

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042332**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.03

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

(21) Номер заявки
202193212

(22) Дата подачи заявки
2020.08.07

(54) РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ(31) **2019-147926**(56) JP-A-2015534614
JP-A-2013536339(32) **2019.08.09**(33) **JP**(43) **2022.04.18**(86) **PCT/JP2020/030407**(87) **WO 2021/029370 2021.02.18**

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

(72) Изобретатель:
**Иносе Кеита, Сугино Масааки, Угаи
Син, Накано Хикари (JP)**

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

(57) Задачей изобретения является обеспечение хорошей герметичности в резьбовом соединении для стальных труб с двухступенчатой конструкцией резьбы, включающей промежуточное уплотнение и промежуточные заплечики. Ниппель 2 включает участок 22 промежуточного уплотнения, внутренний участок 23 с наружной резьбой, промежуточный заплечик 24, участок 25 промежуточного уплотнения и внешний участок 26 с наружной резьбой. Муфта 3 включает участок 32 промежуточного уплотнения, внутренний участок 33 с внутренней резьбой, промежуточный заплечик 34, участок 35 промежуточного уплотнения и внешний участок 36 с внутренней резьбой. Ниппель 2 имеет промежуточное критическое сечение PICCS ниппеля, расположенное рядом с концом первого участка 23 с наружной резьбой. Муфта 3 имеет критическое сечение BCCS муфты, расположенное рядом с концом первого участка 33 с внутренней резьбой, и промежуточное критическое сечение BICCS муфты, расположенное рядом с концом второго участка 36 с внутренней резьбой. Ниппель 2 и муфта 3 удовлетворяют следующим соотношениям: $PICCSA + BICCSA > BCCSA$ и $0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95$.

B1**042332****042332****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к резьбовому соединению, используемому для соединения стальных труб.

Предпосылки к созданию изобретения

В нефтяных скважинах, скважинах природного газа и т.д. (далее в совокупности именуемые "нефтяные скважины" или тому подобное) подземные ресурсы добываются с использованием обсадных труб, которые образуют множество стенок скважины, которые образуют слои, и трубопроводы, расположенные внутри обсадной трубы для добычи нефти или газа. Такие обсадные трубы и трубопроводы составляются путем последовательного соединения большого количества стальных труб, причем для соединения труб используются резьбовые соединения. Стальные трубы, используемые в нефтяных скважинах, также называются трубами для нефтяных скважин.

Резьбовые соединения обычно классифицируются как интегрального типа и муфтового типа.

Интегральное соединение напрямую соединяет трубы нефтяной скважины. В частности, внутренняя резьба предусмотрена на одном конце трубы для нефтяной скважины, в то время как наружная резьба предусмотрена на другом конце, а наружная резьба одной трубы для нефтяной скважины ввинчивается во внутреннюю резьбу другой трубы для нефтяной скважины так, чтобы трубы нефтяной скважины были соединены.

Соединение муфтового типа соединяет трубы нефтяной скважины с использованием трубчатой муфты. В частности, внутренняя резьба предусмотрена на каждом конце муфтового соединения, 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 муфтового соединения, а одна наружная резьба другой трубы нефтяной скважины ввинчивается в другую внутреннюю резьбу муфтового соединения, так что трубы нефтяной скважины соединяются. То есть, соединение муфтового типа соединяет пару труб, одна из которых является трубой нефтяной скважины, а другая является муфтовым соединением.

Концевой участок трубы нефтяной скважины, на котором предусмотрена наружная резьба, включает элемент, который должен быть вставлен во внутреннюю резьбу, предусмотренную на трубе нефтяной скважины или муфтовом соединении, и таким образом, обычно называется "ниппелем". Концевой участок трубы нефтяной скважины, на котором предусмотрена внутренняя резьба, включает элемент для приема наружной резьбы, предусмотренной на трубе нефтяной скважины, и таким образом, обычно называется "муфтой".

В последние годы были разработаны глубокие скважины с более высокими давлениями и более высокими температурами. В глубоких скважинах обычно используются толстостенные трубы нефтяных скважин с высоким сопротивлением давлению. Дополнительно, поскольку комплексное решение проблемы распределения пластового давления по глубине требует увеличения количества слоев обсадной трубы, могут использоваться резьбовые соединения тонкого типа, максимальный внешний диаметр которых, по существу, равен внешнему диаметру тела трубы труб нефтяной скважины. Такие толстостенные соединения или тонкие соединения не только должны обладать высокой прочностью и высокой герметичностью, но и иметь жесткие ограничения по внешнему диаметру, налагаемые для того, чтобы позволить расположить несколько слоев труб нефтяной скважины.

Толстостенные соединения и тонкие соединения с жесткими ограничениями по размеру часто проектируются с включением поверхностей промежуточного заплечика и промежуточного уплотнения в середине соединения, как определено, вдоль осевого направления, и двухступенчатой резьбовой системы с наружной и внутренней резьбами, расположенными впереди и позади промежуточных заплечиков/уплотнения, как раскрыто в патенте Японии № 5908905 (Патентный документ 1), публикации WO 2017/104282 (Патентный документ 2) и публикации WO 2015/194160 (Патентный документ 3). В резьбовом соединении с внутренним уплотнением на кончике ниппеля, промежуточное уплотнение в основном предназначено для обеспечения герметичности против внешнего давления.

Резьбовое соединение, разработанное таким образом, имеет критические сечения (PICCS и BICCS) в середине соединения, как раскрыто в Патентном документе 1.

Критическое сечение (CCS) представляет собой сечение соединения с минимальной площадью для выдерживания растягивающей нагрузки, когда соединение свинчено. При приложении чрезмерной растягивающей нагрузки высока вероятность разрыва соединения в критическом сечении.

В соединении с наружной и внутренней резьбами общей одноступенчатой конструкции резьбы, критическое сечение представляет собой сечение муфты вдоль впадины внутренней резьбы, расположенной на этом одном из концов зацепления между наружной и внутренней резьбами, когда соединение свинчено, которое находится ближе к кончику наружной резьбы. Отношение площади критического сечения (CCSA) к площади A сечения тела трубы для трубы нефтяной скважины, CCSA/A, является известным как эффективность соединения, и широко используется в качестве индикатора прочности на растяжение соединения относительно прочности на растяжение тела трубы для трубы нефтяной скважины. Резьбовое соединение муфтового типа обычно проектируется таким образом, чтобы площадь критического сечения CCSA муфты была больше площади A сечения тела трубы для трубы нефтяной скважины и меньше 110% площади A сечения тела трубы.

С другой стороны, в резьбовом соединении с двухступенчатой резьбовой конструкцией, сечение только с небольшой площадью для восприятия растягивающей нагрузки также присутствует в середине соединения, как определено, в осевом направлении, как обсуждалось выше, и это сечение является известным как промежуточное критическое сечение (ICCS).

Документы предшествующего уровня техники

Патентные документы:

- [Патентный документ 1] патент Японии JP 095908905 В,
- [Патентный документ 2] публикация WO 2017/104282 А1,
- [Патентный документ 3] публикация WO 2015/194160 А1.

Сущность изобретения

Проблемы, решаемые изобретением

В резьбовом соединении двухступенчатой конструкции резьбы с поверхностями промежуточного заплечика и промежуточным уплотнением, изменения в площади промежуточного критического сечения ниппеля (PICCS), называемой PICCSA (площадь промежуточного критического сечения ниппеля), и площади промежуточного критического сечения муфты (BICCS), называемой BICCSA (площадь промежуточного критического сечения муфты), приводят к изменениям в соотношении нагрузок, распределенных между различными критическими сечениями, когда действуют различные сложные нагрузки, таким образом, изменяя поведение участков соединения в критических сечениях и вблизи них во время деформации растяжения или деформации изгиба. Это влияет на герметичность промежуточного уплотнения между критическими сечениями ниппеля и муфты.

В схемах, где PICCSA+BICCSA является постоянной, если PICCSA является слишком большой, это означает, что BICCSA является слишком маленькой, что означает, что при приложении растягивающей нагрузки, например, величина деформации растяжения участков муфты возле BICCS является большой. В результате уплотняющая поверхность промежуточного уплотнения ниппеля и уплотняющая поверхность промежуточного уплотнения муфты смещены друг от друга в осевом направлении, уменьшая эффективную величину взаимного уплотнения и, таким образом, уменьшая силу контакта между уплотняющими поверхностями, снижающими герметичность. Дополнительно, если BICCSA является маленькой, это означает, что участки муфты рядом с концами муфты имеют меньшую толщину, чем промежуточный заплечик муфты, то есть жесткость участков на промежуточном уплотнении и рядом с ним является маленькой, что увеличивает вероятность изгибающей деформации и т.д. муфты при сложной нагрузке.

С другой стороны, если PICCSA слишком мала, величина деформации растяжения участков ниппеля вблизи PICCS будет большой. В результате уплотняющая поверхность промежуточного уплотнения ниппеля и уплотняющая поверхность промежуточного уплотнения муфты смещены друг от друга в осевом направлении, уменьшая эффективную величину взаимного уплотнения и, таким образом, уменьшая силу контакта между уплотняющими поверхностями, снижающими герметичность.

Таким образом, герметичность варьируется в зависимости не только от общей площади PICCS и BICCS, но также от распределения площади между PICCS и BICCS.

Патентный документ 1, рассмотренный выше, раскрывает резьбовое соединение, в котором площадь заплечика максимизирована для обеспечения повышенного сопротивления крутящему моменту, и в то же время площадь CCS сохраняется в пределах $\pm 5\%$ относительно общей площади PICCS и BICCS для поддержания баланса между эффективностью четырех критических сечений, чтобы максимизировать эффективность соединения и обеспечить определенные осевые характеристики соединения.

Патентный документ 2, рассмотренный выше, раскрывает обеспечение соответствующей величины взаимовлияния между поверхностями промежуточного заплечика ниппеля и муфты для обеспечения герметичности и предотвращения щелевой коррозии.

Патентный документ 3, рассмотренный выше, раскрывает ниппель, включающий носовую часть, непосредственно продолжающуюся от внутренней уплотняющей поверхности и расположенную между поверхностью внутреннего заплечика на кончике ниппеля и внутренней уплотняющей поверхностью, чтобы гарантировать, что упругое восстановление носовой части усиливает контактное давление между внутренними уплотняющими поверхностями, тем самым, обеспечивая высокую герметичность, главным образом, против внутреннего давления.

Однако ни один из патентных документов 1-3 не раскрывает влияние соотношения между площадями PICCS и BICCS на герметичность резьбового соединения.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение хорошей герметичности в резьбовом соединении для стальных труб с двухступенчатой конструкцией резьбы, включающей промежуточное уплотнение и промежуточные заплечики.

Средство решения проблем

Резьбовое соединение для стальных труб согласно настоящему изобретению представляет собой резьбовое соединение для стальных труб, включающее трубчатый ниппель и трубчатую муфту, при этом ниппель и муфта свинчиваются, когда ниппель ввинчивается в муфту. Ниппель может включать, по порядку от кончика ниппеля к основанию ниппеля: первый участок с наружной резьбой; участок промежу-

точного уплотнения; и второй участок с наружной резьбой. Ниппель может дополнительно включать поверхность промежуточного заплечика, предусмотренную между первым участком с наружной резьбой и участком промежуточного уплотнения ниппеля, обращенную к кончику. Муфта может включать в себя, по порядку от внутренней части муфты и далее: первый участок с внутренней резьбой, выполненный таким образом, что первый участок ниппеля с наружной резьбой вставляется в него, когда соединение свинчивается; участок промежуточного уплотнения, выполненный так, что участок промежуточного уплотнения ниппеля устанавливается на него, когда соединение свинчивается; и второй участок с внутренней резьбой, выполненный так, что второй участок с наружной резьбой ниппеля вставляется в него, когда соединение свинчивается. Муфта может дополнительно включать поверхность промежуточного заплечика, предусмотренную между первым участком с внутренней резьбой и участком промежуточного уплотнения муфты. Поверхность промежуточного заплечика муфты обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, и поверхности этих заплечиков обращены друг к другу в осевом направлении резьбового соединения. Ниппель может иметь промежуточное критическое сечение ниппеля, расположенное рядом с концом первого участка с наружной резьбой, который расположен ближе к основанию (то есть концу, противоположному концу, связанному с кончиком). Муфта может иметь критическое сечение муфты, расположенное рядом с концом первого участка с внутренней резьбой, который расположен дальше к внутренней части; и промежуточное критическое сечение муфты, расположенное рядом с концом второго участка с внутренней резьбой, который расположен дальше к внутренней части.

Предпочтительно, ниппель и муфта удовлетворяют следующим соотношениям:

$$PICCSA + BICCSA > BCCSA, \text{ и } 0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95,$$

где PICCSA представляет собой площадь промежуточного критического сечения ниппеля, найденная, когда ниппель и муфта не свинчены, BICCSA представляет собой площадь промежуточного критического сечения муфты, когда ниппель и муфта не свинчены, а BCCSA представляет собой площадь критического сечения муфты, когда ниппель и муфта не свинчены.

Преимущества изобретения

Изобретение обеспечивает хорошую герметичность в резьбовом соединении для стальных труб с двухступенчатой конструкцией резьбы, включающей промежуточное уплотнение и промежуточные заплечики.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения для стальных труб согласно варианту осуществления.

Фиг. 2 показывает график отношения между площадью промежуточного критического сечения ниппеля к площади промежуточного критического сечения муфты, с одной стороны, и оцененную герметичность, с другой.

Фиг. 3 показывает отношение между суммой отношения площади промежуточного критического сечения ниппеля и отношения площади промежуточного критического сечения муфты к площади сечения тела трубы стальной трубы, с одной стороны, и оцененную герметичность, с другой.

Варианты осуществления изобретения

Резьбовое соединение для стальных труб согласно настоящему варианту осуществления включает трубчатый ниппель и трубчатую муфту. Ниппель и муфта свинчиваются, когда ниппель ввинчивается в муфту. Ниппель может быть предусмотрен на конце стальной трубы, такой как труба для нефтяной скважины. Муфта может быть предусмотрена на конце муфтового соединения или на конце другой стальной трубы.

Ниппель может включать, по порядку от своего кончика вперед, носовой участок, участок внутреннего уплотнения, внутренний участок с наружной резьбой, участок промежуточного заплечика, участок промежуточного уплотнения и внешний участок с наружной резьбой. В качестве альтернативы, такая носовая часть и/или участок внутреннего уплотнения могут отсутствовать. Дополнительно, поверхность кончика ниппеля образует внутреннюю поверхность заплечика. Если присутствует носовой участок, поверхность кончика носового участка образует внутреннюю поверхность заплечика. В реализациях, где такой носовой участок отсутствует, и участок кончика ниппеля образован участком внутреннего уплотнения, поверхность кончика участка внутреннего уплотнения образует поверхность внутреннего заплечика. Если ни такая носовая часть, ни такой внутренний участок уплотнения не присутствуют, поверхность кончика внутреннего участка с наружной резьбой или поверхность кончика другого участка, продолжающегося от внутреннего участка с наружной резьбой дополнительно в направлении кончика, может образовывать поверхность внутреннего заплечика. Поверхность внутреннего заплечика ниппеля обращена в осевом направлении кончика.

Внутренний участок с наружной резьбой предусмотрен между участком внутреннего уплотнения и участком промежуточного заплечика. Внутренний участок с наружной резьбой может иметь внешнюю периферию, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику. Суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику, может быть предусмотрена на внешней периферии внутреннего участка с наружной резьбой.

Участок промежуточного заплечика предусмотрен между внутренним участком с наружной резь-

бой и участком промежуточного уплотнения. Участок промежуточного заплечика может включать поверхность промежуточного заплечика, которая является перпендикулярной осевому направлению ниппеля или является суживающейся по форме. Поверхность промежуточного заплечика может быть обращена в осевом направлении кончика.

Участок промежуточного уплотнения предусмотрен между участком промежуточного заплечика и внешним участком с наружной резьбой.

Внешний участок с наружной резьбой может включать в себя внешнюю периферию, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику, и в которой внешний диаметр конца, более близкого к кончику, больше, чем внешний диаметр конца внутреннего участка с наружной резьбой, более близкого к основанию. Суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику, может быть предусмотрена на внешней периферии внешнего участка с наружной резьбой.

Муфта может включать, по порядку от ее внутренней части вперед, участок выточки, соответствующий носовому участку ниппеля, участок внутреннего уплотнения, соответствующий участку внутреннего уплотнения ниппеля, внутренний участок с внутренней резьбой, соответствующий внутреннему участку с наружной резьбой ниппеля, участок промежуточного заплечика, соответствующий участку промежуточного заплечика ниппеля, участок промежуточного уплотнения, соответствующий участку промежуточного уплотнения ниппеля, и внешний участок с внутренней резьбой, соответствующий внешнему участку с наружной резьбой ниппеля. Участок выточки может быть сконструирован таким образом, что носовой участок может быть вставлен в него, когда соединение свинчивается, и между носовой частью и участками выточки образуется зазор. В этом случае, внутренняя концевая поверхность участка выточки может образовывать поверхность внутреннего заплечика. В реализации, где ниппель не включает в себя носовой участок, предпочтительно, чтобы такая выточка отсутствовала. Дополнительно, в реализациях, в которых ниппель не содержит участок внутреннего уплотнения, предпочтительно, чтобы муфта также не содержала участка внутреннего уплотнения.

Внутренний участок с наружной резьбой предусмотрен между участком внутреннего уплотнения и участком промежуточного заплечика. Внутренний участок с внутренней резьбой может иметь конструкцию, дополняющую конструкцию внутреннего участка с наружной резьбой ниппеля, и иметь внутреннюю периферию, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к внутренней части муфты. Суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к внутренней части муфты, может быть предусмотрен на внутренней периферии внутреннего участка с внутренней резьбой.

Участок промежуточного заплечика предусмотрен между внутренним участком с внутренней резьбой и участком промежуточного уплотнения. Участок промежуточного заплечика может включать поверхность промежуточного заплечика, которая является перпендикулярной осевому направлению муфты или является конической по форме. Эта поверхность промежуточного заплечика обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, и эти поверхности обращены друг к другу в осевом направлении резьбового соединения.

Участок промежуточного уплотнения предусмотрен между участком промежуточного заплечика и внешним участком с внутренней резьбой.

Внешний участок с внутренней резьбой может иметь конструкцию, дополняющую конструкцию внешнего участка с наружной резьбой ниппеля, и постепенно уменьшаться в диаметре по направлению к внутренней части муфты, и иметь внутреннюю периферию, на которой внешний диаметр конца, расположенного дальше к внутренней части, имеет больший внешний диаметр, чем конец внутреннего участка с внутренней резьбой, расположенный дальше к внешней стороне. Суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к внутренней части муфты, может быть предусмотрена на внутренней периферии внешнего участка с внутренней резьбой.

Когда соединение свинчивается, носовой участок ниппеля вставляется в участок выточки муфты. Когда соединение свинчивается, участок внутреннего уплотнения ниппеля устанавливается в участок внутреннего уплотнения муфты посредством посадки с натягом. Когда соединение свинчивается, внутренний участок с наружной резьбой ниппеля ввинчивающимся образом устанавливается во внутренний участок с внутренней резьбой муфты. Когда соединение свинчено, поверхность промежуточного заплечика участка промежуточного заплечика ниппеля обращена к поверхности промежуточного заплечика участка промежуточного заплечика муфты, и эти поверхности обращены друг к другу в осевом направлении. Предпочтительно, когда соединение свинчено, поверхность промежуточного заплечика промежуточного заплечика ниппеля находится в контакте с поверхностью промежуточного заплечика промежуточного заплечика муфты. Когда соединение свинчено, участок промежуточного уплотнения ниппеля устанавливается к участку промежуточного уплотнения муфты посредством посадки с натягом. Когда соединение свинчено, внешний участок с наружной резьбой ниппеля ввинчивающимся образом устанавливается во внешний участок с внутренней резьбой муфты. Предпочтительно, когда соединение свинчено, поверхность внутреннего заплечика ниппеля находится в контакте с поверхностью внутреннего заплечика муфты.

Ниппель имеет промежуточное критическое сечение ниппеля, расположенное рядом с концом су-

живающегося внутреннего участка с наружной резьбой с большим диаметром. Положение промежуточного критического сечения ниппеля представляет собой положение рядом с концом внутреннего участка с наружной резьбой с большим диаметром, который имеет наименьшую площадь сечения. Как правило, промежуточное критическое сечение ниппеля представляет собой такое сечение ниппеля, на котором опорные стороны внутренних участков с наружной и внутренней резьбой выходят из контакта, когда соединение свинчено.

Муфта имеет критическое сечение муфты, расположенное рядом с концом суживающегося внутреннего участка с внутренней резьбой с меньшим диаметром (то есть дальше по направлению к внутренней части муфты), и промежуточное критическое сечение муфты, расположенное рядом с концом суживающегося внешнего участка с внутренней резьбой с меньшим диаметром. Положение критического сечения муфты представляет собой положение рядом с концом внутреннего участка с внутренней резьбой с меньшим диаметром, который имеет наименьшую площадь сечения. Как правило, критическое сечение муфты представляет собой такое сечение муфты, на котором опорные стороны внутренних участков с наружной и внутренней резьбой выходят из контакта, когда соединение свинчено. Положение промежуточного критического сечения муфты представляет собой положение рядом с концом внешнего участка с внутренней резьбой с меньшим диаметром, который имеет наименьшую площадь сечения. Как правило, промежуточное критическое сечение муфты представляет собой такое сечение муфты, на котором опорные стороны внешних участков с наружной и внутренней резьбой выходят из контакта, когда соединение свинчено.

Предпочтительно, ниппель и муфта удовлетворяют следующим соотношениям:

$$PICCSA + BICCSA > BCCSA, \text{ и } 0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95,$$

где PICCSA представляет собой площадь участка промежуточного критического сечения ниппеля, найденную, когда ниппель и муфта не свинчены, BICCSA представляет собой площадь участка промежуточного критического сечения муфты, когда ниппель и муфта не свинчены, а BCCSA представляет собой площадь участка критического сечения муфты, найденную, когда ниппель и муфта не свинчены.

В контексте настоящего изобретения, различные критические сечения не включают сечения самих резьб различных участков с суживающейся резьбой, а площадь критического сечения определяется как площадь сечения ниппеля или муфты, измеренную в месте за пределами резьбы в идеальных и несовершенных областях резьбы участка с суживающейся резьбой.

Дополнительно, внутренняя периферия ниппеля может иметь внутренний диаметр, который является, по существу, постоянным от носового участка до участка внутреннего уплотнения, внутреннего участка с наружной резьбой, промежуточного заплечика, участка промежуточного уплотнения и до внешнего участка с наружной резьбой. Каждый из участка внутреннего уплотнения и носовой части может иметь внутреннюю периферию, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику.

Внутренняя периферия муфты может иметь внешний диаметр, который является, по существу, постоянным от участка внутреннего уплотнения до внутреннего участка с внутренней резьбой, промежуточного заплечика, участка промежуточного уплотнения и в пределах внешнего участка с внутренней резьбой.

PICCSA/BICCSA более предпочтительно составляет не менее чем 0,73, а еще более предпочтительно не менее чем 0,75.

PICCSA/BICCSA более предпочтительно составляет не более чем 0,91, а еще более предпочтительно не более чем 0,90.

Согласно варианту осуществления, осевое расстояние между промежуточным критическим сечением ниппеля и промежуточным уплотнением ниппеля больше, чем осевое расстояние между промежуточным критическим сечением муфты и участком промежуточного уплотнения муфты. Это снизит степень деформации из-за уменьшения диаметра участка промежуточного уплотнения муфты, вызванного воздействующим на нее внешним давлением, что, как ожидается, улучшит герметичность промежуточного уплотнения против внешнего давления.

Предпочтительно, ниппель предусмотрен на конце стальной трубы, а муфта предусмотрена на муфтовом соединении. Более конкретно, стальная труба включает в себя тело трубы, а ниппель продолжается от конца тела трубы в осевом направлении. Тело трубы означает участки трубы, которые не находятся в муфте при вставке, когда соединение свинчено. В таких реализациях, предпочтительно, чтобы площадь критического сечения муфты муфтового соединения, BCCSA, была больше площади сечения тела стальной трубы, А. Это обеспечит предел прочности на разрыв резьбового соединения равный пределу прочности на разрыв стальной трубы или превышающий его. Настоящее изобретение может быть подходящим образом реализовано в виде резьбового соединения для стальных труб, тело которых имеет толщину не тоньше 20 мм. В данном случае толщина не тоньше 20 мм означает, что минимальная толщина тела трубы составляет не тоньше 20 мм.

Конструкция резьбового соединения для стальных труб.

Ссылаясь к фиг. 1, резьбовое соединение для стальных труб 1 согласно настоящему варианту осуществления представляет собой резьбовое соединение муфтового типа, которое включает трубчатый ниппель 2 и трубчатую муфту 3, адаптированную чтобы быть навинченной на ниппель 2, когда ниппель

2 вкручивается внутрь. В показанной реализации, ниппель 2 предусмотрен на конце трубы Т для нефтяной скважины, а муфта 3 предусмотрена на конце муфтового соединения С.

Ниппель 2 продолжается в осевом направлении от конца тела трубы для трубы Т нефтяной скважины до кончика. Ниппель 2 включает носовой участок 21 (далее именуемый "носовая часть"), участок 22 внутреннего уплотнения, суживающийся внутренний участок 23 с наружной резьбой, участок 24 промежуточного заплечика, участок 25 промежуточного уплотнения и суживающийся внешний участок 26 с наружной резьбой. Каждый из участков 21-26 имеет трубчатую или кольцевую форму.

Носовая часть 21 расположена дальше в направлении кончика, чем участок 22 внутреннего уплотнения, и образует участок кончика ниппеля 2. Внешняя периферия носовой части 21 продолжается к кончику сразу от внутренней уплотняющей поверхности, предусмотренной на внешней периферии участка 22 внутреннего уплотнения. Внешняя периферия носовой части 21 может быть суживающейся поверхностью, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику. В качестве альтернативы, внешняя периферия носовой части 21 может иметь форму, полученную объединением такой суживающейся поверхности и внешней периферии тела вращения, полученной вращением кривой, такой как дуга, вокруг оси СL трубы. Поверхность кончика носовой части 21 образует поверхность внутреннего заплечика ниппеля 2. Эта поверхность заплечика представляет собой кольцевую поверхность, по существу, перпендикулярную оси СL трубы, но может быть слегка наклонной, так что ее внешняя периферия расположена дальше по направлению к кончику ниппеля 2.

Участок 22 внутреннего уплотнения расположен ближе к кончику, чем внутренний участок 23 с наружной резьбой. Участок 22 внутреннего уплотнения ниппеля расположен между носовой частью 21 и внутренним участком 23 с наружной резьбой. На внешней периферии участка 22 внутреннего уплотнения предусмотрена внутренняя уплотняющая поверхность, диаметр которой уменьшается по направлению к кончику. Форма продольного сечения этой уплотняющей поверхности может быть прямой линией или дугой, или сочетанием прямой линии и дуги.

Внутренний участок 23 с наружной резьбой предусмотрен между участком 22 внутреннего уплотнения и участком 24 промежуточного заплечика. На внешней периферии внутреннего участка 23 с наружной резьбой предусмотрена суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику.

Участок 24 промежуточного заплечика предусмотрен между внутренним участком 23 с наружной резьбой и участком 25 промежуточного уплотнения, и в конструкции, показанной на фиг. 1, расположен вблизи середины ниппеля 2, как определено, вдоль осевого направления. Участок 24 промежуточного заплечика включает в себя поверхность промежуточного заплечика, по существу, перпендикулярную оси СL трубы. Поверхность промежуточного заплечика сконструирована ступенчатым участком, предусмотренным на внешней периферии ниппеля 2 и расположенным между внутренним участком 23 с наружной резьбой и участком 25 промежуточного уплотнения. Поверхность промежуточного заплечика обращена к кончику. Поверхность промежуточного заплечика может быть слегка наклонной, так что внешняя или внутренняя периферия расположена дальше по направлению к кончику ниппеля 2.

Участок 25 промежуточного уплотнения предусмотрен между участком 24 промежуточного заплечика и внешним участком 26 с наружной резьбой. На внешней периферии участка 25 промежуточного уплотнения предусмотрена промежуточная уплотняющая поверхность, диаметр которой уменьшается по направлению к кончику. Форма продольного сечения этой уплотняющей поверхности может быть прямой линией или дугой, или сочетанием прямой линии и дуги.

На внешней периферии внешнего участка 26 с наружной резьбой предусмотрена суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к кончику. Внешний и внутренний диаметры конца внешнего участка 26 с наружной резьбой, расположенного ближе к основанию, по существу, равны внешнему и внутреннему диаметрам тела трубы для трубы Т нефтяной скважины.

Муфта 3 включает в себя участок 31 выточки (далее именуемый "выточкой"), соответствующий носовой части 21, участок 32 внутреннего уплотнения, соответствующий участку 22 внутреннего уплотнения, суживающийся внутренний участок 33 с внутренней резьбой, соответствующий внутреннему участку 23 с наружной резьбой, участок 34 промежуточного заплечика, соответствующий участку 24 промежуточного заплечика, участок 35 промежуточного уплотнения, соответствующий участку 25 промежуточного уплотнения, и внешний участок 36 с внутренней резьбой, соответствующий внешнему участку 26 с наружной резьбой. Каждый из участков 31-35 имеет трубчатую или кольцевую форму.

Выточка 31 расположена дальше по направлению к внутренней части, чем участок 22 внутреннего уплотнения. То есть выточка 31 расположена в самой внутренней области в муфте 3. Когда соединение свинчено, носовая часть 21 ниппеля вставлена в выточку 31 муфты. Когда соединение свинчено, внутренняя торцевая поверхность выточки 31 функционирует как поверхность внутреннего заплечика, с которой контактирует поверхность внутреннего заплечика ниппеля 2. В качестве альтернативы, когда соединение свинчено, поверхность внутреннего заплечика ниппеля 2 и поверхность внутреннего заплечика муфты 3 могут не контактировать друг с другом, и между ними может быть образован зазор.

Участок 32 внутреннего уплотнения расположен дальше по направлению к внутренней части, чем внутренний участок 33 с наружной резьбой. Участок 32 внутреннего уплотнения расположен между вы-

точкой 31 и внутренним участком 33 с внутренней резьбой. На внутренней периферии участка 32 внутреннего уплотнения предусмотрена поверхность внутреннего уплотнения, диаметр которой уменьшается по направлению к внутренней части муфты (другими словами, по направлению к кончику ниппеля). Форма продольного сечения этой уплотняющей поверхности может быть прямой линией или дугой или сочетанием прямой линии и дуги.

Внутренний участок 33 с внутренней резьбой предусмотрен между участком 32 внутреннего уплотнения и участком 34 промежуточного заплечика. На внутренней периферии внутреннего участка 33 с внутренней резьбой предусмотрена суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к внутренней части муфты.

Участок 34 промежуточного заплечика предусмотрен между внутренним участком 33 с внутренней резьбой и участком 35 промежуточного уплотнения и, в конструкции, показанной на фиг. 1, расположен рядом с серединой муфты 3, как определено, в осевом направлении. Когда соединение свинчено, участок 34 промежуточного заплечика расположен ближе к кончику, чем участок 24 промежуточного заплечика ниппеля 2. Участок 34 промежуточного заплечика включает в себя поверхность промежуточного заплечика, по существу, перпендикулярную оси CL трубы. Эта поверхность промежуточного заплечика сконструирована ступенчатым участком, предусмотренным на внутренней периферии муфты 3 и расположенным между внутренним участком 33 с внутренней резьбой и участком 35 промежуточного уплотнения. Эта поверхность промежуточного заплечика обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля 2, и эти поверхности сталкиваются в осевом направлении. В показанной реализации, осевая длина участка 24 промежуточного заплечика ниппеля 2 больше, чем осевая длина участка 34 промежуточного заплечика муфты 3. Альтернативно, осевая длина участка 34 промежуточного заплечика муфты 3 может быть больше, чем осевая длина участка 24 промежуточного заплечика ниппеля 2.

Участок 35 промежуточного уплотнения предусмотрен между участком 34 промежуточного заплечика и внешним участком 36 с внутренней резьбой. На внутренней периферии участка 35 промежуточного уплотнения предусмотрена промежуточная уплотняющая поверхность, диаметр которой уменьшается по направлению к внутренней части муфты. Форма продольного сечения этой уплотняющей поверхности может быть прямой линией или дугой, или сочетанием прямой линии и дуги.

На внешней периферии внешнего участка 36 с внутренней резьбой предусмотрена суживающаяся резьба, диаметр которой постепенно уменьшается по направлению к внутренней части муфты.

Внутренний участок 33 с внутренней резьбой сконструирован так, что внутренний участок 23 с наружной резьбой может быть ввинчен в него, и, когда соединение свинчено, они находятся в плотно прилегающем контакте друг с другом посредством посадки с натягом. Внешний участок 36 с внутренней резьбой сконструирован таким образом, что внешний участок 26 с наружной резьбой может быть ввинчен в него, и, когда соединение свинчено, они находятся в плотно прилегающем контакте друг с другом посредством посадки с натягом. Когда ниппель 2 ввинчивается, участки 22 и 32 внутреннего уплотнения входят в контакт друг с другом, и, когда соединение свинчено, они находятся в плотно прилегающем контакте друг с другом посредством посадки с натягом. Когда ниппель 2 ввинчивается, участки 25 и 35 промежуточного уплотнения также входят в контакт друг с другом, и, когда соединение свинчено, они находятся в плотно прилегающем контакте друг с другом посредством посадки с натягом. Таким образом, внутренние уплотняющие поверхности участков 22 и 32 внутреннего уплотнения, а также промежуточные уплотняющие поверхности участков 25 и 35 промежуточного уплотнения сильно прижимаются друг к другу с образованием металлических уплотнений. В резьбовом соединении этой конструкции, плотный прилегающий контакт между участками 22 и 32 внутреннего уплотнения обеспечивает герметичность, главным образом, против внутреннего давления. Плотный прилегающий контакт между участками 25 и 35 промежуточного уплотнения обеспечивает герметичность, главным образом, против внешнего давления.

Когда ниппель 2 ввинчивается, поверхности заплечиков на кончиках ниппеля 2 и муфты 3, а также поверхности промежуточных заплечиков ниппеля 2 и муфты 3 входят в контакт и прижимаются друг к другу, чтобы служить упорами для ограничения ввинчивания ниппеля 2. В качестве альтернативы, соединение может быть сконструировано таким образом, чтобы ни одна из поверхности заплечика кончика и поверхности промежуточного заплечика ниппеля 2 не контактировала с муфтой 3.

Когда соединение свинчено, между внешней периферией носовой части 21 ниппеля 2 и внутренней периферией выточки 31 муфты 3 образуется зазор. Таким образом, даже когда прилагается чрезмерная растягивающая нагрузка, так что внутренние уплотняющие поверхности ниппеля 2 и муфты 3 немного перемещаются относительно друг друга в осевом направлении с тем, чтобы ослабить контактное давление между этими внутренними уплотняющими поверхностями, контактное давление между внутренними уплотняющими поверхностями ниппеля 2 и муфты 3 не уменьшается, поскольку внутренняя уплотняющая поверхность ниппеля 2 работает вместе с носовой частью 21 для упругого восстановления.

Как показано на фиг. 1, ниппель 2 дополнительно включает промежуточное критическое сечение (PICCS) ниппеля, расположенное рядом с тем концом сужающегося внутреннего участка 23 с наружной резьбой, который имеет больший диаметр (т.е. ближе к основанию). Муфта 3 дополнительно включает критическое сечение (BCCS) муфты, расположенное рядом с концом сужающегося внутреннего участ-

ка 33 с внутренней резьбой, который имеет меньший диаметр (то есть ближнего к внутренней части муфты), и промежуточное критическое сечение (BICCS) муфты, расположенное рядом с концом суживающегося внешнего участка 36 с внутренней резьбой, который имеет меньший диаметр (т.е. ближнего к внутренней части муфты). Ниппель 2 и муфта 3 сконструированы таким образом, что площади этих критических сечений удовлетворяют следующим выражениям.

Выражения.

$$PICCSA+BICCSA>BCCSA, \text{ и } 0,70 \leq PICCSA/BICCSA \leq 0,95.$$

В этих выражениях PICCSA представляет собой площадь PICCS, BICCSA представляет собой площадь BICCS, а BCCSA представляет собой площадь BCCS.

Дополнительно, в резьбовом соединении по настоящему варианту осуществления, осевое расстояние между промежуточным критическим сечением (PICCS) и участком 25 промежуточного уплотнения ниппеля 2 больше, чем осевое расстояние между промежуточным критическим сечением (BICCS) и участком 35 промежуточного уплотнения муфты 3. Более предпочтительно, осевое расстояние между промежуточным критическим сечением (PICCS) ниппеля и участком 25 промежуточного уплотнения может быть больше, чем осевое расстояние между поверхностью промежуточного заплечики и участком 25 промежуточного уплотнения. В реализациях, где промежуточные уплотняющие поверхности участков 25 и 35 промежуточного уплотнения входят в поверхностный контакт, положение на каждой из этих поверхностей, используемое для измерения этих осевых расстояний, может быть средней точкой диапазона поверхностного контакта, как определено, в осевом направлении.

Дополнительно, критическое сечение BCCSA муфты муфтового соединения С больше, чем площадь А сечения тела трубы для трубы Т нефтяной скважины.

Эффекты резьбового соединения для стальных труб.

Настоящий вариант осуществления обеспечивает хорошую герметичность в резьбовом соединении для стальных труб с двухступенчатой конструкцией резьбы, включающей промежуточное уплотнение и промежуточные заплечики. Причина этого будет описана подробно ниже.

Поскольку общая площадь промежуточного критического сечения (PICCS) ниппеля и промежуточного критического сечения (BICCS) муфты, PICCSA+BICCSA, больше, чем площадь критического сечения (CCS) муфты, BCCSA, обеспечивается определенный предел прочности на разрыв участков 25 и 35 промежуточного уплотнения и близлежащих участков резьбового соединения 1.

Дополнительно, хотя промежуточное критическое сечение PICCSA ниппеля меньше, чем промежуточное критическое сечение BICCSA муфты, наличие участка 25 промежуточного уплотнения ниппеля 2 между участком 24 промежуточного заплечика и внешним участком 26 с наружной резьбой обеспечивает, что участок 25 промежуточного уплотнения имеет большую площадь сечения, тем самым уменьшая деформацию из-за уменьшения диаметра участка 25 промежуточного уплотнения, возникающую при приложении большого внешнего давления.

Дополнительно, поскольку отношение площади промежуточного критического сечения (PICCS) ниппеля к площади промежуточного критического сечения (BICCS) муфты, PICCSA/BICCSA, составляет не менее 0,70 и не более 0,95, величина расширения участков ниппеля 2 в промежуточном критическом сечении ниппеля и рядом с ними, возникающая при приложении растягивающей нагрузки, по существу, равна величине расширения участков муфты 3 в промежуточном критическом сечении муфты и рядом с ними, тем самым, предотвращая смещение промежуточной уплотняющей поверхности ниппеля 2 и промежуточной уплотняющей поверхности муфты 3 друг от друга, как определено, в осевом направлении, и предотвращая деформацию изгиба участков на уплотняющих поверхностях и вблизи них для поддержания эффективной величины взаимного влияния уплотнения, предотвращающего снижение герметичности.

Настоящее изобретение может применяться не только к резьбовым соединениям муфтового типа, но также и к резьбовым соединениям интегрального типа. Дополнительно, носовая часть может не быть предусмотрена на кончике ниппеля. Дополнительно, хотя на фиг. 1 показан вариант осуществления, в котором суживающиеся резьбы различных резьбовых участков являются трапециевидными резьбами, суживающиеся резьбы могут быть круглыми API резьбами, упорными API резьбами или клиновидными резьбами. Настоящее изобретение не ограничено выше иллюстрированными вариантами осуществления, и возможны другие различные модификации без отклонения от духа настоящего изобретения.

Примеры

Для подтверждения эффектов резьбового соединения для стальных труб согласно настоящему варианту осуществления, численный имитационный анализ проводился упругопластическим методом конечных элементов.

Условия испытания.

Для резьбового соединения муфтового типа для трубы нефтяной скважины было создано множество образцов для испытаний (моделей анализа) с различными значениями соотношения площадей PICCS и BICCS, то есть PICCSA/BICCSA, и анализ упругопластического метода конечных элементов был проведен для каждого испытываемого образца, чтобы сравнить их характеристики. Каждый испытываемый образец представлял собой резьбовое соединение муфтового типа, имеющее базовую конфигурацию,

показанную на фиг. 1. Общие условия испытаний предусмотрены ниже:

(1) Анализ моделей.

Созданные модели анализа представляли собой двухмерные осе симметричные модели. То есть резьбовые участки 23, 26, 33 и 36 не имели конструкции спиральной резьбы; вместо этого были созданы двухмерные осесимметричные модели, которые включали выступающие участки в форме кольца с таким же шагом и такой же формой сечения, как и у резьб предполагаемых реальных изделий, причем выступающие участки были разделены на равное расстояние. Различные трактаты и другие публикации доказывают, что значения герметичности по результатам анализа МКЭ, основанного на таких двухмерных осе симметричных моделях, могут рассматриваться как эквивалентные значения герметичности предполагаемых реальных изделий.

(2) Размеры стальной трубы 7-5/8 [дюйма] × 1,06 [дюйма] (с внешним диаметром 193,7 [мм] и толщиной стенки 27,0 [мм]).

(3) Сорт стали стальной трубы P110 в соответствии со стандартами API (углеродистая сталь с номинальным пределом текучести 110 [тыс. фунтов/кв. дюйм]).

Для осуществления анализа методом конечных элементов, каждый образец для испытаний моделировался таким образом, чтобы материал представлял собой упругопластический объект с изотропным упрочнением; коэффициент упругости 210 [ГПа]; и предел текучести был 110 [тыс. фунтов/кв. дюйм] (758,3 [МПа]) для 0,2% условного предела текучести.

(4) Размеры резьбы, принятые в двумерных осесимметричных моделях:

шаг резьбы: 5,08 мм,

угол наклона опорной стороны резьбы: -3° ,

угол наклона закладной стороны резьбы: 10° ,

зазор закладной стороны: 0,15 мм.

(5) Площадь критического сечения (BCCSA) муфты 106% площади A сечения тела трубы стальной трубы.

Способ оценки.

Для каждого испытываемого образца, затягивание резьб моделировалось для анализа перед повторной сложной нагрузкой, имитирующей испытание ISO 13679 2011 Серии А, к модели, которая была изготовлена, для оценки герметичности. Герметичность оценивалась на основе наименьшего из значений, полученных путем деления на приложенное внутреннее давление контактной силы на единицу длины, измеренное в окружном направлении внутренних уплотняющих поверхностей ниппеля и муфты во время частей цикла внутреннего давления истории повторных нагрузок (т.е. квадранты I и II), а также была оценена на основе наименьшего из значений, полученных путем деления на приложенное внешнее давление контактной силы на единицу длины, измеренное в окружном направлении промежуточных уплотняющих поверхностей ниппеля и муфты во время частей цикла внешнего давления истории повторных нагрузок (т.е. квадранты III и IV). Более высокие значения означают лучшую герметичность уплотняемых поверхностей.

Герметичность оценивалась с использованием следующих двух уровней относительно характеристик испытываемого образца №9 (отношение площади PICCS к площади BICCS, то есть PICCSA/BICCSA, равное 1) во время внутреннего и внешнего частей цикла, которые представлены 1,000:

^o : герметичность по отношению к внутреннему давлению была не ниже 1,000, и герметичность по отношению к внешнему давлению была не ниже 1,100; а также

^x : герметичность по отношению к внутреннему давлению была ниже 1,000, или герметичность по отношению к внешнему давлению была ниже 1,100.

Таблица представляет собой сводку условий испытания и вычислений для различных испытываемых образцов.

		ICCSA [мм ²]	Отноше ние ICCSA	Отношен ие PICCSA+ BICCSA	PICCS A/ BICCSA	Цикл нагрузки	Герметич н.	Оценк а
# № 1	Ниппель	7727,224	0,546	1,19	0,84	внешнее	1,144	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутреннее	1,009	
# № 2	Ниппель	7427,757	0,525	1,17	0,81	внешнее	1,135	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутреннее	1,009	
# № 3	Ниппель	7075,942	0,500	1,15	0,77	внешнее	1,135	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутреннее	1,009	
# № 4	Ниппель	6720,343	0,475	1,12	0,73	внешнее	1,135	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутреннее	1,018	
# № 5	Ниппель	6366,752	0,450	1,10	0,70	внешнее	1,117	○
	Муфта	9158,889	0,647			внутреннее	1,018	
# № 6	Ниппель	7727,224	0,546	1,17	0,87	внешнее	1,144	○
	Муфта	8843,869	0,625			внутреннее	1,009	
# № 7	Ниппель	7727,224	0,546	1,15	0,91	внешнее	1,126	○
	Муфта	8488,780	0,600			внутреннее	1,009	
# № 8	Ниппель	7727,224	0,546	1,12	0,95	внешнее	1,126	○
	Муфта	8136,267	0,575			внутреннее	1,009	
# № 9	Ниппель	7727,224	0,546	1,10	0,99	внешнее	1,000	×
	Муфта	7782,341	0,550			внутреннее	1,000	
#№	Ниппель	5499,800	0,389	1,04	0,60	внешнее	1,045	×
10	Муфта	9158,889	0,647			внутреннее	1,018	

Испытываемые образцы от №1 до №8 являются примерами согласно настоящему изобретению, тогда как образцы для испытаний №9 и №10 являются сравнительными примерами. Испытываемые образцы №2-№5 и №10 имеют одну и ту же муфту с испытываемым образцом №1, но имеют разные размеры ниппеля. Испытываемые образцы №6-№9 имеют один и тот же ниппель, что и испытываемый образец №1, но имеют разные размеры муфты. Термины в таблице определены следующим образом:

"Pin": ниппель; "Box": муфта; "ICCSA": площадь промежуточного критического сечения ниппеля и муфты; "Ratio of ICCSA": отношение площади промежуточного критического сечения к площади А сечения тела стальной трубы; "Ratio of PICCSA+BICCSA": сумма отношения площади промежуточного критического сечения ниппеля и отношения площади промежуточного критического сечения муфты каждого испытываемого образца; "PICCSA/BICCSA": отношение площади промежуточного критического сечения ниппеля к площади промежуточного критического сечения муфты каждого испытываемого образца; "Load Cycle": тип части цикла нагрузки; "External": часть цикла внешнего давления; "Internal": часть цикла внутреннего давления; "Sealability": герметичность; и "Eval.": результаты оценки.

Значения площадей сечения и соотношений площадей в таблице были получены, когда ниппель и муфта не были свинчены.

На основе результатов испытаний, показанных в таблице, фиг. 2 графически показывает взаимосвязь между отношением площади промежуточного критического сечения ниппеля к площади промежуточного критического сечения муфты, с одной стороны, и герметичностью, с другой. Фиг. 3 показывает соотношение между суммой отношений площадей промежуточного критического сечения ниппеля и муфты, с одной стороны, и герметичностью, с другой.

Как будет понятно из фиг. 2, когда PICCSA/BICCSA было не ниже 0,70 и не выше 0,95, герметичность против внешнего давления увеличивалась до 1,10 и выше, что означает значительное улучшение; в частности, герметичность против внешнего давления поддерживалась на уровне 1,13 или выше, когда PICCSA/BICCSA было не ниже 0,73 и не выше 0,91. Такая высокая герметичность против внешнего давления была обеспечена только испытываемыми образцами №1-№8, в которых сумма PICCSA и BICCSA

была больше, чем площадь критического сечения муфты (106% площади А сечения тела трубы стальной трубы, как обсуждалось выше), и PICCSA/BICCSA не ниже 0,7 и не выше 0,95, что, предположительно, является причиной того, что степень деформации на промежуточных уплотнениях и рядом с ними была небольшой, что обеспечивало хорошую герметичность.

Для испытываемого образца №9 PICCSA+BICCSA была больше, чем площадь критического сечения муфты, но PICCSA/BICCSA была больше 0,95, что, предположительно, является причиной того, что величина деформации в промежуточном уплотнении и рядом с ним была большой, и хорошей герметичности получено не было.

Для испытываемого образца №10 PICCSA+BICCSA была меньше, чем площадь критического сечения муфты, и PICCSA/BICCSA была меньше 0,7, что является причиной того, что величина деформации в промежуточном уплотнении и рядом с ним была большой, и хорошей герметичности получено не было.

Эти результаты демонстрируют, что настоящее изобретение обеспечивает хорошую герметичность против внутреннего и внешнего давлений в резьбовом соединении для стальных труб с двухступенчатой конструкцией резьбы, включающей промежуточное уплотнение.

Перечень ссылочных позиций:

2: ниппель;

21: носовая часть;

22: первый участок уплотнения;

23: первый участок с наружной резьбой;

24: участок промежуточного заплечика;

25: второй участок уплотнения;

26: второй участок с наружной резьбой;

3: муфта;

31: выточка;

32: третье уплотнение;

33: первый участок с внутренней резьбой;

34: участок промежуточного заплечика;

35: четвертый участок уплотнения;

36: второй участок с внутренней резьбой;

PICCS: промежуточное критическое сечение ниппеля;

PICCSA: площадь промежуточного критического сечения ниппеля;

BICCS: промежуточное критическое сечение муфты;

BICCSA: площадь промежуточного критического сечения муфты;

BCCS: критическое сечение муфты;

BCCSA: площадь критического сечения муфты;

A: площадь сечения тела трубы стальной трубы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение для стальных труб, содержащее трубчатый ниппель и трубчатую муфту, при этом ниппель и муфта свинчиваются, когда ниппель ввинчивается в муфту, при этом:

ниппель включает, по порядку от кончика ниппеля к основанию ниппеля: первый участок с наружной резьбой; участок промежуточного уплотнения; и второй участок с наружной резьбой;

ниппель дополнительно включает поверхность промежуточного заплечика, предусмотренную между первым участком с наружной резьбой и участком промежуточного уплотнения ниппеля, обращенную к кончику;

муфта включает, по порядку от внутренней части муфты и далее: первый участок с внутренней резьбой, выполненный таким образом, что первый участок ниппеля с наружной резьбой вставляется в него, когда соединение свинчивается; участок промежуточного уплотнения, выполненный так, что участок промежуточного уплотнения ниппеля устанавливается на него, когда соединение свинчивается; и второй участок с внутренней резьбой, выполненный так, что второй участок с наружной резьбой ниппеля вставляется в него, когда соединение свинчивается;

муфта дополнительно включает поверхность промежуточного заплечика, предусмотренную между первым участком с внутренней резьбой и участком промежуточного уплотнения муфты, при этом поверхность промежуточного заплечика муфты обращена к поверхности промежуточного заплечика ниппеля, причем поверхности этих заплечиков обращены друг к другу в осевом направлении резьбового соединения;

ниппель имеет промежуточное критическое сечение ниппеля, расположенное рядом с концом первого участка с наружной резьбой, который расположен ближе к основанию;

муфта имеет критическое сечение муфты, расположенное рядом с концом первого участка с внутренней резьбой, который расположен дальше к внутренней части; и промежуточное критическое сечение

муфты, расположенное рядом с концом второго участка с внутренней резьбой, который расположен дальше к внутренней части; и nipple и муфта удовлетворяют следующим соотношениям:

$$PICCSA + BICCSA > BCCSA, \text{ и } 0,70 \leq PICCSA / BICCSA \leq 0,95,$$

где PICCSA представляет собой площадь промежуточного критического сечения nipple, найденную, когда nipple и муфта не свинчены, BICCSA представляет собой площадь промежуточного критического сечения муфты, когда nipple и муфта не свинчены, а BCCSA представляет собой площадь критического сечения муфты, когда nipple и муфта не свинчены.

2. Резьбовое соединение для стальных труб по п.1, в котором PICCSA/BICCSA составляет не менее чем 0,73.

3. Резьбовое соединение для стальных труб по п.1 или 2, в котором PICCSA/BICCSA составляет не более чем 0,91.

4. Резьбовое соединение для стальных труб по любому из пп.1-3, в котором nipple дополнительно включает в себя участок внутреннего уплотнения, расположенный ближе к кончику, чем первый участок с наружной резьбой, муфта дополнительно включает в себя участок внутреннего уплотнения, расположенный дальше по направлению к внутренней части, чем первый участок с наружной резьбой, и участок внутреннего уплотнения nipple устанавливается к участку внутреннего уплотнения муфты, когда соединение свинчивается.

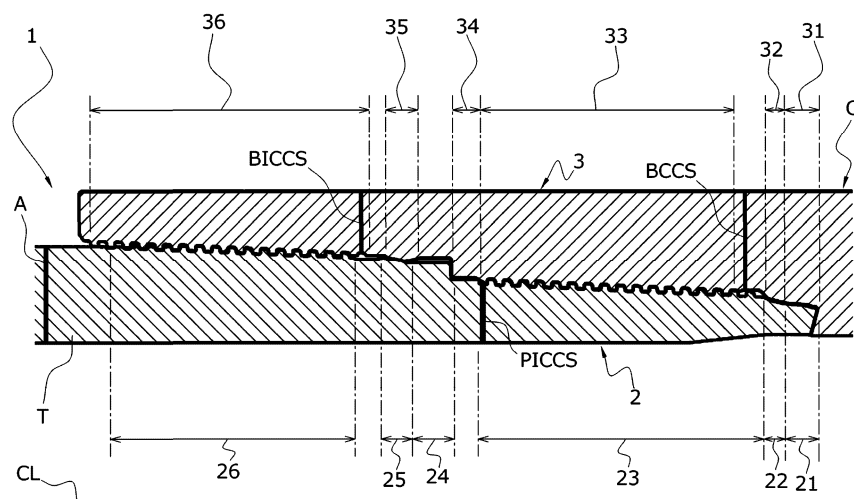
5. Резьбовое соединение для стальных труб по п.4, в котором nipple дополнительно включает в себя носовую часть, расположенную ближе к кончику, чем участок внутреннего уплотнения nipple, муфта дополнительно включает в себя выточку, расположенную дальше к внутренней части, чем участок внутреннего уплотнения муфты, а носовой участок вставляется в участок выточки, когда соединение свинчивается.

6. Резьбовое соединение для стальных труб по любому из пп.1-5, в котором nipple дополнительно включает поверхность внутреннего заплечика, образованную поверхностью кончика nipple, а муфта дополнительно включает поверхность внутреннего заплечика, расположенную так, чтобы быть обращенной к поверхности внутреннего заплечика nipple, причем эти поверхности обращены друг к другу в осевом направлении.

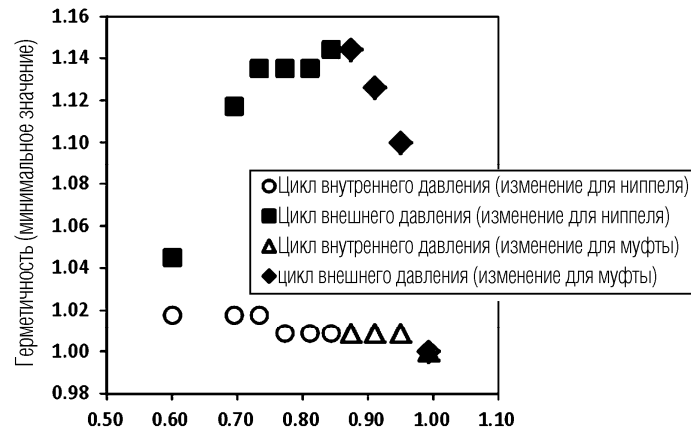
7. Резьбовое соединение для стальных труб по любому из пп.1-6, в котором nipple продолжается от конца тела трубы стальной трубы в осевом направлении к кончику, а муфта предусмотрена в муфтовом соединении.

8. Резьбовое соединение для стальных труб по п.7, в котором площадь критического сечения BCCSA муфты для муфтового соединения больше площади А сечения тела трубы стальной трубы.

9. Резьбовое соединение для стальных труб по п.7 или 8, в котором тело трубы имеет толщину не тоньше 20 мм.

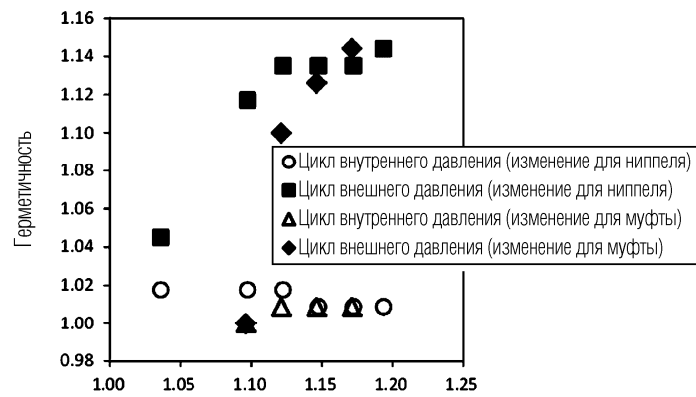


Фиг. 1



Отношение площади промежуточного критического сечения ниппеля к площади промежуточного критического сечения муфты

Фиг. 2



Сумма отношения площади промежуточного критического сечения ниппеля и отношения площади промежуточного критического сечения муфты

Фиг. 3

