

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202290702** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки
2022.06.21(51) Int. Cl. *E21B 33/124* (2006.01)
E21B 33/127 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2020.09.10(54) **СИСТЕМА ЗАТРУБНЫХ БАРЬЕРОВ**(31) **19196832.0**(32) **2019.09.11**(33) **EP**(86) **PCT/EP2020/075361**(87) **WO 2021/048296 2021.03.18**

(71) Заявитель:

**ВЕЛЛТЕК ОЙЛФИЛД СОЛЮШНС
АГ (CH)**

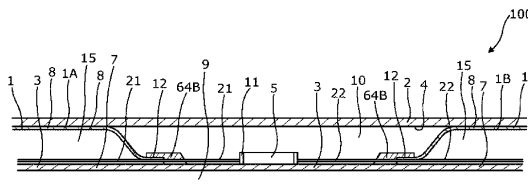
(72) Изобретатель:

Васкис Рикарду Ревис (CH)

(74) Представитель:

**Харин А.В., Стойко Г.В., Буре Н.Н.,
Галухина Д.В., Алексеев В.В. (RU)**

- (57) Настоящее изобретение относится к системе затрубных барьеров для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, содержащей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и первый затрубный барьер и второй затрубный барьер, причем каждый затрубный барьер содержит трубчатую металлическую часть, имеющую проход и установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, разжимную металлическую муфту, окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец разжимной металлической муфты соединен с трубчатой металлической частью, и кольцевое пространство между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью, причем каждый затрубный барьер вводится и устанавливается в скважине для примыкания к стенке скважины, обеспечивая ограниченное пространство, имеющее ограниченное давление P_c 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 клапанный узел, имеющий первое положение, в котором проход сообщается по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера для разжимания разжимной металлической муфты, и второе положение, в котором проход сообщается по текучей среде с ограниченным пространством для выполнения проверки барьера путем повышения давления в ограниченном пространстве.



A1

202290702

202290702

A1

СИСТЕМА ЗАТРУБНЫХ БАРЬЕРОВ

Настоящее изобретение относится к системе затрубных барьеров для заканчивания скважины со скважинной трубчатой металлической конструкцией, имеющей первый затрубный барьер и второй затрубный барьер.

При заканчивании скважины с использованием любого вида изоляции желательно испытать достаточность изоляции. В течение многих лет для изоляции использовался цемент, и впоследствии обсадная колонна и окружающий цемент перфорировались для получения доступа к залежи. Тем не менее, заготовка цемента оказалась очень сложной и не очень надежной. Другим видом изоляции является использование пакеров, например, металлических пакеров или разбухающих пакеров.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и изъянов предшествующего уровня техники. Более конкретно, задачей является создание усовершенствованной системы затрубных барьеров, в которой барьер, обеспечиваемый двумя смежными затрубными барьерами, может быть проверен.

Вышеуказанные задачи вместе с многочисленными другими задачами, преимуществами и признаками, которые станут очевидными 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 и первый затрубный барьер и второй затрубный барьер, причем каждый затрубный барьер содержит:

- трубчатую металлическую часть, имеющую проход и установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции,

- разжимную металлическую муфту, окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец разжимной металлической муфты соединен с трубчатой металлической частью, и

- кольцевое пространство между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью,

причем каждый затрубный барьер вводится и устанавливается в скважине для примыкания к стенке скважины, обеспечивая ограниченное пространство, имеющее 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,

5 причем система затрубных барьеров содержит клапанный узел, имеющий первое положение, в котором проход сообщается по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера для разжимания разжимной металлической муфты, и второе положение, в котором проход сообщается по текучей среде с ограниченным пространством для выполнения проверки
10 барьера путем повышения давления в ограниченном пространстве.

Благодаря наличию двух затрубных барьеров и клапанного узла, имеющего второе положение, обеспечивающее сообщение по текучей среде с ограниченным пространством после установки затрубных барьеров, барьер, обеспечиваемый первым и вторым затрубными барьерами, может быть проверен, поскольку в ограниченном пространстве,
15 обеспечиваемом между двумя затрубными барьерами, может быть повышено давление в рамках процедуры установки барьера.

Под фразой «каждый затрубный барьер вводится и устанавливается в скважине для примыкания к стенке скважины» подразумевается, что каждый затрубный барьер вводится и разжимается в скважине для примыкания к стенке скважины.

20 Дополнительно, в первом положении проход может сообщаться по текучей среде как с первым затрубным барьером, так и со вторым затрубным барьером для одновременного разжимания обеих разжимных металлических муфт.

Кроме того, первый и второй затрубные барьеры могут быть соединены по текучей среде посредством канала для текучей среды.

25 Также, клапанный узел может содержать третье положение, в котором сообщение по текучей среде с проходом закрыто.

Кроме того, во втором положении проход может сообщаться по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из затрубных барьеров.

30 Дополнительно, в первом положении проход может быть отсоединен по текучей среде от ограниченного пространства.

Кроме того, система затрубных барьеров может содержать блок выравнивания давления, имеющий первый проем, сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проем, сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проем, сообщающийся по текучей среде с клапанным узлом,
35 причем блок выравнивания давления имеет первое положение блока, в котором первый

проем сообщается по текучей среде с третьим проемом, и второе положение, в котором второй проем сообщается по текучей среде с третьим проемом.

Кроме того, в первом положении клапанного узла третий проем может сообщаться по текучей среде с ограниченным пространством через клапанный узел, предотвращая
5 удержание давления в ограниченном пространстве во время разжимания разжимных металлических муфт.

Дополнительно, во втором положении ограниченное пространство может быть отсоединено по текучей среде от третьего проема.

Кроме того, в первом положении проход может быть соединен по текучей среде по
10 меньшей мере с одним из затрубных барьеров без использования блока выравнивания давления.

Также, в третьем положении клапанного узла третий проем может сообщаться по текучей среде с кольцевым пространством.

Кроме того, в третьем положении клапанного узла третий проем может сообщаться
15 по текучей среде с ограниченным пространством.

Дополнительно, в третьем положении клапанного узла кольцевое пространство может сообщаться по текучей среде с ограниченным пространством.

Кроме того, в первом положении блока первое затрубное пространство может сообщаться по текучей среде с ограниченным пространством через клапанный узел, а во
20 втором положении блока второе затрубное пространство может сообщаться по текучей среде с ограниченным пространством через клапанный узел, причем первое давление выше, чем второе давление в первом положении блока, и второе давление выше, чем первое давление во втором положении блока.

Дополнительно, блок выравнивания давления может содержать элемент,
25 выполненный с возможностью перемещения по меньшей мере между первым положением блока и вторым положением блока, причем блок выравнивания давления имеет первый проем, который сообщается по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проем, который сообщается по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проем, который сообщается по текучей среде с ограниченным пространством через
30 клапанный узел; и в первом положении блока первый проем сообщается по текучей среде с третьим проемом с выравниванием первого давления с ограниченным давлением через клапанный узел; и во втором положении блока второй проем сообщается по текучей среде с третьим проемом с выравниванием второго давления с ограниченным давлением через клапанный узел; и в первом положении блока первое давление выше, чем второе
35 давление, а во втором положении блока второе давление выше, чем первое давление.

Таким образом, получается, что замкнутое пространство также выравнивается по давлению, чтобы иметь самое высокое давление, таким образом обеспечивая такое же состояние давления, как и при испытании каждого из первого и второго затрубных барьеров. Таким образом, первый затрубный барьер будет испытывать только дифференциальное давление, при котором наибольшее давление находится в ограниченном пространстве по сравнению с первым затрубным пространством, что является такой же ситуацией давления, как и при испытании первого затрубного барьера во время процедуры установки, и, аналогичным образом, второй затрубный барьер также будет испытывать только дифференциальное давление через барьер, при котором наибольшее давление находится в ограниченном пространстве по сравнению с давлением второго затрубного пространства.

Кроме того, блок выравнивания давления может иметь первое положение блока, в котором первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством, и второе положение блока, в котором второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством; причем в первом положении блока второе давление выше, чем первое давление, а во втором положении блока первое давление выше, чем второе давление.

Также, первый канал для текучей среды может соединять по текучей среде первый проем с первым затрубным пространством, а второй канал для текучей среды соединять по текучей среде второй проем со вторым затрубным пространством.

Дополнительно, первый канал для текучей среды может быть расположен между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью первого затрубного барьера.

Кроме того, второй канал для текучей среды может быть расположен между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью второго затрубного барьера.

Кроме того, клапанный узел может иметь первый поршень, перемещающий первый проход, причем первый поршень имеет первую поршневую часть и вторую поршневую часть; в первом положении первая поршневая часть разделяет первый проход на первую часть прохода и вторую часть прохода; и в первом положении первая часть прохода имеет первое отверстие, сообщающееся по текучей среде с проходом, и второе отверстие, сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера; и в первом положении вторая часть прохода имеет третье отверстие, сообщающееся по текучей среде с первым затрубным пространством или вторым затрубным пространством.

Дополнительно, в первом положении вторая часть первого прохода может иметь третье отверстие, сообщаемое по текучей среде с блоком выравнивания давления.

Дополнительно, первая поршневая часть и вторая поршневая часть первого поршня могут быть соединены промежуточной частью.

5 Кроме того, первая поршневая часть может иметь меньшую площадь поперечного сечения, чем вторая поршневая часть.

Дополнительно, первая поршневая часть может иметь первую площадь.

Кроме того, вторая поршневая часть может иметь вторую площадь.

Также, промежуточная часть может иметь наружный диаметр, меньший, чем
10 первый наружный диаметр первой поршневой части и второй наружный диаметр второй поршневой части.

Кроме того, промежуточная часть может иметь меньшую площадь поперечного сечения, чем первая поршневая часть и вторая поршневая часть.

Дополнительно, вторая поршневая часть может отделять вторую часть прохода от
15 третьей части прохода.

Кроме того, первый поршень может иметь сквозной проход, обеспечивающий сообщение по текучей среде между первой частью прохода и третьей частью прохода.

Дополнительно, в третьем положении текучая среда может протекать между третьим отверстием и вторым отверстием снаружи промежуточной части.

20 Кроме того, первый поршень может иметь крепежные средства, предотвращающие возвращение первого поршня в первое положение.

Дополнительно, крепежные средства могут представлять собой по меньшей мере один элемент, перемещающийся радиально внутрь.

Также, крепежные средства могут представлять собой по меньшей мере один
25 элемент, перемещающийся в радиальном направлении внутрь в третьей части прохода за второй поршневой частью.

Кроме того, крепежные средства могут быть выполнены в виде нескольких элементов в виде цапг.

Кроме того, элементы могут прижиматься радиально внутрь гибким кольцом.

30 Дополнительно, второе отверстие во втором положении может сообщаться по текучей среде с ограниченным пространством.

Кроме того, второе отверстие может сообщаться по текучей среде с каналом для текучей среды.

Также, канал для текучей среды может соединять второе отверстие с кольцевым
35 пространством и ограниченным пространством.

Дополнительно, второе отверстие может сообщаться по текучей среде с каналом для текучей среды, перекрытым срезным диском, так что обеспечивается сообщение по текучей среде с ограниченным пространством, когда давление превышает определенное пороговое значение, тем самым разрушая диск.

- 5 Кроме того, клапанный узел может переходить в третье положение, когда первый поршень перемещается в первом проходе, причем первый поршень блокирует сообщение по текучей среде с проходом в третьем положении.

Дополнительно, клапанный узел может иметь второй поршень, перемещающий второй проход, причем второй поршень имеет первую поршневую часть и вторую поршневую часть; в первом положении второй поршень разделяет второй проход на первую часть прохода и вторую часть прохода, и в первом положении вторая часть прохода имеет четвертое отверстие, сообщающееся по текучей среде со вторым отверстием, а первая часть прохода имеет пятое отверстие, сообщающееся по текучей среде с ограниченным пространством.

- 15 Дополнительно, вторая поршневая часть второго поршня может отделять вторую часть прохода от третьей части прохода.

Также, первая часть второго прохода клапанного узла может иметь шестое отверстие, сообщающееся по текучей среде с первым или вторым затрубным пространством.

- 20 Дополнительно, первая часть второго прохода клапанного узла может иметь шестое отверстие, сообщающееся по текучей среде с блоком выравнивания давления.

Кроме того, первая поршневая часть и вторая поршневая часть второго поршня могут быть соединены промежуточной частью.

- 25 Дополнительно, первая поршневая часть второго поршня может иметь меньшую площадь поперечного сечения, чем вторая поршневая часть.

Дополнительно, первая поршневая часть второго поршня может иметь первую площадь.

Кроме того, вторая поршневая часть второго поршня может иметь вторую площадь.

- 30 Дополнительно, промежуточная часть второго поршня может иметь наружный диаметр, меньший, чем первый наружный диаметр первой поршневой части и второй наружный диаметр второй поршневой части.

Кроме того, промежуточная часть второго поршня может иметь меньшую площадь поперечного сечения, чем первая поршневая часть и вторая поршневая часть.

Кроме того, промежуточная часть второго поршня может иметь центральное отверстие в центральный проход, соединяющий по текучей среде вторую часть и третью часть второго прохода.

Дополнительно, центральный проход может не быть сквозным проходом.

5 Также, первая поршневая часть может быть сплошной.

Дополнительно, второй поршень может иметь крепежные средства, препятствующие возвращению второго поршня в первое положение.

Кроме того, крепежные средства могут представлять собой по меньшей мере один элемент, перемещающийся радиально внутрь.

10 Дополнительно, крепежные средства могут представлять собой по меньшей мере один элемент, перемещающийся в радиальном направлении внутрь в третьей части прохода за второй поршневой частью.

Кроме того, крепежные средства могут быть выполнены в виде нескольких элементов в виде цанг.

15 Дополнительно, элементы могут прижиматься радиально внутрь гибким кольцом.

Кроме того, поршень может иметь уплотнительные средства.

Клапанный узел может дополнительно содержать первый срезной штифт, зацепляющийся с первым поршнем, чтобы предотвратить перемещение первого поршня до разжимания разжимных металлических муфт затрубных барьеров.

20 Дополнительно, клапанный узел может дополнительно содержать второй срезной штифт, зацепляющийся со вторым поршнем, чтобы предотвратить перемещение второго поршня до разжимания разжимных металлических муфт затрубных барьеров, причем первый срезной штифт выполнен с возможностью разрушения после второго срезного штифта.

25 Также, первый поршень в первом проходе и второй поршень во втором проходе могут быть расположены в одном и том же клапанном блоке.

Кроме того, система затрубных барьеров может содержать третий затрубный барьер, так что разжатые первый и второй затрубные барьеры охватывают ограниченное пространство, а разжатые второй и третий затрубные барьеры охватывают другое
30 ограниченное пространство. Два ограниченных пространства соединены по текучей среде посредством канала для текучей среды, а затрубные барьеры соединены по текучей среде через другие каналы для текучей среды.

Изобретение и его многочисленные преимущества описаны более подробно ниже со ссылкой на прилагаемые схематические чертежи, на которых в целях иллюстрации

показаны некоторые не ограничивающие варианты осуществления, и на которых изображено следующее.

На фиг.1 показан вид в поперечном сечении системы затрубных барьеров, в которой затрубные барьеры скважинной трубчатой металлической конструкции
5 установлены внутри другой скважинной трубчатой металлической конструкции, образуя ограниченное пространство, которое испытывают давлением для выполнения проверки барьера.

На фиг.2 показан частичный вид в поперечном сечении системы затрубных барьеров, имеющей клапанный узел.

10 На фиг.3А показан вид в поперечном сечении клапанного узла в его исходном положении.

На фиг.3В показан вид в поперечном сечении клапанного узла с фиг.3А в его конечном положении.

15 На фиг.4А показан вид в поперечном сечении клапанного узла в первом положении, в котором по меньшей мере один из затрубных барьеров разжат.

На фиг.4В показан вид в поперечном сечении клапанного узла во втором положении, в котором ограниченное пространство испытывается давлением.

20 На фиг.4С показан вид в поперечном сечении клапанного узла в третьем положении, в котором сообщение по текучей среде с проходом скважинной трубчатой металлической конструкции закрыто.

На фиг.5 показан вид в поперечном сечении блока выравнивания давления в нейтральном положении перед перемещением для обеспечения сообщения по текучей среде с верхней частью первого и второго затрубных пространств.

25 На фиг.6А показан вид в поперечном сечении другого блока выравнивания давления в первом положении блока.

На фиг.6В показан блок выравнивания давления с фиг.6А во втором положении блока.

На фиг.7 показан вид в поперечном сечении другого клапанного узла в первом положении.

30 На фиг.8 показан частичный вид в поперечном сечении системы затрубных барьеров, содержащей три затрубных барьера и клапанный узел.

Все чертежи очень схематичны и не обязательно выполнены в масштабе, при этом на них показаны только те части, которые необходимы для раскрытия сущности изобретения, тогда как другие части опущены или просто подразумеваются.

На фиг.1 показана система 100 затрубных барьеров для заканчивания скважины 2 со скважинной трубчатой металлической конструкцией 3. Система 100 затрубных барьеров содержит скважинную трубчатую металлическую конструкцию и первый затрубный барьер 1, 1А и второй затрубный барьер 1, 1В. Каждый затрубный барьер 5 содержит трубчатую металлическую часть 7, имеющую проход 9 (показан на фиг.2), который также является проходом скважинной трубчатой металлической конструкции, поскольку трубчатая металлическая часть установлена как часть скважинной трубчатой металлической конструкции. Каждый затрубный барьер дополнительно содержит разжимную металлическую муфту 8, окружающую трубчатую металлическую часть. 10 Каждый конец 12 (показан на фиг.2) разжимной металлической муфты соединен с трубчатой металлической частью, обеспечивая кольцевое пространство 15 между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью. Затрубные барьеры вводят и устанавливают в скважине для примыкания к стенке 4 скважины, обеспечивая ограниченное пространство 10, имеющее ограниченное давление P_c между 15 стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции 3А, первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером так, что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства 101, имеющего первое давление P_1 , а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства 102, имеющего второе давление P_2 . Система затрубных 20 барьеров дополнительно содержит клапанный узел 5, имеющий первое положение, в котором проход сообщается по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера для разжимания по меньшей мере одной из разжимных металлических муфт, и второе положение, в котором проход сообщается по текучей среде с ограниченным пространством для 25 выполнения проверки барьера путем повышения давления в ограниченном пространстве. Если давление может поддерживаться на постоянном уровне, первый затрубный барьер и второй затрубный барьер обеспечивают барьер, и этот барьер испытывается с помощью испытания давлением ограниченного пространства. Первый затрубный барьер испытывают на возможность выдерживать более высокое давление в ограниченном 30 пространстве, чем в первом затрубном пространстве на другой стороне первого затрубного барьера, а второй затрубный барьер испытывают на возможность выдерживать более высокое давление в замкнутом пространстве, чем во втором затрубном пространстве на другой стороне второго затрубного барьера. Как показано на фиг.1, первый затрубный барьер представляет собой верхний затрубный барьер, а второй 35 затрубный барьер представляет собой нижний затрубный барьер, и при испытании

давлением ограниченного пространства путем приложения более высокого давления в ограниченном пространстве, чем в первом затрубном пространстве и втором затрубном пространстве, первый затрубный барьер испытывают давлением снизу, а второй затрубный барьер испытывают давлением сверху. Таким образом испытывают

5 сопротивление разрушению затрубных барьеров.

Клапанный узел имеет первое положение, называемое режимом разжимания, в котором разжимается по меньшей мере один из затрубных барьеров, второе положение, называемое режимом испытания барьера, в котором барьер, то есть барьер, обеспечиваемый первым и вторым затрубными барьерами, испытывается, и опциональное

10 третье положение, в котором сообщение по текучей среде с проходом блокируется.

Как показано на фиг.2, клапанный узел 5 сообщается по текучей среде как с первым затрубным барьером, так и со вторым затрубным барьером, так что в первом положении клапанного узла проход 9 сообщается по текучей среде как с первым затрубным барьером, так и со вторым затрубным барьером через клапанный узел для

15 одновременного разжимания обеих разжимных металлических муфт. Как показано на фиг.1, первый и второй затрубные барьеры соединены по текучей среде посредством канала 18 для текучей среды, а как показано на фиг.2, клапанный узел соединяет по текучей среде первый затрубный барьер и второй затрубный барьер.

Как показано на фиг.7, второе отверстие сообщается по текучей среде с каналом 58

20 для текучей среды, заблокированным срезным диском 59, так что сообщение по текучей среде с ограниченным пространством допускается, когда давление превышает определенное пороговое значение, разрушая диск, и клапанный узел переключается во второе положение. Таким образом, диск предотвращает переключение клапанного узла во второе положение до разжимания затрубных барьеров. Во втором положении давление

25 текучей среды увеличивается, тем самым повышая давление в ограниченном пространстве для проверки барьера.

На фиг.3А клапанный узел 5 показан в первом положении, и проход отсоединен по текучей среде от ограниченного пространства. Во втором положении диск разрушается так, что проход соединен по текучей среде с ограниченным пространством. Как показано

30 на фиг.3В, клапанный узел 5 находится в третьем положении, в котором сообщение по текучей среде с проходом закрыто, и обеспечивается сообщение по текучей среде между затрубными барьерами, ограниченным пространством и по меньшей мере одним из первого и второго затрубного пространства. Блок 11 выравнивания давления имеет первое положение блока, в котором первое затрубное пространство 101 сообщается по текучей

35 среде с ограниченным пространством 10 через второе отверстие, и второе положение

блока, в котором второе затрубное пространство 102 сообщается по текучей среде с ограниченным пространством 10; причем в первом положении блока второе давление P_2 выше, чем первое давление P_1 , а во втором положении первое давление P_1 выше, чем второе давление P_2 .

- 5 Клапанный узел 5 имеет первый поршень 23, перемещающий первый проход 24. Первый поршень имеет первую поршневую часть 25, имеющую первый наружный диаметр OD_1 , и вторую поршневую часть 26, имеющую второй наружный диаметр OD_2 , который больше, чем первый наружный диаметр. В первом положении первая поршневая часть разделяет первый проход на первую часть 27 прохода и вторую часть 28 прохода.
- 10 Первая часть прохода имеет первое отверстие 51, сообщаемое по текучей среде с проходом, и второе отверстие 52, сообщаемое по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера, и если второе отверстие соединено с блоком 11 выравнивания давления, второе отверстие соединено с кольцевым пространством обоих затрубных
- 15 барьеров. В первом положении вторая часть прохода имеет третье отверстие 53, сообщаемое по текучей среде с первым затрубным пространством или вторым затрубным пространством. Первая часть 25 поршня имеет наружный диаметр, совпадающий с внутренним диаметром первой части ID_1 прохода, а вторая часть 26 поршня имеет наружный диаметр, совпадающий с внутренним диаметром второй части
- 20 ID_2 прохода. Первая поршневая часть 25 и вторая поршневая часть 26 первого поршня соединены промежуточной частью 29. Первая поршневая часть имеет меньшую площадь поперечного сечения, чем вторая поршневая часть. Первая поршневая часть имеет первую площадь A_1 , на которую может давить текучая среда, а вторая поршневая часть имеет вторую площадь A_2 , на которую может давить текучая среда. Промежуточная часть 29
- 25 имеет наружный диаметр OD_1 , который меньше, чем первый наружный диаметр OD_1 первой поршневой части и второй наружный диаметр OD_2 второй поршневой части. Таким образом, промежуточная часть имеет меньшую площадь поперечного сечения, чем первая поршневая часть и вторая поршневая часть. Вторая часть 26 поршня отделяет вторую часть прохода от третьей части 30 прохода. Первый поршень 23 имеет сквозной
- 30 проход 57, обеспечивающий сообщение по текучей среде между первой частью 27 прохода и третьей частью 30 прохода, так что давление текучей среды в первой части 27 прохода выравнивается с давлением текучей среды в третьей части 30 прохода. Разность площадей между первой поршневой частью и второй поршневой частью приведет к перемещению поршня из первого положения в третье положение, и, следовательно,
- 35 срезной штифт 91 выполнен с возможностью зацепления со второй поршневой частью

так, что первый поршень перемещается после того, как разжимные металлические муфты были разжаты, и давление увеличивается. В третьем положении текучая среда может протекать между третьим отверстием 53 и вторым отверстием 52 снаружи промежуточной части 29, как показано на фиг.3В. Клапанный узел дополнительно содержит крепежные средства 61, предотвращающие возвращение первого поршня в первое положение. Крепежные средства могут представлять собой по меньшей мере один элемент 62, перемещающийся в радиальном направлении внутрь в третьей части прохода за второй поршневой частью, как показано на фиг.3В. Крепежные средства представляют собой несколько элементов в виде цанг 63, и цанги прижимаются в радиальном направлении

5
10

внутри гибким кольцом 64.

Система затрубных барьеров может дополнительно содержать блок 11 выравнивания давления, как показано на фиг.5. Клапанный узел 5 с фиг.3В может быть соединен с первым или вторым затрубным пространством через блок 11 выравнивания давления с фиг.5, так что большее из первого и второго давлений выравнивается с давлением ограниченного пространства. Третье отверстие 53 клапанного узла 5 соединено с блоком 11 выравнивания давления так, что в третьем положении большее из первого и второго давлений выравнивается с давлением ограниченного пространства, а также может быть выровнено с кольцевым пространством затрубного барьера.

15

Под «положением» подразумевается изменение положения, например, поршня, а также режима или состояния так, что одно положение может быть закрытым состоянием срезного диска, а другое положение может быть разрушенным и открытым состоянием срезного диска. Таким образом, срезной диск меняет положение, и клапанный узел, содержащий срезной диск, также меняет положение.

20

Блок 11 выравнивания давления с фиг.5 имеет первый проем 31, сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проем 32, сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проем 33, сообщающийся по текучей среде с клапанным узлом 5, причем блок выравнивания давления имеет первое положение блока, в котором первый проем сообщается по текучей среде с третьим проемом, и второе положение, в котором второй проем сообщается по текучей среде с третьим проемом.

25
30

Как показано на фиг.4А-4С, клапанный узел 5 имеет второй поршень 70, перемещающийся во втором проходе 71. Первый поршень 70 имеет первую поршневую часть 72, имеющую первый наружный диаметр OD_1 , и вторую поршневую часть 73, имеющую второй наружный диаметр OD_2 , который больше, чем первый наружный диаметр. В первом положении второй поршень разделяет второй проход 71 на первую

35

часть 74 прохода и вторую часть 75 прохода. В первом положении вторая часть прохода имеет четвертое отверстие 54, сообщающееся по текучей среде со вторым отверстием, а первая часть прохода имеет пятое отверстие 55, сообщающееся по текучей среде с ограниченным пространством. Вторая поршневая часть 73 второго поршня 70 отделяет 5 вторую часть 75 прохода от третьей части 79 прохода. Первая часть 74 второго прохода клапанного узла имеет шестое отверстие 56, сообщающееся по текучей среде с первым или вторым затрубным пространством, или с обоими (не одновременно), если шестое отверстие соединено с блоком выравнивания давления. Первая поршневая часть 72 и 10 вторая поршневая часть 73 второго поршня могут быть соединены промежуточной частью 76. Первая поршневая часть 72 второго поршня имеет меньшую площадь поперечного сечения, чем вторая поршневая часть. Первая поршневая часть 72 второго поршня имеет первую площадь A_1 , а вторая поршневая часть 73 второго поршня 70 имеет вторую 15 площадь A_2 . Промежуточная часть 76 второго поршня имеет наружный диаметр, меньший, чем первый наружный диаметр OD_{P1} первой поршневой части и второй наружный диаметр OD_{P2} второй поршневой части 73, чтобы облегчить прохождение 20 потока, но наружный диаметр промежуточной части 76 также может быть таким же, как у первой поршневой части в другом варианте осуществления. Первый наружный диаметр OD_{P1} соответствует внутреннему диаметру ID_{1S} первой части 74 прохода, а второй наружный диаметр OD_{P2} соответствует внутреннему диаметру ID_{2S} первой части 74 25 прохода. Промежуточная часть 76 второго поршня 70 может иметь меньшую площадь поперечного сечения, чем первая поршневая часть 72 и вторая поршневая часть 73. Промежуточная часть 76 второго поршня 70 имеет центральное отверстие 77 в центральный проход 78, соединяющее по текучей среде вторую часть 75 и третью часть 79 30 второго прохода. Центральный проход не является сквозным проходом, поскольку первая поршневая часть является сплошной. Таким образом, давление текучей среды во второй части прохода такое же, как и в третьей части прохода, и из-за разницы площадей между первой поршневой частью 72 и второй поршневой частью 73 давление будет заставлять поршень двигаться, и для предотвращения этого до разжимания кольцевого пространства 35 второй срезной штифт 92 зацепляется со второй поршневой частью. Вторым срезной штифт 92 во втором поршне имеет более низкий предел сдвига, чем у первого срезного штифта 91 в первом поршне. Таким образом, первый срезной штифт 91 выполнен с возможностью разрушения после второго срезного штифта 92. Вторым поршень имеет крепежные средства 61, препятствующие возвращению второго поршня в первое положение. Крепежные средства 61 могут представлять собой по меньшей мере один 40 элемент 62, перемещающийся в радиальном направлении внутрь в третьей части прохода

за второй поршневой частью. Крепежные средства представляют собой несколько элементов в виде цанг 63. Элементы прижимаются в радиальном направлении внутрь гибким кольцом 64. Поршни 23, 70 имеют уплотнительные средства 88.

Как показано на фиг.4А, клапанный узел находится в своем первом положении, также называемом режимом разжимания, в котором текучая среда под давлением из прохода, имеющая первое заданное давление, протекает в первое отверстие 51 мимо первой части 27 прохода ко второму отверстию 52 и в канал 58 для текучей среды к затрубным барьерам и четвертому отверстию 54. В первом положении четвертое отверстие не соединено по текучей среде с пятым или шестым отверстием – только со второй частью 75 прохода и третьей частью 79 прохода. Второй срезной штифт удерживает второй поршень на месте во время разжимания затрубных барьеров, а первый срезной штифт 91 удерживает первый поршень на месте во время разжимания разжимных металлических муфт затрубных барьеров. В первом положении пятое и шестое отверстия 55, 56 сообщаются по текучей среде, в результате чего во время разжимания ограниченное пространство сообщается по текучей среде с третьим проемом блока выравнивания давления, так что в замкнутом пространстве отсутствует удержание давления. После разжимания затрубных барьеров давление возрастает до второго заданного давления, достаточно высокого для срезания второго срезного штифта 92, так что второй поршень перемещается во второе положение клапанного узла 5, как показано на фиг.4В, и произойдет небольшое падение давления, что подтверждает, что клапанный узел теперь находится в режиме испытания, то есть во втором положении. Во втором положении давление дополнительно возрастает с увеличением до третьего заданного давления в ограниченном пространстве и в кольцевом пространстве как первого, так и второго затрубных барьеров. Третье заданное давление поддерживается в течение заданного периода времени, чтобы проверить, не протекает ли ограниченное пространство. Если давление может поддерживаться, то барьер, то есть первый и второй затрубные барьеры, считается проверенным, а если давление не может поддерживаться, то один из первого и второго затрубных барьеров недостаточно плотно прилегает к стенке. Третье заданное давление ниже, чем то, которое необходимо для разрушения первого срезного штифта 91. Затем давление увеличивают до четвертого заданного давления, и срезной штифт 91 разрушается, позволяя первому поршню перемещаться, и клапанный узел меняет положение на третье положение, как показано на фиг.4С. В третьем положении сообщение по текучей среде с проходом закрыто, и обеспечено сообщение по текучей среде между вторым отверстием и третьим отверстием, соединенным с третьим проемом блока выравнивания давления, тем самым обеспечивая сообщение по текучей среде между

блоком выравнивания давления, затрубными барьерами и ограниченным пространством. Таким образом, в третьем положении давление в первом или втором затрубном пространстве (в зависимости от положения блока выравнивания давления) выравнивается с давлением в кольцевых пространствах и ограниченном пространстве. Как показано на 5 фиг.4А-4С, первый и второй проходы могут быть предусмотрены в одном и том же клапанном блоке 93, который обозначен пунктирной линией, или в двух блоках, соединенных по текучей среде с гидравлическими линиями с созданием каналов для текучей среды.

Как показано на фиг.5, блок 11 выравнивания давления имеет первое положение 10 блока, обеспечивающее сообщение по текучей среде между первым затрубным пространством и ограниченным пространством через клапанный узел, если первое давление выше, чем второе давление, и второе положение блока, обеспечивающее сообщение по текучей среде между вторым затрубным пространством и ограниченным пространством через клапанный узел, если второе давление выше, чем первое давление. 15 Таким образом, третий проем блока 11 выравнивания давления соединен с шестым отверстием для предотвращения удержания давления в ограниченном пространстве во время разжимания, когда клапанный узел находится в своем первом положении, обеспечивая сообщение по текучей среде между пятым и шестым отверстиями. Третий проем блока 11 выравнивания давления также соединен с третьим отверстием так, что в 20 третьем положении наибольшее давление в первом и втором затрубных пространствах выравнивается с давлением в ограниченном пространстве и кольцевых пространствах первого и второго затрубных барьеров. Третий проем не соединен по текучей среде с шестым отверстием и третьим отверстием одновременно. Благодаря тому, что третье отверстие соединено по текучей среде с блоком выравнивания давления в третьем 25 положении, обеспечивается постоянное выравнивание наибольшего давления из первого и второго давления с давлением в ограниченном пространстве и затрубных барьерах. Таким образом, гарантируется, что первый затрубный барьер либо не испытывает перепада давления через барьер (если первое давление в первом затрубном пространстве выше, чем второе давление во втором затрубном пространстве), либо что давление в ограниченном 30 пространстве выше, чем первое давление в первом затрубном пространстве. Отсутствие какого-либо перепада давления через барьер не является проблемой для сопротивления разрушению затрубного барьера. Таким образом, первый затрубный барьер подвергается такому же перепаду давления, как и при испытании первого затрубного барьера во время повышения давления в ограниченном пространстве, где клапанный узел находится во 35 втором положении. Аналогичным образом, гарантируется, что второй затрубный барьер

либо не испытывает перепада давления через барьер (если второе давление во втором затрубном пространстве выше, чем первое давление в первом затрубном пространстве), либо что давление в ограниченном пространстве выше, чем второе давление во втором затрубном пространстве. Таким образом, второй затрубный барьер подвергается такому же перепаду давления, как и при его испытании во время повышения давления в замкнутом пространстве, где клапанный узел находится во втором положении.

Как показано на фиг.5, блок 11 выравнивания давления содержит элемент 20, выполненный с возможностью перемещения по меньшей мере между первым положением блока и вторым положением блока. Блок выравнивания давления имеет первый проем 31, который сообщается по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проем 32, который сообщается по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проем 33, который сообщается по текучей среде с ограниченным пространством 10 через клапанный узел 5. В первом положении блока первый проем сообщается по текучей среде с третьим проемом, выравнивая первое давление P_1 с ограниченным давлением P_c через клапанный узел, а во втором положении блока второй проем 32 сообщается по текучей среде с третьим проемом 33, выравнивая второе давление P_2 с ограниченным давлением P_c через клапанный узел 5. В первом положении блока первое давление P_1 выше, чем второе давление P_2 , а во втором положении блока второе давление P_2 выше, чем первое давление P_1 .

Как показано на фиг.4В, ограниченное пространство отсоединено по текучей среде от третьего проема и шестого отверстия во втором положении и, таким образом, отсоединено от первого затрубного пространства и второго затрубного пространства.

Как можно видеть на фиг.2, система затрубных барьеров содержит как клапанный узел 5, так и блок 11 выравнивания давления. Первый канал 21 для текучей среды первой линии соединяет по текучей среде первый проем блока 11 выравнивания давления с первым затрубным пространством на другой стороне первого затрубного барьера 1А, а второй канал 22 для текучей среды второй линии соединяет по текучей среде второй проем блока 11 выравнивания давления со вторым затрубным пространством на другой стороне второго затрубного барьера 1В. Таким образом, первый канал 21 для текучей среды расположен между разжимной металлической муфтой 8 и трубчатой металлической частью 7 первого затрубного барьера 1, 1А, а второй канал 22 для текучей среды расположен между разжимной металлической муфтой 8 и трубчатой металлической частью 7 второго затрубного барьера 1, 1В.

Как можно видеть на фиг.6А и 6В, блок 11 выравнивания давления имеет поршень 37, перемещающийся между первым положением, показанным на фиг.6А, и вторым

положением, показанным на фиг.6В. Блок 11 выравнивания давления имеет первый проем 31, сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством 101, второй проем 32, сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством 102, и третий проем 33, сообщающийся по текучей среде с ограниченным пространством 10.

5 Узел 11 выравнивания давления имеет проход 34, в котором скользит поршень 37, разделяя проход на первую камеру 35 и вторую камеру 36. Проход имеет поверхность 39 прохода, а поршень имеет первое углубление 44, обеспечивающее наличие первой полости 41 с поверхностью 39 прохода, и второе углубление 45, обеспечивающее наличие второй полости 42 с поверхностью 39 прохода. В первом положении первая полость 41
10 обеспечивает сообщение по текучей среде между первым проемом 31 и третьим проемом 33, а во втором положении вторая полость 42 обеспечивает сообщение по текучей среде между вторым проемом 32 и третьим проемом 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
15 36 с первой полостью 41. При этом более высокое давление первого и второго затрубных пространств толкает поршень так, что, если наибольшее давление находится в первом затрубном пространстве, поршень перемещается во второе положение, в результате чего более низкое давление во втором затрубном пространстве выравнивается с давлением в ограниченном пространстве. Таким образом, поршень перемещается между первым и
20 вторым положением, и в первом положении второй проем 32 отсоединяется от третьего проема и ограниченного пространства, а во втором положении первый проем 31 отсоединяется от третьего проема и ограниченного пространства. Тем самым блок 11 выравнивания давления обеспечивает, чтобы давление не удерживалось в ограниченном пространстве; однако первый затрубный барьер и второй затрубный барьер подвергаются
25 воздействию другого перепада давления, чем при испытании и проверке барьера. Тем не менее, барьер все еще проверяется на этапе испытания во втором положении.

Как показано на фиг.2, разжимная металлическая муфта может быть соединена с трубчатой металлической частью посредством соединительных частей 64В.

Как показано на фиг.5, узел 11 выравнивания давления содержит элемент 20,
30 выполненный с возможностью перемещения между первым положением узла (перемещение к концу 36В на фиг.5) и вторым положением узла (перемещение к концу 36А на фиг.5), сжимая податливый материал. Блок 11 выравнивания давления имеет первый проем 31, который сообщается по текучей среде с первым затрубным пространством 101, и второй проем 32, который сообщается по текучей среде со вторым
35 затрубным пространством 102, и блок 11 выравнивания давления имеет третий проем 33,

который сообщается по текучей среде с кольцевым пространством 15 и ограниченным пространством через клапанный узел, когда находится в третьем положении, так что первый поршень блокирует первое отверстие 51. Первый проем 31 сообщается по текучей среде с третьим проемом 33 для выравнивания первого давления первого затрубного пространства 101 с давлением кольцевого пространства и ограниченного пространства в первом положении блока и когда клапанный узел находится в третьем положении; а во втором положении блока второй проем 32 сообщается по текучей среде с третьим проемом 33 для выравнивания второго давления второго затрубного пространства с давлением кольцевого пространства и ограниченного пространства в первом положении блока и когда клапанный узел находится в третьем положении.

В проходе 9 может повышаться давление сверху/с поверхности, или в зоне в проходе может повышаться давление с помощью инструмента, изолирующего зону напротив затрубных барьеров.

Как показано на фиг.8, система затрубных барьеров содержит три затрубных барьера 1, 1A, 1B, 1C. Разжатые первый и второй затрубные барьеры 1A, 1B охватывают ограниченное пространство 10, а разжатые второй и третий затрубные барьеры 1B, 1C охватывают другое ограниченное пространство 10. Два ограниченных пространства 10 соединены по текучей среде посредством канала для текучей среды (не показан), а затрубные барьеры 1 соединены по текучей среде через другие каналы 18 для текучей среды. Таким образом, все затрубные барьеры могут быть полностью приведены в действие при наибольшем из дифференциального давления либо первого затрубного пространства 101, либо второго затрубного пространства 102. Если система затрубных барьеров содержит более трех затрубных барьеров, они будут соединены по текучей среде аналогичным образом для соединения по текучей среде ограниченных пространств и, отдельно, для соединения по текучей среде затрубных барьеров. Иногда может существовать неопределенность относительно того, где именно должны быть расположены затрубные барьеры, и поэтому оператор хотел бы использовать три или более затрубных барьера. Также, когда для предотвращения повреждения на слабой породе требуется очень высокая осевая нагрузка, оператор может также использовать три или более затрубных барьера.

При использовании трех или более затрубных барьеров узел 11 выравнивания давления расположен таким же образом, как и при наличии двух затрубных барьеров, и первый проем 31 сообщается по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проем 32 сообщается по текучей среде со вторым затрубным пространством, а третий проем 33 сообщается по текучей среде с клапанным узлом 5. Для предотвращения

удержания давления в одном из ограниченных пространств, поскольку такое удерживаемое давление может привести к срезанию срезного штифта, требующему более высокого давления, третий проем 33 соединен по текучей среде с третьим отверстием клапанного узла так, что срезной штифт 91 испытывает давление в проходе с одной стороны и наибольшее давление первого или второго затрубного пространства и, таким образом, срезается в тех же условиях, что и при использовании двух затрубных барьеров.

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» понимается любой тип газовой смеси, присутствующей в скважине, законченной или не закрепленной обсадными трубами, а под «нефтью» понимается любой тип нефтяной смеси, например, сырая нефть, нефтесодержащая текучая среда и так далее. 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» или «скважинной трубчатой металлической конструкцией» подразумевается любой вид трубы, трубчатого элемента, трубопровода, хвостовика, колонны труб и т. д., используемый 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 выдвижные рычаги, имеющие колеса, которые контактируют с внутренней поверхностью обсадной колонны для продвижения трактора и инструмента вперед в обсадной колонне. Скважинный трактор представляет собой любой тип приводного инструмента, способного толкать или тянуть инструменты в скважине, такой как Well Tractor®.

Хотя изобретение было описано выше в его предпочтительных вариантах осуществления, специалисту в данной области техники будет очевидно, что возможно несколько модификаций без отклонения от сущности изобретения, определенной нижеследующей формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система (100) затрубных барьеров для заканчивания скважины (2) со скважинной трубчатой металлической конструкцией (3), содержащая:

скважинную трубчатую металлическую конструкцию и первый затрубный барьер (1, 1A) и второй затрубный барьер (1, 1B), причем каждый затрубный барьер содержит:

- трубчатую металлическую часть (7), имеющую проход (9) и установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции,

- разжимную металлическую муфту (8), окружающую трубчатую металлическую часть, причем каждый конец (12) разжимной металлической муфты соединен с трубчатой металлической частью, и

- кольцевое пространство (15) между разжимной металлической муфтой и трубчатой металлической частью,

причем каждый затрубный барьер вводится и устанавливается в скважине для примыкания к стенке (4) скважины, обеспечивая ограниченное пространство (10), имеющее ограниченное давление (P_c) между стенкой, частью скважинной трубчатой металлической конструкции (3A), первым затрубным барьером и вторым затрубным барьером так, что первый затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от первого затрубного пространства (101), имеющего первое давление (P_1), а второй затрубный барьер изолирует ограниченное пространство от второго затрубного пространства (102), имеющего второе давление (P_2),

причем система затрубных барьеров содержит клапанный узел (5), имеющий первое положение, в котором проход сообщается по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера для разжимания разжимной металлической муфты, и второе положение, в котором проход сообщается по текучей среде с ограниченным пространством для выполнения проверки барьера путем повышения давления в ограниченном пространстве.

2. Система затрубных барьеров по п.1, в которой клапанный узел (5) дополнительно содержит третье положение, в котором сообщение по текучей среде с проходом закрыто.

3. Система затрубных барьеров по п. 1 или 2, в которой во втором положении проход сообщается по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из затрубных барьеров.

4. Система затрубных барьеров по любому из предшествующих пунктов, в которой в первом положении проход отсоединен по текучей среде от ограниченного пространства.

5. Система затрубных барьеров по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая блок (11) выравнивания давления, имеющий первый проем (31), сообщающийся по текучей среде с первым затрубным пространством, второй проем (32), сообщающийся по текучей среде со вторым затрубным пространством, и третий проем (33), сообщающийся по текучей среде с клапанным узлом (5), причем блок выравнивания давления имеет первое положение блока, в котором первый проем сообщается по текучей среде с третьим проемом, и второе положение, в котором второй проем сообщается по текучей среде с третьим проемом.

6. Система затрубных барьеров по п.5, в которой в первом положении клапанного узла третий проем (33) сообщается по текучей среде с ограниченным пространством (10) через клапанный узел, предотвращая удержание давления в ограниченном пространстве во время разжимания разжимных металлических муфт.

7. Система затрубных барьеров по п.5 или 6, в которой в третьем положении клапанного узла третий проем (33) сообщается по текучей среде с кольцевым пространством (15).

8. Система затрубных барьеров по любому из пп.5-7, в которой в третьем положении клапанного узла третий проем (33) сообщается по текучей среде с ограниченным пространством (10).

9. Система затрубных барьеров по любому из пп.5-8, в которой в первом положении блока первое затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством через клапанный узел, а во втором положении блока второе затрубное пространство сообщается по текучей среде с ограниченным пространством через клапанный узел; причем в первом положении блока первое давление выше, чем второе давление, а во втором положении второе давление выше, чем первое давление.

10. Система затрубных барьеров по любому из пп.5-9, в которой клапанный узел имеет первый поршень (23), перемещающий первый проход (24), причем первый поршень имеет первую поршневую часть (25) и вторую поршневую часть (26); в первом положении первая поршневая часть разделяет первый проход на первую часть (27) прохода и вторую часть (28) прохода; и в первом положении первая часть прохода имеет первое отверстие (51), сообщающееся по текучей среде с проходом, и второе отверстие (52), сообщающееся по текучей среде с кольцевым пространством по меньшей мере одного из первого затрубного барьера и второго затрубного барьера; и в первом положении вторая часть

прохода имеет третье отверстие (53), сообщающееся по текучей среде с первым затрубным пространством или вторым затрубным пространством.

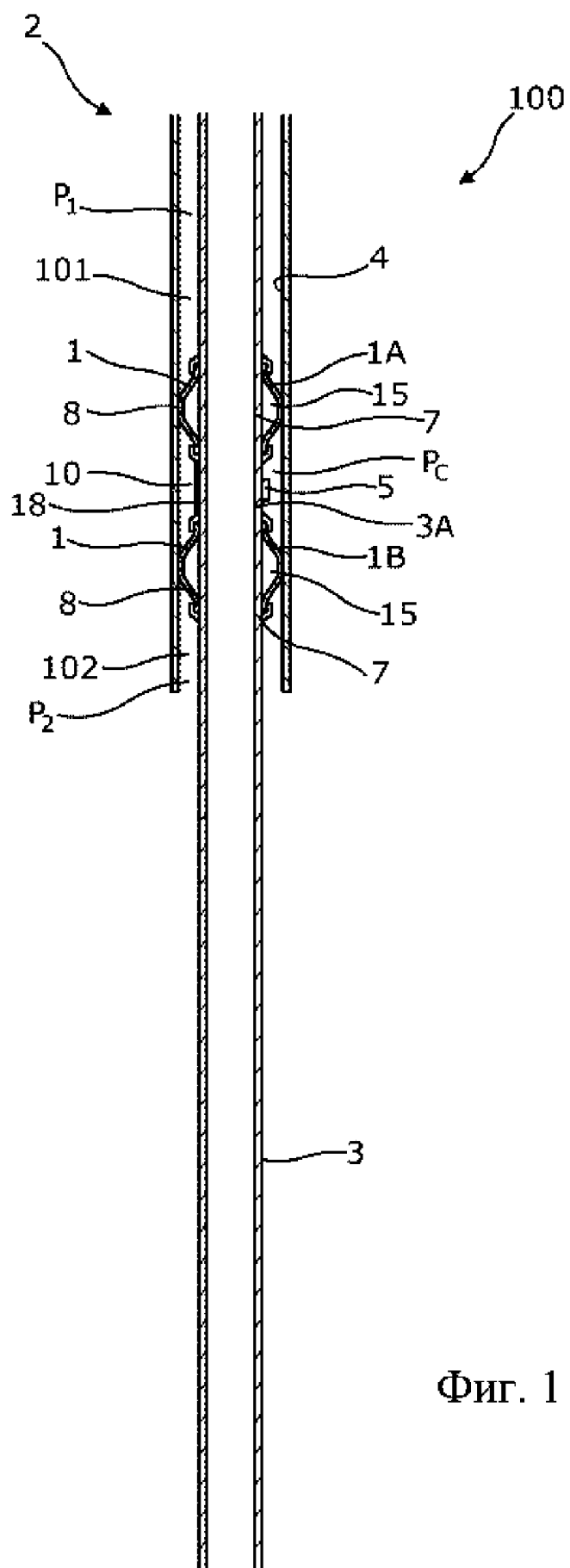
11. Система затрубных барьеров по п.10, в которой второе отверстие во втором положении сообщается по текучей среде с ограниченным пространством.

12. Система затрубных барьеров по п.10, в которой клапанный узел переходит в третье положение, когда первый поршень (23) перемещается в первом проходе (24), и в третьем положении первый поршень блокирует сообщение по текучей среде с проходом.

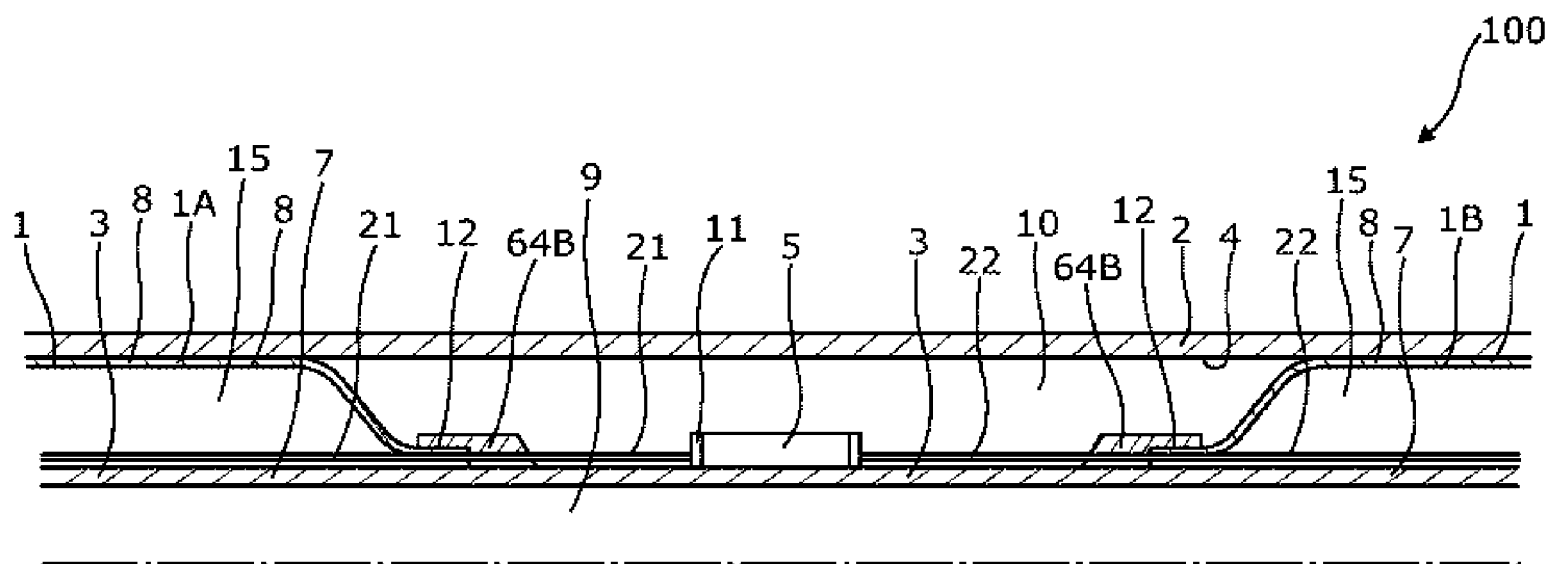
13. Система затрубных барьеров по любому из пп.5-12, в которой клапанный узел имеет второй поршень (70), перемещающий второй проход (71), причем второй поршень имеет первую поршневую часть (72) и вторую поршневую часть (73); в первом положении второй поршень разделяет второй проход на первую часть (74) прохода и вторую часть (75) прохода, и в первом положении вторая часть прохода имеет четвертое отверстие (54), сообщающееся по текучей среде со вторым отверстием, а первая часть прохода имеет пятое отверстие (55), сообщающееся по текучей среде с ограниченным пространством.

14. Система затрубных барьеров по любому из предшествующих пунктов, в которой клапанный узел дополнительно содержит первый срезной штифт (91), зацепляющийся с первым поршнем для предотвращения перемещения первого поршня до разжимания разжимных металлических муфт затрубных барьеров.

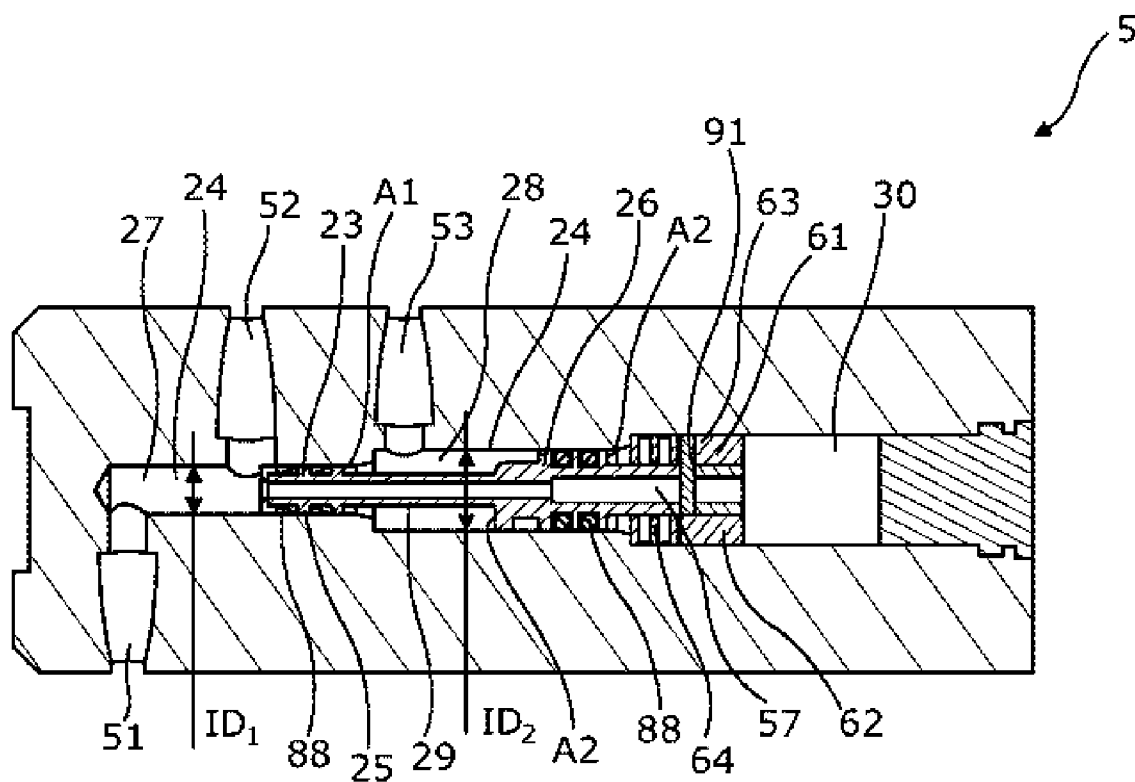
15. Система затрубных барьеров по любому из предшествующих пунктов, в которой клапанный узел дополнительно содержит второй срезной штифт (92), зацепляющийся со вторым поршнем для предотвращения перемещения второго поршня до разжимания разжимных металлических муфт затрубных барьеров, причем первый срезной штифт выполнен с возможностью разрушения после второго срезного штифта.



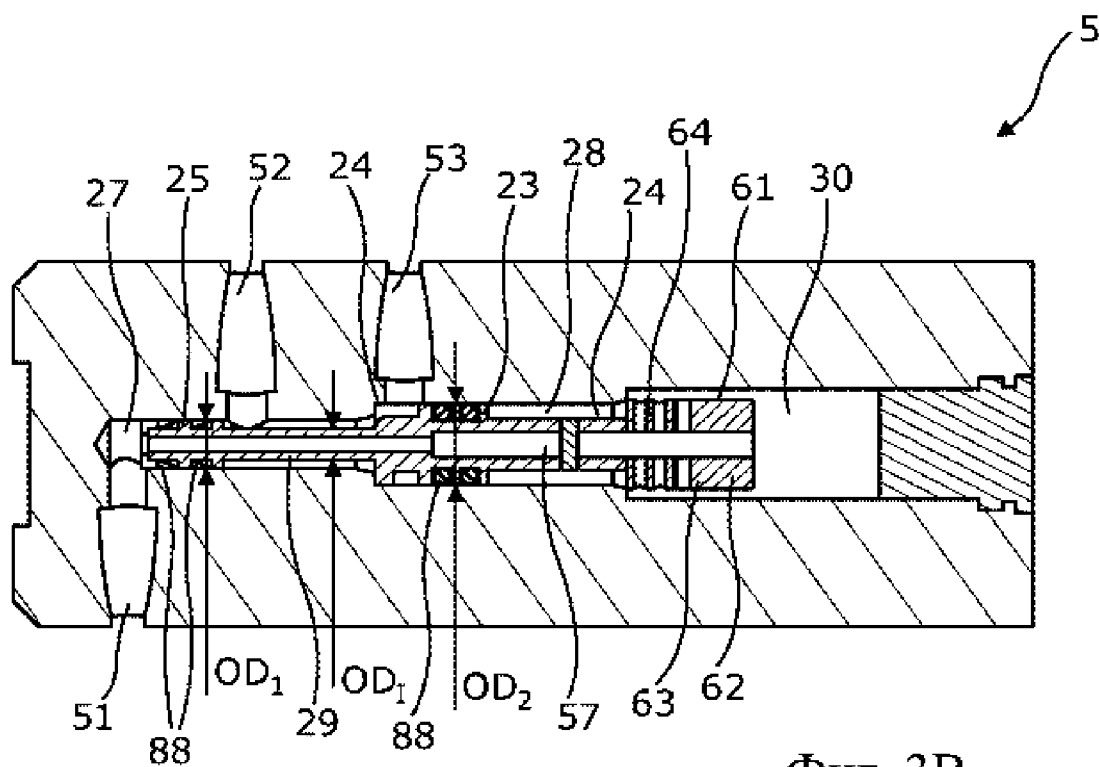
Фиг. 1



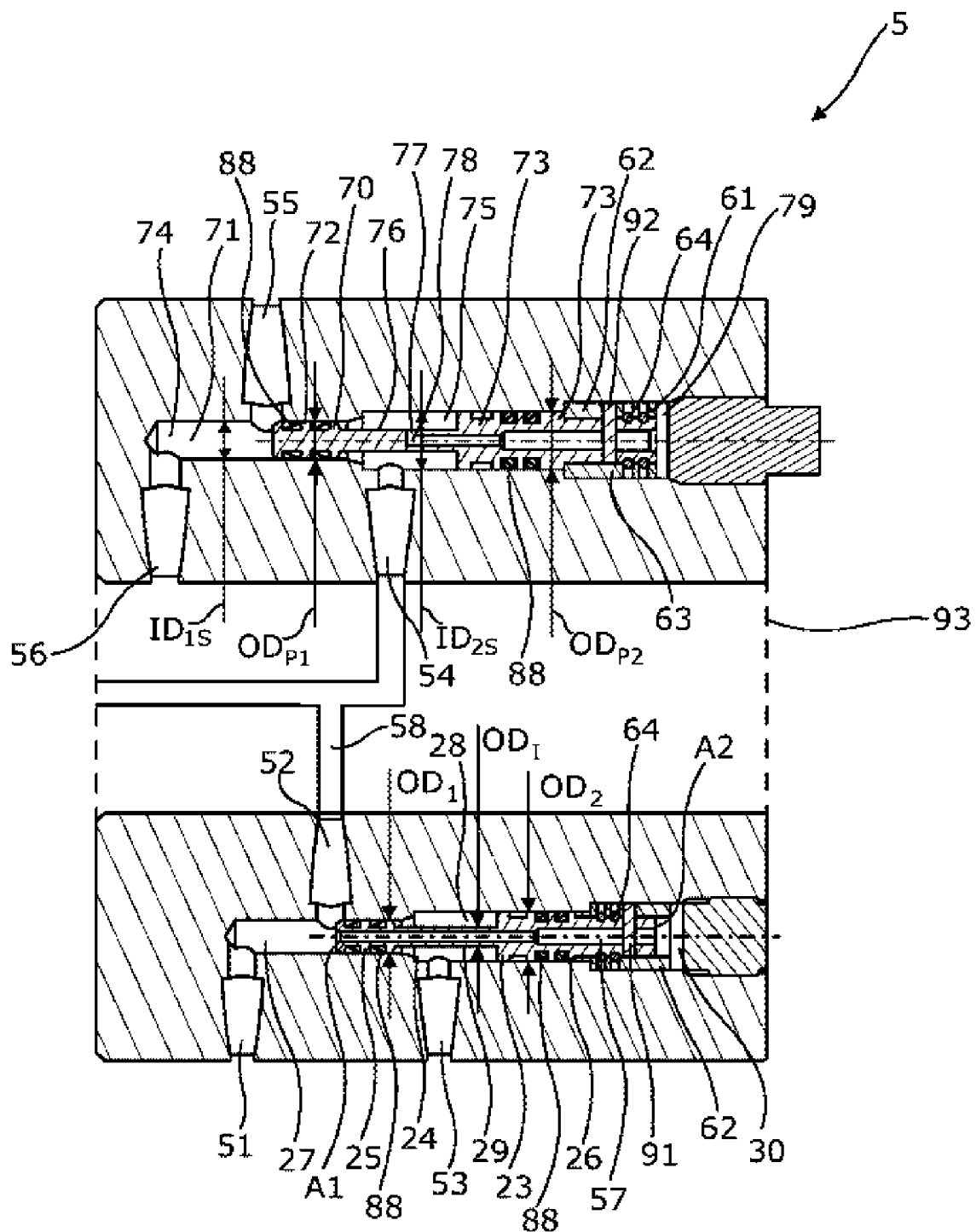
Фиг. 2



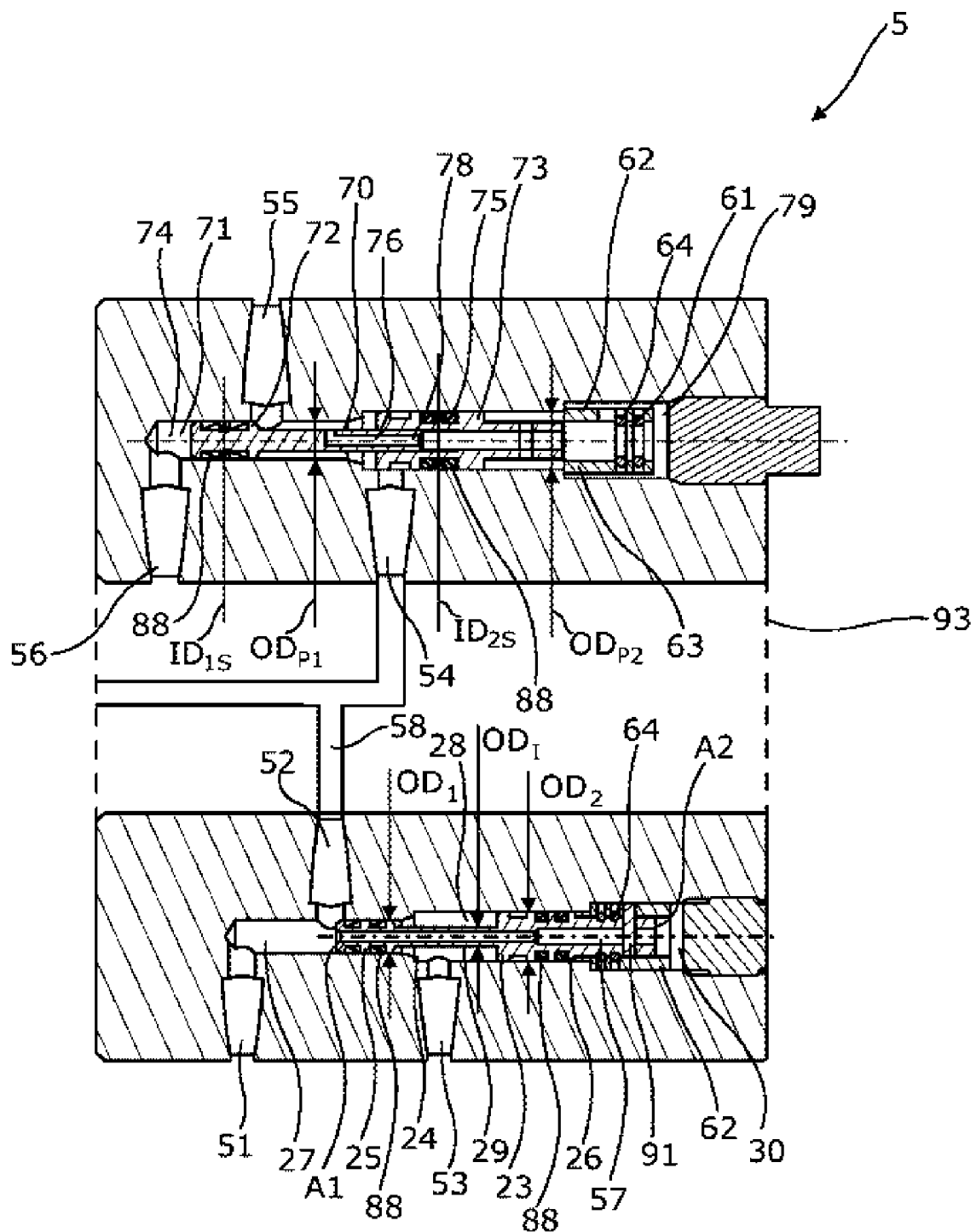
Фиг. 3А



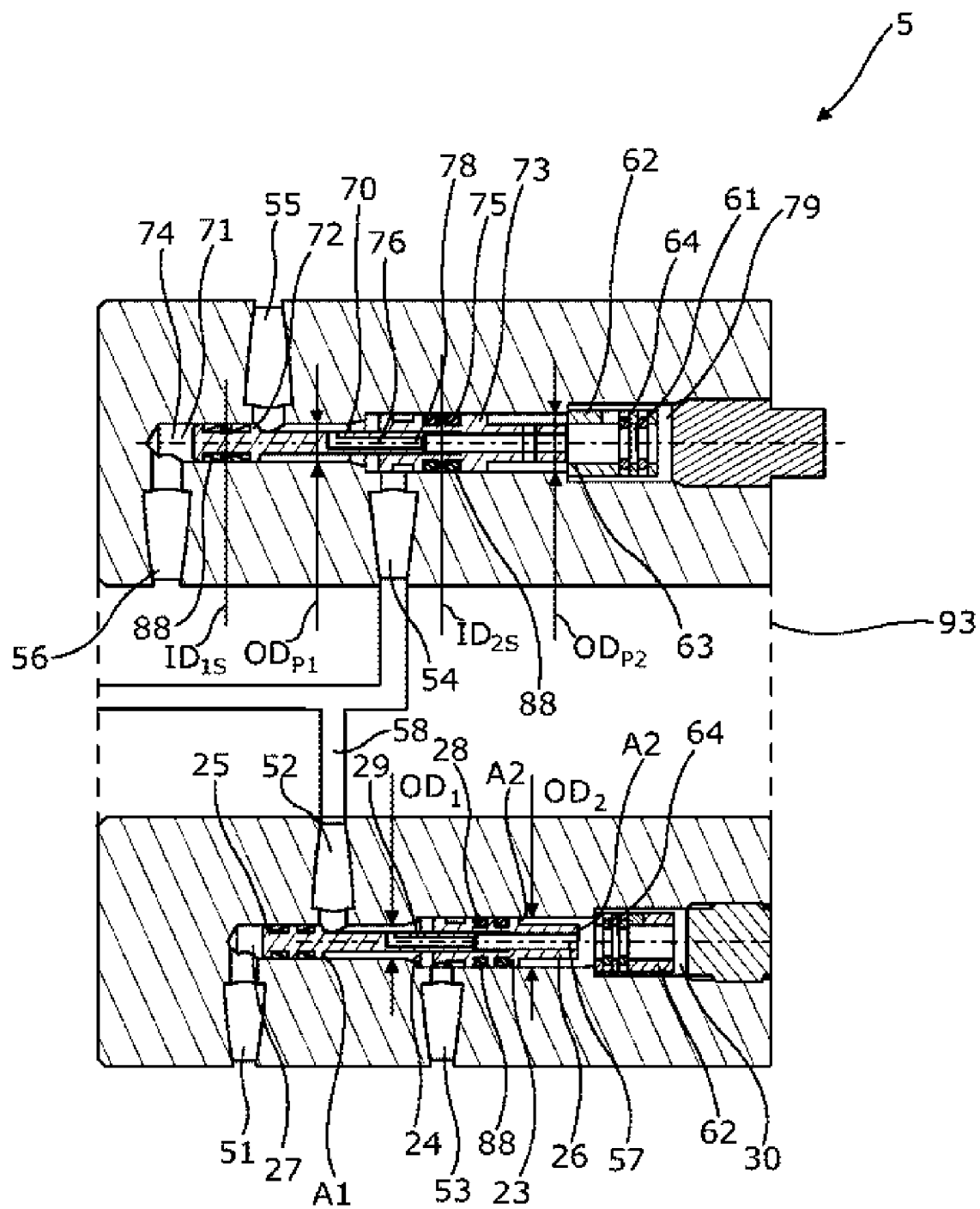
Фиг. 3В



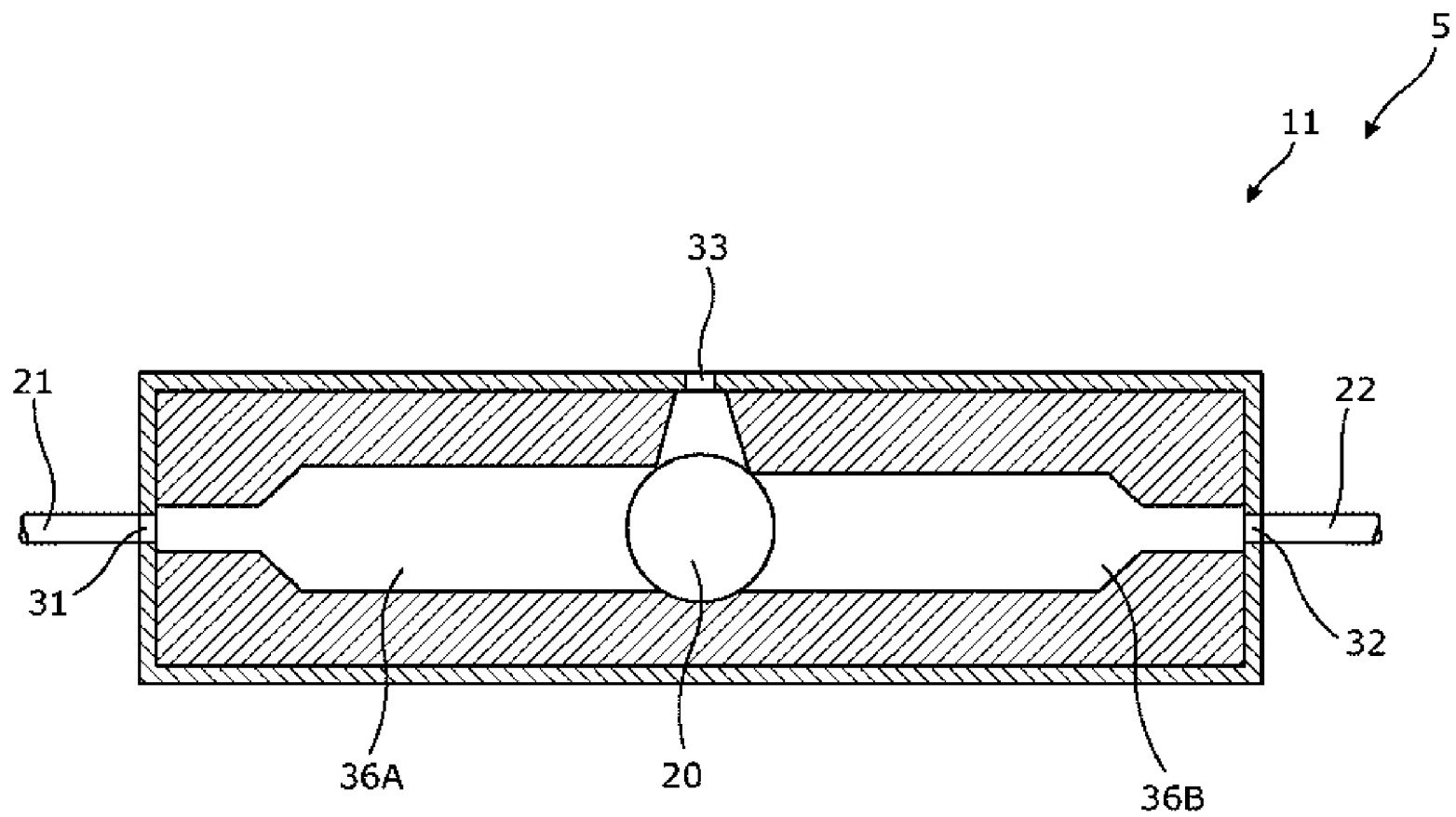
Фиг. 4А



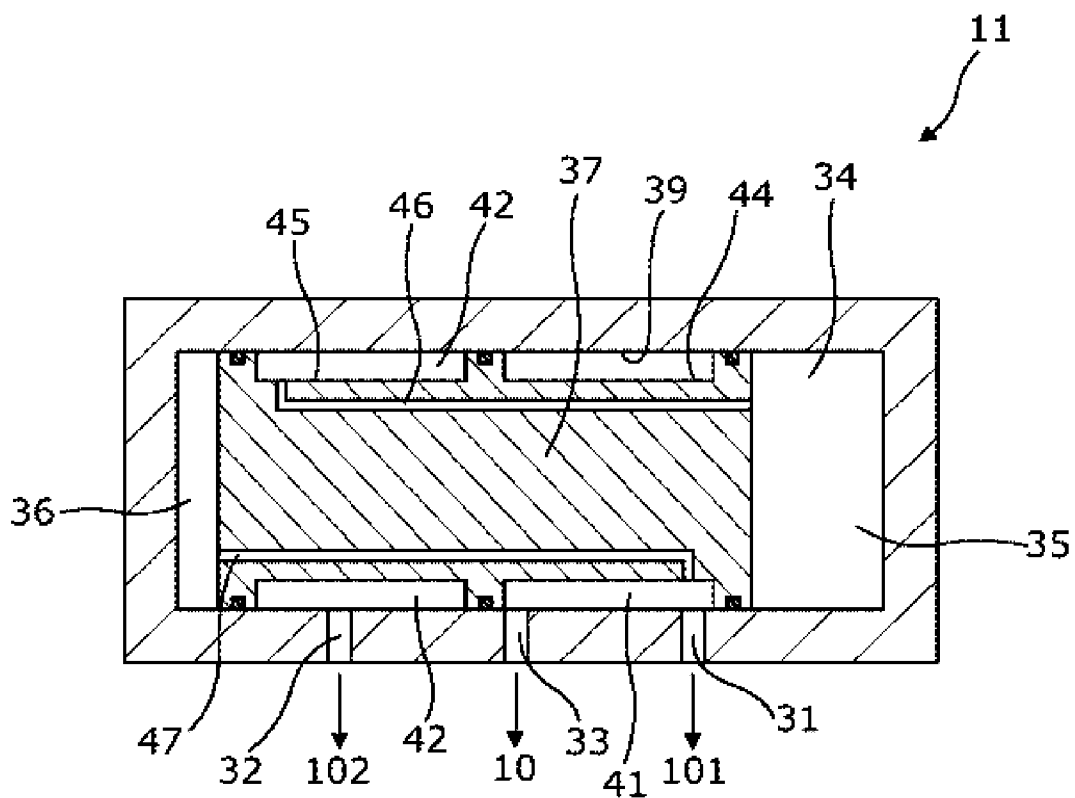
Фиг. 4В



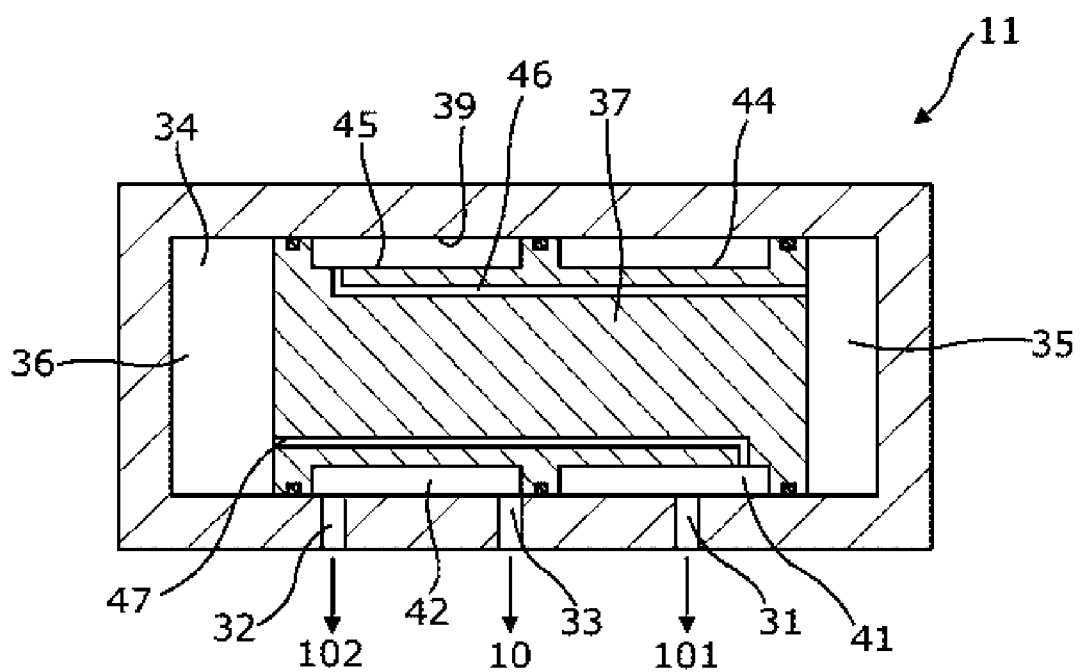
Фиг. 4С



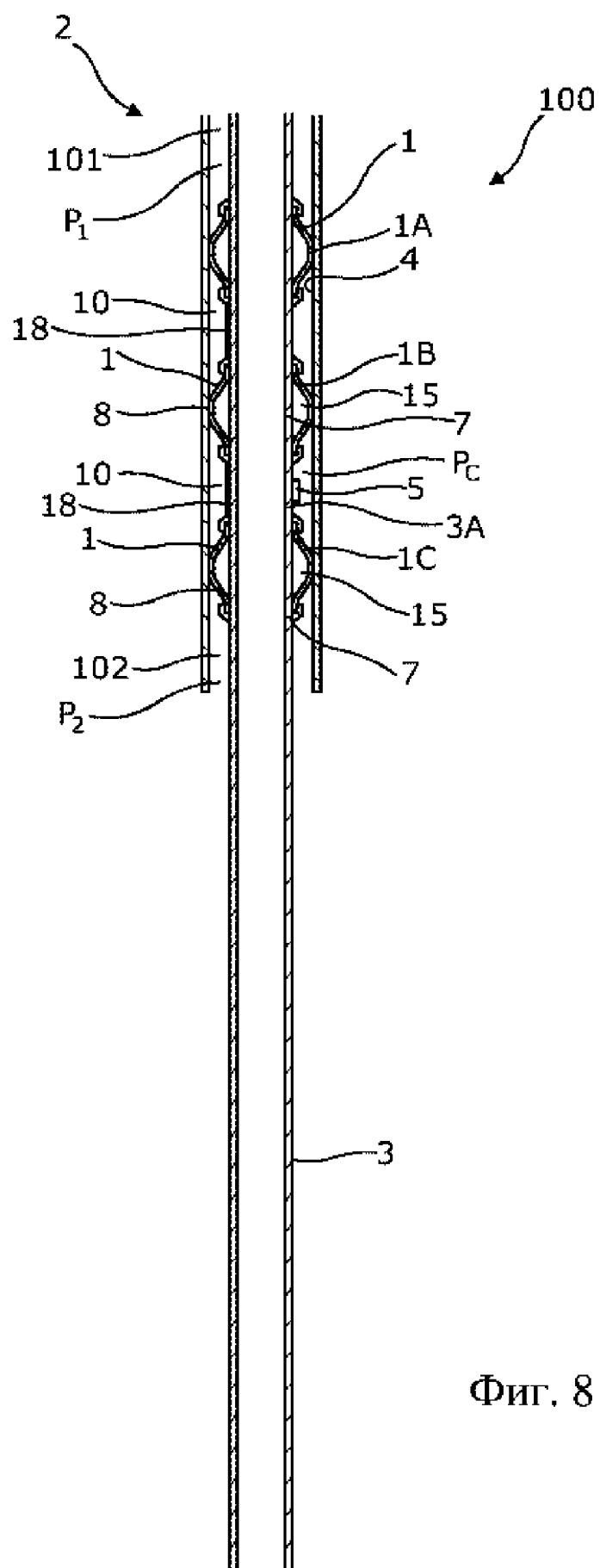
Фиг. 5



Фиг. 6А



Фиг. 6В



Фиг. 8