

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041639**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.16

(51) Int. Cl. *F16L 15/04* (2006.01)

(21) Номер заявки
202192335

(22) Дата подачи заявки
2020.03.03

(54) **РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ**

(31) **2019-060590**

(56) WO-A1-2018180218

(32) **2019.03.27**

JP-A-2001214437

(33) **JP**

JP-A-2004169812

(43) **2021.12.16**

JP-A-6109173

(86) **PCT/JP2020/009003**

JP-A-2013512393

(87) **WO 2020/195621 2020.10.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН

(JP)

(72) Изобретатель:

Ивамото Митихико, Тойота Юсуке,

Коти Ясухиро (JP)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) В изобретении предусмотрено резьбовое соединение для стальной трубы, которое может быть свинчено быстро и надлежащим образом. Резьбовое соединение включает стальную трубу 20m, стальную трубу 20f и муфтовое соединение 50 для соединения стальных труб 20m и 20f. Тела 21m и 21f стальных труб 20m и 20f содержат кольцеобразные маркировочные канавки 23m и 23f соответственно, образованные на внешних перифериях тел 21m и 21f трубы.

041639

B1

041639

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее раскрытие относится к резьбовому соединению для стальной трубы, а более конкретно, к резьбовому соединению муфтового типа для соединения двух стальных труб.

Предпосылки изобретения

Стальные трубы, называемые трубами для нефтяных скважин, используются, например, для разведки или добычи нефти или природного газа в скважинах и т.д. (далее совместно именуемых "нефтяными скважинами" или т.п.), для разработки нетрадиционных ресурсов, таких как нефтяной песок или сланцевый газ, для извлечения или хранения двуокиси углерода (улавливания и хранения двуокиси углерода (CCS)), для геотермальной выработки электроэнергии, или в горячих источниках. Для соединения стальных труб используется резьбовое соединение.

Такие резьбовые соединения для стальной трубы обычно классифицируются как муфтового типа и интегрального типа. Соединение муфтового типа соединяет пару труб, одна из которых является стальной трубой, а другая является муфтой. В этом случае наружная резьба предусмотрена на внешней периферии каждого из концов стальной трубы, тогда как внутренняя резьба предусмотрена на внутренней периферии каждого из концов муфты. Затем наружная резьба стальной трубы ввинчивается во внутреннюю резьбу муфты таким образом, что они свинчиваются и соединяются. Интегральное соединение соединяет пару труб, которые обе являются стальными трубами, и не использует отдельную муфту. В этом случае наружная резьба предусмотрена на внешней периферии одного конца каждой стальной трубы, тогда как внутренняя резьба предусмотрена на внутренней периферии другого конца. Затем наружная резьба одной стальной трубы ввинчивается во внутреннюю резьбу другой стальной трубы таким образом, что они свинчиваются и соединяются.

Участок соединения конца трубы, на котором предусмотрена наружная резьба, включает элемент, который должен быть вставлен во внутреннюю резьбу и, таким образом, обычно называется "ниппелем". Участок соединения конца трубы, на котором предусмотрена внутренняя резьба, включает элемент для приема наружной резьбы и, таким образом, обычно называется "муфтой". Такие ниппель и муфта составляют концы труб и, таким образом, являются трубчатыми по форме.

Нефтяная скважина пробурируется вдоль, в то время как ее боковая стенка укрепляется трубами для нефтяных скважин для предотвращения боковой стенки от разрушения во время проходки, что приводит к тому, что несколько труб для нефтяных скважин располагаются друг в друге. В последние годы как на суше, так и на море нефтяные скважины становятся все глубже и глубже; в таких средах для соединения труб для нефтяных скважин часто используются резьбовые соединения, в которых внутренний и внешний диаметры соединительных участков обычно равны внутреннему и внешнему диаметрам стальных труб или немного превышают их, чтобы повысить эффективность разработки нефтяных скважин. Использование таких резьбовых соединений сводит к минимуму зазоры между трубами для нефтяных скважин, расположенных друг в друге, что повышает эффективность разработки глубокой нефтяной скважины без значительного увеличения диаметра скважины. Резьбовое соединение требуется для обеспечения хорошей герметичности по отношению к текучей среде под давлением с внутренней стороны (в дальнейшем также называемым "внутренним давлением") и текучей среды под давлением извне (далее также называемым "внешним давлением") согласно вышеописанным ограничениям на внутреннем и внешнем диаметрах. Дополнительно, если трубы для нефтяных скважин используются в нефтяной скважине с большой глубиной, например, тепловое расширение трубы может вызвать большие растягивающие или сжимающие нагрузки к соответствующему резьбовому соединению. В таких условиях, также требуется резьбовое соединение, обеспечивающее хорошую герметичность.

Известные резьбовые соединения, обеспечивающие герметичность, включают в себя те, которые имеют уплотнение, в котором используется контакт металл-металл (в дальнейшем именуемое "металлическое уплотнение"). Металлическое уплотнение сконструировано таким образом, что ниппель имеет уплотняющую поверхность с диаметром, который немного больше, чем диаметр уплотняющей поверхности муфты и, когда резьбовое соединение свинчено, уплотняющие поверхности соединяются вместе, при этом диаметр уплотняющей поверхности ниппеля уменьшается, а диаметр уплотняющей поверхности муфты увеличивается, что создает упругие восстанавливающие силы на каждой из уплотняющих поверхностей, посредством которых они пытаются вернуться к своим первоначальным диаметрам, таким образом создавая контактные давления на уплотняющих поверхностях, которые теперь прилегают друг к другу вдоль всей периферии для обеспечения герметичности. Другие известные резьбовые соединения, которые обеспечивают герметичность, включают соединения, сконструированные для обеспечения герметичности посредством их резьбовых участков, без металлического уплотнения или с использованием металлического уплотнения в дополнение к резьбовым участкам. В частности, соединение сконструировано таким образом, что в областях резьбовых участков с заданной длиной или более, измеренной, когда соединение свинчено, зазор между резьбовыми поверхностями ниппеля и муфты является небольшим и вязкая смазка, называемая уплотняющей смазкой, присутствует внутри этого зазора, и взаимовлияние в диаметре резьбы между ниппелем и муфтой обеспечивает контактное давление на поверхностях резьбы (эта конструкция в дальнейшем будет называться "конструкцией резьбового уплотнения"). Также известны резьбовые соединения, которые обеспечивают герметичность против внутреннего и внешнего

давления за счет такого уплотнения.

Следующие документы предшествующего уровня техники включены в данный документ посредством ссылки.

- [Патентный документ 1] публикация WO 2018/180218 A1.
- [Патентный документ 2] публикация WO 2018/052141 A1.
- [Патентный документ 3] патент США 5233742 А.
- [Патентный документ 4] публикация WO 2001/086185 A1.
- [Патентный документ 5] публикация WO 2008/029957 A1.
- [Патентный документ 6] публикация WO 2005/040657 A1.
- [Патентный документ 7] патент США 4641410 А.

Сущность раскрытия

Задачей настоящего раскрытия является обеспечение резьбового соединения для стальной трубы, которое может быть свинчено быстро и надлежащим образом.

Резьбовое соединение для стальной трубы согласно настоящему раскрытию включает первую стальную трубу; вторую стальную трубу; и муфту, выполненную с возможностью соединения первой и второй стальных труб. Первая стальная труба включает в себя тело первой трубы и первый ниппель, причем первый ниппель имеет трубчатую форму. Первый ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу первой трубы и располагаться на кончике первой стальной трубы. Вторая стальная труба включает в себя тело второй трубы и второй ниппель, причем второй ниппель имеет трубчатую форму. Второй ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу второй трубы и располагаться на кончике второй стальной трубы. Муфтовое соединение включает в себя первую муфту и вторую муфту, причем первая и вторая муфты имеют трубчатую форму. Первая муфта свинчивается с первым ниппелем, когда первый ниппель вставляется в нее. Вторая муфта расположена напротив первой муфты, при этом вторая муфта свинчивается со вторым ниппелем, когда второй ниппель вставляется в нее. Каждый из первого и второго ниппелей имеет наружную резьбу, образованную на внешней периферии ниппеля. Каждая из первой и второй муфт включает в себя внутреннюю резьбу, образованную на внутренней периферии муфты, чтобы соответствовать одной из связанных с ней наружных резьб. Наружная и внутренняя резьбы представляют собой трапецеидальную и суживающуюся резьбу. По меньшей мере, участок каждой из наружной и внутренней резьб составляет резьбовое уплотнение, когда соединение свинчено. Наружная резьба включает в себя вершину наружной резьбы, впадину наружной резьбы, закладную сторону наружной резьбы, расположенную ближе к кончику ниппеля, и опорную сторону наружной резьбы, расположенную дальше от кончика ниппеля. Закладная сторона наружной резьбы включает первую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную дальше от оси трубы стальной трубы и имеющую стыковочный угол от -10 до 15° , и вторую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол от 20 до 60° . Вторая стыковочная ступень наружной резьбы имеет высоту от 20 до 60% высоты наружной резьбы. Внутренняя резьба включает в себя вершину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к впадине наружной резьбы, впадину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к вершине наружной резьбы, закладную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к закладной стороне наружной резьбы, и опорную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к опорной стороне наружной резьбы. Закладная сторона внутренней резьбы включает в себя первую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную дальше от оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу первой стыковочной ступени наружной резьбы, и вторую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу второй стыковочной ступени наружной резьбы. Первый ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика первого ниппеля на кончике первого ниппеля. Второй ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика второго ниппеля на кончике второго ниппеля, причем поверхность заплечика второго ниппеля выполнена с возможностью быть в контакте с поверхностью заплечика первого ниппеля, когда соединение свинчено. Тело первой трубы включает в себя первую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела первой трубы, причем первая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения для стальной трубы согласно варианту осуществления вдоль направления оси трубы.

Фиг. 2 представляет собой увеличенный вид продольного сечения соединения, представляющий формы наружной и внутренней резьб, показанных на фиг. 1.

Фиг. 3 представляет собой увеличенный вид продольного сечения соединения, представляющий наружную и внутреннюю резьбы, показанные на фиг. 1.

Варианты осуществления для выполнения изобретения

Резьбовое соединение для стальной трубы согласно настоящему варианту осуществления включает первую стальную трубу; вторую стальную трубу; и муфту, выполненную с возможностью соединения

первой и второй стальных труб. Первая стальная труба включает в себя тело первой трубы и первый ниппель, причем первый ниппель имеет трубчатую форму. Первый ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу первой трубы и располагаться на кончике первой стальной трубы. Вторая стальная труба включает в себя тело второй трубы и второй ниппель, причем второй ниппель имеет трубчатую форму. Второй ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу второй трубы и располагаться на кончике второй стальной трубы. Муфтовое соединение включает в себя первую муфту и вторую муфту, причем первая и вторая муфты имеют трубчатую форму. Первая муфта свинчивается с первым ниппелем, когда первый ниппель вставляется в нее. Вторая муфта расположена напротив первой муфты, при этом вторая муфта свинчивается со вторым ниппелем, когда второй ниппель вставляется в нее. Каждый из первого и второго ниппелей имеет наружную резьбу, образованную на внешней периферии ниппеля. Каждая из первой и второй муфт включает в себя внутреннюю резьбу, образованную на внутренней периферии муфты, чтобы соответствовать одной из связанных с ней наружных резьб. Наружная и внутренняя резьбы представляют собой трапецеидальную и суживающуюся резьбу. По меньшей мере, участок каждой из наружной и внутренней резьб составляет резьбовое уплотнение, когда соединение свинчено. Наружная резьба включает в себя вершину наружной резьбы, впадину наружной резьбы, закладную сторону наружной резьбы, расположенную ближе к кончику ниппеля, и опорную сторону наружной резьбы, расположенную дальше от кончика ниппеля. Закладная сторона наружной резьбы включает первую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную дальше от оси трубы стальной трубы и имеющую стыковочный угол от -10 до 15° , и вторую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол от 20 до 60° . Вторая стыковочная ступень наружной резьбы имеет высоту от 20 до 60% высоты наружной резьбы. Внутренняя резьба включает в себя вершину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к впадине наружной резьбы, впадину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к вершине наружной резьбы, закладную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к закладной стороне наружной резьбы, и опорную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к опорной стороне наружной резьбы. Закладная сторона внутренней резьбы включает в себя первую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную дальше от оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу первой стыковочной ступени наружной резьбы, и вторую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу второй стыковочной ступени наружной резьбы. Первый ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика первого ниппеля на кончике первого ниппеля. Второй ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика второго ниппеля на кончике второго ниппеля, причем поверхность заплечика второго ниппеля выполнена с возможностью быть в контакте с поверхностью заплечика первого ниппеля, когда соединение свинчено. Тело первой трубы включает в себя первую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела первой трубы, причем первая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме.

Этот вариант осуществления позволяет первой и второй стальным трубам быть свинченными в муфтовом соединении быстро и надлежащим образом.

Тело второй трубы может включать в себя вторую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела второй трубы, при этом вторая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме. Первая маркировочная канавка может иметь ширину меньше ширины второй маркировочной канавки.

Такая реализация делает легким надлежащее свинчивание первой стальной трубы в муфтовом соединении и позволяет второй стальной трубе быть быстро свинченной в муфтовом соединении.

Первая муфта дополнительно включает в себя первую выемку, причем первая выемка является трубчатой по форме. Первая выемка расположена на открытом конце первой муфты и имеет внутреннюю периферийную поверхность, обращенную к внешней периферийной поверхности тела первой трубы и отстоящую от внешней периферийной поверхности тела первой трубы. Вторая муфта может дополнительно включать в себя вторую выемку, причем вторая выемка является трубчатой по форме. Вторая выемка расположена на открытом конце второй муфты и имеет внутреннюю периферийную поверхность, обращенную к внешней периферийной поверхности тела второй трубы и отстоящую от внешней периферийной поверхности тела второй трубы.

В такой реализации, уплотняющая смазка не достигает маркировочной канавки через открытый конец муфтового соединения.

Участок каждой из наружной резьбы второго ниппеля и внутренней резьбы второй муфты, который составляет резьбовое уплотнение, может иметь величину взаимовлияния в диаметре резьбы меньшее, чем величина взаимовлияния в диаметре резьбы участка каждой из наружной резьбы первого ниппеля и внутренней резьбы первой муфты, который составляет резьбовое уплотнение.

Такая реализация снижает величину поворота первого ниппеля, вызванного коротацией во время процесса завинчивания во вторую стальную трубу.

Наружная резьба первого ниппеля и внутренняя резьба первой муфты могут включать в себя уча-

сток с полной резьбой и участок с неполной резьбой, образованный между телом первой трубы и участком с полной резьбой. Первый ниппель и первая муфта могут быть соединены вместе вдоль всего участка неполной резьбы или его части, когда соединение свинчено.

Такая реализация снижает величину поворота первого ниппеля, вызванного коротацией во время процесса завинчивания во вторую стальную трубу.

Стальная труба может иметь внешний диаметр, превышающий 16 дюймов.

Узел трубы согласно настоящему варианту осуществления включает первую стальную трубу и муфтовое соединение, выполненное с возможностью соединения первой стальной трубы со второй стальной трубой. Первая стальная труба включает в себя тело первой трубы и первый ниппель, причем первый ниппель является трубчатым по форме. Первый ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу первой трубы и располагаться на кончике первой стальной трубы. Муфтовое соединение включает в себя первую муфту и вторую муфту, причем первая и вторая муфты являются трубчатыми по форме. Первая муфта свинчивается с первым ниппелем, когда первый ниппель вставляется в нее. Вторая муфта расположена напротив первой муфты, при этом вторая муфта свинчивается со вторым ниппелем второй стальной трубы, когда второй ниппель вставляется в нее. Первый ниппель включает наружную резьбу, образованную на внешней периферии ниппеля. Первая муфта включает внутреннюю резьбу, образованную на внутренней периферии муфты с тем, чтобы соответствовать наружной резьбе. Наружная и внутренняя резьбы представляют собой трапецеидальные и суживающиеся резьбы. По меньшей мере, участок каждой из наружной и внутренней резьб составляет резьбовое уплотнение, когда соединение свинчено. Наружная резьба включает в себя вершину наружной резьбы, впадину наружной резьбы, закладную сторону наружной резьбы, расположенную ближе к кончику ниппеля, и опорную сторону наружной резьбы, расположенную дальше от кончика ниппеля. Закладная сторона наружной резьбы включает первую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную дальше от оси трубы стальной трубы и имеющую стыковочный угол от -10 до 15° , и вторую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол от 20 до 60° . Вторая стыковочная ступень наружной резьбы имеет высоту от 20 до 60% высоты наружной резьбы. Внутренняя резьба включает в себя вершину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к впадине наружной резьбы, впадину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к вершине наружной резьбы, закладную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к закладной стороне наружной резьбы, и опорную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к опорной стороне наружной резьбы. Закладная сторона внутренней резьбы включает в себя первую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную дальше от оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу первой стыковочной ступени наружной резьбы, и вторую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу второй стыковочной ступени наружной резьбы. Первый ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика первого ниппеля на кончике первого ниппеля. Тело первой трубы включает в себя первую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела первой трубы, причем первая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме. Открытый конец первой муфты расположен в пределах ширины первой маркировочной канавки.

Теперь будет описан вариант осуществления резьбового соединения для стальной трубы со ссылкой к чертежам. Одинаковые или соответствующие участки на чертежах обозначены одинаковыми ссылочными символами, и одно и то же описание не будет повторяться.

Ссылаясь к фиг. 1, резьбовое соединение 10 представляет собой соединение муфтового типа, которое включает стальную трубу 20m, стальную трубу 20f и соединение 50 для соединения стальных труб 20m и 20f. Стальные трубы 20m и 20f могут быть любыми стальными трубами, имеющими внешний диаметр более 16 дюймов. Стальная труба 20 m включает в себя тело 21m трубы и трубчатый ниппель 30m. Ниппель 30m образован, чтобы быть прилегающим к телу 21m трубы и на кончике 22m стальной трубы 20m. Стальная труба 20f включает в себя тело 21f трубы и трубчатый ниппель 30f. Ниппель 30f образован, чтобы быть прилегающим к телу 21f трубы и на кончике 22f стальной трубы 20f. Соединение 50 включает в себя трубчатую муфту 40m и трубчатую муфту 40f. Муфта 40m свинчивается с ниппелем 30m, когда ниппель 30m вставляется в нее. Муфта 40f расположена напротив муфты 40m и свинчивается с ниппелем 30f, когда ниппель 30f вставляется в нее. Каждый из ниппелей 30m и 30f имеет наружную резьбу 31m, 31f, образованную на внешней периферии ниппеля 30m, 30f. Каждая из муфт 40m и 40f включает в себя внутреннюю резьбу 41m, 41f, образованную на внутренней периферии муфты 40m, 40f, чтобы соответствовать наружной резьбе 31m, 31f. Наружная резьба 31m и 31f и внутренняя резьба 41m и 41f представляют собой трапецевидную резьбу и суживающуюся резьбу.

Ниппель 30m свинчивается с муфтой 40m на заводе заранее и, таким образом, может упоминаться как "заводской конец". Ниппель 30f свинчивается с муфтой 40f на нефтяной скважине и, таким образом, может упоминаться как "ниппельный конец".

Каждая из наружных резьб 31m и 31f образована на внешней периферии ниппеля 30m, 30f и имеет спиралеобразную форму, при этом диаметр спирали уменьшается по направлению к кончику ниппеля

30m, 30f (или поверхности 24m, 24f заплечика ниппеля). Каждая из внутренних резьб 41m и 41f образована на внутренней периферии муфты 40m, 40f и имеет спиралеобразную форму, причем диаметр спирали увеличивается по направлению к открытому концу 51m, 51f муфты 40m, 40f. Предпочтительная степень сужения суживающихся резьб составляет от 6,0 до 18,0%. Степень сужения устанавливается таким образом, чтобы длина результирующих участков резьбы соответствовала толщине стенок стальных труб 20m и 20f. Степень сужения может быть постоянной, хотя предпочтительно, чтобы степень сужения каждой из наружных резьб 31m и 31f уменьшалась по мере удаления от кончика ниппеля 30m, 30f.

Когда соединение свинчено, по меньшей мере, участки наружных резьб 31m и 31f и внутренних резьб 41m и 41f образуют резьбовое уплотнение. Участки наружных резьб 31m и 31f и внутренних резьб 41m и 41f, которые составляют резьбовое уплотнение, имеют осевую длину в три раза большую, чем толщина стенок стальных труб 20m и 20f, или более. Участки наружных резьб 31m и 31f и внутренних резьб 41m и 41f, составляющие резьбовое уплотнение, представляют собой полную резьбу. Чем больше длина резьбового уплотнения, тем лучше герметичность. Тем не менее, если длина резьбового уплотнения слишком велика, это требует расходов и трудозатрат на нарезание резьбы, а также может повысить вероятность истирания во время свинчивания. Длина резьбового уплотнения предпочтительно не превышает восьмикратную толщину стенки. Хотя резьбовое соединение 10 включает такое резьбовое уплотнение, оно не включает металлическое уплотнение. В качестве альтернативы, возможно использование кольцевого уплотнения из тефлона (зарегистрированная торговая марка) вместе с резьбовым уплотнением. Уплотняющая смазка присутствует в зазоре между поверхностями резьбового уплотнения. Наличие уплотняющей смазки между поверхностями улучшает герметичность.

Участки наружной резьбы 31m ниппеля 30m и внутренней резьбы 41m муфты 40m, которые составляют резьбовое уплотнение (далее именуемые "участки резьбового уплотнения"), имеют величину взаимовлияния в диаметре резьбы меньше, чем величина взаимовлияния в диаметре резьбы участков наружной резьбы 31f ниппеля 30f и внутренней резьбы 41f муфты 40f (то есть участков резьбового уплотнения). Величина взаимовлияния в диаметре резьбы определяется как разница между внешним диаметром участков резьбового уплотнения ниппелей 30m и 30f и внутренним диаметром соответствующих участков резьбового уплотнения муфт 40m и 40f. Внешний диаметр наружной резьбы 31m и 31f ниппелей 30m и 30f на участках резьбового уплотнения больше внутреннего диаметра внутренней резьбы 41m и 41f муфт 40m и 40f на соответствующих участках. То есть величина взаимовлияния в диаметре резьбы принимает положительное значение на всех участках резьбового уплотнения.

Ниппель 30m дополнительно включает в себя поверхность 24m заплечика на кончике ниппеля 30m. Ниппель 30f дополнительно включает в себя поверхность 24f заплечика ниппеля на кончике ниппеля 30f, которая контактирует с поверхностью 24m заплечика ниппеля, когда соединение свинчено. Резьбовое соединение 10 имеет так называемую конструкцию "ниппель к ниппелю". Обычно, в резьбовом соединении 10 согласно настоящему варианту осуществления, ниппель 30m на заводском конце сначала свинчивается с муфтой 40m. После этого, на нефтяной скважине, ниппель 30f на ниппельном конце свинчивается с муфтой 40f. В результате поверхность 24f заплечика ниппеля 30f контактирует с поверхностью 24m заплечика ниппеля 30m.

Тело 21m трубы включает кольцевую маркировочную канавку 23m. Маркировочная канавка 23m образована на внешней периферии тела 21m трубы. Тело 21f трубы включает кольцевую маркировочную канавку 23f. Маркировочная канавка 23f образована на внешней периферии тела 21f трубы. Маркировочная канавка 23m имеет ширину w_m меньше ширины w_f маркировочной канавки 23f ($w_m < w_f$). Маркировочные канавки 23m и 23f образованы использованием губок тисков для резки тела труб 21m и 21f при использовании токарного станка для вращения стальных труб 20m и 20f. По существу, каждая из маркировочных канавок 23m и 23f продолжается по окружности и совершает один оборот вокруг тела 21m, 21f трубы.

Более конкретно, на конце ниппельном маркировочная канавка 23f расположена на $\pm \alpha$ относительно открытого конца 51f муфты 40f (например, $\alpha = 0,75$ мм). Ширина w_f маркировочной канавки 23f составляет $2a$ (например, 1,5 мм). С другой стороны, на заводском конце сторона маркировочной канавки 23m, расположенная дальше от кончика, расположена на $+(\alpha - \beta)$, а сторона канавки, более близкая к кончику, расположена на $-\alpha$ относительно открытого конца 51m муфты 40m. Здесь $\beta \leq 3/4a$ (например, 0,5 мм). Ширина w_m маркировочной канавки 23m составляет $2\alpha - \beta$ (например, 1,0 мм). Таким образом, открытый конец 51m муфты 40m расположен в пределах ширины w_m маркировочной канавки 23m.

Муфта 40m дополнительно включает в себя трубчатую выемку 52m. Выемка 52m имеет внутреннюю периферийную поверхность, образованную на открытом конце муфты 40m и обращенную к внешней периферийной поверхности тела 21m трубы и отстоящую от этой внешней периферийной поверхности. Муфта 40f дополнительно включает трубчатую выемку 52f. Выемка 52f имеет внутреннюю периферийную поверхность, образованную на открытом конце муфты 40f и обращенную к внешней периферийной поверхности тела 21f трубы и отстоящую от этой внешней периферийной поверхности. Каждая из выемок 52m и 52f имеет продольную длину, например, 15 мм и по меньшей мере 5 мм.

Ссылаясь к фиг. 2 и 3, каждая из наружных резьб 31m и 31f (далее вместе обозначенных как "31")

включает в себя вершину 32 наружной резьбы, впадину 33 наружной резьбы, закладную сторону 34 наружной резьбы и опорную сторону 35 наружной резьбы. Закладная сторона 34 наружной резьбы расположена ближе к кончику ниппеля 30m, 30f. Опорная сторона 35 наружной резьбы расположена дальше от кончика ниппеля 30m, 30f.

Закладная сторона 34 наружной резьбы включает в себя две стыковочные ступени 341 и 342 наружной резьбы. Стыковочная ступень 341 наружной резьбы расположена дальше от оси X трубы стальной трубы 20 и имеет стыковочный угол α_1 . Стыковочная ступень 342 наружной резьбы расположена ближе к оси X трубы и имеет стыковочный угол α_2 . Стыковочный угол α_1 , α_2 определяется как угол, под которым закладная сторона 34 наружной резьбы (то есть стыковочная ступень 341, 342 наружной резьбы) наклонена от плоскости Y, перпендикулярной оси X трубы. Если закладная сторона 34 выступает, стыковочный угол α_1 является отрицательным. Стыковочный угол α_2 больше, чем стыковочный угол α_1 ($\alpha_2 > \alpha_1$). Стыковочный угол α_1 составляет от -10 до 15° . Верхний предел стыковочного угла α_1 предпочтительно составляет 14 , более предпочтительно 13° и еще более предпочтительно 12° . Чем меньше α_1 , тем выше сопротивление сжатию. Нижний предел для стыковочного угла α_1 предпочтительно составляет 0 , а более предпочтительно 8° . С другой стороны, чем больше α_1 , тем легче резка для образования резьбы. Стыковочный угол α_1 составляет, например, около 10° . Стыковочный угол α_2 составляет от 20 до 60° . Верхний предел стыковочного угла α_2 предпочтительно составляет 50 , более предпочтительно 40 и еще более предпочтительно 32° . Чем меньше α_2 , тем выше сопротивление соединению. Нижний предел стыковочного угла α_2 предпочтительно составляет 23 , более предпочтительно 26 и еще более предпочтительно 28° . Чем больше α_2 , тем меньше вероятность получения захода не по резьбе. Стыковочный угол α_2 составляет, например, около 30° . По существу, участок закладной стороны 34 наружной резьбы, расположенный примерно на полпути вверх, является вдавленным.

Высота стыковочной ступени 342 наружной резьбы (т.е. расстояние от впадины 33 наружной резьбы до границы между стыковочными ступенями 341 и 342 заделки наружной резьбы) составляет от 25 до 60% , например 35% , от высоты наружной резьбы.

Каждая из внутренних резьб 41m и 41f (далее вместе обозначенных как "41") включает в себя вершину 42 внутренней резьбы, впадину 43 внутренней резьбы, закладную сторону 44 внутренней резьбы и опорную сторону 45 внутренней резьбы. Вершина 42 внутренней резьбы обращена к впадине 33 наружной резьбы. Впадина 43 внутренней резьбы обращена к вершине 32 наружной резьбы. Закладная сторона 44 внутренней резьбы обращена к закладной стороне 34 наружной резьбы. Опорная сторона 45 внутренней резьбы обращена к опорной стороне 35 наружной резьбы.

Закладная сторона 44 внутренней резьбы включает в себя две стыковочные ступени 441 и 442 внутренней резьбы. Стыковочная ступень 441 внутренней резьбы расположена дальше от оси X трубы и имеет стыковочный угол α_1 , равный стыковочному углу α_1 стыковочной ступени 341 наружной резьбы. Стыковочная ступень 442 внутренней резьбы расположена ближе к оси X трубы и имеет стыковочный угол α_2 , равный стыковочному углу α_2 стыковочной ступени 342 наружной резьбы. По существу, участок закладной стороны 44 внутренней резьбы, расположенный примерно на полпути вверх, является выпуклым. Стыковочные углы α_1 и α_2 стыковочных ступеней 341 и 342 наружной резьбы могут не быть в точности равными стыковочным углам α_1 и α_2 стыковочных ступеней 441 и 442 внутренней резьбы соответственно, и только требуется, чтобы они были, по существу, равными. Другими словами, стыковочные углы α_1 и α_2 могут иметь погрешности, возникающие на этапе нарезания.

Предпочтительно, чтобы стыковочная ступень 442 внутренней резьбы имела высоту, равную высоте стыковочной ступени 342 наружной резьбы. Это предотвращает чрезмерно большой зазор между резьбовыми поверхностями ниппеля и муфты, позволяя конструкции резьбового уплотнения демонстрировать хорошую герметичность. Высота стыковочной ступени 342 наружной резьбы и высота стыковочной ступени 442 внутренней резьбы могут не быть в точности равными, и только требуется, чтобы они были, по существу, равными. Другими словами, эти высоты могут иметь погрешности, возникающие на этапе нарезания.

Наружная резьба 31 дополнительно включает закругленные поверхности 36-39 наружной резьбы. Закругленная поверхность 36 наружной резьбы образована в углу между вершиной 32 наружной резьбы и закладной стороной 34 наружной резьбы. Закругленная поверхность 37 наружной резьбы образована в углу между вершиной 32 наружной резьбы и опорной стороной 35 наружной резьбы. Закругленная поверхность 38 наружной резьбы образована в углу между впадиной 33 наружной резьбы и закладной стороной 34 наружной резьбы. Закругленная поверхность 39 наружной резьбы образована в углу между впадиной 33 наружной резьбы и опорной стороной 35 наружной резьбы.

Внутренняя резьба 41 включает закругленные поверхности 46-49 внутренней резьбы. Закругленная поверхность 46 внутренней резьбы образована в углу между вершиной 42 внутренней резьбы и закладной стороной 44 внутренней резьбы. Закругленная поверхность 47 внутренней резьбы образована в углу между вершиной 42 внутренней резьбы и опорной стороной 45 внутренней резьбы. Закругленная поверхность 48 внутренней резьбы образована в углу между впадиной 43 внутренней резьбы и закладной

стороной 44 внутренней резьбы. Закругленная поверхность 49 внутренней резьбы образована в углу между впадиной 43 внутренней резьбы и опорной стороной 45 внутренней резьбы.

Закругленные поверхности 36-39 и 46-49 являются так называемыми "R" поверхностями (то есть закругленными скошенными поверхностями) и имеют заданный радиус кривизны. Радиус кривизны составляет от 0,1 до 1,2 мм, предпочтительно от 0,3 до 0,8 мм.

Опорная поверхность 35 наружной резьбой имеет угол β нагрузки. Угол β нагрузки определяется как угол, под которым опорная сторона 35 наружной резьбы наклонена от плоскости Y, перпендикулярной оси X трубы. Если опорная сторона 35 выступает вперед, угол β нагрузки является отрицательным. Угол β нагрузки составляет от -10 до 3° и предпочтительно от -5 до -1° , например примерно -3° . Опорная сторона 45 внутренней резьбы имеет угол β нагрузки, равный углу β нагрузки опорной стороны 35 наружной резьбы. Угол β нагрузки опорной стороны 35 наружной резьбы и угол β нагрузки опорной стороны 45 внутренней резьбы могут не быть в точности равными, и только требуется, чтобы они были, по существу, равными. Другими словами, угол β нагрузки может иметь погрешности, возникающие на этапе нарезания.

Вершина 32 наружной резьбы, впадина 33 наружной резьбы, вершина 42 внутренней резьбы и впадина 43 внутренней резьбы являются параллельными оси X трубы. В частности, линии, представляющие поверхности 32, 33, 42 и 43 в продольном сечении, включающем ось X трубы, являются параллельными оси X трубы.

Как показано на фиг. 3, закладная сторона 34 наружной резьбы и закладная сторона 44 внутренней резьбы образуют зазоры размером от 60 до 120 мкм, когда соединение свинчено. Дополнительно, вершина 32 наружной резьбы и впадина 43 внутренней резьбы образует зазоры размером от 0 до 50 мкм, когда соединение свинчено. Впадина 33 наружной резьбы и вершина 42 внутренней резьбы также образуют зазоры размером от 0 до 50 мкм, когда соединение свинчено.

Теперь будет объяснен пример способа изготовления резьбового соединения 10, то есть способ свинчивания двух стальных труб 20m и 20f с использованием муфтового соединения 50.

На заводе, ниппель 30m стальной трубы 20m ввинчивается в муфту 40m. В это время, ниппель 30m ввинчивается до такой степени, что открытый конец 51m муфты 40m находится в пределах диапазона, представленного шириной wm маркировочной канавки 23m. Таким образом, заводской конец стальной трубы 20m свинчивается с муфтой 50. Заводской конец стальной трубы 20m и муфта 50 составляют узел трубы, и такой узел трубы отправляется с завода к нефтяной скважине.

Затем, на нефтяной скважине, ниппельный конец ниппеля 30f стальной трубы 20f ввинчивается в муфту 40f. В это время, ниппель 30f ввинчивается, в то время как стальные трубы 20m и 20f зажаты, без зажатия муфтового соединения 50. Дополнительно, ниппель 30f ввинчивается до такой степени, что открытый конец 51f муфты 40f находится в пределах диапазона, представленного шириной wf маркировочной канавки 23f. Таким образом, ниппельный конец стальной трубы 20f свинчивается с муфтовым соединением 50. В результате этого свинчивания двух стальных труб 20m и 20f посредством муфтового соединения 50, резьбовое соединение 10 изготавливается.

В то время как заводской конец ниппеля 30m стальной трубы 20m ввинчивается в муфту 40m, крутящий момент постепенно увеличивается по мере продвижения ввинчивания, но быстрого увеличения крутящего момента не происходит. Таким образом, в отличие от ввинчивания ниппельного конца, обсуждаемого ниже, соответствующее положение свинчивания не может быть легко распознано по изменениям крутящего момента. Однако, поскольку резьбовое соединение 10 включает в себя маркировочную канавку 23m для заводского конца, возможно, визуально наблюдать взаимное расположение маркировочной канавки 23m и открытого конца 51m муфты 40m при свинчивании стальной трубы 20m с муфтой 50 в желаемом месте.

Что касается ниппельного конца, когда стальная труба 20f вкручивается внутрь, поверхность 24f заплечика ниппеля 30f упирается в поверхность 24m заплечика ниппеля заводского конца. В этот момент, крутящий момент свинчивания быстро увеличивается. Таким образом, можно ввинтить внутрь стальную трубу 20f, контролируя эти изменения крутящего момента, для свинчивания стальной трубы 20f с муфтой 50 до соответствующего крутящего момента. Тем не менее, в целях проверки, требуется контроль для определения увеличения крутящего момента каждый раз, когда изготавливается одна стальная труба.

Для решения этой проблемы на стальной трубе 20f образована маркировочная канавка 23f, чтобы можно было лучше визуально наблюдать взаимное расположение между открытым концом 51f муфты 40f и маркировочной канавкой 23f после того, как стальная труба 20f затягивается с заранее определенным соответствующим крутящим моментом. Это позволяет быстро и надлежащим образом свинчивать стальную трубу 20f с муфтовым соединением 50 без тщательного выполнения вышеупомянутого этапа контроля изменений крутящего момента.

Возможность сборки стальной трубы 20f в значительной степени зависит от того, была ли соответствующим образом изготовлена стальная труба 20m, которая изготавливается первой. Ввиду этого, свинчивание заводского конца стальной трубы 20m можно контролировать более точно, если ширина wm

маркировочной канавки 23m на заводском конце меньше ширины wf маркировочной канавки 23f на ниппельном конце.

Это позволит производить свинчивание без точного контроля крутящего момента свинчивания на нефтяном месторождении. Это устранит необходимость в оборудовании для контроля крутящего момента свинчивания, упростит работу и повысит эффективность.

Кроме того, выемки 52m и 52f предусмотрены на открытых концах муфт 40m и 40f. По существу, даже когда уплотняющая смазка в зазорах между поверхностями резьбового уплотнения просачивается наружу, она остается в зазоре между выемкой 52m, 52f и телом 21m, 21f трубы. Таким образом, уплотняющая смазка не достигает маркировочной канавки 23m, 23f через открытый конец 51m, 51f муфтового соединения 50. В результате всегда можно визуальным образом наблюдать взаимное расположение маркировочной канавки 23m, 23f и открытого конца 51m, 51f.

Дополнительно, величина взаимовлияния в диаметре резьбы на ниппельном конце меньше, чем величина взаимовлияния в диаметре резьбы на заводском конце. По существу, контактное давление между ниппелем 30f и муфтой 40f во время ввинчивания стальной трубы 20f меньше, чем контактное давление между ниппелем 30m и муфтой 40m, до тех пор, пока поверхность 24f заплечика ниппеля не соприкоснется с поверхностью 24m заплечика ниппеля. Таким образом, величина вращения на заводском конце, вызванная коротацией во время свинчивания на ниппельном конце, может быть нулевой или ниже допустимого уровня. "Коротация" представляет собой явление, при котором, когда стальная труба 20f на ниппельном конце вращается для ввинчивания ниппеля 30f в муфту 40f, муфта 50 вращается вместе со стальной трубой 20f, то есть вращается относительно стальной трубы на заводском конце стальной трубы 20m. Величина взаимовлияния в диаметре резьбы на заводском конце предпочтительно ниже заданного значения для предотвращения истирания. Величина взаимовлияния в диаметре резьбы на ниппельном конце предпочтительно превышает заданный уровень для повышения герметичности резьбового уплотнения.

Ниппель 30m на заводском конце и муфта 40m включают в себя зоны от Z1 до Z3, расположенные в этом порядке, начиная с кончика ниппеля 30m. Наружная резьба 31m заводского конца ниппеля 30m конца и внутренняя резьба 41m муфты 40m могут включать в себя участок с полной резьбой и участок с неполной резьбой, образованные между телом 21m трубы, и участок с полной резьбой. Участок с полной резьбой находится в зоне Z2. Участки с неполной резьбой расположены в зонах Z1 и Z3. Заводской конец ниппеля 30m конца и муфта 40m могут быть соединены вместе вдоль участка с неполной резьбой в зоне Z3, когда соединение свинчено. В частности, ниппель 30m и муфта 40m могут быть соединены вместе вдоль всего участка с неполной резьбой в зоне Z3 или ее части. Кроме того, ниппель 30m и муфта 40m могут быть соединены вместе вдоль участков участка с полной резьбой, смежных с участками с неполной резьбой. Если заводской конец ниппеля 30m и муфта 40m соединены вместе, величина вращения заводского конца из-за коротации может быть равна нулю или меньше допуска во время процесса ввинчивания в ниппельный конец стальной трубы 20f.

Перед свинчиванием заводского конца, на зону Z3 наносится клей, вдоль которого должны быть соединены ниппель 30m и муфта 40m, а на зону Z2 наносится уплотняющая смазка. Это предотвращает истирание и упрощает обеспечение определенного уровня герметичности резьбового уплотнения. Клей может быть нанесен на всю зону Z3 или может быть нанесен на часть зоны Z3. Дополнительно, клей может быть нанесен так, чтобы даже покрыть участок зоны Z2, прилегающий к зоне Z3. Дополнительно, клей может быть нанесен только на наружную резьбу 31m или только на внутреннюю резьбу 41m, или на обе.

В то время как вариант осуществления был описан, настоящее изобретение не ограничено выше иллюстрированным вариантом осуществления, и возможны различные модификации без отклонения от сущности изобретения.

Расшифровка ссылочных позиций

- 10 - Резьбовое соединение,
- 20m, 20f - стальные трубы,
- 21m, 21f - тела труб,
- 23m, 23f - маркировочные канавки,
- 24m, 24f - поверхности заплечика ниппеля,
- 30m, 30f - ниппели,
- 31, 31m, 3f - наружная резьба,
- 32 - вершина наружной резьбы,
- 33 - впадина наружной резьбы,
- 34 - закладная сторона наружной резьбы,
- 341, 342 - стыковочные ступени наружной резьбы,
- 35 - опорная сторона наружной резьбы,
- 40m, 40f - муфты,
- 41, 41m, 41f - внутренняя резьба,
- 42 - вершина внутренней резьбы,

43 - впадина внутренней резьбы,
 44 - закладная сторона внутренней резьбы,
 441, 442 - стыковочные ступени внутренней резьбы,
 45 - опорная сторона внутренней резьбы,
 50 - муфтовое соединение,
 51m, 51f - открытые концы,
 52m, 52f - выемки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение, содержащее
 первую стальную трубу;
 вторую стальную трубу и
 соединительную муфту, выполненную с возможностью соединения первой и второй стальных труб,
 при этом первая стальная труба включает
 тело первой трубы и
 первый ниппель, причем первый ниппель является трубчатым по форме и первый ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу первой трубы и располагаться на кончике первой стальной трубы,
 вторую стальную трубу, включающую
 тело второй трубы и
 второй ниппель, при этом второй ниппель является трубчатым по форме, и второй ниппель образован, чтобы быть прилегающим к телу второй трубы и располагаться на кончике второй стальной трубы,
 при этом соединительная муфта включает
 первую муфту, причем первая муфта является трубчатой по форме, и первая муфта выполнена с возможностью свинчивания с первым ниппелем, когда первый ниппель вставляется в нее; и
 вторую муфту, причем вторая муфта является трубчатой по форме, и вторая муфта расположена, чтобы быть противоположной первой муфте, при этом вторая муфта выполнена с возможностью свинчивания со вторым ниппелем, когда второй ниппель вставляется в нее,
 при этом каждый из первого и второго ниппелей включает наружную резьбу, образованную на внешней периферии ниппеля,
 причем каждая из первой и второй муфт включает внутреннюю резьбу, образованную на внутренней периферии муфты, чтобы соответствовать связанной одной из наружных резьб,
 при этом наружная и внутренняя резьбы представляют собой трапецеидальные и суживающиеся резьбы,
 при этом, по меньшей мере, участок каждой из наружной и внутренней резьб составляет резьбовое уплотнение, когда соединение свинчено,
 причем наружная резьба включает
 вершину наружной резьбы;
 впадину наружной резьбы;
 закладную сторону наружной резьбы, расположенную ближе к кончику ниппеля; и
 опорную сторону наружной резьбы, расположенную дальше от кончика ниппеля, причем закладная сторона наружной резьбы включает
 первую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную дальше от оси трубы стальной трубы и имеющую стыковочный угол от -10 до 15° ; и
 вторую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол от 20 до 60° ,
 при этом вторая стыковочная ступень наружной резьбы имеет высоту от 20 до 60% высоты наружной резьбы,
 причем внутренняя резьба включает
 вершину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к впадине наружной резьбы;
 впадину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к вершине наружной резьбы;
 закладную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к закладной стороне наружной резьбы; и
 опорную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к опорной стороне наружной резьбы,
 при этом закладная сторона внутренней резьбы включает
 первую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную дальше от оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу первой стыковочной ступени наружной резьбы; и
 вторую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу второй стыковочной ступени наружной резьбы,

причем первый ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика первого ниппеля на кончике первого ниппеля,

второй ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика второго ниппеля на кончике второго ниппеля, причем поверхность заплечика второго ниппеля выполнена с возможностью контакта с поверхностью заплечика первого ниппеля, когда соединение свинчено,

тело первой трубы включает в себя первую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела первой трубы, причем первая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме.

2. Резьбовое соединение по п.1, в котором

тело второй трубы включает вторую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела второй трубы, при этом вторая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме; и первая маркировочная канавка имеет ширину меньше ширины второй маркировочной канавки.

3. Резьбовое соединение по п.2, в котором

первая муфта дополнительно включает выемку, при этом первая выемка является трубчатой по форме, причем первая выемка расположена на открытом конце первой муфты и имеет внутреннюю периферийную поверхность, обращенную к внешней периферийной поверхности тела первой трубы и отстоящую от внешней периферийной поверхности тела первой трубы; и

вторая муфта дополнительно включает вторую выемку, при этом вторая выемка является трубчатой по форме, причем вторая выемка расположена на открытом конце второй муфты и имеет внутреннюю периферийную поверхность, обращенную к внешней периферийной поверхности тела второй трубы и отстоящую от внешней периферийной поверхности тела второй трубы.

4. Резьбовое соединение по любому одному из пп.1-3, в котором участок каждой из наружной резьбы второго ниппеля и внутренней резьбы второй муфты, который составляет резьбовое уплотнение, имеет величину взаимовлияния в диаметре резьбы меньшее, чем величина взаимовлияния в диаметре резьбы участка каждой из наружной резьбы первого ниппеля и внутренней резьбы первой муфты, который составляет резьбовое уплотнение.

5. Резьбовое соединение по любому одному из пп.1-4, в котором

наружная резьба первого ниппеля и внутренняя резьба первой муфты включают участок с полной резьбой и участок с неполной резьбой, образованный между телом первой трубы и участком с полной резьбой; и

первый ниппель и первая муфта могут быть соединены вместе вдоль всего участка неполной резьбы или его части, когда соединение свинчено.

6. Резьбовое соединение по любому одному из пп.1-5, в котором первая и вторая стальные трубы имеют внешний диаметр, превышающий 16 дюймов.

7. Узел трубы, содержащий

первую стальную трубу и

соединительную муфту, выполненную с возможностью соединения первой стальной трубы и второй стальной трубы,

при этом первая стальная труба включает

тело первой трубы и

первый ниппель, причем первый ниппель является трубчатым по форме и первый ниппель образован, чтобы быть смежным с телом первой трубы и располагаться на кончике первой стальной трубы,

при этом соединительная муфта включает

первую муфту, причем первая муфта является трубчатой по форме, и первая муфта выполнена с возможностью свинчивания с первым ниппелем, когда первый ниппель вставляется в нее; и

вторую муфту, причем вторая муфта является трубчатой по форме, и вторая муфта расположена, чтобы быть напротив первой муфты, при этом вторая муфта выполнена с возможностью свинчивания со вторым ниппелем второй стальной трубы, когда второй ниппель вставляется в нее,

при этом первый ниппель включает наружную резьбу, образованную на внешней периферии ниппеля,

первая муфта включает внутреннюю резьбу, образованную на внутренней периферии муфты с тем, чтобы соответствовать наружной резьбе,

при этом наружная и внутренняя резьбы представляют собой трапецеидальные и суживающиеся резьбы,

при этом, по меньшей мере, участок каждой из наружной и внутренней резьб составляет резьбовое уплотнение, когда соединение свинчено,

причем наружная резьба включает

вершину наружной резьбы;

впадину наружной резьбы;

закладную сторону наружной резьбы, расположенную ближе к кончику ниппеля; и

опорную сторону наружной резьбы, расположенную дальше от кончика ниппеля, причем закладная сторона наружной резьбы включает

первую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную дальше от оси трубы стальной

трубы и имеющую стыковочный угол от -10 до 15° ; и

вторую стыковочную ступень наружной резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол от 20 до 60° ,

при этом вторая стыковочная ступень наружной резьбы имеет высоту от 20 до 60% высоты наружной резьбы,

причем внутренняя резьба включает

вершину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к впадине наружной резьбы;

впадину внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к вершине наружной резьбы;

закладную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к закладной стороне наружной резьбы; и

опорную сторону внутренней резьбы, выполненную с возможностью обращения к опорной стороне наружной резьбы,

при этом закладная сторона внутренней резьбы включает

первую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную дальше от оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу первой стыковочной ступени наружной резьбы; и

вторую стыковочную ступень внутренней резьбы, расположенную ближе к оси трубы и имеющую стыковочный угол, равный стыковочному углу второй стыковочной ступени наружной резьбы,

причем первый ниппель дополнительно включает в себя поверхность заплечика первого ниппеля на кончике первого ниппеля,

при этом тело первой трубы включает в себя первую маркировочную канавку, образованную на внешней периферии тела первой трубы, причем первая маркировочная канавка является кольцеобразной по форме, и

открытый конец первой муфты расположен в пределах ширины первой маркировочной канавки.

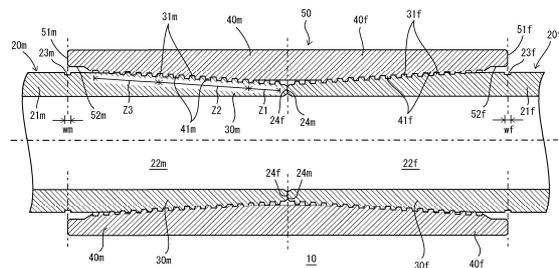
8. Узел трубы по п.7, в котором первая муфта дополнительно включает первую выемку, при этом первая выемка является трубчатой по форме, причем первая выемка расположена на открытом конце первой муфты и имеет внутреннюю периферийную поверхность, обращенную к внешней периферийной поверхности тела первой трубы и отстоящую от внешней периферийной поверхности тела первой трубы.

9. Узел трубы по п.7 или 8, в котором

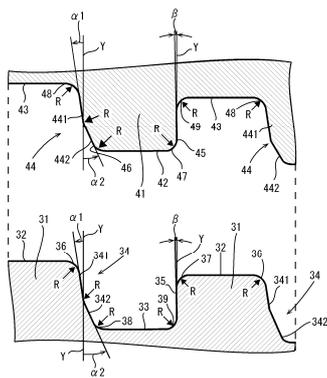
наружная резьба первого ниппеля и внутренняя резьба первой муфты включают участок с полной резьбой и участок с неполной резьбой, образованный между телом первой трубы и участком с полной резьбой; и

первый ниппель и первая муфта могут быть соединены вместе вдоль всего участка неполной резьбы или его части, когда соединение свинчено.

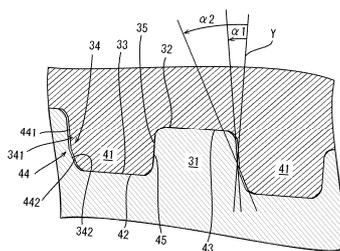
10. Узел трубы по любому одному из пп.7-9, в котором первая стальная труба и вторая стальная труба имеют внешний диаметр, превышающий 16 дюймов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3