

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038092**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.07.05

(51) Int. Cl. **F16L 15/04** (2006.01)
E21B 17/042 (2006.01)

(21) Номер заявки
201992035

(22) Дата подачи заявки
2018.03.02

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

(31) **2017-070649**

(56) US-A1-20110012349
WO-A1-2016056222
JP-A-201592109
JP-A-200261780
JP-A-11132370

(32) **2017.03.31**

(33) **JP**

(43) **2020.02.29**

(86) **PCT/JP2018/008155**

(87) **WO 2018/180218 2018.10.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН
(JP)**

(72) Изобретатель:
**Ивамото Митихико, Такеда Юсуке,
Коти Ясухиро, Марута Сатоси, Тойота
Юсуке (JP)**

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

(57) Предложено резьбовое соединение для стальной трубы, которое предотвращает заедание резьбы и обеспечивает удовлетворительное сопротивление сжимающей нагрузке. Резьбовое соединение (10) содержит ниппель (30) и муфту (40). Закладная сторона (34) профиля охватываемой резьбы ниппеля (30) содержит два участка (341) и (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Участок (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен дальше от оси (X) стальной трубы (20) и имеет угол ($\alpha 1$) закладной стороны профиля резьбы величиной от -10 до 15° . Участок (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен ближе к оси (X) трубы и имеет угол ($\alpha 2$) закладной стороны профиля резьбы величиной $20-60^\circ$. Закладная сторона (44) профиля охватывающей резьбы муфты (40) содержит два участка (441) и (442) закладной стороны профиля охватывающей резьбы. Участок (441) закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен дальше от оси (X) трубы и имеет угол ($\alpha 1$) закладной стороны профиля резьбы, равный углу ($\alpha 1$) участка (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Участок (442) закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен ближе к оси (X) трубы и имеет угол ($\alpha 2$) закладной стороны профиля резьбы, равный углу ($\alpha 2$) участка (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы.

B1**038092****038092****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению для стальной трубы, а более конкретно к резьбовому соединению для соединения двух стальных труб друг с другом.

Уровень техники

Стальные трубы, называемые трубными изделиями нефтепромыслового сортамента, применяют, например, для разведки и добычи нефти или природного газа в нефтяных скважинах или газовых скважинах (ниже в данном документе называются "нефтяными скважинами"), разработке необычных запасов, таких как битуминозный песок или сланцевый газ, извлечения или хранения двуокиси углерода (получения и хранения двуокиси углерода (CCS), получения геотермальной энергии или в термальных источниках. Для соединения стальных труб применяют резьбовое соединение.

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

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

При бурении нефтяных скважин их боковую стенку усиливают трубными изделиями нефтепромыслового сортамента для предотвращения обрушения боковой стенки во время бурения, при этом получают многочисленные трубные изделия нефтепромыслового сортамента, расположенные одно в другом. В последнее время нефтяные скважины становятся все глубже; для таких условий работы часто применяют резьбовые соединения для соединения трубных изделий нефтепромыслового сортамента, в которых внутренние и наружные диаметры соединительных участков в общем одинаковы или немного больше внутренних и наружных диаметров стальных труб, для эффективного строительства нефтяных скважин. Применение таких резьбовых соединений минимизирует зазоры между трубными изделиями нефтепромыслового сортамента, расположенными одно внутри другого, делая возможным эффективное строительство глубоких нефтяных скважин без значительного увеличения диаметра скважины. Требуется резьбовое соединение с удовлетворительными показателями работы уплотнения, выдерживающего давление текучей среды внутри (ниже в данном документе также называется "внутренним давлением") и давление текучей среды снаружи (ниже в данном документе также называется "наружным давлением") при вышеописанных сужениях сечения на внутренних и наружных диаметрах. Дополнительно, если трубные изделия нефтепромыслового сортамента применяют в нефтяной скважине большой глубины, например, их температурное расширение может прикладывать большие растягивающие или сжимающие нагрузки на резьбовые соединения. В таких условиях требуются также резьбовые соединения с удовлетворительными показателями работы уплотнения. Известные резьбовые соединения, которые обеспечивают удовлетворительные показатели работы уплотнения, содержат соединения с уплотнением, где применяют контакт металла с металлом (ниже в данном документе называется "металлическим уплотнением"). В металлическом уплотнении диаметр уплотнительной поверхности ниппеля немного больше диаметра уплотнительной поверхности муфты (разность таких диаметров ниже именуется "величиной натяга"); когда резьбовое соединение скрепляют и уплотнительные поверхности пригоняют одну к другой, натяг уменьшает диаметр уплотнительной поверхности ниппеля, но увеличивает диаметр уплотнительной поверхности муфты; данные уплотнительные поверхности стремятся вернуться к своим соответствующим начальным диаметрам, обеспечивая упругое последствие, которое создает контактные давления на уплотнительных поверхностях, при этом их периферийные части сцепляются друг с другом, обеспечивая показатели работы уплотнения. Другие известные резьбовые соединения, которые обеспечивают показатели работы уплотнения включают в себя такие соединения в которых вместо применения металлического уплотнения или в дополнение к нему обеспечивают показатели работы уплотнения, применяя резьбовой узел. Более конкретно, в зоне скрепленного резьбового узла с заданной длиной или большей длины промежутков между резьбовыми поверхностями ниппеля и муфты является небольшим, и в данном промежутке обеспечивают вязкую смазку, называемую трубной смазкой, и натяг между резьбовыми диаметрами ниппеля и муфты дает давление на контактных резьбовых поверхностях (данная конструкция ниже в данном документе именуется "резьбовым уплотнением (конструкцией)". Также известны

резьбовые соединения, которые имеют такие резьбовые уплотнения для обеспечения показателей работы уплотнения, противодействующего внутреннему и наружному давлению.

Другим показателем работы, требуемым от резьбового соединения, является, например, способность предотвращать заедание резьбы или поверхностное повреждение резьбы во время скрепления, рассмотрено дополнительно ниже. В данном контексте в JP H08(1996)-303657 A, в параграфе 0041, указано: "Для содействия введению и удалению инструментов предпочтительным является угол зацепляющей стороны или закладной стороны зубьев охватываемой резьбы с большой абсолютной величиной. Данный угол относительно плоскости перпендикулярной оси резьбы может составлять около 10-45°, например. Для содействия введению охватываемого элемента в охватывающий кожух без повреждения резьбы вследствие заедания предпочтительно обеспечивать зацепляющую сторону профиля резьбы некоторым углом на участке максимального диаметра, соединяемом с вершиной зуба охватываемой резьбы. Предпочтительно угол относительно плоскости перпендикулярной оси резьбы составляет от 30 до 70°".

Раскрытие изобретения

Резьбовое соединение, раскрытое в JP H08(1996)-303657 A, имеет удовлетворительные показатели работы. Вместе с тем, после тщательных исследований, изобретатели обнаружили, что возможны дополнительные улучшения в аспектах способности предотвращения заедания резьбы и показателей работы, демонстрируемых при действии сжимающих нагрузок, что рассмотрено дополнительно ниже.

Задачей настоящего изобретения является создание резьбового соединения для стальной трубы, которое предотвращает заедание резьбы и обеспечивает удовлетворительное сопротивление сжимающей нагрузке.

Резьбовое соединение для стальной трубы настоящего изобретения включает в себя трубчатый ниппель и трубчатую муфту. Ниппель расположен на одном конце стальной трубы. Ниппель вставляют в муфту так, что муфта и ниппель скрепляются. Ниппель содержит охватываемую резьбу. Охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Муфта содержит охватывающую резьбу. Охватывающая резьба соответствует охватываемой резьбе и предусмотрена на внутренней периферии муфты. Охватываемая резьба и охватывающая резьба являются трапецеидальными резьбами и коническими резьбами. Когда соединение скреплено, по меньшей мере, участок охватываемой резьбы и, по меньшей мере, участок охватывающей резьбы служат в качестве резьбового уплотнения. Охватываемая резьба содержит вершину охватываемой резьбы, впадину охватываемой резьбы, закладную сторону профиля охватываемой резьбы и опорную сторону профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватываемой резьбы расположена ближе к вершине ниппеля. Опорная сторона профиля охватываемой резьбы расположена дальше от вершины ниппеля. Закладная сторона профиля охватываемой резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен дальше от оси стальной трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы от -10 до 15°. Второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен ближе к оси трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы 20-60°. Второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет высоту, составляющую 20-60% высоты охватываемой резьбы. Охватывающая резьба содержит вершину охватывающей резьбы, впадину охватывающей резьбы, закладную сторону профиля охватывающей резьбы и опорную сторону профиля охватывающей резьбы. Вершина охватывающей резьбы обращена к впадине охватываемой резьбы. Впадина охватывающей резьбы обращена к вершине охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватывающей резьбы обращена к закладной стороне профиля охватываемой резьбы. Опорная сторона профиля охватывающей резьбы обращена к опорной стороне профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватывающей резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы. Первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен дальше от оси трубы и имеет угол, равный углу первого участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен ближе к оси трубы и имеет угол, равный углу второго участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показано продольное сечение резьбового соединения для стальной трубы варианта осуществления по оси трубы.

На фиг. 2 показано с увеличением продольное сечение охватываемой резьбы и охватывающей резьбы фиг. 1 для иллюстрации их форм.

На фиг. 3 показано с увеличением продольное сечение охватываемой резьбы и охватывающей резьбы фиг. 1.

На фиг. 4 показано с увеличением продольное сечение ниппеля фиг. 1.

На фиг. 5 показано продольное сечение резьбового соединения для стальной трубы варианта осуществления 2 по оси трубы.

На фиг. 6 показано продольное сечение резьбового соединения для стальной трубы варианта осу-

ществления 3 по оси трубы.

На фиг. 7 показано с увеличением продольное сечение охватываемой резьбы и охватывающей резьбы резьбового соединения существующей техники.

На фиг. 8 показано, как стальные трубы соединяют на буровой установке.

На фиг. 9 показано продольное сечение стальных труб для иллюстрации заедания резьбы, происходящего, когда их соединяют.

На фиг. 10 показано с увеличением продольное сечение охватываемой резьбы и охватывающей резьбы с малыми углами закладной стороны профиля резьбы, где происходит заедание резьбы.

На фиг. 11 показано с увеличением продольное сечение охватываемой резьбы и охватывающей резьбы с большими углами закладной стороны профиля резьбы, где происходит заедание резьбы.

На фиг. 12 показано с увеличением продольное сечение охватываемой и охватывающей резьб фиг. 2 и 3, где происходит заедание резьбы.

На фиг. 13 показано с увеличением продольное сечение охватываемой и охватывающей резьб фиг. 7, где происходит заедание резьбы.

На фиг. 14 показано с увеличением продольное сечение охватываемой и охватывающей резьб фиг. 7, где имеется заусенец после резания и происходит заедание резьбы.

На фиг. 15 показано с увеличением продольное сечение охватываемой и охватывающей резьб фиг. 2 и 3, где имеется заусенец от резания и происходит заедание резьбы.

На фиг. 16 показано продольное сечение резьбового соединения с охватываемой и охватывающей резьбами фиг. 2 и 3, иллюстрирующее результат испытания на сжатие.

На фиг. 17 показано продольное сечение резьбового соединения с охватываемой и охватывающей резьбами фиг. 7, иллюстрирующее результат испытания на сжатие.

На фиг. 18 показан пример результата вычисления контактного напряжения на закладных сторонах профилей резьбы фиг. 2 и 3, где сжимающие нагрузки, приложены к охватываемой резьбе.

На фиг. 19 показан пример распределения результата вычисления контактного напряжения на закладных сторонах профилей резьбы фиг. 7, где сжимающие нагрузки приложены к охватываемой резьбе.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Резьбовое соединение для стальной трубы настоящего варианта осуществления является резьбовым соединением для соединения двух стальных труб друг с другом. Настоящее резьбовое соединение содержит трубчатый ниппель и трубчатую муфту. Ниппель расположен на одном конце стальной трубы. Ниппель вставляют в муфту так, что муфта и ниппель скрепляются. Ниппель содержит охватываемую резьбу. Охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Муфта содержит охватывающую резьбу. Охватывающая резьба соответствует охватываемой резьбе и предусмотрена на внутренней периферии муфты. Охватываемая резьба и охватывающая резьба являются трапецеидальными резьбами и коническими резьбами. Когда соединение скреплено, по меньшей мере, участок охватываемой резьбы и, по меньшей мере, участок охватывающей резьбы служат в качестве резьбового уплотнения. Охватываемая резьба содержит вершину охватываемой резьбы, впадину охватываемой резьбы, закладную сторону профиля охватываемой резьбы и опорную сторону профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватываемой резьбы расположена ближе к вершине ниппеля. Опорная сторона профиля охватываемой резьбы расположена дальше от вершины ниппеля.

Закладная сторона профиля охватываемой резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен дальше от оси стальной трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы величиной от -10 до 15° . Второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен ближе к оси трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы величиной $20-60^\circ$. Второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет высоту, составляющую $20-60\%$ высоты охватываемой резьбы. Охватывающая резьба содержит вершину охватывающей резьбы, впадину охватывающей резьбы, закладную сторону профиля охватывающей резьбы и опорную сторону профиля охватывающей резьбы. Вершина охватывающей резьбы обращена к впадине охватываемой резьбы. Впадина охватывающей резьбы обращена к вершине охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватывающей резьбы обращена к закладной стороне профиля охватываемой резьбы. Опорная сторона профиля охватывающей резьбы обращена к опорной стороне профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватывающей резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы. Первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен дальше от оси трубы и имеет угол, равный углу первого участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен ближе к оси трубы и имеет, угол равный углу второго участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы.

В вышеописанном варианте осуществления закладная сторона профиля охватываемой резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы, расположенный дальше от оси стальной трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы величиной $10-15^\circ$ и участок,

расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы величиной 20-60°, а закладная сторона профиля охватывающей резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенной дальше от оси трубы и имеющей угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы первого участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы второго участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Данное должно предотвращать заедание резьбы и обеспечивать удовлетворительное сопротивление сжатию.

Охватываемая резьба дополнительно содержит первую круглую поверхность охватываемой резьбы. Первая круглая поверхность охватываемой резьбы расположена на углу между вершиной охватываемой резьбы и закладной стороной профиля охватываемой резьбы. Охватывающая резьба дополнительно содержит первую круглую поверхность охватывающей резьбы. Первая круглая поверхность охватывающей резьбы расположена на углу между вершиной охватывающей резьбы и закладной стороной профиля охватывающей резьбы.

Данное должно дополнительно предотвращать заедание резьбы.

Охватываемая резьба дополнительно содержит вторую круглую поверхность охватываемой резьбы, третью круглую поверхность охватываемой резьбы и четвертую круглую поверхность охватываемой резьбы. Вторая круглая поверхность охватываемой резьбы расположена на углу между вершиной охватываемой резьбы и опорной стороной профиля охватываемой резьбы. Третья круглая поверхность охватываемой резьбы расположена на углу между впадиной охватываемой резьбы и закладной стороной профиля охватываемой резьбы. Четвертая круглая поверхность охватываемой резьбы расположена на углу между впадиной охватываемой резьбы и опорной стороной профиля охватываемой резьбы. Охватывающая резьба дополнительно содержит вторую круглую поверхность охватывающей резьбы, третью круглую поверхность охватывающей резьбы и четвертую круглую поверхность охватывающей резьбы. Вторая круглая поверхность охватывающей резьбы расположена на углу между вершиной охватывающей резьбы и опорной стороной профиля охватывающей резьбы. Третья круглая поверхность охватывающей резьбы расположена на углу между впадиной охватывающей резьбы и закладной стороной профиля охватывающей резьбы. Четвертая круглая поверхность охватывающей резьбы расположена на углу между впадиной охватывающей резьбы и опорной стороной профиля охватывающей резьбы.

Данное должно дополнительно предотвращать заедание резьбы.

Опорная сторона профиля охватываемой резьбы имеет угол наклона от -10 до 3°. Опорная сторона профиля охватывающей резьбы имеет угол наклона, равный углу наклона опорной стороны профиля охватываемой резьбы.

Данное должно улучшить сопротивление растягивающей нагрузке, предотвращая так называемое выскакивание.

Вершина охватываемой резьбы, впадина охватываемой резьбы, вершина охватывающей резьбы и впадина охватывающей резьбы параллельны оси трубы. Данное должно улучшить показатели посадки при соединении.

Закладная сторона профиля охватываемой резьбы и закладная сторона профиля охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 60-120 мкм, когда соединение скреплено. Данное должно улучшать показатели работы уплотнения и предотвращать поверхностное повреждение резьбы.

Вершина охватываемой резьбы и впадина охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 0-50 мкм, когда соединение скреплено. Впадина охватываемой резьбы и вершина охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 0-50 мкм, когда соединение скреплено.

Данное должно улучшать показатели работы уплотнения. Ниппель дополнительно содержит упорную поверхность ниппеля. Упорная поверхность ниппеля расположена на конце ниппеля. Муфта дополнительно содержит упорную поверхность муфты. Упорная поверхность ниппеля контактирует с упорной поверхностью муфты, когда соединение скреплено.

Данное должно улучшать сопротивление сжимающей нагрузке и обеспечивать регулирование величины натяга между резьбами. Охватываемая резьба содержит коническую резьбу, имеющую конусность, уменьшающуюся в направлении от вершины ниппеля. Таким образом, контактное давление должно постепенно уменьшаться в направлении от вершины ниппеля.

Ниппель дополнительно содержит уплотнительную поверхность ниппеля. Уплотнительная поверхность ниппеля расположена между вершиной ниппеля и охватываемой резьбой и на наружной периферии ниппеля. Муфта дополнительно содержит уплотнительную поверхность муфты. Уплотнительная поверхность муфты обращена к уплотнительной поверхности ниппеля, расположена на внутренней периферии муфты и сцепляется с уплотнительной поверхностью ниппеля, когда соединение скреплено. Участки охватываемой резьбы и охватывающей резьбы, служащие резьбовыми уплотнениями, имеют длину, измеренную в направлении оси трубы, составляющую три толщины стенки стальной трубы или больше.

Данное должно улучшать показатели работы уплотнения. Резьбовое соединение для стальной трубы другого варианта осуществления является резьбовым соединением для соединения двух стальных

труб друг с другом. Настоящее резьбовое соединение содержит трубчатый первый ниппель, трубчатый второй ниппель и соединительную муфту. Первый ниппель расположен на конце одной из стальных труб. Второй ниппель расположен на конце другой из стальных труб. Соединительная муфта содержит трубчатую первую муфту и трубчатую вторую муфту. Первый ниппель вставляют в первую муфту так, что первая муфта и первый ниппель скрепляются. Вторая муфта расположена противоположно первой муфте, и второй ниппель вставляют во вторую муфту так, что вторая муфта и второй ниппель скрепляются. Каждый из первого и второго ниппелей содержит охватываемую резьбу. Охватываемая резьба предусмотрена на наружной периферии ниппеля. Каждая из первой и второй муфт содержит охватывающую резьбу. Охватывающая резьба соответствует охватываемой резьбе и предусмотрена на внутренней периферии муфты. Охватываемая резьба и охватывающая резьба являются трапецеидальными резьбами и коническими резьбами. Когда соединение скреплено, по меньшей мере, участок охватываемой резьбы и, по меньшей мере, участок охватывающей резьбы служат в качестве резьбового уплотнения. Охватываемая резьба содержит вершину охватываемой резьбы, впадину охватываемой резьбы, закладную сторону профиля охватываемой резьбы и опорную сторону профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватываемой резьбы расположена ближе к вершине ниппеля. Опорная сторона профиля охватываемой резьбы расположена дальше от вершины ниппеля. Закладная сторона профиля охватываемой резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен дальше от оси стальной трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы величиной от -10 до 15° . Второй участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен ближе к оси трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы величиной $20-60^\circ$. Вторым участком закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет высоту, составляющую $20-60\%$ высоты охватываемой резьбы. Охватывающая резьба содержит вершину охватывающей резьбы, впадину охватывающей резьбы, закладную сторону профиля охватывающей резьбы и опорную сторону профиля охватывающей резьбы. Вершина охватывающей резьбы обращена к впадине охватываемой резьбы. Впадина охватывающей резьбы обращена к вершине охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватывающей резьбы обращена к закладной стороне профиля охватываемой резьбы. Опорная сторона профиля охватывающей резьбы обращена к опорной стороне профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона профиля охватывающей резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы и второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы. Первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен дальше от оси трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы первого участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Вторым участком закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен ближе к оси трубы и имеет угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы второго участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы.

В вышеописанном варианте осуществления закладная сторона профиля охватываемой резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватываемой резьбы, расположенный дальше от оси стальной трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы величиной от -10 до 15° , и участок, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы величиной $20-60^\circ$, а закладная сторона профиля охватывающей резьбы содержит первый участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный дальше от оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы первого участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы, и второй участок закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы второго участка закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Данное должно предотвращать заедание резьбы и обеспечивать удовлетворительное сопротивление сжатию.

Первый ниппель дополнительно содержит первую упорную поверхность ниппеля. Первая упорная поверхность ниппеля расположена на вершине первого ниппеля. Второй ниппель дополнительно содержит вторую упорную поверхность ниппеля. Вторая упорная поверхность ниппеля расположена на вершине второго ниппеля и контактирует с первой упорной поверхностью ниппеля, когда соединение скреплено.

Данное должно улучшать сопротивление сжимающей нагрузке и обеспечивать регулирование величины натяга между резьбами.

Вариант 1 осуществления.

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

На фиг. 1 показано резьбовое соединение для стальной трубы 10 варианта 1 осуществления, которое является резьбовым соединением для соединения двух стальных труб 20 друг с другом. Резьбовое соединение 10 содержит трубчатый ниппель 30 и трубчатую муфту 40. Ниппель 30 расположен на одном конце 22 стальной трубы 20. Ниппель 30 вставляют в муфту 40 так, что муфта 40 и ниппель 30 скрепляются.

Резьбовое соединение для стальной трубы 10 варианта 1 осуществления является соединением, от-

носящимся к муфтовому типу, содержащим два ниппеля 20 и соединительную муфту 50. Один ниппель 30 расположен на конце 22 одной стальной трубы 20. Другой ниппель 30 расположен на конце 22 другой стальной трубы 20. Соединительная муфта 50 содержит две муфты 40 и кольцевой выступ 52. Одна муфта 40 расположена на одном конце соединительной муфты 50. Другая муфта 40 расположена на другом конце соединительной муфты 50. Выступ 52 расположен в середине соединительной муфты 50. Один ниппель 30 вставляют в одну муфту 40 так, что одна муфта 40 и один ниппель 30 скрепляются. Другая муфта 40 расположена противоположно одной муфте 40, и другой ниппель 30 вставляют в другую муфту 40 так, что другая муфта 40 и другой ниппель 30 скрепляются.

Ниппель 30 содержит охватываемую резьбу 31. Охватываемая резьба расположена на наружной периферии ниппеля 30. Муфта 40 содержит охватывающую резьбу 41. Охватывающая резьба 41 соответствует охватываемой резьбе 31 и расположена на внутренней периферии муфты 40. Охватываемая и охватывающая резьбы 31 и 41 являются трапецеидальными резьбами и коническими резьбами. То есть охватываемая резьба 31 является геликоидной резьбой на наружной периферии ниппеля 30, и диаметр геликоида уменьшается в направлении к вершине ниппеля 30. Охватывающая резьба 41 является геликоидной резьбой на внутренней периферии муфты 40, и диаметр геликоида увеличивается в направлении к концу с отверстием муфты 40. Предпочтительно конусность конической резьбы составляет 6,0-18,0%. Конусность принимают такой, которая обеспечивает подходящую длину участка резьбы относительно толщины стенки стальной трубы. Конусность может быть постоянной; предпочтительно вместе с тем конусность охватываемой резьбы 31 уменьшается в направлении от вершины ниппеля 30, как описано подробно ниже.

Когда соединение скреплено, по меньшей мере, участки охватываемой и охватывающей резьб 31 и 41 служат в резьбовом уплотнении. Участки охватываемой и охватывающей резьб, служащие резьбовым уплотнением, имеют длину, измеренную в направлении оси трубы, в три раза больше толщины стенки стальной трубы 20 или больше. Участки охватываемой и охватывающей резьб, служащие резьбовым уплотнением, являются полнопрофильными резьбами. Чем больше длина резьбового уплотнения, тем лучше показатели работы уплотнения. Вместе с тем, если резьбовое уплотнение имеет чрезмерную длину, требуются дополнительные расходы и трудозатраты на станочную обработку, и может возникать поверхностное повреждение резьбы во время скрепления. Предпочтительно длина резьбового уплотнением в пять раз больше толщины стенки или несколько меньше. На фиг. 1 показан вариант реализации, где резьбовое соединение 10 не имеет металлического уплотнения.

Как показано на фиг. 2 и 3, охватываемая резьба 31 содержит вершину 32 охватываемой резьбы, впадину 33 охватываемой резьбы, закладную сторону 34 профиля охватываемой резьбы и опорную сторону 35 профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона 34 профиля охватываемой резьбы расположена ближе к вершине ниппеля 30. Опорная сторона 35 профиля охватываемой резьбы расположена дальше от вершины ниппеля 30.

Закладная сторона 34 профиля охватываемой резьбы содержит два участка 341 и 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Участок 341 закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен дальше от оси X стальной трубы 20 и имеет угол α_1 закладной стороны профиля резьбы. Участок 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы расположен ближе к оси X трубы и имеет угол α_2 закладной стороны профиля резьбы. Углы α_1 и α_2 закладной стороны профиля резьбы являются углами наклона закладной стороны 34 профиля охватываемой резьбы (участков 341 и 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы) относительно плоскости Y перпендикулярной оси X трубы. Если закладная сторона 34 профиля резьбы нависает, угол α_1 закладной стороны профиля резьбы является отрицательным. Угол α_2 закладной стороны профиля резьбы больше угла α_1 закладной стороны профиля резьбы ($\alpha_2 > \alpha_1$). Угол α_1 закладной стороны профиля резьбы имеют величину от -15 до 15°, и предпочтительно 8-12°, например около 10°. Угол α_2 закладной стороны профиля резьбы имеет величину 20-60°, предпочтительно 28-32°, например около 30°. Поэтому закладная сторона 34 профиля охватываемой резьбы является вогнутой приблизительно посередине.

Высота участка 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы (т.е. длина между впадиной 33 охватываемой резьбы и границей между участками 341 и 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы) составляет 25-60%, например, 35% высоты охватываемой резьбы.

Охватывающая резьба 41 содержит вершину 42 охватывающей резьбы, впадину 43 охватывающей резьбы, закладную сторону 44 профиля охватывающей резьбы и опорную сторону 45 профиля охватывающей резьбы. Вершина 42 охватывающей резьбы обращена к впадине 33 охватываемой резьбы. Впадина 43 охватывающей резьбы обращена к вершине 32 охватываемой резьбы. Закладная сторона 44 профиля охватывающей резьбы обращена к закладной стороне 34 профиля охватываемой резьбы. Опорная сторона 45 профиля охватывающей резьбы обращена к опорной стороне 35 профиля охватываемой резьбы.

Закладная сторона 44 профиля охватывающей резьбы содержит два участка 441 и 442 закладной стороны профиля охватывающей резьбы. Участок 441 закладной стороны профиля охватывающей резьбы расположен дальше от оси X трубы и имеет угол α_1 закладной стороны профиля резьбы равный углу α_1 участка 341 закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Участок 442 закладной стороны про-

филя охватывающей резьбы расположен ближе к оси X трубы и имеет угол α_2 закладной стороны профиля резьбы, равный углу α_2 участка 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Поэтому закладная сторона 44 профиля охватывающей резьбы является выпуклой приблизительно на своей середине. Углы α_1 и α_2 участков 341 и 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы не обязательно должны быть точно равны углам α_1 и α_2 участков 441 и 442 закладной стороны профиля охватывающей резьбы, и от них только требуется быть, по существу, равными. То есть углы α_1 и α_2 закладной стороны профиля резьбы могут иметь погрешность в пределах допуска при станочной обработке.

Предпочтительно участок 442 закладной стороны профиля охватывающей резьбы имеет высоту, равную высоте участка 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Данное предотвращает чрезмерное увеличение промежутка между резьбовыми поверхностями ниппеля и муфты, при этом резьбовое уплотнение конструкции обеспечивает удовлетворительные показатели работы уплотнения. Высота участка 342 закладной стороны профиля охватываемой резьбы не обязательно должна быть точно равной высоте участка 442 закладной стороны профиля охватывающей резьбы, от них только требуется быть, по существу, равными. То есть данные высоты могут иметь погрешность в пределах допуска при станочной обработке.

Охватываемая резьба 31 дополнительно содержит круглые поверхности 36-39 охватываемой резьбы. Круглая поверхность 36 охватываемой резьбы расположена на углу между вершиной 32 охватываемой резьбы и закладной стороной 34 профиля охватываемой резьбы. Круглая поверхность 37 охватываемой резьбы расположена на углу между вершиной 32 охватываемой резьбы и опорной стороной 35 профиля охватываемой резьбы. Круглая поверхность 38 охватываемой резьбы расположена на углу между впадиной 33 охватываемой резьбы и закладной стороной 34 профиля охватываемой резьбы. Круглая поверхность 39 охватываемой резьбы расположена на углу между впадиной 33 охватываемой резьбы и опорной стороной 35 профиля охватываемой резьбы.

Охватывающая резьба 41 содержит круглые поверхности 46-49 охватывающей резьбы. Круглая поверхность 46 охватывающей резьбы расположена на углу между вершиной 42 охватывающей резьбы и закладной стороной 44 профиля охватывающей резьбы. Круглая поверхность 47 охватывающей резьбы расположена на углу между вершиной 42 охватывающей резьбы и опорной поверхностью 45 охватывающей резьбы. Круглая поверхность 48 охватывающей резьбы расположена на углу между впадиной 43 охватывающей резьбы и закладной стороной 44 профиля охватывающей резьбы. Круглая поверхность 49 охватывающей резьбы расположена на углу между впадиной 43 охватывающей резьбы и опорной стороной 45 профиля охватывающей резьбы.

Круглые поверхности 36-39 и 46-49 являются так называемыми R поверхностями (т.е. круглыми скошенными поверхностями) и имеют заданный радиус кривизны. Радиус кривизны составляет 0,1-1,2 мм и предпочтительно 0,3-0,8 мм. Опорная сторона 35 профиля охватываемой резьбы имеет угол β опорной стороны профиля резьбы. Угол β опорной стороны профиля резьбы является углом наклона опорной стороны 35 профиля охватываемой резьбы относительно плоскости Y перпендикулярной оси X трубы. Если опорная сторона 35 профиля резьбы нависает, угол β опорной стороны профиля резьбы является отрицательным. Угол β опорной стороны профиля резьбы имеет величину от -10 до 3° , предпочтительно, от -5 до -1 и, например, около -3° . Опорная сторона 45 профиля охватывающей резьбы имеет угол β опорной стороны профиля резьбы, равный углу β опорной стороны 35 профиля охватываемой резьбы. Угол β опорной стороны 35 профиля охватываемой резьбы не обязательно должен быть точно равным углу β опорной стороны 45 профиля охватывающей резьбы, и от них только требуется быть, по существу, равными. То есть, угол β опорной стороны профиля резьбы может иметь погрешность в пределах допуска при станочной обработке.

Вершина 32 охватываемой резьбы, впадина 33 охватываемой резьбы, вершина 42 охватывающей резьбы и впадина 43 охватывающей резьбы являются параллельными оси X трубы. Более конкретно, линии плоскостей 32, 33, 42 и 43, образующиеся в продольном сечении, проходящем через ось X трубы, являются параллельными оси X трубы.

Как показано на фиг. 3, закладная сторона 34 профиля охватываемой резьбы и закладная сторона 44 профиля охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 60-120 мкм, когда соединение скреплено. Вершина 32 охватываемой резьбы и впадина 43 охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 0-50 мкм, когда соединение скреплено. Впадина 33 охватываемой резьбы и вершина 42 охватывающей резьбы также имеют промежуток между собой, составляющий 0-50 мкм, когда соединение скреплено.

Как также показано на фиг. 1, ниппель 30 дополнительно содержит упорную поверхность 24, предусмотренную на вершине ниппеля 30. Муфта 40 дополнительно содержит упорную поверхность 54, которая должна соприкасаться с упорной поверхностью 24 ниппеля, когда соединение скреплено.

Как показано на фиг. 4, охватываемая резьба 31 содержит коническую резьбу, имеющую конусность, уменьшающуюся в направлении от вершины ниппеля 30, как представлено позициями TR1-TR4. Например, TR1=12,5%, TR2=12,0%, TR3=11,5% и TR4=11,0%.

Вариант 2 осуществления.

Как показано на фиг. 5, резьбовое соединение 10 может содержать металлическое уплотнение. Более конкретно, ниппель 30 дополнительно содержит уплотнительную поверхность 26 ниппеля, предусмотренную между вершиной ниппеля 30 и охватываемой резьбой 31 и на наружной периферии ниппеля 30. Муфта 50 дополнительно содержит уплотнительную поверхность 56 муфты, предусмотренную для противостояния уплотнительной поверхности 26 ниппеля и на внутренней периферии муфты 50 для сцепления с уплотнительной поверхностью 26 ниппеля, когда соединение скреплено. Уплотнительная поверхность 26 ниппеля и уплотнительные поверхности 56 муфты образуют металлическое уплотнение.

Вариант 3 осуществления.

Как показано на фиг. 6, муфта 50 может не содержать выступа 52. В таких вариантах реализации упорная поверхность 24 одного ниппеля 30 и упорная поверхность 24 другого ниппеля соприкасаются друг с другом, когда соединение скреплено. Вариант 3 осуществления имеет так называемую конструкцию ниппель к ниппелю.

Существующая техника

Как показано на фиг. 7, в резьбовом соединении, раскрытом JP Hei8(1996)-303657 A, охватываемая резьба 31р ниппеля содержит вершину 32р охватываемой резьбы, впадину 33р охватываемой резьбы, закладную сторону 34р профиля охватываемой резьбы и опорную сторону 35р профиля охватываемой резьбы. Закладная сторона 34р профиля охватываемой резьбы содержит два участка 341р и 342р закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Угол α_{2p} участка 342р закладной стороны профиля резьбы меньше угла α_{1p} участка 341р закладной стороны профиля резьбы ($\alpha_{2p} < \alpha_{1p}$). Таким образом, закладная сторона 34р профиля охватываемой резьбы является выпуклой приблизительно на своей середине.

С другой стороны, охватывающая резьба 41р муфты содержит вершину 42р охватывающей резьбы, впадину 43р охватывающей резьбы, закладную сторону 44 р профиля охватывающей резьбы и опорную сторону 45р профиля охватывающей резьбы. Закладная сторона 44 р профиля охватывающей резьбы содержит два участка 441р и 442р закладной стороны профиля охватывающей резьбы. Угол α_{1p} участка 441р закладной стороны профиля охватывающей резьбы равен углу α_{1p} участка 341р закладной стороны профиля охватываемой резьбы. Угол α_{2p} участка 442р закладной стороны профиля охватывающей резьбы равен углу α_{2p} участка 342р закладной стороны профиля охватываемой резьбы. При этом закладная сторона 44р профиля охватывающей резьбы является вогнутой приблизительно на своей середине.

Заедание резьбы.

Как показано на фиг. 8, для соединения стальных труб 20 на буровой установке стальную трубу 20 вместе с соединительной муфтой 50 вывешивают, и начинается выставление резьб для посадки трубы в муфту. Когда резьбы совмещаются и во время вращения для затягивания резьбы, позиция, на которой резьбы могут совмещаться без вращения резьб, далее называется "позицией посадки". В идеальной позиции посадки, при которой стальная труба 20 выставлена по оси трубы соединительной муфты 50, вся вершина охватываемой резьбы контактирует со всей вершиной охватывающей резьбы. Вместе с тем, во время работ в море или на суше стальная труба 20, которую вывешивают, качается под действием волн и ветров, и поэтому обычно имеется угол отклонения величиной около 1° .

Как показано штрих-пунктирными линиями на фиг. 9, когда ниппель 30 вставляют наклонно в муфту 40, совмещение происходит со смещением резьбы по шагу между вершинами охватываемой и охватывающей резьбы на позиции посадки, неприемлемая ситуация, где, когда ниппель 30 вращают, резьбы немедленно врезаются друг в друга и блокируются. Данное явление называют "заеданием резьбы". Угол, при котором происходит неприемлемое рассверливание вследствие смещения по шагу, называют углом смещения по шагу. Заедание резьбы имеет тенденцию происходить, когда угол отклонения превышает угол смещения резьбы по шагу. Когда происходит заедание резьбы, ниппель 30 следует вращать назад для удаления его из муфты 40, что увеличивает время, затрачиваемое на соединение стальных труб 20. Когда происходит заедание резьбы, как показано на фиг. 10, круглая поверхность 35р охватываемой резьбы, расположенная между закладной стороной 34р профиля резьбы и вершиной 32р ниппеля, и круглая поверхность 46р охватывающей резьбы, расположенная между закладной стороной 44р профиля резьбы и вершиной 42р охватывающей резьбы муфты, блокируются. Заедание резьбы имеет тенденцию возникать при малых углах закладных сторон профиля охватываемой и охватывающей резьбы.

С другой стороны, как показано на фиг. 11, при больших углах закладных сторон профиля охватываемой и охватывающей резьбы проблему блокирования можно устранить, и вероятность возникновения заедания резьбы уменьшается. Вместе с тем, если углы закладной стороны профиля резьбы являются большими, сжимающие нагрузки в направлении оси трубы могут выводить резьбы из зацепления и вершина охватываемой резьбы может перескакивать через вершину охватывающей резьбы, такое явление называется скачок. Если величина натяга в радиальных направлениях резьб увеличена для улучшения показателей работы уплотнения при высоком наружном или внутреннем давлении, повышается давление на закладной стороне профиля резьбы, что может приводить к поверхностному повреждению резьбы.

Как показано в табл.1, нижний предел угла смещения, при котором происходит заедание резьбы, зависит от шага резьбы и наружного диаметра стальной трубы. Если шаг резьбы больше 3 витка/дюйм, раз-

работка резьбы является сложной. В стальной трубе с наружным диаметром больше 16 дюймов (406 мм) угол смещения, при котором происходит заедание резьбы с 3 витками/дюйм, близок к 1° . То есть требуется конструкция, которая предотвращает заедание резьбы, в частности, в стальной трубе большого диаметра с наружным диаметром выше 16 дюймов (406 мм). Естественно, конструкция, которая предотвращает заедание резьбы в стальной трубе с наружным диаметром 16 дюймов (406 мм) или меньше, также нужна.

Таблица 1

		Наружный диаметр (дюйм)					
	Витки резьбы	20	185/8	16	13 3/8	9 5/8	7
Угол увода, при котором возникает заедание резьбы (град.)	3 витка / дюйм	0,96	1,03	1,19	1,43	1,98	2,73
	5 витков / дюйм	0,57	0,62	0,72	0,86	1,19	1,64

Задачей настоящего варианта осуществления является предотвращение заедания резьбы с помощью состоящих из двух участков закладных сторон профиля резьбы без уменьшения сопротивления сжимающей нагрузке и сопротивления поверхностному повреждению резьбы, то есть их сохранения.

Как показано на фиг. 12 и 13, поскольку каждая закладная сторона профиля резьбы имеет два участка и малый промежуток между резьбами, можно сохранить показатели работы уплотнения, предусмотренные поверхностями резьбы. В дополнение, для предотвращения заедания резьбы с сохранением сопротивления сжимающей нагрузке и сопротивления поверхностному повреждению резьбы угол закладной стороны профиля резьбы одного из двух участков закладной стороны профиля резьбы можно увеличить. Увеличение угла закладной стороны профиля резьбы содействует устранению блокировки и предотвращает заедание резьбы.

В сравнении с реализацией существующей техники, показанной на фиг. 13, вариант осуществления, показанный на фиг. 12, имеет малый угол участка 441 закладной стороны профиля резьбы ближе к телу муфты, которое имеет высокую жесткость, так что участок 441 закладной стороны профиля резьбы является чувствительным к сжимающим нагрузкам. Таким образом, зацепление резьб может сохраняться до достижения предельной сжимающей нагрузки. Дополнительно, даже когда внутреннее давление приложено одновременно с сжимающей нагрузкой, показатели работы уплотнения могут сохраняться в отсутствие зазора вдоль радиального направления резьбы. Дополнительно охватывающая резьба сдерживает охватываемую резьбу до достижения предела, при котором происходит скачок под действием предельной сжимающей нагрузки, при этом предотвращается расцепление резьб.

Как определено по направлению оси трубы, охватываемая резьба ниппеля обеспечивает полнопрофильную резьбу к переднему концу и неполнопрофильную резьбу к заднему концу. Как показано на фиг. 14 и 15, во время станочной обработки инструмент создает задиры BR на кромке неполнопрофильной вершины 32р или 32 резьбы. Данный задиры BR может блокировать поверхность резьбы муфты, обуславливая заедание резьбы. Целесообразными являются для устранения блокировок задирами BR на неполнопрофильной резьбе одной за другой на поверхности, обращенной к задиру BR, единообразное исключение наклона охватываемой резьбы относительно охватывающей резьбы и большой угол закладной стороны профиля резьбы.

Как показано на фиг. 14, задиры BR на неполнопрофильной резьбе не скользит в соприкосновении с круглой поверхностью 46р охватывающей резьбы, расположенной между вершиной 42р охватывающей резьбы и закладной стороной 44р профиля резьбы муфты. Поэтому в реализации, показанной на фиг. 14, блокировку нельзя легко устранить, и заедание резьбы имеет тенденцию к возникновению. С другой стороны, как показано на фиг. 15, задиры BR на неполнопрофильной резьбе скользит в соприкосновении с участком 442 закладной стороны профиля резьбы с большим углом закладной стороны профиля резьбы. Таким образом, в реализации, показанной на фиг. 15, блокировку можно легко устранить, и заедание резьбы имеет меньшую вероятность возникновения.

Таким образом, согласно настоящему варианту осуществления, блокировку можно легко устранить, и заедание резьбы имеет меньшую вероятность возникновения. Кроме того, сопротивление сжимающей нагрузке и сопротивление поверхностному повреждению резьбы не должно уменьшаться, т.е. должно сохраняться.

Хотя описаны варианты осуществления, настоящее изобретение не ограничено вышеописанными вариантами, и возможны его различные модификации, не выходящие за рамки сущности изобретения.

Примеры

Для подтверждения полезных эффектов вышеописанных вариантов осуществления выполнены испытания реальных труб и анализ численного моделирования методом конечных упругопластических элементов (FEM). Условия и результаты испытаний показаны в табл.2.

Таблица 2

		Изобр. Обр.	Сравн. Обр. 1	Сравн. Обр. 2	Сравн. Обр. 3
Резьб овое соеди нение	тип резьбы	трапецеидальная трубная резьба			
	угол закладной стороны	10 град. /30 град.	10 град.	30 град.	30 град. /10 град.
	угол опорной стороны	-3 град.	3 град.	0 град.	-3 град.
	вершина/ впадина	параллель ный	сужающий ся	сужающий ся	сужающийся
	резьбы				
	конусность резьбы	1/8	1/12	1/7,5	1/8
	шаг резьбы	3 витка/дюйм			
	высота резьбы	2,4 мм			
	зазор закладной стороны	около 90 мкм	около 125 мкм	около 100 мкм	около 90 мкм
	натяг резьбы по диаметру	1,2 мм	1,2 мм	1,2 мм	1,2 мм
	тип	с соединительной муфтой (наружный диаметр 498,5 мм)			
	упор	упор на внутренне й поверхнос ти	без упора	упор на внутренн ей поверхно сти	упор на внутренней поверхности
	длина полнопрофиль ной резьбы	80 мм	70 мм	77 мм	80 мм
показатели работы при посадке трубы в муфту		уд. (0/5)	неуд. (4/5)	уд. (0/3)	неуд. (-)
показатели скрепления/ раскрепления		уд. (0/3)	уд. (-)	неуд. (1/3)	уд. (-)
показатели уплотнения		уд.	неуд.	неуд.	неуд.
Сопро тивле ние сжима ющей	зазор резьбы	уд.	неуд.	неуд.	неуд.
	выпучивание	уд.	-	-	неуд.
нагру жке					

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение, содержащее
 - трубчатый ниппель (30), расположенный на одном конце стальной трубы (20); и
 - трубчатую муфту (40), причем ниппель (30) вставлен в муфту (40) так, что муфта (40) и ниппель (30) скреплены,
 - при этом ниппель (30) содержит охватываемую резьбу (31), предусмотренную на наружной периферии ниппеля (30),
 - муфта (40) содержит охватывающую резьбу (41), соответствующую охватываемой резьбе (31) и предусмотренную на внутренней периферии муфты (40),
 - охватываемая резьба (31) и охватывающая резьба (41) являются трапецеидальными резьбами и коническими резьбами,
 - когда соединение скреплено, по меньшей мере, участок охватываемой резьбы (31) и, по меньшей мере, участок охватывающей резьбы (41) служат резьбовым уплотнением,
 - охватываемая резьба (31) содержит
 - вершину (32) охватываемой резьбы;
 - впадину (33) охватываемой резьбы;
 - закладную сторону (34) профиля охватываемой резьбы, расположенную ближе к вершине ниппеля (30);
 - опорную сторону (25) профиля охватываемой резьбы, расположенную дальше от вершины ниппеля (30),
 - причем закладная сторона (34) профиля охватываемой резьбы содержит
 - первый участок (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы, расположенный дальше от оси стальной трубы (20),
 - охватывающая резьба (41) содержит
 - вершину (42) охватывающей резьбы, обращенную к впадине (33) охватываемой резьбы;
 - впадину (43) охватывающей резьбы, обращенную к вершине (32) охватываемой резьбы;
 - закладную сторону (44) профиля охватывающей резьбы, обращенную к закладной стороне (34) профиля охватываемой резьбы;
 - опорную сторону (45) профиля охватывающей резьбы, обращенную к опорной стороне (35) профиля охватываемой резьбы,
 - причем закладная сторона (44) профиля охватывающей резьбы содержит
 - первый участок (441) закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный дальше от оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы первого участка (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы;
 - отличающееся тем, что
 - первый участок (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет угол закладной стороны профиля резьбы величиной от 8 до 12°;
 - причем закладная сторона (34) профиля охватываемой резьбы дополнительно содержит второй участок (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы величиной от 20 до 60°;
 - причем второй участок (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет высоту, составляющую от 20 до 60% высоты охватываемой резьбы (31), и
 - закладная сторона (44) профиля охватывающей резьбы дополнительно содержит второй участок (442) закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы второго участка (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы.
 - 2. Резьбовое соединение по п.1, в котором
 - охватываемая резьба дополнительно содержит первую круглую поверхность охватываемой резьбы, расположенную на углу между вершиной охватываемой резьбы и закладной стороной профиля охватываемой резьбы, и
 - охватывающая резьба дополнительно содержит первую круглую поверхность охватывающей резьбы, расположенную на углу между вершиной охватывающей резьбы и закладной стороной профиля охватывающей резьбы.
 - 3. Резьбовое соединение по п.2, в котором охватываемая резьба дополнительно содержит
 - вторую круглую поверхность охватываемой резьбы, расположенную на углу между вершиной охватываемой резьбы и опорной стороной профиля охватываемой резьбы;
 - третью круглую поверхность охватываемой резьбы, расположенную на углу между впадиной охватываемой резьбы и закладной стороной профиля охватываемой резьбы; и
 - четвертую круглую поверхность охватываемой резьбы, расположенную на углу между впадиной охватываемой резьбы и опорной стороной профиля охватываемой резьбы, и
 - охватывающая резьба дополнительно содержит
 - вторую круглую поверхность охватывающей резьбы, расположенную на углу между вершиной охватывающей резьбы и опорной стороной профиля охватывающей резьбы;

третью круглую поверхность охватывающей резьбы, расположенную на углу между впадиной охватывающей резьбы и закладной стороной профиля охватывающей резьбы; и

четвертую круглую поверхность охватывающей резьбы, расположенную на углу между впадиной охватывающей резьбы и опорной стороной профиля охватывающей резьбы.

4. Резьбовое соединение по любому из пп.1-3, в котором опорная сторона профиля охватываемой резьбы имеет угол наклона от -10 до 3° , и

опорная сторона профиля охватывающей резьбы имеет угол наклона, равный углу наклона опорной стороны профиля охватываемой резьбы.

5. Резьбовое соединение по любому из пп.1-4, в котором вершина охватываемой резьбы, впадина охватываемой резьбы, вершина охватывающей резьбы и впадина охватывающей резьбы являются параллельными оси трубы.

6. Резьбовое соединение по любому из пп. 1-5, в котором закладная сторона профиля охватываемой резьбы и закладная сторона профиля охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 60-120 мкм, когда соединение скреплено.

7. Резьбовое соединение по любому из пп.1-6, в котором вершина охватываемой резьбы и впадина охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 0-50 мкм, когда соединение скреплено, и впадина охватываемой резьбы и вершина охватывающей резьбы имеют промежуток между собой, составляющий 0-50 мкм, когда соединение скреплено.

8. Резьбовое соединение по любому из пп.1-7, в котором ниппель дополнительно содержит упорную поверхность ниппеля, расположенную на конце ниппеля, и муфта дополнительно содержит упорную поверхность муфты, контактирующую с упорной поверхностью ниппеля, когда соединение скреплено.

9. Резьбовое соединение по любому из пп.1-8, в котором охватываемая резьба содержит коническую резьбу, имеющую конусность, уменьшающуюся от вершины ниппеля.

10. Резьбовое соединение по любому из пп.1-9, в котором ниппель дополнительно содержит уплотнительную поверхность ниппеля, расположенную между вершиной ниппеля и охватываемой резьбой и на наружной периферии ниппеля, и

муфта дополнительно содержит уплотнительную поверхность муфты, обращенную к уплотнительной поверхности ниппеля и расположенную на внутренней периферии муфты, причем уплотнительная поверхность муфты сцепляется с уплотнительной поверхностью ниппеля, когда соединение скреплено.

11. Резьбовое соединение по любому из пп.1-10, в котором участки охватываемой резьбы и охватывающей резьбы, служащие резьбовым уплотнением, имеют длину, измеренную в направлении оси трубы, которая в три раза больше толщины стенки стальной трубы или больше.

12. Резьбовое соединение по любому из пп.1-11, в котором стальная труба имеет наружный диаметр больше 16 дюймов (406 мм).

13. Резьбовое соединение по любому из пп.1-11, в котором стальная труба имеет наружный диаметр 16 дюймов (406 мм) или меньше.

14. Резьбовое соединение для соединения двух стальных труб (20, 20) друг с другом, содержащее трубчатый первый ниппель (30), расположенный на конце одной (20) из стальных труб; трубчатый второй ниппель (30), расположенный на конце другой (20) из стальных труб; и соединительную муфту (50), содержащую трубчатую первую муфту (40), причем первый ниппель (30) вставлен в первую муфту (40) так, что первая муфта (40) и первый ниппель (30) скреплены, и трубчатую вторую муфту (40), расположенную противоположно первой муфте (40), причем второй ниппель (30) вставлен во вторую муфту (40) так, что вторая муфта (40) и второй ниппель (30) скреплены,

при этом каждый из первого и второго ниппелей (30, 30) содержит охватываемую резьбу (31), предусмотренную на наружной периферии ниппеля (30),

каждая из первой и второй муфт (40, 40) содержит охватывающую резьбу (41), соответствующую охватываемой резьбе (31) и предусмотренную на внутренней периферии муфты (40),

причем охватываемая резьба (31) и охватывающая резьба (41) являются трапецидальными резьбами и коническими резьбами,

когда соединение скреплено, по меньшей мере, участок охватываемой резьбы (31) и, по меньшей мере, участок охватывающей резьбы (41) служат в качестве резьбового уплотнения,

охватываемая резьба (31) содержит

вершину (32) охватываемой резьбы;

впадину (33) охватываемой резьбы;

закладную сторону (34) профиля охватываемой резьбы, расположенную ближе к вершине ниппеля (30);

опорную сторону (35) профиля охватываемой резьбы, расположенную дальше от вершины ниппеля (30),

причем закладная сторона (34) профиля охватываемой резьбы содержит

первый участок (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы, расположенный дальше от оси стальной трубы (20),

охватывающая резьба (41) содержит

вершину (42) охватывающей резьбы, обращенную к впадине (33) охватываемой резьбы;

впадину (43) охватывающей резьбы, обращенную к вершине (32) охватываемой резьбы;

закладную сторону (44) профиля охватывающей резьбы, обращенную к закладной стороне (34) профиля охватываемой резьбы; и

опорную сторону (45) профиля охватывающей резьбы, обращенную к опорной стороне (35) профиля охватываемой резьбы,

причем закладная сторона (44) профиля охватывающей резьбы содержит

первый участок (441) закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный дальше от оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу закладной стороны профиля резьбы первого участка (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы,

отличающееся тем, что

первый участок (341) закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет угол закладной стороны профиля резьбы величиной от 8 до 12°,

закладная сторона (34) профиля охватываемой резьбы дополнительно содержит второй участок (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы величиной от 20 до 60°,

причем второй участок (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы имеет высоту, составляющую от 20 до 60% высоты охватываемой резьбы (31), и

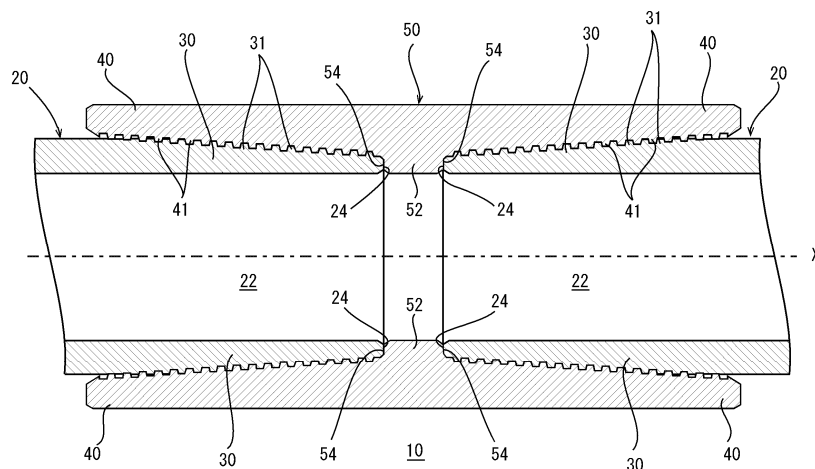
закладная сторона (44) профиля охватывающей резьбы дополнительно содержит второй участок (442) закладной стороны профиля охватывающей резьбы, расположенный ближе к оси трубы и имеющий угол закладной стороны профиля резьбы, равный углу второго участка (342) закладной стороны профиля охватываемой резьбы.

15. Резьбовое соединение по п.14, в котором

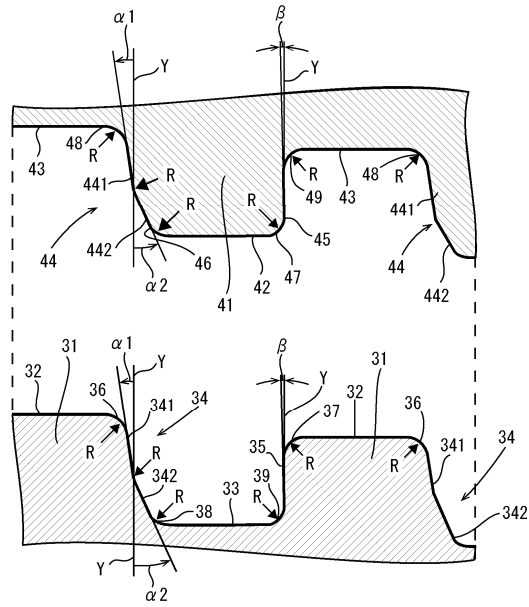
первый ниппель дополнительно содержит первую упорную поверхность ниппеля, расположенную на вершине первого ниппеля, и

второй ниппель дополнительно содержит вторую упорную поверхность ниппеля, расположенную на вершине второго ниппеля,

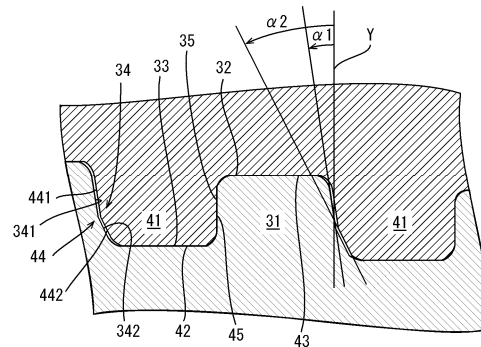
причем вторая упорная поверхность ниппеля контактирует с первой упорной поверхностью ниппеля, когда соединение скреплено.



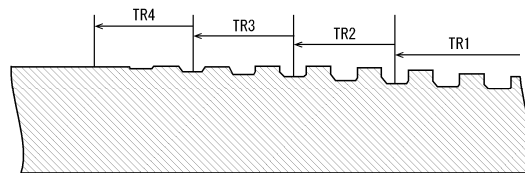
Фиг. 1



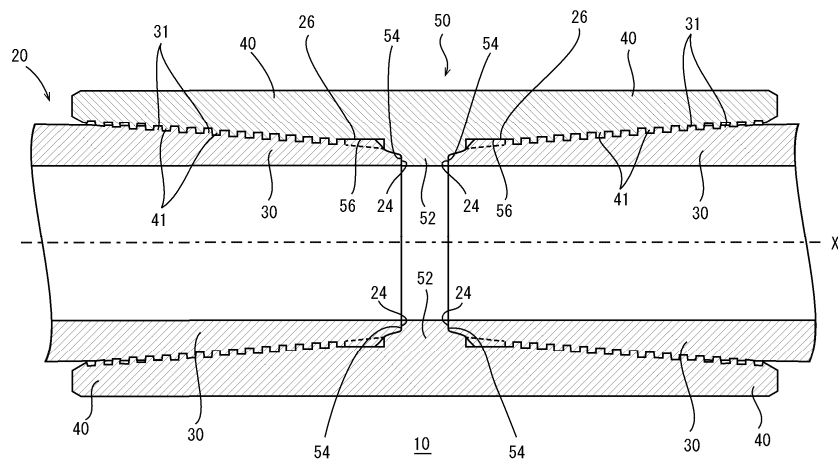
Фиг. 2



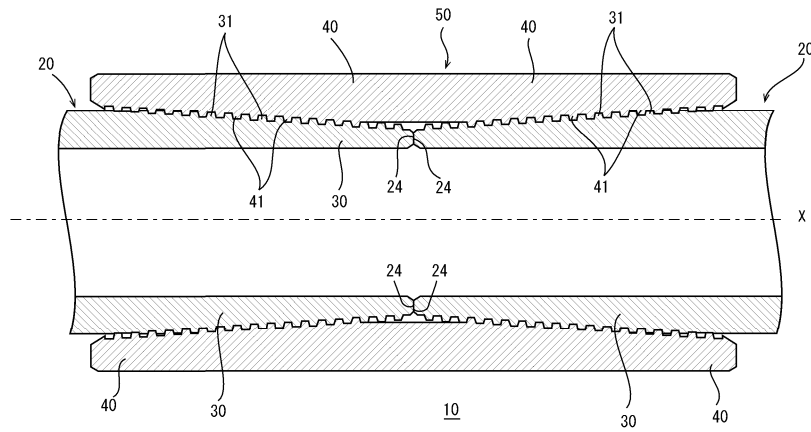
Фиг. 3



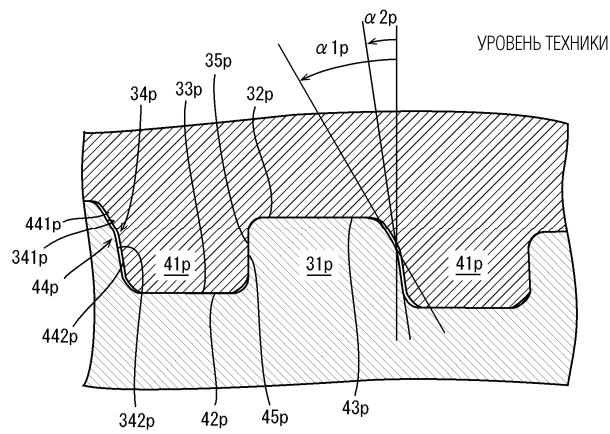
Фиг. 4



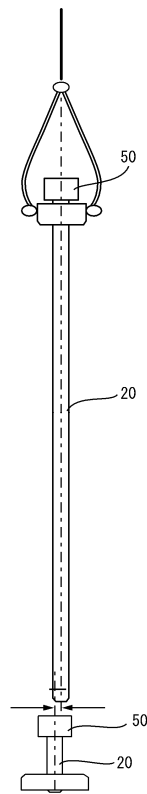
Фиг. 5



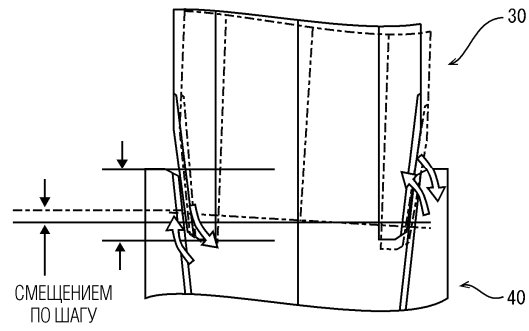
Фиг. 6



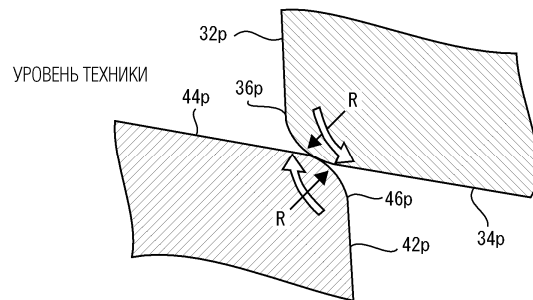
Фиг. 7



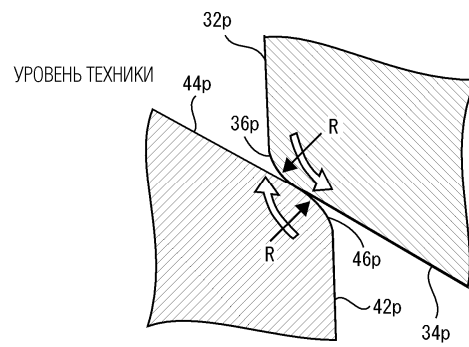
Фиг. 8



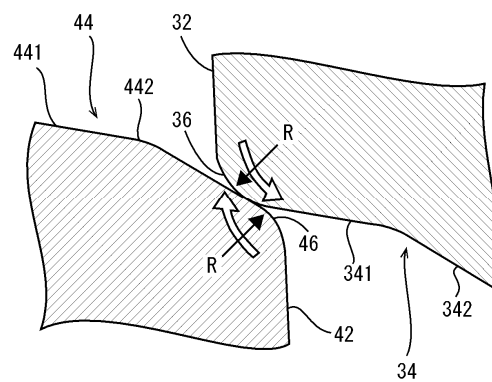
Фиг. 9



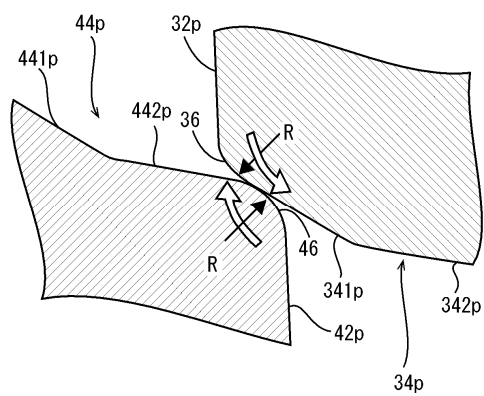
Фиг. 10



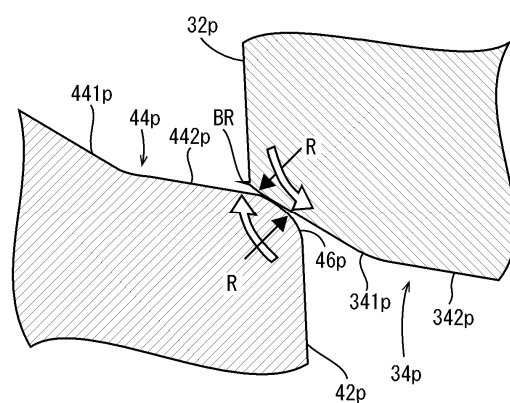
Фиг. 11



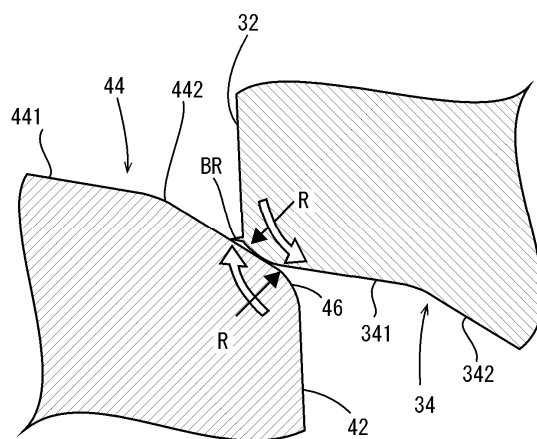
Фиг. 12



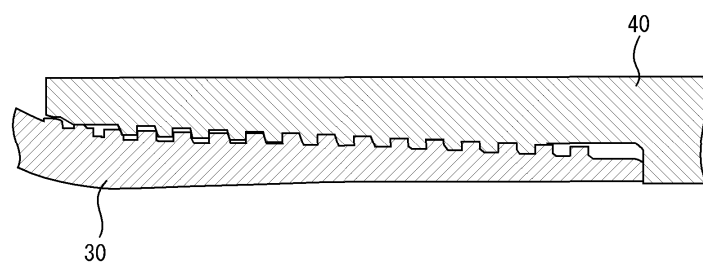
Фиг. 13



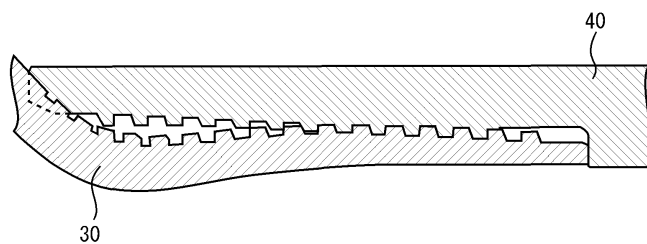
Фиг. 14



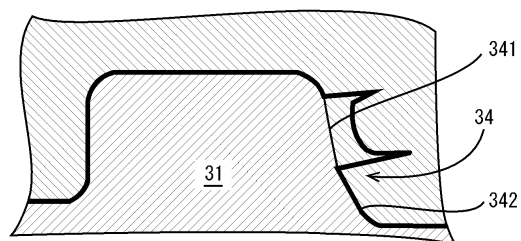
Фиг. 15



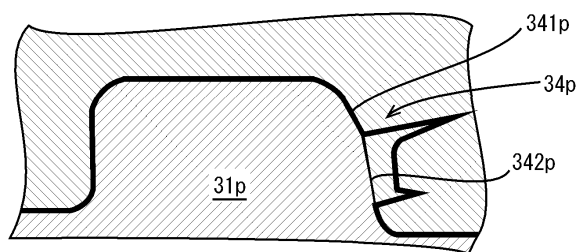
Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19

