

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037609**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.04.21

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

(21) Номер заявки
201991169

(22) Дата подачи заявки
2017.12.13

(54) РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБНОГО КОМПОНЕНТА

(31) **1662669**

(56) FR-A1-2953272
WO-A1-02073076
FR-A1-2889727
FR-A1-2952993
FR-A1-2913746

(32) **2016.12.16**

(33) **FR**

(43) **2019.10.31**

(86) **PCT/FR2017/053533**

(87) **WO 2018/109371 2018.06.21**

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

(72) Изобретатель:
**Менкаглиа Ксавье (FR), Дюфрен Кори
(US), Доути Садао, Сугино Масааки
(JP)**

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(57) Предложено резьбовое соединение, содержащее первый и второй трубные компоненты, свинченные друг с другом, в котором охватываемый элемент первого компонента содержит на своей внешней периферийной поверхности охватываемую внутреннюю кромку, содержащую внутреннее кольцо (11) минимальной толщины E_i и охватываемую резьбовую зону (13), в которой один внутренний конец указанной охватываемой резьбовой зоны находится на ненулевом осевом расстоянии (L_i) от охватываемого дистального конца, и в котором охватывающий элемент второго компонента содержит последовательно по своей внутренней периферийной поверхности охватывающую внутреннюю канавку (24), расположенную обращенной к охватываемой внутренней кромке, и охватывающую резьбовую зону (23) так, что в свинченном положении соединения между охватываемым внутренним кольцом и охватывающей внутренней канавкой существует радиальный зазор и между охватываемой внутренней кромкой и охватывающей внутренней канавкой локально образовано внутреннее уплотнение (E_i), при этом соединение является таким, что $10\% \leq E_i/L_i$.

B1**037609****037609****B1**

Настоящее изобретение относится к области герметичных соединений для трубных компонентов, применяемых, в частности, для бурения или эксплуатации нефтегазовых скважин. При бурении или эксплуатации соединения подвергаются большим сжимающим и растягивающим нагрузкам и при этом не должны разъединяться.

Эти соединения подвергаются осевой растягивающей или сжимающей нагрузке, внутреннему или внешнему давлению текучей среды, сгибанию или скручиванию, возможно, в сочетании и с интенсивностью, которые могут колебаться. Несмотря на нагрузку и несмотря на жесткие условия эксплуатации на месте проведения работ должна быть гарантирована герметичность. Резьбовые соединения должны допускать свинчивание и развинчивание несколько раз без ухудшения их эксплуатационных характеристик, в частности из-за образования задиров. После развинчивания трубные компоненты могут быть повторно использованы при других условиях эксплуатации.

При растяжении может возникнуть явление высккивания, которое распространяется от одного витка резьбы к другому, создавая вероятность разъединения соединения. Это явление усиливается за счет высокого внутреннего давления.

В связи с этим известна заявка FR 2952993, в которой раскрыто резьбовое соединение, содержащее первый и второй трубные компоненты. Первый компонент содержит охватываемый конец, содержащий дистальную поверхность и охватываемую резьбовую зону на его внешней периферийной поверхности. Второй компонент содержит охватывающий конец, содержащий дистальную поверхность и охватывающую резьбовую зону на его внутренней периферийной поверхности. Охватываемая резьбовая зона свинчивается с охватывающей резьбовой зоной, причем указанные резьбовые зоны содержат витки с увеличивающейся шириной от их соответствующей дистальной поверхности, при этом витки содержат опорные стороны под отрицательными углами по меньшей мере на части их радиального размера и закладные стороны так, чтобы в соединенном состоянии между вершинами охватываемых витков и впадинами охватывающих витков и/или между вершинами охватывающих витков и впадинами охватываемых витков существовал радиальный зазор. В соединенном состоянии между закладными сторонами охватываемых и охватывающих витков также существует осевой зазор. В соединении такого типа дистальная поверхность охватываемого конца и/или охватывающего конца приводится в осевой упорный контакт с соответствующей упорной поверхностью. Это решение может быть применено для повышения прочности на растяжение, но его конструктивные характеристики в отношении сопротивления высоким внешним и внутренним давлениям приводят к значительному изгибу уплотнительных кромок. Существует необходимость в улучшении уплотнения под нагрузкой с изменениями между высоким внешним давлением и высоким внутренним давлением.

Кроме того, следует отметить, что вставка и удаление приспособлений для технической диагностики или бурения во внутреннюю часть колонны, образованной трубами согласно вышеупомянутому изобретению, и из нее представляет различные трудности при переходе от одной свинченной трубы к другой.

Настоящее изобретение также может быть применено для улучшения уплотнения соединения при изгибающих нагрузках по сравнению с решениями предшествующего уровня техники.

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению, содержащему первый и второй трубные компоненты, свинченные друг с другом,

при этом первый компонент содержит первую трубу и охватываемый элемент, расположенный на одном конце указанной первой трубы, причем охватываемый элемент последовательно по своей внешней периферийной поверхности содержит

охватываемую дистальную поверхность,

охватываемую внутреннюю кромку, содержащую внутреннее кольцо с минимальной толщиной E_1 , охватываемую резьбовую зону, причем один внутренний конец указанной охватываемой резьбовой зоны находится на ненулевом осевом расстоянии L_1 от охватываемой дистальной поверхности,

охватываемую наружную канавку и

наружный заплечик, который может образовывать охватываемую внешнюю упорную поверхность,

при этом второй компонент содержит вторую трубу и охватывающий элемент, расположенный на одном конце указанной второй трубы, причем охватывающий элемент последовательно по своей внутренней периферийной поверхности содержит

внутренний заплечик,

охватывающую внутреннюю канавку, расположенную обращенной к охватываемой внутренней кромке,

охватывающую резьбовую зону,

охватывающую наружную кромку, содержащую наружное кольцо с минимальной толщиной E_2 ,

охватывающую дистальную поверхность, которая может взаимодействовать с охватываемой внешней упорной поверхностью посредством упорного действия, при этом указанная охватывающая дистальная поверхность расположена на ненулевом осевом расстоянии L_2 от одного наружного конца охватывающей резьбовой зоны,

так что в свинченном положении соединения между охватываемым внутренним кольцом и охваты-

вающей внутренней канавкой имеется радиальный зазор, между охватывающим наружным кольцом и охватываемой наружной канавкой существует радиальный зазор, при этом между охватываемой внутренней кромкой и охватывающей внутренней канавкой локально образуется внутреннее уплотнение, причем соединение является таким, что $10\% \leq E_i/L_i$.

В частности, отношение E_i/L_i точно устанавливается в зависимости от номинального наружного диаметра первой трубы, причем этот номинальный наружный диаметр трубы измеряется на таком расстоянии от охватываемого элемента, что, если этот номинальный наружный диаметр трубы составляет более 200 мм и предпочтительно более 250 мм, то соединение является таким, что $25\% \leq E_i/L_i$.

Аналогично соединение согласно настоящему изобретению может быть оптимизировано по его наружному уплотнению, например, локально образованному между охватывающей наружной кромкой и охватываемой наружной канавкой так, что соединение является таким, что $10\% \leq E_e/L_e$.

Предпочтительно отношение E_e/L_e может быть выбрано так, чтобы оно было больше или равно 15% и более предпочтительно больше или равно 20%.

Для лучшего определения настоящего изобретения отношение E_i/L_i может составлять максимум 80%, предпочтительно меньше или равно 60% или фактически меньше или равно 50%.

Аналогично отношение E_e/L_e может составлять максимум 80%, предпочтительно меньше или равно 60% или фактически меньше или равно 50%.

В частности, расстояние L_i между охватываемой резьбовой зоной, в частности внутренним обрабатываемым концом указанной охватываемой резьбовой зоны, и охватываемой дистальной поверхностью может находиться в диапазоне от 15 до 25 мм. Расстояние L_i представляет собой осевую длину охватываемой внутренней кромки. Аналогично расстояние L_e между охватывающей дистальной поверхностью и наружным обрабатываемым концом охватываемой резьбовой зоны может находиться в диапазоне от 15 до 25 мм. Расстояние L_e представляет собой осевую длину охватывающей наружной кромки. Осевые измерения проводятся вдоль продольной оси трубы. Когда соединение свинчено, продольная ось соединения сливается с продольной осью первой и второй труб.

Предпочтительно резьбовые зоны могут содержать витки, охватываемые и охватывающие соответственно, увеличивающейся ширины. Витки могут содержать опорные стороны под отрицательными углами и закладные стороны под положительным углом, причем в соединенном состоянии между вершинами охватываемых витков и впадинами охватывающих витков и/или между вершинами охватывающих витков и впадинами охватываемых витков существует радиальный зазор, при этом в соединенном состоянии между закладными сторонами охватываемых и охватывающих витков также существует осевой зазор.

Предпочтительно охватываемая внешняя упорная поверхность может находиться под углом α относительно перпендикуляра к продольной оси соединения так, чтобы образовывать острый угол между охватываемой внешней упорной поверхностью и второй охватываемой поверхностью. В дополнение охватывающая дистальная поверхность может находиться под тем же углом α . Угол α может находиться в диапазоне от 5 до 45°.

Предпочтительно опорные стороны могут находиться под углом в диапазоне от -1 до -15°.

Предпочтительно закладные стороны могут находиться под углом в диапазоне от 1 до 15°.

По соглашению и в соответствии с обычной практикой углы боковых сторон резьбы будут определены в настоящем документе с отрицательным знаком, когда конец этой боковой стороны, если смотреть со стороны вершины витка, нависает над другим концом боковой стороны на впадине витка, и с положительным знаком в противоположном случае (когда не нависает).

Предпочтительно в соединенном состоянии охватываемая дистальная поверхность не может вступать в контакт с внутренним заплечиком охватывающего элемента.

Предпочтительно в соединенном состоянии охватываемая внешняя упорная поверхность может вступать в упорный контакт с охватывающей дистальной поверхностью.

Предпочтительно внутреннее уплотнение может быть получено путем радиального натяга между охватываемой внутренней уплотнительной поверхностью и соответствующей охватывающей внутренней уплотнительной поверхностью, предусмотренной в охватывающей внутренней канавке охватывающего элемента. В частности, если отношение E_i/L_i слишком мало, то жесткость внутреннего кольца слишком низкая, что может сделать внутреннее уплотнение нестабильным. Согласно настоящему изобретению отношение E_i/L_i должно составлять более 10%. Чтобы облегчить механическую обработку резьбовой части без риска повреждения охватываемой внутренней уплотнительной поверхности, размер L_i , в частности, может быть выбран так, чтобы он составлял более 15 мм.

Предпочтительно охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность может быть цилиндрической или конической или фактически состоять из цилиндрической части, смежной с конической частью. Половинный угол при вершине конуса конической части охватываемой внутренней уплотнительной поверхности может находиться в диапазоне от 2 до 15°. И предпочтительно охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность может быть тороидальной с радиусом в диапазоне от 10 до 80 мм или конической с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°. Максимальная толщина, перпен-

дикулярная этой охватываемой внутренней уплотнительной поверхности E_{sp} , больше толщины E_{pi} внутреннего кольца. Конфигурация такого типа улучшает жесткость в зоне натяга между соответствующими охватываемой и охватывающей внутренними уплотнительными поверхностями.

В качестве примера, отношение E_{pi}/E_{sp} больше или равно 1,05 и более предпочтительно больше или равно 1,1.

Предпочтительно наружное уплотнение может быть получено посредством радиального натяга между охватываемой внешней уплотнительной поверхностью охватываемой наружной канавки и соответствующей охватывающей внешней уплотнительной поверхностью, предусмотренной на охватывающем элементе в охватывающей наружной кромке. В частности, если отношение E_{pe}/L_e слишком мало, то жесткость внешнего кольца слишком низкая, что может сделать это наружное уплотнение нестабильным. Согласно настоящему изобретению отношение E_{pe}/L_e должно составлять более 10%. Чтобы облегчить механическую обработку охватывающей резьбовой части без риска повреждения охватывающей внешней уплотнительной поверхности, размер L_e , в частности, может быть выбран так, чтобы он составлял более 15 мм.

Предпочтительно охватываемая внешняя уплотнительная поверхность может быть тороидальной с радиусом в диапазоне от 10 до 150 мм или конической с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°.

Предпочтительно охватывающая внешняя уплотнительная поверхность может быть тороидальной или конической, причем половинный угол при вершине конуса находится в диапазоне от 2 до 15°, так что максимальная толщина, перпендикулярная указанной охватывающей внешней уплотнительной поверхности E_{sb} , превышает толщину E_{pe} наружного кольца.

В качестве примера, отношение E_{pe}/E_{sb} больше или равно 1,05 и более предпочтительно больше или равно 1,1.

Конфигурация такого типа улучшает жесткость в зоне, где есть натяг между соответствующими охватываемой и охватывающей внешними уплотнительными поверхностями.

Отношения E_{pe}/L_e и E_{pi}/L_i согласно настоящему изобретению оптимизированы с целью гарантирования стабильности характеристик уплотнения.

Предпочтительно по своему внутреннему периметру охватываемый элемент может иметь фаску, соединяющуюся с охватываемым дистальным концом. Фаска может находиться под углом β относительно плоскости, перпендикулярной продольной оси соединения, чтобы облегчать установку или снятие приспособлений для технической диагностики или бурения. Предпочтительно угол β может находиться в диапазоне от 20 до 30°.

Предпочтительно максимальный наружный диаметр охватывающего элемента может находиться в диапазоне от 100 до 103% ("полуравнопроходное") и более предпочтительно в диапазоне от 100,2 до 101% ("равнопроходное") номинального наружного диаметра второй трубы.

Предпочтительно минимальный внутренний диаметр охватываемого элемента может быть меньше номинального внутреннего диаметра первой трубы.

Другие характеристики и преимущества настоящего изобретения станут очевидными при рассмотрении приведенного далее подробного описания и прилагаемых графических материалов, на которых на фиг. 1 приведена теоретическая иллюстрация общего вида соединенного первого резьбового соединения в продольном разрезе;

на фиг. 2 приведена теоретическая иллюстрация резьбового соединения согласно настоящему изобретению, показанному на фиг. 1, в увеличенном подробном виде А;

на фиг. 3 приведена теоретическая иллюстрация резьбового соединения согласно настоящему изобретению, показанному на фиг. 1, в увеличенном подробном виде В.

Теоретические иллюстрации на фиг. 1-3 иллюстрируют зоны охватываемого и охватывающего элементов соединения согласно настоящему изобретению в конфигурации, в которой натяг не показан. На этих теоретических иллюстрациях части, предназначенные для вступления в контакт с натягом, перекрываются локально. В данном случае этими натягивающимися частями являются внутренняя и внешняя уплотнительные поверхности. В зоне перекрытия используется поперечная штриховка другого типа. Эта поперечная штриховка подразумевает, что между элементами может быть установлена предполагаемая разница в диаметре. В поперечно заштрихованной зоне наружный диаметр части охватываемого элемента больше, чем внутренний диаметр соответствующей части охватывающего элемента. Радиальная толщина этой поперечной штриховки представляет собой значение радиального натяга, которое можно измерить в миллиметрах, перпендикулярно уплотнительным поверхностям. На этих теоретических видах резьбовые зоны не показаны подробно.

На фиг. 1-3 приведено лучшее схематическое представление о радиальной высоте взаимопроникновения, предназначенное для проектирования охватываемых и охватывающих элементов, предназначенных для образования соединения согласно настоящему изобретению.

Ясно, что в действительности материал охватываемого и охватывающих элементов не создает взаимного проникновения, но создает локальную зону плотного контакта, называемую уплотнением металл-

металл.

Принимая это во внимание, на фиг. 4 приведена схематическая иллюстрация соединения согласно настоящему изобретению в конечном положении свинчивания соединения, с серой штриховкой для указания результатов анализа нагрузок методом конечных элементов, наблюдаемых в соединении согласно настоящему изобретению в конечном положении свинчивания. Самые темные зоны - это те зоны, в которых нагрузки самые большие.

На фиг. 5 приведена схематическая иллюстрация детали A1, показанной на фиг. 4, в конечном свинченном положении соединения.

На фиг. 6 приведена схематическая иллюстрация детали B1, показанной на фиг. 4, в конечном свинченном положении соединения.

На фиг. 7 показан первый вариант осуществления охватываемого элемента соединения согласно настоящему изобретению вблизи его охватываемого дистального конца.

На фиг. 8 показан второй вариант осуществления охватываемого элемента соединения согласно настоящему изобретению вблизи его охватываемого дистального конца.

Прилагаемые графические материалы служат не только для дополнения изобретения, но также при необходимости вносят вклад в его определение. Как и в ситуации со всеми графическими материалами в заявке, представления иллюстрируют полуплоскости, поскольку они симметричны относительно оси трубы и соединения.

Для улучшения соединений заявитель разработал превосходные соединения, известные как соединения премиум-класса, которые выходят за рамки стандартов API и превышают их. Вблизи резьбовых зон могут быть предусмотрены некоторые уплотнительные поверхности, причем указанные поверхности вводятся в зажимной контакт во время свинчивания компонентов. В частности, предполагается, что эти поверхности выбраны с целью демонстрации радиального натяга.

Уплотнение для текучих сред (жидкостей и газов) под высоким давлением, таким образом, является результатом контакта в соответствии с взаимным радиальным зажимом уплотнительных поверхностей. Степень радиального зажима зависит от относительного осевого положения охватываемой и охватывающей резьбовых зон, причем указанное относительное положение, возможно, определяется путем введения в упорный контакт упорных поверхностей, предусмотренных соответственно на охватываемом и охватывающем элементах.

Предпочтительно только охватываемый и охватывающий наружные упоры вступают в контакт в соединении согласно настоящему изобретению.

Уплотнительные поверхности могут быть использованы для предотвращения перемещения текучей среды (жидкости и газа при давлении внешней среды и атмосферном давлении) между внутренней и наружной частями соединения согласно настоящему изобретению.

На фиг. 1 показано соединение согласно настоящему изобретению, образованное посредством свинчивания трубного компонента C1, содержащего охватываемый резьбовой элемент 1, с трубным компонентом C2, в котором предусмотрен охватывающий резьбовой элемент 2. Соединение содержит внутреннее уплотнение E1 и наружное уплотнение Ee.

Каждый из трубных компонентов C1 и C2 содержит трубу 10 и 20 соответственно. Охватывающий элемент и охватываемый элемент, предназначенные для образования соединения согласно настоящему изобретению, расположены на концах таких труб. Охватываемый резьбовой элемент 1 расположен на одном конце первой трубы 10. Охватывающий резьбовой элемент 2 расположен на одном конце второй трубы 20. Трубы 10 и 20 могут иметь длину несколько метров, например, длину порядка от 10 до 15 м. В трубе большой длины может быть предусмотрен охватываемый резьбой элемент на одном конце и охватывающий резьбой элемент на противоположном конце. Тем не менее, настоящее изобретение, несмотря на это, также может быть применено к соединению, использующему соединительную муфту, содержащую короткую трубу, в которой предусмотрены охватывающие резьбовые элементы на обоих ее концах.

Соединение согласно настоящему изобретению может быть применено для составления обсадных колонн или колонн насосно-компрессорных труб для нефтегазовых скважин, водоотделяющих колонн системы ремонта или бурильных колонн для тех же скважин.

Трубы предпочтительно выполнены из стали. Фактически они могут быть изготовлены из разных марок нелегированной, низколегированной или высоколегированной стали или даже из содержащего железо или не содержащего железо сплава, причем они могут быть подвергнуты термообработке или упрочнены нагартовкой в зависимости от условий эксплуатации, таких как, например, уровень механической нагрузки, коррозионные свойства текучей среды внутри или снаружи трубы и т.д. Также можно использовать стальные трубы, которые характеризуются меньшей устойчивостью к коррозии, покрытые защитным покрытием, например, выполненным из антикоррозионного сплава или синтетического материала.

На фиг. 1 охватывающий резьбой элемент 2 содержит охватывающую резьбовую зону 23. Охватывающая резьбовая зона 23 имеет коническую форму, например, с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 0,5 до 3°, предпочтительно в диапазоне от 1 до 3°. Охватывающая резьбовая зона 23 расположена на внутренней части охватываемого элемента 2. Охватываемый резьбовой элемент 1 содержит охватываемую резьбовую зону 13, расположенную на внешней поверхности указанного охватываемого

конца 1. Охватываемая резьбовая зона 13 входит в зацепление с внутренней резьбой 23. Охватываемая резьбовая зона 13 имеет конусность, которая по существу равна конусности охватывающей резьбовой зоны 23.

Охватываемый резьбовой элемент 1

По охватываемой резьбовой зоне 13 проходит внутренняя охватываемая кромка в направлении свободного дистального конца 17. Внешняя поверхность внутренней охватываемой кромки с одной стороны ограничена внутренним концом охватываемой резьбовой зоны 13 и с другой стороны свободным дистальным концом 17. Свободный дистальный конец 17 проходит по существу радиально относительно продольной оси компонента С1.

На фиг. 2 и 5 после охватываемой резьбовой зоны 13 в направлении свободного дистального конца 17 внутренняя охватываемая кромка, таким образом, последовательно содержит первую поверхность 11, смежную с охватываемой резьбовой зоной 13, первую охватываемую концевую часть, смежную с этой первой поверхностью 11, которая при этом сама последовательно содержит

первую коническую поверхность 12 с диаметром, который увеличивается по направлению к свободному дистальному концу 17 с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 5 до 30°, скругление 14, выпуклый радиус которого находится в диапазоне от 0,4 до 1,4 мм, охватываемую внутреннюю уплотнительную поверхность 15 и второе скругление 16, выпуклый радиус которого находится в диапазоне от 0,4 до 1 мм, причем это второе скругление 16 смежно со свободным дистальным концом 17.

На фиг. 5 и 7 охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность 15 имеет коническую форму с диаметром, который уменьшается в направлении охватываемого свободного конца. В частности, для конической уплотнительной поверхности половинный угол находится в диапазоне от 2 до 15°, более предпочтительно в диапазоне от 4 до 8°. Альтернативно эта охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность 15 может быть цилиндрической или фактически тороидальной, выпуклый радиус которой находится в диапазоне от 10 до 80 мм.

В одном варианте охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность 15 может быть сложной, как можно видеть на фиг. 8. Сложная охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность 15 состоит из цилиндрической части 15а, соединенной с первым скруглением 14, и конической части 15b с диаметром, который уменьшается в направлении к охватываемому свободному концу 17 вплоть до второго скругления 16. Соответствующие цилиндрическая 15а и коническая 15b части являются смежными. Половинный угол конической части 15b находится в диапазоне от 2 до 15°, более предпочтительно в диапазоне от 7,5 до 10°. Например, для трубных компонентов, труба которых имеет номинальный наружный диаметр менее 355,6 мм (14 дюймов), охватываемая уплотнительная поверхность 15 является сложной.

Охватываемая внутренняя кромка имеет длину L_i , измеренную в осевом направлении, причем эта длина L_i является наименьшим расстоянием, измеренным вдоль продольной оси компонентов С1 и С2, между охватываемой резьбовой зоной 13 и вершиной охватываемой свободной дистальной поверхности 17. Механическая обработка винтовой линии, предназначенной для формирования охватываемой резьбовой зоны 13, начинается со спуска 51, показанного на фиг. 2, 5, 7 и 8. Спуск 51 отделяет охватываемую резьбовую зону 13 от первой поверхности 11. Спуск 51, расположенный сбоку от дистальной поверхности 17, составляет внутренний конец охватываемой резьбовой зоны 13. Длина кромки L_i измеряется между этим спуском 51 и вершиной дистальной поверхности 17.

Первая поверхность 11 образует внутреннее кольцо. Это внутреннее кольцо может представлять собой цилиндр. В показанном примере первая поверхность 11 содержит образующую, параллельную оси компонентов С1 и С2, которая также параллельна продольной оси соединения.

Толщина E_r стенки внутреннего кольца, перпендикулярной этой первой поверхности 11, таким образом, является постоянной по всей первой поверхности 11, что означает, что указанная первая поверхность 11 может быть определена.

Часть E_r с постоянной толщиной в осевом направлении представляет расстояние G_{li} , которое может охватывать по меньшей мере треть и более предпочтительно по меньшей мере 45% длины L_i .

Альтернативно, когда внутреннее кольцо не является цилиндром, параметр E_r , рассматриваемый согласно настоящему изобретению, представляет собой минимальную толщину стенки, наблюдаемую между резьбовой частью 13 и охватываемой внутренней уплотнительной поверхностью 15.

В частности, толщина E_r меньше радиальной толщины E_{sp} , наблюдаемой перпендикулярно охватываемой внутренней уплотнительной поверхности 15.

Необязательно фаска 18 находится под углом β относительно охватываемой свободной дистальной поверхности 17. Угол β находится в диапазоне от 20 до 30°. Таким образом, фаска 18 имеет коническую форму с диаметром, который увеличивается в направлении к свободному дистальному концу 17, т.е. к охватываемой упорной поверхности. Фаска 18 может использоваться для вставки приспособлений для технической диагностики или даже бурильных приспособлений с диаметрами, которые меньше, но близки к диаметрам труб согласно настоящему изобретению, в колонну, полученную путем соединения не-

скольких труб посредством свинчивания. Это облегчает вставку и позволяет избежать зацепления на уровне соединения. Также облегчается удаление приспособлений.

Эта конфигурация с разницей в диаметре и фаской подразумевает, что приспособления для технической диагностики или бурения могут быть вставлены внутрь самой трубы, не рискуя зацепить один конец трубы из-за дополнительных толщин, также известных как выступы, используемых для улучшения сопротивления изгибу.

Кроме того, этот охватываемый резьбовой элемент 1 содержит охватываемую наружную канавку, как показано на фиг. 3 и 6, на его наружной периферии в продолжении охватываемой резьбовой зоны 13 в направлении корпуса трубы 10. Охватываемая наружная канавка содержит вторую поверхность 34, причем эта вторая поверхность 34, возможно, непосредственно примыкает к охватываемой резьбовой зоне 13.

Указанная вторая поверхность 34 сама также проходит в направлении корпуса трубы 10 на вторую наружную концевую часть. Указанная вторая наружная концевая часть, как показано на фиг. 3 и 6, последовательно содержит

первое скругление 38 между второй поверхностью 34 и второй конической поверхностью 35, причем это скругление 38 может образовывать часть с вогнутым радиусом,

коническую поверхность 35, имеющую диаметр, который увеличивается в направлении корпуса трубы 10, с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 5 до 45°,

второе скругление 39, выпуклый радиус которого находится в диапазоне от 1 до 8 мм; без этого радиуса можно обойтись, если инструменты можно снять без него;

тороидальную охватываемую внешнюю уплотнительную поверхность 36 с радиусом в диапазоне от 10 до 150 мм или коническую с диаметром, который увеличивается по направлению к наружному упору 22, с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°,

конечное скругление 40 с вогнутым радиусом, смежное с внешней упорной поверхностью 37.

Внешняя упорная поверхность 37 имеет положительный угол α относительно перпендикуляра к продольной оси соединения. Положительный угол ориентирован в тригонометрическом смысле, т.е. по часовой стрелке.

Положительный угол α находится в диапазоне от 5 до 45°. Конечное скругление 40 находится на угловой дуге, чтобы между охватываемой внешней уплотнительной поверхностью 36 и охватываемой внешней упорной поверхностью 37 мог быть образован острый угол.

Охватывающий резьбой элемент 2

Охватывающий резьбовой элемент 2 содержит на своей внутренней периферии резьбовую зону 23 для обеспечения возможности свинчивания с соответствующим охватываемым резьбовым элементом 13, с конфигурацией по обе стороны от резьбовой зоны 23, которая теперь будет описана в нижеследующих абзацах.

На фиг. 2 охватывающий резьбовой элемент содержит охватывающую внутреннюю канавку, обращенную к охватываемой внутренней кромке. Эта охватывающая внутренняя канавка в направлении от охватывающей резьбовой зоны 23 к внутреннему заплечу 28 последовательно содержит

первую охватывающую поверхность 24,

первую охватывающую концевую часть, последовательно содержащую

скругление 25 к первой поверхности 24, причем это скругление 25 имеет выпуклый радиус в диапазоне 0,8 и 10 мм;

тороидальную охватывающую внутреннюю уплотнительную поверхность 26 с радиусом в диапазоне от 10 до 80 мм или коническую с диаметром, уменьшающимся по направлению к внутреннему упору 28, с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°. Эта уплотнительная поверхность 26 может вступать в контакт с натягом с соответствующей охватываемой внутренней уплотнительной поверхностью 15. Охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность 26 может иметь ту же конусность, что и охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность 15;

скругление 27, вогнутый радиус которого находится в диапазоне от 0,4 до 2 мм, причем это скругление 27 соединяет охватывающую внутреннюю уплотнительную поверхность 26 с внутренним заплечиком 28.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность 26 является конической.

Внутренний заплечик 28 предпочтительно ориентирован радиально относительно продольной оси соединения.

Однако в соединенном состоянии в варианте осуществления, показанном на фиг. 1 и 2, между внутренним заплечиком 28 и свободной охватываемой дистальной поверхностью 17 существует осевой зазор. Таким образом, в соединенном состоянии две поверхности 17 и 28 не вступают в контакт. Это имеет эффект предотвращения упорного контакта на внутренней кромке, что могло бы привести к увеличению изгиба кромки за счет добавления сжимающих нагрузок к поверхностям 17 и 28, когда соединение находится под сжатием. Наконец, следует отметить, что в соединенном состоянии между первыми поверхно-

стями 11 и 24 существует радиальный зазор для создания рельефа, позволяющего собирать смазку, попавшую в резьбу.

Можно обойтись без скругления 25, если обрабатывающие инструменты можно снять без него. Отказ от скругления 25 дополнительно улучшает характеристики свинчивания.

Охватывающий конец, как показано на фиг. 3, дополнительно содержит наружную охватывающую кромку на своей внутренней периферии в продолжении резьбовой зоны 23 в направлении ее свободного конца 42. Указанная наружная охватывающая кромка содержит вторую поверхность 21 и вторую концевую часть в продолжении второй охватывающей поверхности 21 в направлении внешнего упора 42. Эта вторая концевая охватывающая часть последовательно содержит

выпуклую тороидальную поверхность 43 с радиусом в диапазоне 5 и 40 мм;

коническую часть 44 с диаметром, который уменьшается в направлении охватывающего свободного конца, соединенную через точку 45 перегиба с охватывающей внешней уплотнительной поверхностью 46, которая имеет выпуклую тороидальную или коническую форму, диаметр которой уменьшается в направлении к охватываемому свободному концу; в показанном примере охватывающая внешняя уплотнительная поверхность 44 является конической с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°, эта уплотнительная поверхность 46 может вступать в контакт натягом с соответствующей охватываемой внешней уплотнительной поверхностью 36;

упорную поверхность 42 с положительным углом α относительно перпендикуляра к продольной оси соединения; положительный угол ориентирован в тригонометрическом смысле, т.е. по часовой стрелке; положительный угол α находится в диапазоне от 5 до 45°, эта упорная поверхность может входить в контакт с соответствующей охватываемой внешней упорной поверхностью 37; этот положительный угол может быть использован, чтобы придать жесткость упору охватывающей упорной поверхности 42 по отношению к охватываемой упорной поверхности с целью повышения контактных давлений.

Охватывающая наружная кромка имеет длину L_e , измеренную в осевом направлении вдоль продольной оси компонентов С1 и С2, причем эта длина L_e является наименьшим расстоянием между охватывающей резьбовой зоной 23 и вершиной дистального конца упорной поверхности 42. Механическая обработка винтовой линии, предназначенной для формирования охватывающей резьбовой зоны 23, начинается со спуска 52, представленного на фиг. 1, 3 и 6. Спуск 52 отделяет охватывающую резьбовую зону 23 от второй охватывающей поверхности 21. Спуск 52, расположенный на стороне дистальной торцевой поверхности 42, образует наружный конец охватывающей резьбовой зоны 23. Длина кромки L_i измеряется между этим спуском 52 и вершиной охватывающей дистальной упорной поверхности 42.

Вторая поверхность 21 образует наружное кольцо. Это наружное кольцо может представлять собой цилиндр. В показанном примере вторая поверхность 21 содержит образующую, параллельную оси компонентов С1 и С2, которая также параллельна продольной оси соединения.

Толщина E_{re} внешнего кольца, перпендикулярная этой второй поверхности 21, является постоянной по всей второй поверхности 21, что означает, что эту вторую поверхность 21 можно определить.

Часть с постоянной толщиной E_{re} в осевом направлении представляет расстояние G_{le} , которое может покрывать по меньшей мере треть и более предпочтительно по меньшей мере 45% длины L_e .

Альтернативно, когда наружное кольцо не является цилиндром, толщина E_{re} согласно настоящему изобретению представляет минимальную толщину, наблюдаемую между охватывающей резьбовой частью 23 и внешней охватывающей уплотнительной поверхностью 44.

В частности, толщина E_{re} меньше радиальной толщины E_{sb} , наблюдаемой перпендикулярно внешней охватывающей уплотнительной поверхности 44.

В соединенном состоянии, как показано на фиг. 1 и 3, на внешнем упоре 22 может существовать контакт с натягом, то есть с взаимным проникновением материала. Кроме того, поверхности 36 и 43 скругления также могут вступать в контакт с натягом в радиальном направлении, создавая тем самым лучшее уплотнение.

Наконец, в соединенном состоянии между вторыми поверхностями 21 и 34 имеется радиальный зазор с целью создания рельефа, который может собирать смазку, попавшую в резьбу.

Скругления не являются обязательными.

Примеры

Заявитель рассматривает резьбовые соединения большого диаметра, в частности диаметром более 127 мм, но менее 460 мм, предпочтительно менее 406,4 мм, т.е. 16 дюймов. Соединения этого типа иногда подвергаются большим внутренним и внешним давлениям в дополнение к усилиям растяжения/сжатия. Эти уровни давления имеют склонность вызывать большие пластические деформации с изгибом внутренней и наружной кромок, тем самым ухудшая уплотняющие свойства этих соединений. В соединении согласно настоящему изобретению также учтена прочность на растяжение.

Фактически, когда растягивающая нагрузка является чрезмерной, витки могут отделяться друг от друга из-за явления выскакивания, что вызывает разделение двух компонентов соединения. С технической точки зрения и с точки зрения затрат последствия могут быть чрезвычайно неблагоприятными. В особенности это относится к ситуации, когда резьба имеет образующую конуса, поскольку выскакивание

одного витка может вызвать полное разъединение соединения.

Таким образом, соединение согласно настоящему изобретению снижает риск выскакивания витка независимо от положения резьбы при низком крутящем моменте свинчивания, позволяя располагать уплотнительные поверхности правильно и с достаточными зазорами для смазки. Эти зазоры получаются за счет поверхностей с обеих сторон резьбы.

Предпочтительно в соединении согласно настоящему изобретению внутреннее уплотнение представляет собой уплотнение типа "конус на конусе" и наружное уплотнение представляет собой уплотнение типа "конус на конусе".

Контакт "конус на конусе" является устойчивым между уплотнительными поверхностями во время комбинированной нагрузки, и это является хорошей конфигурацией для улучшения характеристик во время свинчивания. Уплотнения "конус на конусе" ограничивают риск образования задиров во время свинчивания.

Также можно использовать уплотнение "тор на конусе". Его можно использовать для компенсации эффекта изгиба внутренней кромки под действием внутренних сжимающих нагрузок. Уплотнительная поверхность охватываемого резьбового элемента слегка поворачивается, но радиус, составляющий охватываемую внутреннюю уплотняющую поверхность 15, является большим, и поэтому контакт все еще действует в конфигурации тор на конусе, слегка смещаясь вдоль взаимодействующей охватывающей уплотнительной поверхности.

Максимальный наружный диаметр охватывающего конца больше, чем максимальный наружный диаметр охватываемого конца. Что касается внутренних диаметров, внутренний диаметр охватывающего конца больше, чем максимальный внутренний диаметр охватываемого конца.

В частности, заявители наблюдали следующие результаты.

Номинальный наружный диаметр (мм)	298,45	355,60	355,60	346,08
Толщина трубы (мм)	12,42	20,62	20,62	15,88
Eri min – max (мм)	3,6 – 4,1	5,1 – 5,5	5,1 – 5,5	4,3 – 4,7
Gli Длина внутреннего кольца (мм)	7,57	8,33	8,25	8,42
Li min – max (мм)	15 – 16	16 – 17	16 – 17	16 – 17
Ere min – max (мм)	3,6 – 3,9	5,5 – 5,8	5,5 – 5,8	4,9 – 5,2
Gle Длина наружного кольца (мм)	8,76	10,00	10,01	8,88
Le min – max (мм)	17 – 18	17 – 18	17 – 18	19 – 20
Eri/Li	24,7 %	33%	33%	28%
Ere/Le	22%	33%	33%	26%
Полученная оценка качества	Не соответствует	Соответствует	Соответствует	Соответствует
	Утечка под внутренним давлением	API RP 5C5 2015 CAL II	API RP 5C5 2015 CAL II	API RP 5C5 2015 CAL II

В частности, заявители оптимизировали отношение Eri/Li для наружных диаметров трубы при их номинальном сечении более 200 мм или даже более 250 мм, и для этого типа конфигурации они выбрали отношение Eri/Li, большее или равное 25%.

Оптимизация может быть выполнена путем комбинирования параметров для наружных диаметров более 200 мм с параметрами для толщины стенки трубы (на расстоянии от соединения) в диапазоне от 10 до 25 мм и выбора для этого типа конфигурации отношения Eri/Li, большего или равного 25%.

Оптимизация также может быть выполнена путем комбинирования трех параметров, а именно параметра наружного диаметра более 200 мм с параметром толщины стенки трубы (на расстоянии от соединения) в диапазоне от 10 до 25 мм и параметром для равнопроходного типа соединения и выбора для этого типа конфигурации отношения Eri/Li, большего или равного 25%.

В частности, внутренняя охватываемая кромка должна удовлетворять следующему неравенству:

$$10\% \leq Eri \text{ (мм)} / Li \text{ (мм)} \leq 80\%$$

Преимущественно наружная охватывающая кромка должна удовлетворять следующему неравенству:
 $10\% \leq E\rho \text{ (мм)} / L_e \text{ (мм)} \leq 80\%$

Настоящее изобретение также состоит в определении размеров внутренних и наружных кромок таким образом, чтобы эти кромки могли выдерживать внутреннее и внешнее давление, которому подвергается соединение.

Охватывающая резьбовая зона 23 содержит резьбу с осевой длиной вблизи вершины, превышающей осевую длину вблизи основания. Охватываемая резьбовая зона 13 содержит резьбу с осевой длиной вблизи вершины, превышающей осевую длину вблизи основания. Угол наклона закладной стороны резьбы согласно настоящему изобретению является положительным, при этом угол измеряется относительно радиальной плоскости, перпендикулярной оси соединения. Угол наклона опорной стороны резьбы согласно настоящему изобретению является отрицательным, при этом угол измеряется относительно радиальной плоскости, перпендикулярной оси соединения. В предпочтительном варианте осуществления витки имеют профиль "ласточкин хвост". Альтернативно угол наклона опорной стороны отличается от угла наклона закладной стороны. В другом альтернативном варианте угол наклона закладной стороны охватывающей резьбовой зоны 23 равен углу наклона закладной стороны охватываемой резьбовой зоны 13. Угол наклона опорной стороны охватывающей резьбовой зоны 23 по существу равен углу наклона опорной стороны охватываемой резьбовой зоны 13.

Резьба согласно настоящему изобретению содержит вершину, впадину, опорную сторону и закладную сторону. Между сторонами профиля и вершиной и между сторонами профиля и впадиной предусмотрены радиусы скругления. Ширина вершин и впадин меняется в зависимости от положения соответствующего витка вдоль оси трубы. Указанная ширина L может быть выражена в форме: $L = L_0 + A x$, где L_0 и A - постоянные, а x - положение вдоль оси. Ширина измеряется параллельно оси соединения согласно настоящему изобретению. Диаметр вершин и впадин изменяется в зависимости от положения соответствующего витка вдоль оси трубы вследствие конусности резьбы. Вершины и впадины резьбы параллельны оси резьбового соединения. Это облегчает механическую обработку и зацепление во время свинчивания.

Охватываемая резьбовая зона 13 может иметь первую часть, в которой ширина зубцов увеличивается от значения, соответствующего ширине зубца, ближайшего к концевой части охватываемого конца, до значения, соответствующего ширине зубца, наиболее удаленного от указанной концевой части, в то время как ширина зубцов охватывающей резьбовой зоны 23 уменьшается от значения, соответствующего ширине зубца, наиболее удаленного от концевой части охватываемого конца, до значения, соответствующего ширине зубца, ближайшего к указанной концевой части, таким образом, чтобы резьбовые зоны 13, 23 взаимодействовали во время свинчивания, оставляя осевой зазор между закладными сторонами.

Отношение между шириной зубца, ближайшего к концевой части охватываемого конца, и шириной зубца, наиболее удаленного от концевой поверхности охватываемого конца, может находиться в диапазоне от 0,1 до 0,8 в абсолютном значении.

Резьба согласно настоящему изобретению имеет переменную ширину резьбы. Между закладными сторонами в соединенном состоянии в конце свинчивания присутствует осевой зазор, и между впадинами и вершинами резьбы в соединенном состоянии присутствует радиальный зазор.

Опорные стороны витков расположены под отрицательным углом в тригонометрическом смысле, которой представляет понимание, используемое для всех углов настоящего описания изобретения. Закладные стороны витков расположены под положительным углом. Наружный упор позволяет правильно расположить уплотнительные поверхности.

Резьба имеет ширину зубца, которая увеличивается вдоль резьбы. Фактически впадины охватываемой резьбы имеют ширину, которая увеличивается в направлении к внутренней части трубы, в то время как вершины охватываемой резьбы проходят в обратном направлении и наоборот для охватывающей резьбы.

В соединенном состоянии (после свинчивания) между вершинами резьбы охватываемой резьбовой зоны 13 и впадинами резьбы охватывающей резьбовой зоны 23 имеется радиальный зазор. Радиальный зазор составляет от 0,05 до 0,5 мм. Выбор радиального зазора в соединенном состоянии может зависеть от требуемого объема смазки и допусков обработки. При механической обработке высокого качества желателен зазор в 0,15 мм или менее.

В соединенном состоянии (после свинчивания) между закладными сторонами витков охватываемой и охватывающей резьбовых зон соответственно имеется осевой зазор. Осевой зазор составляет порядка от 0,002 до 1 мм. Выбор осевого зазора в соединенном состоянии может зависеть от требуемого объема смазки, угла сторон резьбы и допусков обработки. Зазор в 0,05 мм или менее желателен, когда механическая обработка контролируется должным образом и угол наклона составляет 5° или менее в абсолютном значении. В соединенном состоянии опорные стороны воспринимают зажимные усилия.

Опорная сторона витков охватывающей резьбовой зоны 23 наклонена относительно радиальной плоскости таким образом, что взаимодействует с натягом с соответствующей наклоненной опорной стороной витков охватываемой резьбовой зоны 13 с целью повышения прочности в случае упругой дефор-

мации соединения, в частности при растягивающей нагрузке, с внутренним давлением или без него. В этом положении натяг является радиальным с целью сохранения связи между резьбами. Резьбы взаимно образуют радиальные удерживающие захваты. Наклон охватываемой опорной стороны, как и охватывающей стороны, находится в диапазоне от -1 до -15° . Выше -1° радиальный удерживающий эффект становится слабым. Ниже -15° может негативно повлиять на прочность при сжатии. Предпочтительный диапазон составляет от -3 до -5° . Разница в наклоне охватываемых и охватывающих опорных сторон может иметь допуск плюс или минус 3° .

Закладная сторона витков охватывающей резьбовой зоны 23 наклонена относительно радиальной плоскости таким образом, что взаимодействует с натягом с соответствующей наклоненной закладной стороной витков охватываемой резьбовой зоны 13 с целью повышения прочности в случае упругой деформации соединения, в частности при растягивающей нагрузке, с внутренним давлением или без него. Натяг является радиальным с целью сохранения связи между резьбами. Резьбы взаимно образуют радиальные удерживающие захваты. Наклон охватываемой опорной стороны, как и охватывающей стороны, находится в диапазоне от 1 до 15° . Ниже 1° радиальный удерживающий эффект становится слабым. Выше 15° может негативно повлиять на прочность при сжатии. Предпочтительный диапазон составляет от 3 до 5° . Разница в наклоне охватываемых и охватывающих опорных сторон может иметь допуск плюс или минус 3° .

Наклон охватываемой и охватывающей закладной стороны может быть равен или отличаться от наклона охватываемой и охватывающей опорной стороны, например, в пределах плюс или минус 3° .

Радиусы скругления могут находиться в диапазоне от $0,005$ до 3 мм. Закругленные радиусы скругления уменьшают концентрации напряжений на основаниях опорных сторон и, таким образом, улучшают усталостные характеристики соединения согласно настоящему изобретению.

Охватывающая 23 и охватываемая 13 резьбовые зоны являются многозаходными, предпочтительно двухзаходными. Тогда свинчивание может быть ускорено.

Стороны резьбы предпочтительно имеют профиль "ласточкин хвост". Геометрия витков типа ласточкиного хвоста увеличивает их радиальную жесткость при сборке по сравнению с витками, для которых осевая ширина регулярно уменьшается от основания до вершины витков.

Стороны резьбы могут иметь трапецевидный профиль. Осевой зазор между закладными сторонами может находиться в диапазоне от $0,002$ до 1 мм, предпочтительно в диапазоне от $0,05$ до $0,5$ мм.

На впадинах резьбы первого компонента и/или вершинах резьбы первого компонента может быть предусмотрен радиальный зазор. Радиальный зазор может находиться в диапазоне от $0,05$ до $0,5$ мм, предпочтительно в диапазоне от $0,05$ до $0,15$ мм.

Опорные стороны могут находиться под углом в диапазоне от -1 до -15° , предпочтительно в диапазоне от -3 до -5° . Закладные стороны могут находиться под углом в диапазоне от 1 до 15° , предпочтительно в диапазоне от 3 до 5° . Опорные стороны могут находиться под другим углом, чем закладные стороны.

Настоящее изобретение не ограничивается вышеописанными примерами соединений и труб, приведенными исключительно в качестве примера, но оно охватывает все видоизменения, которые специалист в данной области техники может предусмотреть в рамках формулы изобретения, приведенной ниже.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение, содержащее первый и второй трубные компоненты, свинченные друг с другом, причем один из первого или второго компонентов имеет такой номинальный наружный диаметр трубы на расстоянии от их соответствующих охватываемого и/или охватывающего элементов, что этот номинальный диаметр трубы составляет более 200 мм, и при этом тогда соединение является таким, что

$$25\% \leq E_{pi}/L_i,$$

при этом первый компонент (C1) содержит первую трубу (10) и охватываемый элемент, расположенный на одном конце указанной первой трубы, причем охватываемый элемент последовательно по своей внешней периферийной поверхности содержит

охватываемую дистальную поверхность (17),

охватываемую внутреннюю кромку, содержащую внутреннее кольцо (11) с минимальной толщиной E_{ri} ,

охватываемую резьбовую зону (13), причем один внутренний конец указанной охватываемой резьбовой зоны находится на ненулевом осевом расстоянии (L_i) от охватываемой дистальной поверхности,

охватываемую наружную канавку (34) и

наружный заплечик (37), который может образовывать охватываемую внешнюю упорную поверхность,

при этом второй компонент (C2) содержит вторую трубу (20) и охватывающий элемент, расположенный на одном конце указанной второй трубы, причем охватывающий элемент последовательно по своей внутренней периферийной поверхности содержит

внутренний заплечик (28),
охватывающую внутреннюю канавку (24), расположенную обращенной к охватываемой внутренней кромке,

охватывающую резьбовую зону (23),

охватывающую наружную кромку, содержащую наружное кольцо (21) с минимальной толщиной E_{re} , и

охватывающую дистальную поверхность (42), которая может взаимодействовать с охватываемой внешней упорной поверхностью посредством упорного действия, при этом охватывающая дистальная поверхность расположена на ненулевом осевом расстоянии (L_e) от одного наружного конца охватывающей резьбовой зоны так, что

в свинченном положении соединения между охватываемым внутренним кольцом и охватывающей внутренней канавкой имеется радиальный зазор и между охватывающим наружным кольцом и охватываемой наружной канавкой существует радиальный зазор, при этом между охватываемой внутренней кромкой и охватывающей внутренней канавкой локально образуется внутреннее уплотнение (E_i).

2. Резьбовое соединение по п.1, отличающееся тем, что один из первого или второго компонентов имеет такой номинальный наружный диаметр трубы на расстоянии от их соответствующих охватываемого и/или охватывающего элементов, что этот номинальный диаметр трубы составляет предпочтительно более 250 мм.

3. Резьбовое соединение по п.1 или 2, отличающееся тем, что соединение является таким, что

$$10\% \leq E_{re}/L_e.$$

4. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что соединение является таким, что

$$15\% \leq E_{re}/L_e$$

и предпочтительно $20\% \leq E_{re}/L_e$.

5. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что соединение является таким, что

$$E_i/L_i \leq 80\%,$$

и предпочтительно $E_i/L_i \leq 60\%$,

и более предпочтительно $E_i/L_i \leq 50\%$.

6. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что соединение является таким, что

$$E_{re}/L_e \leq 80\%,$$

и предпочтительно $E_{re}/L_e \leq 60\%$,

и более предпочтительно $E_{re}/L_e \leq 50\%$.

7. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что соединение является таким, что

$$15 \text{ мм} \leq L_i \leq 25 \text{ мм}.$$

8. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что соединение является таким, что

$$15 \text{ мм} \leq L_e \leq 25 \text{ мм}.$$

9. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что резьбовые зоны (13, 23) содержат соответствующие охватываемые и охватывающие витки с увеличивающейся шириной, причем витки содержат опорные стороны под отрицательными углами и закладные стороны под положительным углом, при этом в соединенном состоянии между вершинами охватываемых витков и впадинами охватывающих витков и/или между вершинами охватывающих витков и впадинами охватываемых витков существует радиальный зазор, и при этом в соединенном состоянии между закладными сторонами охватываемых и охватывающих витков также существует осевой зазор.

10. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая внешняя упорная поверхность (37) расположена под положительным углом α относительно перпендикуляра к продольной оси соединения и охватывающая внешняя упорная поверхность (42) находится под тем же углом α , причем угол α находится в диапазоне от 5 до 45°.

11. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что в соединенном состоянии внутренняя упорная поверхность (17) охватываемого конца не входит в контакт с внешней упорной поверхностью (28) охватывающего конца.

12. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что в соединенном состоянии внешняя упорная поверхность (37) охватываемого конца входит в упорный контакт с внешней упорной поверхностью (42) охватывающего конца.

13. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что внутреннее уплотнение (E_i) содержит охватываемую внутреннюю уплотнительную поверхность (15), которая выполнена с возможностью вступать в контакт с натягом с соответствующей охватывающей внутренней уплотнительной поверхностью (26), предусмотренной на охватывающем элементе.

14. Резьбовое соединение по п.13, отличающееся тем, что охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность (26) является цилиндрической и/или конической, причем половинный угол при вершине конуса находится в диапазоне от 2 до 15°.

15. Резьбовое соединение по п.13 или 14, отличающееся тем, что охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность (15) является тороидальной с радиусом в диапазоне от 10 до 80 мм или конической с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°; и при этом максимальная толщина, перпендикулярная указанной охватываемой внутренней уплотнительной поверхности (Esp), превышает толщину (Epi) внутреннего кольца.

16. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что содержит наружное уплотнение, полученное посредством натяга между охватываемой внешней уплотнительной поверхностью (36) и соответствующей охватывающей внешней уплотнительной поверхностью (44), предусмотренной на охватывающем элементе.

17. Резьбовое соединение по п.16, отличающееся тем, что охватываемая внешняя уплотнительная поверхность (36) является тороидальной с радиусом в диапазоне от 10 до 150 мм или конической с половинным углом при вершине конуса в диапазоне от 2 до 15°.

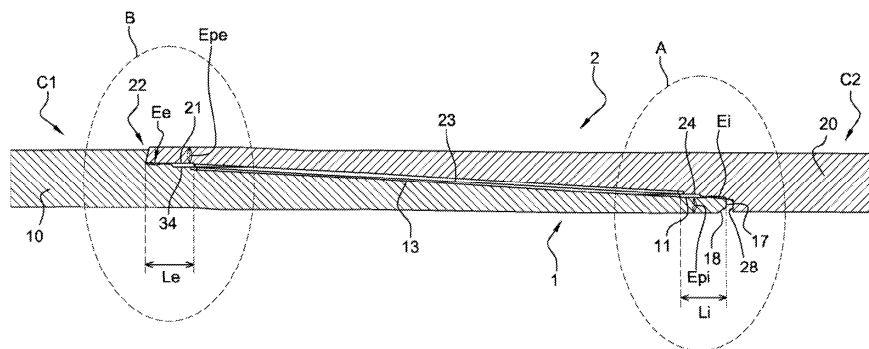
18. Резьбовое соединение по п.16 или 17, отличающееся тем, что охватывающая внешняя уплотнительная поверхность (44) является тороидальной или конической, причем половинный угол при вершине конуса находится в диапазоне от 2 до 15°, и при этом максимальная толщина, перпендикулярная указанной охватывающей внешней уплотнительной поверхности (Esb), превышает толщину (Epe) внешнего кольца.

19. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что нижняя часть внутреннего упора (17) имеет фаску (12) под отрицательным углом β по отношению к продольной оси соединения, чтобы облегчать вставку или удаление приспособлений для технической диагностики или бурения.

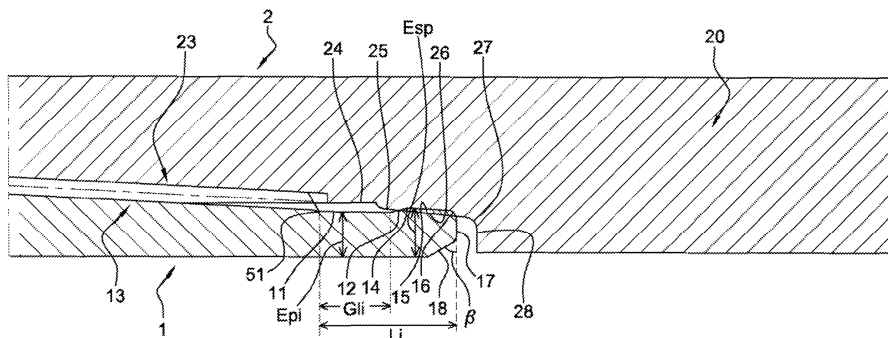
20. Резьбовое соединение по п.19, отличающееся тем, что отрицательный угол β находится в диапазоне от -20 до -30°.

21. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что максимальный наружный диаметр охватывающего элемента находится в диапазоне от 100,2 до 101% номинального наружного диаметра второй трубы.

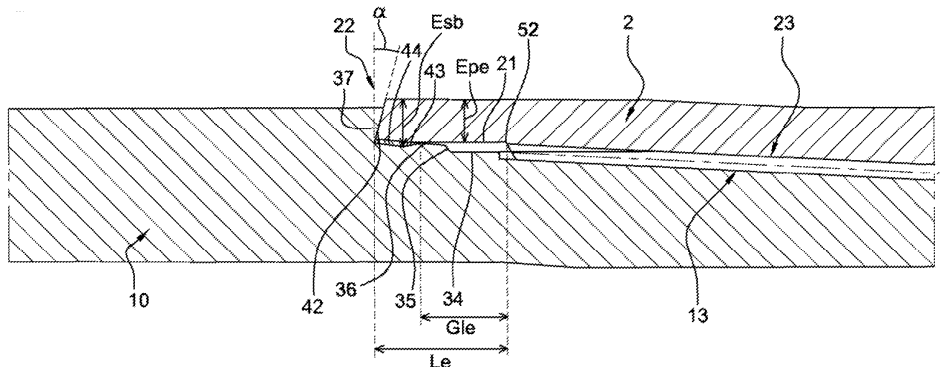
22. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что минимальный внутренний диаметр охватываемого элемента меньше номинального внутреннего диаметра первой трубы.



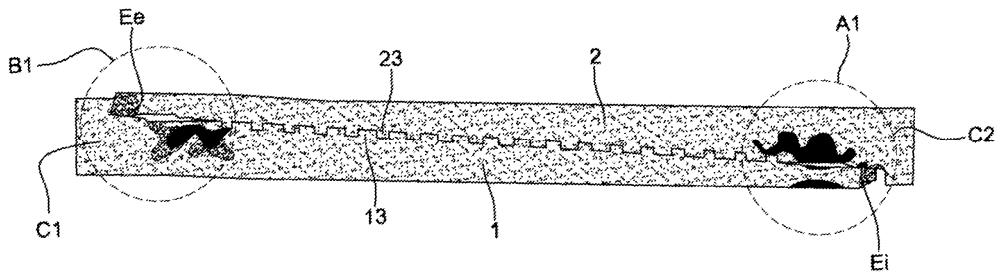
Фиг. 1



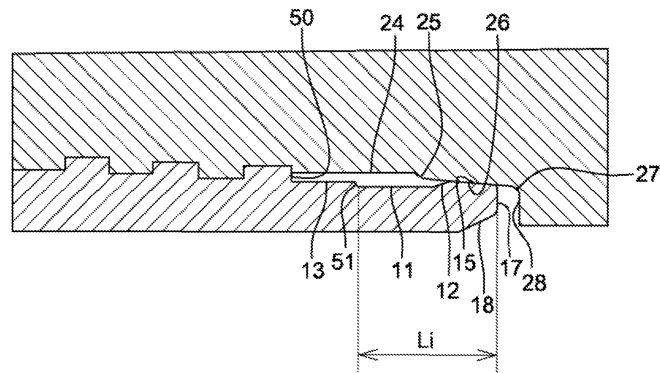
Фиг. 2



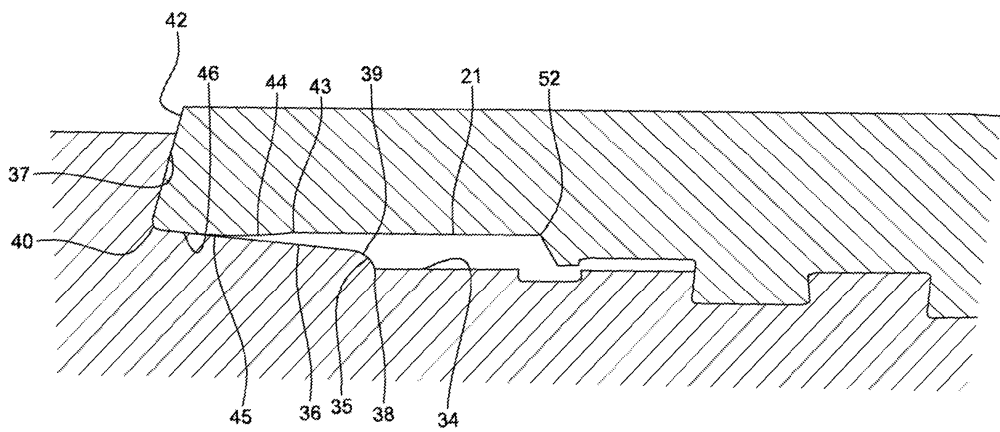
Фиг. 3



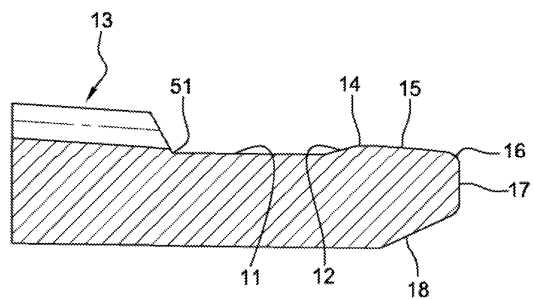
Фиг. 4



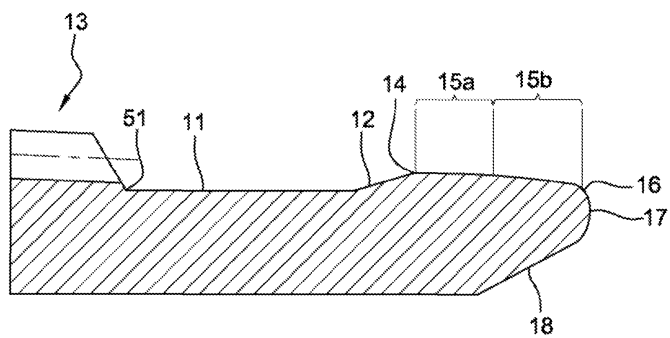
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

