

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202491721** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.09.18

(51) Int. Cl. *E21B 33/12* (2006.01)
E21B 33/127 (2006.01)
E21B 43/10 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.01.06

(54) **СКВАЖИННАЯ РАСШИРЯЕМАЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ТРУБА**

(31) **22150627.2; 22155204.5**

(72) Изобретатель:
Ревес Васкес Рикардо (СН)

(32) **2022.01.07; 2022.02.04**

(33) **EP**

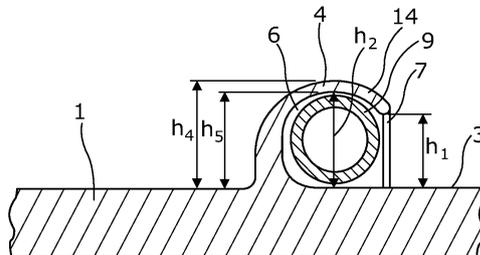
(74) Представитель:
Мадиярова А.С. (KZ)

(86) **PCT/EP2023/050244**

(87) **WO 2023/131683 2023.07.13**

(71) Заявитель:
**ВЕЛЛТЕК МАНУФАКТУРИНГ
ЦЕНТР КОМПЛІШНС АПС (DK)**

(57) Настоящее изобретение относится к скважинной расширяемой металлической трубе, подлежащей расширению в скважине от первого внешнего диаметра до второго внешнего диаметра для упора во внутреннюю поверхность обсадной колонны или ствола скважины, скважинная расширяемая металлическая труба имеет осевую протяженность, периметр и внешнюю поверхность, при этом скважинная расширяемая металлическая труба выполнена из металла по меньшей мере с одним первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом из металла как часть внешней поверхности, обеспечивающим скважинную расширяемую металлическую трубу первым периметрическим выступом, имеющим четвертую высоту, и по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент по меньшей мере частично определяет полость, имеющую отверстие. Кроме того, настоящее изобретение также относится к узлу скважинной расширяемой металлической трубы, дополнительно содержащему по меньшей мере одну концевую трубу, заплату для расширения внутри скважинной трубчатой металлической конструкции для герметизации утечек, перфораций или отверстий в скважинной трубчатой металлической конструкции и кольцевой барьер для расширения в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой конструкцией и внутренней поверхностью ствола скважины или обсадной колонны в скважине для обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины.



A1

202491721

202491721

A1

СКВАЖИННАЯ РАСШИРЯЕМАЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ТРУБА

Описание

Настоящее изобретение относится к скважинной расширяемой металлической трубе, подлежащей расширению в скважине. Кроме того, настоящее изобретение относится к заплате и кольцевому барьеру.

В стволах скважин расширяемые металлические трубы используются для различных целей, например, для герметизации отверстия в обсадной колонне, в виде заплаты или втулки, для обеспечения барьера для потока между внутренней и внешней трубчатой конструкцией или между внутренней трубчатой конструкцией и внутренней стенкой ствола скважины в виде кольцевого барьера или для обеспечения подвешенного устройства хвостовика.

Когда расширяемые металлические трубы используют для герметизации, например, отверстия или зоны, на внешней поверхности расширяемой металлической трубы часто обеспечиваются отдельные уплотнительные элементы для улучшения уплотнительных свойств. Традиционные уплотнительные элементы изготовлены из полимеров и эластомерных материалов, которые, как было показано, обладают недостаточной уплотнительной способностью в высокотемпературных скважинах, таких как геотермальные скважины, и поэтому были разработаны уплотнительные элементы, чтобы быть выполненными из ПТФЭ; однако ПТФЭ доказал недостаточность для уплотнительных элементов, поскольку ПТФЭ, по-видимому, не обладает достаточной гибкостью в высокотемпературных скважинах.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и проблем уровня техники. Более конкретно, задачей является обеспечение скважинной расширяемой металлической трубы с улучшенными уплотнительными свойствами в скважинах с высокими температурами свыше 300°C.

Вышеуказанные задачи, а также многочисленные другие задачи, преимущества и признаки, которые станут очевидными из нижеследующего описания, достигаются решением в соответствии с настоящим изобретением с помощью скважинной расширяемой металлической трубы, подлежащей расширению в скважине от первого внешнего диаметра до второго внешнего диаметра для упора во внутреннюю поверхность обсадной колонны или ствола скважины, скважинная расширяемая металлическая труба имеет осевую

протяженность, периметр и внешнюю поверхность,

при этом скважинная расширяемая металлическая труба выполнена из металла с по меньшей мере одним первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом из металла как частью внешней поверхности, обеспечивающим скважинную расширяемую металлическую трубу первым периметрическим выступом, имеющим четвертую высоту, и по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент по меньшей мере частично определяет полость, имеющую отверстие.

Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы с уплотнительными элементами, выполненными только из металла, скважинная расширяемая металлическая труба может быть использована в высокотемпературных скважинах, в геотермальных скважинах и в системах улавливания и хранения углерода (CCS). Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы без каких-либо элементов из материалов, отличных от металлических, скважинная расширяемая металлическая труба не ограничена температурами существенно ниже 300°C.

Более того, по меньшей мере один встроенный периметрический уплотнительный элемент из металла может образовывать одно монолитное целое со скважинной расширяемой металлической трубой.

Кроме того, скважинная расширяемая металлическая труба может также содержать упругий элемент из металла, расположенный в полости.

Благодаря наличию упругого элемента из металла, расположенного в полости, уплотнительные элементы состоят только из металлического материала, а также являются гибкими и могут быть сжаты при расширении, а после снятия сжатия заполнять небольшой зазор, возникающий во время снижения напряжения металла при снижении давления. Таким образом, благодаря наличию гибкого уплотнительного элемента и упругого элемента скважинная расширяемая металлическая труба может быть использована во всех скважинах, особенно в высокотемпературных скважинах, в геотермальных скважинах и в системах улавливания и хранения углерода (CCS).

Кроме того, полость и отверстие могут продолжаться вдоль по меньшей мере части всего периметра.

В дополнение, отверстие может быть обращено в первом осевом направлении, параллельном осевой протяженности.

Также полость может быть закрыта в радиальном направлении,

перпендикулярном осевой протяженности.

Кроме того, в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности отверстие может иметь первую высоту в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, а полость может иметь вторую высоту в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, первая высота меньше второй высоты.

Более того, в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент может иметь четвертую высоту в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, отверстие может иметь первую высоту в радиальном направлении, и первая высота меньше четвертой высоты.

Дополнительно, в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности встроенный периметрический уплотнительный элемент может иметь С-образную, U-образную или подобную форму.

Более того, скважинная расширяемая металлическая труба может дополнительно содержать разделительный элемент, имеющий третью высоту, которая меньше четвертой высоты по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента.

Разделительный элемент предотвращает чрезмерное сдавливание уплотнительного элемента для его правильного функционирования и таким образом предотвращает его необратимую деформацию. Таким образом, разделительный элемент обеспечивает сохранение гибкости уплотнительного элемента и упругого элемента неизменной во время расширения скважинной расширяемой металлической трубы.

В дополнение, третья высота может быть меньше второй высоты.

Кроме того, разделительный элемент может быть частью по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента или может быть расположен дистально от по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента вдоль осевой протяженности.

Скважинная расширяемая металлическая труба может дополнительно содержать упругий элемент, расположенный в полости.

Также, первый периметрический выступ может иметь дистальный свободный конец и проксимальный конец, соединенный со скважинной

расширяемой металлической трубой, где периметрический выступ может иметь контактную поверхность для контакта с обсадной колонной и/или стволом скважины, где контактная поверхность расположена проксимально к дистальному концу и дистально к проксимальному концу.

5 Таким образом, контактная поверхность может быть расположена между дистальным концом и проксимальным концом.

В дополнение, контактная поверхность может быть расположена на расстоянии от дистального конца, а контактная поверхность может быть расположена ближе к дистальному концу, чем к проксимальному концу.

10 Благодаря наличию контактной поверхности между дистальным концом и проксимальным концом или на расстоянии от дистального конца, сила сжатия во время расширения действует на более гибкую часть периметрического выступа, гарантируя, что изгиб происходит предполагаемым образом, так что периметрический выступ обеспечивает предполагаемый изгиб назад для
15 поддержания контакта со стенкой ствола скважины или скважинной трубчатой металлической конструкцией. Таким образом, имея контактную поверхность между дистальным концом и проксимальным концом или на расстоянии от дистального конца, периметрический выступ после снятия сжатия заполняет
20 небольшой зазор, возникающий во время снижения напряжения металла при снижении давления, и непреднамеренная пластическая деформация исключается.

Кроме того, первый периметрический выступ может быть выполнен с возможностью упругой деформации только части первого периметрического выступа.

25 Дополнительно, разделительный элемент может иметь более высокий модуль Юнга, чем по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент и/или упругий элемент.

Также, разделительный элемент может быть расположен на первом осевом расстоянии от по меньшей мере одного первого встроенного периметрического
30 уплотнительного элемента, первое осевое расстояние равно или больше осевой протяженности упругого элемента.

Кроме того, разделительный элемент может быть расположен в положении, обращенном от отверстия.

35 Скважинная расширяемая металлическая труба может дополнительно содержать упругий элемент, расположенный в полости, упругий элемент имеет

пятую высоту, превышающую первую высоту.

Кроме того, упругий элемент может быть изготовлен из металла.

Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы из металла со встроенным периметрическим уплотнительным элементом из металла и упругим элементом, изготовленным из металла, уплотнительный элемент полностью изготовлен из металла и не содержит никаких других материалов, кроме металла, и поэтому способен выдерживать очень высокие температуры, например, свыше 350°C (по Цельсию).

В дополнение, скважинная расширяемая металлическая труба может быть изготовлена полностью из металлического материала.

Изготовленная полностью из металлического материала, скважинная расширяемая металлическая труба может быть использована в высокотемпературных скважинах, в геотермальных скважинах и в системах улавливания и хранения углерода (CCS). Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы без каких-либо элементов из материалов, отличных от металлических материалов, скважинная расширяемая металлическая труба не ограничена температурами существенно ниже 300°C.

Дополнительно, материал упругого элемента может иметь более низкий модуль Юнга, чем материал уплотнительного элемента.

Кроме того, упругим элементом может быть спиральная пружина. Упругий элемент может представлять собой периметрический упругий элемент, продолжающийся по периметру внешней поверхности скважинной расширяемой металлической трубы.

Также, встроенный периметрический уплотнительный элемент может содержать выступающий фланец, продолжающийся в радиальном направлении перпендикулярно осевой протяженности и имеющий кривизну.

Благодаря наличию выступающего фланца, имеющему кривизну, встроенный периметрический уплотнительный элемент может быть легко сжат, когда скважинная расширяемая металлическая труба расширена, а выступающий фланец не выпячивается непреднамеренным образом, так что выступающий фланец не может отогнуться назад после снятия сжатия.

Кроме того, встроенный периметрический уплотнительный элемент может содержать выступающий фланец, образующий полость.

Благодаря наличию выступающего фланца, образующего полость, выступающий фланец образует кривизну, и таким образом выступающий фланец

не выпячивается непреднамеренным образом во время сжатия скважинной расширяемой металлической трубы, так что выступающий фланец не может отогнуться назад после снятия сжатия.

5 При наличии выступающего фланца, продолжающегося по прямой линии, существует риск того, что выступающий фланец будет непреднамеренно выпячиваться и застрянет во время сжатия скважинной расширяемой металлической трубы, так что выступающий фланец не сможет отогнуться назад после снятия сжатия.

10 Также, первый периметрический выступ может иметь третий наружный диаметр, при этом третий наружный диаметр больше первого наружного диаметра расширяемой металлической трубы. В этом варианте осуществления первый наружный диаметр может быть рассмотрен как максимальный наружный диаметр скважинной расширяемой металлической трубы в области, которая лишена по меньшей мере одного встроенного периметрического уплотнительного
15 элемента и/или разделительного элемента. Таким образом, самая наружная часть расширяемой металлической трубы до расширения может представлять собой первый периметрический выступ.

Кроме того, первый периметрический выступ может иметь третий наружный диаметр, который продолжается в радиальном направлении за пределы первого
20 наружного диаметра до расширения скважинной расширяемой металлической трубы.

Более того, выступающий фланец, образующий полость, может перекрывать по меньшей мере один упругий элемент вдоль осевой протяженности.

25 В дополнение, скважинная расширяемая металлическая труба может дополнительно содержать второй встроенный периметрический уплотнительный элемент из металла как часть внешней поверхности, второй встроенный периметрический уплотнительный элемент имеет отверстие, обращенное ко второму осевому направлению вдоль осевой протяженности, второе осевое
30 направление противоположно первому осевому направлению.

Также, второй встроенный периметрический уплотнительный элемент может содержать упругий элемент.

Кроме того, упругий элемент может обеспечивать упругую силу для периметрического выступа в радиальном направлении от осевой протяженности
35 расширяемой металлической трубы. Таким образом, упругая сила может быть

обеспечена в радиальном направлении от внешней поверхности расширяемой металлической трубы. Это означает, что упругий элемент может обеспечивать силу, которая толкает периметрический выступ в радиальном направлении от внешней поверхности и в направлении ко внутренней поверхности обсадной колонны или ствола скважины.

Более того, упругий элемент может иметь внешний объем, меньший внутреннего объема полости.

Также, внутренний объем полости может вмещать весь наружный объем упругого элемента.

Более того, первый периметрический выступ может продолжаться по изогнутой траектории от внешней поверхности скважинной расширяемой металлической трубы, или первый периметрический выступ может продолжаться по дугообразной траектории от внешней поверхности скважинной расширяемой металлической трубы, или первый периметрический выступ может продолжаться по дугообразной траектории от внешней поверхности скважинной расширяемой металлической трубы, если смотреть на вид сечения, выполненного вдоль продольной оси.

Кроме того, первый периметрический выступ может иметь центральную ось, имеющую первый участок оси, продолжающийся вдоль длины периметрического выступа, где угол центральной оси относительно внешней поверхности расширяемой скважинной трубы может изменяться вдоль первого участка оси центральной оси. Например, центральная ось может быть расположена под углом относительно внешней поверхности на первый угол в градусах (пример: 90 градусов \pm 20 градусов) в той части периметрического выступа, которая находится ближе всего к внешней поверхности (первое радиальное расстояние), в то время как угол изменяется на второй угол в градусах в области периметрического выступа, которая находится на втором радиальном расстоянии от внешней поверхности, где второе радиальное расстояние больше первого радиального расстояния.

Также, первый периметрический выступ может иметь центральную ось, имеющую первый участок оси, продолжающийся вдоль длины периметрического выступа, где угол центральной оси относительно внешней поверхности расширяемой скважинной трубы может изменяться на по меньшей мере 20 градусов вдоль первого участка оси центральной оси, или более предпочтительно может изменяться на по меньшей мере 40 градусов, или более предпочтительно

может изменяться на по меньшей мере 70 градусов, или более предпочтительно может изменяться на по меньшей мере 90 градусов. Таким образом, одна часть выступа может быть расположена под углом около 90 градусов, а другая часть выступа может быть расположена под углом около 70 градусов, или 50 градусов, или 0 градусов.

Кроме того, встроенный периметрический уплотнительный элемент может содержать по меньшей мере два упругих элемента.

Настоящее изобретение также относится к узлу скважинной расширяемой металлической трубы, содержащему множество скважинных расширяемых металлических труб, при этом одна из скважинных расширяемых металлических труб соединена с другой из скважинных расширяемых металлических труб.

Согласно настоящему изобретению узел расширяемой металлической трубы может также быть соединен сваркой.

Кроме того, узел расширяемой металлической трубы может быть соединен с помощью электронно-лучевой сварки.

Дополнительно, узел скважинной расширяемой металлической трубы может дополнительно содержать по меньшей мере одну концевую трубу, при этом концевая труба выполнена с возможностью расширения при более высоком давлении, чем скважинные расширяемые металлические трубы.

Настоящее изобретение также относится к заплате для расширения внутри скважинной трубчатой металлической конструкции для герметизации утечек, перфораций или отверстий в скважинной трубчатой металлической конструкции, при этом заплата представляет собой скважинную расширяемую металлическую трубу или узел скважинной расширяемой металлической трубы.

Наконец, настоящее изобретение также относится к кольцевому барьеру, подлежащему расширению в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой конструкцией и внутренней поверхностью ствола скважины или обсадной колонны в скважине для обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины, содержащему:

- трубчатую металлическую часть для монтажа в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции,

- скважинную расширяемую металлическую трубу или узел скважинной расширяемой металлической трубы, окружающую(ий) трубчатую металлическую часть и имеющую(ий) внешнюю трубчатую поверхность, обращенную ко внутренней поверхности ствола скважины или обсадной колонны, каждый конец

скважинной расширяемой металлической трубы/узла скважинной расширяемой металлической трубы соединен с трубчатой металлической частью, и

5 - пространство расширения между скважинной расширяемой металлической трубой/узлом скважинной расширяемой металлической трубы и трубчатой металлической частью.

Изобретение и его многочисленные преимущества будут описаны более подробно ниже со ссылкой на сопроводительные схематические чертежи, на которых в иллюстративных целях показаны некоторые неограничивающие варианты осуществления, на которых:

10 Фиг. 1 представляет собой вид в сечении скважинной расширяемой металлической трубы,

Фиг. 2 представляет собой вид в сечении узла скважинной расширяемой металлической трубы,

15 Фиг. 3 представляет собой вид в сечении еще одной скважинной расширяемой металлической трубы,

Фиг. 4 представляет собой вид в сечении части скважинной расширяемой металлической трубы со встроенным периметрическим уплотнительным элементом,

20 Фиг. 5 представляет собой вид в сечении части скважинной расширяемой металлической трубы с первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом и вторым встроенным периметрическим уплотнительным элементом,

25 Фиг. 6 представляет собой вид в сечении части скважинной расширяемой металлической трубы с другим первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом и другим вторым встроенным периметрическим уплотнительным элементом,

Фиг. 7 представляет собой вид в сечении части скважинной расширяемой металлической трубы с другим встроенным периметрическим уплотнительным элементом,

30 Фиг. 8 представляет собой вид в сечении части скважинной расширяемой металлической трубы с другим встроенным периметрическим уплотнительным элементом, и

Фиг. 9 представляет собой вид в сечении кольцевого барьера.

35 Все фигуры весьма схематичны и не обязательно в масштабе, и на них показаны только те части, которые необходимы для пояснения изобретения, другие части опущены или просто предполагаются.

На Фиг. 1 показана скважинная расширяемая металлическая труба 1, подлежащая расширению в скважине от первого наружного диаметра OD_1 до второго наружного диаметра OD_2 для упора во внутреннюю поверхность 41 обсадной колонны 43 (показанной на Фиг. 2) или ствола скважины 42. Пунктирной линией обозначено расширенное состояние скважинной расширяемой металлической трубы 1. Скважинная расширяемая металлическая труба 1 имеет осевую протяженность L , периметр C и наружную поверхность 3. Скважинная расширяемая металлическая труба 1 может образовывать заплату 20, подлежащую расширению внутри обсадной колонны 43 или скважинной трубчатой конструкции в скважине. Скважинная расширяемая металлическая труба 1 может также представлять собой подвесное устройство хвостовика 21, которое должно быть по меньшей мере частично расширено внутри обсадной колонны 43 или скважинной трубчатой конструкции в скважине. Скважинная расширяемая металлическая труба 1 может также образовывать часть кольцевого барьера 30 (показанного на Фиг. 9) для расширения в кольцевом пространстве 104 между скважинной трубчатой конструкцией и внутренней поверхностью 105 ствола скважины 106 или обсадной колонны 43 в скважине для обеспечения изоляции зоны между первой зоной 101 и второй зоной 102 ствола скважины.

Скважинная расширяемая металлическая труба 1 выполнена из металла с по меньшей мере одним первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом 4 из металла как частью внешней поверхности 3, так что первый встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 обеспечивает первый периметрический выступ 5 скважинной расширяемой металлической трубы 1. Встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 по меньшей мере частично определяет полость 6, имеющую отверстие 7. По меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 из металла образует одно монолитное целое со скважинной расширяемой металлической трубой 1. Полость 6 и отверстие 7 продолжаютя вдоль по меньшей мере части всего периметра C . Отверстие 7 обращено к первому осевому направлению D_1 , которое параллельно осевой протяженности L . Полость 6 замкнута в радиальном направлении R , перпендикулярном осевой протяженности L .

Скважинная расширяемая металлическая труба 1 дополнительно содержит множество упругих элементов 9 из металла, где один упругий элемент 9 расположен в полости 6 встроенного периметрического уплотнительного элемента 4, как показано на Фиг. 1 и 2. При рассмотрении вида в сечении

скважинной расширяемой металлической трубы 1 вдоль осевой протяженности L на Фиг. 1, 2 и 4, встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 имеет С-образную форму, но в другом варианте осуществления встроенный периметрический уплотнительный элемент имеет U-образную форму или подобную форму, способную удерживать упругий элемент в полости 6.

Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы 1 из металла со встроенным периметрическим уплотнительным элементом 4 из металла и упругим элементом 9, выполненным из металла, уплотнительный элемент полностью выполнен из металла и не содержит других материалов, кроме металла, и поэтому уплотнительный элемент способен выдерживать очень высокие температуры, например, свыше 350°C. Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы 1, выполненной полностью из металлического материала, скважинная расширяемая металлическая труба 1 может быть использована в высокотемпературных скважинах, в геотермальных скважинах и в системах улавливания и хранения углерода (CCS). Благодаря наличию скважинной расширяемой металлической трубы 1 без каких-либо элементов из материалов, отличных от металлических материалов, скважинная расширяемая металлическая труба не ограничена температурами существенно ниже 300°C.

Как показано, встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 содержит выступающий фланец 14, образующий полость 6. Выступающий фланец 14 образует полость 6 и перекрывает по меньшей мере один упругий элемент 9 вдоль осевой протяженности L.

На Фиг. 2 скважинная расширяемая металлическая труба 1 дополнительно содержит разделительный элемент 8, расположенный между двумя встроенными периметрическими уплотнительными элементами 4. Разделительный элемент 8 расположен на первом осевом расстоянии d_1 от уплотнительного элемента 4 вдоль осевой протяженности L, первое осевое расстояние равно или больше осевой протяженности упругого элемента 9. В результате того, что первое осевое расстояние d_1 равно или больше осевой протяженности L упругого элемента 9, упругий элемент может быть установлен в полости 6 после обработки скважинной расширяемой металлической трубы 1, например, путем отжига. Если бы упругий элемент 9 уже находился в полости 6 во время такого процесса отжига, упругий элемент потерял бы часть своей гибкости. С-образная форма уплотнительного элемента 4 может быть получена после вставки упругого элемента 9 в полость 6 путем изгиба "конца С", т.е. выступающей части, заканчивающейся в отверстии.

Как показано на Фиг. 8, разделительный элемент 8 может быть частью уплотнительного элемента 4 или, как показано на Фиг. 2, 3 и 8, располагаться дистально от уплотнительного элемента вдоль осевой протяженности L. Разделительный элемент 8 имеет более высокий модуль Юнга, чем уплотнительный элемент 4 и/или упругий элемент 9. На Фиг. 2 показан узел скважинной расширяемой металлической трубы 20, содержащий множество скважинных расширяемых металлических труб 1, где одна из скважинных расширяемых металлических труб 1 соединена с другой из скважинных расширяемых металлических труб 1. Скважинные расширяемые металлические трубы 1 соединяют сваркой, например, электронно-лучевой сваркой. Разделительный элемент 8 может быть добавлен также с помощью сварки путем добавления дополнительного материала на сварной шов. Скважинная расширяемая металлическая труба 1 дополнительно содержит концевую трубу 12 на каждом конце, и концевые трубы выполнены с возможностью расширения при более высоком давлении, чем скважинные расширяемые металлические трубы 1. На Фиг. 3 показана скважинная расширяемая металлическая труба 1 с разделительными элементами 8 и уплотнительными элементами 4, выполненными как одно монолитное целое.

На виде сечения части скважинной расширяемой металлической трубы 1 вдоль осевой протяженности L по Фиг. 4 отверстие 7 имеет первую высоту h_1 в радиальном направлении R (показано на Фиг. 1), перпендикулярном осевой протяженности L, а полость 6 имеет вторую высоту h_2 в радиальном направлении R, перпендикулярном осевой протяженности, где первая высота меньше второй высоты.

Как показано на Фиг. 4, скважинная расширяемая металлическая труба 1 дополнительно содержит упругий элемент 9, расположенный в полости 6. Когда скважинная расширяемая металлическая труба 1 расширена и встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 прижат ко внутренней поверхности ствола скважины или обсадной колонны, упругий элемент 9 сжат. Затем, когда расширение закончено и давление снижено, скважинная расширяемая металлическая труба 1 несколько прогибается назад и радиально внутрь, сжатие упругого элемента 9 снимается и выдавливает уплотнительный элемент 4 радиально наружу, заполняя небольшой зазор, возникающий при движении скважинной расширяемой металлической трубы несколько назад. Упругий элемент 9 имеет пятую высоту h_5 , которая больше первой высоты h_1 . Упругий

элемент 9 выполнен из металла и может представлять собой спиральную пружину. Материал упругого элемента 9 имеет меньший модуль Юнга, чем материал уплотнительного элемента 4. Как может быть видно на Фиг. 4, упругий элемент 9 имеет внешний объем, который меньше внутреннего объема полости 6.

5 На Фиг. 7 разделительный элемент 8 имеет третью высоту h_3 , которая меньше четвертой высоты h_4 , так что когда скважинная расширяемая металлическая труба 1 расширена, а встроенный периметрический уплотнительный элемент 4 прижат ко внутренней поверхности ствола скважины или обсадной колонны, разделительный элемент 8 предотвращает чрезмерное
10 сдавливание уплотнительного элемента и предотвращает его необратимую деформацию. Таким образом, разделительный элемент 8 обеспечивает сохранение гибкости уплотнительного элемента 4 и упругого элемента 9 неизменной во время расширения скважинной расширяемой металлической трубы 1. Как показано, третья высота h_3 также может быть меньше второй высоты
15 h_2 . На Фиг. 7 и 8 разделительный элемент 8 расположен в положении, обращенном от отверстия 7.

На Фиг. 5 и 6 скважинная расширяемая металлическая труба 1 дополнительно содержит второй встроенный периметрический уплотнительный элемент 10 из металла как часть внешней поверхности. Второй встроенный
20 периметрический уплотнительный элемент 10 имеет отверстие 11, обращенное ко второму осевому направлению D_2 вдоль осевой протяженности L : второе осевое направление противоположно первому осевому направлению D_1 . Второй встроенный периметрический уплотнительный элемент 10 содержит, аналогичным образом как и первый встроенный периметрический уплотнительный
25 элемент 4, полость 6 и отверстие 11, а также упругий элемент 9, расположенный в полости. На Фиг. 6 встроенные кольцевые уплотнительные элементы 4, 10 содержат по меньшей мере два упругих элемента 9 для дальнейшего усиления уплотнительной способности уплотнительных элементов 4, 10.

Фиг. 9 раскрывает кольцевой барьер 30, который должен быть расширен в
30 кольцевом пространстве между скважинной трубчатой конструкцией и внутренней поверхностью ствола скважины 106 или обсадной колонны в скважине для обеспечения изоляции зоны между первой зоной 101 и второй зоной 102 ствола скважины. Кольцевой барьер 30 содержит трубчатую металлическую часть 31, установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции 103.
35 Кольцевой барьер 30 дополнительно содержит скважинную расширяемую

металлическую трубу 1 или узел скважинной расширяемой металлической трубы 20, окружающий трубчатую металлическую часть 31 и имеющую внешнюю трубчатую поверхность 32, обращенную ко внутренней поверхности 105 ствола скважины 106 или обсадной колонны. Каждый конец 33 скважинной расширяемой металлической трубы 1/узла скважинной расширяемой металлической трубы 20 соединен с трубчатой металлической частью 31 посредством соединительной части 36, и клапанный узел может быть прикреплен к одной из соединительных частей. Между скважинной расширяемой металлической трубой 1/узлом скважинной расширяемой металлической трубы 20 и трубчатой металлической частью 31 образовано расширяемое пространство/пространство расширения 35. На Фиг. 9 кольцевой барьер 30 показан в нерасширенном состоянии, а расширенное состояние проиллюстрировано пунктирной линией и возникает, когда скважинная трубчатая металлическая конструкция 103 находится под давлением изнутри, а текучая среда входит через отверстие 34 в трубчатой металлической части 31 в клапанный узел и далее в расширяемое пространство 35.

Под “текучей средой” или “скважинной текучей средой” подразумевается любой вид текучей среды, который может присутствовать в нефтяных или газовых скважинах, например, природный газ, нефть, нефтяной раствор, сырая нефть, вода и т.д. Под “газом” подразумевается любой вид газовой композиции, присутствующей в скважине, законченном или открытом стволе скважины, а под “нефтью” подразумевается любой вид нефтяной композиции, например, сырая нефть, нефтесодержащая текучая среда и т.д. Таким образом, газовые, нефтяные и водные текучие среды могут содержать другие элементы или вещества, нежели газ, нефть и/или воду соответственно.

Под “обсадной колонной”, “скважинной трубчатой конструкцией” или “скважинной трубчатой металлической конструкцией” подразумеваются любые виды труб, трубопроводов, трубчатых элементов, хвостовиков, колонн и т.д., используемые в скважинах при добыче нефти или природного газа.

Хотя изобретение было описано выше в связи с предпочтительными вариантами осуществления, специалисту в данной области будет очевидно, что возможны некоторые модификации без отступления от изобретения, как определено в следующей формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Скважинная расширяемая металлическая труба (1), подлежащая расширению в скважине от первого наружного диаметра (OD_1) до второго наружного диаметра (OD_2) для упора во внутреннюю поверхность обсадной колонны (43) или ствола скважины (42), скважинная расширяемая металлическая труба имеет осевую протяженность (L), периметр (C) и внешнюю поверхность (3),

при этом скважинная расширяемая металлическая труба выполнена из металла с по меньшей мере одним первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом (4) из металла как частью внешней поверхности, обеспечивающим скважинную расширяемую металлическую трубу первым периметрическим выступом (5), имеющим четвертую высоту (h_4), и по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент по меньшей мере частично определяет полость (6), имеющую отверстие (7).

2. Скважинная расширяемая металлическая труба по п. 1, дополнительно содержащая упругий элемент (9) из металла, расположенный в полости.

3. Скважинная расширяемая металлическая труба по п. 1 или 2, в которой полость и отверстие продолжают вдоль по меньшей мере части всего периметра.

4. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой отверстие обращено к первому осевому направлению (D_1), параллельному осевой протяженности.

5. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности отверстие имеет первую высоту (h_1) в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, а полость имеет вторую высоту (h_2) в радиальном направлении (R), перпендикулярном осевой протяженности, первая высота меньше второй высоты.

6. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов 1-4, в которой в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент имеет четвертую высоту (h_4) в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, отверстие имеет первую высоту (h_1) в радиальном направлении, первая высота меньше четвертой высоты.

7. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из

предыдущих пунктов, дополнительно содержащая разделительный элемент (8), имеющий третью высоту (h_3), которая меньше четвертой высоты (h_4) по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента.

8. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой разделительный элемент может быть частью по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента или может быть расположен дистально от по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента вдоль осевой протяженности.

9. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой разделительный элемент имеет более высокий модуль Юнга, чем у по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента и/или упругого элемента.

10. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой разделительный элемент расположен на первом осевом расстоянии (d_1) от по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента, первое осевое расстояние равно или больше осевой протяженности упругого элемента.

11. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из пунктов 1 и 3-10, дополнительно содержащая упругий элемент (9), расположенный в полости, упругий элемент имеет пятую высоту (h_5), которая больше первой высоты.

12. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая второй встроенный периметрический уплотнительный элемент (10) из металла как часть внешней поверхности, второй встроенный периметрический уплотнительный элемент имеет отверстие (11), обращенное ко второму осевому направлению (D_2) вдоль осевой протяженности, второе осевое направление противоположно первому осевому направлению.

13. Узел скважинной расширяемой металлической трубы (20), содержащий множество скважинных расширяемых металлических труб по любому из предыдущих пунктов, в котором одна из скважинных расширяемых металлических труб соединена с другой из скважинных расширяемых металлических труб.

14. Узел скважинной расширяемой металлической трубы (20) по п. 13, дополнительно содержащий по меньшей мере одну концевую трубу (12), при этом

концевая труба выполнена с возможностью расширения при более высоком давлении, чем скважинные расширяемые металлические трубы.

15. Заплата (20) для расширения внутри скважинной трубчатой металлической конструкции для герметизации утечек, перфораций или отверстий в скважинной трубчатой металлической конструкции, при этом заплата представляет собой скважинную расширяемую металлическую трубу по любому из предыдущих пунктов 1-13 или узел скважинной расширяемой металлической трубы по пункту 13 или 14.

16. Кольцевой барьер (30), подлежащий расширению в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой конструкцией и внутренней поверхностью ствола скважины или обсадной колонны в скважине для обеспечения изоляции зоны между первой зоной (101) и второй зоной (102) ствола скважины, содержащий:

- трубчатую металлическую часть (31) для монтажа в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции,

- скважинную расширяемую металлическую трубу (1) по любому из пунктов 1-13 или узел скважинной расширяемой металлической трубы (20) по пункту 13 или 14, окружающую(ий) трубчатую металлическую часть и имеющую(ий) внешнюю трубчатую поверхность (32), обращенную ко внутренней поверхности (105) ствола скважины или обсадной колонны, каждый конец скважинной расширяемой металлической трубы/узла скважинной расширяемой металлической трубы соединен с трубчатой металлической частью, и

- расширяемое пространство (35) между скважинной расширяемой металлической трубой/узлом скважинной расширяемой металлической трубы и трубчатой металлической частью.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ (уточнённая)

1. Скважинная расширяемая металлическая труба (1), подлежащая расширению в скважине от первого наружного диаметра (OD_1) до второго наружного диаметра (OD_2) для упора во внутреннюю поверхность обсадной колонны (43) или ствола скважины (42), скважинная расширяемая металлическая труба имеет осевую протяженность (L), периметр (C) и внешнюю поверхность (3),

при этом скважинная расширяемая металлическая труба выполнена из металла с по меньшей мере одним первым встроенным периметрическим уплотнительным элементом (4) из металла как частью внешней поверхности, обеспечивающим скважинную расширяемую металлическую трубу первым периметрическим выступом (5), имеющим четвертую высоту (h_4), и по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент по меньшей мере частично определяет полость (6), имеющую отверстие (7).

2. Скважинная расширяемая металлическая труба по п. 1, дополнительно содержащая упругий элемент (9) из металла, расположенный в полости.

3. Скважинная расширяемая металлическая труба по п. 1 или 2, в которой полость и отверстие продолжаютсь вдоль по меньшей мере части всего периметра.

4. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой отверстие обращено к первому осевому направлению (D_1), параллельному осевой протяженности.

5. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности отверстие имеет первую высоту (h_1) в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, а полость имеет вторую высоту (h_2) в радиальном направлении (R), перпендикулярном осевой протяженности, первая высота меньше второй высоты.

6. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов 1-4, в которой в виде в сечении скважинной расширяемой металлической трубы вдоль осевой протяженности по меньшей мере один первый встроенный периметрический уплотнительный элемент имеет четвертую высоту (h_4) в радиальном направлении, перпендикулярном осевой протяженности, отверстие имеет первую высоту (h_1) в радиальном направлении, первая высота меньше четвертой высоты.

7. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из

предыдущих пунктов, дополнительно содержащая разделительный элемент (8), имеющий третью высоту (h_3), которая меньше четвертой высоты (h_4) по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента.

8. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой разделительный элемент может быть частью по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента или может быть расположен дистально от по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента вдоль осевой протяженности.

9. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой разделительный элемент имеет более высокий модуль Юнга, чем у по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента и/или упругого элемента.

10. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, в которой разделительный элемент расположен на первом осевом расстоянии (d_1) от по меньшей мере одного первого встроенного периметрического уплотнительного элемента, первое осевое расстояние равно или больше осевой протяженности упругого элемента.

11. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из пунктов 1 и 3-10, дополнительно содержащая упругий элемент (9), расположенный в полости, упругий элемент имеет пятую высоту (h_5), которая больше первой высоты.

12. Скважинная расширяемая металлическая труба по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая второй встроенный периметрический уплотнительный элемент (10) из металла как часть внешней поверхности, второй встроенный периметрический уплотнительный элемент имеет отверстие (11), обращенное ко второму осевому направлению (D_2) вдоль осевой протяженности, второе осевое направление противоположно первому осевому направлению.

13. Узел скважинной расширяемой металлической трубы (20), содержащий множество скважинных расширяемых металлических труб по любому из предыдущих пунктов, в котором одна из скважинных расширяемых металлических труб соединена с другой из скважинных расширяемых металлических труб.

14. Узел скважинной расширяемой металлической трубы (20) по п. 13, дополнительно содержащий по меньшей мере одну концевую трубу (12), при этом

концевая труба выполнена с возможностью расширения при более высоком давлении, чем скважинные расширяемые металлические трубы.

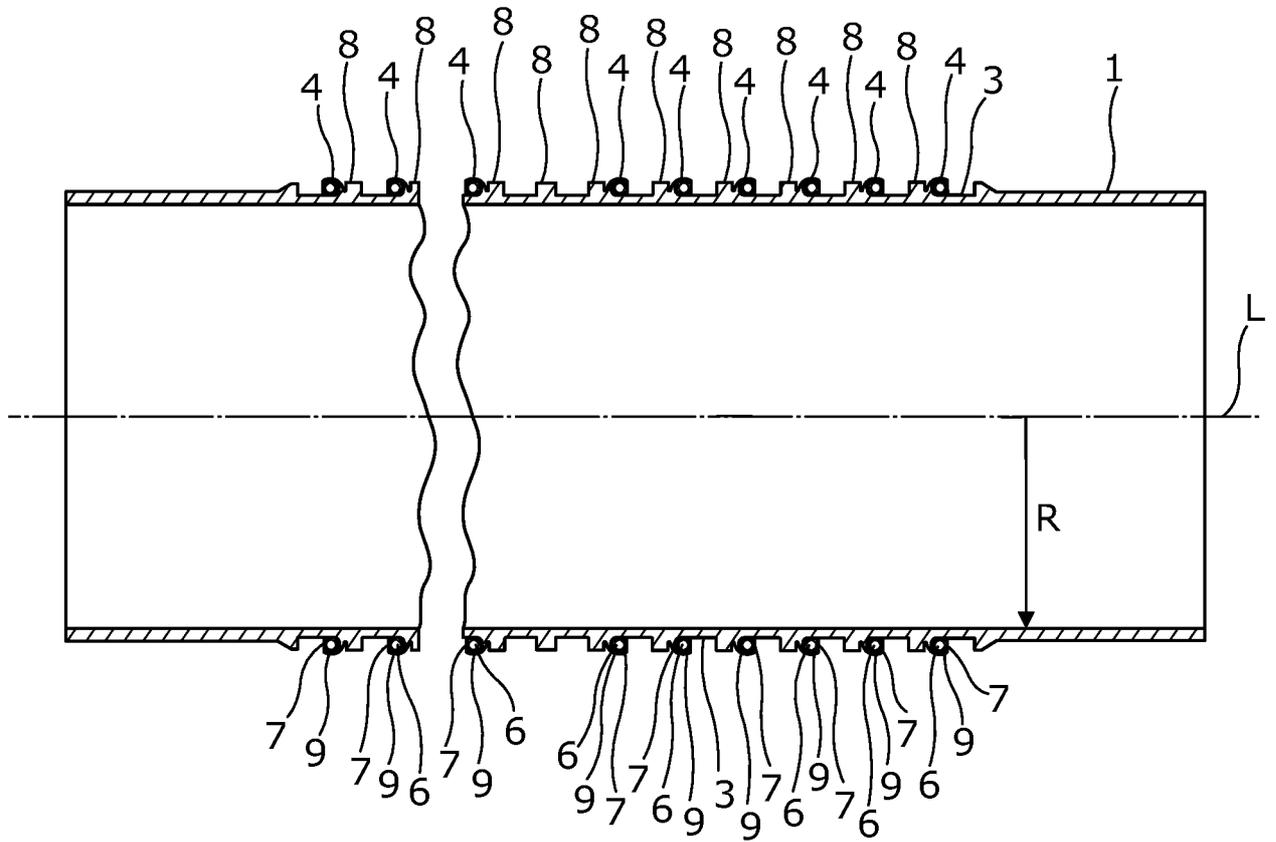
15. Заплата (20) для расширения внутри скважинной трубчатой металлической конструкции для герметизации утечек, перфораций или отверстий в скважинной трубчатой металлической конструкции, при этом заплата представляет собой скважинную расширяемую металлическую трубу по любому из предыдущих пунктов 1-12 или узел скважинной расширяемой металлической трубы по пункту 13 или 14.

16. Кольцевой барьер (30), подлежащий расширению в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой конструкцией и внутренней поверхностью ствола скважины или обсадной колонны в скважине для обеспечения изоляции зоны между первой зоной (101) и второй зоной (102) ствола скважины, содержащий:

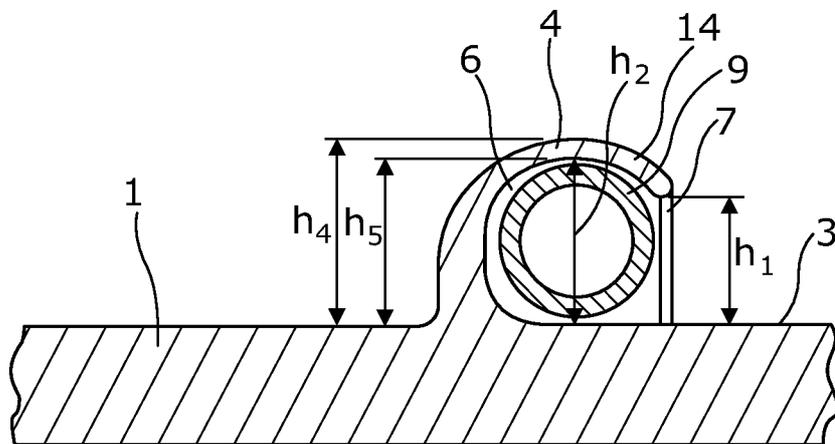
- трубчатую металлическую часть (31) для монтажа в качестве части скважинной трубчатой металлической конструкции,

- скважинную расширяемую металлическую трубу (1) по любому из пунктов 1-12 или узел скважинной расширяемой металлической трубы (20) по пункту 13 или 14, окружающую(ий) трубчатую металлическую часть и имеющую(ий) внешнюю трубчатую поверхность (32), обращенную ко внутренней поверхности (105) ствола скважины или обсадной колонны, каждый конец скважинной расширяемой металлической трубы/узла скважинной расширяемой металлической трубы соединен с трубчатой металлической частью, и

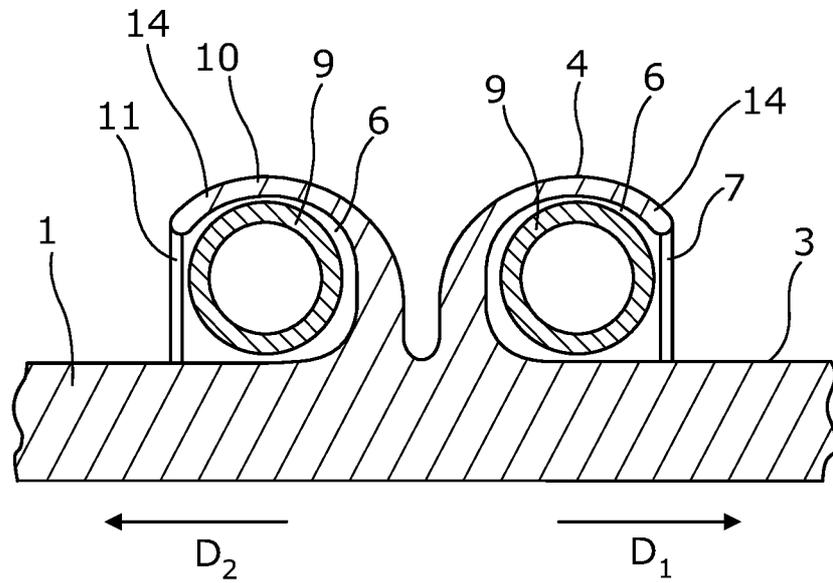
- расширяемое пространство (35) между скважинной расширяемой металлической трубой/узлом скважинной расширяемой металлической трубы и трубчатой металлической частью.



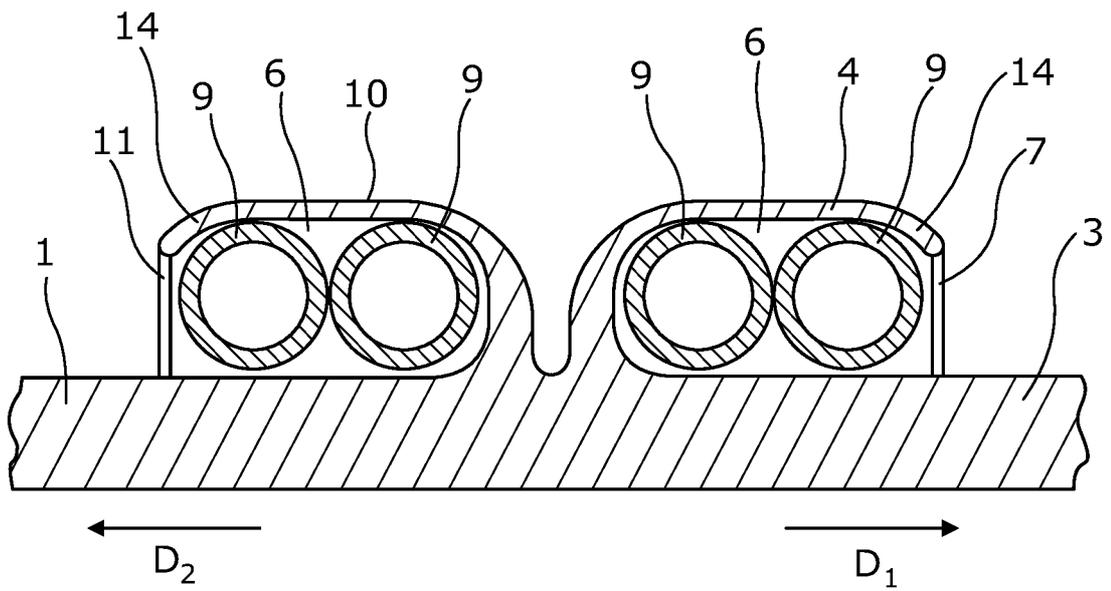
ФИГ. 3



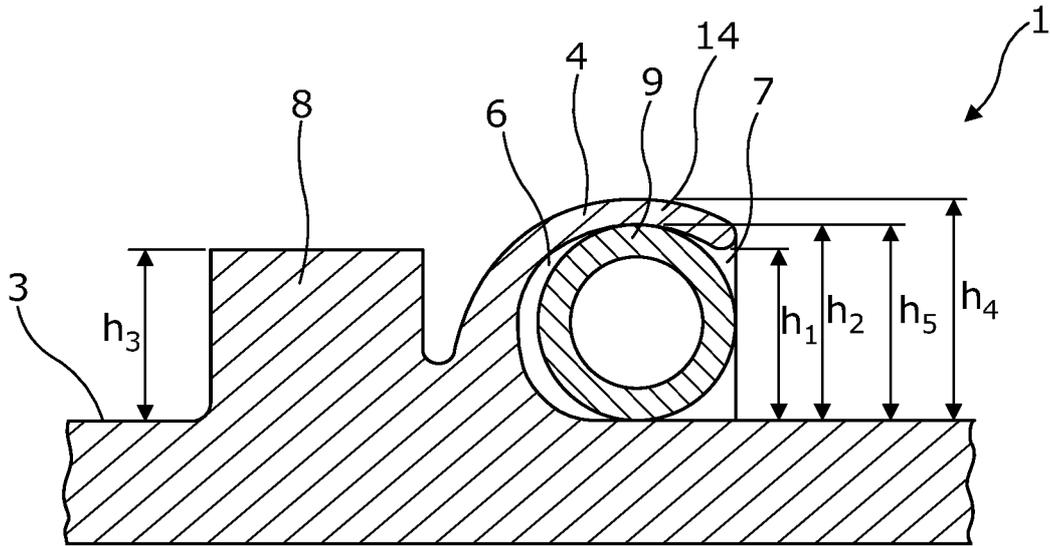
ФИГ. 4



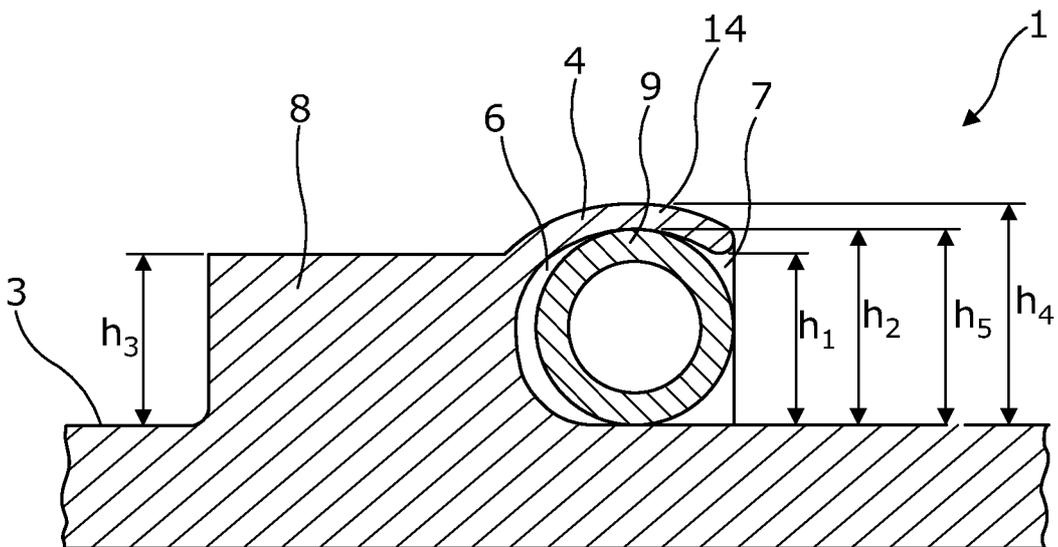
Фиг. 5



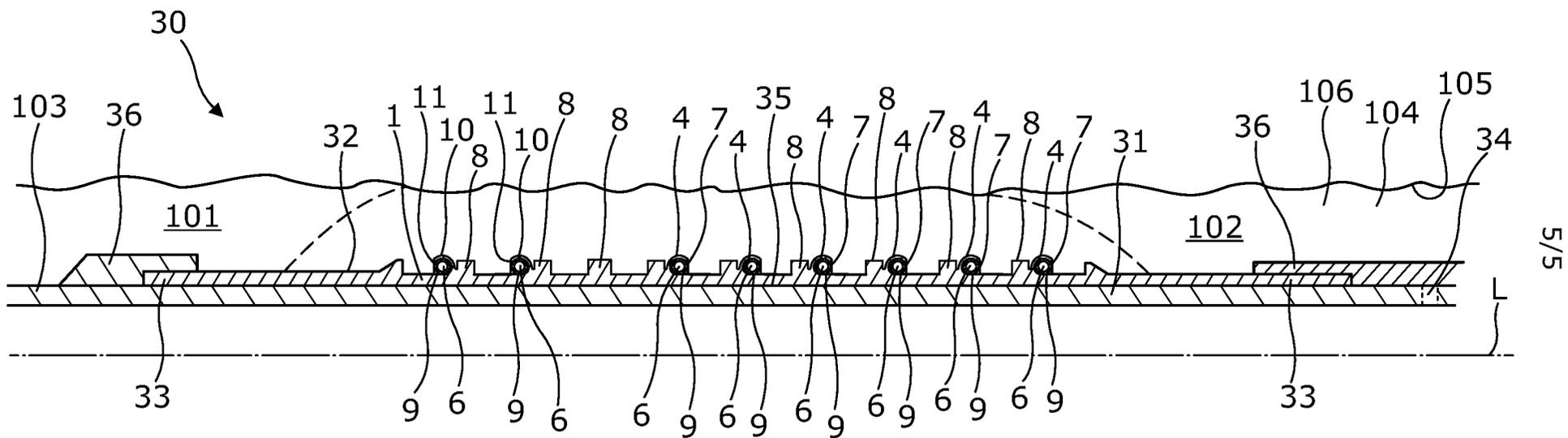
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



5/5

Фиг. 9