

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046586**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.03.27

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

(21) Номер заявки
202392786

(22) Дата подачи заявки
2022.04.13

(54) **КОЛЬЦЕВОЙ БАРЬЕР И СКВАЖИННАЯ СИСТЕМА**

(31) **21168969.0; 21206317.6**

(56) **US-A1-2019383114**

(32) **2021.04.16; 2021.11.03**

US-A-5101908

(33) **EP**

US-A1-2011297400

(43) **2023.12.07**

EP-A1-3327246

(86) **PCT/EP2022/059827**

EP-A1-2876252

(87) **WO 2022/219019 2022.10.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**УЕЛЛТЕК ОИЛФИЛД СОЛЮШЕНС
АГ (CH)**

(72) Изобретатель:

Васкес Рикардо Ревес (CH)

(74) Представитель:

Салинник Е.А., Ляджин А.В. (KZ)

(57) Изобретение относится к кольцевому барьеру для обеспечения изоляции зоны в скважине, которая имеет изолирующий слой менее 5 м, который включает трубчатую металлическую часть, выполненную с возможностью закрепления в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции, причем трубчатая металлическая часть имеет внешнюю поверхность, отверстие и осевую протяженность вдоль скважинной трубчатой металлической конструкции, первую расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем первая расширяемая металлическая втулка имеет первую толщину, первый конец и второй конец, причем первый конец расширяемой металлической втулки соединен с внешней поверхностью трубчатой металлической части, вторую расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем вторая расширяемая металлическая втулка имеет практически такую же толщину, как первая расширяемая металлическая втулка, и вторая расширяемая металлическая втулка имеет первый конец, соединенный с внешней поверхностью трубчатой металлической части, и второй конец, причем кольцевой барьер также включает первую соединительную втулку, имеющую вторую толщину, большую, чем первая толщина, первая соединительная втулка включает первый конец втулки, соединенный со вторым концом первой расширяемой металлической втулки, и второй конец втулки, соединенный со вторым концом второй расширяемой металлической втулки, и кольцевой барьер включает кольцевое пространство, образуемое между трубчатой металлической частью, первой соединительной втулкой и расширяемыми металлическими втулками. Изобретение также относится к скважинной системе, включающей множество кольцевых барьеров и скважинную трубчатую металлическую конструкцию.

B1

046586

046586

B1

Настоящее изобретение относится к кольцевому барьеру для обеспечения изоляции зоны в скважине, которая имеет изолирующий слой менее 5 м. Изобретение также относится к скважинной системе, включающей множество таких кольцевых барьеров и скважинную трубчатую металлическую конструкцию.

Кольцевые барьеры применяют в скважинах для обеспечения изоляции одной зоны от другой в трубном пространстве в стволе скважины между скважинной трубчатой металлической конструкцией и стенкой ствола скважины или другой скважинной трубчатой металлической конструкцией. При расширении кольцевых барьеров важно, чтобы кольцевые барьеры расширялись для примыкания к внутренней поверхности ствола скважины или другой скважинной трубчатой металлической конструкции для обеспечения надлежащей зональной изоляции. Более того, кольцевой барьер должен быть расширен напротив изолирующего слоя между двумя зонами с целью обеспечения надлежащей изоляции одной зоны от другой зоны. В некоторых стволах скважин изолирующий слой между двумя зонами очень тонок, например, всего несколько метров. В этих скважинах существует потребность в более длинном кольцевом барьере, чтобы кольцевой барьер мог накладываться на изолирующий слой, поскольку при заканчивании скважины точность может составлять до 5-10 м.

Кольцевые барьеры могут иметь расширяемую металлическую втулку для расширения напротив изолирующего слоя, и расширяемые металлические втулки, имеющие длину более 2 м, изготавливать трудно и дорого.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и изъянов уровня техники. Более конкретно, целью является создание улучшенного кольцевого барьера, который является достаточно длинным для установки в скважинах с тонкими изолирующими слоями и при этом относительно легок в изготовлении без существенного увеличения производственных затрат по сравнению с кольцевыми барьерами, имеющими длиной 1-2 м расширяемые металлические втулки.

Более того, целью является обеспечение улучшенного кольцевого барьера, который способен передавать большую осевую нагрузку от скважинной трубчатой металлической конструкции до стенки ствола скважины по сравнению с известными решениями.

Вышеуказанные задачи вместе с многочисленными другими задачами, преимуществами и признаками, которые станут явными из приведенного ниже описания, достигаются с помощью решения в соответствии с настоящим изобретением благодаря кольцевому барьеру для обеспечения изоляции зоны в скважине, которая имеет изолирующий слой менее 5 м, который включает

трубчатую металлическую часть, выполненную с возможностью закрепления в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции, причем трубчатая металлическая часть имеет внешнюю поверхность, отверстие и осевую протяженность вдоль скважинной трубчатой металлической конструкции,

первую расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем первая расширяемая металлическая втулка имеет первую толщину, первый конец и второй конец, причем первый конец расширяемой металлической втулки соединен с внешней поверхностью трубчатой металлической части, и

вторую расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем вторая расширяемая металлическая втулка имеет практически такую же толщину, как первая расширяемая металлическая втулка, и вторая расширяемая металлическая втулка имеет первый конец, соединенный с внешней поверхностью трубчатой металлической части, и второй конец,

причем кольцевой барьер также включает первую соединительную втулку, имеющую вторую толщину, большую, чем первая толщина, первая соединительная втулка включает первый конец втулки, соединенный со вторым концом первой расширяемой металлической втулки, и второй конец втулки, соединенный со вторым концом второй расширяемой металлической втулки, и кольцевой барьер включает кольцевое пространство, образуемое между трубчатой металлической частью, первой соединительной втулкой и расширяемыми металлическими втулками.

Благодаря наличию кольцевого барьера с двумя расширяемыми металлическими втулками и соединительной втулкой большей толщины, существует возможность выполнения расширяемых металлических втулок, имеющих длину 1-2 м, что означает, что этот кольцевой барьер более прост и дешев в изготовлении, чем кольцевой барьер, имеющий одну расширяемую металлическую втулку длиной 4 метра. Соединительную втулку приваривают к концу каждой расширяемой металлической втулки и, таким образом, образуют общую расширяемую металлическую втулку. При расширении расширяемых металлических втулок первая и вторая расширяемые металлические втулки расширяются больше, чем соединительная втулка. Таким образом, сварные соединения между соединительной втулкой и расширяемыми металлическими втулками лишь слегка расширяются, и сварные соединения менее подвержены поломке по сравнению с конструкцией, в которой расширяемые металлические втулки напрямую соединены путем сварки. Соединительная втулка толще расширяемых металлических втулок, что исключает расширение сварных соединений между соединительной втулкой и расширяемыми металлическими втулками в такой же степени, как средняя часть расширяемых металлических втулок. Таким образом, модульная

втулка кольцевого барьера может быть выполнена по мере надобности, и даже если изолирующий слой имеет толщину всего 2 м и точность процедуры заканчивания в результате обеспечивает расположение кольцевого барьера в пределах 6 м, часть кольцевого барьера все равно накладывается на изолирующий слой, и обеспечивается достаточная изоляция зоны.

Кроме того, первая расширяемая металлическая втулка и вторая расширяемая металлическая втулка могут включать выступы, создающие третью толщину, и первая толщина может быть меньшей, чем третья толщина.

Дополнительно первая соединительная втулка может иметь изменяемую толщину, и вторая толщина первой соединительной втулки может быть наибольшей толщиной первой соединительной втулки.

Кроме того, кольцевой барьер также может включать опорную конструкцию, соединяющую первую соединительную втулку с трубчатой металлической частью для передачи нагрузки от трубчатой металлической части до первой и второй расширяемых металлических втулок.

В дополнение, опорная конструкция может иметь первое состояние, в котором опорная конструкция имеет первую радиальную протяженность в радиальном направлении относительно осевой протяженности, и опорная конструкция имеет второе состояние, в котором опорная конструкция имеет вторую радиальную протяженность в радиальном направлении относительно осевой протяженности, причем вторая радиальная протяженность является большей, чем первая радиальная протяженность.

Более того, первое состояние может быть нерасширенным состоянием кольцевого барьера, а второе состояние может быть расширенным состоянием кольцевого барьера.

Кроме того, опорная конструкция может включать первую соединительную втулку, соединительную часть и соединительный элемент, соединяющий первую соединительную втулку и соединительную часть, причем соединительная часть неподвижно соединена с трубчатой металлической частью.

Дополнительно соединительный элемент может расширяться в радиальном направлении относительно осевой протяженности. Таким образом, опорная конструкция может расширяться расширяемыми металлическими втулками, будучи прикрепленной к трубчатой металлической части, для передачи осевой нагрузки.

Также соединительный элемент может быть шарнирно соединен с первой соединительной втулкой и соединительной частью.

Кроме того, соединительный элемент может иметь гибкую конфигурацию.

Дополнительно соединительный элемент может быть более гибким, чем соединительная часть.

Также соединительный элемент может иметь сжатое состояние в нерасширенном состоянии кольцевого барьера и менее сжатое состояние в расширенном состоянии кольцевого барьера.

В дополнение, соединительный элемент может иметь S-образную, C-образную или Z-образную форму поперечного сечения.

Более того, соединительная часть может быть постоянно соединена с трубчатой металлической частью.

Дополнительно опорная конструкция может быть выполнена как монолитное целое, таким образом, чтобы соединительный элемент, соединительная втулка и соединительная часть были выполнены как монолитное целое.

Кроме того, соединительная часть может быть приварена или в обжимном режиме прикрепена к трубчатой металлической части.

Также соединительная часть может оставаться нерасширенной во время расширения расширяемых металлических втулок.

Дополнительно соединительная часть может иметь фиксированный внутренний диаметр и/или фиксированный наружный диаметр.

Также соединительная втулка может быть неподвижно соединена с соединительной частью в осевом направлении и подвижно соединена по отношению к соединительной части в радиальном направлении.

Благодаря подвижному соединению по отношению к соединительной части в радиальном направлении и, таким образом, способности к разжатию, развертыванию и выпрямлению, соединительный элемент обеспечивает возможность расширения расширяемых металлических втулок без ущерба для несущей способности опорной конструкции.

В дополнение, соединительная часть может иметь трубчатую форму.

Более того, соединительный элемент может иметь длину вдоль осевой протяженности, и соединительная часть может иметь длину части вдоль осевой протяженности.

Кроме того, длина элемента может быть по сути такой же, как и длина части.

Дополнительно соединительная часть может иметь канавку на внешней поверхности с которой зацепляется соединительный элемент, и/или соединительная втулка может иметь канавку на внутренней поверхности, с которой зацепляется соединительный элемент.

Также первый конец втулки может быть приварен ко второму концу первой расширяемой металлической втулки, и второй конец втулки может быть приварен ко второму концу второй расширяемой металлической втулки.

Более того, кольцевой барьер также может включать третью расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем третья расширяемая металлическая втулка имеет такую же толщину, как и первая расширяемая металлическая втулка, причем третья расширяемая металлическая втулка имеет первый конец, соединенный со вторым концом втулки первой соединительной втулки, и второй конец, и кольцевой барьер также включает вторую соединительную втулку, имеющую вторую толщину, причем вторая соединительная втулка включает первый конец втулки, соединенный со вторым концом третьей расширяемой металлической втулки, и второй конец втулки, соединенный со вторым концом второй расширяемой металлической втулки, таким образом, что второй конец втулки соединен со вторым концом второй расширяемой металлической втулки при помощи третьей расширяемой металлической втулки и второй соединительной втулки, и кольцевое пространство образуется между трубчатой металлической частью, первой и второй соединительными втулками и расширяемыми металлическими втулками.

Кроме того, кольцевой барьер также может включать четвертую расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть, причем четвертая расширяемая металлическая втулка имеет такую же толщину, как и первая расширяемая металлическая втулка, причем четвертая расширяемая металлическая втулка имеет первый конец, соединенный со вторым концом второй соединительной втулки, и второй конец, и третья соединительная втулка имеет вторую толщину, причем третья соединительная втулка включает первый конец втулки, соединенный со вторым концом третьей расширяемой металлической втулки, и второй конец втулки, соединенный со вторым концом второй расширяемой металлической втулки, таким образом, что второй конец втулки соединен со вторым концом второй расширяемой металлической втулки при помощи третьей и четвертой расширяемых металлических втулок и второй и третьей соединительных втулок, и кольцевое пространство образуется между трубчатой металлической частью, соединительными втулками и расширяемыми металлическими втулками.

В дополнение, кольцевой барьер также может включать трубу, проходящую через кольцевое пространство, через соединение первого конца первой расширяемой металлической втулки с трубчатой металлической частью и через соединение второго конца второй расширяемой металлической втулки с трубчатой металлической частью, обеспечивая проточный канал через кольцевой барьер в расширенном состоянии.

Дополнительно кольцевой барьер также может включать по меньшей мере одну трубчатую соединительную деталь для соединения конца расширяемой металлической втулки с внешней поверхностью трубчатой металлической части.

Кроме того, трубчатая соединительная деталь может включать выступающий фланец, перекрывающий конец расширяемой металлической втулки.

Более того, кольцевой барьер также может включать комплект клапана, гидравлически сообщающийся с отверстием и кольцевым пространством.

Дополнительно соединительная втулка может частично перекрывать концы расширяемых металлических втулок.

Также первый и второй концы соединительной втулки могут включать выступающий фланец втулки, причем каждый выступающий фланец втулки перекрывает один из концов расширяемой металлической втулки.

В дополнение, первые концы первой и второй расширяемых металлических втулок могут иметь увеличенную толщину для соединения с трубчатой металлической частью. Таким образом, отпадает потребность в отдельных соединительных деталях.

Дополнительно вторая толщина может быть по меньшей мере на 5% большей, чем первая толщина, предпочтительно по меньшей мере на 10% большей, чем первая толщина, более предпочтительно по меньшей мере на 15% большей, чем первая толщина.

Кроме того, первая расширяемая металлическая втулка и вторая расширяемая металлическая втулка могут иметь длину вдоль осевой протяженности, которая по меньшей мере на 50% больше, чем длина соединительной втулки, предпочтительно по меньшей мере на 60% больше, чем длина соединительной втулки, более предпочтительно на 75% больше, чем длина соединительной втулки.

Более того, кольцевой барьер также может включать по меньшей мере один кольцевой уплотнительный элемент, расположенный на внешней поверхности расширяемых металлических втулок.

Также кольцевой уплотнительный элемент может быть расположен в первой окружной канавке.

В дополнение, окружная канавка может быть образована между двумя выступами.

Более того, кольцевой уплотнительный элемент может быть усилен дублирующим уплотнительным элементом.

Кроме того, кольцевой барьер также может включать элемент в виде кольца для ключей, окружающий по меньшей мере часть дублирующего уплотнительного элемента.

Дополнительно, кольцевой барьер также может включать второй дублирующий уплотнительный элемент, расположенный таким образом, что кольцевой уплотнительный элемент находится между двумя дублирующими уплотнительными элементами вдоль осевой протяженности.

Также расширяемая металлическая втулка может включать вторую окружную канавку.

В дополнение, вторая окружная канавка может включать канавочный элемент.

Кроме того, канавочный элемент может быть выполнен из политетрафторэтилена (ПТФЭ) или резины.

Более того, дублирующий уплотнительный элемент может быть выполнен из политетрафторэтилена (ПТФЭ).

Кроме того, элемент в виде кольца для ключей может быть выполнен из металла, такого как пружинная сталь.

Дополнительно, кольцевой уплотнительный элемент может быть выполнен из резины или эластомера.

Также один из первых концов первой и/или второй расширяемых металлических втулок может быть приварен к внешней поверхности трубчатой металлической части.

В дополнение, изобретение касается скважинной системы, включающей множество кольцевых барьеров и скважинную трубчатую металлическую конструкцию.

Наконец, скважинная система также может включать по меньшей мере один впускной клапан между двумя кольцевыми барьерами.

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 варианты осуществления, и среди которых:

На фиг. 1 показан вид в поперечном сечении кольцевого барьера, имеющего две расширяемые металлические втулки и одну соединительную втулку, в его нерасширенном состоянии,

На фиг. 2 показан вид в поперечном сечении другого кольцевого барьера, имеющего две расширяемые металлические втулки и одну соединительную втулку, в его расширенном состоянии,

На фиг. 3 показан вид в поперечном сечении еще одного кольцевого барьера, имеющего три расширяемые металлические втулки и две соединительные втулки, в их нерасширенном состоянии,

На фиг. 4 показан вид в поперечном сечении еще одного кольцевого барьера, имеющего четыре расширяемые металлические втулки и три соединительные втулки, в их нерасширенном состоянии,

На фиг. 5 показан вид в поперечном сечении еще одного кольцевого барьера, имеющего три расширяемые металлические втулки и две соединительные втулки, в их нерасширенном состоянии,

На фиг. 6 показан вид в поперечном сечении скважинной системы, имеющей два кольцевых барьера,

На фиг. 7 показан вид в поперечном сечении другого кольцевого барьера, имеющего две расширяемые металлические втулки и одну соединительную втулку, причем кольцевой барьер находится в его нерасширенном состоянии и имеет опорную конструкцию для передачи осевой нагрузки от скважинной трубчатой металлической конструкции и, таким образом, трубчатой металлической части на расширяемые металлические втулки, и

На фиг. 8 показан вид в поперечном сечении другого кольцевого барьера, имеющего две расширяемые металлические втулки и одну соединительную втулку, причем кольцевой барьер находится в его нерасширенном состоянии и имеет еще одну опорную конструкцию для передачи осевой нагрузки от скважинной трубчатой металлической конструкции и, таким образом, трубчатой металлической части, на расширяемые металлические втулки.

Все фигуры являются очень схематичными и необязательно 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 кольцевой барьер 1 для обеспечения изоляции зоны в скважине 2, имеющей тонкий изолирующий слой 24 менее 5 м. Кольцевой барьер 1 включает трубчатую металлическую часть 3, закрепленную в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции 4. Трубчатая металлическая часть 3 имеет внешнюю поверхность 5, отверстие 6 и осевую протяженность L вдоль скважинной трубчатой металлической конструкции 4. Кольцевой барьер 1 включает первую расширяемую металлическую втулку 7, окружающую трубчатую металлическую часть 3. Первая расширяемая металлическая втулка 7 имеет первую толщину t_1 и первый конец 8 и второй конец 9. Первый конец 8 расширяемой металлической втулки 7 соединен с внешней поверхностью 5 трубчатой металлической части 3. Кольцевой барьер 1 также включает вторую расширяемую металлическую втулку 10, окружающую трубчатую металлическую часть 3. Вторая расширяемая металлическая втулка 10 имеет такую же толщину, как и первая расширяемая металлическая втулка 7. Вторая расширяемая металлическая втулка 10 имеет первый конец 11, соединенный с внешней поверхностью 5 трубчатой металлической части 3, и второй конец 12. Кольцевой барьер 1 включает первую соединительную втулку 14, имеющую вторую толщину t_2 , большую, чем первая толщина t_1 . Первая соединительная втулка 14 включает первый конец 15 втулки, соединенный со вторым концом 9 первой расширяемой металлической втулки 7, и второй конец 16 втулки, соединенный со вторым концом 12 второй расширяемой металлической втулки 10. Кольцевой барьер 1 также включает кольцевое пространство 17, образуемое между трубчатой металлической частью 3, первой соединительной втулкой 14 и расширяемыми металлическими втулками 7, 10.

Благодаря наличию кольцевого барьера 1 с двумя расширяемыми металлическими втулками 7, 10 и

соединительной втулкой большей толщины 14, существует возможность выполнения расширяемых металлических втулок 7, 10, имеющих длину 1-2 м, что означает, что кольцевой барьер более прост и дешевле в изготовлении, чем кольцевой барьер, имеющий одну расширяемую металлическую втулку длиной 4 м. Соединительную втулку 14 приваривают к концам каждой расширяемой металлической втулки 7, 10 и, таким образом, образуют общую расширяемую металлическую втулку. Как можно видеть на фиг. 2, первая и вторая расширяемые металлические втулки 7, 10 расширяются больше, чем соединительная втулка 14, и, таким образом, сварные соединения между соединительной втулкой 14 и расширяемыми металлическими втулками 7, 10 лишь слегка расширяются в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, и менее подвержены поломке, чем в случае, если бы соединительная втулка 14 расширялась настолько же, как средняя часть расширяемых металлических втулок 7, 10. Соединительная втулка 14 толще расширяемых металлических втулок 7, 10, что исключает расширение сварных соединений между соединительной втулкой 14 и расширяемыми металлическими втулками 7, 10 в такой же степени, как средняя часть расширяемых металлических втулок 7, 10. Таким образом, модульная втулка кольцевого барьера 1 может быть выполнена по мере надобности, например, 8-10 метров, и даже если изолирующий слой 24 имеет толщину всего 2 метра, т.е., 2 м вдоль осевой протяженности, и точность процедуры заканчивания в результате обеспечивает расположение кольцевого барьера 1 в пределах 6 метров, часть кольцевого барьера 1 все равно накладывается на изолирующий слой 24, и обеспечивается достаточная изоляция зоны.

Первый конец 15 втулки первой соединительной втулки 14 приварен ко второму концу 9 первой расширяемой металлической втулки 7, а второй конец 16 втулки первой соединительной втулки 14 приварен ко второму концу 12 второй расширяемой металлической втулки 10 таким образом, чтобы образовывалась одна общая втулка. Первые концы расширяемых металлических втулок 7, 10 могут иметь увеличенную толщину и могут быть в обжимном режиме прикреплены к трубчатой металлической части 3 или приварены к трубчатой металлической части 3, как показано на фиг. 1. Отверстие в трубчатой металлической части 3 расположено напротив кольцевого пространства 17. Первая расширяемая металлическая втулка 7 и вторая расширяемая металлическая втулка 10 имеют одинаковую длину вдоль осевой протяженности, и первая соединительная втулка 14 расположена между расширяемыми металлическими втулками 7, 10 и приварена к их концам.

Как показано на фиг. 2, расширяемые металлические втулки 7, 10 расширены таким образом, что их средняя часть упирается в стенку ствола скважины и принимает ее форму. В другом варианте осуществления расширяемые металлические втулки 7, 10 расширяются таким образом, чтобы их средняя часть упиралась в стенку другой скважинной трубчатой металлической конструкции. Расширенный кольцевой барьер 1 изолирует первую зону 101 от второй зоны 102. Первые концы 8, 11 расширяемых металлических втулок 7, 10 соединены с внешней поверхностью 5 трубчатой металлической части 3 при помощи трубчатой соединительной детали 31. Каждая трубчатая соединительная деталь 31 включает выступающий фланец 34, перекрывающий первые концы 8, 11 расширяемых металлических втулок 7, 10 таким образом, чтобы ограничивать свободное расширение концов расширяемых металлических втулок 7, 10 и, таким образом, это не препятствует соединению между концами расширяемых металлических втулок 7, 10 и трубчатой соединительной деталью 31, и не разрывается сварное соединение в случае применения сварки. Как показано на фиг. 2, концы расширяемых металлических втулок 7, 10 зацепляются с канавками в соединительной втулке 14 помимо приваривания.

Как показано на фиг. 3, кольцевой барьер 1 включает третью расширяемую металлическую втулку 18, окружающую трубчатую металлическую часть 3 и расположенную между первой расширяемой металлической втулкой 7 и второй расширяемой металлической втулкой 10 вдоль осевой протяженности L. Третья расширяемая металлическая втулка 18 имеет такую же толщину, как и первая расширяемая металлическая втулка 7. Третья расширяемая металлическая втулка 18 имеет первый конец 19, соединенный со вторым концом 16 втулки первой соединительной втулки 14, и второй конец 20, соединенный со второй соединительной втулкой 21. Вторая соединительная втулка 21 имеет такую же вторую толщину t2, как и первая соединительная втулка 14. Вторая соединительная втулка 21 включает первый конец 22 втулки, соединенный со вторым концом 20 третьей расширяемой металлической втулки 18, и второй конец 23 втулки, соединенный со вторым концом 12 второй расширяемой металлической втулки 10, таким образом, что второй конец 16 втулки соединен со вторым концом 12 второй расширяемой металлической втулки 10 при помощи третьей расширяемой металлической втулки 18 и второй соединительной втулки 21. В этом аспекте кольцевое пространство 17 образуется между трубчатой металлической частью 3, первой и второй соединительными втулками 14, 21 и расширяемыми металлическими втулками 7, 10, 18. Благодаря наличию трех расширяемых металлических втулок 7, 10, 18 по 2 м, соединенных при помощи соединительных втулок 14, 21 большей толщины, обеспечивается кольцевой барьер 1 длиной по меньшей мере 6 метров с простой и модульной конструкцией, требующей лишь коротких расширяемых металлических втулок, которые просты в изготовлении.

Как можно видеть на фиг. 3, соединительные втулки 14, 21 обеспечивают расстояние от внутренней поверхности 51 расширяемых металлических втулок 7, 10, 18 и внешней поверхности 5 трубчатой металлической части 3, поскольку соединительные втулки 14, 21 имеют большую толщину, чем толщина рас-

ширяемых металлических втулок 7, 10, 18. Таким образом, соединительные втулки 14, 21 поддерживают расширяемые металлические втулки 7, 10, 18, предотвращая их смятие во время погружения скважинной трубчатой металлической конструкции 4 в ствол скважины с повышением давления в скважине.

Кольцевой барьер 1, показанный на фиг. 3, также включает комплект 33 клапана, гидравлически сообщающийся с отверстием 6 в трубчатой металлической части и кольцевым пространством 17. Отверстие 6 расположено со смещением от кольцевого пространства 17 вдоль осевой протяженности, и, таким образом, текучая среда поступает в комплект 33 клапана перед поступлением в кольцевое пространство 17. Комплект 33 клапана может иметь разные конструкции. Один аспект комплекта клапана имеет первую позицию, обеспечивающую гидравлическое сообщение между отверстием и кольцевым пространством 17, и вторую позицию после расширения кольцевого барьера, в которой это гидравлическое сообщение перекрыто. В другом аспекте комплекта клапана первая позиция является такой же, но во второй позиции гидравлическое сообщение от отверстия перекрыто, и существует гидравлическое сообщение с внешним пространством расширенного кольцевого барьера, т.е., с первой зоной 101 или второй зоной 102. За счет обеспечения гидравлического сообщения между кольцевым пространством 17 и одной из зон после расширения давление в кольцевом пространстве 17 может быть уравновешено с давлением в зоне для предотвращения смятия кольцевого барьера 1 при повышении внешнего давления, и, таким образом, повышается сопротивляемость кольцевого барьера 1 смятию.

Как показано на фиг. 4, кольцевой барьер 1 также включает четвертую расширяемую металлическую втулку 25, окружающую трубчатую металлическую часть 3. Четвертая расширяемая металлическая втулка 25 имеет такую же первую толщину t_1 , как первая расширяемая металлическая втулка 7 (показанная на фиг. 1 и 3). Четвертая расширяемая металлическая втулка 25 имеет первый конец 26, соединенный со вторым концом 23 второй соединительной втулки, 21, и второй конец 27. Кольцевой барьер 1 также включает третью соединительную втулку 28, имеющую такую же вторую толщину t_2 , как первая и вторая соединительные втулки 14, 21. Третья соединительная втулка 28 включает первый конец 29 втулки, соединенный со вторым концом 27 четвертой расширяемой металлической втулки 25, и второй конец 30 втулки, соединенный со вторым концом 12 второй расширяемой металлической втулки 10, таким образом, чтобы второй конец 16 втулки соединился со вторым концом 12 второй расширяемой металлической втулки 10 при помощи третьей и четвертой расширяемых металлических втулок 18, 25 и второй и третьей соединительных втулок 21, 28. Кольцевое пространство 17 образуется между трубчатой металлической частью 3, соединительными втулками 14, 21, 28 и расширяемыми металлическими втулками 7, 10, 18, 25. Благодаря наличию четырех расширяемых металлических втулок по 2 метра, соединенных при помощи трех соединительных втулок 14, 21, 28 большей толщины, обеспечивается кольцевой барьер 1 длиной по меньшей мере 8 м с простой и модульной конструкцией, требующей лишь коротких расширяемых металлических втулок, которые просты в изготовлении. При длине соединительных втулок 14, 21, 28 0,5 м длина кольцевого барьера 1 составляет 10 м, и, таким образом, обеспечивается кольцевой барьер 1, имеющий необходимую длину для обеспечения достаточного перекрытия изолирующего слоя.

Такие длинные кольцевые барьеры также применяют для поддержки пористой стенки / пласта, чтобы расширенный кольцевой барьер поддерживал стенку ствола скважины для предотвращения ее разрушения, обвала и препятствования добыче из-за смешивания текучих сред из зон в случае повреждения изоляции зоны.

Соединительные втулки 14, 21, 28 толще, чем расширяемые металлические втулки 7, 10, 18, 25, т.е., вторая толщина t_2 может быть по меньшей мере на 5% большей, чем первая толщина t_1 , предпочтительно по меньшей мере на 10% большей, чем первая толщина t_1 , более предпочтительно по меньшей мере на 15% большей, чем первая толщина t_1 . Более того, расширяемые металлические втулки 7, 10, 18, 25 длиннее, чем соединительные втулки 14, 21, 28, и, таким образом, первая расширяемая металлическая втулка 7 и вторая расширяемая металлическая втулка 10 имеют длину вдоль осевой протяженности L , которая по меньшей мере на 50% больше, чем длина соединительной втулки, предпочтительно по меньшей мере на 60% больше, чем длина соединительной втулки, более предпочтительно на 75% больше, чем длина соединительной втулки.

Как показано на фиг. 4, кольцевой барьер 1 также включает трубку 32, которая проходит под общей втулкой, обеспечиваемой расширяемыми металлическими втулками 7, 10, 18, 25, сваренными с соединительными втулками 14, 21, 28. Трубка 32 проходит через кольцевое пространство 17, через соединение первого конца 8 первой расширяемой металлической втулки 7 до трубчатой металлической части 3 и через соединение второго конца 12 второй расширяемой металлической втулки 10 до трубчатой металлической части 3. Таким образом, трубка 32 обеспечивает проточный канал через кольцевой барьер 1 в расширенном состоянии. Как показано на фиг. 4, кольцевой барьер 1 имеет две соединительные детали 31, соединяющие первые концы 8, 11 первой и второй расширяемых металлических втулок 7, 10 с внешней поверхностью 5 трубчатой металлической части 3, и трубка 32 проходит через обе соединительные детали 31. В еще одном аспекте изобретения (не показанном) поток через кольцевой барьер обеспечивается тонкой втулкой, расположенной между расширяемыми металлическими втулками и трубчатой металлической частью, таким образом, чтобы канал для текучей среды был кольцевым, поскольку тонкая втулка проходит по всей окружности трубчатой металлической части, и канал для текучей среды через

кольцевой барьер является кольцевым каналом между тонкой втулкой и внешней поверхностью трубчатой металлической части.

Кольцевой барьер 1 на фиг. 5 включает три расширяемые металлические втулки 7, 10, 18, соединенные путем сварки при помощи промежуточных соединительных втулок 14, 21. Первый и второй концы 15, 16 втулки каждой соединительной втулки 14, 21 включают выступающий фланец втулки 35, перекрывающий один из концов расширяемой металлической втулки. Таким образом, исключается возможность свободного расширения расширяемых металлических втулок 7, 10, 18 подобно выступающему фланцу 34 соединительных деталей 31, и, таким образом, сварные соединения защищены во время расширения расширяемых металлических втулок 7, 10, 18, чтобы сварные соединения не разрывались во время расширения. Кольцевой барьер 1 также включает определенные уплотнительные элементы 45, расположенные на внешней поверхности 46 расширяемых металлических втулок 7, 10, 18, для увеличения изолирующей способности кольцевого барьера 1.

На фиг. 6 показана скважинная система 100, включающая множество кольцевых барьеров 1 и скважинную трубчатую металлическую конструкцию 4. Для изоляции зоны требуется два кольцевых барьера 1. Скважинная система 100 также включает по меньшей мере один впускной клапан между двумя кольцевыми барьерами 1 для контролируемого поступления текучей среды пласта в скважинную трубчатую металлическую конструкцию 4.

Кольцевой барьер 1 расширяется при помощи текучей среды под давлением, поступающей в отверстие текучей далее в кольцевое пространство 17 для расширения расширяемой металлической втулки 7, 10, 18, 25, таким образом, чтобы она упиралась в стенку ствола скважины. Текучую среду под давлением создают либо при помощи насоса на поверхности, закачивающего текучую среду в колонну/скважинную трубчатую металлическую конструкцию 4, либо при помощи насоса в инструменте, который изолирует часть скважинной трубчатой металлической конструкции 4 напротив отверстия.

Как показано на фиг. 7 и 8, первая расширяемая металлическая втулка 7 и вторая расширяемая металлическая втулка 10 включают выступы 36, создающие третью толщину t_3 , и первая толщина t_1 является меньшей, чем третья толщина t_3 . Первая толщина t_1 также является меньшей, чем вторая толщина t_2 . Соединительная втулка 14, 21 имеет изменяемую толщину, и вторая толщина t_2 соединительной втулки 14, 21 является наибольшей толщиной и общей толщиной первой соединительной втулки 14 и второй соединительной втулки 21. Кольцевой барьер 1 также включает опорную конструкцию 37, соединяющую соединительную втулку 14 с трубчатой металлической частью 3 для передачи нагрузки от трубчатой металлической части 3 до первой и второй расширяемых металлических втулок 7, 10. Таким образом, опорная конструкция 37, соединяющая соединительную втулку 14 с трубчатой металлической частью 3, передает осевую нагрузку от скважинной трубчатой металлической конструкции 4, часть которой образует трубчатая металлическая часть 3, до расширяемых металлических втулок 7, 10 и, таким образом, до пласта, в который расширяемые металлические втулки 7, 10 упираются в их расширенной позиции или состоянии.

Скважинная трубчатая металлическая конструкция 4 является тяжелой, и благодаря наличию опорной конструкции 37, большая нагрузка от этого веса может быть передана на расширенные расширяемые металлические втулки 7, 10 и, таким образом, на стенку ствола скважины. Если кольцевой барьер не имеет промежуточной опорной конструкции, осевая нагрузка может передаваться только через концы кольцевого барьера, и в случае, если кольцевой барьер имеет длинный отрезок из нескольких расширяемых металлических втулок, кольцевой барьер не способен передавать высокую осевую нагрузку по сравнению с кольцевым барьером, имеющим одну или несколько опорных конструкций между концами кольцевого барьера. Первые концы первой и второй расширяемых металлических втулок могут быть соединены с трубчатой металлической частью непосредственно или через соединительные детали, и без опорной конструкции осевая нагрузка может передаваться только через первые концы. Благодаря наличию расширяемых металлических втулок длиной 1 м, соединенных соединительными втулками, и образованию каждой соединительной втулкой части опорной конструкции, кольцевой барьер может передавать очень высокую осевую нагрузку по сравнению с кольцевым барьером, имеющим одну длинную лишнюю поддержки расширяемую металлическую втулку или две лишние поддержки расширяемых металлических втулки большей длины. Таким образом, кольцевой барьер, имеющий более двух расширяемых металлических втулок, может включать более одной опорной конструкции в каждой соединительной втулке.

Для передачи осевой нагрузки после расширения расширяемых металлических втулок 7, 10 опорная конструкция 37 имеет первое состояние, в котором опорная конструкция 37 имеет первую радиальную протяженность в радиальном направлении R относительно осевой протяженности L, как показано на фиг. 7 и 8, и опорная конструкция 37 имеет второе состояние, в котором опорная конструкция 37 имеет вторую радиальную протяженность в радиальном направлении R относительно осевой протяженности L, причем вторая радиальная протяженность является большей, чем первая радиальная протяженность. Первое состояние является нерасширенным состоянием кольцевого барьера 1, а второе состояние является расширенным состоянием кольцевого барьера 1.

Как показано на фиг. 7 и 8, опорная конструкция 37 включает первую соединительную втулку 14,

соединительную часть 38 и соединительный элемент 39, причем соединительный элемент 39 соединяет первую соединительную втулку 14 и соединительную часть 38, и соединительная часть 38 неподвижно соединена с трубчатой металлической частью 3 как вдоль осевой протяженности L, так и в радиальном направлении R относительно осевой протяженности L. Соединительная часть 38 остается по сути нерасширенной во время расширения расширяемых металлических втулок 7, 10 и имеет фиксированный внутренний диаметр ID_{CP} и фиксированный наружный диаметр OD_{CP} . Соединительная часть 38 может быть приварена или в обжимном режиме прикреплена к трубчатой металлической части 3 для фиксации соединительной части 38. Таким образом, соединительная часть 38 является постоянно зафиксированной на трубчатой металлической части 3. Соединительный элемент 39 способен расширяться в радиальном направлении R, т.е., в направлении, радиальном относительно осевой протяженности L, и таким образом, опорная конструкция 37 может расширяться расширяемыми металлическими втулками 7, 10, будучи прикрепленной к трубчатой металлической части 3 для передачи осевой нагрузки. Таким образом, соединительный элемент 39 имеет гибкую конфигурацию, и соединительный элемент 39 является более гибким, чем соединительная часть 38. Соединительный элемент 39 имеет сжатое состояние в нерасширенном состоянии кольцевого барьера 1, как показано на фиг. 7 и 8, и менее сжатое состояние в расширенном состоянии кольцевого барьера 1 (не показано), причем в менее сжатом состоянии соединительный элемент 39 является частично развернутым или более выпрямленным в радиальном направлении R. Благодаря способности к разжатию, развертыванию и выпрямлению, соединительный элемент 39 обеспечивает возможность расширения расширяемых металлических втулок 7, 10 без ущерба для несущей способности опорной конструкции 37. На фиг. 7 соединительный элемент 39 в поперечном сечении имеет S-образную форму, а на фиг. 8 соединительный элемент 39 в поперечном сечении имеет C-образную форму. В другом варианте осуществления соединительный элемент 39 имеет другую форму поперечного сечения, обеспечивающую возможность развертывания и выпрямления во время расширения расширяемых металлических втулок 7, 10, например, Z-образную форму. Соединительный элемент 39 может быть шарнирно соединен с первой соединительной втулкой 14 и с соединительной частью 38, например, на концах "С", концах "S" или концах "Z". Соединительный элемент 39 может быть приварен к соединительной части 38 и соединительной втулке 14 или же опорная конструкция 37 может быть выполнена как монолитное целое таким образом, чтобы соединительный элемент 39, соединительная втулка 14 и соединительная часть 38 составляли монолитное целое.

Как показано на фиг. 7 и 8, соединительная втулка 14 неподвижно соединена с соединительной частью 38 в осевом направлении L вдоль радиальной протяженности и подвижно соединена по отношению к соединительной части 38 в радиальном направлении R. Как можно увидеть, соединительная часть 38 имеет трубчатую форму, окружающую трубчатую металлическую часть 3. Как показано на фиг. 7, соединительный элемент 39 имеет длину 52 элемента вдоль осевой протяженности L и соединительная часть 38 имеет длину 53 части вдоль осевой протяженности L. Длина элемента является по сути такой же, как длина части. Как показано на фиг. 8, соединительная часть 38 имеет канавку на внешней поверхности 54, с которой зацепляется часть соединительного элемента 39, и соединительная втулка 14 имеет канавку на внутренней поверхности 55, с которой зацепляется часть соединительного элемента 39.

Соединительная втулка 14 частично перекрывает концы расширяемых металлических втулок 7, 10. Как показано на фиг. 7 и 8, соединительная втулка 14 имеет окружной выступ 58 втулки, и концы расширяемых металлических втулок 7, 10 упираются в окружной выступ 58 втулки и являются приваренными к соединительной втулке 14 при помощи сварного соединения 50. Кольцевой уплотнительный элемент 45 расположен в первой окружной канавке 47, и окружная канавка 47 образована между двумя выступами 36. Кольцевой уплотнительный элемент 45 усилен дублирующим уплотнительным элементом 48 на одной стороне и вторым дублирующим уплотнительным элементом 48 на другой стороне с таким расположением, что кольцевой уплотнительный элемент 45 находится между двумя дублирующими уплотнительными элементами 48, если наблюдать вдоль осевой протяженности L. Элемент 49 в виде кольца для ключей окружает по меньшей мере часть каждого дублирующего уплотнительного элемента 48. Дублирующие уплотнительные элементы 49 могут быть выполнены из политетрафторэтилена (ПТФЭ). Элемент 49 в виде кольца для ключей может быть выполнен из металла, такого как пружинная сталь, а кольцевой уплотнительный элемент 45 может быть выполнен из резины или эластомера.

Как показано на фиг. 8, расширяемые металлические втулки 7, 10 включают вторую окружную канавку 56, заполненную канавочным элементом 57. Канавочный элемент 57 может быть выполнен из политетрафторэтилена (ПТФЭ) или резины.

Под "текучей средой" или "скважинной текучей средой" понимают любой тип текущей среды, которая может присутствовать в нефтяных или газовых скважинах, например природный газ, нефть, нефтяной буровой раствор, сырую нефть, воду и так далее. Под "газом" понимают любой тип газовой смеси, присутствующей в скважине, законченной или с открытым стволом, а под "нефтью" понимают любой тип нефтяной смеси, например сырая нефть, нефтесодержащая текущая среда и так далее. Таким образом, в состав текущих 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" подразумева-

ется любой вид трубы, трубчатого элемента, трубопровода, внутренней обшивки, колонны труб и т.д., используемый в скважине под землей в связи с добычей нефти или природного газа.

В том случае, когда невозможно полностью погрузить инструмент в обсадную колонну, для проталкивания инструмента до нужного положения в скважине может быть использован скважинный трактор. Скважинный трактор может иметь выдвигаемые плечи, имеющие колеса, которые контактируют с внутренней поверхностью обсадной колонны для продвижения трактора и инструмента вперед в обсадной колонне. Скважинный трактор представляет собой любой тип приводного инструмента, способного толкать или тянуть инструменты в скважине, такой как Well Tractor®.

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. Кольцевой барьер (1) для обеспечения изоляции зоны в скважине (2), которая имеет изолирующий слой (24) менее 5 м, который включает

трубчатую металлическую часть (3), выполненную с возможностью закрепления в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции (4), причем трубчатая металлическая часть имеет внешнюю поверхность (5), отверстие (6) и осевую протяженность (L) вдоль скважинной трубчатой металлической конструкции,

первую расширяемую металлическую втулку (7), окружающую трубчатую металлическую часть, причем первая расширяемая металлическая втулка имеет первую толщину (t_1), первый конец (8) и второй конец (9), причем первый конец расширяемой металлической втулки соединен с внешней поверхностью трубчатой металлической части, и

вторую расширяемую металлическую втулку (10), окружающую трубчатую металлическую часть, причем вторая расширяемая металлическая втулка имеет практически такую же толщину, как первая расширяемая металлическая втулка, и вторая расширяемая металлическая втулка имеет первый конец (11), соединенный с внешней поверхностью трубчатой металлической части, и второй конец (12),

причем кольцевой барьер также включает первую соединительную втулку (14), имеющую вторую толщину (t_2), большую, чем первая толщина, первая соединительная втулка включает первый конец (15) втулки, соединенный со вторым концом первой расширяемой металлической втулки, и второй конец (16) втулки, соединенный со вторым концом (12) второй расширяемой металлической втулки, и кольцевой барьер включает кольцевое пространство (17), образуемое между трубчатой металлической частью, первой соединительной втулкой и расширяемыми металлическими втулками.

2. Кольцевой барьер по п.1, отличающийся тем, что первая расширяемая металлическая втулка и вторая расширяемая металлическая втулка включают выступы (36), создающие третью толщину (t_3), и первая толщина является меньшей, чем третья толщина.

3. Кольцевой барьер по п.1 или 2, отличающийся тем, что первая соединительная втулка имеет изменяемую толщину и вторая толщина первой соединительной втулки является наибольшей толщиной первой соединительной втулки.

4. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, также включающий опорную конструкцию (37), соединяющую первую соединительную втулку с трубчатой металлической частью для передачи нагрузки от трубчатой металлической части до первой и второй расширяемых металлических втулок.

5. Кольцевой барьер по п.4, отличающийся тем, что опорная конструкция имеет первое состояние, в котором опорная конструкция имеет первую радиальную протяженность в радиальном направлении (R) относительно осевой протяженности, и опорная конструкция имеет второе состояние, в котором опорная конструкция имеет вторую радиальную протяженность в радиальном направлении относительно осевой протяженности, причем вторая радиальная протяженность является большей, чем первая радиальная протяженность.

6. Кольцевой барьер по п.4 или 5, отличающийся тем, что опорная конструкция включает первую соединительную втулку (14), соединительную часть (38) и соединительный элемент (39), соединяющий первую соединительную втулку и соединительную часть, причем соединительная часть неподвижно соединена с трубчатой металлической частью.

7. Кольцевой барьер по п.6, отличающийся тем, что соединительный элемент может расширяться в радиальном направлении (R) относительно осевой протяженности (L).

8. Кольцевой барьер по п.6 или 7, отличающийся тем, что соединительный элемент имеет S-образную, C-образную или Z-образную форму поперечного сечения.

9. Кольцевой барьер по любому из пп.6-8, отличающийся тем, что соединительная часть постоянно соединена с трубчатой металлической частью.

10. Кольцевой барьер по любому из пп.6-9, отличающийся тем, что соединительная втулка неподвижно соединена с соединительной частью в осевом направлении и подвижно соединена по отношению

к соединительной части в радиальном направлении (R).

11. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, также включающий третью расширяемую металлическую втулку (18), окружающую трубчатую металлическую часть, причем третья расширяемая металлическая втулка имеет такую же толщину, как и первая расширяемая металлическая втулка, причем третья расширяемая металлическая втулка имеет первый конец (19), соединенный со вторым концом (16) втулки первой соединительной втулки, и второй конец (20), и кольцевой барьер также включает вторую соединительную втулку (21), имеющую вторую толщину, причем вторая соединительная втулка включает первый конец (22) втулки, соединенный со вторым концом третьей расширяемой металлической втулки, и второй конец (23) втулки, соединенный со вторым концом второй расширяемой металлической втулки, таким образом, что второй конец (16) втулки соединен со вторым концом (12) второй расширяемой металлической втулки при помощи третьей расширяемой металлической втулки и второй соединительной втулки, и кольцевое пространство (17) образуется между трубчатой металлической частью, первой и второй соединительными втулками и расширяемыми металлическими втулками.

12. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, также включающий четвертую расширяемую металлическую втулку (25), окружающую трубчатую металлическую часть, причем четвертая расширяемая металлическая втулка имеет такую же толщину, как и первая расширяемая металлическая втулка, причем четвертая расширяемая металлическая втулка имеет первый конец (26), соединенный со вторым концом (23) второй соединительной втулки, и второй конец (27), и третья соединительная втулка (28) имеет вторую толщину, причем третья соединительная втулка включает первый конец (29) втулки, соединенный со вторым концом третьей расширяемой металлической втулки, и второй конец (30) втулки, соединенный со вторым концом второй расширяемой металлической втулки, таким образом, что второй конец (16) втулки соединен со вторым концом (12) второй расширяемой металлической втулки при помощи третьей и четвертой расширяемых металлических втулок и второй и третьей соединительных втулок, и кольцевое пространство (17) образуется между трубчатой металлической частью, соединительными втулками и расширяемыми металлическими втулками.

13. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, также включающий трубу (32), проходящую через кольцевое пространство, через соединение первого конца первой расширяемой металлической втулки с трубчатой металлической частью и через соединение второго конца второй расширяемой металлической втулки с трубчатой металлической частью, обеспечивая проточный канал через кольцевой барьер в расширенном состоянии.

14. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что трубчатая соединительная деталь включает выступающий фланец (34), перекрывающий конец расширяемой металлической втулки.

15. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первый и второй концы соединительной втулки включают выступающий фланец (35) втулки, причем каждый выступающий фланец втулки перекрывает один из концов расширяемой металлической втулки.

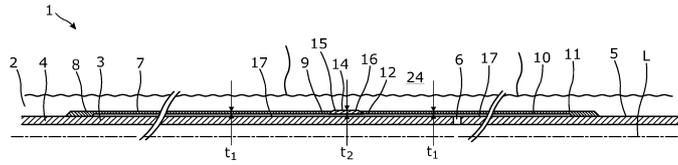
16. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первые концы первой и второй расширяемых металлических втулок имеют увеличенную толщину для соединения с трубчатой металлической частью.

17. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что вторая толщина по меньшей мере на 5% больше, чем первая толщина, предпочтительно по меньшей мере на 10% больше, чем первая толщина, более предпочтительно по меньшей мере на 15% больше, чем первая толщина.

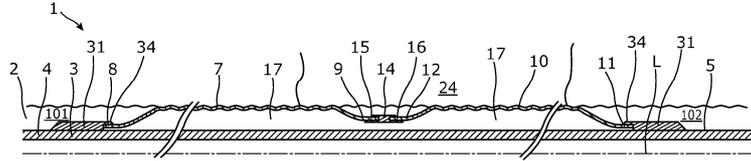
18. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первая расширяемая металлическая втулка и вторая расширяемая металлическая втулка имеют длину вдоль осевой протяженности, которая по меньшей мере на 50% больше, чем длина соединительной втулки, предпочтительно по меньшей мере на 60% больше, чем длина соединительной втулки, более предпочтительно на 75% больше, чем длина соединительной втулки.

19. Кольцевой барьер по любому из предшествующих пунктов, также включающий по меньшей мере один кольцевой уплотнительный элемент (45), расположенный на внешней поверхности (46) расширяемых металлических втулок.

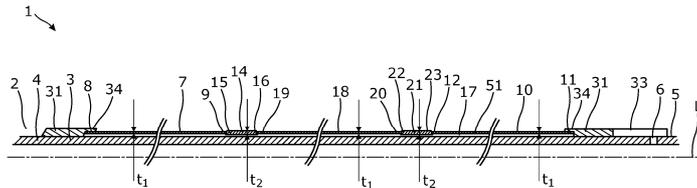
20. Скважинная система, включающая множество кольцевых барьеров по любому из пп.1-19 и скважинную трубчатую металлическую конструкцию.



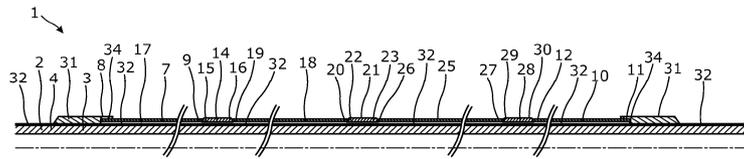
Фиг. 1



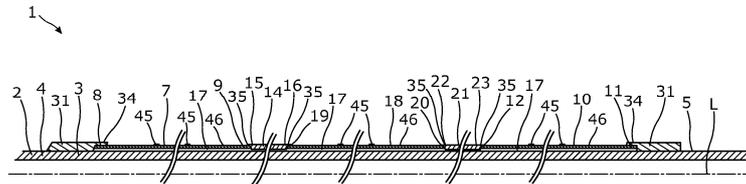
Фиг. 2



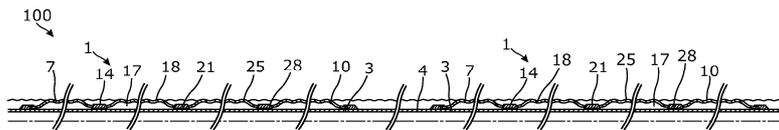
Фиг. 3



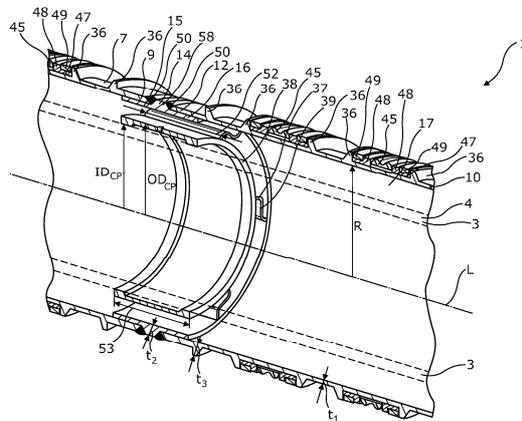
Фиг. 4



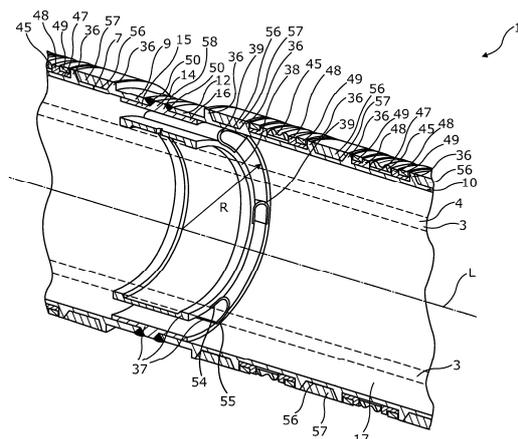
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8