

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041406**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.10.20

(51) Int. Cl. *E21B 33/124* (2006.01)

(21) Номер заявки
202190300

(22) Дата подачи заявки
2019.08.05

(54) СИСТЕМА ЗАТРУБНЫХ БАРЬЕРОВ

(31) **18187613.7; 18197786.9**(56) **US-A1-2017051585**(32) **2018.08.06; 2018.09.28****US-A1-2016123114**(33) **EP****EP-A1-3199747**(43) **2021.04.22****US-A1-2016298414**(86) **PCT/EP2019/070994**(87) **WO 2020/030577 2020.02.13**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ВЕЛЛТЕК ОЙЛФИЛД СОЛЮШНС
АГ (CH)**

(72) Изобретатель:
Васкис Рикарду Ревис (CH)

(74) Представитель:
**Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.,
Галухина Д.В. (RU)**

(57) Настоящее изобретение относится к системе затрубных барьеров для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию, содержащую первый затрубный барьер и второй затрубный барьер, причем каждый затрубный барьер введен и установлен в скважине так, чтобы примыкать к стенке скважины с созданием ограниченного пространства, имеющего ограниченное давление между стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции, первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером, так что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства, имеющего первое давление, а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства, имеющего второе давление, причем система затрубных барьеров содержит модуль выравнивания давления, имеющий первое положение, в котором первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, и второе положение, в котором второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, причем в первом положении второе давление выше первого давления, а во втором положении первое давление выше второго давления.

041406
B1

041406

B1

Настоящее изобретение относится к системе затрубных барьеров для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию, содержащую первый затрубный барьер и второй затрубный барьер, причем каждый затрубный барьер введен и установлен в скважине так, чтобы примыкать к стенке скважины с созданием ограниченного пространства, имеющего ограниченное давление между стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции, первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером, так что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства, имеющего первое давление, а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства, имеющего второе давление.

Системы затрубных барьеров встраивают в скважины для повышения производительности скважин, и они применяются для выполнения множества функций как в отношении зональной изоляции, так и для размещения компонентов в скважине. Как и во всех других компонентах скважины, большое значение имеют прочность и целостность системы затрубных барьеров.

Желательно контролировать прочность и целостность затрубных барьеров по отношению к их окружению, особенно в отношении мер, которые влияют на давление, оказываемое извне на затрубные барьеры, таких как, например, температура.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное устранение вышеуказанных недостатков и изъянов предшествующего уровня техники. Более конкретно, задача состоит в создании улучшенной системы затрубных барьеров, повышающей прочность и целостность затрубных барьеров.

Вышеупомянутые задачи, а также многочисленные другие задачи, преимущества и признаки, очевидные из приведенного ниже описания, выполнены в решении согласно настоящему изобретению с помощью системы затрубных барьеров для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию, содержащую первый затрубный барьер и второй затрубный барьер, причем каждый затрубный барьер введен и установлен в скважине так, чтобы примыкать к стенке скважины с созданием ограниченного пространства, имеющего ограниченное давление между стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции, первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером, так что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства, имеющего первое давление, а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства, имеющего второе давление, причем система затрубных барьеров содержит модуль выравнивания давления, имеющий первое положение, в котором первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, и второе положение, в котором второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, причем в первом положении второе давление выше первого давления, а во втором положении первое давление выше второго давления.

Вышеупомянутые задачи, а также многочисленные другие задачи, преимущества и признаки, очевидные из приведенного ниже описания, выполнены в решении согласно настоящему изобретению с помощью системы затрубных барьеров для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию, содержащую первый затрубный барьер и второй затрубный барьер, причем каждый затрубный барьер содержит трубчатую металлическую часть, установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, и разжимную металлическую муфту, окружающую трубчатую металлическую часть и соединенную с ней с созданием кольцевого пространства между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью, причем кольцевое пространство имеет давление пространства, а каждый затрубный барьер введен и установлен в скважине с примыканием к стенке скважины с созданием ограниченного пространства, имеющего ограниченное давление между стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции, первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером, так что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства, имеющего первое давление, а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства, имеющего второе давление, причем система затрубных барьеров содержит модуль выравнивания давления, имеющий первое положение, в котором первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, и второе положение, в котором второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, причем в первом положении второе давление выше первого давления, а во втором положении первое давление выше второго давления.

Кроме того, модуль выравнивания давления может иметь поршень, выполненный с возможностью перемещения между первым положением и вторым положением, и модуль выравнивания давления имеет первый проход, сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проход, сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проход, сообщающийся по текучей среде с ограниченным пространством.

Модуль выравнивания давления может иметь канал, в котором скользит поршень, причем поршень разделяет канал на первую камеру и вторую камеру, канал имеет поверхность канала, поршень имеет первое углубление, образующее первую полость с поверхностью канала, и второе углубление, образующее вторую полость с поверхностью канала, причем в первом положении первая полость обеспечивает

сообщение по текучей среде между первым проходом и третьим проходом, а во втором положении вторая полость обеспечивает сообщение по текучей среде между вторым проходом и третьим проходом.

Кроме того, поршень может содержать первый канал для текучей среды, соединяющий по текучей среде первую камеру со второй полостью, и второй канал для текучей среды, соединяющий по текучей среде вторую камеру с первой полостью.

Также, проходы могут быть соединены по текучей среде с ограниченным пространством, первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством через проточные линии или линии управления.

Дополнительно, каждый затрубный барьер может содержать трубчатую металлическую часть, установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, и разжимную металлическую муфту, окружающую трубчатую металлическую часть и соединенную с ней с образованием кольцевого пространства между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью, причем кольцевое пространство имеет давление пространства, в первом положении модуля первое давление выше второго давления, а во втором положении модуля второе давление выше первого давления.

Система затрубных барьеров может дополнительно содержать модуль защиты от разрушения, содержащий элемент, выполненный с возможностью перемещения, по меньшей мере, между первым положением модуля и вторым положением модуля, причем модуль защиты от разрушения имеет первое впускное отверстие, сообщающееся по текучей среде с первым затрубным пространством, и второе впускное отверстие, сообщающееся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и модуль защиты от разрушения имеет выпускное отверстие, сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством, при этом в первом положении модуля первое впускное отверстие сообщается по текучей среде с выпускным отверстием с выравниванием первого давления с давлением пространства, а во втором положении модуля второе впускное отверстие сообщается по текучей среде с выпускным отверстием с выравниванием второго давления с давлением пространства.

Выпускное отверстие может сообщаться по текучей среде с кольцевым пространством каждого затрубного барьера.

Кроме того, выпускное отверстие и впускные отверстия могут быть соединены по текучей среде с кольцевым пространством, первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством через проточные линии или линии управления.

Затрубная система может также содержать узел срезного штифта, имеющий первое положение узла, в котором разжимное отверстие в скважинной трубчатой металлической конструкции соединено по текучей среде с кольцевым пространством, и второе положение узла, в котором кольцевое пространство соединено по текучей среде с выпускным отверстием модуля защиты от разрушения, а сообщение по текучей среде с разжимным отверстием закрыто.

Разжимное отверстие может быть соединено по текучей среде с кольцевым пространством каждого затрубного барьера.

Кроме того, модуль выравнивания давления может быть расположен в ограниченном пространстве.

Также, узел срезного штифта может быть расположен в ограниченном пространстве.

Дополнительно, модуль защиты от разрушения может быть расположен в ограниченном пространстве.

Система затрубных барьеров может дополнительно содержать один или более промежуточных затрубных барьеров, расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на первое и второе ограниченные пространства, причем в первом положении модуля выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством.

Кроме того, система затрубных барьеров может дополнительно содержать один или более промежуточных затрубных барьеров, расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на первое и второе ограниченные пространства, причем в первом положении модуля выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством и вторым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством и вторым ограниченным пространством.

Система затрубных барьеров может дополнительно содержать один или более промежуточных затрубных барьеров, расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на несколько ограниченных пространств, причем модуль выравнивания давления имеет первое положение, в котором первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с одним из ограниченных пространств, и второе положение, в котором второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с одним из ограниченных пространств, причем в первом положении второе давление выше первого давления, а во втором положении первое давление выше второго давления.

Система затрубных барьеров может дополнительно содержать один или более промежуточных затрубных барьеров, расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного про-

странства на первое и второе ограниченные пространства, причем модуль выравнивания давления представляет собой первый модуль выравнивания давления, причем в первом положении первого модуля выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, причем система затрубных барьеров дополнительно содержит второй модуль выравнивания давления, причем в первом положении второго модуля выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде со вторым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде со вторым ограниченным пространством.

Затрубные барьеры могут содержать уплотнительные элементы, расположенные на наружной поверхности разжимных металлических муфт.

Также, уплотнительные элементы могут быть расположены в канавках на наружной поверхности разжимных металлических муфт.

Также, в канавке могут быть расположены уплотнительный элемент и удерживающий элемент в форме разрезного кольца, причем удерживающий элемент в форме разрезного кольца образует опору для уплотнительного элемента.

Дополнительно, удерживающий элемент в форме разрезного кольца может иметь более одного витка, так что, когда разжимной трубчатый элемент разжимается от первого наружного диаметра до второго наружного диаметра, превышающего первый наружный диаметр, удерживающий элемент в форме разрезного кольца частично раскручивается.

Кроме того, промежуточный элемент может быть расположен между удерживающим элементом в форме разрезного кольца и уплотнительным элементом.

Также, разжимные металлические муфты могут быть приварены к наружной поверхности трубчатой металлической части.

Каждый затрубный барьер может дополнительно содержать первую соединительную часть, соединяющую первый конец разжимной металлической муфты с наружной поверхностью трубчатой металлической части, и вторую соединительную часть, соединяющую второй конец разжимной металлической муфты с наружной поверхностью трубчатой металлической части.

Кроме того, изобретение относится к системе затрубных барьеров, имеющей модуль защиты от разрушения и узел срезного штифта, как описано выше, где выпускное отверстие модуля защиты от разрушения соединено по текучей среде с кольцевым пространством обоих из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера.

Таким образом, осевая нагрузка системы затрубных барьеров почти удваивается, что означает, что система затрубных барьеров может быть нагружена почти вдвое большей нагрузкой, чем при использовании только одного затрубного барьера без осевого перемещения. Это связано с тем, что как в первом затрубном барьере, так и во втором затрубном барьере повышают давление до самого высокого давления из давлений в первом и втором затрубном пространстве, и при стимуляции с высоким давлением это высокое давление выравнивается с кольцевым пространством как первого затрубного барьера, так и второго затрубного барьера.

Изобретение также относится к скважинному оборудованию для заканчивания скважины, содержащему систему затрубных барьеров, как описано выше.

Изобретение дополнительно относится к способу заканчивания скважины для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, содержащему следующие этапы:

обеспечивают наличие системы затрубных барьеров, как описано выше,
размещают скважинную трубчатую конструкцию в скважине,
устанавливают первый затрубный барьер и второй затрубный барьер для формирования ограниченного пространства между ними,
выравнивают ограниченное давление с самым низким из первого давления и второго давления.

Изобретение и его многочисленные преимущества описаны более подробно ниже со ссылкой на прилагаемые схематические чертежи, на которых для целей иллюстрации показаны некоторые неограничивающие варианты осуществления, и на которых:

на фиг. 1 показан вид в разрезе системы затрубных барьеров, в которой затрубные барьеры скважинной трубчатой металлической конструкции установлены внутри другой скважинной трубчатой металлической конструкции с образованием ограниченного пространства, давление в котором выровнено с наименьшим давлением из первого давления первого затрубного пространства и второго давления второго затрубного пространства,

на фиг. 2 показан частичный вид в разрезе системы затрубных барьеров, имеющей модуль выравнивания давления,

на фиг. 3А показан вид в разрезе модуля выравнивания давления в первом положении,

на фиг. 3В показан модуль выравнивания давления с фиг. 3А во втором положении,

на фиг. 4 показана в перспективе часть другого затрубного барьера, имеющего узел срезного штифта и модуль защиты от разрушения,

на фиг. 5А и 5В показан вид в разрезе части другого затрубного барьера, имеющего узел срезного штифта, причем узел срезного штифта показан в первом положении узла на фиг. 5А и в его втором закрытом положении узла на фиг. 5В,

на фиг. 6 показан вид в разрезе модуля защиты от разрушения,

на фиг. 7 показан частичный вид в разрезе системы затрубных барьеров, имеющей три затрубных барьера, установленных в стволе скважины,

на фиг. 8 показана схема потока текучей среды в системе затрубных барьеров, имеющей три затрубных барьера,

на фиг. 9 показана схема потока текучей среды в другой системе затрубных барьеров, имеющей два затрубных барьера,

на фиг. 10 показана схема потока текучей среды в другой системе затрубных барьеров, имеющей три затрубных барьера, и

на фиг. 11 показан частичный вид в разрезе другой системы затрубных барьеров, имеющей три затрубных барьера, установленных в стволе скважины, и два модуля выравнивания давления.

Все чертежи являются очень схематичными и не обязательно выполнены в масштабе, причем они показывают только те детали, которые необходимы для пояснения изобретения, при этом другие детали не показаны или просто подразумеваются.

На фиг. 1 показана система 100 затрубных барьеров для заканчивания скважины 2 со скважинной трубчатой металлической конструкцией 3, где скважинная трубчатая металлическая конструкция может быть расположена как внутренняя колонна внутри другой скважинной трубчатой металлической конструкции, как показано на фиг. 1, может быть подвешена на другой скважинной трубчатой металлической конструкции или может быть размещена для обеспечения наличия зон в стволе скважины. Система 100 затрубных барьеров содержит скважинную трубчатую металлическую конструкцию 3, имеющую первый затрубный барьер 1, 1А и второй затрубный барьер 1, 1В. Таким образом, первый и второй затрубные барьеры образуют часть скважинной трубчатой металлической конструкции, так что при установке часть затрубных барьеров разжимается или разбухает в радиальном направлении, образуя зональную изоляцию между скважинной трубчатой металлической конструкцией и другой скважинной трубчатой металлической конструкцией или между скважинной трубчатой металлической конструкцией и стенкой ствола скважины. Каждый затрубный барьер введен со скважинной трубчатой металлической конструкцией и установлен, например, посредством радиального разжимания или набухания, в скважине так, чтобы примыкать к стенке 4 скважины с созданием ограниченного пространства 10 между стенкой 4 и первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером, так что первый затрубный барьер 1В изолирует ограниченное пространство 10 от первого затрубного пространства 101, имеющего первое давление, а второй затрубный барьер 1В изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства, имеющего второе давление. Система затрубных барьеров дополнительно содержит модуль 5 выравнивания давления, имеющий первое положение, в котором первое затрубное пространство 101 сообщается по текучей среде с ограниченным пространством 10, и второе положение, в котором второе затрубное пространство 102 сообщается по текучей среде с ограниченным пространством 10. В первом положении второе давление выше первого давления, а во втором положении первое давление выше второго давления - как у обратного челночного клапана. Таким образом, давление в ограниченном пространстве 10 выравнивается с наименьшим давлением первого затрубного пространства или второго затрубного пространства. При установке затрубных барьеров в металлическом трубчатом элементе, то есть в другой скважинной трубчатой металлической конструкции, или напротив слоя покрывающей породы, давление в ограниченном пространстве может изменяться с изменениями температуры в скважине, без возможности выровнять это давление с давлением его окружения, что может поставить под угрозу целостность скважины, но с помощью модуля 5 выравнивания давления, выравнивающего давление в ограниченном пространстве с самым низким давлением в первом и втором затрубных пространствах, давление в ограниченном пространстве всегда может быть выровнено и, таким образом, целостность скважины поддерживается независимо от давления и температуры окружения.

Затрубные барьеры могут представлять собой любые виды затрубных барьеров, такие как разбухающие барьеры (разбухающие пакеры), металлические затрубные барьеры или пакеры с механической установкой. Большинство механических пакеров имеют резиновый или эластомерный элемент, разжимающийся в радиальном направлении за счет осевого давления с одной или обеих сторон резинового или эластомерного элемента.

Как показано на фиг. 3А и 3В, модуль 5 выравнивания давления имеет поршень 7, перемещающийся между первым положением, показанным на фиг. 3А, и вторым положением, показанным на фиг. 3В. Модуль 5 выравнивания давления имеет первый проход 31, сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством 101, второй проход 32, сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством 102, и третий проход 33, сообщающийся по текучей среде с ограниченным пространством 10. Модуль 5 выравнивания давления имеет канал 34, в котором скользит поршень 7, разделяя канал на первую камеру 35 и вторую камеру 36. Канал имеет поверхность 39 канала, а поршень имеет первую выемку 44, образующую первую полость 41 с поверхностью 39 канала, и вторую выемку 45, образующую

вторую полость 42 с поверхностью 39 канала. В первом положении первая полость 41 обеспечивает сообщение по текучей среде между первым проходом 31 и третьим проходом 33, а во втором положении вторая полость 42 обеспечивает сообщение по текучей среде между вторым проходом 32 и третьим проходом 33. Поршень содержит первый канал 46 для текучей среды, соединяющий по текучей среде первую камеру 35 со второй полостью 42, и второй канал 47 для текучей среды, соединяющий по текучей среде вторую камеру 36 с первой полостью 41. Таким образом, наибольшее давление в первом или втором затрубном пространстве толкает поршень, так что, если наибольшее давление имеется в первом затрубном пространстве, поршень перемещается во второе положение, так что более низкое давление во втором затрубном пространстве выравнивается с давлением в ограниченном пространстве. Таким образом, поршень перемещается между первым и вторым положением, и в первом положении второй проход 32 отсоединен от третьего прохода и ограниченного пространства, а во втором положении первый проход 31 отсоединен от третьего канала и ограниченного пространства.

Как показано на фиг. 2, первый и второй проходы соединены по текучей среде с первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством через проточные линии 48 или линии управления. Каждый затрубный барьер 1, 1A, 1B содержит трубчатую металлическую часть 9, установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3, и разжимную металлическую муфту 6, 8, окружающую трубчатую металлическую часть 9 и соединенную с ней с образованием кольцевого пространства 15 между разжимной металлической муфтой 6, 8 и трубчатой металлической частью 9, причем кольцевое пространство 15 имеет давление пространства.

Как показано на фиг. 4, система 100 затрубных барьеров дополнительно содержит узел 37 срезного штифта, соединяющий по текучей среде разжимное отверстие 16 (показано на фиг. 5A/B и 7-9) скважинной трубчатой металлической конструкции и кольцевое пространство 15 (показано на фиг. 7) одного или более затрубных барьеров для обеспечения возможности разжимания разжимных металлических муфт 6, 8 посредством разжимной текучей среды внутри скважинной трубчатой конструкции 3. Узел 37 срезного штифта имеет первое положение узла (показано на фиг. 5A), в котором обеспечена возможность протекания разжимной текучей среды в кольцевое пространство 15, и второе положение узла (показано на фиг. 5B), в котором отверстие 16 заблокировано, предотвращая попадание разжимной текучей среды в кольцевое пространство 15, причем в этом втором положении узла кольцевое пространство соединено по текучей среде с выпускным отверстием модуля 11 защиты от разрушения. Разжимное отверстие соединено по текучей среде с кольцевым пространством 15 каждого затрубного барьера 1.

Как показано на фиг. 4, система 100 затрубных барьеров дополнительно содержит модуль 11 защиты от разрушения, содержащий элемент 20, как показано на фиг. 6, выполненный с возможностью перемещения, по меньшей мере, между первым положением модуля и вторым положением модуля. Модуль защиты от разрушения имеет первое впускное отверстие 25, которое сообщается по текучей среде с первым затрубным пространством 101 (показано на фиг. 8) первой зоны, и второе впускное отверстие 26, которое сообщается по текучей среде со вторым затрубным пространством 102 (показано на фиг. 8) второй зоны. Модуль защиты от разрушения имеет выпускное отверстие 27, которое сообщается по текучей среде с кольцевым пространством. В первом положении модуля первое впускное отверстие сообщается по текучей среде с выпускным отверстием, выравнивая давление первого затрубного пространства первой зоны/затрубного пространства 101 с давлением пространства в кольцевом пространстве, а во втором положении второе впускное отверстие сообщается по текучей среде с выпускным отверстием, выравнивая второе давление второй зоны/затрубного пространства 102 с давлением пространства. Выпускное отверстие сообщается по текучей среде с кольцевым пространством каждого затрубного барьера. Выпускное отверстие и впускные отверстия соединены по текучей среде с кольцевым пространством, первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством через проточные линии, например трубы.

Как показано на фиг. 4, система 100 затрубных барьеров дополнительно содержит узел 37 срезного штифта. Узел 37 срезного штифта имеет проход A, получающий текучую среду изнутри скважинной трубчатой металлической конструкции 3. Проход A соединен по текучей среде с проходом D во время разжимания, вызывая разжимание разжимных металлических муфт 6, 8 посредством разжимной текучей среды внутри скважинной трубчатой металлической конструкции. Когда разжимные муфты 6, 8 разжимаются с примыканием к стенке трубчатой конструкции или ствола скважины, давление возрастает и срезной штифт или диск внутри узла срезного штифта срезается, закрывая соединение по текучей среде от прохода A и отверстия 16 (как показано на фиг. 5B) и открывая соединение по текучей среде между проходом B (сообщающимся по текучей среде с выпускным отверстием 27) и проходом C (сообщающимся по текучей среде с кольцевым пространством 15), так что текучая среда из второго впускного отверстия 26 может поступать в кольцевое пространство 15 через узел 37 срезного штифта. Когда давление в первом затрубном пространстве увеличивается в первой зоне/затрубном пространстве 101, текучая среда из прохода E, соединенного с проходом I, являющимся первым впускным отверстием 25, давит на элемент 20 (показан на фиг. 6) с его перемещением, так что обеспечивается сообщение по текучей среде между проходом I и проходом H, являющимся выпускным отверстием, и, таким образом, далее через проходы B и C в кольцевое пространство/кольцевые пространства через проход D. Когда давление во втором затрубном пространстве увеличивается во второй зоне/затрубном пространстве 102, элемент пе-

ремещается в противоположном направлении, и обеспечивается сообщение по текучей среде между проходом G (сообщающимся по текучей среде со второй зоной через проход F) и проходом H, то есть сообщение по текучей среде между вторым впускным отверстием 26 и выпускным отверстием 27 модуля 11 защиты от разрушения, и таким образом, текучая среда попадает в кольцевое пространство/кольцевые пространства через проходы В, С и D.

Узел срезного штифта, показанный на фиг. 5А и 5В, содержит первую часть 19 канала, имеющую первый внутренний диаметр, и вторую часть 120 канала, имеющую внутренний диаметр, который больше диаметра первой части канала. Отверстие 17 и второе отверстие 17 расположены в первой части 19 канала и смещены вдоль протяженности канала. Узел срезного штифта дополнительно содержит поршень 121 узла, расположенный в канале 18, причем поршень содержит первую часть 22 поршня, имеющую наружный диаметр, по существу соответствующий внутреннему диаметру первой части 19 канала, и содержит вторую часть 23 поршня, имеющую наружный диаметр, по существу соответствующий внутреннему диаметру второй части 120 канала.

Узел срезного штифта дополнительно содержит разрывной элемент 24, предотвращающий перемещение поршня 121 узла до тех пор, пока не будет достигнуто заданное давление в канале 18. Прочность разрывного элемента устанавливается на основе заданного давления, действующего на участки концов поршня узла, и, таким образом, разница в наружных диаметрах приводит к перемещению поршня узла, когда давление превышает заданное давление. Поршень 121 узла содержит канал 125 для текучей среды, представляющий собой сквозной канал, обеспечивающий сообщение по текучей среде между первой и второй частями 19, 120 канала.

Как показано на фиг. 5А и 5В, разрывной элемент 24 представляет собой срезной штифт, но он также может быть диском. Как показано на фиг. 5А, срезной штифт не поврежден и проходит через поршень и вставки 43, а на фиг. 5В срезной штифт срезан, поршень может перемещаться, а вставки 43 переместились к центру канала 18. В зависимости от изоляционного решения, необходимого для обеспечения изоляции в скважине, разрывной элемент 24 выбирается на основе давления разжимания, чтобы он разрушался при давлении, которое выше давления разжимания, но ниже давления, которое приводит к разрыву разжимной металлической муфты или нарушает функционирование в скважине других компонентов заканчивания скважины. Канал 18 и поршень 121 узла могут быть расположены в соединительной части 12, соединяя первые концы с трубчатой металлической частью.

Как показано на фиг. 5А, узел срезного штифта содержит блокирующий элемент 38, который расположен вокруг второй части 23 поршня. Канал дополнительно содержит третье отверстие 137 во второй части 120 канала, причем это третье отверстие сообщается по текучей среде с кольцевым пространством 15 и затрубным пространством/стволом 2 скважины. Третье отверстие 137 может быть расположено в сообщении по текучей среде с модулем 11 защиты от разрушения, как показано на фиг. 6, так, что модуль защиты от разрушения расположен между третьим отверстием и первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством, обеспечивая, таким образом, сообщение по текучей среде между кольцевым пространством и первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством. Модуль защиты от разрушения, являющийся челночным клапаном, обеспечивает в первом положении сообщение по текучей среде между кольцевым пространством и первой зоной/затрубным пространством 101, а во втором положении челночный клапан обеспечивает сообщение по текучей среде между кольцевым пространством и второй зоной/затрубным пространством 102.

Как показано на фиг. 1, модуль выравнивания давления расположен в ограниченном пространстве. Как показано на фиг. 7, узел срезного штифта и модуль защиты от разрушения также расположены в ограниченном пространстве. Как показано на фиг. 7, система 100 затрубных барьеров дополнительно содержит промежуточный затрубный барьер 1С, расположенный в ограниченном пространстве 10 с разделением ограниченного пространства на первое ограниченное пространство 10А и второе ограниченное пространство 10В. В другом варианте осуществления система затрубных барьеров содержит несколько промежуточных затрубных барьеров, соответственно разделяющих ограниченное пространство на несколько ограниченных пространств.

Как показано на фиг. 7, затрубные барьеры 1, 1А, 1В, 1С содержат уплотнительные элементы 51, расположенные на наружной поверхности разжимных металлических муфт 6, 8. Первый и второй концы 52 разжимной металлической муфты 6, 8 приварены к наружной поверхности 53 трубчатой металлической части 9. Как показано на фиг. 2, первый и второй концы 52 разжимных металлических муфт 6, 8 соединены с трубчатой металлической частью 9 с помощью соединительных частей 12, 54.

На фиг. 8 показан схематический чертеж, иллюстрирующий поток текучей среды в системе затрубных барьеров, имеющей модуль 5 выравнивания давления, модуль 11 защиты от разрушения и узел 37 срезного штифта. Как можно видеть справа на фиг. 8, разжимное отверстие 16 обеспечивает подачу текучей среды изнутри скважинной трубчатой металлической конструкции к узлу 37 срезного штифта, который в первом положении узла обеспечивает подачу текучей среды ко всем трем затрубным барьерам, минуя модуль 11 защиты от разрушения, а во втором положении узла разъединяет разжимное отверстие и соединяет по текучей среде модуль 11 защиты от разрушения с проточной линией с кольцевыми пространствами 15 затрубных барьеров. Впускные отверстия модуля 11 защиты от разрушения соединены с

первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством, как описано выше. Модуль 5 выравнивания давления, показанный слева, имеет третий проход, соединенный по текучей среде как с первым ограниченным пространством 10А, так и со вторым ограниченным пространством 10В, причем первый проход соединен по текучей среде с первым затрубным пространством 101, а второй проход соединен по текучей среде со вторым затрубным пространством 102. Таким образом, модуль выравнивания давления может быть соединен с несколькими ограниченными пространствами для выравнивания в них давления с наименьшим из давления в первом затрубном пространстве и давления во втором затрубном пространстве. Узел 37 срезного штифта также может быть соединен для повышения давления в кольцевом пространстве трех или более затрубных барьеров. Таким образом, система затрубных барьеров может иметь более трех затрубных барьеров и по-прежнему функционировать, как показано на фиг. 8, где модуль выравнивания давления соединен по текучей среде со всеми ограниченными пространствами, изолированными более чем тремя затрубными барьерами.

На фиг. 10 показан схематический чертеж, иллюстрирующий поток текучей среды в системе затрубных барьеров, имеющей модуль 5 выравнивания давления, модуль 11 защиты от разрушения и узел 37 срезного штифта. Как можно видеть справа на фиг. 10, разжимное отверстие 16 обеспечивает подачу текучей среды изнутри скважинной трубчатой металлической конструкции к узлу 37 срезного штифта, который в первом положении узла обеспечивает подачу текучей среды ко всем трем затрубным барьерам, минуя модуль 11 защиты от разрушения, а во втором положении узла отсоединяет отверстие разжимания и соединяет по текучей среде модуль 11 защиты от разрушения с проточной линией с кольцевыми пространствами 15 затрубных барьеров. Впускные отверстия модуля 11 защиты от разрушения соединены с первым затрубным пространством и вторым затрубным пространством, как описано выше. Модуль 5 выравнивания давления, показанный слева, имеет третий проход, соединенный по текучей среде с одним из ограниченных пространств, т.е. здесь с первым ограниченным пространством 10А, первый проход соединен по текучей среде с первым затрубным пространством 101, а второй проход соединен по текучей среде со вторым затрубным пространством 102. Таким образом, система затрубных барьеров может только выравнивать давление либо первого, либо второго затрубного пространства с одним из ограниченных пространств, например ограниченного пространства, наиболее подверженного высоким изменениям давления, чтобы упростить систему.

Как показано на фиг. 11, система затрубных барьеров имеет два модуля 5 выравнивания давления, то есть первый модуль (5, 5А) выравнивания давления и второй модуль (5В) выравнивания давления. В первом положении первого модуля (5, 5А) выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством. В первом положении второго модуля (5) выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде со вторым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде со вторым ограниченным пространством.

На фиг. 9 показан схематический чертеж, который иллюстрирует поток текучей среды в системе затрубных барьеров, имеющей только модуль 11 защиты от разрушения и узел 37 срезного штифта. Впускное отверстие модуля 11 защиты от разрушения соединено по текучей среде с кольцевым пространством 15 как первого затрубного барьера 1А, так и второго затрубного барьера 1В. Таким образом, осевая нагрузка системы затрубных барьеров почти удваивается, что означает, что система затрубных барьеров может быть нагружена почти вдвое большей нагрузкой, чем при использовании только одного затрубного барьера без осевого перемещения. Это связано с тем, что как в первом затрубном барьере 1А, так и во втором затрубном барьере 1В повышают давление до самого высокого давления из давлений в первом и втором затрубном пространстве, и при стимуляции с высоким давлением это высокое давление выравнивается с кольцевым пространством как первого затрубного барьера 1А, так и второго затрубного барьера 1В.

Хотя изобретение описано выше в связи с предпочтительными вариантами осуществления изобретения, для специалиста в данной области техники будет очевидно, что возможны несколько модификаций без выхода за пределы объема правовой охраны изобретения, определяемого формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система (100) затрубных барьеров для заканчивания скважины (2), содержащая скважинную трубчатую металлическую конструкцию (3), содержащую первый затрубный барьер (1, 1А) и второй затрубный барьер (1, 1В), причем каждый затрубный барьер введен и установлен в скважине так, чтобы примыкать к стенке (4) скважины с созданием ограниченного пространства (10), имеющего ограниченное давление между стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции, первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером, так что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства (101), имеющего первое давление, а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства (102), имеющего второе давление, причем система затрубных барьеров содержит модуль (5) выравнивания давле-

ния, выполненный с возможностью перемещения в первое положение, когда второе давление выше первого давления, причем в первом положении первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, и во второе положение, когда первое давление выше второго давления, причем во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством.

2. Система затрубных барьеров по п.1, в которой модуль выравнивания давления имеет поршень (7), выполненный с возможностью перемещения между первым положением и вторым положением, и модуль выравнивания давления имеет первый проход (31), сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проход (32), сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проход (33), сообщающийся по текучей среде с ограниченным пространством.

3. Система затрубных барьеров по п.2, в которой модуль выравнивания давления имеет канал (34), в котором скользит поршень, причем поршень разделяет канал на первую камеру (35) и вторую камеру (36), канал имеет поверхность (39) канала, поршень имеет первое углубление (44), образующее первую полость (41) с поверхностью канала, и второе углубление (45), образующее вторую полость (42) с поверхностью канала, причем в первом положении первая полость обеспечивает сообщение по текучей среде между первым проходом и третьим проходом, а во втором положении вторая полость обеспечивает сообщение по текучей среде между вторым проходом и третьим проходом.

4. Система затрубных барьеров по п.3, в которой поршень содержит первый канал (46) для текучей среды, соединяющий по текучей среде первую камеру со второй полостью, и второй канал (47) для текучей среды, соединяющий по текучей среде вторую камеру с первой полостью.

5. Система затрубных барьеров по любому из предыдущих пунктов, в которой каждый затрубный барьер содержит трубчатую металлическую часть (9), установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, и разжимную металлическую муфту (6, 8), окружающую трубчатую металлическую часть и соединенную с ней с образованием кольцевого пространства (15) между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью, причем кольцевое пространство имеет давление пространства.

6. Система затрубных барьеров по п.5, дополнительно содержащая модуль (11) защиты от разрушения, содержащий элемент (20), выполненный с возможностью перемещения, по меньшей мере, между первым положением модуля и вторым положением модуля, причем модуль защиты от разрушения имеет первое впускное отверстие (25), сообщающееся по текучей среде с первым затрубным пространством, и второе впускное отверстие (26), сообщающееся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и модуль защиты от разрушения имеет выпускное отверстие (27), сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством, при этом в первом положении модуля первое впускное отверстие (25) сообщается по текучей среде с выпускным отверстием (27) с выравниванием первого давления с давлением пространства, а во втором положении модуля второе впускное отверстие (26) сообщается по текучей среде с выпускным отверстием (27) с выравниванием второго давления с давлением пространства, причем в первом положении модуля первое давление выше, чем второе давление, а во втором положении модуля второе давление выше, чем первое давление.

7. Система затрубных барьеров по п.6, дополнительно содержащая узел (37) срезного штифта, имеющий первое положение узла, в котором разжимное отверстие (16) в скважинной трубчатой металлической конструкции соединено по текучей среде с кольцевым пространством, и второе положение узла, в котором кольцевое пространство соединено по текучей среде с выпускным отверстием модуля защиты от разрушения, а сообщение по текучей среде с разжимным отверстием закрыто.

8. Система затрубных барьеров по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая один или более промежуточных затрубных барьеров (1С), расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на первое и второе ограниченные пространства (10А, 10В), причем в первом положении модуля (5) выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством.

9. Система затрубных барьеров по любому из пп.1-7, дополнительно содержащая один или более промежуточных затрубных барьеров (1С), расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на первое и второе ограниченные пространства (10А, 10В), причем в первом положении модуля (5) выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством (10А) и вторым ограниченным пространством (10В), а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством и вторым ограниченным пространством.

10. Система затрубных барьеров по любому из пп.1-7, дополнительно содержащая один или более промежуточных затрубных барьеров (1С), расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на несколько ограниченных пространств (10А, 10В), причем модуль (5) выравнивания давления имеет первое положение, в котором первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с одним из ограниченных пространств, и второе положение, в котором второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с одним из ограниченных пространств, причем в первом по-

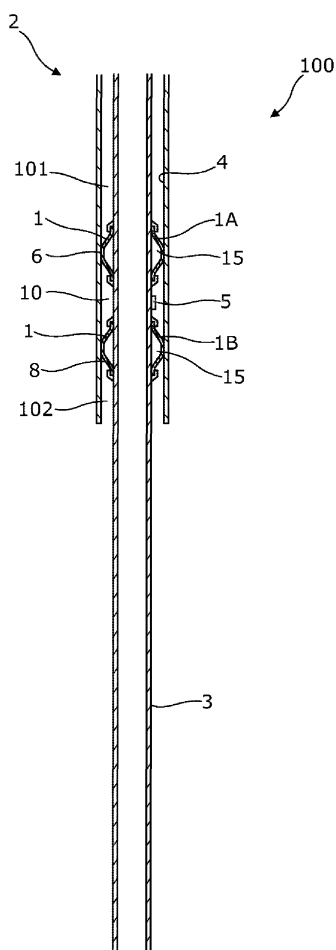
ложении второе давление выше первого давления, а во втором положении первое давление выше второго давления.

11. Система затрубных барьеров по любому из пп.1-7, дополнительно содержащая один или более промежуточных затрубных барьеров (1С), расположенных в ограниченном пространстве с разделением ограниченного пространства на первое и второе ограниченные пространства (10А, 10В), причем модуль выравнивания давления представляет собой первый модуль (5, 5А) выравнивания давления, причем в первом положении первого модуля (5, 5А) выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с первым ограниченным пространством, причем система затрубных барьеров дополнительно содержит второй модуль (5В) выравнивания давления, причем в первом положении второго модуля (5В) выравнивания давления первое затрубное пространство сообщается по текучей среде со вторым ограниченным пространством, а во втором положении второе затрубное пространство сообщается по текучей среде со вторым ограниченным пространством.

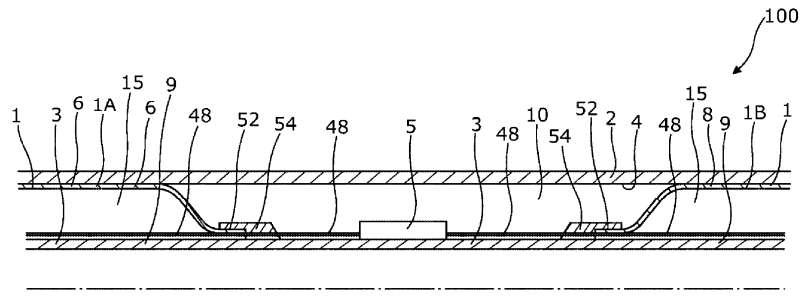
12. Скважинное оборудование для заканчивания скважины, содержащее систему затрубных барьеров по любому из предшествующих пунктов.

13. Способ заканчивания скважины с использованием системы (100) затрубных барьеров по любому из пп.1-11, содержащий следующие этапы:

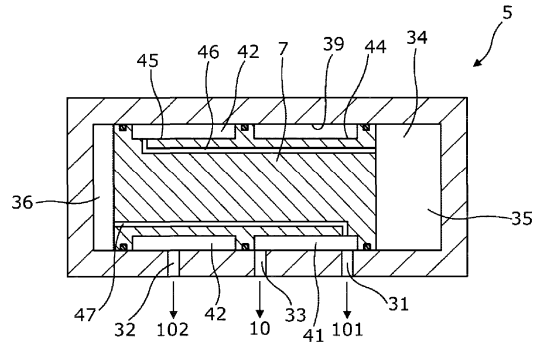
размещают систему затрубных барьеров в скважине,
устанавливают первый затрубный барьер и второй затрубный барьер для формирования ограниченного пространства между ними,
выравнивают ограниченное давление с самым низким из первого давления и второго давления.



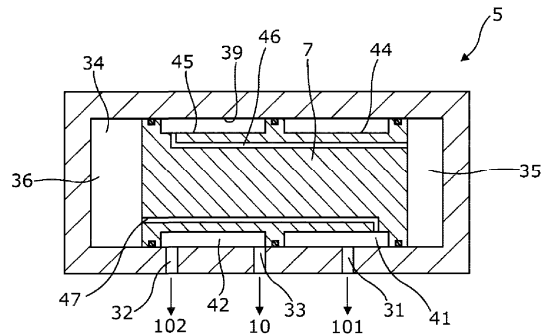
Фиг. 1



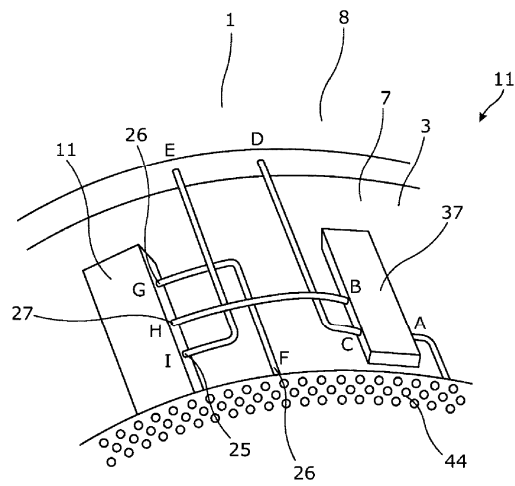
Фиг. 2



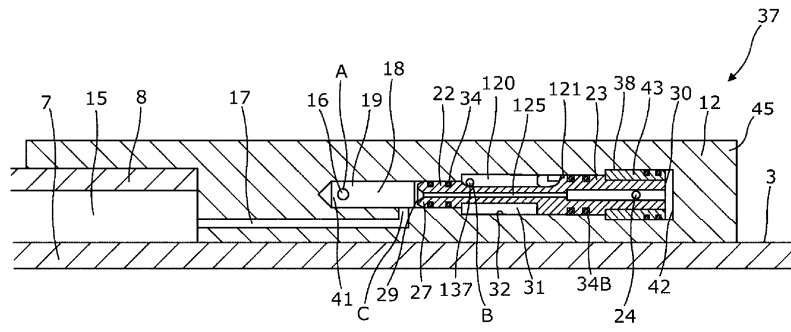
Фиг. 3А



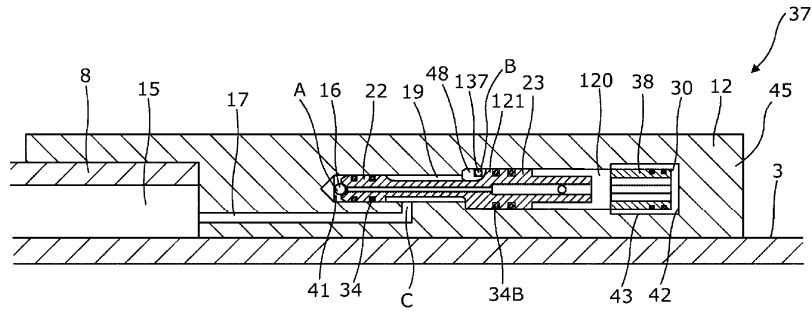
Фиг. 3В



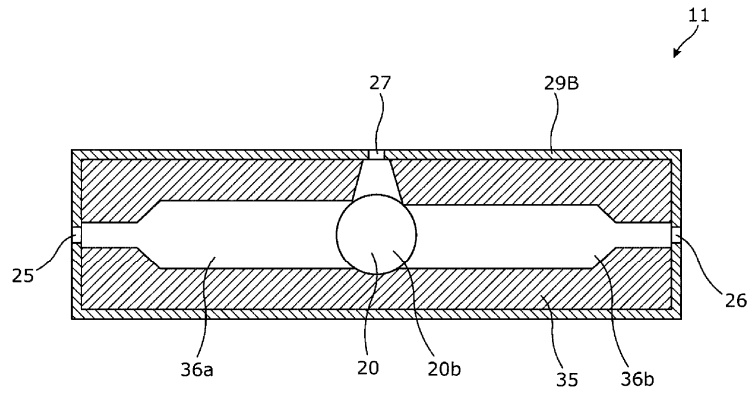
Фиг. 4



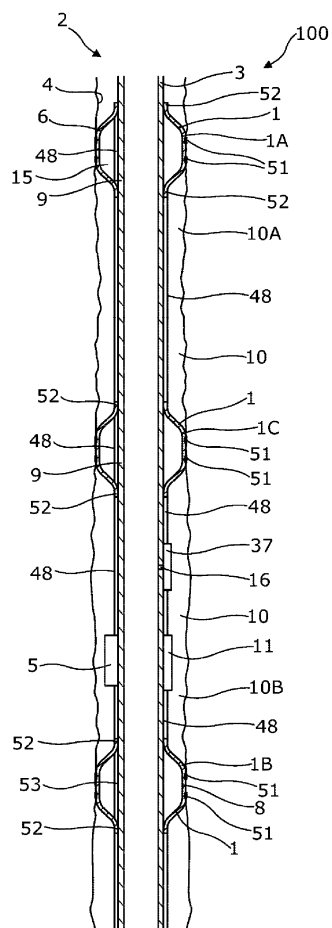
Фиг. 5А



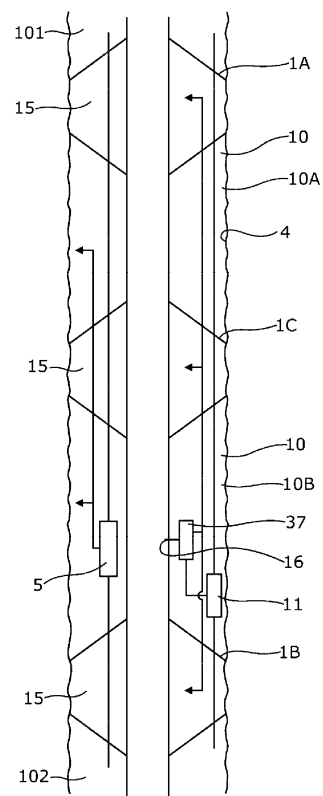
Фиг. 5В



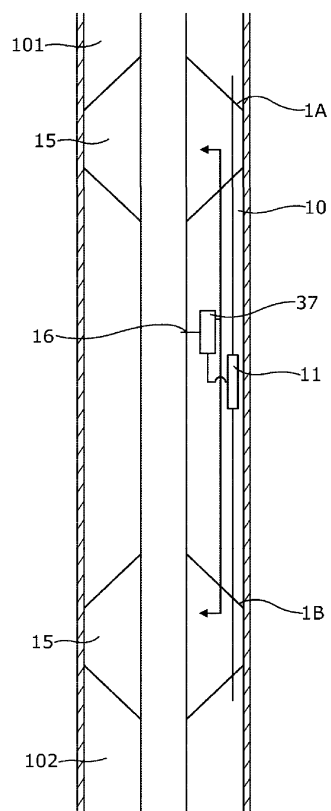
Фиг. 6



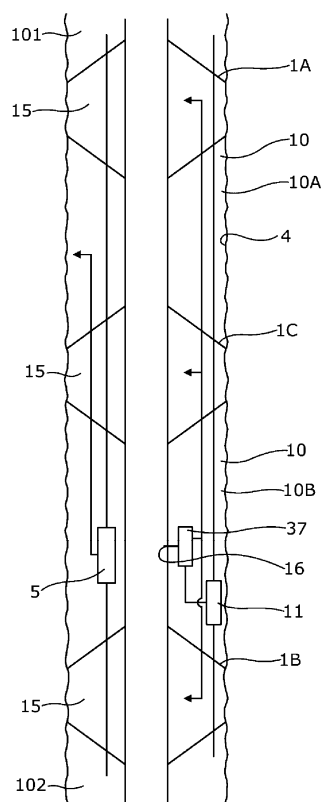
Фиг. 7



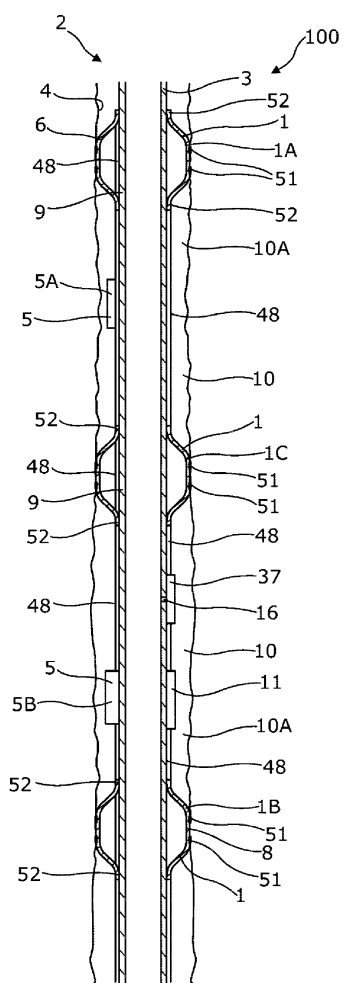
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2