сигналов и/или мощности к обоим из насоса двигателя и безрамного, бесщеточного двигателя в устройстве для добычи нефти, и при этом одноплатный компьютер функционально соединен, чтобы обмениваться командами и данными с программируемым логическим контроллером, чтобы приводить в исполнение различные операции системы добычи нефти для того, чтобы стабильно производить энергию сейсмической волны.

15. Система добычи нефти по п. 14, в которой трансивер для внешней связи, в соединении с указанным одноплатным компьютером, делает возможным как автономное, так и удаленное регулирование системы добычи нефти.

16. Система добычи нефти по п. 14, в которой указанный программируемый логический контроллер и указанный одноплатный компьютер содержат соответствующие программные инструкции для их функционирования, и причем указанный одноплатный компьютер включает в себя программные инструкции, выполненные с возможностью сопряжения и контролирования некоторых операций программируемого логического контроллера.

17. Система добычи нефти по п. 16, дополнительно содержащая удаленный компьютер, который включает в себя среду для хранения информации, выполненную с возможностью сохранения в ней программных инструкций, указанные программные инструкции способствуют удаленной связи с одноплатным компьютером посредством канала связи, выбранного из группы, состоящей из WiFi, Bluetooth®, Ethernet, и спутникового модема.

18. Система по п. 16, в которой по меньшей мере один из указанного программируемого логического контроллера и указанного одноплатного компьютера включают энергонезависимую память (NVM), выполненную с возможностью сохранения данных, созданных указанной системой, причем указанные сохраненные данные включают в себя указание, выполняет ли система повторный запуск после одного из по меньшей мере двух случаев.

19. Способ генерирования энергии давления сейсмической волны в нефтенасыщенных пластах, включающий в себя этапы, на которых осуществляют:

размещение генератора звуковых волн в контакте с текучей средой в пласте;

аккумулирование энергии давления текучей среды в генераторе звуковых волн; и

периодическое высвобождение и перемещение энергии давления посредством указанного генератора, чтобы создать энергию волны, которая перемещается посредством

текучей среды в пористую среду пластов, причем высвобождение и перемещение энергии выполняют посредством безрамного двигателя, приводящего в действие поворотный клапанный генератор, указанный клапанный генератор, использующий полый вал для прохождения текучей среды, посредством чего относительная взаимосвязь выпускных отверстий как на роторе, так и на статоре в корпусе контролирует выпуск и передачу систематических пульсовых колебаний давления, чтобы создавать энергию давления сейсмической волны.

20. Устройство для добычи нефти для передачи энергии сейсмической волны в нефтяном пласте в форме волны таким образом, чтобы изменять капиллярные силы остаточной нефти, содержащее:

корпус,

источник текучей среды под давлением;

безрамный, бесщеточный двигатель, функционально расположенный в указанном корпусе, чтобы принимать текучую среду под давлением и генерировать сейсмические волны.

21. Устройство для генерирования звуковых волн в среде для стимулирования добычи нефти в нефтяном пласте, содержащее:

удлиненный и по существу цилиндрический корпус, выполненный с возможностью прохождения через ствол скважины;

аккумулятор;

источник текучей среды под давлением;

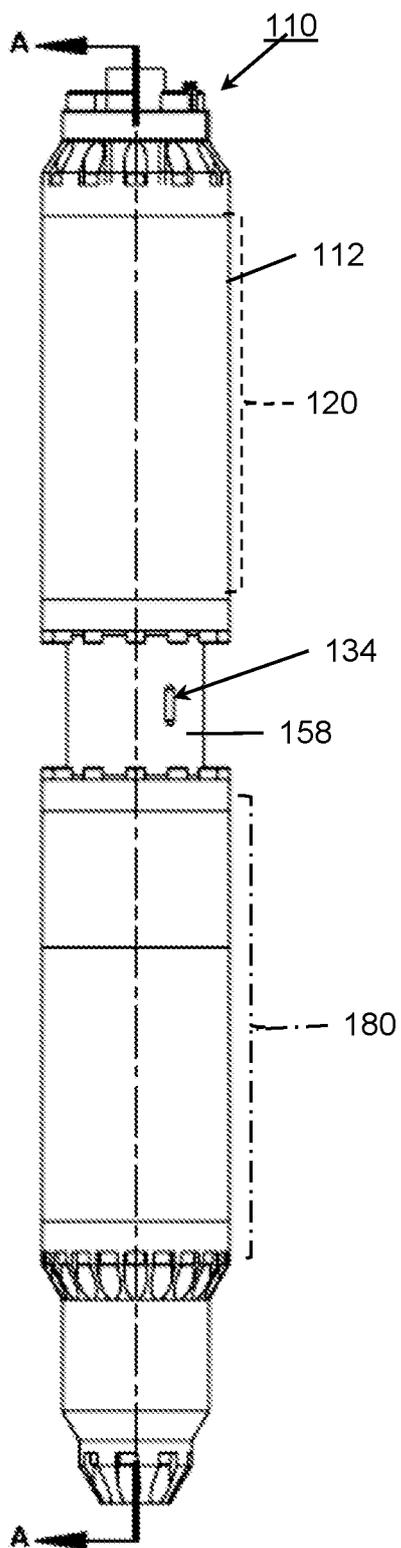
секцию передачи энергии, содержащую

безрамный двигатель;

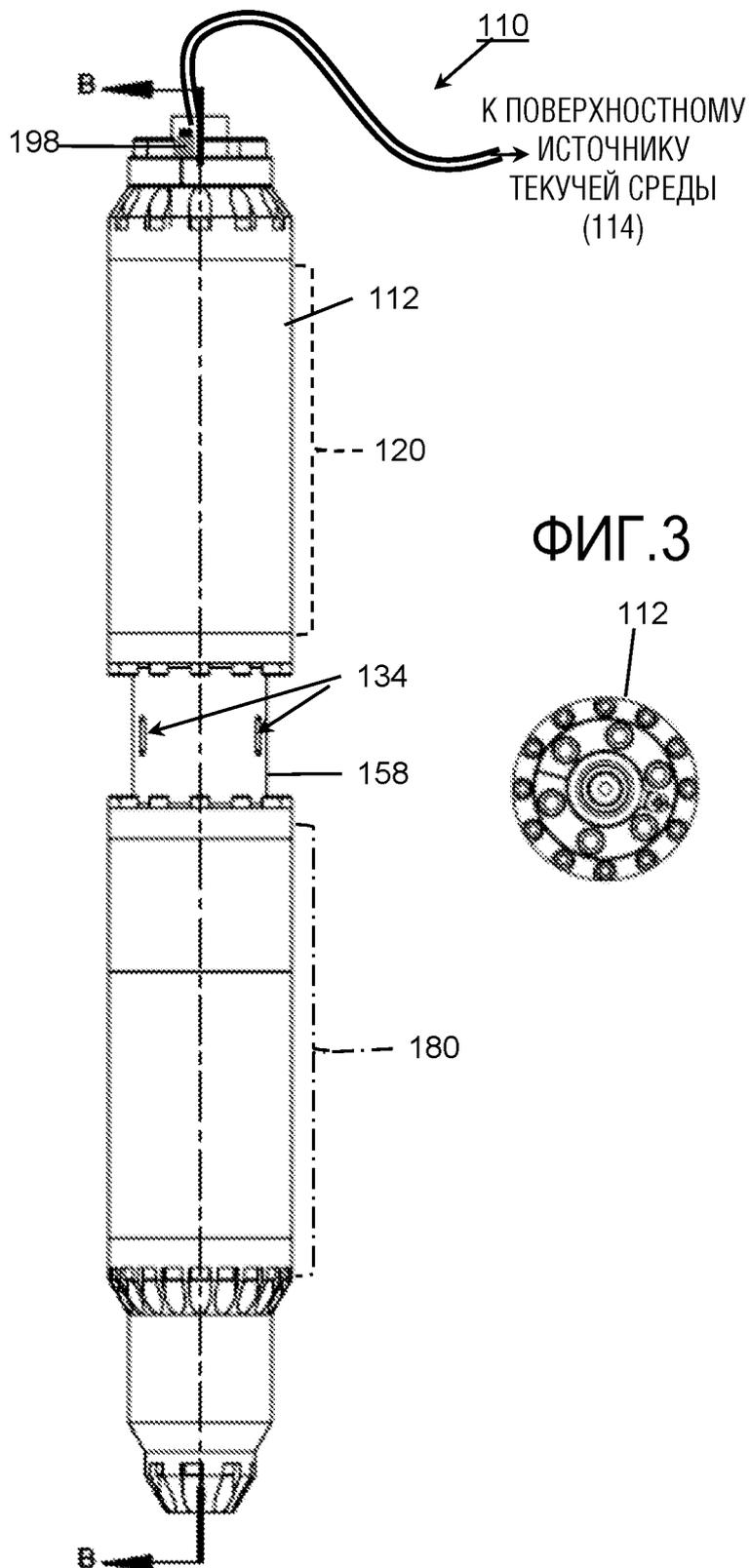
клапан передачи давления, причем текучую среду под давлением сохраняют внутри аккумулятора и затем перемещают, посредством чего высвобождают энергию сейсмической волны посредством ротора с полым валом, имеющим выпускное отверстие, и статора, имеющего соответствующее выпускное отверстие, посредством чего энергия текучей среды, перемещается после совмещения указанных отверстий ротора и статора, при этом безрамный двигатель функционально соединен с ротором с полым валом, и при этом текучая среда проходит через него к аккумулятору.

По доверенности

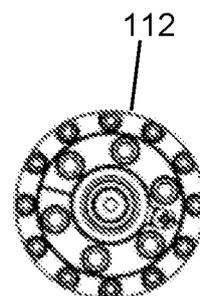
ФИГ.1



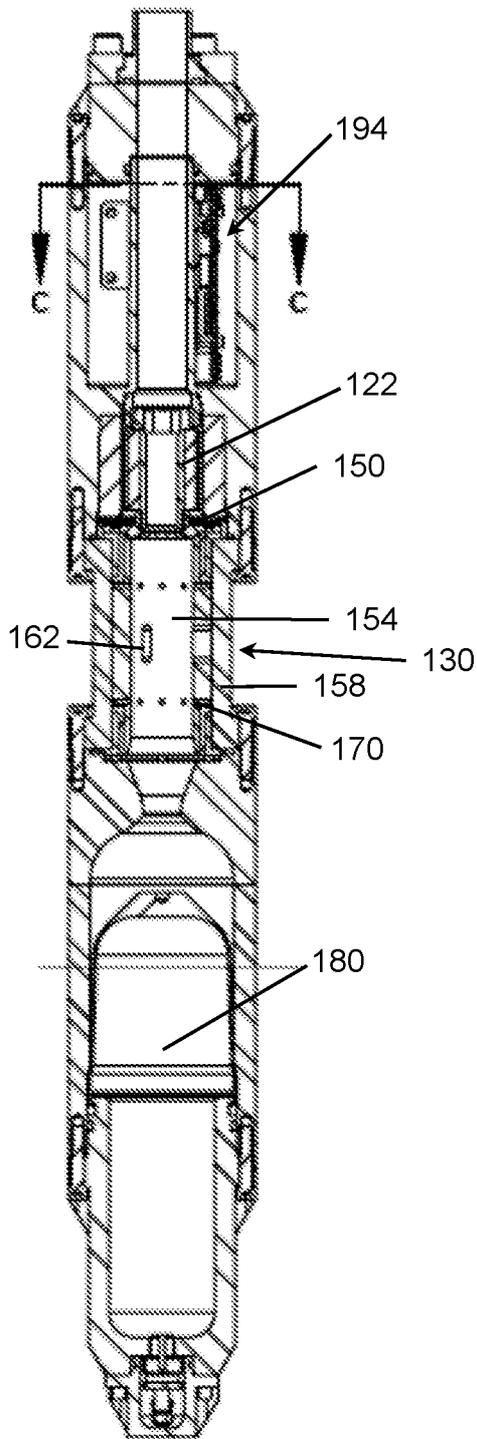
ФИГ.2



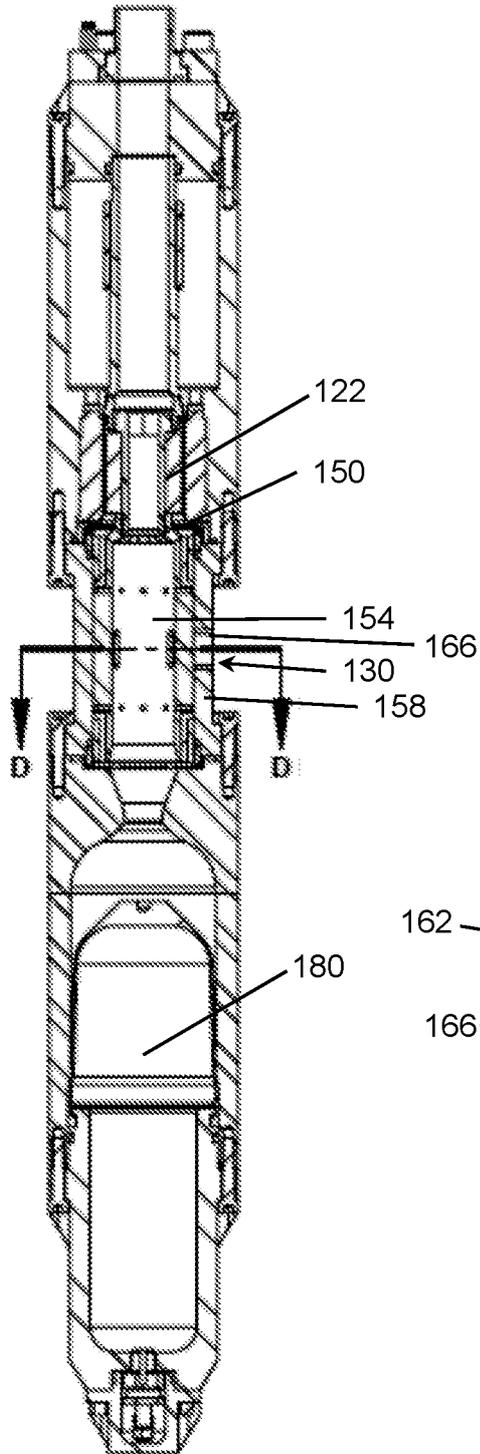
ФИГ.3



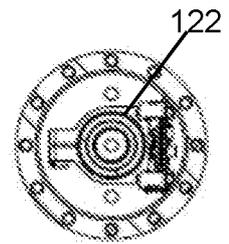
ФИГ.4



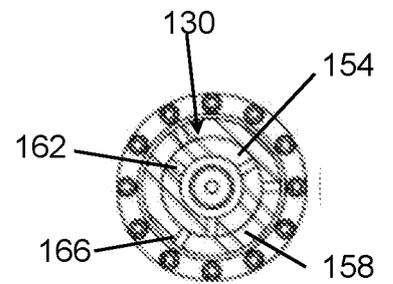
ФИГ.5



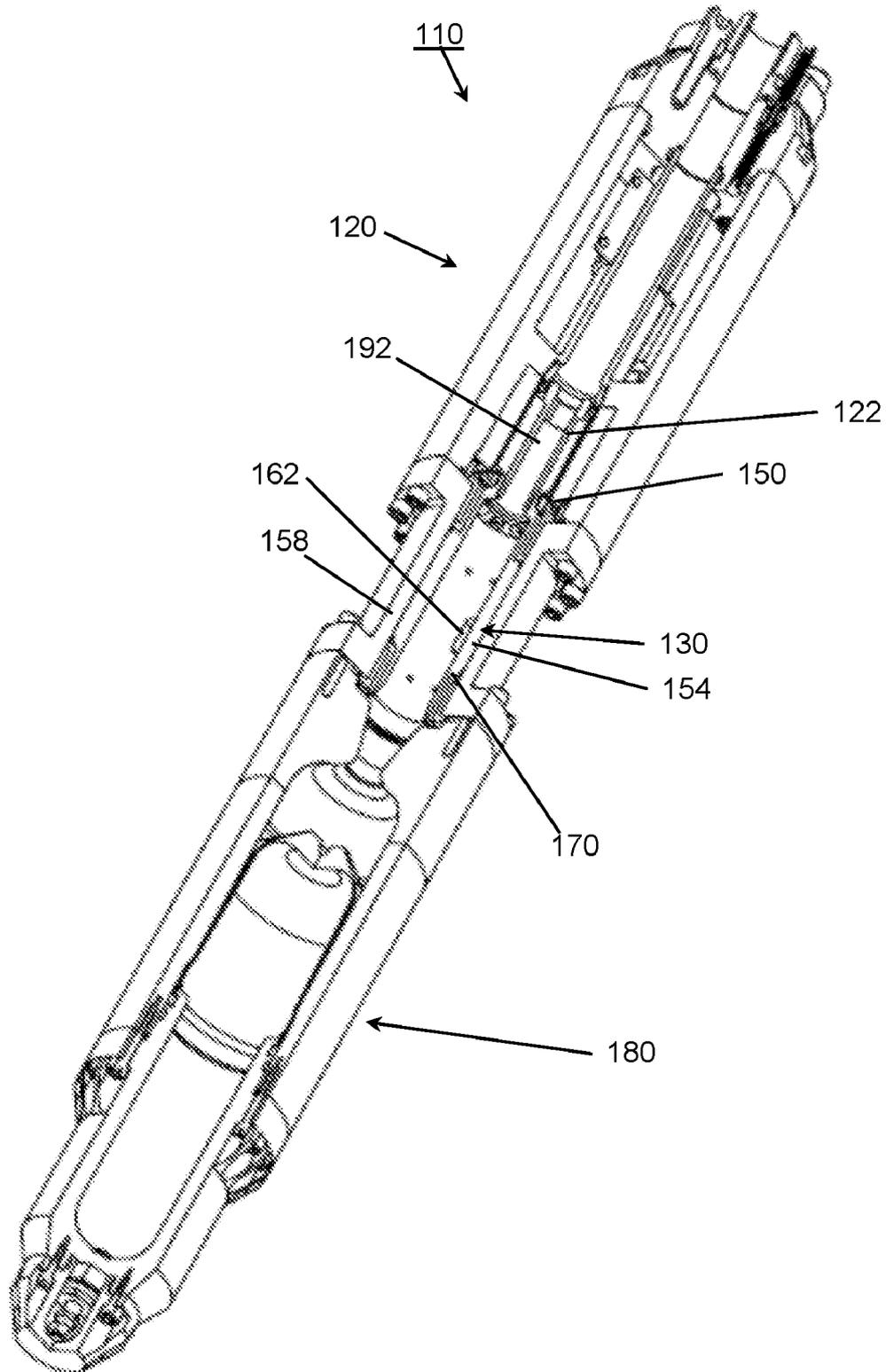
ФИГ.6



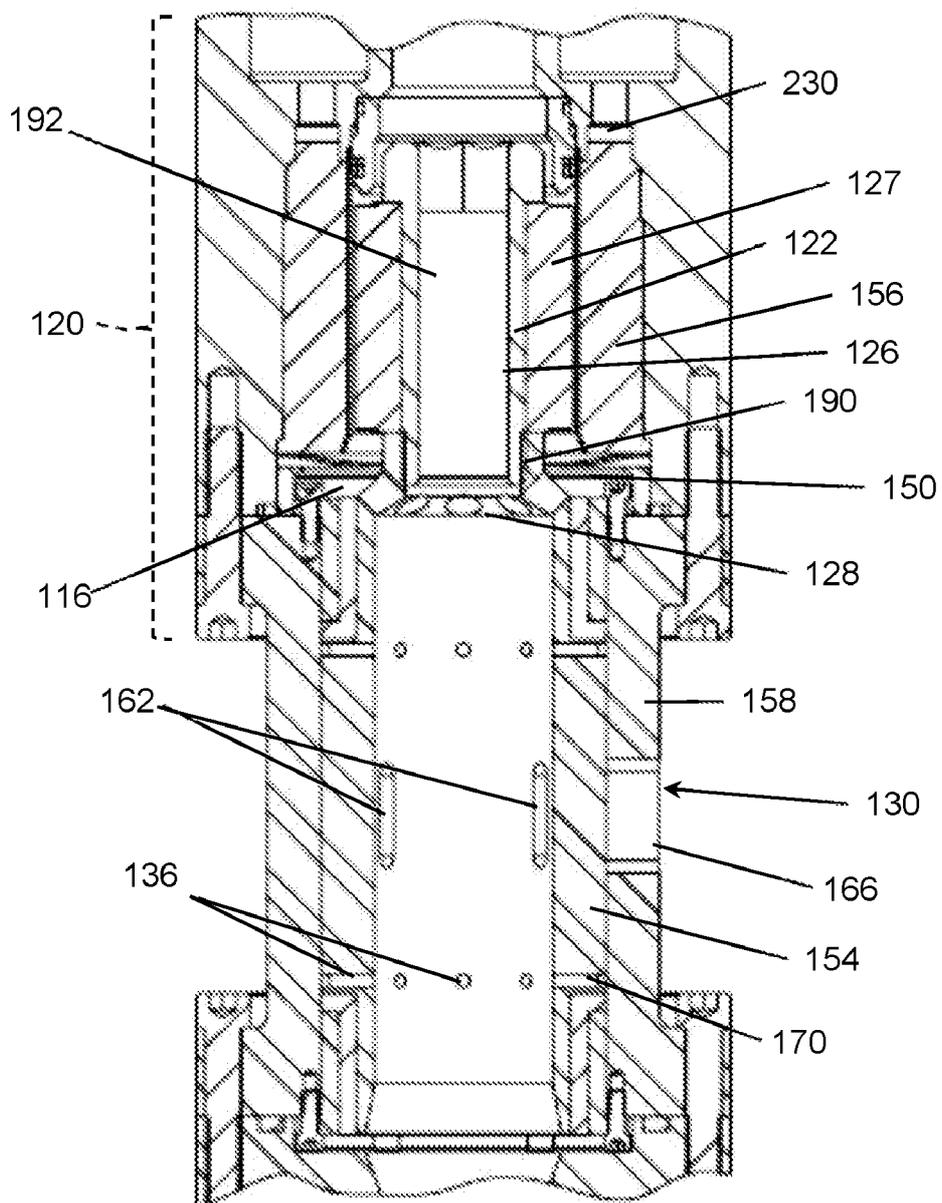
ФИГ.7



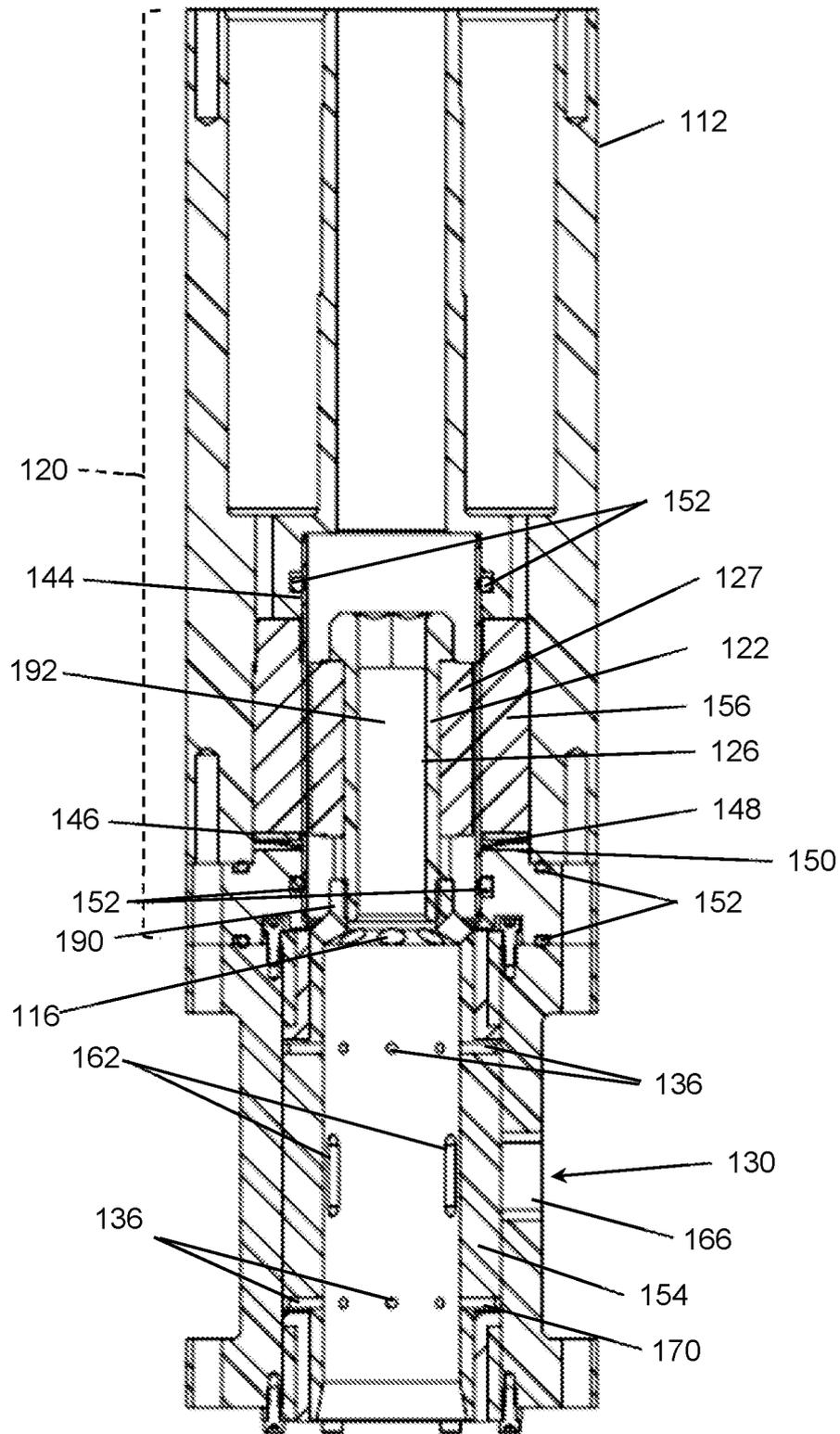
ФИГ.8



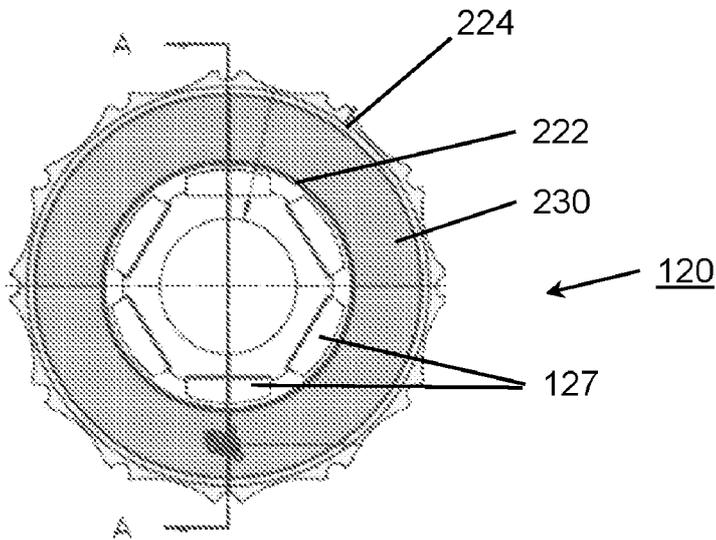
ФИГ.9



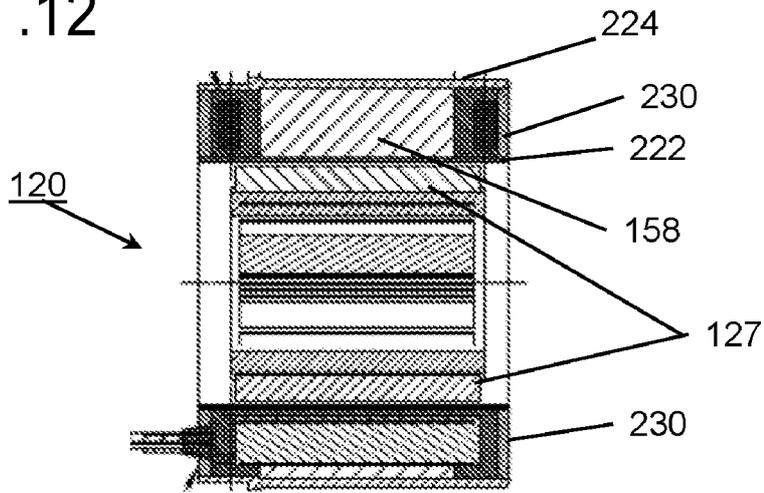
ФИГ.10



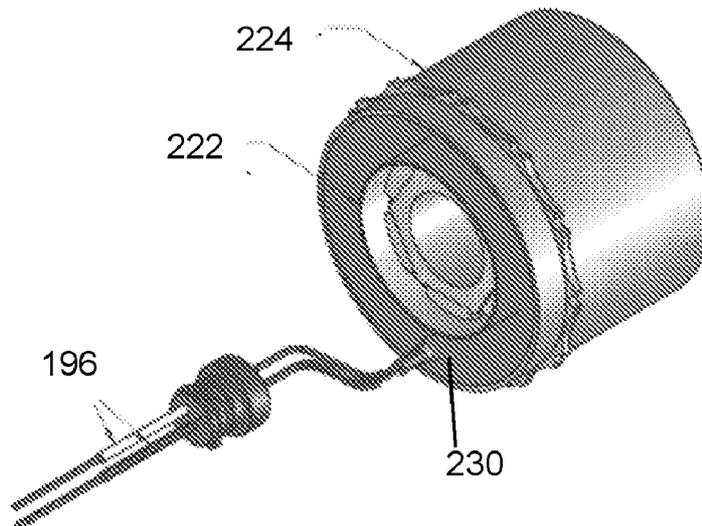
ФИГ.11



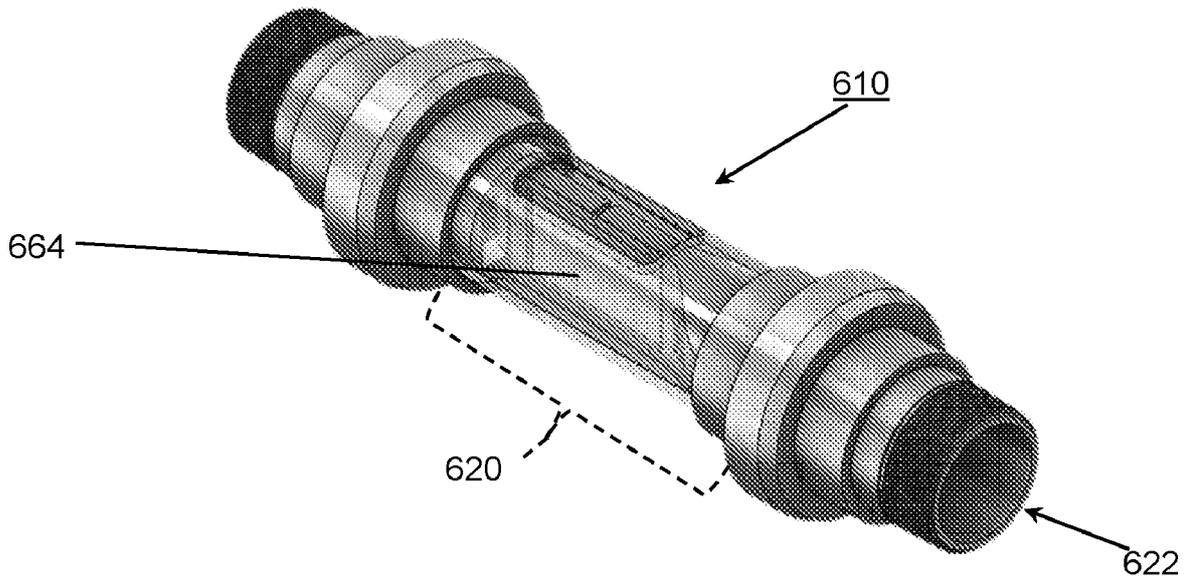
ФИГ.12



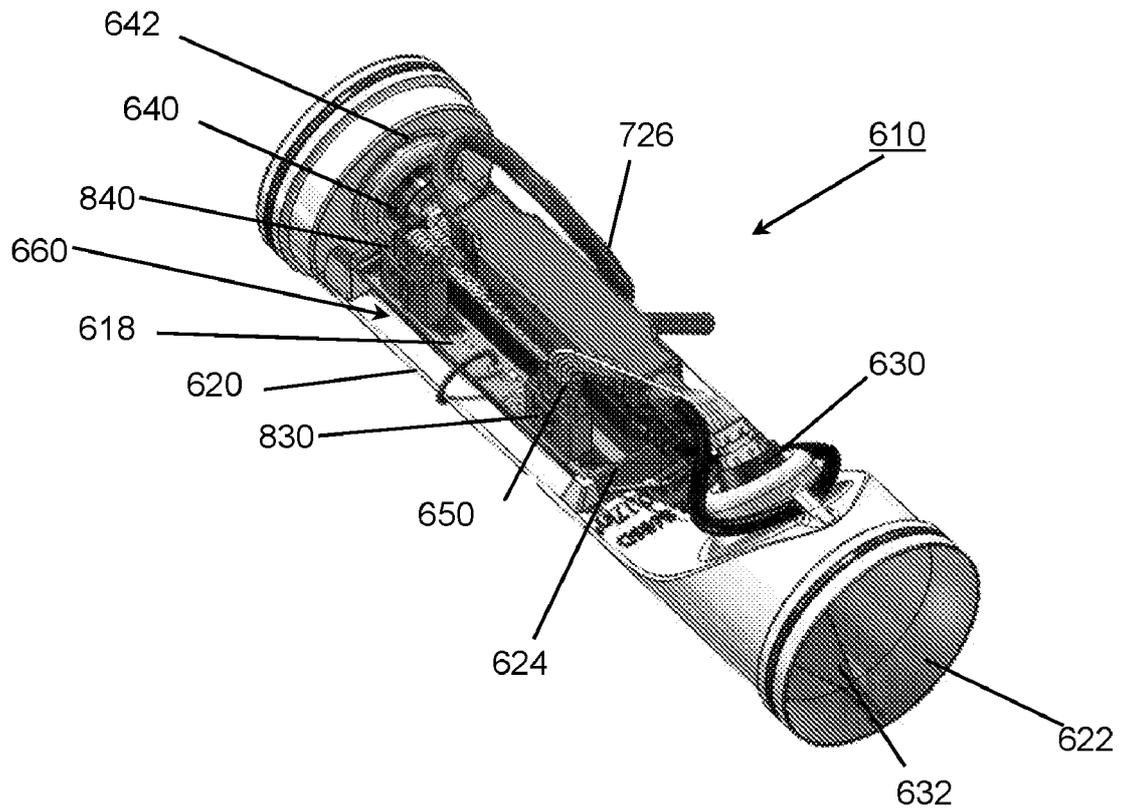
ФИГ.13



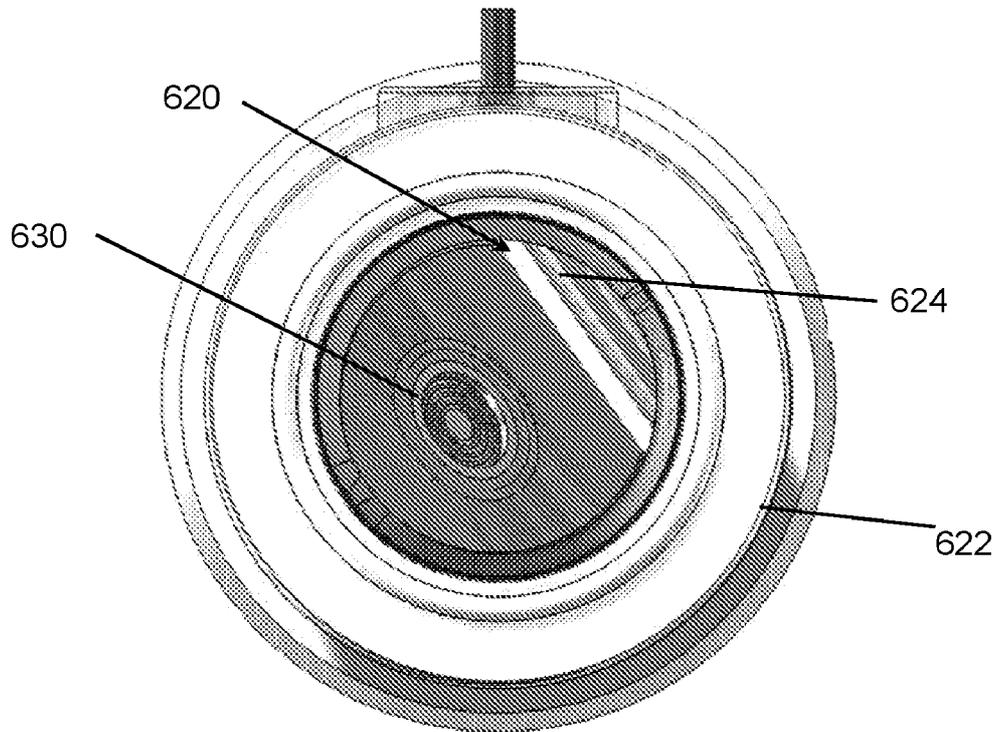
ФИГ.14



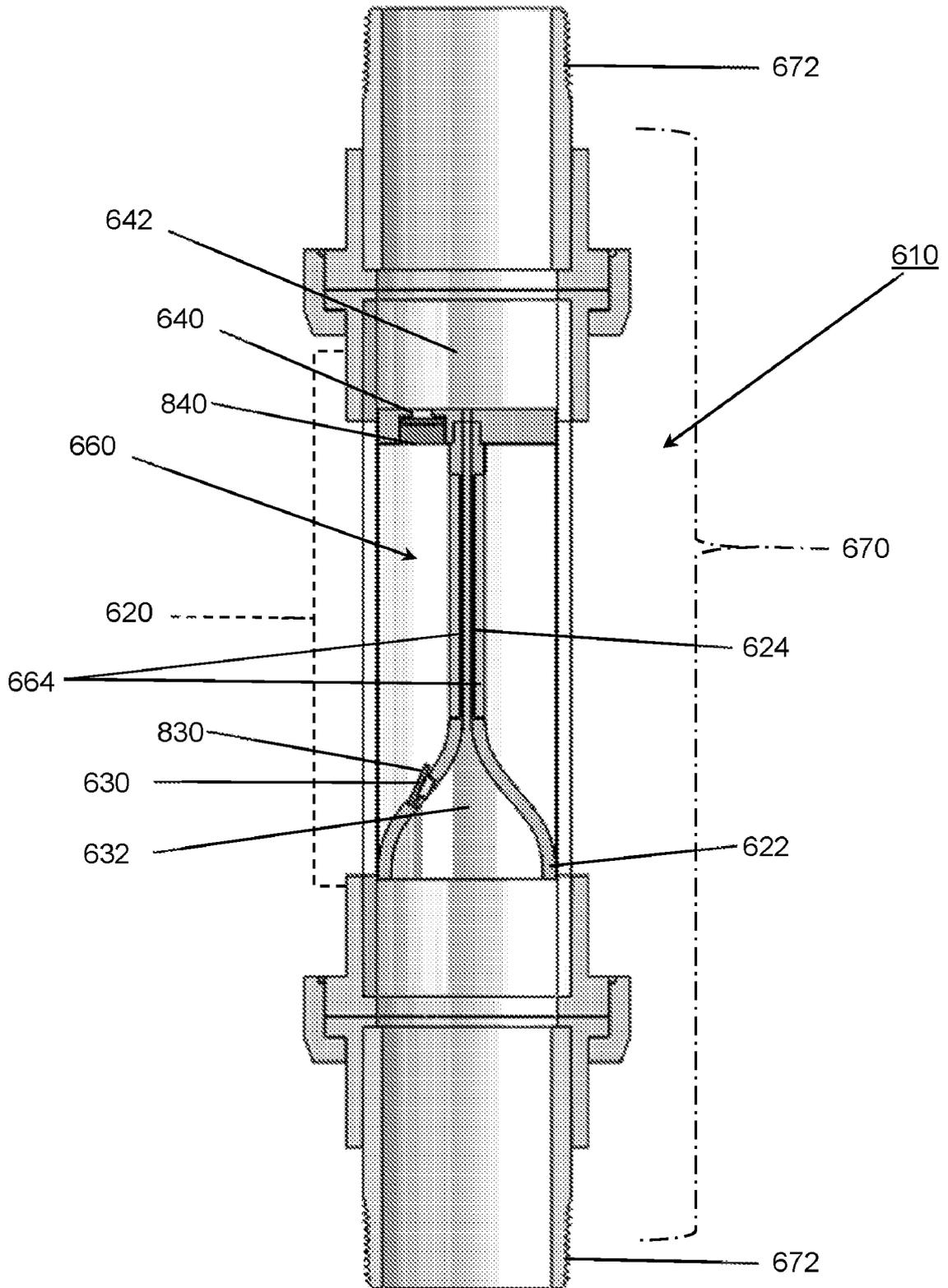
ФИГ.15



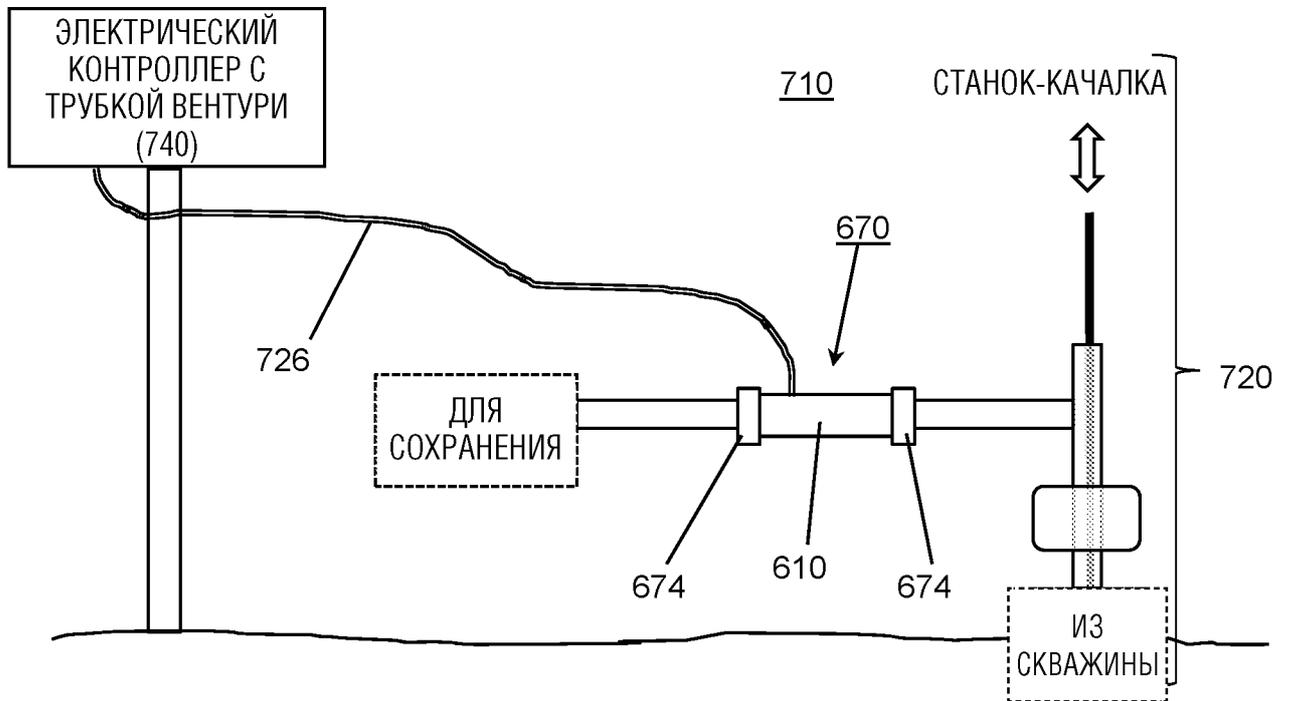
ФИГ.16



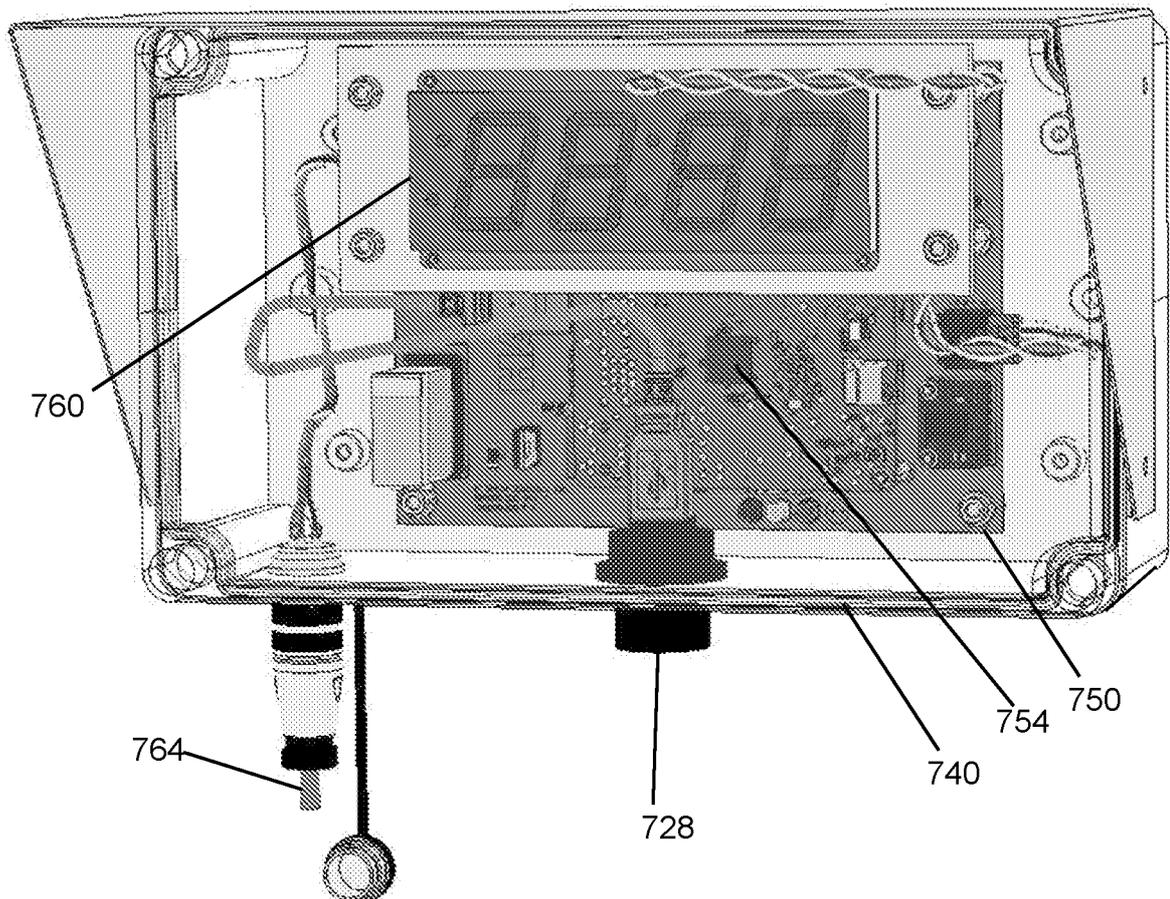
ФИГ.17



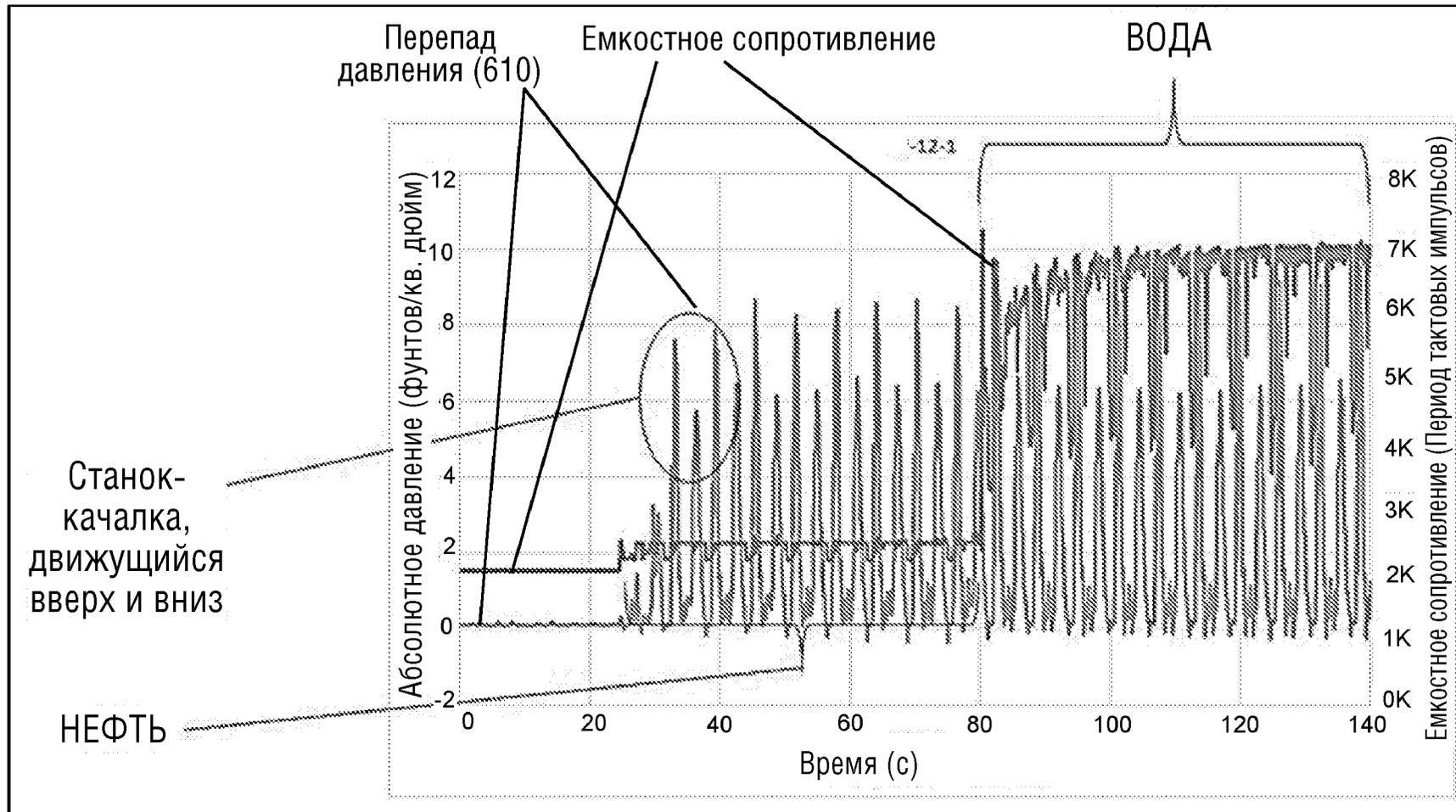
ФИГ.18



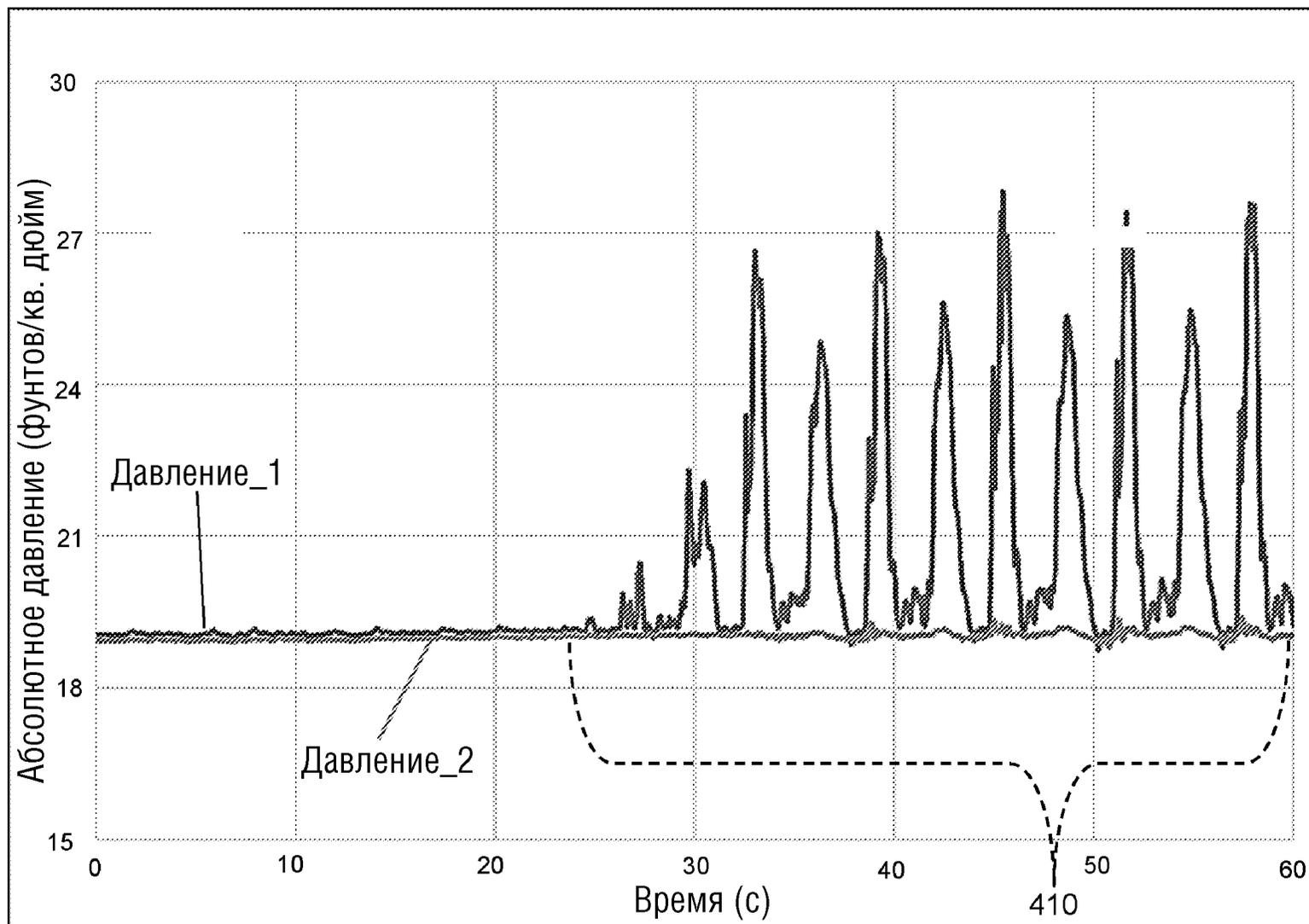
ФИГ.19



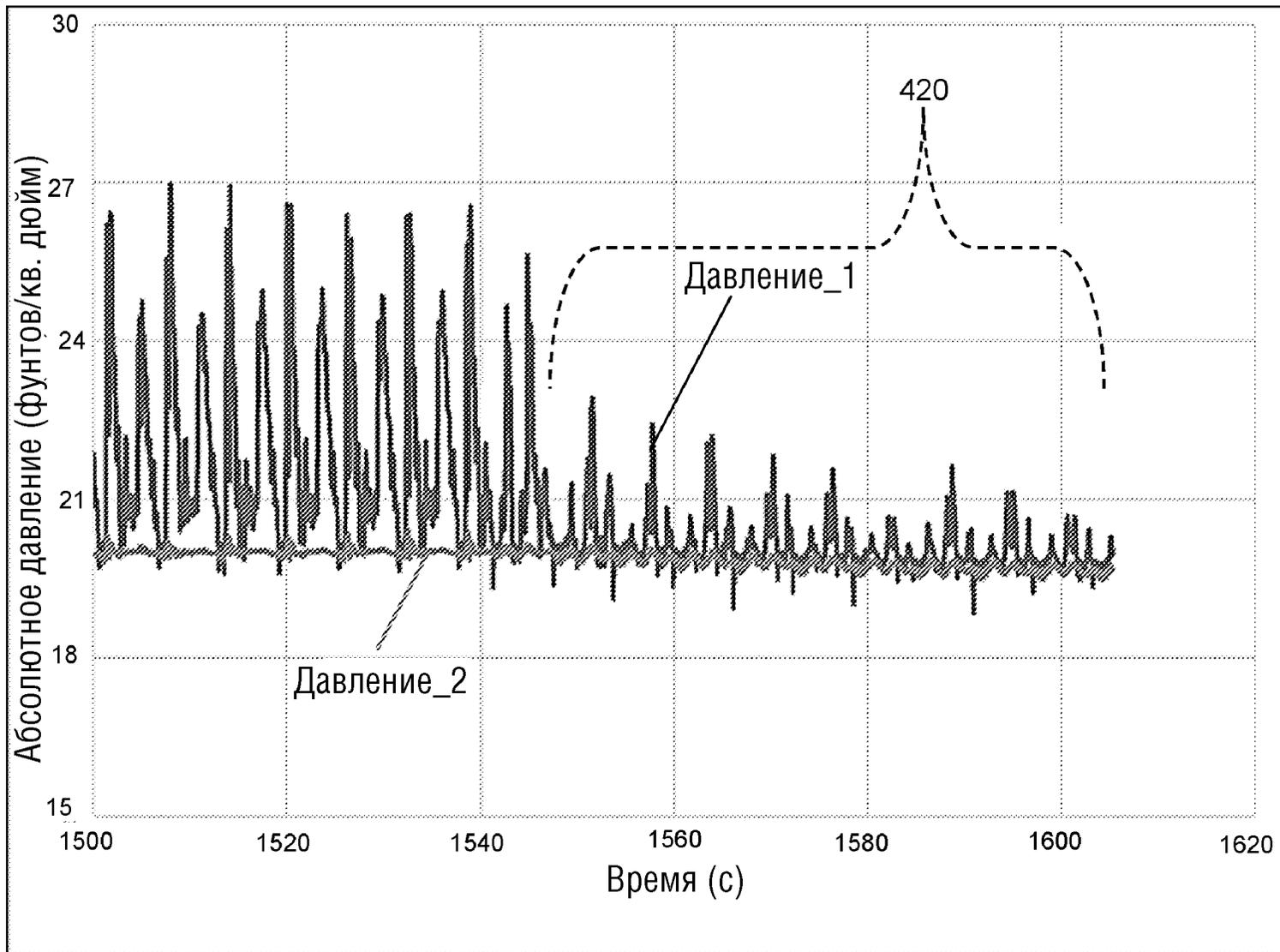
ФИГ.20



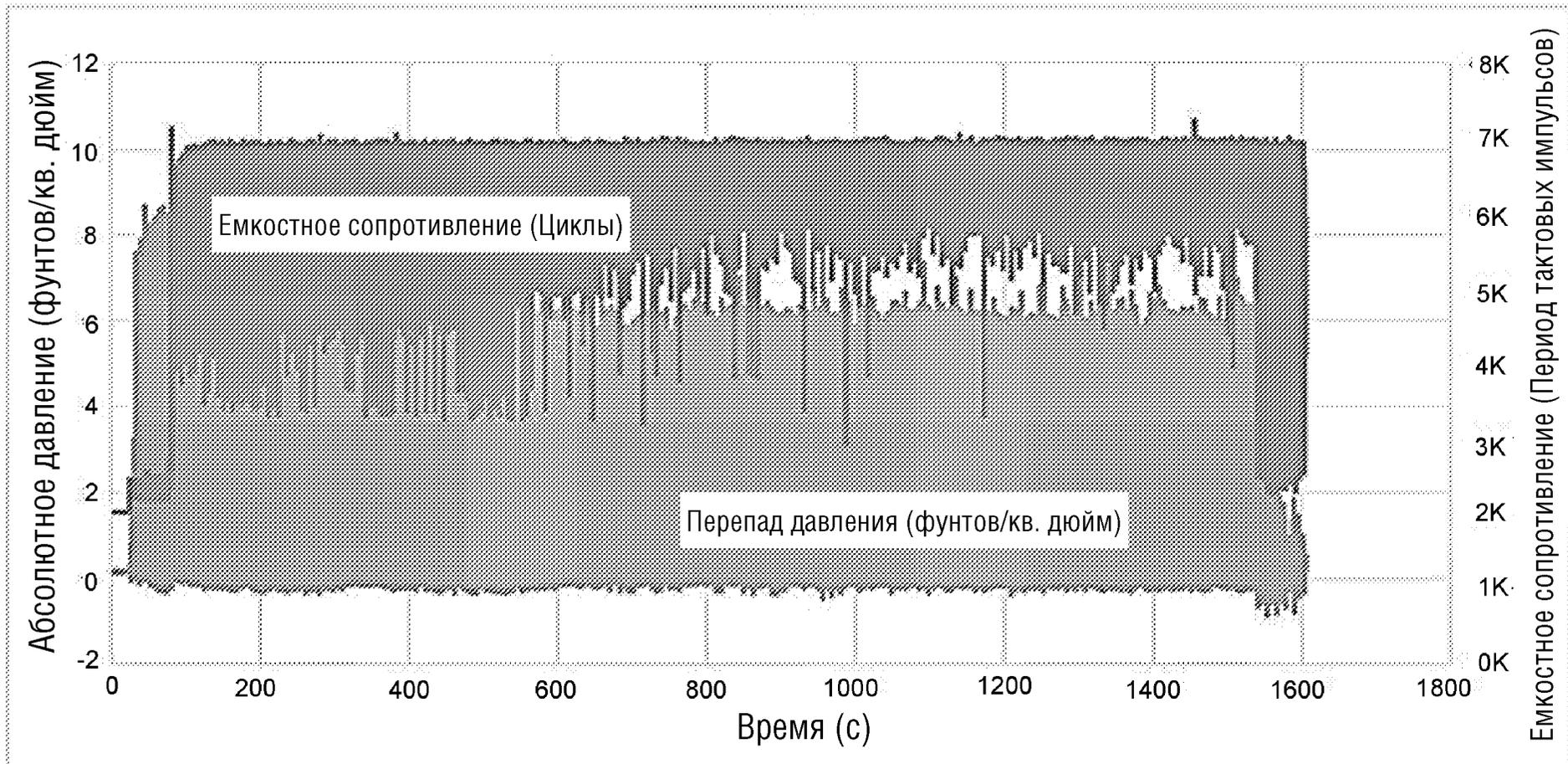
ФИГ.21



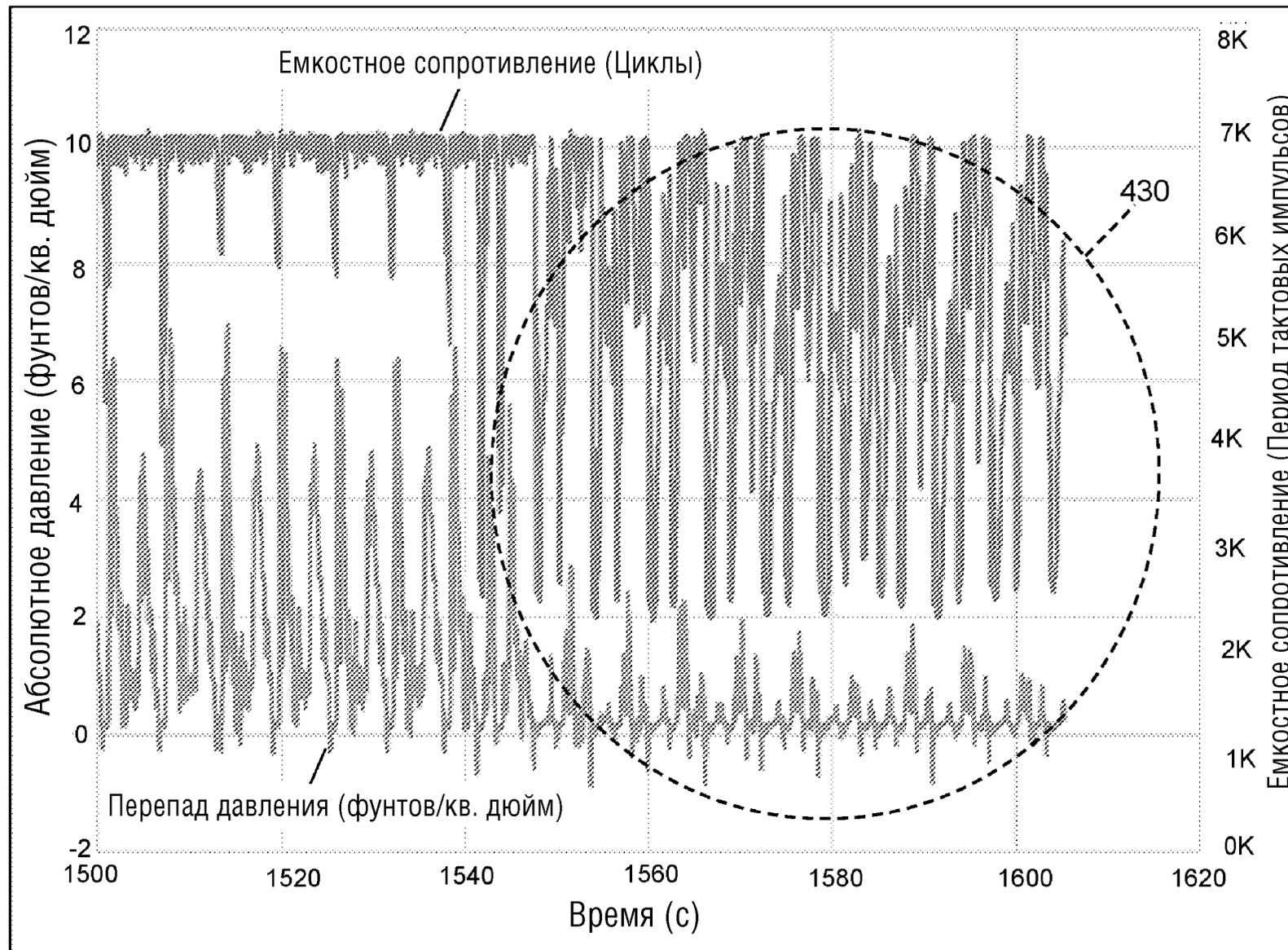
ФИГ.22



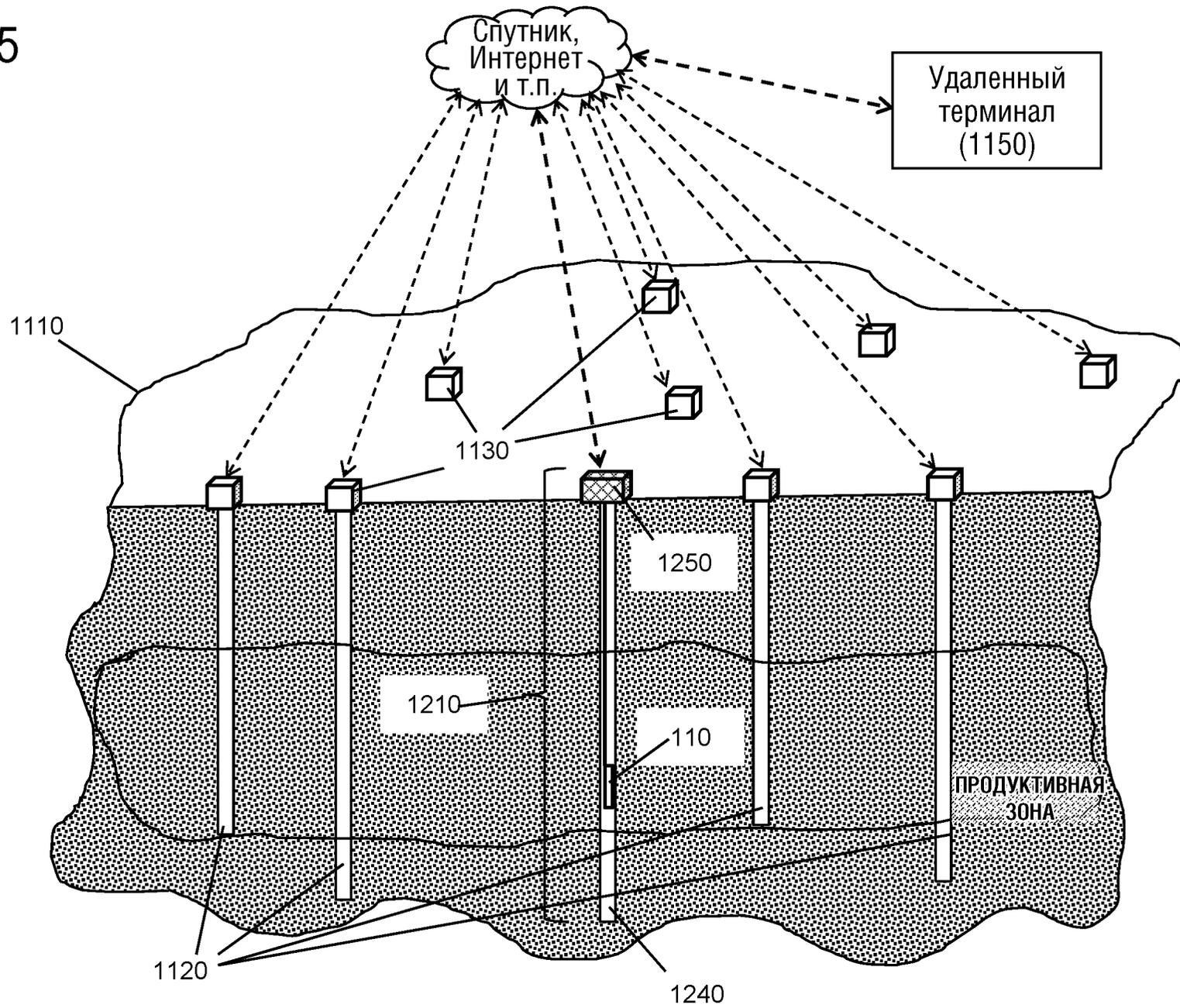
ФИГ.23



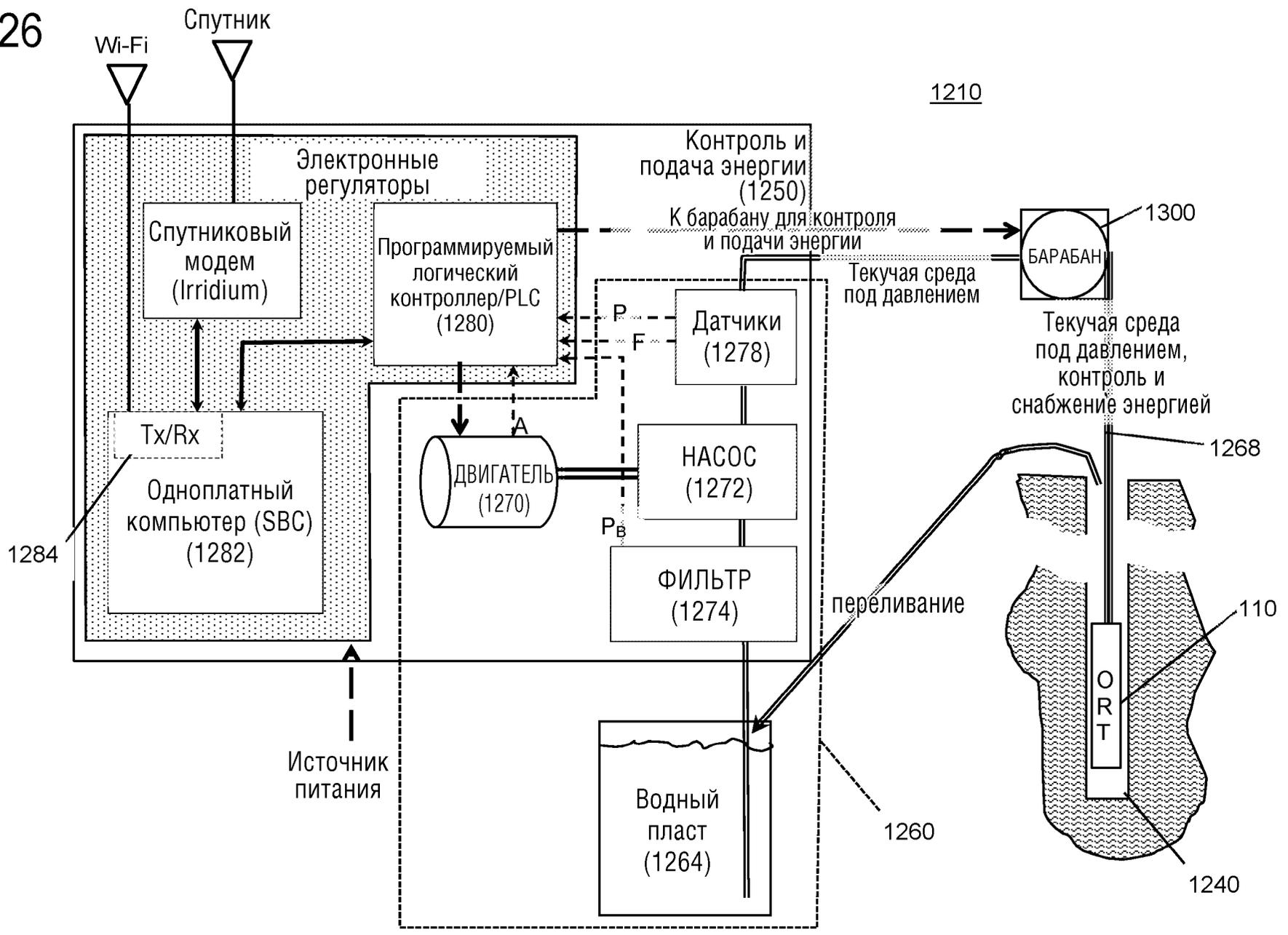
ФИГ.24



ФИГ.25



ФИГ.26



ФИГ.27

