

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046963**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.05.16

(21) Номер заявки
202390911

(22) Дата подачи заявки
2021.09.29

(51) Int. Cl. *E21B 33/12* (2006.01)
E21B 33/127 (2006.01)
E21B 34/10 (2006.01)
E21B 34/12 (2006.01)

(54) **ЗАТРУБНЫЙ БАРЬЕР С ПОВЫШАЮЩИМ ДАВЛЕНИЕ УЗЛОМ**

(31) **20199212.0; 20200097.2**

(32) **2020.09.30; 2020.10.05**

(33) **EP**

(43) **2023.06.26**

(86) **PCT/EP2021/076801**

(87) **WO 2022/069547 2022.04.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**УЕЛЛТЕК ОИЛФИЛД СОЛЮШЕНС
АГ (CH)**

(72) Изобретатель:
**Халлундбек Йорген, Кумар Сатиш
(CH)**

(74) Представитель:
Салинник Е.А., Ляджин А.В. (KZ)

(56) EP-A1-2565368
EP-A1-3327246
EP-A1-1138872
EP-A1-2570588

(57) Изобретение относится к затрубному барьеру для расширения в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой металлической конструкцией и внутренней стенкой ствола скважины под землей, для обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины, содержащему трубчатую металлическую часть для установки в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции; расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец расширяемой металлической втулки соединен с трубчатой металлической частью; расширяемое пространство между расширяемой металлической втулкой и трубчатой металлической частью, и расширительное отверстие в трубчатой металлической части, через которое поступает текучая среда для расширения расширяемой металлической втулки, при этом затрубный барьер дополнительно содержит повышающий давление узел. Изобретение также относится к скважинной системе, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и затрубный барьер.

B1

046963

046963

B1

Настоящее изобретение относится к затрубному барьеру для расширения в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой металлической конструкцией и внутренней стенкой ствола скважины под землей для обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины. Изобретение также относится к скважинной системе, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и затрубный барьер.

В стволах скважин затрубные барьеры используются для различных целей, например, для обеспечения изолирующего барьера. Затрубный барьер имеет трубчатую часть, установленную как часть скважинной трубчатой конструкции, такой как эксплуатационная обсадная колонна, которая окружена кольцевой расширяемой втулкой. Расширяемая втулка обычно выполнена из металла и прикреплена своими концами к трубчатой части затрубного барьера.

Напорная оболочка скважины зависит от номинала разрыва скважинной трубчатой металлической конструкции, например, эксплуатационной обсадной колонны, и оборудования скважины, например, других компонентов заканчивания, используемых в строительстве скважины. При некоторых обстоятельствах расширяемая втулка затрубного барьера может быть расширена путем увеличения давления внутри скважины, что является наиболее экономичным способом расширения втулки и установки такого металлического пакера. Номинальное давление скважины определяет максимальное давление, которое может быть применено в скважине для расширения втулки без повреждения других компонентов этой скважины, и желательно минимизировать давление расширения, необходимое для расширения втулки, чтобы минимизировать воздействие давления расширения на скважину, поскольку многие скважины имеют более низкое номинальное давление, чем требуется для расширения расширяемой металлической втулки затрубного барьера.

После расширения затрубные барьеры могут подвергаться непрерывному давлению или периодическому высокому давлению снаружи, либо в форме гидравлического давления в скважинной среде, либо в форме пластового давления. При некоторых обстоятельствах такое давление может привести к разрушению затрубного барьера, что может иметь серьезные последствия для области, которая должна быть изолирована барьером, поскольку уплотнительные свойства из-за разрушения теряются.

Текущие требования к номинальным значениям разрушения затрубных барьеров привели к использованию все более высоких давлений расширения, поскольку расширяемая металлическая втулка должна быть более толстой. Однако от увеличения давления расширения зависит не только номинальное давление заканчивания; различные скважинные инструменты также могут стать неэффективными или перестать функционировать под высоким давлением. Поэтому некоторые скважины имеют низкое номинальное давление, то есть допустимое давление расширения, используемое в скважине, с целью защиты от повреждения инструментов и оборудования, присутствующих в скважине. Проблему можно обойти, уменьшив толщину или прочность расширяемой втулки. Между тем, это снижает номинал разрушения.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и изъянов уровня техники. Более конкретно, целью является обеспечение затрубного барьера с возможностью расширения без повреждения других компонентов заканчивания и без снижения номинала разрушения затрубного барьера.

Вышеуказанные цели вместе с многочисленными другими целями, преимуществами и особенностями, которые станут ясны из приведенного ниже описания, достигаются с помощью решения в соответствии с настоящим изобретением с помощью затрубного барьера для расширения в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой металлической конструкцией и внутренней стенкой ствола скважины под землей для обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины, содержащегоо

трубчатую металлическую часть для установки как часть скважинной трубчатой металлической конструкции,

расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец расширяемой металлической втулки соединен с трубчатой металлической частью,

расширяемое пространство между расширяемой металлической втулкой и трубчатой металлической частью, и

расширительное отверстие в трубчатой металлической части, через которое поступает текущая среда для расширения расширяемой металлической втулки,

при этом затрубный барьер дополнительно содержит усиливающий давление узел, имеющий первый канал и поршневой узел, причем первый канал имеет первую часть канала с первым внутренним диаметром и вторую часть канала со вторым внутренним диаметром; поршневой узел имеет первый поршень с первым наружным диаметром, соответствующим первому внутреннему диаметру, и второй поршень со вторым наружным диаметром, соответствующим второму внутреннему диаметру; второй поршень соединен с первым поршнем посредством соединительного штока, где соединительный шток имеет меньший наружный диаметр, чем второй поршень; первый наружный диаметр меньше второго наружного диаметра; первая часть канала имеет первое отверстие, гидравлически сообщающееся с расширительным отверстием через первый проток для текучей среды; первый обратный клапан расположен в первом протоке для текучей среды, позволяя текучей среде входить в первое отверстие; первый канал

имеет второе отверстие, гидравлически сообщающееся с частью первого протока для текучей среды выше по потоку от первого обратного клапана; первая часть канала имеет третье отверстие, гидравлически сообщающееся с расширяемым пространством через второй обратный клапан; вторая часть канала имеет четвертое отверстие для входа текучей среды, чтобы позволить первому поршню перемещаться в первом направлении, выбрасывая текучую среду через третье отверстие в расширяемое пространство, и для выхода текучей среды, чтобы позволить первому поршню перемещаться во втором направлении, противоположном первому направлению, и

где вторая часть канала имеет пятое отверстие, гидравлически сообщающееся с четвертым отверстием через второй проток для текучей среды, и секвентальный поршень, окружающий соединительный шток и имеющий первое положение последовательности, в котором секвентальный поршень предотвращает гидравлическое сообщение между вторым отверстием и пятым отверстием, и второе положение последовательности, в котором секвентальный поршень обеспечивает гидравлическое сообщение между вторым отверстием и пятым отверстием для перемещения поршневого узла в первом направлении.

Более того, первый канал может содержать шестое отверстие, расположенное между пятым отверстием и третьим отверстием и гидравлически сообщающееся с кольцевым пространством.

В дополнение, шестое отверстие может гидравлически сообщаться с кольцевым пространством через фильтрующий элемент.

Кроме того, второй поршень может перемещаться между четвертым отверстием и пятым отверстием, так что текучая среда протекает между четвертым отверстием и пятым отверстием через второй проток для текучей среды.

Также, секвентальный поршень может иметь первую поршневую часть, вторую поршневую часть и промежуточную поршневую часть, соединяющую первую поршневую часть и вторую поршневую часть, причем промежуточная поршневая часть имеет меньший наружный диаметр, чем диаметр первой поршневой части и второй поршневой части, чтобы гидравлически соединять второе отверстие и пятое отверстие, когда секвентальный поршень находится во втором положении последовательности.

Кроме того, секвентальный поршень может иметь первую поршневую часть, вторую поршневую часть и промежуточную поршневую часть, соединяющую первую поршневую часть и вторую поршневую часть, причем промежуточная поршневая часть имеет меньший наружный диаметр, чем диаметр первой поршневой части и второй поршневой части, обеспечивая кольцевую полость между первым каналом и секвентальным поршнем для обеспечения прохождения текучей среды.

Более того, секвентальный поршень может иметь сквозной канал, имеющий диаметр канала, больший, чем наружный диаметр соединяющего штока, так что текучая среда может проходить между соединяющим штоком и секвентальным поршнем.

В дополнение, наружный диаметр первой поршневой части и второй поршневой части секвентального поршня может соответствовать внутреннему диаметру второй части канала.

Кроме того, вторая поршневая часть секвентального поршня может быть снабжена по меньшей мере двумя уплотнительными элементами, расположенными на расстоянии между ними, которое больше диаметра пятого отверстия.

Также, наружный диаметр соединительного штока может быть меньше, чем первый наружный диаметр и второй наружный диаметр.

Кроме того, наружный диаметр соединительного штока может быть меньше первого наружного диаметра и, по существу, равен второму наружному диаметру.

Более того, первый поршень может перемещаться между вторым отверстием и третьим отверстием.

В дополнение, первый поршень и/или второй поршень могут иметь металлические уплотнения, керамические уплотнения или аналогичные уплотнения, а не эластомерные уплотнения или уплотнительные кольца.

Более того, затрубный барьер может содержать второй наружный диаметр, превышающий более чем в 1,5 раза первый наружный диаметр, предпочтительно более чем в 2 раза больший, чем первый наружный диаметр, и более предпочтительно более чем в 2,5 раза больший, чем первый наружный диаметр.

Также повышающий давление узел может содержать второй канал, имеющий первую прорезь, гидравлически сообщающуюся с расширительным отверстием, и вторую прорезь, гидравлически сообщающуюся с первым протоком для текучей среды, третий поршень и четвертый поршень, соединенные посредством второго соединительного штока, расположенного во втором канале, и в положении развертывания третий поршень и четвертый поршень расположены по обе стороны от второй прорези, предотвращая попадание текучей среды в расширяемое пространство.

Кроме того, второй канал может содержать третью прорезь, гидравлически сообщающуюся с кольцевым пространством, и четвертую прорезь, гидравлически сообщающуюся с расширяемым пространством.

Более того, в положении развертывания третий поршень и четвертый поршень могут быть оба расположены на одной стороне третьей и четвертой прорезей, обеспечивая гидравлическое сообщение между третьей и четвертой прорезями.

В дополнение, для предотвращения перемещения третьего поршня и четвертого поршня до получения заданного давления в скважинной трубчатой металлической конструкции, действующего на третий поршень, может быть установлен срезной штифт.

Более того, после развертывания и срезания срезного штифта третий поршень и четвертый поршень могут перемещаться, обеспечивая гидравлическое сообщение между первой и второй прорезями.

Также, повышающий давление узел может содержать первую камеру, имеющую первое камерное отверстие, гидравлически сообщающееся со второй частью канала для накопления текучей среды из второй части канала.

Кроме того, первая камера может быть накопительной камерой.

Более того, первая камера может иметь второе камерное отверстие, гидравлически сообщающееся с первым протоком для текучей среды, и первая камера может содержать первый камерный поршень, подпружиненный посредством первой пружины так, что первый камерный поршень прижимается по направлению к первому камерному отверстию, причем первый камерный поршень может перемещаться между первым камерным отверстием и вторым камерным отверстием.

В добавление, повышающий давление узел может содержать вторую камеру, гидравлически сообщающуюся со второй частью канала через первую камеру.

Более того, вторая камера может содержать третье камерное отверстие, гидравлически сообщающееся с первой камерой; вторая камера содержит четвертое камерное отверстие, гидравлически сообщающееся с кольцевым пространством; вторая камера содержит второй камерный поршень, подпружиненный с помощью второй пружины так, что второй камерный поршень подталкивается в направлении к гидравлическому сообщению со второй частью канала и принудительно перемещается между третьим камерным отверстием и четвертым камерным отверстием.

Наконец, изобретение относится к скважинной системе, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и затрубный барьер, как упомянуто выше, причем трубчатая металлическая часть установлена как часть скважинной трубчатой металлической конструкции.

Изобретение и его многочисленные преимущества будут описаны более подробно ниже со ссылкой на прилагаемые схематические чертежи, на которых в целях иллюстрации показаны некоторые не ограничивающие воплощения, на которых:

на фиг. 1 показан вид в поперечном сечении затрубного барьера согласно изобретению, имеющего повышающий давление узел,

на фиг. 2А показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла в одном положении,

на фиг. 2В показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла с фиг. 2А в другом положении,

на фиг. 3 показан вид в поперечном сечении другого повышающего давление узла,

на фиг. 4А показан вид в поперечном сечении другого повышающего давление узла, имеющего накопительную камеру,

на фиг. 4В показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла с фиг. 4А в другом положении,

на фиг. 4С показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла с фиг. 4А в еще одном положении,

на фиг. 4Д показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла с фиг. 4А в еще одном положении,

на фиг. 4Е показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла с фиг. 4А в еще одном положении,

на фиг. 4F показан вид в поперечном сечении повышающего давление узла с фиг. 4А в еще одном положении,

на фиг. 5А, В показан вид в поперечном сечении сборки срезного штифта в открытом и закрытом положении, и

на фиг. 6 показан вид челночного клапанного узла в поперечном сечении.

Все фигуры являются очень схематичными и не обязательно выполнены в масштабе, при этом на них показаны только те детали, которые необходимы для пояснения изобретения, тогда как другие детали опущены или всего лишь подразумеваются.

На фиг. 1 показан затрубный барьер 1, который был расширен в кольцевом пространстве 2 между скважинной трубчатой металлической конструкцией 3 и внутренней стенкой 4 ствола скважины 5 под землей, обеспечивая изоляцию зоны между первой зоной 101 и второй зоной 102 ствола скважины. Затрубный барьер содержит трубчатую металлическую часть 7, которая была установлена как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, вставленной в ствол скважины. Затрубный барьер содержит расширяемую металлическую втулку 8, окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец 9 расширяемой металлической втулки соединен с трубчатой металлической частью, обеспечивая расширяемое пространство 10 между расширяемой металлической втулкой и трубчатой металлической частью, а затрубный барьер содержит расширительное отверстие 11 в трубчатой металлической части 7. Затрубный барьер дополнительно содержит повышающий давление узел 20, посредством

которого давление, под которым текучая среда поступила через расширительное отверстие, перед входом в расширяемое пространство 10 повышается для расширения расширяемой металлической втулки 8 при более высоком давлении, чем давление текучей среды, поступившей в расширительное отверстие в трубчатой металлической части 7.

На фиг. 2А показан повышающий давление узел 20, имеющий первый канал 21 и поршневой узел 22. Первый канал имеет первую часть канала 23, имеющую первый внутренний диаметр ID_1 , и вторую часть канала 24, имеющую второй внутренний диаметр ID_2 . Поршневой узел содержит первый поршень 25, имеющий первый наружный диаметр OD_1 , соответствующий первому внутреннему диаметру, и второй поршень 26, имеющий второй наружный диаметр OD_2 , соответствующий второму внутреннему диаметру. Второй поршень соединен с первым поршнем посредством соединительного штока 27. Соединительный шток 27 имеет меньший наружный диаметр, чем второй поршень. Первый наружный диаметр меньше, чем второй наружный диаметр, в результате чего давление текучей среды, поступившей через расширительное отверстие 11, повышается перед входом в расширяемое пространство 10 для расширения расширяемой металлической втулки 8 затрубного барьера для получения давления, более высокого, чем давление текучей среды, поступившей в расширительное отверстие в трубчатой металлической части 7, за счет разности диаметров между первым поршнем и вторым поршнем. Первая часть канала 23 имеет первое отверстие 31 в гидравлическом сообщении с расширительным отверстием 11 через первый проток для текучей среды 41, и первый обратный клапан 28 расположен в первом протоке для текучей среды 41, позволяя текучей среде войти в первое отверстие. Первый канал 21 имеет второе отверстие 32, гидравлически сообщающееся с частью первого протока для текучей среды выше по потоку от первого обратного клапана 28. Первая часть канала 23 имеет третье отверстие 33, гидравлически сообщающееся с расширяемым пространством 10 через второй обратный клапан 29. Вторая часть канала 24 имеет четвертое отверстие 34 для входа текучей среды, чтобы позволить первому поршню 25 перемещаться в первом направлении, выталкивая текучую среду через третье отверстие и в расширяемое пространство, и для выхода текучей среды, чтобы позволить первому поршню 25 перемещаться во втором направлении, противоположном первому направлению. Вторая часть канала 24 имеет пятое отверстие 35, гидравлически сообщающееся с четвертым отверстием 34 через второй проток для текучей среды 42 для обеспечения прохождения текучей среды от одной стороны второго поршня 26 к другой стороне второго поршня, когда второй поршень перемещается взад и вперед.

Таким образом, первый поршень 25 перемещается между вторым отверстием 32 и третьим отверстием 33, а второй поршень 26 перемещается между четвертым отверстием 34 и пятым отверстием 35, так что текучая среда течет между четвертым отверстием 34 и пятым отверстием через второй проток для текучей среды 42. Второй проток для текучей среды функционирует как своего рода обходной проток, так что второй поршень 26 способен перемещаться, поскольку текучая среда находится в жидкой форме в скважине и, следовательно, более или менее несжимаема и должна быть перемещена в другое место, чтобы иметь возможность перемещать второй поршень.

Повышающий давление узел 20 дополнительно содержит секвентальный поршень 30, окружающий соединительный шток 27. На фиг. 2А секвентальный поршень 30 имеет первое положение последовательности, в котором секвентальный поршень предотвращает гидравлическое сообщение между вторым отверстием 32 и пятым отверстием 35, так что текучая среда изнутри трубчатой металлической части 7 проходит через расширительное отверстие 11 в первый проток для текучей среды 41 через первый обратный клапан 28 и внутрь через первое отверстие 31 и давит на первый поршень 25 для перемещения первого поршня во втором направлении к второй части канала 24. На фиг. 2В секвентальный поршень 30 имеет второе положение последовательности, в котором секвентальный поршень обеспечивает гидравлическое сообщение между вторым отверстием и пятым отверстием для перемещения поршневого узла 22 в первом направлении и выдавливания текучей среды в первой части канала 23 через третье отверстие 33 и второй обратный клапан 29 в расширяемое пространство 10 для расширения расширяемой металлической втулки 8 затрубного барьера 1. Во втором положении последовательности секвентальный поршень 30 охватывает с двух сторон второе отверстие и пятое отверстие. В первом положении последовательности секвентальный поршень 30 изолирует второе отверстие таким образом, что вся текучая среда через расширительное отверстие принудительно протекает через первый проток для текучей среды и первый обратный клапан, и в первую часть канала.

Как показано на фиг. 2А, секвентальный поршень 30 имеет первую поршневую часть 43, вторую поршневую часть 44 и промежуточную поршневую часть 45, соединяющую первую поршневую часть и вторую поршневую часть, причем промежуточная поршневая часть имеет меньший наружный диаметр, чем у первой поршневой части и второй поршневой части, так что она гидравлически сообщает второе отверстие 32 и пятое отверстие 35, когда секвентальный поршень 30 находится во втором положении последовательности и так, что первая поршневая часть расположена с одной стороны пятого отверстия 35, промежуточная поршневая часть охватывает с двух сторон второе отверстие 32 и пятое отверстие 35, а вторая поршневая часть 44 расположена на другой стороне второго отверстия 32. Таким образом, промежуточная поршневая часть имеет меньший наружный диаметр, чем диаметр первой поршневой части 43 и второй поршневой части 44, обеспечивая кольцевую полость 47 между первым каналом 21 и секвен-

тальным поршнем 30 для обеспечения прохождения текучей среды между вторым отверстием и пятым отверстием.

Секвентальный поршень 30 имеет сквозной канал 46, имеющий диаметр канала ID_B , превышающий наружный диаметр соединяющего штока 27, так что текучая среда может проходить между соединительным штоком и секвентальным поршнем вдоль диаметра канала. Наружный диаметр первой поршневой части 43 и второй поршневой части 44 секвентального поршня соответствует внутреннему диаметру второй части канала 24. Однако в другом воплощении секвентальный поршень 30 расположен в первой части канала 23.

Как показано на фиг. 2А и 2В, первый канал 21 содержит шестое отверстие 36, расположенное между пятым отверстием 35 и третьим отверстием 33, и гидравлически сообщающееся с кольцевым пространством 2. Таким образом, кольцевое пространство используется в качестве накопителя. Несмотря на то, что оно не показано, шестое отверстие гидравлически сообщается с кольцевым пространством через фильтрующий элемент, предотвращающий попадание частиц скважинной текучей среды в повышающий давление узел 20 и повреждение его функции.

На фиг. 3 первая поршневая часть 43 секвентального поршня 30 снабжена по меньшей мере двумя уплотнительными элементами 72, расположенными на расстоянии между ними, которое больше диаметра пятого отверстия 35. Таким образом, вторая поршневая часть секвентального поршня герметизирует пятое отверстие до тех пор, пока секвентальный поршень не охватит с двух сторон пятое отверстие и второе отверстие, и не будет риска посадки напротив пятого отверстия 35, где текучая среда может течь из второго отверстия 32 мимо первой поршневой части 43 и непосредственно во вторую часть канала 24 без принудительного вытекания через второй проток для текучей среды 42, как показано на фиг. 4С.

Как можно видеть на фиг. 2А, наружный диаметр соединительного штока 27 меньше, чем первый наружный диаметр и второй наружный диаметр. На фиг. 3 наружный диаметр соединительного штока меньше первого наружного диаметра и, по существу, равен второму наружному диаметру. На фиг. 3 секвентальный поршень 30 имеет внутренний ключ 73, перемещающийся в канавке 74 соединительного штока для приведения секвентального поршня в движение из первого положения последовательности во второе положение последовательности. Перемещение секвентального поршня из второго положения последовательности в первое положение последовательности выполняется вторым поршнем 26.

Для увеличения гидравлического давления текучей среды, поступающей в расширительное отверстие 11 перед выбросом в расширяемое пространство, второй наружный диаметр более чем в 1,2 раза превышает первый наружный диаметр; предпочтительно, более чем в 1,5 раза превышает первый наружный диаметр; более предпочтительно, более чем в 2 раза превышает первый наружный диаметр; и еще более предпочтительно, более чем в 2,5 раза превышает первый наружный диаметр.

Коэффициент повышения давления повышающего давление узла 20 определяется разностью площади поршня между первым и вторым поршнем и, следовательно, разностью между вторым наружным диаметром и первым наружным диаметром $(OD_2/OD_1)^2$.

На фиг. 4А-4F повышающий давление узел 20 дополнительно содержит второй канал 51, имеющий первую прорезь 52, гидравлически сообщающуюся с расширительным отверстием 11, и вторую прорезь 53, гидравлически сообщающуюся с первым протоком для текучей среды 41. Во втором канале расположены третий поршень 54 и четвертый поршень 55, соединенные посредством второго соединительного штока 56. В положении развертывания затрубного барьера 1, т.е. когда затрубный барьер спускают в скважину и устанавливают как часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3, третий поршень и четвертый поршень расположены по обе стороны от второго отверстия 53, предотвращая попадание текучей среды в первый проток для текучей среды 41 и, таким образом, в расширяемое пространство 10. Таким образом, расширяемая металлическая втулка 8 затрубного барьера 1 не расширяется преждевременно, и затрубный барьер не устанавливается в непреднамеренное положение в стволе скважины, предотвращая дальнейшее перемещение скважинной трубчатой металлической конструкции вниз по стволу скважины. Второй канал 51 расположен параллельно первому каналу 21, но может быть расположен под любым углом к первому каналу.

Третий поршень 54 и четвертый поршень 55 в положении развертывания лишены срезным штифтом 59 возможности перемещаться до начала операции расширения и создания давления внутри трубчатой металлической части 7; при достижении заданного давления в скважинной трубчатой металлической конструкции 3, действующего на третий поршень 54, срезной штифт срезается, а третий поршень и четвертый поршень перемещаются, обеспечивая гидравлическое сообщение между первой прорезью 52 и второй прорезью 53, и гидравлическое сообщение с первым каналом 21. В другом воплощении срезной штифт размещен в дополнительном клапанном узле срезного штифта (показанном на фиг. 5), который гидравлически сообщается со второй прорезью и гидравлически расположен между расширительным отверстием 11 и второй прорезью. Срезной штифт также может быть заменен срезным диском, расположенным в гидравлическом сообщении между расширительным отверстием и второй прорезью.

Чтобы предотвратить вжатие расширяемой металлической втулки 8 вовнутрь при развертывании затрубного барьера 1, из-за более высокого давления в скважине, чем в расширяемом пространстве 10, второй канал 51 дополнительно содержит третью прорезь 57, гидравлически сообщающуюся с кольце-

вым пространством 2, и четвертую прорезь 58, гидравлически сообщающуюся с расширяемым пространством, как показано на фиг. 4А. В положении развертывания, показанном на фиг. 4А, третий поршень 54 и четвертый поршень 55 оба расположены с одной стороны третьей прорези 57 и четвертой прорези 58, обеспечивая гидравлическое сообщение между третьей и четвертой прорезями. Таким образом, роль третьего поршня 54 и четвертого поршня 55 также заключается в обеспечении во время развертывания отсутствия запертого давления в затрубном барьере, то есть в расширяемом пространстве 10, из-за второго обратного клапана 29. Таким образом, расширяемое пространство 10 под расширяемой металлической втулкой будет скомпенсировано по давлению с кольцевым пространством. Таким образом, третья прорезь 57 и четвертая прорезь 58 гидравлически сообщаются на "задней" стороне третьего поршня 54 и четвертого поршня 55, а вторая прорезь 53 расположена на "передней" стороне третьего поршня 54 и четвертого поршня 55, в то время как третий поршень 54 и четвертый поршень 55 расположены по обе стороны от второго отверстия.

На фиг. 4А-4F повышающий давление узел 20 дополнительно содержит первую камеру 61, имеющую первое отверстие 68 камеры, гидравлически сообщающееся со второй частью канала 24 для накопления текучей среды из второй части канала. Таким образом, первая камера является своего рода накопительной камерой или накопителем. Первая камера имеет второе камерное отверстие 69, гидравлически сообщающееся с первым протоком для текучей среды 41, и первая камера содержит первый камерный поршень 62, подпружиненный посредством первой пружины 63 так, что первый камерный поршень прижимается к первому камерному отверстию 68. Первый камерный поршень выполнен с возможностью перемещения между первым камерным отверстием 68 и вторым камерным отверстием 69. Имея первую камеру 61 с подпружиненным первым камерным поршнем 62, первая камера способна накапливать во второй части канала 24 текучую среду, которая не может обойти второй поршень 26 во втором протоке для текучей среды 42, когда второй поршень 26 перемещается во втором направлении. Это является преимущественной ситуацией, которая может произойти ближе к концу движения во втором направлении, как показано на фиг. 4С, где первый поршень 25 перемещает секвентальный поршень 30, запирая пятое отверстие 35, даже несмотря на то, что второй поршень не полностью перемещен до конца (как показано на фиг. 4D), и оставшаяся текучая среда может затем войти в первую камеру. Таким образом, текучая среда/жидкость не запирается, препятствуя перемещению второго поршня до конца, и нет препятствия перемещению первым поршнем секвентального поршня во второе положение последовательности, открывая проход для прохождения текучей среды для толкания поршневого узла 22 в первом направлении. Таким образом, первая камера является мерой предосторожности для обеспечения того, чтобы секвентальный поршень мог перемещаться во второе положение последовательности. Первый камерный поршень предварительно нагружен давлением в расширительной текучей среде, проходящей через второе камерное отверстие 69 и на первый камерный поршень.

Повышающий давление узел 20 дополнительно содержит вторую камеру 64, гидравлически сообщающуюся со второй частью канала 24 через первую камеру 61. Вторая камера содержит третье камерное отверстие 70, гидравлически сообщающееся с первой камерой. Вторая камера содержит четвертое камерное отверстие 67, гидравлически сообщающееся с кольцевым пространством 2, и вторая камера содержит второй камерный поршень 65, подпружиненный посредством второй пружины 66 так, что второй камерный поршень прижимается к гидравлическому сообщению со второй частью канала, то есть по направлению к первому камерному отверстию 68, и принуждается к перемещению между третьим камерным отверстием 70 и четвертым камерным отверстием 67. Имея вторую камеру 64 с подпружиненным вторым камерным поршнем 65, вторая камера способна обеспечивать текучую среду под давлением во вторую часть канала 24, чтобы полностью прижать поршневой узел ко второму обратному клапану 29 и подтолкнуть секвентальный поршень 30 к первому положению последовательности. Второй камерный поршень 65 испытывает давление затрубного пространства от четвертого камерного отверстия 67 и давление расширения (давление от трубчатой металлической части 7 через расширительное отверстие 11) через третье камерное отверстие 70, и когда секвентальный поршень находится напротив пятого отверстия 35, как показано на фиг. 4Е, могут быть предотвращены вход текучей среды во второй проток для текучей среды 42, и давление на второй поршень для перемещения поршневого узла дальше по направлению ко второму обратному клапану. Затем секвентальный поршень 30 может не быть полностью перемещен в первое положение последовательности, и тогда разность давлений с обеих сторон второго камерного поршня будет вынуждать второй камерный поршень перемещаться, увеличивая давление во второй части канала 24, гидравлически сообщающейся со второй камерой через первое камерное отверстие. Таким образом завершается перемещение секвентального поршня из положения, показанного на фиг. 4Е, в положение, показанное на фиг. 4F, т.е. обеспечено первое положение последовательности, так что цикл перемещения повышающего давление узла завершен.

С целью расширения расширяемой металлической втулки 8 затрубного барьера 1, поршневой узел 22 и, следовательно, первый поршень 25 и второй поршень 26 должны переместиться взад и вперед 500-5000 раз, и поэтому уплотнения этих поршней предпочтительно представляют собой металлические уплотнения, керамические уплотнения или аналогичные уплотнения, способные выдерживать такую нагрузку.

На фиг. 5А и 5В раскрыт клапанный узел со срезным элементом 130, имеющий первое отверстие узла 116, гидравлически сообщающееся с расширительным отверстием 11, и поршень узла 121, движущийся в канале 120 и имеющий сквозной канал 122, в котором расположен срезной диск 124. Второе отверстие узла 117 гидравлически сообщается с первым протоком для текучей среды 41 на фиг. 2А-4F, так что в первом положении узла, показанном на фиг. 5А, текучая среда из расширительного отверстия поступает в повышающий давление узел 20, а во втором положении узла, как показано на фиг. 5В, клапанный узел со срезным элементом предотвращает попадание текучей среды, поскольку гидравлическое сообщение между первым отверстием узла 116 и вторым отверстием узла 117 запирается.

Шестое отверстие 36, третья прорезь 57 и четвертое камерное отверстие 67 могут все гидравлически сообщаться с кольцевым пространством 2 через челночный клапанный узел 111, например, показанный на фиг. 6, имеющий первое впускное отверстие 125, гидравлически сообщающееся с первой зоной 101 кольцевого пространства, и второе впускное отверстие 126, гидравлически сообщающееся со второй зоной 102 кольцевого пространства, и выпускное отверстие 127, гидравлически сообщающееся с шестым отверстием, третьей прорезью 57 и/или четвертым камерным отверстием 67. Челночный клапанный узел 111 имеет подвижный элемент 20b,двигающийся взад-вперед из первого положения из первого положения клапана, в котором первое впускное отверстие гидравлически сообщается с выпускным отверстием, до второго положения клапана, в котором второе впускное отверстие гидравлически сообщается с выпускным отверстием. Челночный клапанный узел может представлять собой клапанный узел любого типа, имеющий эти два клапанных положения.

Затрубный барьер 1 может быть частью скважинной системы 100, как показано на фиг. 1, где скважинная система содержит скважинную трубчатую металлическую конструкцию 3 и вышеупомянутый затрубный барьер, и где трубчатая металлическая часть 7 установлена как часть скважинной трубчатой металлической конструкции. Скважинная система 100 может иметь множество затрубных барьеров, даже если они не показаны.

Под "текучей средой" или "скважинной текучей средой" понимается любой тип текучей среды, которая может присутствовать в нефтяных или газовых скважинах, например, природный газ, нефть, нефтяной буровой раствор, сырая нефть, вода и так далее. Под "газом" понимается любой тип газовой смеси, присутствующей в скважине, законченной или с открытым стволом, а под "нефтью" понимается любой тип нефтяной смеси, например, сырая нефть, нефтесодержащая текучая среда и так далее. Таким образом, в состав текучих сред газа, нефти и воды могут входить другие элементы или вещества, которые не являются газом, нефтью и/или водой, соответственно.

Под "обсадной колонной" или "скважинной трубчатой металлической конструкцией" подразумевается любой вид трубы, трубчатого элемента, трубопровода, внутренней обшивки, колонны труб и т.д., используемый в скважине в связи с добычей нефти или природного газа.

Хотя изобретение было описано выше в связи с предпочтительными воплощениями изобретения, специалисту в данной области техники будет ясно, что допустимы несколько модификаций без отклонения от сущности изобретения, определенной нижеследующей формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Затрубный барьер (1), выполненный с возможностью расширения в кольцевом пространстве (2) между скважинной трубчатой металлической конструкцией (3) и внутренней стенкой (4) ствола скважины (5) под землей для обеспечения изоляции зоны между первой зоной (101) и второй зоной (102) ствола скважины, содержащий

трубчатую металлическую часть (7) для установки как часть скважинной трубчатой металлической конструкции,

расширяемую металлическую втулку (8), окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец (9) расширяемой металлической втулки соединен с трубчатой металлической частью,

причем между расширяемой металлической втулкой и трубчатой металлической частью имеется расширяемое пространство (10), и

расширительное отверстие (11) в трубчатой металлической части (7), через которое поступает текучая среда для расширения расширяемой металлической втулки (8),

при этом затрубный барьер дополнительно содержит повышающий давление узел (20), имеющий первый канал (21) и поршневой узел (22), причем первый канал имеет первую часть канала (23) с первым внутренним диаметром (ID_1) и вторую часть канала (24) со вторым внутренним диаметром (ID_2); поршневой узел имеет первый поршень (25) с первым наружным диаметром (OD_1), соответствующим первому внутреннему диаметру, и второй поршень (26) со вторым наружным диаметром (OD_2), соответствующим второму внутреннему диаметру; второй поршень соединен с первым поршнем посредством соединительного штока (27); указанный соединительный шток (27) имеет меньший наружный диаметр, чем второй поршень, причем первый наружный диаметр меньше второго наружного диаметра; первая часть канала имеет первое отверстие (31), гидравлически сообщающееся с расширительным отверстием через первый проток для текучей среды (41); первый обратный клапан (28) расположен в первом протоке для

текучей среды, позволяющем текущей среде входить в первое отверстие; первый канал имеет второе отверстие (32), гидравлически сообщающееся с частью первого протока для текущей среды выше по потоку от первого обратного клапана; первая часть канала имеет третье отверстие (33), гидравлически сообщающееся с расширяемым пространством через второй обратный клапан (29); вторая часть канала имеет четвертое отверстие (34) для входа текущей среды, чтобы позволить первому поршню двигаться в первом направлении, выталкивая текучую среду через третье отверстие и в расширяемое пространство, и для выхода текущей среды, чтобы позволить первому поршню двигаться во втором направлении, противоположном первому направлению, и

где вторая часть канала имеет пятое отверстие (35), гидравлически сообщающееся с четвертым отверстием через второй проток для текущей среды (42), и секвентальный поршень (30), окружающий соединительный шток и имеющий первое положение последовательности, в котором секвентальный поршень предотвращает гидравлическое сообщение между вторым отверстием и пятым отверстием, и второе положение последовательности, в котором секвентальный поршень обеспечивает гидравлическое сообщение между вторым отверстием и пятым отверстием для перемещения поршневого узла в первом направлении.

2. Затрубный барьер по п.1, в котором первый канал содержит шестое отверстие (36), расположенное между пятым отверстием и третьим отверстием и гидравлически сообщающееся с кольцевым пространством.

3. Затрубный барьер по п.1 или 2, в котором второй поршень перемещается между четвертым отверстием и пятым отверстием так, что текучая среда течет между четвертым отверстием и пятым отверстием через второй проток для текущей среды.

4. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором секвентальный поршень имеет первую поршневую часть (43), вторую поршневую часть (44) и промежуточную поршневую часть (45), соединяющую первую поршневую часть и вторую поршневую часть, причем промежуточная поршневая часть имеет меньший наружный диаметр, чем диаметр первой поршневой части и второй поршневой части, так чтобы гидравлически сообщать второе отверстие и пятое отверстие, когда секвентальный поршень находится во втором положении последовательности.

5. Затрубный барьер по любому из пп.1-3, в котором секвентальный поршень имеет первую поршневую часть (43), вторую поршневую часть (44) и промежуточную поршневую часть (45), соединяющую первую поршневую часть и вторую поршневую часть, причем промежуточная поршневая часть имеет меньший наружный диаметр, чем диаметр первой поршневой части и второй поршневой части, обеспечивая кольцевую полость (47) между первым каналом и секвентальным поршнем для обеспечения прохода текущей среды.

6. Затрубный барьер по п.4 или 5, в котором секвентальный поршень имеет сквозной канал (46), имеющий диаметр канала (ID_B), превышающий наружный диаметр соединительного штока, так что текучая среда может проходить между соединительным штоком и секвентальным поршнем.

7. Затрубный барьер по любому из пп.4-6, в котором вторая поршневая часть секвентального поршня снабжена по меньшей мере двумя уплотнительными элементами, расположенными на расстоянии между ними, которое больше диаметра пятого отверстия.

8. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором второй наружный диаметр более чем в 1,5 раза больше первого наружного диаметра, предпочтительно более чем в 2 раза больше первого наружного диаметра и более предпочтительно более чем в 2,5 раза больше первого наружного диаметра.

9. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором повышающий давление узел дополнительно содержит второй канал (51), имеющий первую прорезь (52), гидравлически сообщающуюся с расширительным отверстием, и вторую прорезь (53), гидравлически сообщающуюся с первым протоком для текущей среды; третий поршень (54) и четвертый поршень (55), соединенные посредством второго соединительного штока (56), расположенного во втором канале; и в положении разворачивания, третий поршень и четвертый поршень расположены по обе стороны от второй прорези, предотвращая попадание текущей среды в расширяемое пространство.

10. Затрубный барьер по п.9, где в положении разворачивания третий поршень и четвертый поршень оба расположены с одной стороны третьей и четвертой прорезей, обеспечивая гидравлическое сообщение между третьей и четвертой прорезями.

11. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором повышающий давление узел дополнительно содержит первую камеру (61), имеющую первое камерное отверстие (68), гидравлически сообщающееся со второй частью канала для накопления текущей среды из второй части канала.

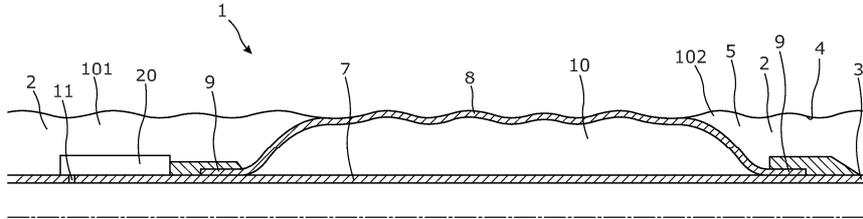
12. Затрубный барьер по п.11, в котором первая камера имеет второе камерное отверстие (69), гидравлически сообщающееся с первым протоком для текущей среды, и первая камера содержит первый камерный поршень (62), подпружиненный с помощью первой пружины (63) так, что первый камерный поршень прижимается к первому камерному отверстию; первый камерный поршень может перемещаться между первым камерным отверстием и вторым камерным отверстием.

13. Затрубный барьер по п.11 или 12, в котором повышающий давление узел дополнительно содер-

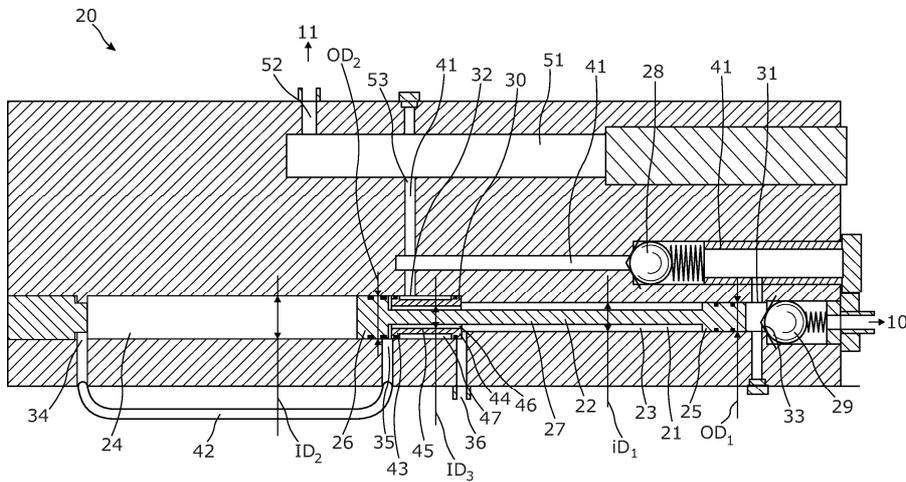
жит вторую камеру (64), гидравлически сообщающуюся со второй частью канала через первую камеру.

14. Затрубный барьер по п.13, в котором вторая камера содержит третье камерное отверстие (70), гидравлически сообщающееся с первой камерой; вторая камера содержит четвертое камерное отверстие (67), гидравлически сообщающееся с кольцевым пространством; вторая камера содержит второй камерный поршень (65), подпружиненный с помощью второй пружины (66) таким образом, что второй камерный поршень выталкивается по направлению к гидравлическому сообщению со второй частью канала и вынужден перемещаться между третьим камерным отверстием и четвертым камерным отверстием.

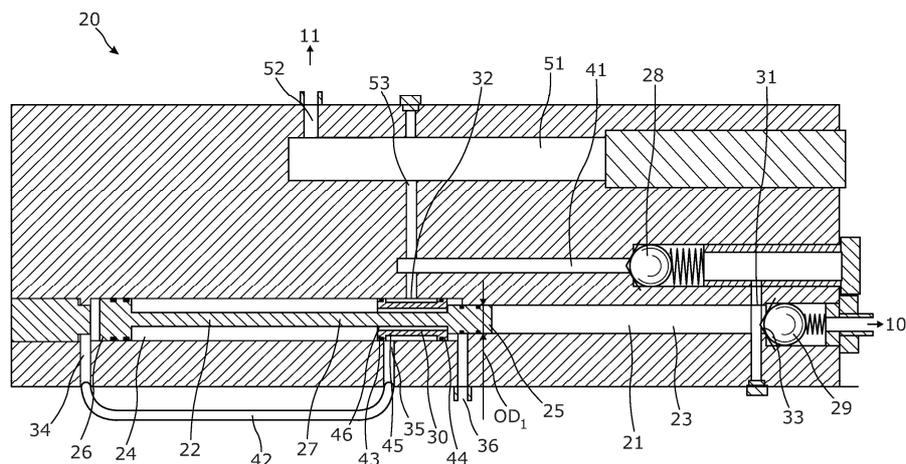
15. Скважинная система (100), содержащая скважинную трубчатую металлическую конструкцию и затрубный барьер по любому из пп.1-14, в которой трубчатая металлическая часть установлена как часть скважинной трубчатой металлической конструкции.



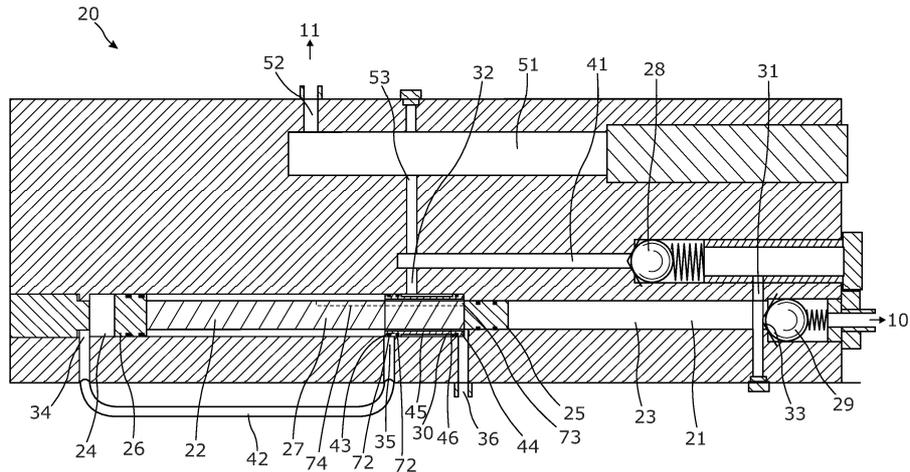
Фиг. 1



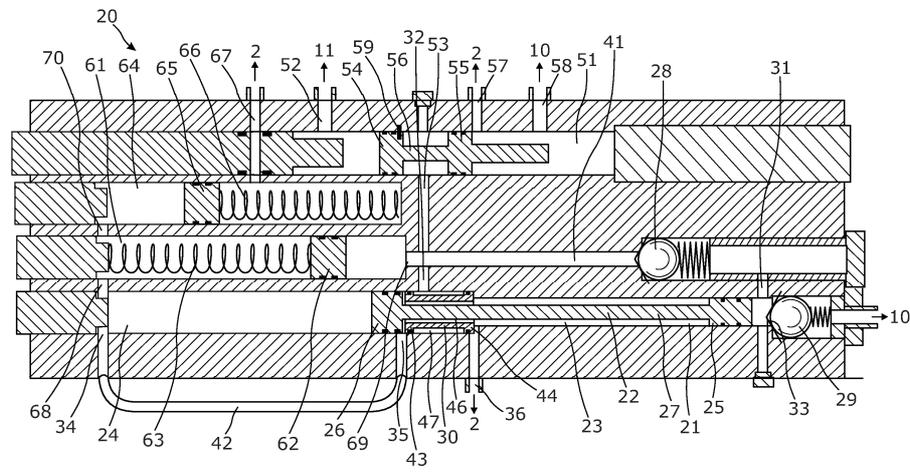
Фиг. 2А



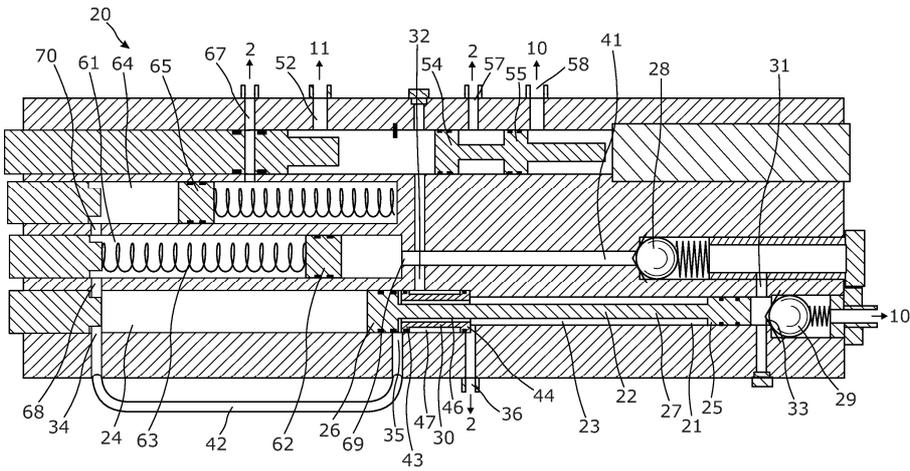
Фиг. 2В



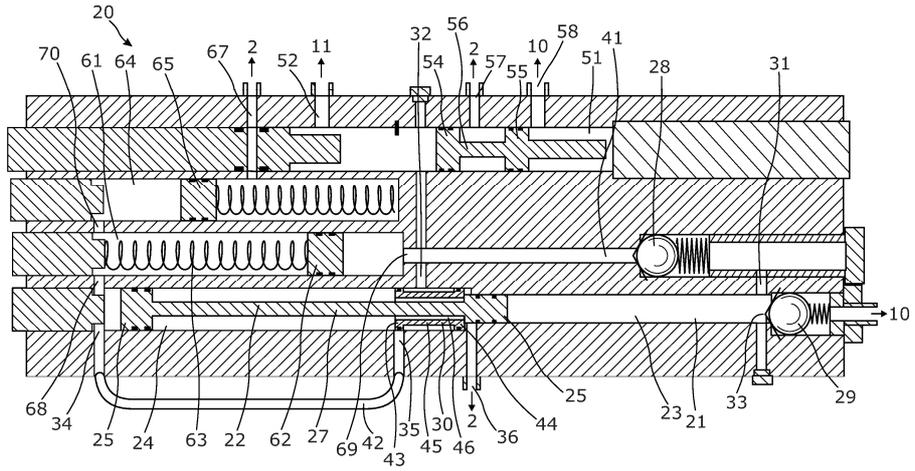
Фиг. 3



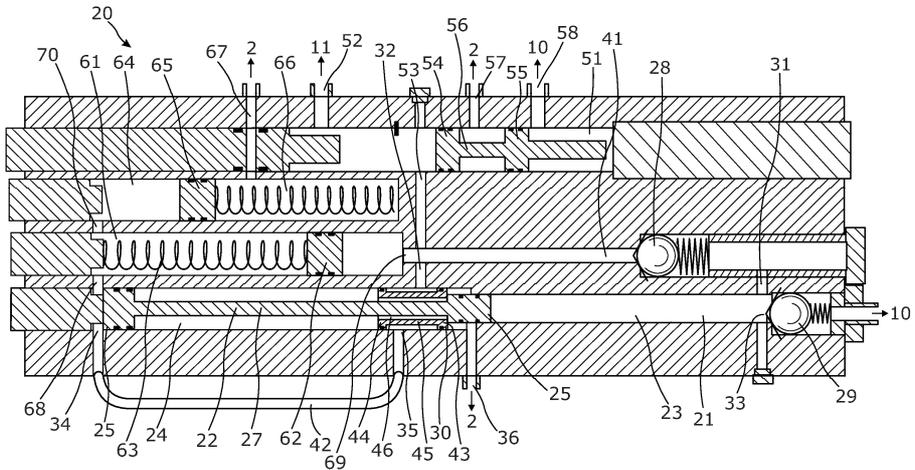
Фиг. 4А



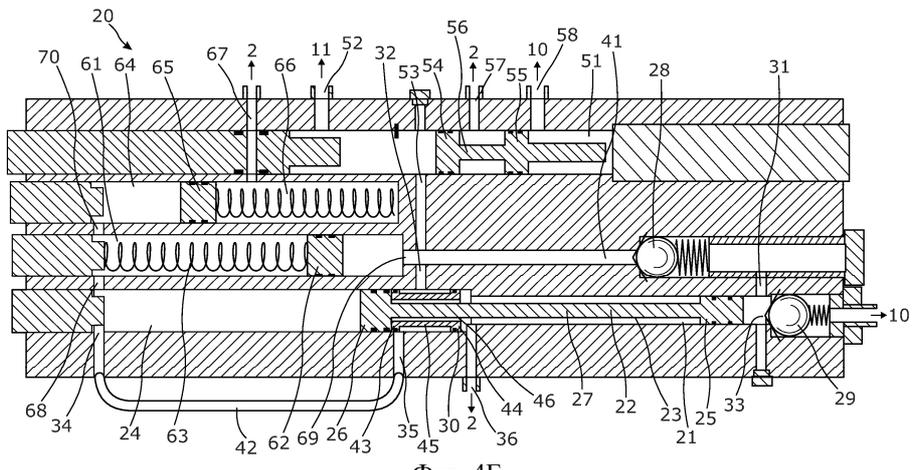
Фиг. 4В



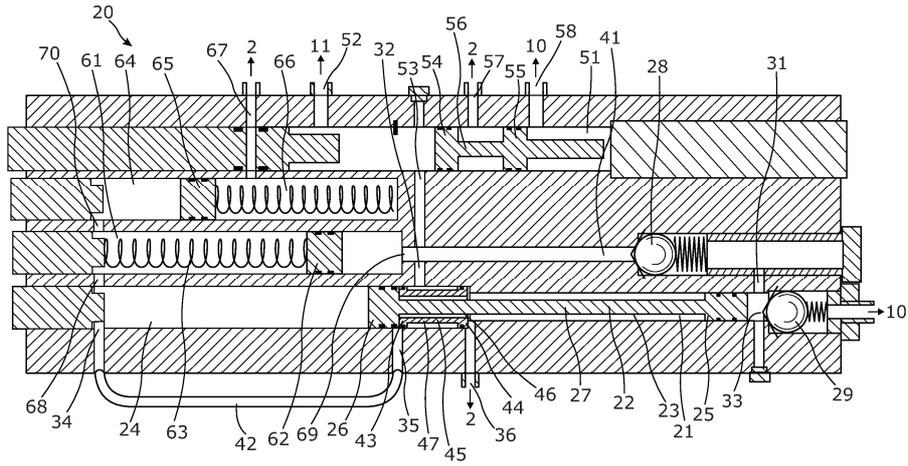
Фиг. 4С



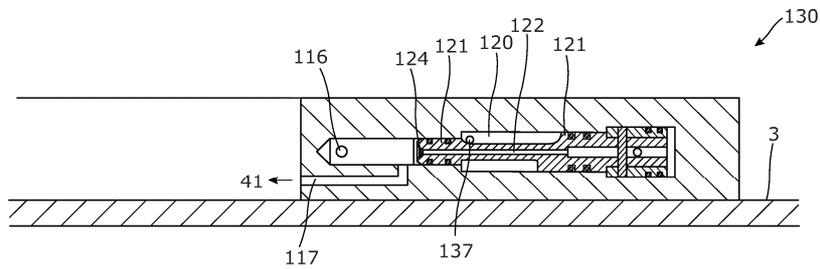
Фиг. 4D



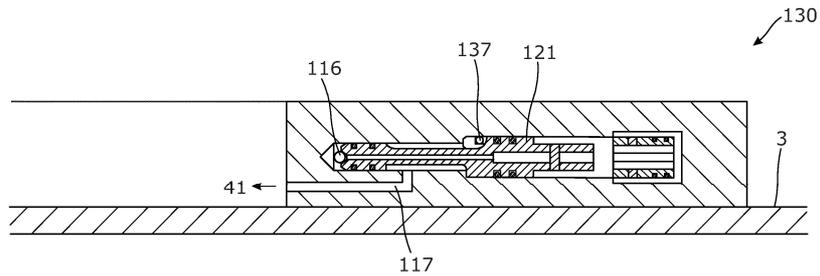
Фиг. 4Е



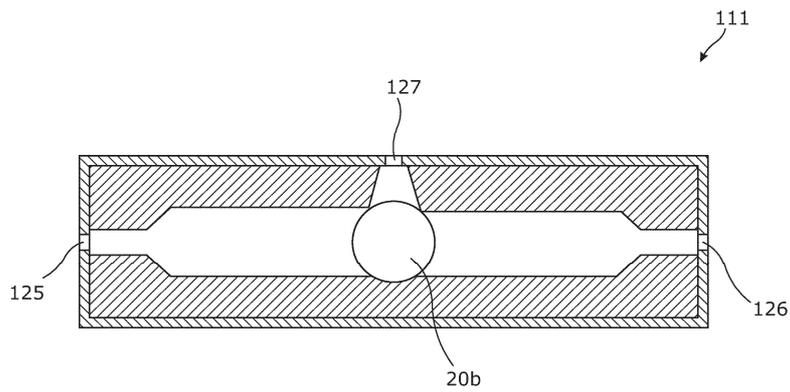
Фиг. 4F



Фиг. 5A



Фиг. 5B



Фиг. 6