

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202090545** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки
2020.08.17(51) Int. Cl. **F16L 15/04** (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2018.10.26(54) **РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ**(31) **2017-216689**(32) **2017.11.09**(33) **JP**(86) **PCT/JP2018/039964**(87) **WO 2019/093163 2019.05.16**

(71) Заявитель:

**НИПОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН
(JP); ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЭНД ГЭС
ФРАНС (FR)**

(72) Изобретатель:

**Иносе Кеита, Сугино Масааки,
Накано Хикари (JP)**

(74) Представитель:

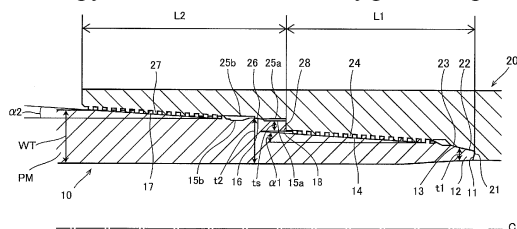
Медведев В.Н. (RU)

(57) Предложено резьбовое соединение для стальных труб с улучшенной герметичностью, противостоящей наружному давлению, с поддержанием герметичности, противостоящей внутреннему давлению. Резьбовое соединение для стальных труб содержит ниппель 10 и муфту 20. Ниппель 10 содержит нос 12, коническую внутреннюю охватываемую резьбу 14, коническую наружную охватываемую резьбу 17, внутреннюю уплотнительную поверхность 13 ниппеля, поверхность 18 промежуточного заплечика ниппеля, промежуточную уплотнительную поверхность 16 ниппеля и кольцевой участок 15а ниппеля. Муфта 20 содержит выемку 22, соответствующую носу 12, коническую внутреннюю охватывающую резьбу 24, коническую наружную охватывающую резьбу 27, внутреннюю уплотнительную поверхность 23 муфты, поверхность 28 промежуточного заплечика муфты, промежуточную уплотнительную поверхность 26 муфты и кольцевой участок 25а муфты. Резьбовое соединение удовлетворяет выражениям (1) и (2), приведенным ниже, где $\alpha 1$ - угол уклона конуса внутренней охватываемой резьбы и $\alpha 2$ - угол уклона конуса наружной охватываемой резьбы

$$\alpha 1 > \alpha 2 \quad (1), \text{ и}$$

$$0.5 \leq \frac{L1 \alpha 1}{L2 \alpha 2} \leq 1.2 \quad (2).$$

В выражении (2) $L1$ - расстояние между вершиной ниппеля и поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены, и $L2$ - расстояние между поверхностью промежуточного заплечика муфты и вершиной муфты, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены.



202090545

A1

A1

202090545

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-560605EA/018

РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению, применяемому для соединения стальных труб.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Труба для нефтяной скважины, такая как обсадная колонна или насосно-компрессорная труба (НКТ), применяется для добычи подземных запасов в нефтяных скважинах или газовых скважинах (ниже в данном документе вместе называемых “нефтяными скважинами” или т.п.). Трубу для нефтяной скважины конструируют посредством соединения ряда стальных труб резьбовыми соединениями.

[0003] Такие резьбовые соединения для стальных труб в общем классифицируют, как соединения муфтового типа и интегрального типа. Соединение муфтового типа соединяет пару труб, одна из которых является стальной трубой, а другая - соединительной муфтой. В данном случае охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии каждого из концов стальной трубы, а охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии каждого из концов соединительной муфты. Здесь охватываемую резьбу стальной трубы ввинчивают в охватывающую резьбу соединительной муфты так, что они скрепляются и соединяются. Соединение интегрального типа соединяет пару труб, обе из которых являются стальными трубами, и отдельную соединительную муфту не применяют. В данном случае охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии одного конца каждой стальной трубы, а охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии другого конца. Здесь охватываемую резьбу одной стальной трубы ввинчивают в охватывающую резьбу другой стальной трубы так, что они скрепляются и соединяются.

[0004] Соединительный участок конца трубы, на котором предусматривают охватываемую резьбу, содержит элемент, подлежащий вставлению в охватывающую резьбу, обычно называемый “ниппелем”. Соединительный участок конца трубы, на котором предусматривают охватывающую резьбу, содержит элемент для приема охватываемой резьбы, называемый “муфтой”. Ниппель и муфта образуют концы труб и имеют трубчатую форму.

[0005] В последнее время строительство глубоких скважин с тяжелыми условиями работы с высоким давлением и высокой температурой становится все более частым и обычным, и от резьбовых соединений, применяемых для труб таких нефтяных скважин, требуется дополнительно улучшенная герметичность. В частности, высокими являются растягивающие /сжимающие нагрузки и наружные давления в глубоких скважинах, что требует улучшения герметичности, противостоящей наружному давлению под растягивающей /сжимающей нагрузкой.

[0006] Резьбовое соединение для трубы нефтяной скважины демонстрирует

высокую герметичность на своих уплотнениях. Обычно, диаметр уплотнительного участка ниппеля больше диаметра соответствующего уплотнительного участка муфты. Таким образом, когда соединение скреплено, оба уплотнительных участка находятся в плотном контакте друг с другом для достижения посадки с натягом, образующей уплотнение посредством контакта металла с металлом. Разность между диаметром уплотнительного участка ниппеля и диаметром уплотнительного участка муфты известна как “натяг уплотнения”. Чем больше натяг уплотнения, тем больше контактная сила уплотнения, что означает лучшую герметичность.

[0007] Для улучшения герметичности, противостоящей наружному давлению, эффективным является увеличение толщины стенки уплотнительного участка ниппеля, на который действует наружное давление. Данное увеличивает сопротивление уменьшению диаметра уплотнительного участка ниппеля после приложения наружного давления к резьбовому соединению, что сокращает уменьшение в существенном натяге уплотнения, сокращая уменьшение в контактной силе уплотнения. В дополнение, требуются подходящие отрезки длины резьб и подходящие площади поверхностей заплечиков для обеспечения работы соединения со стабильной герметичностью, даже под действием высокой растягивающей /сжимающей нагрузки.

[0008] В WO 2015/194160 (Патентный Документ 1) раскрыто резьбовое соединение для стальных труб с улучшенной герметичностью, противостоящей внутреннему и наружному давлению (см. раздел 0020). Данное резьбовое соединение содержит, начиная от вершины ниппеля (т.е. трубчатого конца тела трубы нефтяной скважины): поверхности заплечика; первые уплотнительные поверхности; первые охватываемые /охватывающие резьбы; вспомогательные поверхности заплечика; кольцевые участки; вторые уплотнительные поверхности; и вторые охватываемые /охватывающие резьбы (см. раздел 0063 и фиг. 6).

[0009] В JP Hei10(1998)-89554 A (Патентный Документ 2) раскрыто малогабаритное резьбовое соединение для трубы нефтяной скважины, в котором только заплечики для приложения крутящего момента имеют высокую прочность, и которое обеспечивает удовлетворительное сопротивление сжатию и удовлетворительную коррозионную стойкость (см. раздел 0016). Данное резьбовое соединение является интегральным резьбовым соединением для труб нефтяных скважин, содержащим резьбы для скрепления свинчиванием ниппеля и муфты, уплотнения для обеспечения некоторой герметичности, противостоящей внутреннему давлению, наружному давлению, или обоим на трубе нефтяной скважины, и заплечики для приложения крутящего момента для контроля крутящего момента свинчивания, где прочность заплечиков для приложения крутящего момента больше, чем у других участков соединения или тела трубы нефтяной скважины (см. раздел 0018 и фиг. 1).

[0010] Следующие документы уровня техники включены сюда путем ссылки.

[Патентный Документ 1] WO 2015/194160

[Патентный Документ 2] JP Hei10(1998)-89554 A

[Патентный Документ 3] WO 2017/104282 A

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0011] Задачей настоящего изобретения является создание резьбового соединения для стальных труб с улучшенной герметичностью, противодействующей наружному давлению с поддержанием герметичности, противодействующей внутреннему давлению.

[0012] В резьбовых соединениях, рассмотренных выше, требуемая герметичность не может быть обеспечена простым расположением уплотнительных поверхностей, поверхностей заплочиков, резьб и других элементов. Для обеспечения требуемой герметичности, изобретатели недавно открыли, что в трубе нефтяной скважины со стенками ограниченной толщин, толщину различных элементов следует разрабатывать сбалансированно, и на основе данного открытия изобрели резьбовое соединение для стальных труб, описанное ниже.

[0013] Резьбовое соединение для стальной трубы настоящего изобретения содержит трубчатый ниппель и трубчатую муфту, выполненную с возможностью скрепления на ниппеле при ввинчивании ниппеля в нее. Ниппель содержит нос, коническую внутреннюю охватываемую резьбу, коническую наружную охватываемую резьбу, внутреннюю уплотнительную поверхность ниппеля, поверхность промежуточного заплочика ниппеля, промежуточную уплотнительную поверхность ниппеля и кольцевой участок ниппеля. Нос предусмотрен на участке вершины ниппеля. Внутренняя охватываемая резьба расположена вблизи вершины ниппеля, причем внутренняя охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Наружная охватываемая резьба расположена вблизи тела стальной трубы, причем наружная охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Внутренняя уплотнительная поверхность ниппеля предусмотрена между носом и внутренней охватываемой резьбой. Поверхность промежуточного заплочика ниппеля предусмотрена между внутренней охватываемой резьбой и наружной охватываемой резьбой. Промежуточная уплотнительная поверхность ниппеля предусмотрена между наружной охватываемой резьбой и поверхностью промежуточного заплочика ниппеля. Кольцевой участок ниппеля предусмотрен между поверхностью промежуточного заплочика ниппеля и промежуточной уплотнительной поверхностью ниппеля. Муфта содержит выемку, коническую внутреннюю охватывающую резьбу, коническую наружную охватывающую резьбу, внутреннюю уплотнительную поверхность муфты, поверхность промежуточного заплочика муфты, промежуточную уплотнительную поверхность муфты и кольцевой участок муфты. Выемка соответствует носу. Внутренняя охватывающая резьба соответствует внутренней охватываемой резьбе, причем внутренняя охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии муфты. Наружная охватывающая резьба соответствует наружной охватываемой резьбе, причем наружная охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии муфты. Внутренняя уплотнительная поверхность муфты обращена к внутренней уплотнительной поверхности ниппеля, причем внутренняя уплотнительная поверхность муфты находится в контакте с

внутренней уплотнительной поверхностью ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены. Поверхность промежуточного заплечика муфты обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, причем поверхность промежуточного заплечика муфты находится в контакте с поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены. Промежуточная уплотнительная поверхность муфты обращена к промежуточной уплотнительной поверхности ниппеля, причем промежуточная уплотнительная поверхность муфты находится в контакте с промежуточной уплотнительной поверхностью ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены. Кольцевой участок муфты обращен к кольцевому участку ниппеля, причем кольцевой участок муфты отделен от кольцевого участка ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены.

[0014] Резьбовое соединение для стальной трубы удовлетворяет следующим выражениям (1) и (2):

$$\alpha_1 > \alpha_2 \quad (1).$$

В выражении (1) α_1 угол уклона конуса внутренней охватываемой резьбы. α_2 угол уклона конуса наружной охватываемой резьбы.

[0015]

$$0.5 \leq \frac{L_1 \alpha_1}{L_2 \alpha_2} \leq 1.2 \quad (2).$$

В выражении (2) L_1 расстояние между вершиной ниппеля и поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены, и L_2 расстояние между поверхностью промежуточного заплечика муфты и вершиной муфты, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0016] На фиг. 1 показано продольное сечение резьбового соединения для стальных труб по первому варианту осуществления.

На фиг. 2 показано продольное сечение резьбового соединения для стальных труб по второму варианту осуществления.

На фиг. 3 представлен график герметичности резьбовых соединений экспериментальных примеров.

На фиг. 4 представлен график герметичности для наружного давления резьбовых соединений фиг. 3.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0017] Резьбовое соединение для стальной трубы настоящего варианта осуществления содержит трубчатый ниппель и трубчатую муфту, выполненную с возможностью скрепления на ниппеле при ввинчивании ниппеля в нее. Ниппель содержит нос, коническую внутреннюю охватываемую резьбу, коническую наружную охватываемую резьбу, внутреннюю уплотнительную поверхность ниппеля, поверхность промежуточного заплечика ниппеля, промежуточную уплотнительную поверхность

ниппеля и кольцевой участок ниппеля. Нос предусмотрен на участке вершины ниппеля. Внутренняя охватываемая резьба расположена вблизи вершины ниппеля, причем внутренняя охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Наружная охватываемая резьба расположена вблизи тела стальной трубы, наружная охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Внутренняя уплотнительная поверхность ниппеля предусмотрена между носом и внутренней охватываемой резьбой. Поверхность промежуточного заплечика ниппеля предусмотрена между внутренней охватываемой резьбой и наружной охватываемой резьбой. Промежуточная уплотнительная поверхность ниппеля предусмотрена между наружной охватываемой резьбой и поверхностью промежуточного заплечика ниппеля. Кольцевой участок ниппеля предусмотрен между поверхностью промежуточного заплечика ниппеля и промежуточной уплотнительной поверхностью ниппеля. Муфта содержит выемку, коническую внутреннюю охватывающую резьбу, коническую наружную охватывающую резьбу, внутреннюю уплотнительную поверхность муфты, поверхность промежуточного заплечика муфты, промежуточную уплотнительную поверхность муфты и кольцевой участок муфты. Выемка соответствует носу. Внутренняя охватывающая резьба соответствует внутренней охватываемой резьбе, причем внутренняя охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии муфты. Наружная охватывающая резьба соответствует наружной охватываемой резьбе, причем наружная охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии муфты. Внутренняя уплотнительная поверхность муфты обращена к внутренней уплотнительной поверхности ниппеля, причем внутренняя уплотнительная поверхность муфты находится в контакте с внутренней уплотнительной поверхностью ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены. Поверхность промежуточного заплечика муфты обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, причем поверхность промежуточного заплечика муфты находится в контакте с поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены. Промежуточная уплотнительная поверхность муфты обращена к промежуточной уплотнительной поверхности ниппеля, причем промежуточная уплотнительная поверхность муфты находится в контакте с промежуточной уплотнительной поверхностью ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены. Кольцевой участок муфты обращен к кольцевому участку ниппеля, причем кольцевой участок муфты отделен от кольцевого участка ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены.

[0018] Резьбовое соединение для стальной трубы удовлетворяет следующему выражению (1):

$$\alpha_1 > \alpha_2 \quad (1).$$

[0019] В выражении (1), α_1 угол уклона конуса внутренней охватываемой резьбы. α_2 угол уклона конуса наружной охватываемой резьбы.

[0020] Предпочтительно, резьбовое соединение для стальной трубы удовлетворяет следующему выражению (2):

$$[0021]$$

$$0,5 \leq \frac{L1 \alpha 1}{L2 \alpha 2} \leq 1,2 \quad (2)$$

[0022] В выражении (2), L1 расстояние между вершиной ниппеля и поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены, и L2 расстояние между поверхностью промежуточного заплечика муфты и вершиной муфты, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены.

[0023] Предпочтительно, ниппель дополнительно содержит: поверхность внутреннего заплечика ниппеля, предусмотренную на вершине ниппеля. Муфта дополнительно содержит: поверхность внутреннего заплечика муфты, обращенную к поверхности внутреннего заплечика ниппеля.

[0024] Более предпочтительно, поверхность внутреннего заплечика ниппеля находится в контакте с внутренней поверхностью заплечика муфты, когда ниппель и муфта скреплены.

[0025] Дополнительно, резьбовое соединение для стальной трубы удовлетворяет следующему выражению (3):

$$\frac{A1}{A0} \geq 0,3 \quad (3)$$

[0027] В выражении (3) A0 площадь сечения тела стальной трубы в плоскости перпендикулярной оси трубы, и A1 площадь проекции муфты промежуточный поверхности заплечика на плоскость перпендикулярную оси трубы.

[0028] Альтернативно, резьбовое соединение для стальной трубы удовлетворяет следующему выражению (4):

$$\frac{A2}{A0} \geq 0,3 \quad (4)$$

[0030] В выражении (4), A0 площадь сечения тела стальной трубы в плоскости перпендикулярной оси трубы, и A2 общая площадь проекции поверхности внутреннего заплечика ниппеля и проекции поверхности промежуточного заплечика ниппеля на плоскость перпендикулярную оси трубы.

[0031] Варианты осуществления резьбового соединения для стальной трубы описаны ниже со ссылкой на чертежи. Одинаковым и соответствующим компонентам на чертежах присвоены одинаковые ссылочные позиции, и их описание не повторяется.

[0032] [Конструкция резьбового соединения для стальных труб]

Как показано на фиг. 1, резьбовое соединение для стальных труб настоящего варианта осуществления является резьбовым соединением муфтового типа, содержащим: трубчатый ниппель 10; и трубчатую муфту 20, выполненную с возможностью скрепления на ниппеле 10, когда ниппель 10 ввинчивают в нее.

[0033] Ниппель 10 содержит нос 12, коническую внутреннюю охватываемую резьбу 14, коническую наружную охватываемую резьбу 17, внутреннюю уплотнительную

поверхность 13 ниппеля, поверхность 18 промежуточного заплечика ниппеля, промежуточную уплотнительную поверхность 16 ниппеля и кольцевой участок 15а ниппеля.

[0034] Нос 12 предусмотрен на участке вершины ниппеля 10. Внутренняя охватываемая резьба 14 расположена вблизи вершины ниппеля и предусмотрена на наружной периферии ниппеля 10. Наружная охватываемая резьба 17 расположена вблизи тела РМ связанной стальной трубы и предусмотрена на наружной периферии ниппеля 10. Тело РМ стальной трубы представляет собой участок стальной трубы, не являющийся ниппелем 10. Внутренняя уплотнительная поверхность 13 ниппеля предусмотрена между носом 12 и внутренней охватываемой резьбой 14. Поверхность 18 промежуточного заплечика ниппеля предусмотрена между внутренней охватываемой резьбой 14 и наружной охватываемой резьбой 17. Промежуточная уплотнительная поверхность 16 ниппеля предусмотрена между наружной охватываемой резьбой 17 и промежуточной поверхностью 18 заплечика ниппеля. Кольцевой участок 15а ниппеля предусмотрен между промежуточной поверхностью 18 заплечика ниппеля и промежуточной уплотнительной поверхностью 16 ниппеля.

[0035] Муфта 20 содержит выемку 22, коническую внутреннюю охватывающую резьбу 24, коническую наружную охватывающую резьбу 27, внутреннюю уплотнительную поверхность 23 муфты, поверхность 28 промежуточного заплечика муфты, промежуточную уплотнительную поверхность 26 муфты и кольцевой участок 25а муфты.

[0036] Выемка 22 соответствует носу 12. Внутренняя охватывающая резьба 24 соответствует внутренней охватываемой резьбе 14 и предусмотрена на внутренней периферии муфты 20. Наружная охватывающая резьба 27 соответствует наружной охватываемой резьбе 17 и предусмотрена на внутренней периферии муфты 20. Внутренняя уплотнительная поверхность 23 муфты обращена к внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля и находится в контакте с внутренней уплотнительной поверхностью 13 ниппеля, когда ниппель 10 и муфта 20 скреплены. Поверхность 28 промежуточного заплечика муфты обращена к поверхности 18 промежуточного заплечика ниппеля и находится в контакте с промежуточной поверхностью 18 заплечика ниппеля, когда ниппель 10 и муфта 20 скреплены. Промежуточная уплотнительная поверхность 26 муфты обращена к промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля и находится в контакте с промежуточной уплотнительной поверхностью 16 ниппеля, когда ниппель 10 и муфта 20 скреплены. Кольцевой участок 25а муфты обращен к кольцевому участку 15а ниппеля, и расположен на расстоянии от кольцевого участка 15а ниппеля, когда ниппель 10 и муфта 20 скреплены.

[0037] Резьбовое соединение для стальных труб удовлетворяет следующему выражению (1):

$$\alpha_1 > \alpha_2 \quad (1).$$

В выражении (1), α_1 угол уклона конуса внутренней охватываемой резьбы 14. α_2 угол уклона конуса наружной охватываемой резьбы 17.

[0038] В реализациях, где впадины профиля резьбы параллельны соответствующим образующим конуса резьбы, угол α_1 уклона конуса является углом уклона, который имеется на продольном сечении ниппеля 10, содержащем ось CL трубы, и который образован между прямой линией, соединяющей впадины профиля внутренней охватываемой резьбы 14, и осью CL трубы (или прямой линией, параллельной ей). Угол α_2 уклона конуса является углом уклона, который имеется на продольном сечении ниппеля 10, содержащем ось CL трубы, и который образован между прямой линией, соединяющей впадины профиля наружной охватываемой резьбы 17 и осью CL трубы (или прямой линией, параллельной ей).

[0039] В реализациях, где впадины профиля резьбы параллельны оси CL трубы, угол α_1 уклона конуса является углом уклона, который имеется на продольном сечении ниппеля 10, содержащем ось CL трубы, и который образован между прямой линией, соединяющей точки пересечения выносных линий впадин профиля внутренней охватываемой резьбы 14, и выносными линиями опорных сторон профиля с одной стороны и осью CL трубы (или прямой линией, параллельной ей) с другой. Угол α_2 уклона конуса является углом уклона, который имеется на продольном сечении ниппеля 10, содержащем ось CL трубы, и который образован между прямой линией, соединяющей точки пересечения выносных линий впадин профиля наружной охватываемой резьбы 17, и выносными линиями опорных сторон профиля с одной стороны и осью CL трубы (или прямой линией, параллельной ей) с другой.

[0040] Внутренняя охватываемая резьба 14 и внутренняя охватывающая резьба 24 могут ниже в данном документе вместе называться “внутренними резьбами 14 и 24”. Наружная охватываемая резьба 17 и наружная охватывающая резьба 27 могут ниже в данном документе вместе называться “наружными резьбами 17 и 27”.

[0041] Каждая из внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля и промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля имеет конфигурацию эквивалентную периферии усеченного конуса, уменьшающегося в диаметре к вершине, или форму, полученную комбинированием периферии такого усеченного конуса и конфигурации, эквивалентной периферии тела вращения, полученного вращением такой кривой, как дуга, вокруг оси CL трубы.

[0042] Нос 12 имеет трубчатую форму и проходит непосредственно от внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля в направлении оси CL трубы. Альтернативно, наружная периферия носа 12 может быть конической поверхностью с углом уклона равным или меньше (т.е. пологим уклоном) или больше (т.е. крутым уклоном) чем, углом уклона конусности внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля. Точнее, в реализациях, где наружная периферия носа 12 является конической поверхностью, наружная периферия имеет конфигурацию, эквивалентную периферии усеченного конуса, уменьшающегося в диаметре к вершине, или форму, полученную комбинированием

периферии такого усеченного конуса и конфигурации, эквивалентной периферии тела вращения, полученного вращением такой кривой, как дуга, вокруг оси CL трубы.

[0043] Ниппель 10 дополнительно содержит внутреннюю поверхность 11 заплечика ниппеля на вершине ниппеля 10. Муфта 20 дополнительно содержит внутреннюю поверхность 21 заплечика муфты для обращения к внутренней поверхности 11 заплечика ниппеля. Поверхность 11 внутреннего заплечика ниппеля находится в контакте с внутренней поверхностью 21 заплечика муфты, когда ниппель 10 и муфта 20 скреплены.

[0044] Поверхность 11 внутреннего заплечика ниппеля является кольцевой поверхностью в общем перпендикулярной оси CL трубы. Конкретнее, поверхность 11 внутреннего заплечика немного наклонена так, что ее наружная периферия расположена ближе к вершине ниппеля 10.

[0045] Поверхность 18 промежуточного заплечика расположена между внутренней охватываемой резьбой 14 и кольцевым участком 15а ниппеля. Поверхность 18 промежуточного заплечика проходит непосредственно от кольцевого участка 15а ниппеля. В настоящем варианте осуществления поверхность 18 промежуточного заплечика является кольцевой поверхностью перпендикулярной оси CL трубы. Альтернативно, одинаково с поверхностью 11 внутреннего заплечика, поверхность 18 промежуточного заплечика может быть немного наклонена так, что ее наружная периферия расположена ближе к вершине ниппеля 10.

[0046] Кольцевой участок 15а ниппеля проходит непосредственно от промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля в направлении вперед к оси CL трубы. Внутренняя охватываемая резьба 14 проходит непосредственно от кольцевого участка 15а ниппеля. Кольцевой участок 15b ниппеля проходит непосредственно от промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля назад в направлении оси CL трубы. Наружная охватываемая резьба 17 проходит непосредственно от кольцевого участка 15b ниппеля. Наружная периферия кольцевого участка 15а ниппеля может иметь любую форму, которая обеспечивает жесткость, и может быть цилиндрической поверхностью или конической поверхностью с углом уклона меньше (т.е. пологим уклоном) чем у конуса внутренней охватываемой резьбы 14, или может быть криволинейной поверхностью. То же применимо к наружной периферии кольцевого участка 15b ниппеля.

[0047] Внутренняя уплотнительная поверхность 23 муфты выступает к внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля. Альтернативно, внутренняя уплотнительная поверхность 23 муфты может являться не выступающей. В таких реализациях внутренняя уплотнительную поверхность 13 ниппеля выступает к внутренней уплотнительной поверхности 23 муфты.

[0048] Внутренняя охватываемая резьба 14 и внутренняя охватывающая резьба 24 являются коническими резьбами, и являются трапецидальными резьбами. Наружная охватываемая резьба 17 и наружная охватывающая резьба 27 также являются

коническими резьбами, и также являются трапецеидальными резьбами.

[0049] Конические поверхности внутренних резьб 14 и 24 расположены ближе к оси CL трубы, чем конические поверхности наружных резьб 17 и 27, поскольку имеются промежуточные поверхности 18 и 28 запечиков между внутренними резьбами 14 и 24 с одной стороны и наружными резьбами 17 и 27 с другой. Таким образом, участки ниппеля 10, которые обеспечены внутренней охватываемой резьбой 14 и внутренней уплотнительной поверхностью 13 ниппеля, имеют относительно малые наружные диаметры и, следовательно, относительно малую толщину стенок. С другой стороны, участки ниппеля 10, которые обеспечены промежуточной уплотнительной поверхностью 16 ниппеля и наружной охватываемой резьбой 17, имеют относительно большие наружные диаметры и, следовательно, относительно большую толщину стенок.

[0050] Внутренняя охватываемая резьба 14 и внутренняя охватывающая резьба 24 обеспечивают свинчивание друг с другом чтобы, когда соединение скреплено, они могли иметь плотный контакт друг с другом для получения посадки с натягом. Аналогично, наружная охватываемая резьба 17 и наружная охватывающая резьба 27 могут достигать посадки с натягом.

[0051] При ввинчивании ниппеля 10 внутренние уплотнительные поверхности 13 и 23 входят в контакт друг с другом, и промежуточные уплотнительные поверхности 16 и 26 входят в контакт друг с другом и, когда соединение скреплено, имеют плотный контакт для получения посадки с натягом. Таким образом, внутренние уплотнительные поверхности 13 и 23 и промежуточные уплотнительные поверхности 16 и 26 образуют внутреннее уплотнение и промежуточное уплотнение, соответственно, через контакт металла с металлом.

[0052] Когда соединение скреплено, образуется зазор (не показано) между носом 12 ниппеля 10 и выемкой 22 муфты 20. Также образуется зазор между кольцевым участком 15a ниппеля и кольцевым участком 25a муфты. Также образуется зазор между кольцевым участком 15b ниппеля и кольцевым участком 25b муфты.

[0053] Когда соединение скреплено, внутренние поверхности 11 и 21 запечиков сжимаются вместе и находятся в контакте друг с другом. Контакт со сжатием между внутренними поверхностями 11 и 21 запечиков прикладывает затягивающие резьбу аксиальные силы в основном на опорные стороны профиля внутренней охватываемой резьбы 14. Когда соединение скреплено, промежуточные поверхности запечиков 18 и 28 находятся в контакте друг с другом. Когда промежуточные поверхности запечиков 18 и 28 находятся в контакте со сжатием, прикладываются затягивающие резьбу аксиальные силы в основном на опорные стороны профиля наружной охватываемой резьбы 17.

[0054] Резьбовое соединение для стальных труб также удовлетворяет следующему выражению (2):

$$[0055] \quad 0.5 \leq \frac{L_1 \alpha_1}{L_2 \alpha_2} \leq 1.2 \quad (2)$$

[0056] В выражении (2) $L1$ расстояние между вершиной ниппеля 10 и поверхностью 18 промежуточного заплечика ниппеля, измеренное в направлении оси CL трубы, когда ниппель 10 и муфта 20 не скреплены. $L2$ расстояние между поверхностью 28 промежуточного заплечика муфты и вершиной муфты 20, измеренное в направлении оси CL трубы, когда ниппель 10 и муфта 20 не скреплены.

[0057] Эффекты от углов α_1 и α_2 уклона конуса внутренних резьб 14 и 24 и наружных резьб 17 и 27 рассмотрены ниже. Для постоянной длины внутренних резьб 14 и 24 и для постоянной длины наружных резьб 17 и 27 толщина стенки ниппеля 10, измеренная на промежуточной уплотнительной поверхности 18 ниппеля для $\alpha_1 > \alpha_2$ может быть увеличена относительно случая $\alpha_1 = \alpha_2$, при этом улучшается герметичность, противостоящая наружному давлению. С другой стороны, толщина стенки ниппеля 10, измеренная на промежуточной уплотнительной поверхности 18 ниппеля для $\alpha_1 < \alpha_2$ меньше чем для случая $\alpha_1 = \alpha_2$, где уменьшается герметичность, противостоящая наружному давлению.

[0058] Эффекты от длины внутренних резьб 14 и 24 и наружных резьб 17 и 27 рассмотрены ниже. Если принять обозначение WT толщины стенки тела РМ стальной трубы, толщину стенки ниппеля 10, измеренную на внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля обозначить t_1 , толщину стенки ниппеля 10, измеренную на промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля обозначить t_2 и высоту поверхности 18 промежуточного заплечика ниппеля, измеренную в радиальном направлении трубы обозначить t_s , тогда можно получить соотношения, данные в приведенных ниже выражениях (5) и (6). Здесь X_1 и X_2 постоянные, представляющие небольшие изменения в толщине стенки, такие как изменения, обусловленные внутренней станочной обработкой, выполненной на участках, расположенных в направлении внутрь от внутренних уплотнительных поверхностей 13 и 23, или изменения в толщине стенки участков вблизи внутренних уплотнительных поверхностей 13 и 23.

[0059] $WT = t_1 + L1\alpha_1 + t_s + L2\alpha_2 + X_1$ (5), и $t_2 = t_1 + L1\alpha_1 + t_s + X_2$ (6).

[0060] Для увеличения герметичности, противостоящей наружному давлению, необходимо максимизировать толщину t_2 стенки для уменьшения величины сокращения диаметра, обусловленного наружным давлением и, следовательно, предотвращения существенного уменьшения контактной силы уплотнения, когда прикладывается наружное давление. Толщина t_1 стенки должна быть выше некоторой величины, поскольку, если толщина стенки участков соединения обеспеченных внутренними уплотнительными поверхностями 13 и 23, на которые не действует наружное давление, слишком мала, достаточные соединительные силы не могут быть обеспечены. Дополнительно, высота t_s должна превышать некоторую величину для обеспечения некоторого сопротивления сжатию. Таким образом, для максимизации толщины t_2 стенки на основе выражений (5) и (6) для постоянной толщины t_1 стенки и для постоянной высоты t_s , $L1\alpha_1$ надлежащим образом максимизируют и $L2\alpha_2$ надлежащим образом минимизируют. Параметр S герметичности наружного давления, дается следующим

выражением, (7).

$$[0061] \quad S = \frac{L_1 \alpha_1}{L_2 \alpha_2} \quad (7)$$

[0062] Тогда, если параметр S больше некоторой величины, обеспечена достаточная толщина t_2 стенки, при этом обеспечена удовлетворительная герметичность, противостоящая наружному давлению.

[0063] С другой стороны, если параметр S является слишком большим, сцепление между наружными резьбами 17 и 27 уменьшается так, что после приложения наружного давления, участки соединения, снабженные наружными резьбами 17 и 27 и промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26 проявляют тенденцию к уменьшению в диаметре.

[0064] Для обеспечения достаточного соединительного контакта на уплотнении толщина t_1 стенки предпочтительно не меньше 4 мм. Дополнительно, для обеспечения достаточного сопротивления сжатию, высота t_s , предпочтительно, не меньше 4 мм. Кроме того, для предотвращения срыва (т.е. выхода из зацепления резьб или выхода одной резьбы из другой вследствие сдвигового разрушения) после приложения чрезмерной растягивающей нагрузки, предпочтительно, удовлетворяется следующее выражение, (8):

$$(L_1 + L_2) / OD > 1 \quad (8).$$

В выражении (8) OD наружный диаметр стальной трубы.

[0065] Дополнительно, обеспечение внутренней поверхности 11 заплеика ниппеля на вершине ниппеля 10 может уменьшать повреждение, обусловленное сжимающей нагрузкой, и от него ожидают дополнительного улучшения показателей работы.

[0066] Предпочтительные реализации резьбового соединения настоящего варианта осуществления описаны ниже, как дополнение.

[0067] Принято обозначение A_0 площади сечения тела стальной трубы в плоскости перпендикулярной оси CL трубы в ниппеле 10, и обозначение A_1 площади проекции поверхности 28 промежуточного заплеика муфты на плоскость перпендикулярную оси CL трубы. Тогда, соотношение A_1/A_0 их площадей, предпочтительно, не меньше 0,3. Более предпочтительно, A_1/A_0 не меньше 0,35. Причины для указанного следующие: A_1/A_0 , по существу, зависит от площади поверхности 28 промежуточного заплеика муфты. Если A_1/A_0 мало, это означает, что площадь поверхности 28 промежуточного заплеика муфты мала; тогда, если к резьбовому соединению приложена чрезмерная сжимающая нагрузка, поверхность 28 промежуточного заплеика муфты не может выдерживать данную сжимающую нагрузку. Если такое происходит, поверхность 18 промежуточного заплеика ниппеля и участки ниппеля, непосредственно проходящие от нее, т.е. кольцевой участок 15а ниппеля и промежуточная уплотнительная поверхность 16 ниппеля, пластически деформируются, результатом является нестабильный контакт между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26. В результате, контактное давление между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26

может уменьшаться. Принимая во внимание указанное, предпочтительным является соотношение $A1/A0$ площадей промежуточного заплечика и тела стальной трубы больше некоторой величины.

[0068] Никакого частного верхнего предела для соотношения $A1/A0$ площади промежуточного заплечика к телу стальной трубы не задано. Тем не менее, если $A1/A0$ слишком большое, трудно обеспечить некоторую длину зацепления между внутренними резьбами 14 и 24 и некоторую длину зацепления между наружными резьбами 17 и 27. Принимая указанное во внимание, по практическим причинам соотношение $A1/A0$ площади всего заплечика и тела стальной трубы, предпочтительно, не больше 60%.

[0069] Принимается обозначение $A0$ для площади сечения тела стальной трубы в плоскости перпендикулярной к оси CL трубы в ниппеле 10, и обозначение $A2$ общей площади проекции поверхности внутреннего 11 заплечика ниппеля и поверхности 18 промежуточного заплечика ниппеля на плоскость перпендикулярную к оси CL трубы (т.е. общая площадь заплечика). В данном случае соотношение $A2/A0$ площади, предпочтительно, не меньше 0,3. Более предпочтительно, $A2/A0$ не меньше 0,35. Причины указанного следующие: $A2/A0$, по существу, зависит от площади внутреннего заплечика 11 ниппеля и площади поверхности 18 промежуточного заплечика ниппеля. Если $A2/A0$ мало, это означает, что площади внутреннего заплечика 11 ниппеля и поверхности 18 промежуточного заплечика ниппеля малы; тогда, если прикладывается чрезмерная сжимающая нагрузка к резьбовому соединению, внутренний заплечик 11 ниппеля и поверхность 18 промежуточного заплечика ниппеля не могут выдерживать данную сжимающую нагрузку. Если указанное происходит, поверхность 11 внутреннего заплечика ниппеля и участки ниппеля, проходящие непосредственно от нее, т.е. нос 12 и внутренняя уплотнительная поверхность 13 ниппеля, пластически деформируются, результатом является нестабильный контакт между внутренними уплотнительными поверхностями 13 и 23. Одновременно, поверхность 18 промежуточного заплечика ниппеля и участки ниппеля, проходящие непосредственно от нее, т.е. кольцевой участок 15а ниппеля и промежуточная уплотнительная поверхность 16 ниппеля, пластически деформируются, результатом является нестабильный контакт между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26. В результате, контактное давление между внутренними уплотнительными поверхностями 13 и 23 и контактное давление между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26 могут уменьшаться. Принимая во внимание указанное, предпочтительным является соотношение $A2/A0$ общей площади заплечика и площади тела стальной трубы больше некоторой величины.

[0070] Никакого частного верхнего предела для соотношения $A2/A0$ общей площади заплечика и тела стальной трубы не задано. Тем не менее, если $A2/A0$ слишком велико, трудно обеспечить некоторую длину зацепления между внутренними резьбами 14 и 24 и некоторую длину зацепления между наружными резьбами 17 и 27. Принимая указанное во внимание, по практическим причинам, соотношение $A2/A0$ общей площади заплечика и тела стальной трубы предпочтительно не больше 60%.

[0071] Никакого частного верхнего предела для наружного диаметра кольцевого участка 15а ниппеля не задано. Тем не менее, наружный диаметр кольцевого участка 15а ниппеля должен быть таким, чтобы во время скрепления кольцевой участок ниппеля не имел натяга с промежуточной уплотнительной поверхностью 26 муфты.

[0072] В ниппеле 10 длина кольцевого участка 15а ниппеля, измеренная по оси трубы предпочтительно имеет величину одного или нескольких шагов наружной охватываемой резьбы 17, измеренных от переднего конца промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля. Если длина кольцевого участка 15а ниппеля мала, после приложения наружного давления к резьбовому соединению контактное давление между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26 ниппеля может уменьшаться по тем же причинам, что для малой толщины стенки кольцевого участка 15а ниппеля.

[0073] Никакого частного верхнего предела для длины кольцевого участка 15а ниппеля не задано. Вместе с тем, если длина кольцевого участка 15а ниппеля слишком велика, общая длина соединения становится слишком большой, что увеличивает время станочной обработки и стоимость материалов, приводя к увеличению стоимости изготовления. Дополнительно, если длина кольцевого участка 15а ниппеля больше некоторой величины, достигается близкое к предельному улучшение по герметичности. Принимая указанное во внимание, по практическим причинам, длина кольцевого участка 15а ниппеля предпочтительно не превышает величину пяти шагов наружной охватываемой резьбы 17.

[0074] В ниппеле 10 длина кольцевого участка 15b ниппеля, измеренная по оси трубы, предпочтительно имеет величину одного или нескольких шагов наружной охватываемой резьбы 17, с измерением от заднего конца промежуточной уплотнительной поверхности 16 ниппеля. Если длина кольцевого участка 15b ниппеля мала, существенный натяг между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26 от действия посадки с натягом между наружными резьбами 17 и 27 может уменьшиться, при этом потенциально уменьшается контактное давление между промежуточными уплотнительными поверхностями 16 и 26.

[0075] Никакого частного верхнего предела для длины кольцевого участка 15b ниппеля не задано. Вместе с тем, если длина кольцевого участка 15b ниппеля слишком велика, общая длина соединения становится слишком большой, что увеличивает время станочной обработки и стоимость материалов, приводя к увеличению стоимости изготовления. Дополнительно, если длина кольцевого участка 15b ниппеля больше некоторой величины, достигается близкое к предельному улучшение по герметичности. Принимая указанное во внимание, по практическим причинам длина кольцевого участка 15b ниппеля предпочтительно не больше пяти шагов наружной охватываемой резьбы 17.

[0076] В ниппеле 10 длина носа 12, измеренная по оси CL трубы, предпочтительно не меньше 5 мм. Причины указанного следующие: если длина носа 12 мала, когда чрезмерная растягивающая нагрузка прикладывается к резьбовому соединению, силы

упругого последствия на внутренней уплотнительной поверхности 13 ниппеля, производимые носом 12, могут быть недостаточными. В таких случаях контактное давление между внутренними уплотнительными поверхностями 13 и 23 может уменьшаться. Принимая указанное во внимание, длина носа 12 предпочтительно больше некоторой величины.

[0077] Никакого частного верхнего предела для длины носа 12 не задано. Вместе с тем, если длина носа 12 слишком велика, общая длина соединения становится слишком большой, что увеличивает время станочной обработки и стоимость материалов, приводя к увеличению стоимости изготовления. Дополнительно, если длина носа 12 больше некоторой величины, достигается близкое к предельному улучшение по герметичности. Принимая указанное во внимание, по практическим причинам, длина носа 12 предпочтительно не больше пяти шагов внутренней охватываемой резьбы 14.

[0078] Настоящее изобретение не ограничено показанными выше вариантами осуществления, и другие различные модификации являются возможными без отхода от сущности настоящего изобретения.

[0079] Например, как показано на фиг. 2, поверхность 11 внутреннего заплечика ниппеля и поверхность 21 внутреннего заплечика муфты могут быть отделены друг от друга.

[0080] Например, можно добавить устройство для сокращения тесного контакта между зонами внутренних резьб 14 и 24, которые расположены вблизи внутренних уплотнительных поверхностей 13 и 23, после приложения внутреннего давления к резьбовому соединению. Указанное должно обуславливать деформацию участков ниппеля, связанных с внутренней уплотнительной поверхностью 13 ниппеля и их более эффективное увеличение в диаметре, при этом усиливается контактное давление между внутренними уплотнительными поверхностями 13 и 23. Данное устройство может содержать средство, в котором участки внутренней охватываемой резьбы 14 или внутренней охватывающей резьбы 24, которые расположены вблизи внутренних уплотнительных поверхностей 13 и 23 имеют резьбу несовершенных форм, т.е. с неполными резьбовыми участками. В одном примере данного устройства, неполные резьбовые участки внутренней охватывающей резьбы 24 муфты 20 содержат вершины профиля резьбы, которые образуют цилиндрическую поверхность параллельную оси CL трубы, и высоты резьбы меньше высот регулярной резьбы. Указанное должно создавать зазоры между вершинами профиля внутренней охватывающей резьбы 24 и впадинами профиля внутренней охватываемой резьбы 14, которые расположены в неполных участках резьбы. В данном случае, общая длина неполных участков резьбы составляет 3-9 шагов внутренней охватывающей резьбы 24 (т.е. около 15-45 мм).

[0081] Резьбовое соединение описанного выше варианта осуществления не ограничено соединениями муфтового типа и может представлять собой интегральное соединение.

ПРИМЕРЫ

[0082] Для подтверждения полезного эффекта описанных выше вариантов осуществления изобретения проводили анализ численного моделирования способом упругопластических конечных элементов (FEM).

[0083] <Условия испытаний>

Анализ методом конечных элементов выполняли на множестве образцов с отличающимися параметрами $S (=L1\alpha1/L2\alpha2)$ герметичности по наружному давлению для сравнения их показателей работы. Образцы являлись резьбовыми соединениями муфтового типа с базовой конструкцией, показанной на фиг. 1. Обычные условия испытаний приведены ниже.

[0084] (1) Размеры стальных труб

7-5/8 [дюйм] $\times$ 1,06 [дюйм] (с наружным диаметром 193,68 [мм] и толщиной стенки 27,0 [мм])

(2) Марка стали труб

P110 по стандартам API (углеродистая сталь с номинальным пределом текучести 110 ksi(тыс.фунт/кв.дюйм))(758,3 МПа)

(3) Размеры резьб (общие для всех резьб)

Шаг резьбы: 5,08 [мм]; угол наклона опорной стороны профиля: -3° ; угол наклона заводящей стороны профиля: 10° ; зазор заводящей стороны профиля: 0,15 [мм]

[0085] Для выполнения анализа методом конечных элементов каждый образец моделировали в таком, что материал являлся упругопластическим объектом с изотропным упрочнением; модуль упругости составлял 210 [ГПа]; и предел текучести составлял 110 [ksi(тыс.фунт/кв.дюйм)] (=758.3 [МПа]) для 0,2% условного предела текучести.

[0086] < Способ оценки >

[0087] Для каждого образца анализировали затягивание резьбы перед приложением нагрузки, имитируя испытание по ISO 13679 2011 CAL-IV Series A для оценки герметичности, противостоящей наружному и внутреннему давлению. Герметичность, противостоящую наружному и внутреннему давлению оценивали на основе минимальной величины контактной силы, отнесенной к единице длины, измеренной в направлении окружности внутренних уплотнений во время частей цикла приложения внутреннего давления статистики нагрузки (т.е. квадрантов I и II) и контактной силы, отнесенной к единице длины, измеренной в направлении окружности промежуточных уплотнений во время частей цикла приложения наружного давления статистики нагрузки (т.е. квадрантов III и IV). Большие контактные силы означают лучшую герметичность. Герметичность оценивали, применяя следующие два уровня относительно показателей работы образца #1, который представлен позицией "1".

- ○ : удовлетворительно, т.е. промежуточное уплотнение показывало контактную силу 1,2 или больше; и

- ✕ : неприемлемо, т.е. промежуточное уплотнение показывало контактную силу меньше 1,2 или внутреннее уплотнение показывало контактную силу 0,9 или меньше.

[0088] В Таблице 1 показаны обобщенные данные условий испытаний и оценок для различных образцов.

[Таблица 1]

	Разм еры труб ы		Разм еры резь бы				Пара метр ы фор мы		Герме тично сть		
об раз ец	нару жны й диа м. мм	толщ. Стенк и мм	L1	$\alpha 1$	L2	$\alpha 2$	(L1+ L2)/ OD	L1 $\alpha 1$ / L2 $\alpha 2$	внутр. давле ние	наруж ное давле ние	опред елени е
№ 1	193, 7	27,0	75,2	0,08 3	132, 0	0,08 3	1,07	0,57	1,00	1,00	×
№ 2	193, 7	27,0	74,1	0,08 3	160, 1	0,05 6	1,21	0,69	1,04	1,24	○
№ 3	193, 7	27,0	75,2	0,12 5	136, 4	0,08 3	1,09	0,83	0,92	1,37	○
№ 4	193, 7	27,0	107, 0	0,08 3	153, 7	0,05 6	1,35	1,04	1,42	1,28	○
№ 5	193, 7	27,0	82,0	0,12 5	163, 8	0,05 6	1,27	1,13	1,00	1,35	○
№ 6	193, 7	27,0	91,0	0,12 5	109, 7	0,08 3	1,04	1,24	1,38	0,58	×
№ 7	193, 7	27,0	100, 0	0,12 5	111, 6	0,08 3	1,09	1,34	1,37	0,56	×

[0089] <Результаты испытаний>

Как показано на фиг. 3 и 4, образец #1 имел $\alpha 1 = \alpha 2$, и толщина стенки промежуточного уплотнения ниппеля была небольшой. Поэтому сопротивление уменьшению диаметра ниппеля промежуточного уплотнения, противостоящего наружному давлению, была небольшой, что давало в результате неудовлетворительную герметичность, противостоящую наружному давлению.

[0090] В образцах #2 - #5, величина $(L1+L2)/OD$ была больше 1, что означало достаточное зацепление резьб, высокое сопротивление растягивающей нагрузке, $\alpha 1$

больше α_2 и $L1\alpha_1/L2\alpha_2$ не меньше 0,5 и не больше 1,2. При этом, толщина стенки промежуточного уплотнения была достаточно большой, указанное означает, что сопротивление уменьшению диаметра, противостоящего наружному давлению, было особенно большим и герметичность, противостоящая наружному давлению, была весьма удовлетворительной.

[0091] В образцах #6 - #7, α_1 был больше α_2 ; вместе с тем, $L1\alpha_1/L2\alpha_2$ было больше 1,2 и зацепление наружных резьб было недостаточным; таким образом, когда было приложено наружное давление, промежуточное уплотнение имело тенденцию уменьшения своего диаметра. Поэтому герметичность, противостоящая наружному давлению, была неудовлетворительной.

ОПИСАНИЕ ССЫЛОЧНЫХ ПОЗИЦИЙ

[0092] 10: ниппель

11: поверхность внутреннего заплечика ниппеля

12: нос

13: внутренняя уплотнительная поверхность ниппеля

14: внутренняя охватываемая резьба

15a и 15b: кольцевые участки ниппеля

16: промежуточная уплотнительная поверхность ниппеля

17: наружная охватываемая резьба

18: поверхность промежуточного заплечика ниппеля

20: муфта

21: поверхность внутреннего заплечика муфты

22: выемка

23: внутренняя уплотнительная поверхность муфты

24: внутренняя охватывающая резьба

25a: кольцевой участок муфты

26: промежуточная уплотнительная поверхность муфты

27: наружная охватывающая резьба

28: поверхность промежуточного заплечика муфты

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение для стальной трубы, содержащее:

трубчатый ниппель; и

трубчатую муфту, выполненную с возможностью скрепления на ниппеле при ввинчивании ниппеля в нее,

при этом ниппель содержит:

нос, предусмотренный на участке вершины ниппеля;

коническую внутреннюю охватываемую резьбу, расположенную вблизи вершины ниппеля, причем внутренняя охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля;

коническую наружную охватываемую резьбу, расположенную вблизи тела стальной трубы, причем наружная охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля;

внутреннюю уплотнительную поверхность ниппеля, предусмотренную между носом и внутренней охватываемой резьбой;

поверхность промежуточного заплечика ниппеля, предусмотренную между внутренней охватываемой резьбой и наружной охватываемой резьбой;

промежуточную уплотнительную поверхность ниппеля, предусмотренную между наружной охватываемой резьбой и поверхностью промежуточного заплечика ниппеля; и

кольцевой участок ниппеля, предусмотренный между поверхностью промежуточного заплечика ниппеля и промежуточной уплотнительной поверхностью ниппеля,

причем муфта содержит:

выемку, соответствующую носу;

коническую внутреннюю охватывающую резьбу, соответствующую внутренней охватываемой резьбе, причем внутренняя охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии муфты;

коническую наружную охватывающую резьбу, соответствующую наружной охватываемой резьбе, причем наружная охватывающая резьба предусмотрена на внутренней периферии муфты;

внутреннюю уплотнительную поверхность муфты, обращенную к внутренней уплотнительной поверхности ниппеля, причем внутренняя уплотнительная поверхность муфты находится в контакте с внутренней уплотнительной поверхностью ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены;

поверхность промежуточного заплечика муфты, обращенную к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, причем поверхность промежуточного заплечика муфты находится в контакте с поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены;

промежуточную уплотнительную поверхность муфты, обращенную к промежуточной уплотнительной поверхности ниппеля, причем промежуточная

уплотнительная поверхность муфты находится в контакте с промежуточной уплотнительной поверхностью ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены; и

кольцевой участок муфты, обращенный к кольцевому участку ниппеля, причем кольцевой участок муфты отделен от кольцевого участка ниппеля, когда ниппель и муфта скреплены,

причем резьбовое соединение удовлетворяет следующим выражениям (1) и (2):

$$\alpha_1 > \alpha_2 \quad (1),$$

в выражении (1), α_1 угол уклона конуса внутренней охватываемой резьбы, и α_2 угол уклона конуса наружной охватываемой резьбы, и

$$0.5 \leq \frac{L_1 \alpha_1}{L_2 \alpha_2} \leq 1.2 \quad (2),$$

в выражение (2), L_1 расстояние между вершиной ниппеля и поверхностью промежуточного заплечика ниппеля, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены, и L_2 расстояние между поверхностью промежуточного заплечика муфты и вершиной муфты, измеренное в направлении оси трубы, когда ниппель и муфта не скреплены.

2. Резьбовое соединение для стальной трубы по п. 1, в котором ниппель дополнительно содержит: поверхность внутреннего заплечика ниппеля, предусмотренную на вершине ниппеля, и

муфта дополнительно содержит: поверхность внутреннего заплечика муфты, обращенную к поверхности внутреннего заплечика ниппеля.

3. Резьбовое соединение для стальной трубы по п. 2, в котором поверхность внутреннего заплечика ниппеля находится в контакте с поверхностью внутреннего заплечика муфты, когда ниппель и муфта скреплены.

4. Резьбовое соединение для стальной трубы по п. 1, удовлетворяющее следующему выражению (3):

$$\frac{A_1}{A_0} \geq 0.3 \quad (3),$$

в выражении (3), A_0 площадь сечения тела стальной трубы в плоскости перпендикулярной оси трубы, и A_1 площадь проекции поверхности промежуточного заплечика муфты на плоскость перпендикулярную оси трубы.

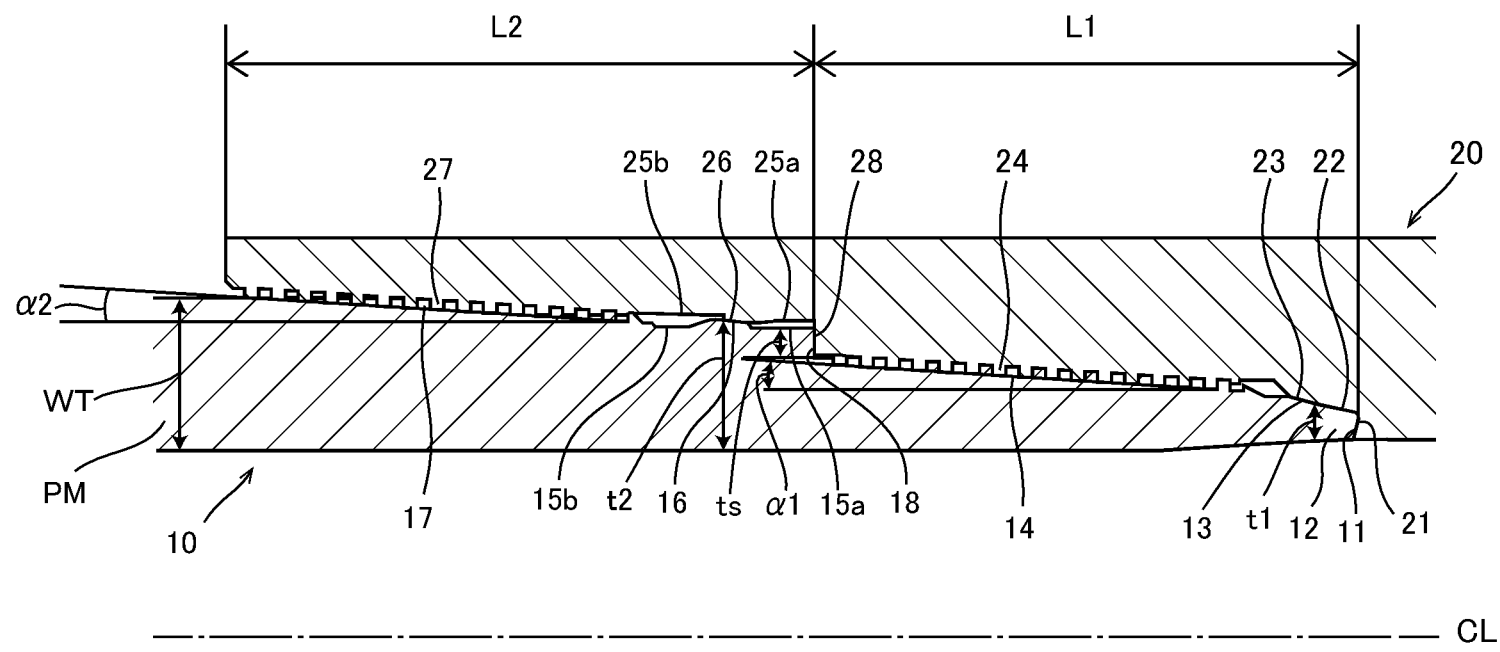
5. Резьбовое соединение для стальной трубы по п. 2 или 3, удовлетворяющее следующему выражению (4):

$$\frac{A_2}{A_0} \geq 0.3 \quad (4),$$

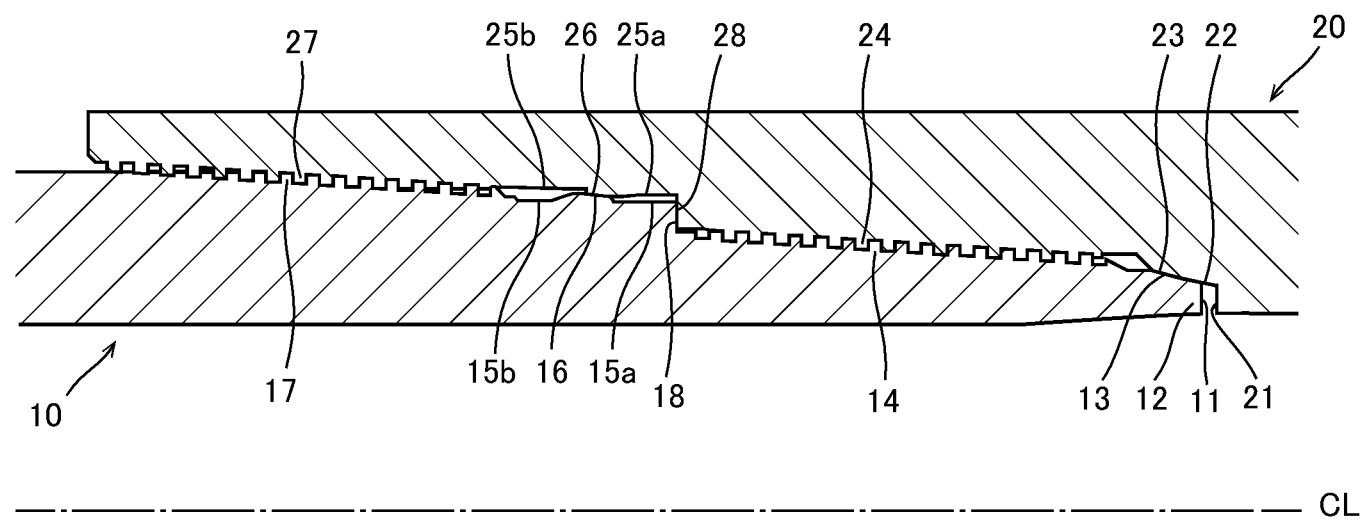
в выражении (4), A_0 площадь сечения тела стальной трубы в плоскости перпендикулярной оси трубы, и A_2 общая площадь проекции поверхности внутреннего заплечика ниппеля и проекции поверхности промежуточного заплечика ниппеля на плоскость перпендикулярную оси трубы.

По доверенности

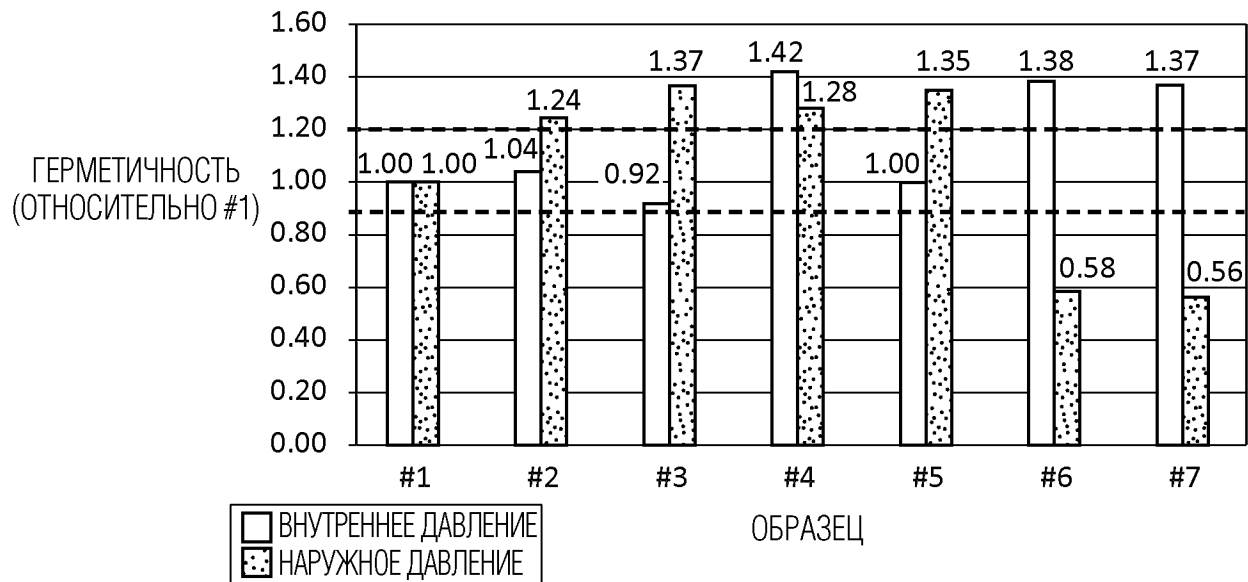
ФИГ. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4

