

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036180**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.12

(51) Int. Cl. *E21B 23/06* (2006.01)

(21) Номер заявки
201790941

(22) Дата подачи заявки
2015.11.17

(54) **АКТИВИРУЕМОЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ ПАКЕРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО РАЗОБЩЕНИЯ
ЗОН**

(31) **1451379-0**

(56) WO-A1-2013090257

(32) **2014.11.17**

US-A-3716101

(33) **SE**

US-A-4161219

(43) **2017.09.29**

US-A-4576235

(86) **PCT/IB2015/058865**

(87) **WO 2016/079662 2016.05.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ВАНГАРД ОЙЛ ТУЛЗ ЭНД
СЕРВИСИЗ ЛЛС (ОМ)**

(72) Изобретатель:
**Баргон Лен (АТ), Йоханссон Матс
(SE), Ловикнес Борре (NO)**

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

(57) Изобретение относится к пакерующему устройству (1) для уплотнения в упор к внутренней поверхности окружающей трубы или обсадной колонны (4), предпочтительно, для разобщения зон или частей в нефтяной скважине, содержащему тело (3) насосно-компрессорной трубы и по меньшей мере один уплотнительный элемент (7a,b), где устройство (2) в виде цилиндра с поршнем содержит цилиндр (5), имеющий закрытый объем, содержащий текучую среду, такую как газ или жидкость, выполненный с возможностью расширения под воздействием нагрева, при этом, передающий механически давление на перемещающиеся элементы (12), вначале заблокированные в фиксированном положении с помощью по меньшей мере одного фиксирующего элемента, такого как срезной элемент (6), и где перемещающиеся элементы (12) выполнены с возможностью высвобождения с переходом в функциональное состояние при заданной аксиальной силе, передаваемой закрытым объемом в цилиндре (5), в результате чего по меньшей мере один уплотнительный элемент (7a,b) выдавливается радиально наружу так, что он уплотняет пакерующее устройство (1) в упор к окружающей трубе/обсадной колонне (4). Изобретение получено благодаря выполнению концевой крышки (13) с возможностью закрывать внутренний поршень (11) и минимизировать площадь внутреннего поршня (11), которая открыта воздействию окружающего давления (PW) в скважине, противодействующего давлению текучей среды (P1) внутри цилиндра (5). Изобретение также относится к способу активирования пакерующего устройства (1) для уплотнения в упор к поверхности окружающей трубы или обсадной колонны (4), и изобретение дополнительно относится к применению такого пакерующего устройства (1).

036180
B1

036180
B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к пакерующему устройству для уплотнения имеющей меньший диаметр эксплуатационной насосно-компрессорной трубы в упор к окружающей обсадной колонне и, в частности, предназначенному для обсаженного ствола в нефтяной скважине. Пакерующее устройство применяется для герметизации и изоляции отличающихся зон или частей скважины, для содействия получению углеводородов, таких как жидкости или газы, или для нагнетания, например нагретого пара в скважину для увеличения дебита в вариантах применения для добычи тяжелой нефти, где нефть имеет высокую плотность.

Изобретение также относится к способу активирования пакерующего устройства под действием нагрева, когда пакерующее устройство устанавливается в скважине.

Изобретение также относится к применению пакерующего устройства в стволе скважины для добычи углеводородов, таких как жидкости или газы или для нагнетания, например, горячего пара в скважине.

Предпосылки изобретения

Обычно ствол нефтяной или газовой скважины бурят проходящим через и вскрывающим несколько отличающихся зон, где зоны в общем имеют вид горизонтальных пластов. В таких случаях обычно изолируют каждую зону от расположенной выше и ниже зоны с помощью установки пакера в стволе скважины между зонами, окружающего трубчатый элемент, такой как эксплуатационная насосно-компрессорная труба, которая применяется для доступа к различным зонам. В известных системах для получения данной изоляции обычно применяют надувные пакеры, которые заполняют различными текучими средами или цементом, или механически расширяемые пакеры. Пакеры данных типов могут быть дорогими и закрепление их на месте может быть сложным, поскольку для закрепления обычно требуются электрические, гидравлические или механические системы. Также применяются системы пакеров других типов, которые обычно не требуют каких либо дополнительных операций закрепления. Данные системы обычно состоят из набухающих эластомерных пакеров, которые вступают в реакцию и набухают при контакте с углеводородами, или эластомерных манжетных пакеров, которые устанавливают на насосно-компрессорной трубе. Пакеры обоих указанных типов имеют свои ограничения для работы при высокой температуре вследствие характеристик применяемых эластомерных материалов.

Как следствие, требуется создание пакерующего устройства, которое может быть легко установлено, выдерживать высокие температуры, механические деформации, износ и эрозию, и которое может быть изготовлено и установлено при низких или обоснованных затратах.

Задачи изобретения

Задачей изобретения является обеспечение решения проблем, упомянутых выше и предложение улучшенного пакерующего устройства, которое можно применять для уплотнения в скважине/обсаженном стволе, при этом в скважине создается одна или несколько разобщенных зон.

Другой задачей настоящего изобретения является создание уплотнения между эксплуатационной и/или нагнетательной насосно-компрессорной трубой в скважине и окружающей обсадной колонной.

Одной дополнительной задачей настоящего изобретения является обеспечение пакерующего устройства, которое может быть установлено и активировано в одном единственном спуске, не требующего какого-либо дополнительного активирующего оборудования или процедур при установке в скважине.

Одной дополнительной задачей настоящего изобретения является обеспечение пакерующего устройства, которое может активироваться автоматически, когда окружающая температура поднимается, например, при нагнетании пара в скважине.

Другой задачей настоящего изобретения является обеспечение пакерующего устройства, которое при установке и активировании может компенсировать некоторое перемещение в насосно-компрессорной трубе относительно обсадной колонны, например, обусловленное температурным расширением.

Одной дополнительной задачей настоящего изобретения является обеспечение надежного пакерующего устройства, которое является простым в изготовлении, может быть установлено и спущено в скважину за один рейс, и которое является функциональным, эффективным и безопасным для применения.

Указанные и дополнительные задачи и преимущества изобретения описаны ниже.

Сущность и преимущества изобретения

Упомянутые задачи решаются настоящим изобретением, как определено в независимых пунктах 1, 21 и 22 формулы изобретения. Дополнительные варианты осуществления изобретения указаны в зависимых пунктах формулы изобретения.

Настоящее изобретение относится в общем к области скважинных инструментов для разобщения пластов и способам их применения в эксплуатации нефтяных и газовых скважин. Изобретение является особенно подходящим для вариантов применения при высокой температуре, обычных для извлечения тяжелой нефти, где комбинация высокой температуры и нагнетания пара по насосно-компрессорной трубе и в пласт (зону) требует уплотнительных материалов, которые могут выдерживать тяжелые условия окружающей среды.

Изобретение относится, в частности к уплотнительному средству, "пакерующему устройству", в основном служащему для изоляции одной или нескольких зон в стволе скважины в особенности в высоко-температурных скважинах, в которые, например, нагнетается пар для улучшения извлечения тяжелой нефти. Изобретенное, закрепляемое под воздействием температуры пакерующее устройство разобщения зон, может быть установлено на эксплуатационной насосно-компрессорной трубе, как один блок или в нескольких определенных положениях, для разобщения отличающихся зон в скважине.

Пакерующее устройство активируется, благодаря увеличению окружающей температуры, когда устройство установлено в скважине. Встроенный в пакерующее устройство цилиндр заполняют текучей средой, такой как газообразный азот, который расширяется при нагреве. Сила, создаваемая давлением, увеличенным при нагреве текучей среды, срезает комплект срезных элементов, таких как срезные винты, посредством внутреннего поршня, и после срезания внутренний поршень совершает рабочий ход. Наружный поршень, соединенный с внутренним поршнем, и цилиндр перемещаются друг от друга и расширяют два уплотнительных элемента, которые создают барьеры в направлении к внутренней поверхности обсадной колонны. Уплотнительные элементы удерживаются расширенными блокирующей системой, встроенной в цилиндр и/или наружный поршень.

Первый вариант осуществления настоящего изобретения является, таким образом, пакерующим устройством, включающим в себя активирующий механизм на основе применения увеличенного давления, которое среда, предпочтительно, газ, такой как азот, должна создавать при нагреве в закрытом объеме внутри пакерующего устройства.

Настоящее изобретение включает в себя основное трубчатое тело с резьбовыми соединениями на каждом конце, которое может соединяться с эксплуатационной /нагнетательной колонной насосно-компрессорных труб скважины. Устройство в виде цилиндра с поршнем прикреплено к основному телу. Оба, цилиндр и поршни могут перемещаться /скользить аксиально вдоль основного тела, в фиксированных пределах. Цилиндр заправляют на поверхности с текучей средой /средой, такой как газ под расчетным давлением, которое увеличивается с повышением температуры. Некоторое число срезных элементов предотвращают активирование устройства до его нагрева после установки в скважине. По меньшей мере один расширяющийся уплотнительный элемент прикрепленный к телу, установлен между перемещающимся наружным поршнем и стопорящим элементом в фиксированном положении на теле. Уплотнительный элемент расширяется наружу до окружающей обсадной колонны с помощью выполненного коническим поршня и/или цилиндра с выполненным коническим наружным концом, при этом создается надежное уплотнение между телом пакера и обсадной колонной.

Аксиальная сила, действующая на поршни, создается давлением расширяющейся среды/ текучей среды/ газа внутри цилиндра. Давление внутри цилиндра действует на внутренний поршень с относительно небольшой площадью, открытой воздействию окружающего давления в скважине. Внутренний поршень соединен с наружным поршнем, и аксиальная сила передается на уплотнительный элемент (элементы), когда срезные элементы срезаны. Блокирующая система сохраняет наружный поршень и цилиндр в их расширенном положении, закрепляя уплотнение между пакерующим устройством (и его телом) и обсадной колонной. Один или несколько гибких калибрующих колец применяют на каждом конце устройства для сохранения его положения по центру в обсадной колонне. Гибкие калибрующие кольца, выполненные с диаметром несколько больше максимального внутреннего диаметра обсадной колонны в начальном положении, должны также функционировать, как экструзионные барьеры и предотвращать экструзию уплотнительных элементов между обсадной колонной и наружным диаметром устройства. При входе в обсадную колонну во время установки устройства гибкие калибрующие кольца, сделанные из подходящей стали, должны упруго сжиматься внутрь, и во время спуска в скважину всегда оставаться в контакте с обсадной колонной. Функция гибких калибрующих колец аналогична функции поршневых колец в двигателе.

Цилиндр устройства удерживает образованный объем среды/ текучей среды/ газа, который расширяется с повышением температуры. Предпочтительно среда является газообразным азотом, но другие среды можно также применять в зависимости от варианта работы и применения. Объем цилиндра определяется наружным диаметром тела пакера, максимальным наружным диаметром устройства, длиной цилиндра и расчетным давлением устройства. Объем может быть адаптирован к применяемой среде и выполняемой работе с помощью изменения длины цилиндра.

Цилиндр закрыт с одного конца, и имеет аксиально перемещающееся поршневое устройство на другом конце. Цилиндр установлен на теле так, что оба конца устройство цилиндра /поршня могут перемещаться аксиально относительно тела и друг друга, когда текучая среда расширяется. С помощью позиционирования уплотнительного элемента (элементов) на одной или обеих сторонах системы перемещающихся цилиндра /поршня и между фиксированным стопорящим элементом (элементами) или концевым упором (упорами), надежно закрепленными на теле, уплотнительный элемент (элементы) должен деформироваться и выжиматься/выдавливаться наружу в направлении к обсадной колонне, когда система из цилиндра /поршня расширяется.

Для максимизации силы, действующей на уплотнительный элемент (элементы), создаваемой давлением в цилиндре, применяется внутренний поршень. Внутренний поршень соединен с наружным порш-

нем через герметизированную концевую крышку на одном конце цилиндра. При таком исполнении отрицательная сила, создаваемая окружающим давлением в скважине, действующая в направлении к силе, создаваемой давлением в цилиндре, уменьшается. Относительная площадь, открытая воздействию скважинного давления, которое действует отрицательно на внутренний поршень, должна быть относительно небольшой в сравнении с площадью внутри цилиндра, давление на которую действует положительно.

Цилиндр оснащен двумя резьбовыми и уплотненными пробками, которые применяются для заправки цилиндра предпочтительной средой/ текучей средой/ газом. Цилиндр заправляют на поверхности, до заданного давления перед установкой в скважине. Заданное давление вычисляется для каждого варианта применения, и является функцией применяемой среды, окружающей температуры и давления в скважине и требуемой силы закрепления для уплотнительного элемента.

Для предотвращения перемещения цилиндра /поршня, когда устройство заправляют, применяется некоторое число срезных элементов. Срезные элементы ввинчиваются в резьбовые отверстия в концевой крышке цилиндра, и входят в канавку в наружном поршне, при этом блокируя две части друг с другом. Число срезных элементов, и применяемый материал, выбирают на основе силы, создаваемой давлением среды, заправленной в цилиндр, умноженной на коэффициент безопасности, и силы создаваемой давлением в цилиндре при повышенной температуре.

Увеличенное давление при повышенной температуре в цилиндре должно создавать силу, которая в скважине должна срезать срезные элементы и обеспечивать цилиндру /поршню расширение с перемещением относительно друг друга. Предпочтительным материалом для срезных элементов является латунь, но также другие материалы могут применяться в зависимости от варианта.

Сила от цилиндра /поршней должна действовать на уплотнительный элемент (элементы), который должен деформироваться и создавать уплотнение между телом устройства и обсадной колонной. В полностью расширенном положении блокирующий механизм должен удерживать цилиндр /поршни от аксиального обратного перемещения, при этом сохраняя закрепляющую силу, приложенную к уплотнительному элементу (элементам).

Блокирующий механизм состоит из разрезного блокирующего кольца с внутренней и наружной резьбой, соответствующей наружной резьбе на теле (части насосно компрессорной трубы) и соответствующей внутренней резьбе в наружном поршне /цилиндре. Блокирующее кольцо может перемещаться с наружным поршнем /цилиндром во время активирования устройства, расширяясь радиально. Блокирующее кольцо должно пропускать наружную резьбу тела, когда цилиндр /поршни перемещаются относительно тела. Когда цилиндр /поршень находятся в своих полностью расширенных положениях, блокирующее кольцо должно предотвращать их обратное перемещение в противоположном направлении. Внутренняя резьба поршня/цилиндра должна поджимать блокирующее кольцо к телу, и вертикальные участки резьб должны взаимодействовать друг с другом для предотвращения аксиального перемещения. Блокирующая система данного типа обычно применяется в аналогичных скважинных инструментах и не нуждается в дополнительном описании.

Для сохранения центрирования устройства в обсадной колонне, одно или несколько гибких калибрующих колец прикреплены к телу на каждом конце пакерующего устройства. Благодаря сохранению центрирования устройства, большая часть имеющейся закрепляющей силы должна передаваться на уплотнительный элемент (элементы), и должна помогать выполнению симметричного уплотнения к обсадной колонне. Гибкие калибрующие кольца находятся в контакте с обсадной колонной, и имеют функцию, аналогичную нормальному поршневному кольцу в двигателе. Конструктивное решение обеспечивает для гибких калибрующих колец компенсацию диаметральных допусков в обсадной колонне, и они должны в нормальных условиях всегда поддерживать физический контакт с обсадной колонной.

Форма гибких калибрующих колец выполнена с возможностью уменьшать трение на обсадной колонне, и уменьшать силу, требуемую для их сжатия во время установки пакерующего устройства в скважине. Гибкие калибрующие кольца должны также работать, как экструзионные барьеры, предотвращающие экструзию уплотнительного элемента (элементов) через зазор между обсадной колонной и наружным диаметром пакерующего устройства при высокой температуре и давлении в скважине.

Важное преимущество настоящего изобретения, ранее не описанное /показанное, состоит в том, что пакерующее устройство активируется, когда окружающая температура поднимается до определенного уровня. Данное происходит в скважине, например, когда нагнетается пар. Поэтому пакерующее устройство не требует активирования любым другим внешним оборудованием или процедурой после установки в скважине. Данное означает, что некоторое число пакерующих устройств может быть смонтировано на насосно-компрессорной трубе и спущено в скважину в одном рейсе, что экономит время, и обеспечивает экономный способ разобщения отличающихся зон в скважине.

Краткое описание чертежей

Изобретение описано более подробно со ссылкой на не ограничивающие примеры вариантов осуществления и со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых показано следующее.

На фиг. 1 показано, частично в виде сечения, пакерующее устройство, установленное в стволе скважины с обсадной колонной, согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 показано в виде продольного сечения пакерующее устройство, спущенное в скважину, в

не активированном положении.

На фиг. 3 показано в виде продольного сечения, как на фиг. 2, пакерующее устройство, но в активированном (закрепленном) и расширенном положении.

На фиг. 4 показан более детализированный вид сбоку пакерующего устройства, в положении, где оно спущено в скважину и не активировано.

На фиг. 5 показано с увеличением одно гибкое калибрующее кольцо 14a,b.

На фиг. 6 показано полностью пакерующее устройство 1, включающее в себя два гибких калибрующих кольца 14a,b, установленных вблизи концов пакерующего устройства 1.

На фиг. 7 показана часть вида сбоку пакерующего устройства, иллюстрирующая один из уплотнительных элементов и наружную, выполненную конической, часть цилиндра, а также блокирующую систему и гибкое калибрующее кольцо.

На фиг. 8 показана часть вида сбоку пакерующего устройства, иллюстрирующая другой уплотнительный элемент, внутренний и наружный поршни.

На фиг. 9 показано с увеличением на виде сбоку сечение блокирующего механизма, который сохраняет уплотнительный элемент расширенным после приведения в рабочее состояние.

На фиг. 10 показана в изометрии одна часть блокирующего механизма, разрезное блокирующее кольцо.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

На фиг. 1-8 показаны отличающиеся части/варианты осуществления настоящего изобретения, активируемого температурой пакерующего устройства разобщения зон для применения в стволе скважины с обсадной колонной, предпочтительно, в вариантах применения с высокой температурой, для разобщения зон в скважине. Специально отмечаем, что изобретение никоим образом не ограничено пакерующим устройством для конкретного применения, но может применяться для любой работы где требуется изоляция, при решении задачи изобретения.

На фиг. 1 показано в изометрии, с частью в виде сечения, активируемое температурой пакерующее устройство разобщения зон настоящего изобретения.

Пакерующее устройство 1 согласно изобретению состоит из нескольких основных компонентов:

закрытого, но расширяющегося объема, такого как выполненное в виде кольца или муфты устройство 2 в виде цилиндра с поршнем, установленное на части насосно-компрессорной трубы 3, установленной в обсадной колонне 4, и включающее в себя "цилиндр" 5, заполненный текучей средой, такой как газообразный азот, под заданным давлением, указанное давление вычисляется и зависит от условий окружающей среды в скважине, таких как ее температура и давление, "срезных элементов" 6, которые удерживают скользящие части пакерующего устройства 1 на месте при нормальных температурах, но срезаются, когда достигнута заданная сила от нагретой и расширяющейся текучей среды в цилиндре 5, одного или нескольких "уплотнительных элементов" 7a,b, которые расширяются и выталкиваются /выдавливается радиально наружу к обсадной колонне 4, создавая барьер или уплотнение между пакерующим устройством 1, телом 3 насосно-компрессорной трубы и обсадной колонной 4, с помощью устройства 2 в виде цилиндра с поршнем в результате силы, которую создает расширяющаяся текучая среда в пакерующем устройстве 1, "блокирующей системы" 8, которая удерживает перемещающиеся части пакера 1 на месте после расширения, в "закрепленном" положении.

Гибкие калибрующие кольца 14a,b, FGR, образуют "центратор и/или экструзионный барьер", расположенный на концах пакерующего устройства 1 для удержания его по центру в обсадной колонне 4. Гибкие калибрующие кольца 14a,b также работают, как экструзионные барьеры для расширяемых уплотнительных элементов.

Тело 3 насосно-компрессорной трубы имеет вид трубы с первым концом и вторым концом, снабженными резьбой 9a,b, с помощью которой пакерующее устройство 1 может быть соединено в целую систему насосно-компрессорной трубы (не показано) в скважине.

Выбор материала пакерующего устройства 1 может зависеть от механических и химических свойств окружающей среды в фактическом варианте применения, но его части обычно выполняют из стали.

На фиг. 2 и 3 на виде сбоку показаны сечения пакерующего устройства 1. На фигурах тело 3 насосно-компрессорной трубы пакерующего устройства 1 показано по всему отрезку его длины. На фиг. 2 пакерующее устройство 1 находится в не активированном (спущено в скважину) положении, и на фиг. 3 пакерующее устройство 1 находится в активированном и расширенном (закрепленном) положении, где уплотнительные элементы 7a,b прижаты к внутренней поверхности стенки обсадной колонны 4. Пакерующее устройство 1 образует часть совокупной насосно-компрессорной трубы в скважине и на данных фигурах показана установленным внутри обсадной колонны 4. Продольный и выполненный с возможностью скольжения цилиндр 5 образует закрытый расширяющийся объем, содержащий текучую среду, такую как газообразный азот. Текучую среду могут направлять в цилиндр 5 на поверхности через заливные пробки 10 перед спуском пакерующего устройства 1 в скважину. Цилиндр соединен или интегрирован по меньшей мере с одним перемещающимся элементом, таким как внутренний поршень 11 и/или наружный поршень 12. Внутренний поршень 11 выполнен с возможностью аксиального скольже-

ния внутри цилиндра 5 и наталкивается на выполненный частично коническим наружный поршень 12. Некоторое число колец круглого сечения уплотняют перемещающийся части друг с другом и с корпусом пакерующего устройства 1.

Цилиндр 5 и поршни 11,12 выполнены с возможностью перемещения аксиально относительно друг друга, но удерживаются вместе в аксиальном направлении срезными элементами 6, выполненными с возможностью срезаться, когда заданная аксиальная сила увеличенного давления в цилиндре 5 превышает суммарную прочность на срез срезных элементов 6. Когда текучая среда внутри цилиндра 5 открыта воздействию внешнего нагрева, например, горячего пара, нагнетаемого в скважину по насосно-компрессорной трубе 3, давление текучей среды в цилиндре 5 увеличивается. При некоторой силе, создаваемой давлением текучей среды, срезной элемент 6 срезается, и цилиндр 5 и поршни 11,12 скользят, в противоположных направлениях друг от друга, при этом, поджимая выполненный коническим наружный поршень 12 и выполненный коническим наружный конец цилиндра 5 в упор к уплотнительным элементам 7a,b и по меньшей мере частично под них. Уплотнительные элементы 7a,b выталкиваются наружу от тела пакерующего устройства к стенке окружающей обсадной колонны 4 и при этом эффективно герметизируют кольцевое пространство между насосно-компрессорной трубой 3 и обсадной колонной 4. Уплотнительные элементы 7a,b могут быть выполнены из любого упругого эластомерного или термопластичного материала или аналогичных материалов. При высоких температурах или окружающих средах с агрессивными химреагентами могут применяться отличающиеся комбинации термопластичных материалов в уплотнительных элементах 7a,b.

Блокирующая система 8 блокирует цилиндр 5 и/или наружный поршень 12 в их аксиально расширенных положениях и надежно удерживает, при этом, уплотнительные элементы 7a,b в их активированных /расширенных наружу положениях, даже если /когда окружающая температура на пакерующем устройстве 1 снижается, например по окончании фазы нагнетания пара.

Число срезных элементов 6 и материал срезных элементов 6 адаптируют и калибруют для среза заданной силой в зависимости от требуемого значения срезающей силы для создания требуемых условий среза. Число элементов 6 основано на комбинации давления заправки текучей среды, газообразного азота, и имеющейся силы, обусловленной увеличенной температурой и давлением воздуха в скважине. Предпочтительным материалом срезных элементов 6 является латунь, поскольку латунь имеет удовлетворительные свойства для среза. Другим возможными материалом может быть сталь разных марок, например сталь низкой прочности или высокой прочности.

На фиг. 4 показан с увеличением и более детализированный вид сбоку с сечением пакерующего устройства 1, здесь проиллюстрированного в своем не активированном положении (спущенным в скважину). Устройство 2 в виде цилиндра с поршнем состоит из четырех основных компонентов, самого цилиндра 5, одной концевой крышки 13, одного внутреннего поршня 11 и одного наружного поршня 12. Цилиндр 5 образует закрытый объем для текучей среды, газа, который при расширении действует на внутренний поршень 11. Концевая крышка 13 закрывает /защищает внутренний поршень 11, и площадь внутреннего поршня 11, открытая

воздействию скважинного давления, при этом минимизирована. Указанное минимизирует отрицательный эффект скважинного давления, противодействующего давлению текучей среды внутри цилиндра 5, в результате увеличенная сила действует на внутренний поршень 11 и наружный поршень 12 и, в итоге, на уплотнительные элементы 7a,b.

Функцией внутреннего поршня 11, таким образом, является ослабление действия скважинного давления PW , которое всегда должно присутствовать в скважине. Сила F , действующая на наружный поршень 12 (и уплотнительный элемент 7a), является суммой сил $F1$ и $F2$ (где $F2$ является отрицательной). $F1$ является силой, создаваемой давлением, действующим на большую площадь $A1$ внутреннего поршня 11, и $F2$ является силой, создаваемой скважинным давлением PW , действующим на меньшую площадь $A2$ внутреннего поршня 11. Важный эффект состоит в том, что площадь $A2$, на которую действует скважинное давление PW , минимизирована. Срезным элементам 6 приданы нужные размеры для удержания $F1$ (плюс запас для безопасности) при атмосферном давлением PA , но они должны срезаться при повышенной температуре, которая действует на пакерующее устройство 1 в скважине вследствие увеличенного давления $P1$ в цилиндре 5, создающего более высокую силу $F1$.

Гибкие калибрующие кольца 14a,b (FGR) применены на концах пакерующего устройства 1 для удержания его по центру в обсадной колонне 4, в особенности в более или менее близких к горизонтальным скважинах /обсадных колоннах 4.

На фиг. 5 более подробно показано с увеличением одно гибкое калибрующее кольцо 14a,b. Гибкое калибрующее кольцо 14a,b состоит из двух колец или кольцеобразных частей 17a,b, каждой, выполненной с вырезом 18a,b в одном месте, который делает каждую кольцевую часть 17a,b гибкой или сжимаемой, т.е. части 17a,b, и при этом диаметр гибких калибрующих колец 14a,b может меняться, что делает возможным их адаптацию к изменениям в окружающей обсадной колонне 4. Две части 17a,b, соединены друг с другом на одной части их окружности мостиком 19. Гибкие калибрующие кольца 14a,b сохраняются по центру в пакерующем устройстве 1 двумя кромками 20a,b (см. фиг. 7), выполненными в стопорящих элементах 15a,b на конце пакерующего устройства 1.

Гребень 20a,b на наружной стороне каждой кольцевой части 17a,b выполнен с возможностью взаимодействия с соответствующим гребнем 21a,b в стопорящих элементах 15a,b для удержания гибких калибрующих колец 14a,b в пакерующем устройстве 1 и для обеспечения центрирования ими пакерующего устройства 1 в обсадной колонне 4.

Гибкие калибрующие кольца 14a,b выполнены с наружным диаметром, который несколько больше внутреннего диаметра обсадной колонны 4, чтобы гибкие калибрующие кольца 14a,b всегда сохраняли контакт с обсадной колонной 4, даже если ее диаметр может меняться.

Гибким калибрующим кольцам 14a,b должен быть придан размер для удержания пакерующего устройства 1 по центру обсадной колонны 4, но одновременно исключая приложение слишком большой силы радиально наружу на обсадную колонну 4.

Преимущество центрируемого пакерующего устройства 1 в обсадной колонне 4 состоит в том, что сила, создаваемая устройством 2 в виде цилиндра с поршнем не должна использоваться для подъема пакерующего устройства 1, в особенности при установке в горизонтальной обсадной колонне 4. Данное означает, что максимальная сила должна применяться для расширения уплотнительных элементов 7a,b наружу до обсадной колонны, и пакерующее устройство 1 должно функционировать надлежащим образом.

Гибкие калибрующие кольца 14a,b также, одновременно, выполнены и работают, как экструзионные барьеры, предотвращающие экструзию уплотнительных элементов 7a,b, выполненных из гибкого материала, через зазор между обсадной колонной 4 и пакерующим устройством 1, которая в ином случае может возникать при высоких температурах и давлениях.

На фиг. 6 показано в целом пакерующее устройство 1, включающее в себя два гибких калибрующих кольца 14a,b, установленных вблизи концов пакерующего устройства 1. Гибкие калибрующие кольца 14a,b удерживают пакерующее устройство 1 как сбалансированным, так и центрированным в обсадной колонне 4, даже если пакерующее устройство 1 установлено в горизонтальной обсадной колонне 4.

На фиг. 7 показана часть вида сбоку пакерующего устройства 1, иллюстрирующая один из уплотнительных элементов 7a и наружную, выполненную конической, часть цилиндра 5, а также блокирующую систему 8 и гибкое калибрующее кольцо 14a. Уплотнительный элемент 7a разработан с выполненным коническим концом, направленным в упор к цилиндру 5, который в свою очередь имеет выполненный коническим наружный конец. Данный наружный конец цилиндра 5 также образует часть блокирующей системы 8, которая включает в себя блокирующее кольцо 16. На противоположной стороне уплотнительного элемента 7a неподвижно закреплен стопорящий элемент 15a, расположенный прилегающим к корпусу 3 пакерующего устройства 1, предотвращающий аксиальное скольжение уплотнительного элемента 7a, когда цилиндр 5 перемещается в упор к уплотнительному элементу 7a, передавая механическую силу на него. Стопорящий элемент 15a,b здесь также используется, как корпус калибрующего кольца, удерживающий на месте гибкое калибрующее кольцо 14a,b. Наружная поверхность каждого из двух частей 17a,b гибких калибрующих колец 14a,b выполнена несколько выпуклой, что делает возможным более простую установку пакерующего устройства 1 в обсадной колонне 4. Наклон каждой такой поверхности выполнен под относительно небольшим углом а относительно внутренней поверхности обсадной колонны 4, и указанное делает возможным установку пакерующего устройства 1 в обсадной колонне 4 с относительно небольшой аксиальной силой.

На фиг. 8 показана часть вида сбоку пакерующего устройства 1, иллюстрирующая более подробно другой уплотнительный элемент 7b, внутренний поршень 11 и наружный поршень 12, а также срезные элементы 6. Срезные элементы 6 удерживают концевую крышку 13 и наружный поршень 12 скрепленными друг с другом в пакерующих устройствах 1 в активированном положении. На противоположной стороне уплотнительного элемента 7b расположен другой стопорящий элемент 15b, неподвижно закрепленный на корпусе 3 пакерующего устройства 1.

На фиг. 9 показано с увеличением на виде сбоку сечение блокирующей системы 8, которая удерживает уплотнительный элемент 7a расширенным после активирования. Блокирующая система 8 состоит из трех элементов, разрезного блокирующего кольца 16 с внутренней и наружной резьбой, наружной резьбы мелкого шага на теле 3 насосно-компрессорной трубы, и внутренней резьбы более крупного шага на цилиндре 5 и наружном поршне 12 (здесь не показано). Блокирующее кольцо 16 является разрезным для обеспечения его частичного расширения наружу. Блокирующее кольцо 16 может перемещаться аксиально в одном направлении с цилиндром 5 и/или наружным поршнем 12, но его обратное перемещение ограничено резьбой на теле 3 насосно-компрессорной трубы.

Когда цилиндр 5 и/или поршень 12 перемещается аксиально, блокирующее кольцо 16 выталкивается в том-же направлении, благодаря механическому контакту с наружной резьбой, к соответствующей резьбе в цилиндре 5 и/или поршне 12. Поскольку блокирующее кольцо 16 является разрезным, оно может расширяться, и "перепрыгивать" через резьбу на теле 3 насосно-компрессорной трубы. Внутренняя резьба цилиндра 5 и/или поршня 12 выполнена глубокой для обеспечения расширения блокирующего кольца 16, но так, что оно продолжает поддерживать контакт с наружной резьбой блокирующего кольца 16 в его блокированном и "закрытом" положении.

Когда цилиндр 5 и/или поршень 12 находятся в закреплённом положении, отдача от расширенного

уплотнительного элемента 7a,b должна стремиться вернуть цилиндр 5 и/или поршень 12 обратно в их исходные положения. Блокирующее кольцо 16 должно теперь вдавливаясь внутрь, к телу 3, благодаря внутренней резьбе в цилиндре 5 и поршне 12. Указанное должно заставлять вертикальную часть внутренней резьбы взаимодействовать с соответствующей резьбой тела 3 насосно-компрессорной трубы и это должно блокировать блокирующее кольцо 16 в его положении и, естественно, также цилиндр 5 и поршень 12 от перемещения относительно тела 3 насосно-компрессорной трубы и предотвращать их обратное перемещение.

На фиг. 10 показано в изометрии разрезное блокирующее кольцо 16 с его внутренней и наружной резьбой. Блокирующее кольцо 16 предпочтительно изготовлено из материала с упругими свойствами. Согласно одному предпочтительному варианту осуществления блокирующее кольцо 16 выполнено из стали.

Приведенное выше описание в основном служит для облегчения понимания изобретения. Изобретение, естественно, не ограничено приведенными выше вариантами осуществления, другие варианты изобретения являются возможными и понятными в объеме изобретения и прилагаемой формуле изобретения. Изобретение, естественно, можно применять в других вариантах, не упомянутых здесь, и текучая среда, применяемая в цилиндре 5, может быть газом или жидкостью любого вида. Также возможно применение только одного уплотнительного элемента 7a,b. В таком случае только один цилиндр 5 или наружный поршень 12 может быть перемещающимся. Пакерующее устройство 1 может, естественно, также применяться для других целей и в областях применения иных, чем описанные выше, таких как в геотермальные скважины или в общем для вариантов уплотнения в трубах.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Пакерующее устройство (1) для уплотнения эксплуатационной насосно-компрессорной трубы в упор к внутренней поверхности окружающей трубы или обсадной колонны (4), содержащее тело (3) насосно-компрессорной трубы, и

по меньшей мере один уплотнительный элемент (7a,b), и дополнительно содержащее устройство (2) в виде цилиндра с поршнем, расположенное на части тела насосно-компрессорной трубы и содержащее цилиндр (5), который закрыт на одном конце и содержит аксиально перемещаемое устройство на другом конце, причем аксиально перемещаемое устройство содержит перемещающиеся элементы, содержащие внутренний поршень (11) и наружный поршень (12), при этом наружный поршень (12) расположен между внутренним поршнем и уплотнительным элементом, а внутренний поршень (11) расположен в цилиндре, причем цилиндр имеет закрытый объем, ограниченный цилиндром (5) и внутренним поршнем (11), и содержит текучую среду, такую как газ или жидкость, выполненную с возможностью расширения под воздействием нагрева, при этом указанные перемещающиеся элементы вначале заблокированы в фиксированном положении с помощью по меньшей мере одного фиксирующего элемента, представляющего собой срезной элемент (6), и при этом перемещающиеся элементы выполнены с возможностью высвобождения с переходом в функциональное состояние при заданной аксиальной силе, передаваемой расширением текучей среды в закрытом объеме в цилиндре (5), тем самым увеличивая давление (P1) текучей среды внутри цилиндра, причем в указанном функциональном состоянии указанный закрытый объем расширяется тем самым оказывая механическое давление на перемещающиеся элементы, при этом перемещающиеся элементы выполнены с возможностью перемещения, тем самым выдавливания по меньшей мере одного уплотнительного элемента (7a,b) радиально наружу так, что он уплотняет пакерующее устройство (1) в упор к окружающей трубе /обсадной колонне (4),

отличающееся тем, что

концевая манжета (13) расположена между цилиндром и внутренним поршнем на одном его конце с возможностью закрывания внутреннего поршня (11), причем концевая манжета выполнена с возможностью сведения к минимуму площади внутреннего поршня (11), которая открыта воздействию окружающего давления (PW) в скважине, которое противодействует давлению (P1) текучей среды внутри цилиндра (5).

2. Пакерующее устройство (1) по п.1, отличающееся тем, что устройство (2) в виде цилиндра с поршнем выполнено в виде кольца или муфты и расположено снаружи и вокруг тела (3) насосно-компрессорной трубы.

3. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что текучая среда является газообразным азотом.

4. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что срезной элемент (6) выполнен с возможностью срезания, когда аксиальная сила (F), производимая расширяющейся текучей средой в закрытом объеме (2), создающей давление (P1), достигает заданного уровня, который превышает суммарную прочность на срез всех установленных срезных элементов (6).

5. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что некоторое число срезных элементов (6) расположено симметрично вокруг тела (3) пакерующего устройства (1).

6. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что по мень-

шей мере один срезной элемент (6) является срезным винтом.

7. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что срезной элемент (6) выполнен из металла, такого как латунь.

8. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что срезной элемент (6) выполнен из стали.

9. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что уплотнительный элемент (7a,b) выполнен в виде кольца и установлен вокруг тела (3) насосно-компрессорной трубы.

10. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что уплотнительный элемент (7a,b) по меньшей мере частично выполнен в виде конуса на своей внутренней стороне для обеспечения вдавливания стыкуемого наружный поршень (12) в уплотнительный элемент (7a,b) для смещения его радиально наружу.

11. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что фиксированный концевой стопор (15a,b) расположен на наружной стороне каждого уплотнительного элемента (7a,b).

12. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что два уплотнительных элемента (7a,b) выполнены и применяются в пакерующем устройстве (1).

13. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что уплотнительный элемент (7a,b) выполнен из гибкого/упругого материала.

14. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что уплотнительный элемент (7a,b) выполнен из одного из следующего: эластомера, термопластика или композитного материала на основе графита, или их комбинации.

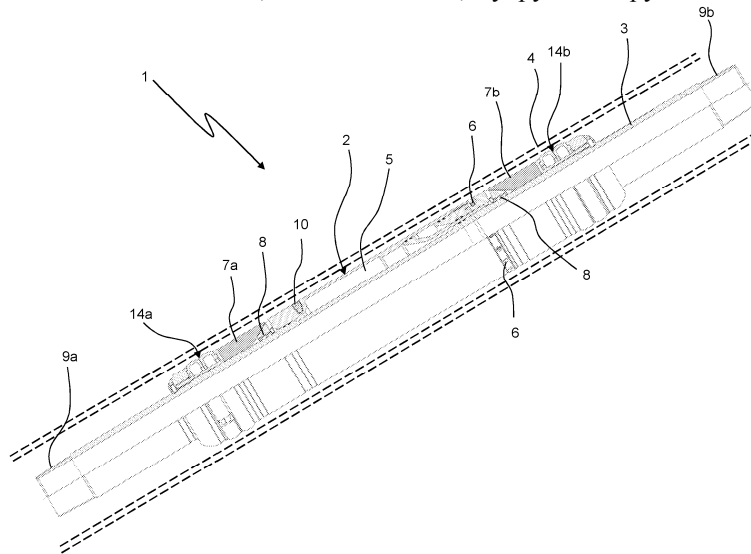
15. Пакерующее устройство (1) по любому предыдущему пункту, отличающееся тем, что предпочтительно два гибких калибрующих кольца (14a,b) выполнены, как центраторы/экструзионные барьеры в концевых частях пакерующего устройства (1), и выполнены с возможностью удерживать пакерующее устройство (1) по центру в обсадной колонне (4).

16. Пакерующее устройство (1) по п.15, отличающееся тем, что гибкие калибрующие кольца (14a,b) выполнены, как экструзионные барьеры, предотвращающие экструзию уплотнительных элементов (7a,b) через зазор между обсадной колонной (4) и пакерующим устройством (1).

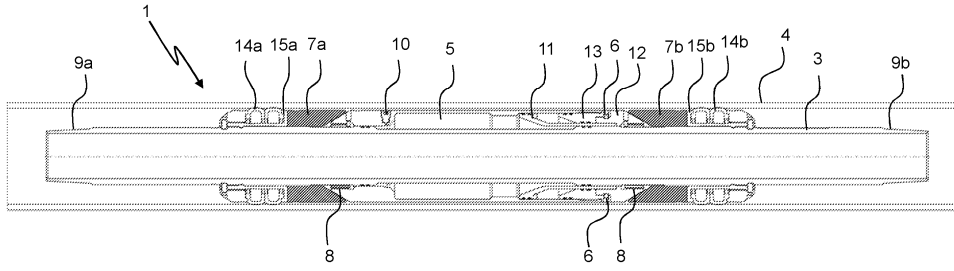
17. Пакерующее устройство (1) по п.15 или 16, отличающееся тем, что каждое гибкое калибрующее кольцо (14a,b) выполнено в виде двух кольцевых частей (17a,b), соединенных друг с другом в части окружности мостиком (19).

18. Пакерующее устройство (1) по любому из пп.15-17, отличающееся тем, что каждая из кольцевых частей (17a,b) имеет вырез (18a,b) для придания диаметральной гибкости кольцевой части (17a,b) и обеспечения возможности адаптации к изменениям в окружающей обсадной колонне (4).

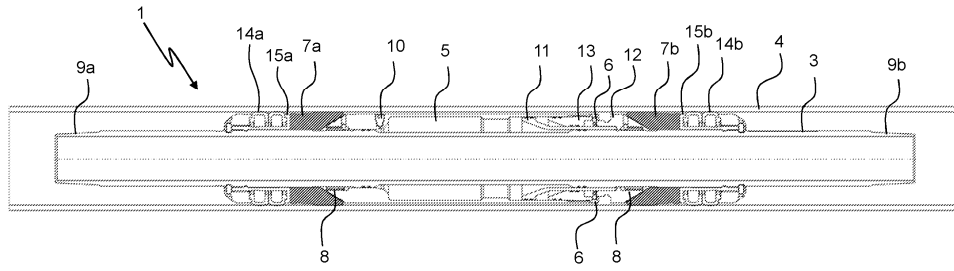
19. Пакерующее устройство (1) по любому из пп.15-18, отличающееся тем, что гибкие калибрующие кольца (14a,b) выполнены из металла, такого как сталь, с упругими /пружинными свойствами.



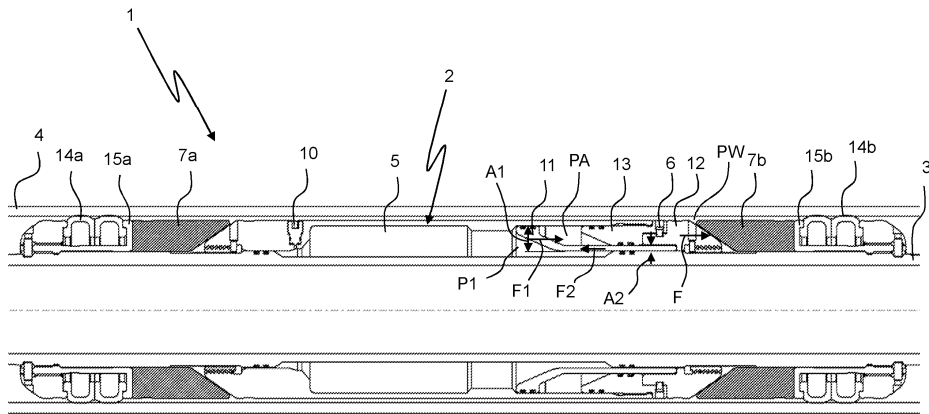
Фиг. 1



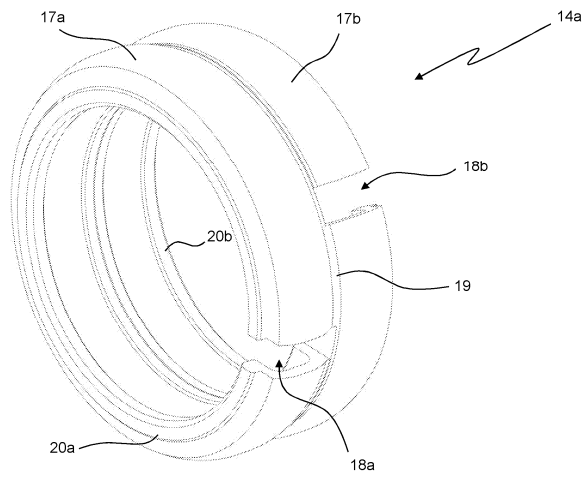
Фиг. 2



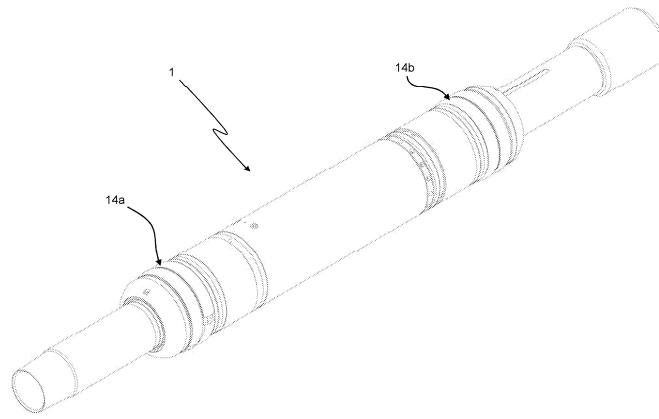
Фиг. 3



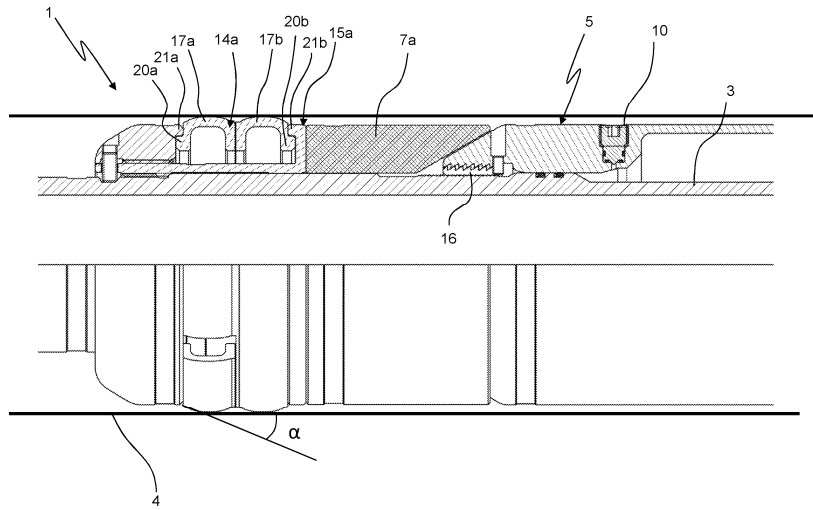
Фиг. 4



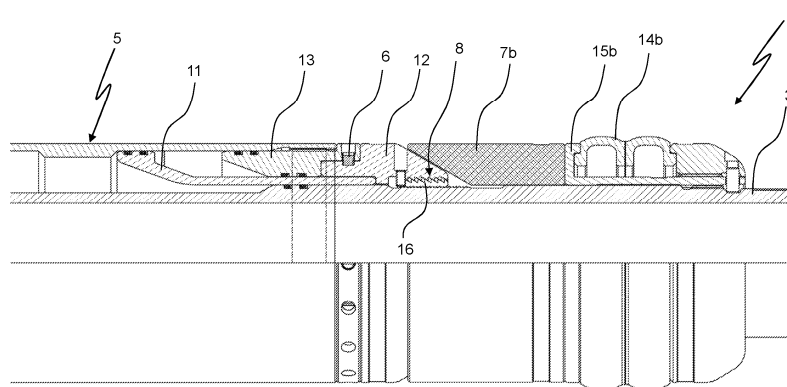
Фиг. 5



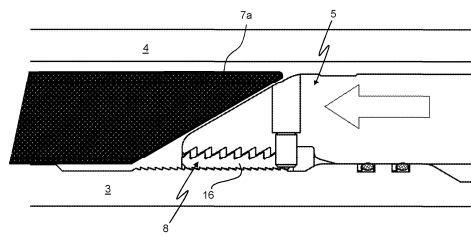
Фиг. 6



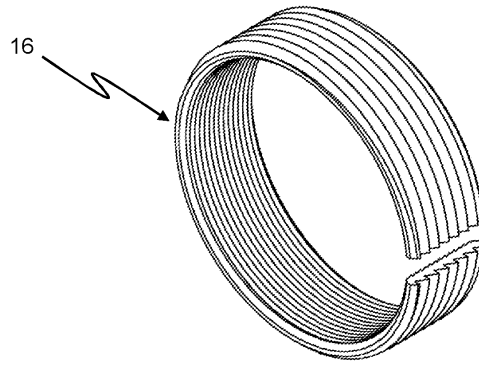
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10