

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041543**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.03

(21) Номер заявки
202192012

(22) Дата подачи заявки
2020.01.30

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

(54) **ЗАТРУБНЫЙ БАРЬЕР С КЛАПАННОЙ СИСТЕМОЙ**

(31) **19154885.8**

(32) **2019.01.31**

(33) **EP**

(43) **2021.10.20**

(86) **PCT/EP2020/052342**

(87) **WO 2020/157227 2020.08.06**

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

(72) Изобретатель:
Кумар Сатиш (CH)

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

(56) EP-A1-3327246
EP-A1-2876252
US-A1-2017211347
US-A-5024273

(57) Изобретение относится к затрубному барьеру для обеспечения зональной изоляции в затрубном пространстве в скважине между скважинной трубчатой металлической конструкцией и другой скважинной трубчатой металлической конструкцией или стенкой ствола скважины, содержащему трубчатую металлическую часть, предназначенную для установки как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, разжимную металлическую муфту, соединенную с трубчатой металлической частью и окружающую ее с образованием кольцевого пространства между ними, причем разжимная металлическая муфта выполнена с возможностью разжимания в скважине от первого внешнего диаметра до второго внешнего диаметра, чтобы упираться в скважинную трубчатую металлическую конструкцию или стенку ствола скважины, и разжимное отверстие в трубчатой металлической части, причем затрубный барьер дополнительно содержит клапанную систему, содержащую изолирующий клапан, имеющий первое положение и второе положение, содержащий изолирующий проход, изолирующий поршень, расположенный в изолирующем проходе, разделяющий проход на первую часть прохода и вторую часть прохода в первом положении, причем изолирующий поршень удерживается в первом положении с помощью срезного элемента, выполненного с возможностью разрушения при заданной разнице давлений между первой частью прохода и второй частью прохода, первую прорезь, расположенную в первой части прохода и сообщающуюся по текучей среде с кольцевым пространством, вторую прорезь, расположенную в первой части прохода и сообщающуюся по текучей среде с разжимным отверстием через первый канал для текучей среды, третью прорезь, расположенную во второй части прохода и сообщающуюся по текучей среде с разжимным отверстием через второй канал для текучей среды, причем в первом положении первая прорезь сообщается по текучей среде со второй прорезью, а во втором положении изолирующий поршень предотвращает сообщение по текучей среде между первой прорезью и второй прорезью.

B1

041543

041543

B1

Настоящее изобретение относится к затрубному барьеру для обеспечения зональной изоляции в затрубном пространстве в скважине между скважинной трубчатой металлической конструкцией и другой скважинной трубчатой металлической конструкцией или стенкой ствола скважины. Изобретение также относится к скважинной системе.

Одним из важных шагов при заканчивании скважины является обеспечение зональной изоляции, так чтобы обеспечить изоляцию производящей воду зоны от производящей углеводороды зоны. Зональная изоляция может быть выполнена с использованием разбухающих пакеров; однако разбухающие пакеры могут разбухать слишком быстро, так что они не будут установлены в правильное положение, и эксплуатационная обсадная колонна или хвостовик могут застрять до достижения своего заданного положения в стволе скважины. Металлические затрубные барьеры не устанавливаются слишком быстро, поскольку металлическая муфта, окружающая обсадную колонну/хвостовик, разжимается прежде всего, когда металлические затрубные барьеры расположены в предназначенных положениях путем повышения давления в обсадной колонне изнутри и пропускания текучей среды в затрубный барьер через разжимное отверстие в обсадной колонне.

При разжимании разжимной металлической муфты затрубных барьеров разжимные металлические муфты разжимаются до тех пор, пока они не упрутся в стенку ствола скважины или стенку другой скважинной трубчатой металлической конструкции. Внутренний диаметр скважинной трубчатой металлической конструкции известен; однако ствол скважины может изменяться по диаметру неизвестным образом там, где могут возникать так называемые размывы, когда диаметр ствола скважины больше, чем предполагалось. В том случае, если разжимная металлическая муфта затрубного барьера разжимается напротив размыва, и до того, как она упрется в стенку ствола скважины, существует риск того, что разжимная металлическая муфта разорвется до того, как упрется в стенку, поскольку разжимная металлическая муфта предварительно спроектирована на определенный внутренний диаметр ствола скважины. В случае разрушения разжимной металлической муфты ствол скважины может напрямую сообщаться по текучей среде с внутренней частью обсадной колонны. Металлические затрубные барьеры часто снабжены клапаном; однако клапаны не всегда закрываются, если разжимная металлическая муфта разрушается во время разжимания.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное устранение вышеуказанных недостатков и изъянов предшествующего уровня техники. Более конкретно, задачей является создание улучшенного затрубного барьера, имеющего разжимную металлическую муфту, которая способна изолировать скважинную трубчатую металлическую конструкцию от ствола скважины в том случае, если разжимная металлическая муфта разорвется во время разжимания.

Вышеупомянутые задачи, а также многочисленные другие задачи, преимущества и признаки, очевидные из нижеследующего описания, выполнены в решении согласно настоящему изобретению с помощью затрубного барьера для обеспечения зональной изоляции в затрубном пространстве в скважине между скважинной трубчатой металлической конструкцией и другой скважинной трубчатой металлической конструкцией или стенкой ствола скважины, содержащего

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

разжимную металлическую муфту, соединенную с трубчатой металлической частью и окружающую ее с образованием кольцевого пространства между ними, причем разжимная металлическая муфта выполнена с возможностью разжимания в скважине от первого внешнего диаметра до второго внешнего диаметра, чтобы упираться в скважинную трубчатую металлическую конструкцию или стенку ствола скважины, и

разжимное отверстие в трубчатой металлической части, причем затрубный барьер дополнительно содержит клапанную систему, содержащую изолирующий клапан, имеющий первое положение и второе положение, содержащий изолирующий проход,

изолирующий поршень, расположенный в изолирующем проходе, разделяющий проход на первую часть прохода и вторую часть прохода в первом положении, причем изолирующий поршень удерживается в первом положении с помощью срезного элемента, выполненного с возможностью разрушения при заданной разнице давлений между первой частью прохода и второй частью прохода,

первую прорезь, расположенную в первой части прохода и сообщаемую по текучей среде с кольцевым пространством,

вторую прорезь, расположенную в первой части прохода и сообщаемую по текучей среде с разжимным отверстием через первый канал для текучей среды,

третью прорезь, расположенную во второй части прохода и сообщаемую по текучей среде с разжимным отверстием через второй канал для текучей среды,

причем в первом положении первая прорезь сообщается по текучей среде со второй прорезью, а во втором положении изолирующий поршень предотвращает сообщение по текучей среде между первой прорезью и второй прорезью.

Таким образом, изолирующий клапан, имеющий первое положение и второе положение, выполнен

с возможностью изолировать кольцевое пространство от разжимного отверстия, если разжимная металлическая муфта разрушается во время разжимания, путем перемещения во второе положение.

Кроме того, первый канал для текучей среды может содержать ограничение потока.

Дополнительно, первый канал для текучей среды может обеспечивать ограничение потока, обеспечивая снижение давления в первой части прохода по сравнению со второй частью прохода, если разжимная металлическая муфта разрушается, обеспечивая заданную разницу давления, вызывающую разрушение срезного элемента.

Кроме того, если разжимная металлическая муфта разрушается, может возникнуть увеличенный поток через первый канал для текучей среды.

Дополнительно увеличенный поток через первый канал может вызвать более низкое давление в первом канале для текучей среды, чем во втором канале для текучей среды, создавая заданную разницу давления на изолирующем поршне.

Дополнительно изолирующий поршень может иметь первый конец поршня, обращенный к первой части прохода, и второй конец поршня, обращенный ко второй части прохода, причем первый конец поршня имеет выступающую область по существу такого же размера, как выступающая область второго конца поршня.

Также изолирующий поршень может иметь по меньшей мере один уплотнительный элемент, расположенный на внешней поверхности изолирующего поршня для увеличения герметизирующей способности между изолирующим поршнем и внутренней поверхностью изолирующего прохода.

Дополнительно первый канал для текучей среды может обеспечивать ограничение потока за счет уменьшения площади поперечного сечения потока первого канала для текучей среды.

Кроме того, первый канал для текучей среды может иметь увеличенную площадь поперечного сечения потока перед второй прорезью.

Кроме того, срезной элемент может быть срезным штифтом, входящим в зацепление с изолирующим поршнем.

Дополнительно первый канал для текучей среды может обеспечивать ограничение потока за счет наличия изгиба, так что первый канал для текучей среды образует угол менее 90°.

Кроме того, изолирующий клапан может содержать четвертую прорезь, которая сообщается по текучей среде с затрубным пространством.

Также изолирующий клапан может дополнительно содержать блокирующий элемент, выполненный с возможностью механической блокировки изолирующего поршня, когда изолирующий поршень находится в закрытом положении, с блокировкой второй прорези.

Кроме того, блокирующий элемент может быть выполнен с возможностью перемещения, по меньшей мере частично, радиально наружу или внутрь при перемещении изолирующего поршня из начального положения для предотвращения возвращения изолирующего поршня в начальное положение изолирующего поршня.

Дополнительно блокирующий элемент может постоянно блокировать изолирующий поршень в закрытом положении.

Кроме того, клапанная система может дополнительно содержать отводной модуль, сообщающийся по текучей среде с разжимным отверстием, причем отводной модуль разделяет текучую среду из разжимного отверстия на первый канал для текучей среды и второй канал для текучей среды.

Кроме того, отводной модуль может содержать камеру модуля, принимающую текучую среду из разжимного отверстия, и может сообщаться по текучей среде с первым каналом для текучей среды и вторым каналом для текучей среды.

Дополнительно, камера модуля может быть кольцевой, продолжающейся снаружи трубчатой металлической части.

Дополнительно первый канал для текучей среды может обеспечивать ограничение потока за счет того, что имеет площадь поперечного сечения потока, меньшую, чем площадь поперечного сечения потока камеры модуля.

Также отводной модуль может содержать фильтрующий элемент для фильтрации текучей среды из разжимного отверстия до того, как текучая среда будет отведена в первый канал для текучей среды и второй канал для текучей среды.

Дополнительно ограничение потока первого канала для текучей среды может быть выполнено в отводном модуле.

Кроме того, клапанная система может дополнительно содержать запорный клапан, содержащий первое отверстие, сообщающееся по текучей среде с разжимным отверстием, второе отверстие, сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством, и

проход клапана, имеющий протяженность прохода и содержащий первую часть прохода, имеющую первый внутренний диаметр, и вторую часть прохода, имеющую второй внутренний диаметр, который больше диаметра первой части прохода,

причем первое отверстие и второе отверстие расположены в первой части прохода и смещены вдоль протяженности прохода, причем запорный клапан дополнительно содержит

поршень клапана, расположенный в проходе, причем поршень клапана содержит первую часть поршня, имеющую внешний диаметр, по существу соответствующий внутреннему диаметру первой части прохода, и содержит вторую часть поршня, имеющую внешний диаметр, по существу соответствующий внутреннему диаметру второй части прохода, и

разрывной элемент, предотвращающий перемещение поршня клапана до достижения в проходе клапана заданного давления.

Дополнительно первый канал для текучей среды может проходить через первое отверстие, первую часть прохода запорного клапана и второе отверстие до второй прорези.

Кроме того, запорный клапан может дополнительно содержать блокирующий элемент, выполненный с возможностью механической блокировки поршня клапана, когда поршень клапана находится в закрытом положении, с блокировкой первого отверстия.

Также блокирующий элемент может быть выполнен с возможностью перемещения, по меньшей мере частично, радиально наружу или внутрь при перемещении поршня из начального положения для предотвращения возвращения поршня клапана в начальное положение поршня клапана.

Дополнительно блокирующий элемент может постоянно блокировать поршень клапана в закрытом положении.

Также поршень клапана может содержать канал для текучей среды поршня, представляющий собой сквозной проход, обеспечивающий сообщение по текучей среде между первой и второй частями прохода.

Кроме того, поршень клапана может иметь центральную ось, расположенную в стенке трубчатой части или в стенке соединительной части, соединяющей концы разжимной металлической муфты с трубчатой частью.

Дополнительно затрубный барьер может содержать третье отверстие, которое сообщается по текучей среде с затрубным пространством.

Дополнительно поршень может иметь начальное положение, в котором первое отверстие сообщается по текучей среде со вторым отверстием, и закрытое положение, в котором второе отверстие сообщается по текучей среде с третьим отверстием, чтобы выравнять давление между кольцевым пространством и затрубным пространством.

Также разрывной элемент может быть срезным штифтом, входящим в зацепление с поршнем.

Дополнительно затрубный барьер при разжимании может разделять затрубное пространство на первую зону и вторую зону, причем указанный затрубный барьер дополнительно содержит модуль предотвращения смятия, причем модуль предотвращения смятия имеет первое входное отверстие, которое сообщается по текучей среде с первой зоной, и второе входное отверстие, которое сообщается по текучей среде со второй зоной, и модуль предотвращения смятия имеет выходное отверстие, которое сообщается по текучей среде с кольцевым пространством, и в первом положении первое входное отверстие сообщается по текучей среде с выходным отверстием, выравняя первое давление первой зоны с давлением пространства кольцевого пространства, а во втором положении второе входное отверстие сообщается по текучей среде с выходным отверстием, выравняя второе давление второй зоны с давлением пространства.

Кроме того, выходное отверстие может сообщаться по текучей среде с кольцевым пространством через третье отверстие и/или четвертую прорезь.

Кроме того, выходное отверстие может быть соединено по текучей среде с четвертой прорезью через соединительный канал для текучей среды и третье отверстие.

Дополнительно модуль предотвращения смятия может содержать элемент, который выполнен с возможностью перемещения, по меньшей мере, между первым положением и вторым положением.

Также изолирующий поршень может содержать три уплотнительных элемента, расположенных на взаимном расстоянии между первым и вторым уплотнительными элементами, а также вторым и третьим уплотнительными элементами вдоль внешней поверхности изолирующего поршня.

Дополнительно взаимное расстояние может быть равно или больше второго отверстия.

Кроме того, изолирующий поршень может содержать три уплотнительных элемента, расположенных на взаимном расстоянии вдоль внешней поверхности изолирующего поршня, так что первый и третий уплотнительные элементы герметично входят в зацепление с внутренней поверхностью при перекрывании второго отверстия.

Кроме того, изолирующий поршень может содержать первый, второй и третий уплотнительные элементы, расположенные на взаимном расстоянии вдоль внешней поверхности изолирующего поршня, и при прохождении мимо второго отверстия первый уплотнительный элемент расположен так, что первый уплотнительный элемент, прошедший второе отверстие, входит в зацепление с внутренней поверхностью изолирующего прохода до того, как третий уплотнительный элемент пройдет мимо второго отверстия, так что давление первого уплотнительного элемента выровнено, и он испытывает разжимное давление с обеих сторон первого уплотнительного элемента даже после того, как второй уплотнительный элемент входит в зацепление с внутренней поверхностью после прохождения второго отверстия, поскольку первый и второй уплотнительные элементы изолируют разжимное давление между ними.

Дополнительно настоящее изобретение относится к скважинной системе, содержащей затрубный барьер и скважинную трубчатую металлическую конструкцию.

Наконец, скважинная трубчатая металлическая конструкция может содержать секцию регулирования притока.

Изобретение и его многочисленные преимущества будут 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 поперечном сечении затрубного барьера, имеющего клапанную систему;

на фиг. 2 показан вид в поперечном сечении клапанной системы;

на фиг. 3 показан изолирующий поршень, вид с одного конца, а на

фиг. 4 показан изолирующий поршень с фиг. 3, вид с другого конца;

на фиг. 5 показана часть отводного модуля в перспективе и в поперечном сечении;

на фиг. 6А показана площадь поперечного сечения камеры отводного модуля с фиг. 5;

на фиг. 6В показана область поперечного сечения потока ограничения потока;

на фиг. 7 показан вид в поперечном сечении другой клапанной системы;

на фиг. 8 показан частичный вид в поперечном сечении модуля предотвращения смятия и

на фиг. 9 в перспективе показана часть затрубного барьера, имеющего другую клапанную систему.

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 показан затрубный барьер 1 для обеспечения зональной изоляции в затрубном пространстве 2 в скважине 6 между скважинной трубчатой металлической конструкцией 3 и стенкой 5 ствола 4 скважины или в другом варианте осуществления другой скважинной трубчатой металлической конструкцией (не показана). На фиг. 1 показан затрубный барьер в разжатом состоянии, когда внешняя поверхность 10В разжимной металлической муфты 8 упирается в стенку 5 ствола скважины. Затрубный барьер 1 содержит трубчатую металлическую часть 7, выполненную с возможностью установки как часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3, а разжимная металлическая муфта 8 соединена с трубчатой металлической частью 7 и окружает ее, образуя кольцевое пространство 9 между ними. Разжимная металлическая муфта 8 выполнена с возможностью разжимания в скважине от первого внешнего диаметра D_1 (показан пунктирными линиями на фиг. 1) до второго внешнего диаметра D_2 , чтобы упираться в стенку ствола скважины, как показано. Затрубный барьер 1 дополнительно содержит разжимное отверстие 12 в трубчатой металлической части 7, выполненное сообщающимся по текучей среде с клапанной системой 20. Клапанная система содержит изолирующий клапан 21, имеющий первое положение и второе положение, и изолирующий клапан выполнен с возможностью изолировать кольцевое пространство от разжимного отверстия, если разжимная металлическая муфта разрушается во время разжимания, путем перемещения из первого положения во второе положение.

В конце разжимания часть внешней поверхности 10В разжимной металлической муфты 8 упирается в стенку ствола скважины, чтобы обеспечить уплотнение между ними. Однако, если ствол скважины в этом положении больше, чем ожидалось, разжимная металлическая муфта должна растягиваться еще больше, чтобы внешняя поверхность 10В упиралась в стенку 5 ствола 4 скважины. В такой ситуации разжимная металлическая муфта может потерять свою прочность и разорваться, что приведет к вытеканию разжимной текучей среды из этого разрыва. Если несколько затрубных барьеров должны быть разжаты за один проход с использованием одной и той же разжимной текучей среды, тогда другие затрубные барьеры не могут быть разжаты, поскольку разжимная текучая среда вытекает из разрыва. Однако благодаря наличию изолирующего клапана 21, способного закрываться для сообщения по текучей среде с разорванной разжимной металлической муфтой, процедура разжимания может продолжаться, поскольку разжимная текучая среда больше не вытекает из разорванного затрубного барьера, но может создавать давление для продолжения разжимания других затрубных барьеров без необходимости опускаться и закрывать отверстие в трубчатой металлической части разорвавшегося затрубного барьера.

Как показано на фиг. 2, изолирующий клапан 21 содержит изолирующий проход 22 и изолирующий поршень 23, расположенный в изолирующем проходе, с разделением прохода на первую часть 24 прохода и вторую часть 25 прохода. Изолирующий поршень 23 изолирующего клапана 21 удерживается в первом положении с помощью срезного элемента 26, выполненного с возможностью разрушения/срезания при заданной разнице давления между первой частью прохода и второй частью прохода, то есть при заданной разнице давления на изолирующем поршне. Изолирующий клапан содержит первую прорезь 27, расположенную в первой части 24 прохода, причем первая прорезь сообщается по текучей среде с кольцевым пространством. Изолирующий клапан дополнительно содержит вторую прорезь 28, расположенную в первой части 24 прохода и сообщающуюся по текучей среде с разжимным отверстием 12 через первый канал 29 для текучей среды, и изолирующий клапан 21 содержит третью прорезь 30, расположенную во второй части прохода и сообщающуюся по текучей среде с разжимным отверстием 12 через второй канал 31 для текучей среды. Первый канал для текучей среды обеспечивает ограничение 32 потока (показано на фиг. 5), обеспечивая снижение давления в первой части прохода по сравнению со второй

частью прохода, если разжимная металлическая муфта разрушается, когда поток текучей среды затем увеличивается в первом канале для текучей среды по сравнению со вторым каналом для текучей среды. Таким образом, когда разжимная металлическая муфта разрывается, скорость потока увеличивается, обеспечивая заданную разницу давления между первой частью 24 прохода и второй частью 25 прохода на изолирующем поршне, вызывая разрушение срезного элемента и создавая более высокое давление во второй части 25 прохода, чтобы толкать изолирующий поршень 23 во второе положение, изолируя первую прорезь 27 от второй прорези 28. Таким образом, если разжимная металлическая муфта разрывается, поток через первый канал 29 для текучей среды увеличивается, и из-за ограничения потока, обеспечиваемого первым каналом для текучей среды, более низкое давление, то есть падение давления, образуется вдоль первого канала для текучей среды, в котором давление ниже, чем давление во втором канале для текучей среды, что создает заданную разницу давления на изолирующем поршне. Перед разрывом разжимной металлической муфты давление во втором канале для текучей среды по существу такое же, как давление в первом канале для текучей среды, поскольку разжимное давление увеличивается в обоих каналах. Когда разжимная металлическая муфта разрывается/разрушается, давление в первом проточном канале падает очень резко.

За счет наличия первого канала для текучей среды, обеспечивающего ограничение потока, может быть создана достаточная разница давления для разрушения разрушаемого элемента за счет увеличения скорости потока в результате разрыва разжимной металлической муфты. Разрыв разжимной металлической муфты вызывает внезапное изменение скорости потока, которое используется для закрытия сообщения по текучей среде от разжимного отверстия 12 к кольцевому пространству.

Как показано на фиг. 2, изолирующий поршень 23 имеет первый конец 33 поршня, обращенный к первой части 24 прохода, и второй конец 34 поршня, обращенный ко второй части 25 прохода, причем первый конец 33 поршня имеет выступающую область A1, по существу, такого же размера, как выступающая область A2 второго конца поршня. На фиг. 3 изолирующий поршень 23 показан со стороны первого конца 33 поршня, обращенного к выступающей области A1, а на фиг. 4 изолирующий поршень 23 показан со стороны второго конца 34 поршня, обращенного к выступающей области A2. Благодаря одинаковому размеру выступающих областей первого и второго концов поршня разница давлений на изолирующем поршне 23 должна преодолевать только прочность разрушаемого элемента, чтобы переместить изолирующий поршень во второе и закрытое положение, изолируя первую прорезь от второй прорези, так что ствол скважины изолирован от внутренней части скважинной трубчатой металлической конструкции.

Изолирующий поршень 23, как показано на фиг. 2, имеет четыре уплотнительных элемента 35, расположенных на внешней поверхности 36 изолирующего поршня для увеличения герметизирующей способности между изолирующим поршнем и внутренней поверхностью 37 изолирующего прохода 22. Изолирующий поршень 23 имеет первую часть 122 поршня и вторую часть 123 поршня, и каждая часть имеет два из четырех уплотнительных элементов.

Как показано на фиг. 2, изолирующий клапан 21 дополнительно содержит блокирующий элемент 46, выполненный с возможностью механической блокировки изолирующего поршня 23, когда изолирующий поршень находится во втором и закрытом положении, то есть переместился из первого положения во второе положение, блокируя вторую прорезь 28. Блокирующий элемент 46 выполнен с возможностью перемещения, по меньшей мере частично, радиально наружу или внутрь при перемещении изолирующего поршня от начального первого положения, для предотвращения возвращения изолирующего поршня 23 в первое положение изолирующего поршня. Таким образом, блокирующий элемент постоянно блокирует изолирующий поршень в закрытом втором положении. Срезной элемент 26 представляет собой срезной штифт, входящий в зацепление с изолирующим поршнем 23 и, таким образом, удерживающий изолирующий поршень до тех пор, пока не будет достигнута заданная разность давления на поршне 23, при которой срезной штифт разрушается.

Как показано на фиг. 5, клапанная система дополнительно содержит отводной модуль 40, сообщающийся по текучей среде с разжимным отверстием 12. Отводной модуль разделяет текучую среду из разжимного отверстия 12 на первый канал 29 для текучей среды и второй канал 31 для текучей среды. Отводной модуль содержит камеру 41 модуля, принимающую текучую среду из разжимного отверстия 12, и сообщается по текучей среде с первым каналом 29 для текучей среды и вторым каналом 31 для текучей среды. Камера 41 модуля проходит по кругу снаружи трубчатой металлической части 7. Первый канал 29 для текучей среды обеспечивает ограничение 32 потока за счет того, что площадь A3 поперечного сечения потока меньше, чем площадь A4 поперечного сечения потока камеры 41 модуля. Площадь A3 поперечного сечения потока ограничения 32 потока показана на фиг. 6A, а площадь A4 поперечного сечения потока кольцевой камеры 41 модуля проиллюстрирована на фиг. 6B. При сравнении площади A3 поперечного сечения потока с площадью A4 поперечного сечения потока становится очевидно, что площадь A3 поперечного сечения потока намного меньше, чем площадь A4 поперечного сечения потока, что создает разницу давления между первым каналом 29 для текучей среды и вторым каналом 31 для текучей среды, как показано на фиг. 5. Как можно видеть, ограничение 32 потока первого канала 29 для текучей среды расположено в отводном модуле 40.

Как показано на фиг. 5, первый канал 29 для текучей среды обеспечивает дополнительное ограничение потока за счет наличия изгиба 44, так что первый канал для текучей среды образует угол ν менее 90° .

В другом варианте осуществления первый канал 29 для текучей среды обеспечивает ограничение потока за счет уменьшения площади A_3 поперечного сечения потока первого канала для текучей среды. Таким образом, скорость потока увеличивается, вызывая падение давления, и чем выше скорость, тем больше падение давления.

В еще одном варианте осуществления первый канал 29 для текучей среды имеет увеличенную площадь A_3 поперечного сечения потока перед второй прорезью 28 для обеспечения ограничения потока, что создает перепад давления на второй прорези 28.

В еще одном варианте осуществления первый канал для текучей среды длиннее, чем второй канал для текучей среды, что приводит к более сильному ограничению потока в первом канале для текучей среды, чем во втором канале для текучей среды. Также внутренний диаметр первого канала для текучей среды может быть немного меньше, чем внутренний диаметр второго канала для текучей среды, что приводит к более сильному ограничению потока в первом канале для текучей среды, чем во втором канале для текучей среды.

Как показано на фиг. 7, клапанная система дополнительно содержит запорный клапан 10, содержащий первое отверстие 16, сообщающееся по текучей среде с разжимным отверстием 12, второе отверстие 17, сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством 9, и проход 18 клапана, имеющий протяженность 20С прохода и содержащий первую часть 19 прохода, имеющую первый внутренний диаметр ID_1 , и вторую часть 20В прохода, имеющую второй внутренний диаметр ID_2 , который больше диаметра первой части прохода. Первое отверстие 16 и второе отверстие 17 расположены в первой части 19 прохода и смещены вдоль протяженности прохода. Запорный клапан 10 дополнительно содержит поршень 121 клапана, расположенный в проходе 18. Поршень клапана содержит первую часть 122 поршня, имеющую внешний диаметр OD_1 , по существу, соответствующий внутреннему диаметру ID_1 первой части 19 прохода, и содержит вторую часть 123 поршня, имеющую внешний диаметр OD_2 , по существу соответствующий внутреннему диаметру ID_2 второй части 20В прохода. Запорный клапан 10 дополнительно содержит разрывной элемент 124, предотвращающий перемещение поршня 121 клапана до тех пор, пока в проходе 18 клапана не будет достигнуто заданное давление. Заданное давление в проходе клапана достигается, когда разжимная металлическая муфта 8 упирается в стенку ствола скважины или другую скважинную трубчатую металлическую конструкцию, и, таким образом, давление увеличивается до тех пор, пока разрывной элемент 124 не разрушится/разорвется и поршень не сможет перемещаться, закрывая первое отверстие 16.

Первый канал 29 для текучей среды проходит через первое отверстие 16 запорного клапана 10, первую часть 19 прохода запорного клапана 10 и второе отверстие 17 до второй прорези 28 изолирующего клапана 21. Разжимная металлическая муфта разжимается за счет повышения давления по меньшей мере в части скважинной трубчатой металлической конструкции напротив разжимного отверстия 12, и текучая среда течет в кольцевое пространство из разжимного отверстия 12 через первый канал 29 для текучей среды и выходит через первую прорезь 27, соединенную по текучей среде с кольцевым пространством 9. Как только разжимная металлическая муфта упирается в стенку ствола скважины, создается давление, разрушающее разрывной элемент 124 запорного клапана 10, так что давление действует на вторую часть 123 поршня из-за поршня 121 клапана через канал 125 для текучей среды поршня в поршне клапана. Затем поршень 121 клапана перемещается из первого и начального положения во второе положение, закрывая первый канал 29 для текучей среды и первое отверстие 16, при этом перемещение открывает сообщение по текучей среде между вторым отверстием 17, кольцевым пространством 9 и третьим отверстием 39. Третье отверстие 39 сообщается по текучей среде с затрубным пространством. Когда кольцевое пространство 9 приводится в сообщение по текучей среде с затрубным пространством (стволом скважины), вторая прорезь 28 и первая часть 24 прохода испытывают падение давления, а вторая часть 25 прохода все еще подвергается воздействию высокого разжимного давления из разжимного отверстия 12, с созданием разницы давления на изолирующем поршне 23 и разрушением срезного элемента 26, и изолирующий поршень 23, таким образом, перемещается во второе положение изолирующего клапана 21. Во втором положении изолирующего поршня вторая прорезь 28 и кольцевое пространство 9 снова приводятся в сообщение по текучей среде с затрубным пространством (стволом скважины) через четвертую прорезь 38 и соединительный канал 51 для текучей среды, который соединен по текучей среде с третьим отверстием 39 запорного клапана 10. Четвертая прорезь 38 соединена с третьим отверстием 39 в запорном клапане через проход 18 клапана, причем третье отверстие 39 сообщается по текучей среде с затрубным пространством.

Таким образом, изолирующий клапан может быть закрыт, то есть перемещен во второе положение, из-за разрыва разжимной металлической муфты этого затрубного барьера, поскольку увеличение скорости потока из разрыва создает разницу давления на изолирующем поршне 23, срезая срезной элемент. Однако изолирующий клапан может также закрываться, то есть перемещаться во второе положение, после того, как запорный клапан 10 закрылся, поскольку запорный клапан затем вызывает разницу давле-

ния на изолирующем поршне 23, срезая срезной элемент.

Запорный клапан 10 дополнительно содержит блокирующий элемент 43, выполненный с возможностью механической блокировки поршня 121 клапана, когда поршень клапана находится в закрытом положении, с блокировкой первого отверстия 16. Блокирующий элемент выполнен с возможностью перемещения, по меньшей мере, частично радиально наружу или внутрь при перемещении поршня из начального положения для предотвращения возвращения поршня клапана в начальное положение поршня клапана. Блокирующий элемент постоянно блокирует поршень клапана в закрытом положении.

Блокирующий элемент 43 запорного клапана и изолирующего клапана 21 может представлять собой зажимную втулку, толкаемую в радиальном направлении внутрь кольцевой пружины на внешней стороне блокирующих элементов. Канал 125 для текучей среды поршня представляет собой сквозной проход, обеспечивающий сообщение по текучей среде между первой и второй частями прохода. Поршень клапана имеет центральную ось 111, расположенную в стенке трубчатой части или в стенке соединительной части 26В (показанной на фиг. 1), соединяющей концы 14 разжимной металлической муфты с трубчатой частью. Разрывной элемент представляет собой срезной штифт, входящий в зацепление с поршнем клапана.

Как показано на фиг. 1, затрубный барьер 1 при разжимании разделяет затрубное пространство на первую зону 101 и вторую зону 102. Затрубный барьер дополнительно содержит модуль 60 предотвращения смятия, как показано на фиг. 8. Модуль предотвращения смятия имеет первое входное отверстие 61, которое сообщается по текучей среде с первой зоной 101, и второе входное отверстие 62, которое сообщается по текучей среде со второй зоной 102. Модуль 60 предотвращения смятия имеет выходное отверстие 63, которое сообщается по текучей среде с кольцевым пространством 9. В первом положении первое входное отверстие сообщается по текучей среде с выходным отверстием, выравнивая первое давление P1 (показанное на фиг. 1) первой зоны с давлением P_s пространства (показанным на фиг. 1) кольцевого пространства, а во втором положении второе входное отверстие сообщается по текучей среде с выходным отверстием, выравнивая второе давление P2 (показанное на фиг. 1) второй зоны с давлением пространства. Выходное отверстие 63 сообщается по текучей среде с кольцевым пространством 9 через третье отверстие 39 и четвертую прорезь 38. Выходное отверстие соединено по текучей среде с четвертой прорезью 38 через соединительный канал 51 для текучей среды и третье отверстие 39. Модуль 60 предотвращения смятия содержит элемент 64, выполненный с возможностью перемещения, по меньшей мере, между первым положением и вторым положением.

На фиг. 9 показана часть затрубного барьера 1 с клапанной системой 20, принимающей текучую среду из отводного модуля 40 через фильтрующий элемент 42. Текучая среда входит в первое отверстие 16 и выходит через первую прорезь 27 в кольцевое пространство под разжимной металлической муфтой 8. Модуль 60 предотвращения смятия соединен с третьим отверстием 39. Клапанная система и модуль предотвращения смятия соединены посредством трубопроводов для текучей среды, проходящих на внешней поверхности трубчатой металлической части 7.

Как показано на фиг. 5, отводной модуль 40 содержит фильтрующий элемент 42 для фильтрации текучей среды из разжимного отверстия 12 до того, как текучая среда будет отведена в первый канал 29 для текучей среды и второй канал 31 для текучей среды, или для фильтрации текучей среды из затрубного пространства перед входом в клапанную систему 20 или модуль 60 предотвращения смятия.

В другом варианте осуществления изолирующий поршень 23 содержит первую часть 122 поршня и вторую часть 123 поршня, причем первая часть поршня проходит в первое отверстие 16 для герметичного зацепления с внутренней поверхностью 37 первого отверстия 16. Первая часть поршня имеет три уплотнительных элемента, расположенных на взаимном расстоянии между первым и вторым уплотнительными элементами, и на расстоянии между вторым и третьим уплотнительными элементами вдоль внешней поверхности изолирующего поршня. Взаимное расстояние равно или больше второго отверстия 17. Три уплотнительных элемента расположены на взаимном расстоянии вдоль внешней поверхности изолирующего поршня, так что первый уплотнительный элемент входит в зацепление с внутренней поверхностью первого отверстия, а третий уплотнительный элемент герметично входит в зацепление с внутренней поверхностью первой части прохода при перекрывании второго отверстия 17.

Таким образом, изолирующий поршень 23 содержит первый, второй и третий уплотнительные элементы, расположенные на взаимном расстоянии вдоль внешней поверхности изолирующего поршня, и при прохождении мимо второго отверстия 17 первый уплотнительный элемент расположен так, что первый уплотнительный элемент, прошедший второе отверстие 17, входит в зацепление с внутренней поверхностью изолирующего прохода 22 до того, как третий уплотнительный элемент пройдет мимо второго отверстия 17, так что давление первого уплотнительного элемента выровнено, и он испытывает разжимное давление с обеих сторон первого уплотнительного элемента даже после того, как второй уплотнительный элемент входит в зацепление с внутренней поверхностью после прохождения второго отверстия 17, поскольку первый и второй уплотнительные элементы изолируют разжимное давление между ними.

На фиг. 1 показана скважинная система 100, содержащая затрубный барьер 1 и скважинную трубчатую металлическую конструкцию 3. Скважинная трубчатая металлическая конструкция может иметь

несколько затрубных барьеров и приточную секцию между двумя затрубными барьерами для пропуска текучей среды из изолированной зоны в скважинную трубчатую металлическую конструкцию.

Под текучей средой или скважинной текучей средой понимается любой тип текучей среды, которая может присутствовать в нефтяной или газовой скважине, например, природный газ, нефть, буровой раствор, сырая нефть, вода и так далее. Под газом подразумевается любой тип газовой смеси, присутствующей в скважине, законченной или не закрепленной обсадными трубами, а под нефтью подразумевается любой тип нефтяной смеси, например, сырая нефть, нефтесодержащая текучая среда и т.д. Таким образом, в состав газа, нефти и воды могут входить другие элементы или вещества, которые не являются газом, нефтью и/или водой соответственно.

Под обсадной колонной, эксплуатационной обсадной колонной или скважинной трубчатой металлической конструкцией подразумевается любой вид трубы, трубчатого элемента, трубопровода, хвостовика, колонны труб и т.д., используемых в скважине при добыче 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 рычаги, имеющие колеса, причем колеса входят в контакт с внутренней поверхностью обсадной колонны для продвижения трактора и инструмента вперед в скважине. Скважинный трактор представляет собой любой вид приводного инструмента, способного толкать или тянуть инструменты в скважине, например Well Tractor®.

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 прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Затрубный барьер (1) для обеспечения зональной изоляции в затрубном пространстве (2) в скважине (6) между скважинной трубчатой металлической конструкцией (3) и другой скважинной трубчатой металлической конструкцией или стенкой (5) ствола (4) скважины, содержащий

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

разжимную металлическую муфту (8), соединенную с трубчатой металлической частью и окружающую ее с образованием кольцевого пространства (9) между ними, причем разжимная металлическая муфта выполнена с возможностью разжимания в скважине от первого внешнего диаметра (D_1) до второго внешнего диаметра (D_2), чтобы упираться в скважинную трубчатую металлическую конструкцию или стенку ствола скважины, и

разжимное отверстие (12) в трубчатой металлической части,

причем затрубный барьер дополнительно содержит клапанную систему (20), содержащую изолирующий клапан (21), имеющий первое положение и второе положение, содержащий

изолирующий проход (22),

изолирующий поршень (23), расположенный в изолирующем проходе, разделяющий проход на первую часть (24) прохода и вторую часть (25) прохода в первом положении, причем изолирующий поршень удерживается в первом положении с помощью срезного элемента (26), выполненного с возможностью разрушения при заданной разнице давлений между первой частью прохода и второй частью прохода,

первую прорезь (27), расположенную в первой части прохода и сообщающуюся по текучей среде с кольцевым пространством,

вторую прорезь (28), расположенную в первой части прохода и сообщающуюся по текучей среде с разжимным отверстием через первый канал (29) для текучей среды,

третью прорезь (30), расположенную во второй части прохода и сообщающуюся по текучей среде с разжимным отверстием через второй канал (31) для текучей среды,

причем в первом положении первая прорезь (27) сообщается по текучей среде со второй прорезью (28), а во втором положении изолирующий поршень предотвращает сообщение по текучей среде между первой прорезью и второй прорезью.

2. Затрубный барьер по п.1, в котором первый канал для текучей среды содержит ограничение (32) потока.

3. Затрубный барьер по п.1, в котором изолирующий поршень имеет первый конец (33) поршня, обращенный к первой части прохода, и второй конец (34) поршня, обращенный ко второй части прохода, причем первый конец поршня имеет выступающую область (A1), имеющую по существу такой же размер, что и выступающая область (A2) второго конца поршня.

4. Затрубный барьер по п.1 или 2, в котором первый канал для текучей среды обеспечивает ограничение потока за счет уменьшения площади (A3) поперечного сечения потока первого канала для текучей среды.

5. Затрубный барьер по п.1 или 2, в котором первый канал для текучей среды обеспечивает ограничение потока за счет наличия изгиба (44), так что первый канал для текучей среды образует угол (ν) менее 90° .

6. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором изолирующий клапан содержит четвертую прорезь (38), которая сообщается по текучей среде с затрубным пространством.

7. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором клапанная система дополнительно содержит отводной модуль (40), сообщающийся по текучей среде с разжимным отверстием, причем отводной модуль разделяет текучую среду из разжимного отверстия на первый канал для текучей среды и второй канал для текучей среды.

8. Затрубный барьер по п.7, в котором отводной модуль содержит камеру (41) модуля, принимающую текучую среду из разжимного отверстия, и сообщается по текучей среде с первым каналом для текучей среды и вторым каналом для текучей среды.

9. Затрубный барьер по п.8, в котором первый канал для текучей среды обеспечивает ограничение потока за счет того, что имеет площадь ($A3$) поперечного сечения потока, меньшую, чем площадь ($A4$) поперечного сечения потока камеры модуля.

10. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, в котором клапанная система дополнительно содержит запорный клапан (10), содержащий

первое отверстие (16), сообщающееся по текучей среде с разжимным отверстием,

второе отверстие (17), сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством, и

проход (18) клапана, имеющий протяженность прохода и содержащий первую часть (19) прохода, имеющую первый внутренний диаметр (ID_1), и вторую часть (20) прохода, имеющую второй внутренний диаметр (ID_2), который больше диаметра первой части прохода,

причем первое отверстие и второе отверстие расположены в первой части прохода и смещены вдоль протяженности прохода, причем запорный клапан дополнительно содержит

поршень (121) клапана, расположенный в проходе, причем поршень клапана содержит первую часть (122) поршня, имеющую внешний диаметр (OD_{P1}), по существу, соответствующий внутреннему диаметру первой части прохода, и содержит вторую часть (123) поршня, имеющую внешний диаметр (OD_{P2}), по существу, соответствующий внутреннему диаметру второй части прохода, и

разрывной элемент (124), предотвращающий перемещение поршня клапана до достижения в проходе клапана заданного давления.

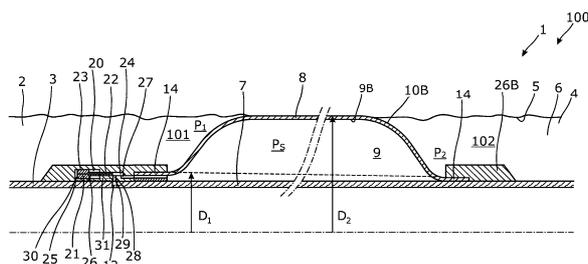
11. Затрубный барьер по п.10, в котором запорный клапан дополнительно содержит блокирующий элемент (43), выполненный с возможностью механической блокировки поршня клапана, когда поршень клапана находится в закрытом положении, с блокировкой первого отверстия.

12. Затрубный барьер по любому из пп.9-11, в котором поршень клапана содержит канал (125) для текучей среды поршня, являющийся сквозным проходом, обеспечивающим сообщение по текучей среде между первой и второй частями прохода.

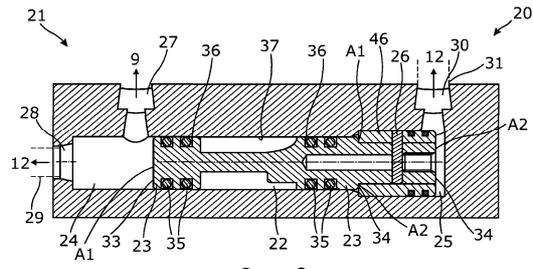
13. Затрубный барьер по любому из пп.9-12, причем затрубный барьер содержит третье отверстие (39), которое сообщается по текучей среде с затрубным пространством.

14. Затрубный барьер по любому из предшествующих пунктов, причем затрубный барьер при разжимании разделяет затрубное пространство на первую зону (101) и вторую зону (102), причем указанный затрубный барьер дополнительно содержит модуль (60) предотвращения смятия, причем модуль предотвращения смятия имеет первое входное отверстие (61), которое сообщается по текучей среде с первой зоной, и второе входное отверстие (62), которое сообщается по текучей среде со второй зоной, и модуль предотвращения смятия имеет выходное отверстие (63), которое сообщается по текучей среде с кольцевым пространством, и в первом положении первое входное отверстие сообщается по текучей среде с выходным отверстием, выравнивая первое давление (P_1) первой зоны с давлением (P_s) пространства кольцевого пространства, а во втором положении второе входное отверстие сообщается по текучей среде с выходным отверстием, выравнивая второе давление (P_2) второй зоны с давлением пространства.

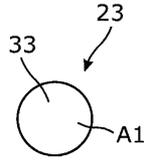
15. Скважинная система, содержащая затрубный барьер (1) по любому из пп.1-14 и скважинную трубчатую металлическую конструкцию (3).



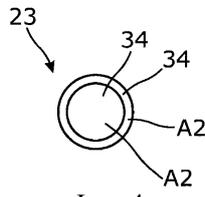
Фиг. 1



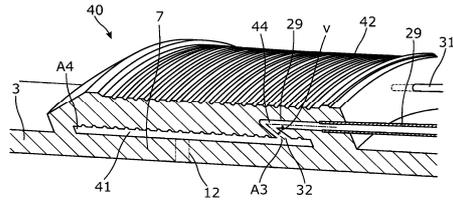
Фиг. 2



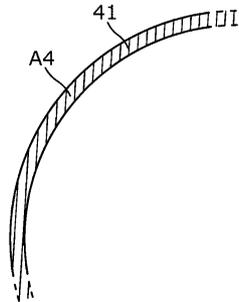
Фиг. 3



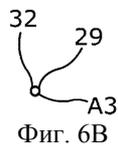
Фиг. 4



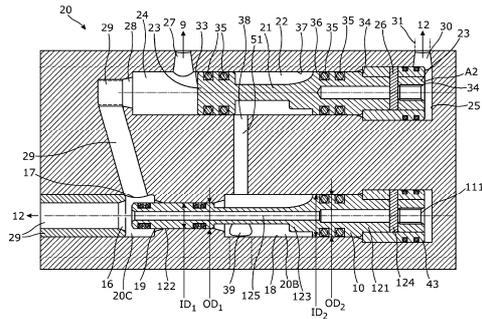
Фиг. 5



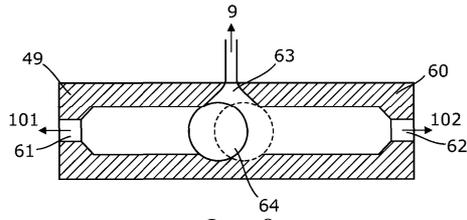
Фиг. 6А



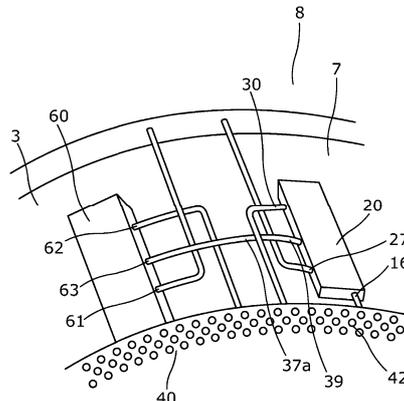
Фиг. 6В



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9