

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033926**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.10

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

(21) Номер заявки
201891896

(22) Дата подачи заявки
2016.02.23

(54) РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

(43) **2019.02.28**

(56) JP-A-2013536339
WO-A1-2014045973
JP-A-60500457

(86) PCT/JP2016/000963

(87) WO 2017/145192 2017.08.31

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН
(JP); ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЭНД ГЭС
ФРАНС (FR)**

(72) Изобретатель:
**Оку Йоусуке, Сугино Масааки, Ота
Фумио (JP)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Резьбовое соединение состоит из ниппеля (10) и муфты (20). Ниппель (10) содержит в направлении от конца ниппеля (10) к трубчатому телу первый резьбовой участок (11) с наружной резьбой, первую уплотняющую поверхность (12), упорную поверхность (13), вторую уплотняющую поверхность (14) и второй резьбовой участок (15) с наружной резьбой. Муфта (20) содержит первый резьбовой участок (21) с внутренней резьбой, первую уплотняющую поверхность (22), упорную поверхность (23), вторую уплотняющую поверхность (24) и второй резьбовой участок (25) с внутренней резьбой. Длина (L1) от границы (P1) между первыми уплотняющими поверхностями (12, 22) до положения (P3) упорных поверхностей (13, 23) и длина (L2) от границы (P2) вторых уплотняющих поверхностей (14, 24) до положения (P3) составляет по меньшей мере 15 мм, а общая длина (L), являющаяся суммой длин L1 и L2, равна по меньшей мере 50 мм. Благодаря этому резьбовое соединение способно создавать прекрасные характеристики уплотнения.

B1**033926****033926****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению, применяемому для соединения стальных патрубков или труб (далее также именуются "стальные трубы").

Уровень техники

В нефтяных скважинах, газовых скважинах и т.п. (далее также совместно именуемых "нефтяные скважины") для извлечения подземных ресурсов применяются стальные трубы, которые называются "трубные изделия нефтепромыслового сортамента". Эти стальные трубы последовательно соединены друг с другом и для их сращивания используют резьбовые соединения.

Резьбовые соединения для стальных труб подразделяются на два типа: муфтовые соединения и соединительные замки, представляющие собой одно целое с трубой. Муфтовое резьбовое соединение образовано парой трубных изделий, соединенных друг с другом, из которых одно является стальной трубой, а другой - муфтой. В этом случае стальная труба содержит участки с наружной резьбой, сформированной на внешней периферии на ее обоих концах, а муфта имеет участки с внутренней резьбой, сформированной на внутренней периферии ее обоих концов. Таким образом, стальная труба и муфта соединяются друг с другом. Интегральное резьбовое соединение образовано парой стальных труб, как трубные изделия, соединенные друг с другом без применения отдельной муфты. В этом случае каждая стальная труба содержит участок наружной резьбы, сформированный на внешней периферии на одном ее конце, и участок внутренней резьбы, сформированный на другом ее конце. Таким образом, одна стальная труба и другая стальная труба соединяются друг с другом.

Как правило, участок соединения на трубном конце, на котором расположен участок наружной резьбы, называется ниппель, поскольку он содержит элемент, вставляемый в участок с внутренней резьбой. С другой стороны, участок соединения на трубном конце, на котором расположен участок внутренней резьбы называется муфтой, поскольку он содержит элемент, в который вставляется участок с наружной резьбой. Ниппели и муфты имеют трубчатую форму, поскольку они образуют концевые части трубных изделий.

В последние годы все больше и больше нефтяных скважин бурят на очень большую глубину в земле или на сверхглубоких участках в море. В таких обстоятельствах для эффективной проходки нефтяных скважин устанавливают множество труб нефтепромыслового сортамента. Для соединения труб нефтепромыслового сортамента в структуру, состоящую из множества колонн, широко применяют резьбовые соединения, в которых наружный диаметр муфт, по существу, равен наружному диаметру ниппеля. Это вызвано тем, что увеличение наружного диаметра муфты внутреннего трубного изделия нефтепромыслового сортамента ограничено внутренним диаметром ниппеля наружного трубного изделия нефтепромыслового сортамента из-за необходимости наличия зазора между внутренним трубным изделием нефтепромыслового сортамента и внешним трубным изделием нефтепромыслового сортамента в структуре с множеством колонн. В рамках таких ограничений резьбовые соединения должны демонстрировать прекрасные уплотняющие свойства относительно давления, приложенного изнутри (далее также именуемого "внутреннее давление"), и давления, приложенного снаружи (далее также именуемого "наружное давление").

Например, известно, что резьбовые соединения, в которых применяется участок конической резьбы с профилем типа "ласточкин хвост", которые иногда называют "клиновая резьба", обеспечивают прекрасное уплотнение. Клиновые резьбы имеют следующую конфигурацию. Опорные стороны и закладные стороны витков имеют отрицательный угол, и по завершении свинчивания опорные стороны контактируют друг с другом и закладные стороны контактируют друг с другом. Это обеспечивает прочное зацепление резьбовых участков в целом. Кроме того, в свинченном состоянии вершины резьбы резьбовых участков находятся в плотном контакте с впадинами резьбы. Таким образом считается, что резьбовые соединения, в которых применяются клиновые резьбы, способны создавать прекрасное уплотнение, поскольку в резьбовых участках отсутствуют зазоры.

В патенте США № 7690696 (патентный источник 1) и в заявке на патент США № 2006/0145489 (патентный источник 2) описаны резьбовые соединения, в которых для резьбового участка применяется клиновая резьба.

Резьбовое соединение по патентному источнику 1 имеет следующую конфигурацию. Резьбовой участок разделен на две части вдоль оси трубы и на границе между двумя ступенчатыми участками имеется выступ. К выступу примыкает уплотняющий участок поверхность-поверхность. Резьбовое соединение по патентному источнику 1 было разработано для улучшения уплотняющих свойств за счет запирающего эффекта, создаваемого комбинацией безззорного зацепляющегося контакта клиновых резьб и прижимного контакта между поверхностями выступов.

Однако в случае резьбового соединения по патентному источнику 1 расчетные допуски задаются в узком диапазоне как для резьбового участка с клиновой резьбой, так и для упорного участка, чтобы в свинченном состоянии добиться плотного контакта без зазоров. В результате не только повышаются производственные расходы, но и обработанные размеры могут выходить за пределы допусков. Если возникает выход за пределы допусков, возникает недостаточный запирающий эффект и поэтому могут не достигаться требуемые характеристики уплотнения.

Резьбовое соединение по патентному источнику 2 сконфигурировано так, что на границе между двумя ступенчатыми резьбовыми участками, как и в резьбовом соединении по патентному источнику 1, имеются упорный участок и уплотняющий участок. Дополнительно на одном из двух ступенчатых резьбовых участков между опорными сторонами, между закладными сторонами, между вершинами и впадинами и т.п. имеются зазоры. При такой конфигурации расчетные допуски на этот резьбовой участок могут быть больше. В результате появляется возможность снизить производственные расходы и легко получить размеры обрабатываемых поверхностей в пределах допусков.

Однако резьбовое соединение по патентному источнику 2 имеет только один уплотняющий участок поверхность-поверхность. Поэтому, если на резьбовое соединение действуют чрезмерно большие давления (внутреннее давление и наружное давление), оно может потерять герметичность. В частности, если резьбовое соединение относится к типу, в котором наружный диаметр муфты и наружный диаметр ниппеля, по существу, одинаковы, трудно обеспечить уплотнение, поскольку помимо вышеуказанной причины имеются ограничения на увеличение толщины стенок ниппеля и муфты.

Список документов.

Патентный источник 1: патент США № 7690696.

Патентный источник 2: заявка на патент США № 2006/0145480.

Раскрытие изобретения

Техническая задача.

Целью настоящего изобретения является создание резьбового соединения для стальных труб, способного надежно обеспечивать хорошие характеристики уплотнения.

Решение задачи.

Резьбовое соединение по варианту настоящего изобретения содержит трубчатый ниппель и трубчатую муфту, при этом ниппель и муфта скреплены путем ввинчивания ниппеля в муфту.

Резьбовое соединение имеет следующую конфигурацию.

(i) Муфта имеет наружный диаметр, составляющий менее 110% наружного диаметра трубчатого тела, имеющего ниппель.

(ii) Ниппель содержит в направлении от конца ниппеля к трубчатому телу конический первый резьбовой участок с наружной резьбой, имеющий профиль типа "ласточкин хвост"; первую уплотняющую поверхность; упорную поверхность; вторую уплотняющую поверхность и конический второй резьбовой участок с резьбой, имеющей профиль типа "ласточкин хвост".

(iii) Первая уплотняющая поверхность содержит первую коническую поверхность и первые криволинейные поверхности на обоих концах первой конической поверхности. Вторая уплотняющая поверхность содержит вторую коническую поверхность и вторые криволинейные поверхности на обоих концах второй конической поверхности. Длина L1 вдоль оси трубы является расстоянием от границы между первой конической поверхностью и первой криволинейной поверхностью на ближней стороне конца ниппеля до упорной поверхности; длина L1 вдоль оси трубы равна по меньшей мере 15 мм. Длина L2 вдоль оси трубы является расстоянием от границы между второй конической поверхностью и второй криволинейной поверхностью на ближней стороне трубчатого тела ниппеля до упорной поверхности; длина L2 вдоль оси трубы равна по меньшей мере 15 мм. Общая длина L, которая является суммой длин L1 и L2, равна по меньшей мере 50 мм.

(iv) Муфта содержит в направлении от трубчатого тела к концу муфты конический первый резьбовой участок с внутренней резьбой с профилем типа "ласточкин хвост"; первую уплотняющую поверхность; упорную поверхность; вторую уплотняющую поверхность и конический второй резьбовой участок с внутренней резьбой с профилем типа "ласточкин хвост".

(v) В вышеописанном резьбовом соединении в свинченном состоянии упорные поверхности находятся в контакте друг с другом; первые уплотняющие поверхности находятся в контакте друг с другом и вторые уплотняющие поверхности находятся в контакте друг с другом.

Между закладными сторонами резьбы первого участка с наружной резьбой и закладными сторонами первого участка с внутренней резьбой имеются зазоры; и между впадинами витков резьбы первого участка с наружной резьбой и вершинами витков резьбы первого участка с внутренней резьбой или между вершинами витков резьбы первого участка с наружной резьбой и впадинами витков резьбы первого участка с внутренней резьбой имеются зазоры.

Между закладными сторонами витков резьбы второго резьбового участка с наружной резьбой и закладными сторонами второго резьбового участка с внутренней резьбой имеются зазоры; и между впадинами витков резьбы второго резьбового участка с наружной резьбой и вершинами витков резьбы второго резьбового участка с внутренней резьбой или между вершинами витков резьбы второго резьбового участка с наружной резьбой и впадинами витков резьбы второго резьбового участка с внутренней резьбой имеются зазоры.

В вышеописанном резьбовом соединении каждый из зазоров между вершинами и впадинами витков резьбы составляет от 0,10 до менее 0,20 мм.

Вышеописанное резьбовое соединение предпочтительно имеет такую конфигурацию, чтобы угол, образованный упорными поверхностями относительно оси трубы в продольном сечении вдоль оси тру-

бы, составлял от 75 до 105°.

В вышеописанном резьбовом соединении общая длина L предпочтительно не превышает 90 мм.

В вышеописанном резьбовом соединении первый резьбовой участок образован первым участком с наружной резьбой и первым участком с внутренней резьбой, а второй резьбовой участок образован вторым участком с наружной резьбой и вторым участком с внутренней резьбой, причем каждый из первого резьбового участка и второго резьбового участка предпочтительно содержит однозаходную резьбу или двухзаходную резьбу.

Преимущественные эффекты изобретения

Резьбовое соединение для стальных труб по настоящему изобретению имеет следующие существенные преимущества: оно способно надежно обеспечивать прекрасное уплотнение.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - продольное сечение резьбового соединения для стальных труб по варианту настоящего изобретения;

фиг. 2 - продольное сечение в увеличенном масштабе резьбового соединения для стальных труб, показанного на фиг. 1, иллюстрирующее область границы между двумя ступенчатыми резьбовыми участками;

фиг. 3 - продольное сечение в увеличенном масштабе резьбового соединения для стальных труб, показанного на фиг. 1, иллюстрирующее его первый резьбовой участок;

фиг. 4 - продольное сечение в увеличенном масштабе резьбового соединения для стальных труб, показанного на фиг. 1, иллюстрирующее его второй резьбовой участок;

фиг. 5 - вид, иллюстрирующий соотношение положений первой уплотняющей поверхности и упорной поверхности в ниппеле по этому варианту;

фиг. 6 - вид, иллюстрирующий соотношение положений второй уплотняющей поверхности и упорной поверхности в ниппеле по этому варианту;

фиг. 7 - продольное сечение, схематически показывающее область, включающую внутренний участок уплотнения поверхность-поверхность;

фиг. 8 - продольное сечение, схематически показывающее область, включающую внешний участок уплотнения поверхность-поверхность.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Как было описано выше, в резьбовых соединениях для стальных труб увеличение наружного диаметра муфты ограничено и поэтому широко применяются резьбовые соединения, относящиеся к типу, в котором наружный диаметр муфты, по существу, равен наружному диаметру ниппеля. В резьбовых соединениях такого типа часто имеются уплотняющие участки поверхность-поверхность для обеспечения характеристик уплотнения.

В известном резьбовом соединении, например, внутренний уплотняющий участок расположен рядом со свободным концом ниппеля, а наружный уплотняющий участок расположен рядом со свободным концом муфты (конец, противоположный концу, примыкающему к трубчатому телу, имеющему муфту). Внутренний уплотняющий участок, расположенный ближе к внутреннему пространству, в первую очередь обеспечивает уплотнение от внутреннего давления. Наружный уплотняющий участок, расположенный ближе к наружной части, в первую очередь обеспечивает уплотнение от внешнего давления. Два ступенчатых резьбовых участка расположены в областях между внутренним уплотняющим участком и наружным уплотняющим участком. Кроме того, на границе между двумя ступенчатыми резьбовыми участками имеется упорный участок. Резьбовые участки, например, являются коническими резьбовыми участками с трапецидальной резьбой.

В известных резьбовых соединениях толщина стенки ниппеля невелика, а толщина стенки муфты невелика в соответствующих областях уплотняющих участков (внутреннего уплотняющего участка и наружного уплотняющего участка соответственно). Это объясняется тем, что уплотняющие участки должны находиться на свободных концах ниппеля и муфты так, чтобы обеспечивать достаточную площадь критических сечений ниппеля и муфты. Термин "критическое сечение" в настоящем описании означает сечение на конце области зацепления резьбового участка, где площадь его сечения для принятия растягивающих усилий минимальна. Положение критического сечения и площадь этого сечения являются факторами при определении предела прочности при растяжении.

Если стенки в областях уплотняющих участков являются тонкими, области уплотняющих участков могут чрезмерно деформироваться, когда на резьбовое соединение действует чрезмерно высокое давление (внутреннее давление и наружное давление), и вследствие этого резьбовое соединение может оказаться неспособным сохранять уплотнение.

Наоборот, в резьбовом соединении по патентному источнику 2 чрезмерную деформацию области уплотняющего участка при возникновении давления можно предотвратить. Это объясняется тем, что в резьбовом соединении по патентному источнику 2 уплотняющий участок расположен рядом с упорным участком на границе между двумя ступенчатыми резьбовыми участками, и поэтому ниппель и муфта могут иметь достаточную толщину стенки в областях уплотняющих участков.

Дополнительно в резьбовом соединении по патентному источнику 2 применяется резьба с профи-

лем типа "ласточкин хвост". В одном из двух ступенчатых резьбовых участков такого соединения имеются зазоры между опорными сторонами, между закладными сторонами, между вершинами и впадинами и профилями резьбы и т.п. Это значит, что резьбовой участок не находится в состоянии зацепления с плотным контактом без зазоров по всей его площади.

Здесь следует отметить, что резьбовые соединения, имеющие резьбовой участок с клиновой резьбой, в которых отсутствуют зазоры (например, резьбовое соединение по патентному источнику 1), создают следующие проблемы. Во время свинчивания зацепление в тесном контакте возникает до того, как упорные поверхности упрутся друг в друга. В результате крутящий момент затягивания становится слишком большим в момент, когда упорные поверхности упрутся друг в друга, что ведет к поломкам во время операции свинчивания. Дополнительно по завершении свинчивания резьбовой участок уже находится в состоянии достаточного зацепления, и поэтому упорный участок не может в достаточной степени нести нагрузки. В результате повреждения резьбового участка увеличиваются.

С другой стороны, в случае резьбовых соединений, в которых профиль резьбы относится к типу "ласточкин хвост", в которых имеются описанные выше зазоры, конкретнее, в резьбовом участке, в котором имеются зазоры между закладными сторонами и, кроме того, между вершинами и впадинами, возникновение пластической деформации во время свинчивания задерживается из-за наличия зазоров, и потому упорные участки могут принимать нагрузки в достаточной степени.

Таким образом, резьбовые соединения, имеющие резьбовой участок, в котором есть зазоры, способны обеспечивать лучшие характеристики уплотнения, чем резьбовые соединения, имеющие резьбовые участки без зазоров.

Даже в случае резьбовых соединений, имеющих резьбовой участок, в котором имеются зазоры, если они должны подвергаться чрезмерному внутреннему давлению и наружному давлению, предпочтительно создавать в них два отдельных уплотняющих участка, т.е. внутренний уплотняющий участок для внутреннего давления и наружный уплотняющий участок для наружного давления, а не единственный уплотняющий участок (см. резьбовое соединение по патентному источнику 2). Причина заключается в том, что когда имеются два отдельных уплотняющих участка, уплотнение от внутреннего давления и уплотнение от наружного давления можно эффективно выполнять отдельно соответствующими уплотняющими участками, поэтому можно дополнительно обеспечить уплотнение.

В этом отношении резьбовое соединение по патентному источнику 2, описанное выше, имеет только один уплотняющий участок, расположенный рядом с упорным участком. Если в резьбовом соединении по патентному источнику 2 имелось бы два уплотняющих участка, внутренний уплотняющий участок и наружный уплотняющий участок находились бы с двух сторон от расположенного между ними упорного участка так, чтобы они примыкали к упорному участку. Таким образом, внутренний уплотняющий участок и наружный уплотняющий участок находились бы близко друг к другу.

Однако в случае резьбового соединения, в котором внутренний уплотняющий участок и наружный уплотняющий участок расположены близко друг к другу, контакт на внутреннем уплотняющем участке и контакт на наружном уплотняющем участке взаимодействуют друг с другом во время свинчивания так, что уплотняющие поверхности каждого уплотняющего участка входят в недостаточно плотный контакт. В результате посадка с натягом на каждом уплотняющем участке становится недостаточной и, соответственно, характеристики уплотнения снижаются.

Таким образом, состояние, в котором внутренний уплотняющий участок и наружный уплотняющий участок расположены близко друг к другу является неподходящим, и расстояние между внутренним уплотняющим участком и наружным уплотняющим участком должно быть увеличено. Когда между внутренним уплотняющим участком и наружным уплотняющим участком имеется достаточное расстояние, взаимодействие между контактом на внутреннем уплотняющем участке и контактом на наружном уплотняющем участке во время свинчивания уменьшается. Следовательно, плотный контакт между уплотняющими поверхностями на каждом уплотняющем участке становится достаточным, поэтому можно надежно обеспечить прекрасное уплотнение.

Кроме того, достаточная длина между внутренним уплотняющим участком и наружным уплотняющим участком позволяет сформировать достаточно длинный жесткий участок в ниппеле и муфте между двумя уплотняющими участками. Эти жесткие участки работают на создание равномерного радиального расширения или радиального сжатия областей уплотняющих участков, когда подается давление. Этот эффект препятствует возникновению сгибания каждой уплотняющей поверхности, поэтому можно ожидать улучшения характеристик уплотнения.

Может показаться, что в такой конфигурации может возникнуть проблема, заключающаяся в том, что при возникновении чрезмерной сжимающей нагрузки на резьбовое соединение уплотняющие поверхности и на внутреннем уплотняющем участке, и на наружном уплотняющем участке могут сместиться относительно друг друга в направлении оси трубы, и, следовательно, уплотнение будет нарушено. Однако поскольку между внутренним уплотняющим участком и наружным уплотняющим участком имеется упорный участок, и этот упорный участок принимает на себя сжимающие нагрузки, смещения уплотняющих поверхностей в направлении оси трубы не происходит и уплотнение не нарушается.

Резьбовое соединение для стальных труб было создано на основе вышеописанных наблюдений.

Ниже следует описание вариантов резьбового соединения для стальных труб по настоящему изобретению.

На фиг. 1 приведено продольное сечение резьбового соединения для стальных труб по настоящему изобретению. На фиг. 2 в увеличенном масштабе представлено продольное сечение резьбового соединения для стальных труб, показанного на фиг. 1, иллюстрирующее область границы между двумя ступенчатыми резьбовыми участками. Как показано на фиг. 1 и 2, резьбовое соединение в этом варианте является резьбовым соединением интегрального типа и состоит из ниппеля 10 и муфты 20. Однако резьбовое соединение по настоящему изобретению можно также применять для резьбовых соединений муфтового типа.

Резьбовое соединение по настоящему изобретению имеет такую конфигурацию, чтобы наружный диаметр муфты 20 был, по существу, равен наружному диаметру ниппеля 10. Таким образом, наружный диаметр муфты 20 составляет от 100 до менее 110% наружного диаметра трубчатого тела, имеющего ниппель 10.

Ниппель 10 содержит в направлении от свободного конца ниппеля 10 к трубчатому телу первый участок 11 с наружной резьбой, первую уплотняющую поверхность 12, упорную поверхность 13, вторую уплотняющую поверхность 14 и второй участок 15 с наружной резьбой. И первая уплотняющая поверхность 12, и вторая уплотняющая поверхность 14 являются коническими поверхностями. Технически и первая уплотняющая поверхность 12, и вторая уплотняющая поверхность 14 имеют форму, соответствующую форме периферийной поверхности усеченного конуса с диаметром, уменьшающимся в направлении к концу ниппеля 10, или форму, соответствующую комбинированной форме периферийной поверхности усеченного конуса и периферийной поверхности образующей, полученной при вращении криволинейной линии, например дуги, вокруг оси CL трубы.

Упорная поверхность 13 является кольцевой поверхностью, по существу, перпендикулярной оси CL трубы. На фиг. 1 и 2 показано состояние, в котором упорная поверхность 13 немного наклонена относительно плоскости, перпендикулярной оси CL трубы в направлении, в котором ввинчивается ниппель 10. То есть на чертежах показано состояние, в котором внешняя сторона упорной поверхности находится немного ближе к свободному концу ниппеля 10, чем ее внутренняя сторона.

Муфта 20 содержит в направлении от стороны, примыкающей к трубчатому телу, имеющему муфту 20, к ее свободному концу первый участок 21 с внутренней резьбой, первую уплотняющую поверхность 22, упорную поверхность 23, вторую уплотняющую поверхность 24 и второй участок 25 с внутренней резьбой. Первый участок 21 с внутренней резьбой, первая уплотняющая поверхность 22, упорная поверхность 23, вторая уплотняющая поверхность 24 и второй участок 25 с внутренней резьбой муфты 20 соответствуют первому участку 11 с наружной резьбой, первой уплотняющей поверхности 12, упорной поверхности 13, второй уплотняющей поверхности 14 и второму участку 15 с наружной резьбой, соответственно, ниппеля 10.

Первый участок 11 с наружной резьбой ниппеля 10 и первый участок 21 с внутренней резьбой муфты 20 являются участками с конической резьбой, имеющей профиль типа "ласточкин хвост", которые могут входить в зацепление друг с другом и образуют первый резьбовой участок, расположенный во внутреннем положении (внутренний резьбовой участок). Второй участок 15 с наружной резьбой ниппеля 10 и второй участок 25 с внутренней резьбой муфты 20 также являются участками с конической резьбой и профилем типа "ласточкин хвост", которые могут входить в зацепление друг с другом и образуют второй резьбовой участок, расположенный во внешнем положении (внешний резьбовой участок).

На фиг. 3 и 4 в увеличенном масштабе приведены сечения резьбового соединения для стальных труб, показанного на фиг. 1, иллюстрирующие его резьбовые участки. На фиг. 3 показан первый резьбовой участок, а на фиг. 4 показан второй резьбовой участок.

Как показано на фиг. 3, во внутреннем резьбовом участке профиль резьбы на первом участке 11 с наружной резьбой ниппеля 10 содержит вершины 11a, впадины 11b, закладные стороны 11c, которые занимают ведущее положение при свинчивании, и опорные стороны 11d, расположенные напротив закладных сторон 11c. Профиль резьбы на первом участке 21 с внутренней резьбой муфты 20 содержит вершины 21a, обращенные к впадинам 11b первого участка 11 с наружной резьбой, впадины 21b, которые обращены к вершинам 11a первого участка 11 с наружной резьбой, закладные стороны 21c, которые обращены к закладным сторонам 11c первого участка 11 с наружной резьбой, и опорные стороны 21d, которые обращены к опорным сторонам 11d первого участка 11 с наружной резьбой.

Как показано на фиг. 4, во внешнем резьбовом участке профиль резьбы на втором участке 15 с наружной резьбой ниппеля 10 содержит вершины 15a, впадины 15b, закладные стороны 15c, которые занимают ведущее положение при свинчивании, и опорные стороны 15d, расположенные напротив закладных сторон 15c. Профиль резьбы на втором участке 25 с внутренней резьбой муфты 20 содержит вершины 25a, обращенные к впадинам 15b второго участка 15 с наружной резьбой, впадины 25b, которые обращены к вершинам 15a второго участка 15 с наружной резьбой, закладные стороны 25c, которые обращены к закладным сторонам 15c второго участка 15 с наружной резьбой, и опорные стороны 25d, которые обращены к опорным сторонам 15d второго участка 15 с наружной резьбой.

Все углы наклона опорных сторон 11d, 21d и закладных сторон 11c, 21c первого резьбового участка

и углы наклона опорных сторон 15d, 25d и закладных сторон 15с, 25с второго резьбового участка являются отрицательными менее 0°. Термин "угол наклона" стороны профиля резьбы в настоящем описании означает угол, образованный стороной профиля резьбы с плоскостью, перпендикулярной оси CL трубы. В случае резьбового соединения, показанного на фиг. 3 и 4, при упоминании угла наклона опорных сторон 11d, 21d, 15d, 25d, углы, направленные по часовой стрелке, являются положительными, а при упоминании угла наклона закладных сторон 11с, 21с, 15с, 25с, положительными являются углы, направленные против часовой стрелки.

Первый резьбовой участок 11 с наружной резьбой и первый резьбовой участок 21 с внутренней резьбой (внутренний резьбовой участок) выполнены с возможностью резьбового зацепления друг с другом, и второй резьбовой участок 15 с наружной резьбой и второй резьбовой участок 25 с внутренней резьбой (внешний резьбовой участок) выполнены с возможностью резьбового зацепления друг с другом в свинченном состоянии, при этом они входят в плотный контакт друг с другом для посадки с натягом.

Первые уплотняющие поверхности 12, 22 входят в контакт друг с другом и вторые уплотняющие поверхности 14, 24 входят в контакт друг с другом за счет ввинчивания ниппеля 10, и в свинченном состоянии они входят в плотный контакт друг с другом для посадки с натягом. Таким образом, первые уплотняющие поверхности 12, 22 образуют первый участок уплотнения поверхность-поверхность (внутренний уплотняющий участок). Вторые уплотняющие поверхности 14, 24 образуют второй участок уплотнения поверхность-поверхность (внешний уплотняющий участок).

Упорные поверхности 13, 23 входят в контакт и прижимаются друг к другу при ввинчивании ниппеля 10 и служат стопором для ограничения ввинчивания ниппеля 10. Упорные поверхности 13, 23 образуют упорный участок за счет прижимного контакта друг с другом, чтобы служить стопором. В свинченном состоянии упорные поверхности 13, 23 служат для передачи так называемой затягивающей резьбу осевой силы на опорные стороны 11d, 15d профиля резьбы ниппеля 10 на первом резьбовом участке и на втором резьбовом участке, а также принимают нагрузку, создаваемую реактивной силой.

Свинченный внутренний резьбовой участок находится в следующем состоянии. Опорные стороны 11d профиля резьбы первого резьбового участка 11 с наружной резьбой находятся в контакте с опорными сторонами 21d профиля резьбы первого резьбового участка 21 с внутренней резьбой. Вершины 11a профиля резьбы первого резьбового участка 11 с наружной резьбой находятся в контакте с впадинами 21b профиля резьбы первого резьбового участка 21 с внутренней резьбой. Между закладными сторонами 11с профиля резьбы первого резьбового участка 11 с наружной резьбой и закладными сторонами профиля резьбы первого резьбового участка 21 с внутренней резьбой имеются зазоры. Между впадинами 11b профиля резьбы первого резьбового участка 11 с наружной резьбой и вершинами 21a первого резьбового участка 21 с внутренней резьбой имеются зазоры. В противоположность этому варианту можно использовать другой вариант, в котором впадины 11b первого резьбового участка 11 с наружной резьбой находятся в контакте с вершинами 21a первого резьбового участка 21 с внутренней резьбой, а между вершинами 11a первого резьбового участка 11 с наружной резьбой и впадинами 21b первого резьбового участка 21 с внутренней резьбой имеются зазоры.

Свинченный внешний резьбовой участок находится в следующем состоянии. Опорные стороны 15d профиля резьбы второго резьбового участка 15 с наружной резьбой находятся в контакте с опорными сторонами 25d профиля резьбы второго резьбового участка 25 с внутренней резьбой. Впадины 15b профиля резьбы второго резьбового участка 15 с наружной резьбой находятся в контакте с вершинами 25a профиля резьбы второго резьбового участка 25 с внутренней резьбой. Между закладными сторонами 15с профиля резьбы второго резьбового участка 15 с наружной резьбой и закладными сторонами 25с профиля резьбы второго резьбового участка 25 с внутренней резьбой имеются зазоры. Между вершинами 15a профиля резьбы второго резьбового участка 15 с наружной резьбой и впадинами 25b второго резьбового участка 25 с внутренней резьбой имеются зазоры. В противоположность этому варианту можно использовать другой вариант, в котором вершины 15a первого резьбового участка 15 с наружной резьбой находятся в контакте с впадинами 25b второго резьбового участка 25 с внутренней резьбой, а между впадинами 15b второго резьбового участка 15 с наружной резьбой и вершинами 25a второго резьбового участка 25 с внутренней резьбой имеются зазоры.

На фиг. 5 показано взаимное расположение первой уплотняющей поверхности и упорной поверхности в ниппеле по настоящему изобретению. Как показано на фиг. 5, первая уплотняющая поверхность 12 ниппеля 10 содержит первую коническую поверхность 12a и первые криволинейные поверхности 12b, 12с. Первые криволинейные поверхности 12b, 12с расположены на обоих концах первой конической поверхности 12a. Положение P1 является границей между первой конической поверхностью 12a и первой криволинейной поверхностью 12с на ближней стороне конца ниппеля 10. Положение P3 является положением максимального диаметра упорной поверхности 13 ниппеля 10. Длина L1 вдоль оси трубы составляет по меньшей мере 15 мм, и длина L1 вдоль оси трубы определяется как расстояние от положения P1 до положения P3.

На фиг. 6 показано взаимное расположение второй уплотняющей поверхности и упорной поверхности ниппеля по настоящему изобретению. Как показано на фиг. 6, вторая уплотняющая поверхность 14 ниппеля 10 содержит вторую коническую поверхность 14a и вторые криволинейные поверхности 14b,

14с. Вторые криволинейные поверхности 14b, 14с расположены на обоих концах второй конической поверхности 14а. Положение P2 является границей между второй конической поверхностью 14а и второй криволинейной поверхностью 14b на ближней стороне трубчатого тела ниппеля 10. Длина L2 вдоль оси трубы составляет по меньшей мере 15 мм, при этом длина L2 вдоль оси трубы определяется как расстояние от положения P2 до положения P3. Общая длина L, которая является суммой длин L1 и L2, составляет по меньшей мере 50 мм.

Говоря вкратце, в настоящем варианте внутренний уплотняющий участок (первый уплотняющий участок) образован контактом поверхность-поверхность между первой уплотняющей поверхностью 12 ниппеля 10 и первой уплотняющей поверхностью 22 муфты 20. Положение внутреннего уплотняющего участка определяется положением P1, которое является границей между конической поверхностью 12а первой уплотняющей поверхности ниппеля 10 и ее первой криволинейной поверхности 12с. Положение внешнего уплотняющего участка определяется положением P2, которое является границей между второй конической поверхностью 14а второй уплотняющей поверхности 14 ниппеля 10 и ее второй криволинейной поверхностью 14b. Кроме того, между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком расположен упорный участок. Положение упорного участка определено положением P3 на упорной поверхности 13 ниппеля 10. Длина вдоль оси трубы между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком довольно велика, поскольку эта длина соответствует общей длине L, которая является суммой длины L1 от положения P1 на внутреннем уплотняющем участке до положения P3 упорного участка и длины L2, от положения P2 на внешнем уплотняющем участке до положения P3 на упорном участке.

Как показано на фиг. 2, ниппель 10 и муфта 20 не контактируют друг с другом между внутренним уплотняющим участком и упорным участком и между ними имеется зазор C1. Аналогично, ниппель 10 и муфта 20 не контактируют друг с другом между внешним уплотняющим участком и упорным участком, и между ними имеется зазор C2.

Как описано выше, резьбовое соединение для стальных труб по настоящему изобретению сконфигурировано так, чтобы образовать два отдельных резьбовых участка с профилем резьбы типа "ласточкин хвост", и между ними последовательно имелись внутренний уплотняющий участок, упорный участок и второй уплотняющий участок, и чтобы между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком имелась достаточная длина. Кроме того, в резьбовых участках имеются зазоры между закладными сторонами профиля резьбы и, кроме того, имеются зазоры между вершинами и впадинами профиля резьбы. Благодаря такой конфигурации резьбовое соединение по настоящему изобретению надежно создает прекрасное уплотнение от внутреннего давления и от внешнего давления.

Далее следует дополнительное описание предпочтительных вариантов основных деталей.

Длина L между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком.

Длина L между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком составляет по меньшей мере 50 мм. Если длина L меньше 50 мм, контакт на внутреннем уплотняющем участке и контакт на внешнем уплотняющем участке взаимодействуют друг с другом во время свинчивания так, что соответствующее уплотнение не может быть получено. Предпочтительный нижний предел длины L равен 55 мм.

С другой стороны, верхний предел длины L практически не ограничен. Однако слишком большая длина L приводит к следующим недостаткам. Поскольку длина соединительного участка в целом увеличивается, возрастают производственные издержки.

Дополнительно увеличение длины соединительного участка в целом ведет к увеличению площади, на которую воздействует давление, и, следовательно, возрастает вероятность пластической деформации соединительного участка и возникает опасность поломки в коррозионной среде. Поэтому предпочтительным верхним пределом длины L является 90 мм, чтобы избежать этих недостатков. Более предпочтительным верхним пределом длины L является 80 мм.

Длины L1 и L2 между уплотняющими участками (внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком) и упорным участком.

Длина L1 между внутренним уплотняющим участком и упорным участком и длина L2 между внешним уплотняющим участком и упорным участком задается относительно длины L между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком, каждая из них равна по меньшей мере 15 мм. Если длина L1 и L2 будет меньше 15 мм, будет трудно создать достаточную уплотняющую поверхность. Предпочтительная величина длин L1 и L2 равна 20 мм.

Упорный участок.

Угол, образованный упорными поверхностями относительно оси трубы в продольном сечении вдоль оси трубы предпочтительно составляет от 75 до 105°. Если угол меньше 75°, упорные поверхности будут сильно наклонены от плоскости, перпендикулярной оси трубы в направлении, в котором ввинчивается ниппель, и в состоянии прижимного контакта они будут сцепляться. Таким образом, упорный участок с большей вероятностью подвергается пластической деформации, что приводит к нестабильному уплотнению. Более предпочтительным нижним пределом угла упорной поверхности является 85°.

С другой стороны, если этот угол больше 105° , упорные поверхности находятся в состоянии сильного наклона от плоскости, перпендикулярной оси трубы в направлении, противоположном направлению ввинчивания ниппеля. В результате при прижимном контакте упорных поверхностей возникает сила, стремящаяся сжать ниппель радиально, и сила, стремящаяся радиально раздуть муфту, что приводит к уменьшению давления контакта между уплотняющими поверхностями. Более предпочтительным верхним пределом угла упорных поверхностей является 95° . Оптимальным углом упорных поверхностей является 90° . Когда угол упорных поверхностей равен 90° , уплотнение стабилизируется и облегчается обработка упорного участка.

Если упорные поверхности ниппеля и муфты слишком малы по ширине, они не смогут в достаточной степени выдерживать нагрузки, поэтому сопротивление сжимающим силам уменьшается. Поэтому ширина упорных поверхностей ниппеля и муфты предпочтительно равна 10% от толщины стенки соответствующих трубчатых тел, более предпочтительно 15%.

Уплотняющий участок (внутренний уплотняющий участок и внешний уплотняющий участок).

Когда ниппель или муфта имеет слишком большую толщину стенки в области уплотняющих участков, другой компонент этой пары соответственно имеет более тонкую стенку и поэтому уменьшенную жесткость. Ниппель или муфта, имеющие уменьшенную жесткость, слабее сопротивляются давлению. Соответственно, толщина стенки ниппеля и толщина стенки муфты в области уплотняющих участков предпочтительно составляет от 45 до 80% от толщины стенки соответствующего трубчатого тела.

Предпочтительным нижним пределом толщины каждой из стенок является 10,5 мм. Предпочтительным верхним пределом толщины каждой из стенок является 17 мм.

Если конусность уплотняющих поверхностей слишком крута, уплотняющие характеристики снижаются при воздействии растягивающих нагрузок. С другой стороны, если конусность уплотняющих поверхностей является слишком плавной, увеличиваются производственные расходы, поскольку увеличивается длина уплотняющих участков в целом. Соответственно, угол конусности уплотняющих поверхностей предпочтительно составляет от 2° до 10° к оси трубы. Более предпочтительным нижним пределом угла конусности является 3° . Более предпочтительным верхним пределом угла конусности является 7° .

Резьбовые участки (внутренний резьбовой участок и внешний резьбовой участок).

Если конусность резьбовых участков слишком крута, характеристики передачи крутящего момента будут существенно ухудшены, поскольку общие длины резьбовых участков чрезмерно уменьшаются. С другой стороны, если конусность резьбовых участков будет слишком пологой, увеличатся производственные расходы, поскольку общие длины резьбовых участков увеличатся. Соответственно, угол конусности резьбовых участков предпочтительно составляет от $1,5^\circ$ до 4° к оси трубы. Более предпочтительным нижним пределом угла конусности резьбовых участков является $2,0^\circ$. Более предпочтительным верхним пределом угла конусности резьбовых участков является $3,6^\circ$.

Зазоры между вершинами и впадинами профиля резьбы резьбовых участков предпочтительно находятся в диапазоне от 0,10 до менее 0,20 мм. Если зазоры в резьбовых участках менее 0,10 мм, пластическая деформация в резьбовых участках во время свинчивания начинается раньше и, следовательно, нагрузки недостаточно передаются на упорный участок. Более предпочтительным нижним пределом зазоров в резьбовых участках является 0,12 мм. С другой стороны, если зазоры в резьбовых участках не равны менее 0,20 мм, уплотняющие характеристики, особенно внутреннего уплотняющего участка, ухудшаются. Более предпочтительным верхним пределом величины зазоров в резьбовых участках является 0,16 мм. Вышеприведенные диапазоны величины зазоров в резьбовых участках также относятся к зазорам между закладными сторонами профиля резьбы.

Для практического использования каждый резьбовой участок предпочтительно имеет однозаходную резьбу или двухзаходную резьбу.

Настоящее изобретение не ограничивается описанными выше вариантами, и в них могут быть внесены различные изменения, не выходящие за пределы изобретательской идеи и объема изобретения.

Уплотняющие поверхности, которые образуют вышеописанные уплотняющие участки поверхность-поверхность (внутренний уплотняющий участок и внешний уплотняющий участок) сформированы вместе с другими участками последовательностью операций обработки. При этих операциях скорость подачи инструмента задается ниже, чем скорость подачи при обработке других участков. Это позволяет получить значительно более гладкие уплотняющие поверхности, чем обработанные поверхности других участков.

На фиг. 7 и 8 приведены продольные сечения, схематически показывающие область уплотняющего участка поверхность-поверхность. Внутренний уплотняющий участок (первый уплотняющий участок) показан на фиг. 7. Внешний уплотняющий участок (второй уплотняющий участок) показан на фиг. 8. Как показано на фиг. 7, внутренним уплотняющим участком называется область Sa, в которой первые уплотняющие поверхности 12, 22 в свинченном состоянии контактируют друг с другом. Длина внутреннего уплотняющего участка вдоль оси трубы предпочтительно равна от 1 до 7 мм. В то же время первые уплотняющие поверхности 12, 22 проходят не только в области Sa, где они в свинченном состоянии контактируют друг с другом, но и захватывают области Sb, Sc, которые обработаны для получения гладких

уплотняющих поверхностей. Область Sc соответствует первой конической поверхности 12а ниппеля 10, описанной выше. То есть первые уплотняющие поверхности 12, 22 являются областями, в которых они контактируют и скользят относительно друг друга (включая области, в которых может возникнуть скольжение) во время свинчивания, и они включают всю протяженность областей Sb, Sc, обработанных до шероховатости, сравнимой с шероховатостью области Sa, в которой они контактируют друг с другом в свинченном состоянии. Это же относится и к внешнему уплотняющему участку, показанному на фиг. 8.

Уплотняющие участки можно идентифицировать путем извлечения ниппеля 10 из муфты 20 и визуального обнаружения уплотняющих поверхностей. Уплотняющие поверхности имеют оставшиеся на них метки (участки, где возникало сильное скольжение) на уплотняющих участках (в области Sa контакта в свинченном состоянии).

Примеры

Для проверки преимуществ настоящего изобретения было проведено цифровое моделирование и анализ упругопластических состояний с использованием метода конечных элементов.

Условия испытания.

Для анализа методом конечных элементов были подготовлены модели резьбового соединения интегрального типа для стальных труб, показанного на фиг. 1. В этих моделях длина L1 между внутренним уплотняющим участком и упорным участком и длина L2 между внешним уплотняющим участком и упорным участком менялись. В результате изменений менялась длина L между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком. Кроме того, менялся угол упорной поверхности.

В качестве известного примера для сравнения была подготовлена следующая модель. Модель известного соединения имела внутренний уплотняющий участок, расположенный рядом со свободным концом ниппеля и внешний уплотняющий участок, расположенный рядом со свободным концом муфты. Два ступенчатых резьбовых участка с трапецевидной резьбой располагались в областях между внутренним уплотняющим участком и внешним уплотняющим участком, а упорный участок находился на границе между двумя ступенчатыми резьбовыми участками.

Репрезентативные размеры каждой модели приведены в табл. 1-3. Табл. 2 показывает размеры ниппеля, а табл. 3 показывает размеры муфты.

Таблица 1

№	Длина между уплотнением и упором (мм)		Длина L между внутренним уплотнением и внешним уплотнением (мм)	Угол упора (°)	Классификация
	Длина внешнего уплотнения L2	Длина внутреннего уплотнения L1			
1	98,09	98,09	196,18	90	Сравн. пример
2	15	15	30*	75, 80, 85, 90, 95	Сравн. пример
3	20	20	40*	75, 80, 85, 90, 95	Сравн. пример
4	25	25	50	75, 80, 85, 90, 95	Изобретение
5	30	30	60	75, 80, 85, 90, 95	Изобретение
6	35	35	70	75, 80, 85, 90, 95	Изобретение
7	40	40	80	75, 80, 85, 90, 95	Изобретение
8	45	45	90	75, 80, 85, 90, 95	Изобретение
9	50	50	100	75, 80, 85, 90, 95	Изобретение

Примечание: символ * указывает, что величина не соответствует условию, заданному настоящим изобретением.

Таблица 2

№	Уплотнение ниппеля			Резьба ниппеля				Классификация
	Макс. диаметр внешнего уплотнения (мм)	Мин. диаметр внутреннего уплотнения (мм)	Угол конусности (°)	Угол конусности (°)	Шаг резьбы (мм)	Высота резьбы (мм)	Зазор резьбы (мм)	
1	353,3	328,028	9,46	1,79	5,08	1,55	0,48	Изв. пример
2	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Сравн. пример
3	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Сравн. пример
4	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Изобретение
5	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Изобретение
6	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Изобретение
7	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Изобретение
8	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Изобретение
9	343,48	334,53	4,76	2,86	8,47	1,55	0,12	Изобретение

Таблица 3

№	Уплотнение муфты			Резьба муфты				Классификация
	Макс. диаметр внешнего уплотнения (мм)	Мин. диаметр внутреннего уплотнения (мм)	Угол конусности (°)	Угол конусности (°)	Шаг резьбы (мм)	Высота резьбы (мм)	Зазор резьбы (мм)	
1	352,33	327,058	9,46	1,79	5,08	1,55	0,48	Изв. пример

2	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Сравн. пример
3	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Сравн. пример
4	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Изобретение
5	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Изобретение
6	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Изобретение
7	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Изобретение
8	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Изобретение
9	342,48	333,53	4,76	2,86	8,47	1,65	0,12	Изобретение

Дополнительные общие условия были следующими:

размер стальной трубы: 14 дюймов, 115 фунтов на фут (наружный диаметр 355,6 мм, внутренний диаметр 314,35 мм, толщина стенки 20,62 5 мм),

сорт стальной трубы: стандарт API Q125 (углеродистая сталь с предельным напряжением сдвига 862 МПа).

Способ оценки.

В анализе методом конечных элементов к каждой модели в свинченном состоянии последовательно прилагалась серия нагрузок, имитировавших нагрузки по тесту ISO 13679 Series A. Уплотняющие характеристики относительно наружного давления оценивались путем сравнения минимальных величин контактной силы уплотнения (Н/мм), т.е. "среднее давление контакта между уплотняющими поверхностями" × "ширина контакта", на внешних уплотняющих участках (вторых уплотняющих участках) под нагрузкой. Следует отметить, что чем выше величина силы контакта, тем лучше уплотняющие свойства уплотняющего участка. Аналогично, уплотняющие свойства относительно внутреннего давления внутреннего уплотняющего участка (первого уплотняющего участка) оценивались путем сравнения силы уплотняющего контакта.

Результаты испытаний.

Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4

	Сила контакта уплотнения (Н/мм)										Классификация
N	Угол упора 75°		Угол упора 80°		Угол упора 85°		Угол упора 90°		Угол упора 95°		
	Внеш н. упл.	Внут р. упл.	Внеш н. упл.	Внут р. упл.	Внеш н. упл.	Внут р. упл.	Внеш н. упл.	Внут р. упл.	Внеш н. упл.	Внут р. упл.	
1	–	–	–	–	–	–	0	0	–	–	Изв. пример
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Сравн. пример
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Сравн. пример
4	724	112	746	138	750	170	735	201	731	218	Изобр.
5	665	381	699	433	721	474	712	510	699	429	Изобр.
6	559	341	606	396	646	459	671	518	640	472	Изобр.
7	542	419	605	481	649	526	665	522	636	454	Изобр.
8	567	480	642	532	649	575	659	577	677	513	Изобр.
9	614	536	675	577	722	613	725	620	735	567	Изобр.

Как показано в табл. 4, примеры тестов образцов 4-9 по настоящему изобретению, которые отвечают всем требованиям, заданным в настоящем изобретении, демонстрируют значительно более высокую силу контакта, чем известный образец 1 и сравнительные образцы 2 и 3, которые не выполняют каждое

из условий, заданных в настоящем изобретении. Эта тенденция также наблюдалась, когда угол упорной поверхности менялся в диапазоне от 75 до 95°. Эти результаты демонстрируют, что применяя резьбовое соединение для стальных труб по настоящему изобретению можно надежно улучшить уплотняющие характеристики относительно внутреннего давления и наружного давления.

Промышленная применимость

Резьбовое соединение по настоящему изобретению можно эффективно применять для стальных труб нефтепромыслового сортамента.

Перечень позиций.

- 10 - Ниппель,
- 11 - первый резьбовой участок с наружной резьбой,
- 11a - вершина профиля резьбы первого участка с наружной резьбой,
- 11b - впадины профиля резьбы первого участка с наружной резьбой,
- 11c - закладная сторона профиля резьбы первого участка с наружной резьбой,
- 11d - опорная сторона профиля резьбы первого участка с наружной резьбой,
- 12 - первая уплотняющая поверхность,
- 12a - первая коническая поверхность,
- 12b, 12c - первая криволинейная поверхность,
- 13 - упорная поверхность,
- 14 - вторая уплотняющая поверхность,
- 14a - вторая коническая поверхность,
- 14b, 14c - вторая криволинейная поверхность,
- 15 - второй резьбовой участок с наружной резьбой,
- 15a - вершина профиля резьбы второго участка с наружной резьбой,
- 15b - впадины профиля резьбы второго участка с наружной резьбой,
- 15c - закладная сторона профиля резьбы второго участка с наружной резьбой,
- 15d - опорная сторона профиля резьбы второго участка с наружной резьбой,
- 20 - муфта,
- 21 - первый резьбовой участок с внутренней резьбой,
- 21a - вершина профиля резьбы первого участка с внутренней резьбой,
- 21b - впадины профиля резьбы первого участка с внутренней резьбой,
- 21c - закладная сторона профиля резьбы первого участка с внутренней резьбой,
- 21d - опорная сторона профиля резьбы первого участка с внутренней резьбой,
- 22 - первая уплотняющая поверхность,
- 23 - упорная поверхность,
- 24 - вторая уплотняющая поверхность,
- 25 - второй резьбовой участок с внутренней резьбой,
- 25a - вершина профиля резьбы второго участка с внутренней резьбой,
- 25b - впадины профиля резьбы второго участка с внутренней резьбой,
- 25c - закладная сторона профиля резьбы второго участка с внутренней резьбой,
- 25d - опорная сторона профиля резьбы второго участка с внутренней резьбой,
- L - длина между первым уплотняющим участком и вторым уплотняющим участком,
- L1 - длина от первого уплотняющего участка до упорного участка,
- L2 - длина от второго уплотняющего участка до упорного участка,
- P1 - положение между первой конической поверхностью ниппеля и второй криволинейной поверхностью ниппеля,
- P2 - положение между второй конической поверхностью ниппеля и второй криволинейной поверхностью ниппеля,
- P3 - положение максимального диаметра упорной поверхности ниппеля,
- C1, C2 - зазор,
- CL - ось трубы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение для стальных труб, содержащее трубчатый ниппель и трубчатую муфту, при этом ниппель и муфта соединены ввинчиванием ниппеля в муфту, отличающееся тем, что муфта имеет наружный диаметр менее чем 110% от наружного диаметра трубчатого тела, содержащего ниппель;

ниппель содержит в направлении от конца ниппеля к трубчатому телу конический первый резьбовой участок с наружной резьбой, имеющей профиль типа "ласточкин хвост", первую уплотняющую поверхность; упорную поверхность; вторую уплотняющую поверхность и конический второй резьбовой участок с наружной резьбой, имеющей профиль типа "ласточкин хвост";

первая уплотняющая поверхность содержит первую коническую поверхность и первую криволи-

нейную поверхность на обоих концах первой конической поверхности;

вторая уплотняющая поверхность содержит вторую коническую поверхность и вторую криволинейную поверхность на обоих концах второй конической поверхности;

длина $L1$ вдоль оси трубы является расстоянием от границы между первой конической поверхностью и первой криволинейной поверхностью на стороне, ближайшей к концу ниппеля до упорной поверхности, при этом длина $L1$ вдоль оси трубы равна по меньшей мере 15 мм;

длина $L2$ вдоль оси трубы является расстоянием от границы между второй конической поверхностью и второй криволинейной поверхностью на стороне, ближайшей к трубчатому телу до упорной поверхности, при этом длина $L2$ вдоль оси трубы равна по меньшей мере 15 мм;

общая длина L , являющаяся суммой длин $L1$ и $L2$, равна по меньшей мере 50 мм;

муфта содержит в направлении от трубчатого тела к концу муфты конический первый резьбовой участок с внутренней резьбой, имеющей профиль типа "ласточкин хвост"; первую уплотняющую поверхность; упорную поверхность; вторую уплотняющую поверхность и конический второй резьбовой участок с внутренней резьбой, имеющей профиль типа "ласточкин хвост",

при этом в соединенном состоянии

упорные поверхности находятся в контакте друг с другом; первые уплотняющие поверхности находятся в контакте друг с другом, и вторые уплотняющие поверхности находятся в контакте друг с другом;

между закладными сторонами профиля резьбы первого резьбового участка с наружной резьбой и закладными сторонами профиля резьбы первого резьбового участка с внутренней резьбой имеются зазоры; и между впадинами профиля резьбы первого резьбового участка с наружной резьбой и вершинами профиля резьбы первого резьбового участка с внутренней резьбой или между вершинами профиля резьбы первого резьбового участка с наружной резьбой и впадинами профиля резьбы первого резьбового участка с внутренней резьбой имеются зазоры;

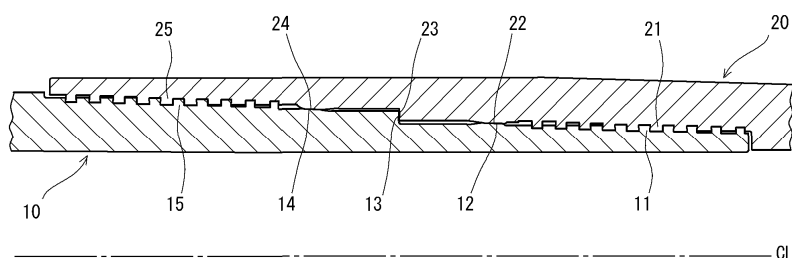
между закладными сторонами профиля резьбы второго резьбового участка с наружной резьбой и закладными сторонами профиля резьбы второго резьбового участка с внутренней резьбой имеются зазоры; и между впадинами профиля резьбы второго резьбового участка с наружной резьбой и вершинами профиля резьбы второго резьбового участка с внутренней резьбой или между вершинами профиля резьбы второго резьбового участка с наружной резьбой и впадинами профиля резьбы второго резьбового участка с внутренней резьбой имеются зазоры.

2. Соединение по п.1, отличающееся тем, что каждый из зазоров между вершинами и впадинами профиля резьбы находится в диапазоне от 0,10 до менее 0,20 мм.

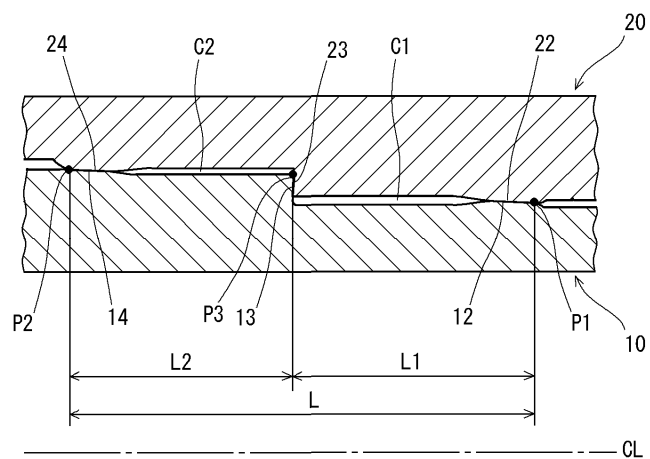
3. Соединение по п.1 или 2, отличающееся тем, что угол, образованный упорными поверхностями относительно оси трубы в продольном сечении вдоль оси трубы, находится в диапазоне от 75 до 105°.

4. Соединение по любому из пп.1-3, отличающееся тем, что общая длина L не превышает 90 мм.

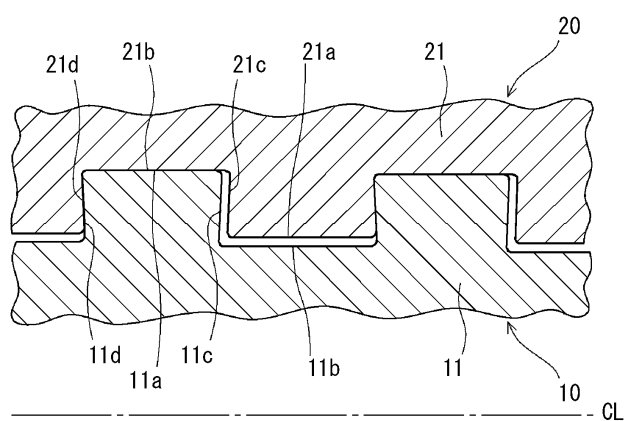
5. Соединение по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что первый резьбовой участок образован первым резьбовым участком с наружной резьбой и первым резьбовым участком с внутренней резьбой, а второй резьбовой участок образован вторым резьбовым участком с наружной резьбой и вторым резьбовым участком с внутренней резьбой, при этом и первый резьбовой участок, и второй резьбовой участок содержат однозаходную или двухзаходную резьбу.



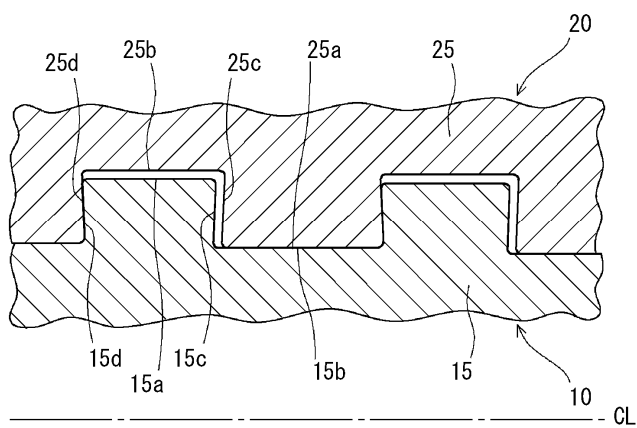
Фиг. 1



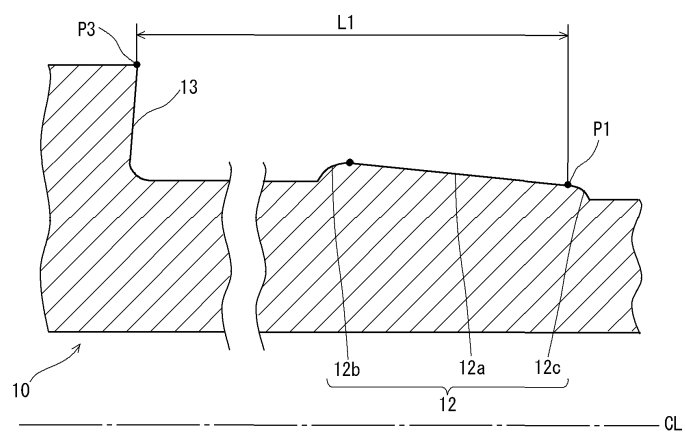
Фиг. 2



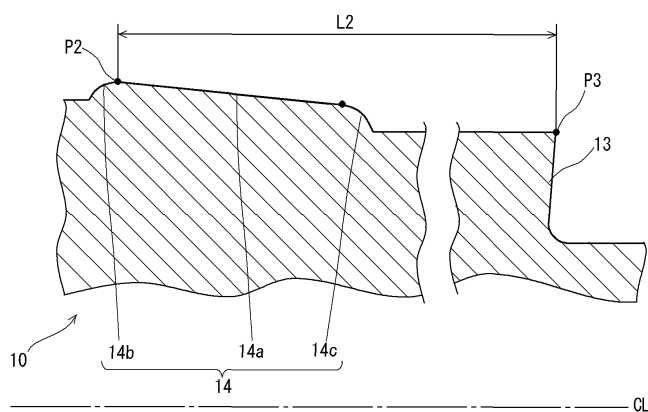
Фиг. 3



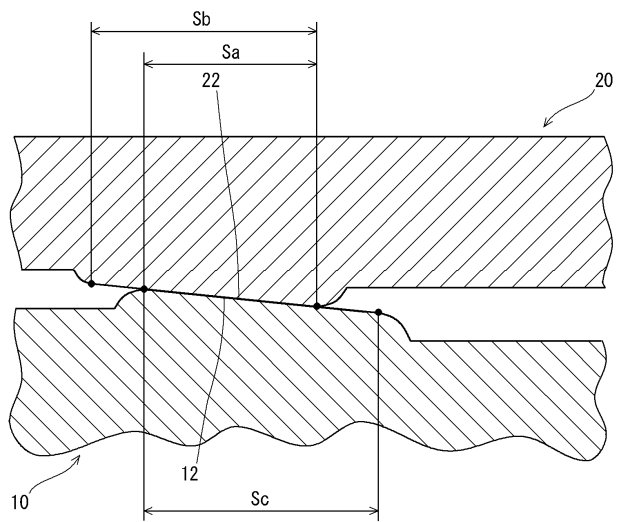
Фиг. 4



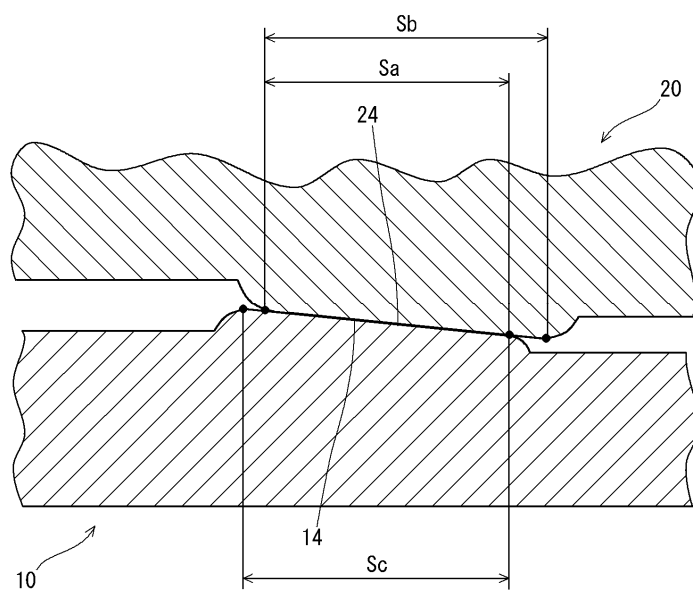
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2