

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044575**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.07

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

(21) Номер заявки
202290644

(22) Дата подачи заявки
2020.12.22

(54) РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБЫ(31) **2020-005811**(32) **2020.01.17**(33) **JP**(43) **2022.07.29**(86) **PCT/JP2020/047836**(87) **WO 2021/145162 2021.07.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

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

(72) Изобретатель:

Маруга Сатоси, Оку Йоусуке (JP)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(56) **WO-A1-2018211873****JP-A-2018536818****JP-A-2014105731****JP-A-2014101983****WO-A1-2019093311****US-A-4521042****WO-A1-2017104282****WO-A1-2019093163**

(57) В резьбовом соединении для трубы с двухступенчатой конструкцией резьбы, включающей промежуточные заплечики, при заведении предотвращается контакт уплотняющей поверхности от внутреннего давления ниппеля вблизи его концевой части с промежуточным заплечиком муфты и получение вследствие этого повреждений. L_p , L_B , h_p и h_B , показанные на фиг. 2, удовлетворяют выражениям (1) и (2), предусмотренным ниже. θ_{seal} представляет собой угол наклона прямой линии, соединяющей два конца, как определено вдоль осевого направления, уплотняющей поверхности от внутреннего давления ниппеля. Выражение (3), предусмотренное ниже, также удовлетворяет.

$$L_p < L_B \dots (1)$$

$$h_B < h_p + (L_B - L_p) \times \tan \theta_{seal} \dots (2)$$

$$L_{sp} < L_B - L_p \dots (3)$$

B1**044575****044575 B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее раскрытие относится к резьбовому соединению для трубы, используемому для соединения, например, стальных труб.

Предпосылки изобретения

В нефтяных скважинах, скважинах природного газа и т.д. (далее в совокупности именуемые "нефтяные скважины") подземные ресурсы добываются с использованием систем обсадных труб, которые образуют множество отрезков стенок скважины и трубопроводов, расположенных внутри системы обсадных труб для добычи нефти или газа. Такие обсадные трубы или трубопроводы состоят из ряда соединенных вместе стальных труб, причем для соединения таких труб используется резьбовое соединение для трубы. Стальная труба, используемая в нефтяной скважине, также называется трубой для нефтяной скважины.

Резьбовые соединения для трубы, в целом, классифицируются как интегрального типа и муфтового типа. Интегральные резьбовые соединения для трубы раскрыты, например, в Патентных документах 1 и 2, перечисленных ниже, а резьбовое соединение муфтового типа для трубы раскрыто, например, в Патентном документе 3, указанном ниже.

Интегральное соединение напрямую соединяет трубы нефтяной скважины. Конкретно, внутренняя резьба предусмотрена на одном конце каждой трубы для нефтяной скважины, в то время как наружная резьба предусмотрена на другом конце каждой трубы; при этом во внутреннюю резьбу на одной трубе для нефтяной скважины ввинчивается наружная резьба другой трубы для нефтяной скважины, так что трубы нефтяной скважины соединяются.

В случае соединения муфтового типа, трубы для нефтяной скважины соединяются с использованием трубчатой соединительной муфты. В частности, внутренняя резьба предусмотрена на каждом конце соединительной муфты, в то время как наружная резьба предусмотрена на каждом конце каждой трубы для нефтяной скважины. Затем одна наружная резьба одной трубы нефтяной скважины ввинчивается в одну внутреннюю резьбу соединительной муфты, а одна наружная резьба другой трубы нефтяной скважины ввинчивается в другую внутреннюю резьбу соединительной муфты, так что трубы нефтяной скважины соединяются посредством соединительной муфты. То есть, соединение муфтового типа непосредственно соединяет пару труб, одна из которых является трубой нефтяной скважины, в то время как другая является соединительной муфтой.

В целом, конец трубы для нефтяной скважины, на котором предусмотрена наружная резьба, включает элемент, который должен быть вставлен во внутреннюю резьбу, предусмотренную на трубе для нефтяной скважины или соединительной муфте, и таким образом, называется ниппелем. Конец трубы для нефтяной скважины или соединительной муфты, на котором предусмотрена внутренняя резьба, включает элемент для приема наружной резьбы, предусмотренной на конце трубы для нефтяной скважины, и таким образом, называется муфтой.

В последние годы разрабатываются все более и более глубокие скважины с более высокими температурами и более высокими давлениями. Глубокая скважина имеет сложное распределение пластового давления по глубине, что требует повышенного количества отрезков обсадной трубы; так, иногда используют тип резьбового соединения, максимальный наружный диаметр которого, т.е. наружный диаметр муфты, по существу, равен наружному диаметру тела трубы для нефтяной скважины. Резьбовое соединение с внешним диаметром муфты, который, по существу, равен внешнему диаметру тела трубы, трубы для нефтяной скважины, иногда называют резьбовым соединением утопленного типа. Дополнительно, резьбовое соединение с внешним диаметром муфты, который, в целом, меньше, чем 108% внешнего диаметра тела трубы, трубы для нефтяной скважины, иногда называют резьбовым соединением полуутопленного типа. Такие резьбовые соединения утопленного типа и полуутопленного типа не только должны обладать высокой прочностью и герметичностью, но также должны иметь жесткие ограничения по размеру для их различных участков, чтобы позволить их резьбовым и уплотнительным структурам располагаться внутри при ограниченной толщине стенки трубы.

Для резьбовых соединений утопленного типа и полуутопленного типа с жесткими ограничениями по размеру часто используется конструкция соединения, которая включает промежуточные заплечики в середине соединения, как определено вдоль осевого направления, с наружной и внутренней резьбами, каждая из которых образована парой резьб, расположенных впереди и сзади соответствующего промежуточного заплечика, т.е. двумя ступенями резьбы. Как раскрыто в Патентных документах 1 и 2, такое резьбовое соединение с двухступенчатой конструкцией резьбы включает в себя уплотнение от внутреннего давления вблизи концевой части ниппеля, а также уплотнение от внешнего давления вблизи открытого конца муфты для обеспечения герметичности от внутреннего давления и герметичности от внешнего давления при строгих ограничениях по размеру.

Следует отметить, что оба Патентных документа 1 и 2 являются заявками, поданными настоящим заявителем, а чертежи, сопровождающие эти заявки, представляют собой схематичные изображения для иллюстрации их изобретательских признаков простым для понимания способом, где размеры участков, которые не относятся к таким признакам, не являются точными. Соответственно, следует понимать, что технические признаки, которые явно не раскрыты в описаниях этих заявок, не должны быть получены из

размеров, как показано на чертежах, участков, не описанных в описаниях.

Документы предшествующего уровня техники

Патентные документы

[Патентный документ 1] Заявка Японии 2018-536818А.

[Патентный документ 2] публикация WO 2018/211873.

[Патентный документ 3] Заявка Японии 2012-149760А.

Сущность изобретения

Проблемы, которые должны быть решены изобретением

Резьбовое соединение с двухступенчатой конструкцией резьбы включает в себя промежуточный заплечик муфты вблизи середины муфты, как определено вдоль осевого направления; так, при вставке ниппеля в муфту или при выравнивании непосредственно перед началом ввинчивания наружной резьбы во внутреннюю резьбу (т.е. до начала взаимовлияния резьбы), внутренняя уплотняющая поверхность ниппеля вблизи концевой части ниппеля (т.е. уплотняющая поверхность ниппеля от внутреннего давления) может ударять об угол промежуточного заплечика муфты и повредить его.

Во время фактической работы на буровой площадке, на открытый конец муфты устанавливается посадочная направляющая, а затем в нее заводится ниппель; по этой причине, внешняя уплотняющая поверхность муфты рядом с открытым концом муфты (т.е. уплотняющая поверхность муфты от внешнего давления) защищена посадочной направляющей, и маловероятно, что она будет повреждена при ударе об нее промежуточным заплечиком ниппеля. С другой стороны, внутренняя уплотняющая поверхность ниппеля может контактировать с промежуточным заплечиком муфты, даже если используется посадочная направляющая.

В средах, где используются трубы для нефтяных скважин, внутреннее давление обычно выше, чем внешнее давление; таким образом, в резьбовом соединении с двухступенчатой конструкцией резьбы, которая защищена от внешнего давления внешним уплотнением и защищена от внутреннего давления внутренним уплотнением, важно предотвратить повреждение внутреннего уплотнения.

Задачей настоящего раскрытия является обеспечение резьбового соединения для трубы с двухступенчатой конструкцией резьбы, которая предотвращает промежуточный заплечик муфты от удара внутренней уплотняющей поверхности ниппеля во время заведения и, таким образом, предотвращает повреждение внутреннего уплотнения ниппеля.

Средство для решения проблем

Резьбовое соединение для трубы согласно настоящему раскрытию включает трубчатый ниппель и трубчатую муфту, при этом ниппель и муфта выполнены с возможностью свинчивания, когда ниппель ввинчивается в муфту.

Ниппель включает в себя: первую наружную резьбу; вторую наружную резьбу, расположенную дальше к концевой части, чем первая наружная резьба, и имеющую меньший диаметр, чем первая наружная резьба; промежуточный заплечик ниппеля, расположенный между первой наружной резьбой и второй наружной резьбой; внутреннюю уплотняющую поверхность ниппеля, расположенную дальше к концевой части, чем вторая наружная резьба; и внешнюю уплотняющую поверхность ниппеля, расположенную дальше к основанию основанию, чем первая наружная резьба.

Муфта включает в себя: первую внутреннюю резьбу, выполненную с возможностью зацепления с первой наружной резьбой, когда соединение свинчено; вторую внутреннюю резьбу, выполненную с возможностью зацепления со второй наружной резьбой, когда соединение свинчено; промежуточный заплечик муфты, расположенный между первой внутренней резьбой и второй внутренней резьбой и выполненный с возможностью контакта с промежуточным заплечиком ниппеля, когда соединение свинчено; внутреннюю уплотняющую поверхность муфты, выполненную с возможностью контакта с внутренней уплотняющей поверхностью ниппеля, когда соединение свинчено; и внешнюю уплотняющую поверхность муфты, выполненную с возможностью контакта с внешней уплотняющей поверхностью ниппеля, когда соединение свинчено.

Резьбовое соединение для трубы согласно настоящему раскрытию удовлетворяет следующим выражениям (1) и (2).

$$\begin{aligned} & \text{[Формула 1]} \\ & L_P < L_B \cdots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{[Формула 2]} \\ & h_B < h_P + (L_B - L_P) \times \tan \theta_{\text{seal}} \cdots (2) \end{aligned}$$

Здесь L_P представляет собой расстояние между концом внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечику ниппеля, с одной стороны, и радиально внешним краем промежуточного заплечика ниппеля, с другой стороны, измеренное в осевом направлении; L_B представляет собой расстояние между концом внешней уплотняющей поверхности муфты, расположенным ближе к промежуточному заплечику муфты, с одной стороны, и радиально внутренним краем промежуточного заплечика муфты, с другой стороны, измеренное в осевом направлении; h_P представляет собой расстояние между концом внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположен-

ным ближе к промежуточному заплечичу ниппеля, с одной стороны, и радиально внешним краем промежуточного заплечича ниппеля, с другой стороны, измеренное в радиальном направлении; h_B представляет собой расстояние между концом наружной уплотняющей поверхности муфты, расположенным ближе к промежуточному заплечичу муфты, с одной стороны, и радиально внутренним краем промежуточного заплечича муфты, с другой стороны, измеренное в радиальном направлении; и θ_{seal} представляет собой угол наклона прямой линии, соединяющей два конца, как определено в осевом направлении внутренней уплотняющей поверхности ниппеля.

Предпочтительно, угол θ_P наклона прямой линии, соединяющей конец внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенный ближе к промежуточному заплечичу ниппеля, и радиально внешний край промежуточного заплечича ниппеля, больше, чем угол θ_B наклона прямой линии, соединяющей конец внешней уплотняющей поверхности муфты, расположенный ближе к промежуточному заплечичу муфты, и радиально внутренний край промежуточного заплечича муфты. Более предпочтительно, угол θ_P наклона меньше 6° .

Настоящее раскрытие особенно полезно, если L_P превышает $94\% L_B$.

Даже в реализациях, где h_B больше, чем h_P , настоящее раскрытие предотвращает, по меньшей мере, повреждение точки SP уплотнения на внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, которая испытывает наибольшее контактное давление уплотнения; поскольку такие реализации обеспечивают расчетный запас для первой внутренней резьбы 31, расположенной в пределах радиального диапазона h_B , и для соответствующей первой наружной резьбы 21, этот запас может быть использован для различных функций.

Чтобы обеспечить дополнительную защиту точки SP уплотнения, предпочтительно, чтобы расстояние L_{SP} , измеренное в осевом направлении, между точкой SP уплотнения на внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, при котором сила контакта уплотнения, возникающая от контакта с внутренней уплотняющей поверхностью муфты после завершения свинчивания было наибольшей, с одной стороны, концом P_1 внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечичу ниппеля, с другой стороны, был меньше расстояния между L_B и L_P .

Результаты изобретения

Настоящее раскрытие предотвращает, во время заведения, внутреннюю уплотняющую поверхность ниппеля от удара о промежуточный заплечик муфты и, таким образом, получения повреждения.

Краткое описание чертежей

[Фиг. 1] Фиг. 1 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения для трубы согласно варианту выполнения.

[Фиг. 2] Фиг. 2 иллюстрирует размеры характерных участков ниппеля и муфты.

[Фиг. 3] Фиг. 3 представляет собой увеличенный вид концевой части ниппеля и близлежащих участков.

[Фиг. 4] Фиг. 4 представляет собой вид сечения соединения, обнаруженного во время заведения.

Варианты выполнения для выполнения изобретения

Как иллюстрировано на фигурах 1-4, резьбовое соединение 1 для трубы согласно настоящему варианту выполнения включает трубчатый ниппель 2 и трубчатую муфту 3. Ниппель 2 и муфта 3 свинчиваются, когда ниппель 2 ввинчивается в муфту 3. Ниппель 2 расположен на конце трубы первой трубы P_1 , а муфта 3 расположена на конце трубы второй трубы P_2 . Первая труба P_1 может быть длинной трубой, такой как труба для нефтяной скважины. Вторая труба, предпочтительно, представляет собой длинную трубу, такую как труба для нефтяной скважины, хотя она может быть соединительной муфтой для соединения длинных труб. То есть, резьбовое соединение для трубы 1 согласно настоящему варианту выполнения, предпочтительно, представляет собой интегральное резьбовое соединение для трубы. Труба для нефтяной скважины и соединительная муфта обычно изготавливаются из стали; альтернативно, они могут быть изготовлены из металла, такого как нержавеющая сталь или сплав на основе никеля.

Ниппель 2 может быть предусмотрен на одном обжатом конце первой трубы P_1 для нефтяной скважины. Муфта 3 может быть предусмотрена на одном расширенном конце второй трубы P_2 для нефтяной скважины. Предпочтительно, ниппель 2 может быть предусмотрен на одном конце каждой из труб P_1 и P_2 для нефтяной скважины, а муфта 3 может быть предусмотрена на другом их конце. В частности, первая труба P_1 для нефтяной скважины изготавливается путем подготовки полой оболочки, образованной длинной трубой, обжатия одного ее конца и последующей механической обработки внешней периферии обжатого конца для образования компонентов ниппеля 2. Вторая труба P_2 для нефтяной скважины изготавливается путем подготовки полой оболочки, образованной длинной трубой, расширения одного ее конца и последующей механической обработки внутренней периферии расширенного конца для образования компонентов муфты 3. Это обеспечивает достаточную толщину стенок для ниппеля 2 и муфты 3 интегрального резьбового соединения полууглубленного типа.

Используемый здесь термин "тело трубы" означает участки трубы P_1 , P_2 , для нефтяной скважины, отличные от ниппеля 2 и муфты 3, которые не подвергались ни обжатию, ни расширению. "К концу трубы ниппеля 2" указывает направление от тела трубы ниппеля 2 к концу трубы ниппеля 2, которое иногда также называют "направлением концевой части". "К телу трубы ниппеля 2" указывает направление от

конца трубы ниппеля 2 к телу трубы ниппеля 2, которое иногда также называют "направлением основания". "К открытому концу муфты 3" указывает направление от тела трубы муфты 3 к открытому концу муфты 3.

Ниппель 2 может включать в себя: первую наружную резьбу 21; вторую наружную резьбу 22, расположенную дальше к концевой части трубы ниппеля 2, чем первая наружная резьба 21, и имеющую меньший диаметр, чем первая наружная резьба 21; промежуточный заплечик 23 ниппеля, расположенный между первой и второй наружной резьбой 21 и 22; концевой заплечик 24 ниппеля, расположенный на конце трубы ниппеля 2; внутреннюю уплотняющую поверхность 25 ниппеля, расположенную между второй наружной резьбой 22 и концевым заплечиком 24 ниппеля; и внешнюю уплотняющую поверхность 26 ниппеля, расположенную между первой наружной резьбой 21 и телом трубы ниппеля 2. Первая и вторая наружная резьба 21 и 22 разнесены друг от друга в осевом направлении, и между ними может быть расположен промежуточный заплечик 23 ниппеля.

Предпочтительно, каждая из первой и второй наружных резьб 21 и 22 образована сужающейся резьбой. Предпочтительно, первая и вторая наружные резьбы 21 и 22 имеют одинаковый угол сужения резьбы и одинаковый шаг резьбы. Предпочтительно, образующая сужения сужающейся резьбы, образующей вторую наружную резьбу 22, расположена радиально внутрь образующей сужения сужающейся резьбы, образующей первую наружную резьбу 21. Промежуточный заплечик 23 ниппеля может быть образован стороной ступенчатого участка, образованной участком внешней периферии ниппеля, расположенной между первой и второй наружными резьбами 21 и 22. Промежуточный заплечик 23 ниппеля включает в себя поверхность промежуточного заплечика ниппеля, которая обращена к концу трубы ниппеля 2. Каждая из первой и второй наружных резьб 21 и 22 может представлять собой, например, трапецевидную резьбу, круглую резьбу API, упорную резьбу API или клиновидную резьбу.

Муфта 3 может включать: первую внутреннюю резьбу 31, которая должна быть в зацеплении с первой наружной резьбой 21 после завершения свинчивания; вторую внутреннюю резьбу 32, которая должна быть в зацеплении со второй наружной резьбой 22 после завершения свинчивания; поверхность 33 промежуточного заплечика муфты, которая должна быть в контакте с промежуточным заплечиком 23 ниппеля после завершения свинчивания; поверхность концевой заплечика 34 муфты, выполненную с возможностью соответствия концевому заплечику 24 ниппеля; внутреннюю уплотняющую поверхность 35 муфты, расположенную между второй внутренней резьбой 32 и концевым заплечиком 34 муфты, которая должна быть в контакте с внутренней уплотняющей поверхностью 25 ниппеля по всей окружности после завершения свинчивания; и внешнюю уплотняющую поверхность 36 муфты, расположенную между первой внутренней резьбой 31 и открытым концом муфты, которая должна быть в контакте с внешней уплотняющей поверхностью 26 ниппеля по всей окружности после завершения свинчивания. Внутренние уплотняющие поверхности 25 и 35 ниппеля и муфты могут функционировать как уплотнение от внутреннего давления, которое проявляет способность к герметизации, главным образом, против внутреннего давления. Внешняя уплотняющая поверхность 26 и 36 ниппеля и муфты может функционировать как уплотнение от внешнего давления, которое обеспечивает герметичность, главным образом, против внешнего давления.

Первая и вторая внутренние резьбы 31 и 32 разнесены друг от друга в осевом направлении, и между ними может быть расположен промежуточный заплечик 33 муфты. Предпочтительно, каждая из первой и второй внутренних резьб 31 и 32 образована сужающейся резьбой, дополняющей соответствующую одну из первой и второй наружных резьб 21 и 22. Промежуточный заплечик 33 муфты может быть образован ступенчатым участком, образованным участком внутренней периферии муфты 3, расположенным между первой и второй внутренними резьбами 31 и 32. Промежуточный заплечик 33 муфты включает в себя поверхность промежуточного заплечика муфты, которая обращена к открытому концу муфты 3 и обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, промежуточного заплечика 23 ниппеля. Поверхность промежуточного заплечика 33 муфты находится в контакте с промежуточным заплечиком 23 ниппеля, по меньшей мере, после завершения свинчивания, и промежуточные заплечики 23 и 33 функционируют как заплечики крутящего момента, которые демонстрируют характеристики крутящего момента. Каждая из первой и второй внутренних резьб 31 и 32 может быть, например, трапецевидной резьбой, круглой API резьбой, упорной API резьбой или клиновидной резьбой, которая дополняет соответствующую первую и вторую наружные резьбы 21 и 22.

После завершения свинчивания, концевой заплечик 24 ниппеля может быть разнесен от концевой заплечика 34 муфты, как показано на фиг. 1, или может контактировать с концевым заплечиком 34 муфты. В реализациях, где эти концевые заплечики 24 и 34 разнесены после завершения свинчивания, они могут быть сконструированы таким образом, что при приложении заданной осевой сжимающей нагрузки, меньшей, чем допустимая сжимающая нагрузка резьбового соединения, результирующая упругая деформация ниппеля 2 и муфты 3 приводит к тому, что концевые заплечики 24 и 34 контактируют друг с другом, чтобы выдерживать часть осевой сжимающей нагрузки.

Каждый из промежуточных заплечиков 23 и 33 ниппеля 2 и муфты 3 образован плоской поверхностью, перпендикулярной оси трубы; альтернативно, каждый из них может быть образован сужающейся поверхностью, наклоненной так, что радиально внешний край расположен дальше к концевой части тру-

бы ниппеля 2, чем радиально внутренний край.

Каждая из уплотняющих поверхностей 25, 35, 26 и 36 может иметь любую подходящую форму продольного сечения; в резьбовом соединении 1, показанном на фигурах 1-4, при этом каждая уплотняющая поверхность образована сужающейся поверхностью, которая выглядит как наклонная прямая линия в продольном сечении. Альтернативно, одна из каждой пары уплотняющих поверхностей, которые контактируют друг с другом, может быть образована выпуклой криволинейной поверхностью, или обе из каждой пары уплотняющих поверхностей могут быть образованы выпуклыми криволинейными поверхностями. Альтернативно, каждая уплотняющая поверхность может быть образована комбинацией выпуклой криволинейной поверхности и сужающейся поверхности с прямой образующей. В любом случае, уплотняющие поверхности сконструированы таким образом, что величина взаимного влияния уплотнения увеличивается по мере того, как ниппель 2 проталкивается внутрь муфты 3. То есть, каждая внутренняя уплотняющая поверхность 25 ниппеля и внешняя уплотняющая поверхность 26 ниппеля является суженной, чтобы постепенно уменьшаться в диаметре по мере продвижения к концевой части ниппеля; внутренняя уплотняющая поверхность 35 муфты является суженной, чтобы дополнять внутреннюю уплотняющую поверхность 25 ниппеля; а внешняя уплотняющая поверхность 36 муфты является суженной, чтобы дополнять внешнюю уплотняющую поверхность 26 ниппеля.

Наклон прямой линии, соединяющей два конца, как определено вдоль осевого направления, каждой уплотняющей поверхности, предпочтительно, составляет не менее 5% (или 10%, как представлено в виде коэффициента сужения, более предпочтительно, 10% (или 20% как представлено в виде коэффициента сужения)). Дополнительно, наклон прямой линии, соединяющей два конца, как определено вдоль осевого направления каждой уплотняющей поверхности, предпочтительно не превышает 25% (или 50%, как представлено в виде коэффициента сужения), а более предпочтительно, не превышает 17% (или 34% как представлено в виде коэффициента сужения). Угол θ_{seal} наклона прямой линии, соединяющей два конца, как определено вдоль осевого направления, внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, составляет около $2,9^\circ$ для наклона 5%, около $5,7^\circ$ для наклона 10%, около $9,7^\circ$ для наклона 17% и около $14,0^\circ$ для наклона 25%.

Расстояние L_p , измеренное в осевом направлении, между концом P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечу 23 ниппеля, и радиально внешним краем P_2 промежуточного заплечика 23 ниппеля может быть, например, от 65 мм до 95 мм, в зависимости от диаметров трубы и/или других факторов. Отношение L_p к диаметру радиально внешнего края промежуточного заплечика 23 ниппеля может составлять от 20% до 45%.

Расстояние L_p , измеренное в осевом направлении, между концом P_3 внешней уплотняющей поверхности 36 муфты, расположенным ближе к промежуточному заплечу 33 муфты, и радиально внутренним краем P_4 промежуточного заплечика 33 муфты может быть, например, от 70 мм до 100 мм, в зависимости от диаметров трубы и/или других факторов. Отношение L_p к диаметру радиально внутреннего края промежуточного заплечика 33 муфты может составлять от 20% до 45%. Отношение L_p к L_B может быть от 94% до 98%.

Расстояние L_r , измеренное в радиальном направлении, между концом P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечу 23 ниппеля, и радиально внешним краем P_2 промежуточного заплечика 23 ниппеля с другой стороны, может быть, например, от 5,0 мм до 8,5 мм, в зависимости от диаметров трубы и/или других факторов.

Расстояние h_B , измеренное в радиальном направлении, между концом P_3 внешней уплотняющей поверхности 36 муфты, ближнем к промежуточному заплечу 33 муфты, и радиально внутренним краем P_4 промежуточного заплечика 33 муфты с другой стороны, может быть, например, от 5,0 мм до 8,5 мм, в зависимости от диаметров трубы и/или других факторов. Предпочтительно, h_r и h_B являются равными.

Угол θ_r наклона прямой линии, соединяющей конец P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, расположенный ближе к промежуточному заплечу 33 ниппеля, и радиально внешний край P_2 промежуточного заплечика ниппеля, предпочтительно, меньше 6° , и более предпочтительно, меньше $5,5^\circ$. Угол θ_B наклона прямой линии, соединяющей конец P_3 внешней уплотняющей поверхности 36 муфты, ближний к промежуточному заплечу 33 муфты и радиально внутренний край P_4 промежуточного заплечика 33 муфты, предпочтительно, меньше $5,5^\circ$ и более предпочтительно, меньше $5,3^\circ$.

Фиг. 3 иллюстрирует распределение контактного давления уплотнения на внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, когда соединение свинчено, и точку SP уплотнения, в которой контактное давление уплотнения достигает своего пика. Форма ниппеля 2 до свинчивания представлена пунктирными линиями, в то время как свинченный ниппель представлен сплошными линиями, где ниппель был слегка деформирован радиально внутрь из-за взаимодействия между уплотняющими поверхностями 25 и 35, чтобы уменьшить их диаметр.

Поскольку герметизируемость от внутреннего давления в основном проявляется в точке SP уплотнения, предотвращение повреждения участков на внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, которые находятся вблизи точки SP уплотнения, является особенно важным для поддержания герметизируемости от внутреннего давления. С другой стороны, допустимы некоторые поверхностные повреж-

дения в местах, удаленных от точки SP уплотнения, т. е. в местах ближе к концу P_1 внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенному ближе к промежуточному заплечику 23 ниппеля, поскольку такие места не вносят большого вклада к улучшению контактного давления уплотнения. Это говорит о том, что герметизируемость от внутреннего давления может быть обеспечена за счет такой конструкции соединения, которая предотвращает повреждение точки SP уплотнения, которая расположена радиально внутрь конца P_1 .

Когда ниппель 2 вставляется в муфту 3, становится вероятным, что внутренняя уплотняющая поверхность 25 ниппеля взаимодействует с промежуточным заплечиком 33 муфты, когда ось CL_{PIN} трубы ниппеля 2 не совпадает с осью CL_{BOX} трубы муфты. 3, а радиально внешний край P_2 промежуточного заплечика 23 ниппеля совпадает с концом P_3 внешней уплотняющей поверхности 36 муфты, как показано на фиг. 4. Первое требование для предотвращения повреждения, по меньшей мере, точки SP уплотнения внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля в этом состоянии состоит в том, чтобы конец P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля был расположен дальше к открытому концу муфты, чем радиально внутренний край промежуточного заплечика 33 муфты. Отсюда выводится выражение (1). Хотя на фиг. 4 не показана посадочная направляющая, при необходимости посадочная направляющая может быть использована.

Внутренняя уплотняющая поверхность 25 ниппеля постепенно уменьшается в диаметре по мере продвижения от конца P_1 к концевой части, и из этого может быть сделан следующий вывод, используя осевое расстояние между концевой частью P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля и радиально-внутренним краем P_4 промежуточного заплечика 33 муфты в состоянии, показанном на фиг. 4, т.е. $(L_B - L_P)$, и угол θ_{seal} внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, выполнение выражения (2) затрудняет, чтобы промежуточный заплечик 33 муфты попал на внутреннюю уплотняющую поверхность 25 ниппеля.

Для дополнительной гарантии предотвращения повреждения точки SP уплотнения, требуется только, чтобы в состоянии, показанном на фиг. 4, точка SP уплотнения располагалась дальше к открытому концу муфты, чем промежуточный заплечик 33 муфты. Отсюда может быть выведено следующее условие: осевое расстояние L_{SP} между точкой SP уплотнения на внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, которая испытывает наибольшую контактную силу уплотнения из-за ее контакта с внутренней уплотняющей поверхностью 35 муфты после завершения свинчивания, с одной стороны, и конец P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, с другой стороны, является меньше, чем разница между L_B и L_P .

Удовлетворение вышеуказанным условиям предотвратит контакт промежуточного заплечика 33 муфты с точкой SP уплотнения внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля во время заведения, даже если h_B больше, чем h_P .

Кроме того, угол θ_P наклона прямой линии, соединяющей конец P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля и радиально внешний край P_2 промежуточного заплечика 23 ниппеля, предпочтительно, больше, чем угол θ_B наклона прямой линии, соединяющий конец P_3 внешней уплотняющей поверхности 36 муфты и радиально внутренний край P_4 промежуточного заплечика 33 муфты. Таким образом, в состоянии, показанном на фиг. 4, конец P_1 внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля может быть расположен радиально внутрь от прямой линии, соединяющей конец P_3 внешней уплотняющей поверхности 36 муфты и радиально внутренний край P_4 промежуточного заплечика 33 муфты, что еще больше снижает возможность контакта промежуточного заплечика 33 муфты с внутренней уплотняющей поверхностью 25 ниппеля.

Дополнительно, угол θ_P наклона, предпочтительно, меньше 6° . Это предотвратит повреждение внутренней уплотняющей поверхности 25 ниппеля, ограничивая при этом диапазон толщины стенки, занимаемый второй наружной резьбой 22 и промежуточным заплечиком 23 ниппеля.

L_P может составлять не менее 90% от L_B , более предпочтительно, не менее 92%, и еще более предпочтительно, не менее 94%. Таким образом, зацепление и прочность резьб двухступенчатой конструкции резьбы будут более равномерными, что обеспечит хорошо сбалансированное в целом резьбовое соединение 1.

Настоящее раскрытие может применяться не только к интегральным резьбовым соединениям, но также и к резьбовым соединениям муфтового типа. [0087] В противном случае, настоящее раскрытие не ограничено иллюстрированными выше вариантами выполнения, и возможны различные модификации без отклонения от формулы изобретения.

Расшифровка ссылок

- 1: резьбовое соединение для трубы;
- 2: ниппель;
- 21: первая наружная резьба;
- 22: вторая наружная резьба;
- 23: промежуточный заплечик ниппеля;
- 25: внутренняя уплотняющая поверхность ниппеля;

- 26: внешняя уплотняющая поверхность ниппеля;
 3: муфта;
 31: первая внутренняя резьба;
 32: вторая внутренняя резьба;
 33: промежуточный заплечик муфты;
 35: внутренняя уплотняющая поверхность муфты;
 36: внешняя уплотняющая поверхность муфты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение для трубы, включающее трубчатый ниппель и трубчатую муфту, при этом ниппель и муфта выполнены с возможностью свинчивания, когда ниппель ввинчивается в муфту,

при этом ниппель включает в себя: первую наружную резьбу; вторую наружную резьбу, расположенную дальше к концевой части, чем первая наружная резьба, и имеющую меньший диаметр, чем первая наружная резьба; промежуточный заплечик ниппеля, расположенный между первой наружной резьбой и второй наружной резьбой; внутреннюю уплотняющую поверхность ниппеля, расположенную дальше к концевой части, чем вторая наружная резьба; и внешнюю уплотняющую поверхность ниппеля, расположенную дальше к основанию, чем первая наружная резьба,

причем муфта включает в себя: первую внутреннюю резьбу, выполненную с возможностью зацепления с первой наружной резьбой, когда соединение свинчено; вторую внутреннюю резьбу, выполненную с возможностью зацепления со второй наружной резьбой, когда соединение свинчено; промежуточный заплечик муфты, расположенный между первой внутренней резьбой и второй внутренней резьбой, и выполненный с возможностью контакта с промежуточным заплечиком ниппеля, когда соединение свинчено; внутреннюю уплотняющую поверхность муфты, выполненную с возможностью контакта с внутренней уплотняющей поверхностью ниппеля, когда соединение свинчено; и внешнюю уплотняющую поверхность муфты, выполненную с возможностью контакта с внешней уплотняющей поверхностью ниппеля, когда соединение свинчено,

при этом резьбовое соединение удовлетворяет следующим выражениям (1) и (2):

$$L_p < L_B \cdot \dots (1), \text{ и}$$

$$h_B < h_p + (L_B - L_p) \times \tan \theta_{\text{seal}} \dots (2)$$

где L_p представляет собой расстояние между концом внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечику ниппеля, с одной стороны, и радиально внешним краем промежуточного заплечика ниппеля, с другой стороны, измеренное в осевом направлении; L_B представляет собой расстояние между концом внешней уплотняющей поверхности муфты, расположенным ближе к промежуточному заплечику муфты, с одной стороны, и радиально внутренним краем промежуточного заплечика муфты, с другой стороны, измеренное в осевом направлении; h_p представляет собой расстояние между концом внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечику ниппеля, с одной стороны, и радиально внешним краем промежуточного заплечика ниппеля, с другой стороны, измеренное в радиальном направлении; h_B представляет собой расстояние между концом внешней уплотняющей поверхности муфты, расположенным ближе к промежуточному заплечику муфты, с одной стороны, и радиально внутренним краем промежуточного заплечика муфты, с другой стороны, измеренное в радиальном направлении; и θ_{seal} представляет собой угол наклона прямой линии, соединяющей два конца, как определено в осевом направлении, внутренней уплотняющей поверхности ниппеля.

2. Резьбовое соединение для трубы по п.1, в котором угол θ_p наклона прямой линии, соединяющей конец внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенный ближе к промежуточному заплечику ниппеля, и радиально внешний край промежуточного заплечика ниппеля, больше, чем угол θ_B наклона прямой линии, соединяющей конец внешней уплотняющей поверхности муфты, расположенный ближе к промежуточному заплечику муфты, и радиально внутренний край промежуточного заплечика муфты.

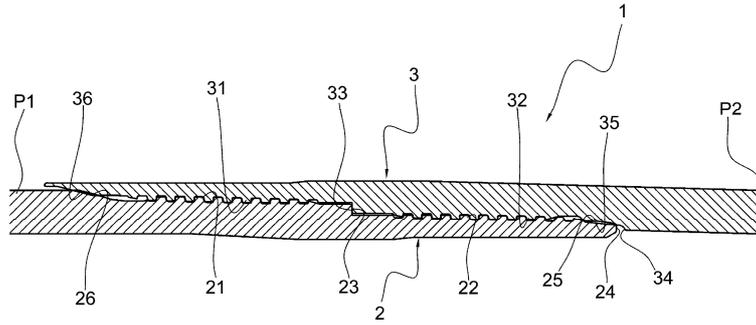
3. Резьбовое соединение для трубы по п.2, в котором угол θ_p наклона меньше, чем 6° .

4. Резьбовое соединение для трубы по пп.1, 2 или 3, в котором L_p больше, чем 94% от L_B .

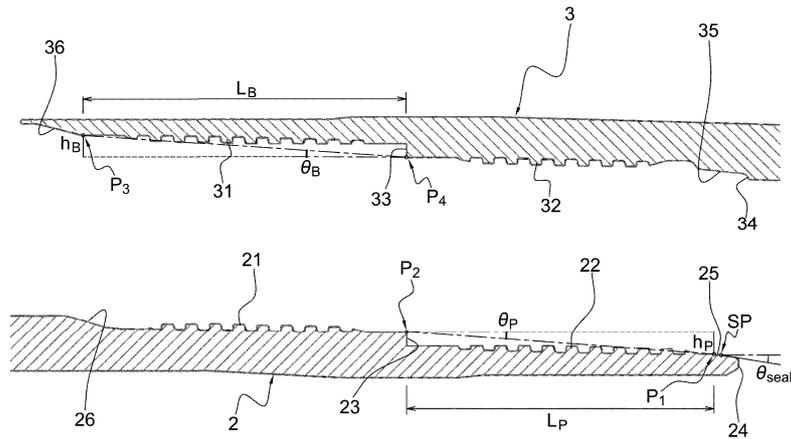
5. Резьбовое соединение для трубы по любому из пп.1-4, в котором h_B больше, чем h_p .

6. Резьбовое соединение для трубы по любому из пп.1-5, в котором расстояние L_{SP} , измеренное в осевом направлении, между точкой уплотнения на внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, при котором контактное усилие уплотнения, возникающее в результате контакта поверхности с внутренней уплотняющей поверхностью муфты после завершения свинчивания, является наибольшим, с одной стороны, и концом внутренней уплотняющей поверхности ниппеля, расположенным ближе к промежуточному заплечику ниппеля, с другой стороны, является меньше расстояния между L_B и L_p .

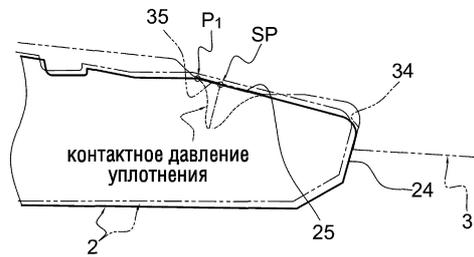
7. Резьбовое соединение для трубы по любому из пп.1-4, в котором h_B и h_p равны.



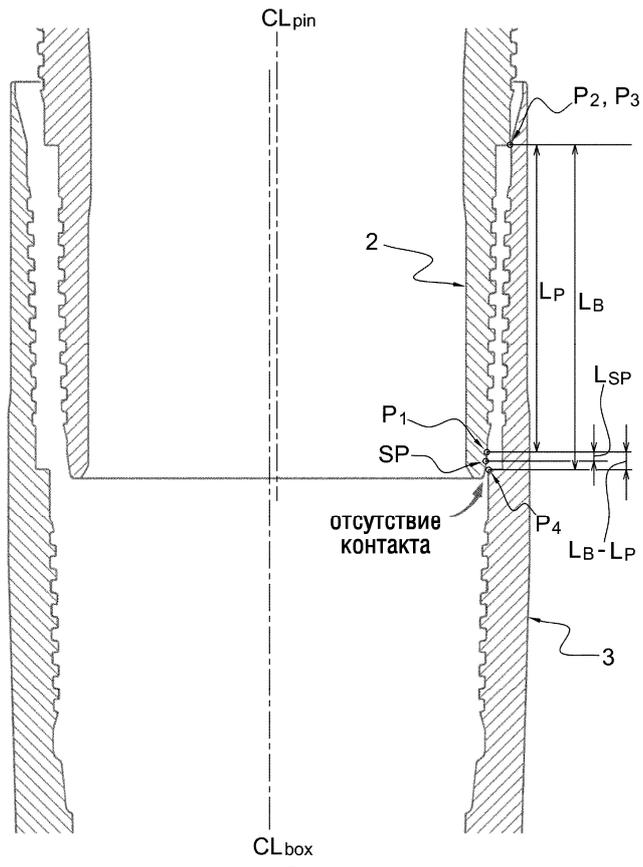
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

