

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202092412** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2021.01.13

(51) Int. Cl. *E21B 17/042* (2006.01)
F16L 15/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.05.24

(54) **ТРУБНОЕ РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ**

(31) 18305639.9

(32) 2018.05.25

(33) EP

(86) PCT/EP2019/063436

(87) WO 2019/224344 2019.11.28

(71) Заявитель:

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

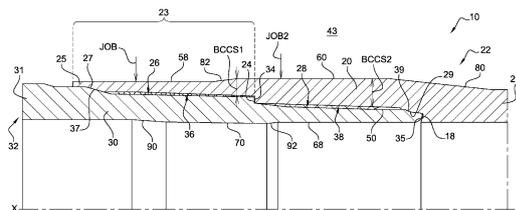
(72) Изобретатель:

**Брайан Бенуа, Фотергилл Алан,
Фулонь Антони, Мартен Пьер (FR)**

(74) Представитель:

Носырева Е.Л. (RU)

(57) Резьбовое трубное соединение (10), содержащее трубный охватывающий конец (20), проходящий от основного тела (21) первого трубного элемента (22), и трубный охватываемый конец (30), проходящий от основного тела (31) второго трубного элемента (32), вследствие чего трубный охватывающий конец (20) содержит первую механически обработанную наружную цилиндрическую поверхность (58) рядом с охватывающим свободным концом (25), имеющим первый наружный диаметр (JOB), и вторую механически обработанную наружную цилиндрическую поверхность (60) выше резьбовой части охватывающего конца, при этом второй наружный диаметр (JOB2) второй наружной цилиндрической поверхности больше, чем первый наружный диаметр (JOB).



A1

202092412

202092412

A1

ТРУБНОЕ РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к области трубных резьбовых соединений и сцеплениям или сборкам труб, соединяемых посредством резьбы.

В частности, настоящее изобретение относится к трубам, используемым в промышленности, и в частности к сборкам или резьбовым сочленениям, используемым в колоннах трубопроводов для насосно-компрессорных труб, или для трубной производственной оснастки, или для обсадных колонн, или хвостовика, или стояка для эксплуатации, или разведки или разработки нефтяных или газовых скважин.

Резьбовая сборка, описанная в настоящем документе, в частности применима при сборке металлических труб, используемых для обсадной колонны нефтяных или газовых скважин. Обсадная колонна необходима для поддержания устойчивости буровой скважины, предотвращения загрязнения водоносных пластов и регулирования давлений в скважине при бурильных работах, в процессе добычи и/или при ремонтных работах.

Эти трубы обсадной колонны изготавливаются из стали в соответствии со спецификацией 5СТ стандартов API для обсадных колонн и насосно-компрессорных труб. Например, сталь может быть одной из марок стандартов L80, P110 или Q125.

Такие резьбовые трубные соединения подвергаются различным сочетаниям напряжений, которые могут варьировать по интенсивности или менять направление, таких как, например: осевое растяжение, осевое сжатие, изгибающая сила от внутреннего давления, скручивающее усилие и т. д. Таким образом, резьбовые трубные соединения проектируют так, чтобы выдерживать эти напряжения, сопротивляться разрушению и обеспечивать непроницаемое уплотнение.

Известно множество типов сборок для нефте- и газоносных труб, обеспечивающих удовлетворительные результаты с точки зрения механических характеристик и герметичности даже в сложных условиях эксплуатации.

Первой проблемой, связанной с обсадными колоннами нефтяных или газовых скважин, является их установка в скважине без повреждения их внутренних и наружных поверхностей. Обсадные колонны представляют собой последовательность труб, причем первый ряд труб обсадной колонны имеет больший наружный диаметр, чем второй ряд труб обсадной колонны, предназначенный для присоединения к первому ряду, но устанавливаемый глубже в скважине. Обсадные колонны конструктивно выполняются так, что по мере увеличения глубины их нахождения в скважине их диаметр постепенно уменьшается. Но при этом переход должен быть плавным.

Таким образом, новый ряд обсадной колонны, имеющий конкретный наружный диаметр, необходимо вставлять в ранее установленный ряд обсадной колонны, имеющий больший диаметр и конкретный внутренний диаметр. Во избежание повреждения внутренней поверхности обсадной колонны, уже установленной в скважине, наружным диаметром нового ряда обсадной колонны необходимо управлять. Стандарты API содержат руководство по этому вопросу. Естественно, все ряды обсадной колонны должны также отвечать требованию эффективности в месте каждого соединения двух прилегающих труб обсадной колонны. Эффективность соединения, или эффективность сцепления, определяется как отношение предела прочности на растяжение сцепления к пределу прочности на растяжение трубы – отношение, которое оценивается при наиболее тяжелых условиях скважины, таких как высокое наружное давление, высокое внутреннее давление, высокое сжатие или высокое растяжение.

Известные сборки содержат трубы с охватываемой резьбой на обоих концах, собираемые посредством муфт, имеющих две соответствующие охватывающие резьбы. Преимущество этого типа сборки заключается в том, что он придает жесткость двум компонентам сборки благодаря положительному натягу резьбы, создаваемому между охватываемой и охватывающей резьбой.

Однако наружный диаметр этих муфт больше наружного диаметра соответствующих труб, и при использовании этих сборок для труб обсадной колонны муфты требуют бурения ствола скважины большего диаметра, чтобы вмещать наружный диаметр муфт.

Для устранения этого недостатка обычно используют сборки без муфты или переходной втулки, именуемые полуравнопроходными, равнопроходными или интегральными сборками, или сочленениями, или соединениями. Каждый из трубных

элементов этих интегральных сборок имеет один конец с охватываемой резьбой и один конец с охватывающей резьбой

Интегральные сборки обычно выполняют на трубах, имеющих конец соответствующего размера, соответственно расширенный наружный диаметр на конце с охватывающей резьбой и обжатый наружный диаметр на конце с охватываемой резьбой – для обеспечения толщины соединения, достаточной для обеспечения механической прочности соединения. Расширение и обжатие позволяют придать соединению более высокую эффективность. Оба помогают минимизировать максимальный наружный диаметр и соответственно минимальный внутренний диаметр в месте соединения. Таким образом, это соединение позволяет поддерживать определенный уровень работоспособности при смещении, облегчать установку в стволе скважины без повреждения существующей обсадной колонны и выдерживать стандарт для равнопроходного или полуравнопроходного интегрального соединения. Равнопроходное соединение является таким, что наружный диаметр соединения превышает номинальный наружный диаметр труб примерно на 1%; для полуравнопроходного соединения это значение составляет примерно 2–3%.

Можно сослаться на документ WO 2014/044773, в котором описывается интегральное полуравнопроходное резьбовое трубное соединение, содержащее первый трубный элемент, имеющий трубный охватываемый конец, и второй трубный элемент, имеющий трубный охватывающий конец. Каждый из охватывающего и охватываемого концов содержит две ступени конической резьбы в осевом направлении и эксцентричное уплотнение. Цель этого документа состоит в том, чтобы повысить эффективность соединения при растяжении путем обеспечения конкретного соотношения между площадями критических сечений.

Однако в данной отрасли допуски на целевой размер номинального диаметра, процесс обжатия и расширения, а также допуски на овальность, являются такими, что может случиться так, что в некоторых случаях вследствие прогиба свободного конца (оконечного конца) охватывающего конца при выполнении свинчивания соединения наружный диаметр охватывающего свободного конца может локально создавать наружную острую кольцевую кромку. То же самое может произойти вследствие прогиба свободного конца (оконечного конца) охватываемого конца при выполнении свинчивания соединения: внутренний диаметр охватываемого свободного конца может

локально создавать внутреннюю острую кольцевую кромку. Таким образом, при установке насосно-компрессорной трубы в обсадную колонну или одной обсадной колонны в другую обсадную колонну между этой острой кольцевой кромкой и дополнительной насосно-компрессорной трубой или обсадной колонной может возникнуть трение. Трение может вызвать преждевременный выход из строя обсадной колонны или насосно-компрессорной трубы, даже преждевременный производственный износ. Трение может привести к низкой эффективности уплотнения.

Таким образом, существует необходимость в усовершенствовании интегральных резьбовых трубных соединений для повышения как эффективности уплотнения, так и эффективности соединения при растяжении, с одновременным повышением износостойкости насосно-компрессорной трубы и обсадной колонны.

Одной целью настоящего изобретения является устранение этих недостатков.

Конкретной целью настоящего изобретения является предоставление резьбового трубного соединения, способного поглощать осевые и радиальные нагрузки, а также выдерживать радиальную деформацию, которая может возникать при высоких радиальных нагрузках, будучи при этом компактным, особенно в радиальном направлении.

Резьбовое трубное соединение согласно настоящему изобретению содержит:

- трубный охватывающий конец, проходящий от основного тела первого трубного элемента, этот трубный охватывающий конец содержит
 - охватывающую наружную резьбу между охватывающим заплечиком и охватывающим свободным концом и
 - охватывающую внутреннюю резьбу, причем охватывающий заплечик представляет собой охватывающий промежуточный заплечик, расположенный между охватывающей наружной резьбой и охватывающей внутренней резьбой,
- трубный охватываемый конец, проходящий от основного тела второго трубного элемента, этот трубный охватываемый конец содержит

- охватываемую наружную резьбу, охватываемую внутреннюю резьбу и охватываемый заплечик, указанная охватываемая наружная резьба приспособлена для взаимного блокирования посредством резьбового зацепления с охватывающей наружной резьбой, указанная охватываемая внутренняя резьба приспособлена для взаимного блокирования посредством резьбового зацепления с охватывающей внутренней резьбой, и

при этом трубный охватывающий конец содержит первую механически обработанную наружную поверхность охватывающего конца рядом с охватывающим свободным концом, второй наружный диаметр (JOB2) выше по меньшей мере одной впадины резьбы охватывающей внутренней резьбы, вследствие чего второй наружный диаметр (JOB2) больше, чем первый наружный диаметр (JOB) первой механически обработанной наружной поверхности, и при этом охватывающий свободный конец не имеет контакта с осевым примыканием с трубным охватываемым концом.

Согласно настоящему изобретению охватывающий свободный конец может слегка прогибаться при свинчивании вследствие отсутствия какого-либо осевого примыкания к трубному охватываемому концу при свинчивании. Охватывающий свободный конец находится на удалении в продольном направлении от любой части трубного охватываемого конца, когда соединение свинчено.

Предпочтительно первая механически обработанная наружная поверхность может проходить выше по меньшей мере одной впадины резьбы охватывающей наружной резьбы. Второй наружный диаметр (JOB2) трубного охватывающего конца может быть расположен выше промежуточного заплечика.

Например, наружная поверхность трубного охватывающего конца, имеющая больший наружный диаметр, чем первый наружный диаметр (JOB), может проходить по меньшей мере над частью, проходящей от первого критического поперечного сечения коробчатого элемента (BCCS1) до второго критического поперечного сечения коробчатого элемента (BCCS2, BCCS3) трубного охватывающего конца.

Преимущественно второй наружный диаметр (JOB2) может быть постоянным по второй цилиндрической поверхности, и первая механически обработанная наружная поверхность содержит цилиндрическую поверхность, определяемую этим первым наружным диаметром. Наружная поверхность трубного охватывающего конца,

имеющая больший наружный диаметр, чем первый наружный диаметр (JOB), может не иметь исключительно цилиндрическую форму, она может также иметь внешне усеченно-коническую часть, цилиндрическую часть и/или внутренне усеченно-коническую часть.

Например, вторая цилиндрическая поверхность может проходить выше промежуточного заплечика и/или выше второго критического поперечного сечения коробчатого элемента (BCCS2), расположенного в первой впадине зацепленной резьбы охватывающей внутренней резьбы рядом с внутренним заплечиком, и/или выше части охватывающей внутренней резьбы, вследствие чего первая механически обработанная наружная поверхность проходит выше части охватывающей наружной резьбы.

Трубный охватывающий конец может дополнительно содержать охватывающую наружную уплотнительную поверхность, и соответственно трубный охватываемый конец может содержать охватываемую наружную уплотнительную поверхность, вследствие чего охватываемая и охватывающая наружные уплотнительные поверхности образуют наружное уплотнение металл-металл, когда резьбовое трубное соединение свинчено, вследствие чего наружный диаметр трубного охватывающего конца выше этой охватывающей наружной уплотнительной поверхности равен первому наружному диаметру (JOB). Таким образом, охватывающая наружная уплотнительная поверхность может быть расположена между охватывающей наружной резьбой и охватывающим свободным концом. Альтернативно охватывающая наружная уплотнительная поверхность может быть расположена между охватывающей наружной резьбой и промежуточным заплечиком.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения охватываемый свободный конец может находиться на удалении в продольном направлении от внутреннего заплечика, когда соединение свинчено. Предпочтительно охватывающий промежуточный заплечик и охватываемый промежуточный заплечик могут упираться друг в друга, когда соединение свинчено.

Охватываемая и охватывающая резьбы, соответственно наружная и внутренняя, предпочтительно могут быть радиально смещены относительно продольной оси резьбового соединения. Таким образом, даже при одинаковом угле конусности как

наружной, так и внутренней резьбы коническая огибающая охватывающей наружной резьбы не будет совпадать с конической огибающей охватывающей внутренней резьбы.

Преимущественно механически обработанная наружная поверхность охватывающего конца и цилиндрическая поверхность, имеющая указанный второй наружный диаметр (JOB2), может быть соединена с сужающейся поверхностью, образующей угол α_2 посадки, составляющий от 1° до 10° , предпочтительно от 5° до 7° , например, равный 6° .

Цилиндрическая поверхность, имеющая указанный второй наружный диаметр (JOB2), может быть соединена с основным телом первого трубного элемента, имеющим номинальный наружный диаметр (OD), с сужающейся поверхностью, образующей угол α_1 раскрытия, составляющий от 2° до 5° , например, равный 3° .

Трубный охватывающий конец может дополнительно содержать охватывающую внутреннюю уплотнительную поверхность, трубный охватываемый конец может соответственно содержать охватываемую внутреннюю уплотнительную поверхность, при этом охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность расположена между охватывающей внутренней резьбой и внутренним заплечиком, охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность расположена между охватываемой внутренней резьбой и охватываемым свободным концом, вследствие чего охватываемая и охватывающая внутренние уплотнительные поверхности образуют внутреннее уплотнение металл-металл, когда резьбовое трубное соединение свинчено.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения сужающаяся поверхность с углом α_1 раскрытия может проходить выше канавки, расположенной между охватывающей внутренней резьбой и охватывающей внутренней уплотнительной поверхностью.

Предпочтительно разность (JOB2-JOB) второго наружного диаметра (JOB2) и первого наружного диаметра (JOB) может быть задана в пределах от 30% до 130% диаметрального натяга наружного уплотнения металл-металл, предпочтительно от 25% до 115% максимального значения диаметрального натяга, при этом такое максимальное значение диаметрального натяга является самым высоким значением среди значений диаметрального натяга наружной резьбы, внутреннего уплотнения металл-металл и наружного уплотнения металл-металл.

Отношение (JOB2/OD) второго наружного диаметра (JOB2) и номинального наружного диаметра основного тела первого трубного элемента может составлять от 100,5% равнопроходного соединения до 104%, предпочтительно от 101,0% до 103,5%, еще более предпочтительно от 101,5% до 102,5%, например, равно 102,3%.

Вследствие преимущества конкретной конструкции настоящего изобретения после резьбового зацепления трубного охватывающего конца с трубным охватываемым концом в конце свинчивания резьбового трубного соединения наружный диаметр трубного охватывающего конца в обоих местах выше наружной резьбы и внутренней резьбы остается меньше того же порогового значения, составляющего 105%, и предпочтительно меньше 103% номинального наружного диаметра основного тела.

Настоящее изобретение и его преимущества будут лучше понятны при изучении подробного описания конкретных вариантов осуществления, приведенных в качестве неограничительных примеров и проиллюстрированных посредством прилагаемых графических материалов, на которых

- фиг. 1 представляет собой вид в частичном поперечном разрезе резьбового соединения в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения в соединенном состоянии;
- фиг. 2 представляет собой вид в частичном поперечном разрезе охватывающего трубного элемента, показанного на фиг. 1;
- фиг. 3 представляет собой вид в частичном поперечном разрезе охватываемого трубного элемента, показанного на фиг. 1; и
- фиг. 4 представляет собой вид в частичном поперечном разрезе резьбового соединения в соответствии со вторым вариантом осуществления настоящего изобретения в соединенном состоянии;
- фиг. 5 и 6 представляют собой виды в частичном поперечном разрезе резьбового соединения в соответствии с альтернативами отдельного варианта осуществления настоящего изобретения в соединенном состоянии;

- фиг. 7 представляет собой схематический вид прогиба охватывающего трубного элемента, показанного на фиг. 2, после свинчивания с охватываемым трубным элементом, показанным на фиг. 3.

Для ясности виды в разрезе являются частичными в том смысле, что представляют собой виды в разрезе вдоль плоскости, поперечной продольной оси X-X' трубного элемента, и показана лишь одна из двух частей разреза трубного элемента.

Один вариант осуществления резьбового трубного соединения 10, имеющего продольную ось X-X', проиллюстрирован на фиг. 1; указанное резьбовое трубное соединение 10 содержит первый трубный элемент 22 и второй трубный элемент 32 с одной и той же продольной осью X-X' в соединенном состоянии.

Первый трубный элемент 22 выполнен с основным телом 21, именуемым «охватывающим основным телом», и трубным охватывающим концом 20, именуемым «коробчатым элементом». Коробчатый элемент 20 проходит от охватывающего основного тела 21. Коробчатый элемент 20 содержит оконечный конец 25 указанного первого трубного элемента 22. Оконечный конец 25 представляет собой охватывающий свободный конец коробчатого элемента 20. Охватывающее основное тело 21 имеет номинальный наружный диаметр, являющийся по существу постоянным по длине этого основного тела 21 вдоль оси XX'. Предпочтительно внутренний номинальный диаметр ID этого охватывающего основного тела 21 является по существу постоянным по длине этого основного тела 21 вдоль оси XX'.

Второй трубный элемент 32 выполнен с основным телом 31, именуемым «охватываемым основным телом», и трубным охватываемым концом 30, именуемым «нипельным элементом». Ниппельный элемент 30 проходит от охватываемого основного тела 31. Ниппельный элемент 30 образует оконечный конец 35 указанного второго трубного элемента 32. Оконечный конец 35 представляет собой охватываемый свободный конец ниппельного элемента 30. Охватываемое основное тело 31 имеет номинальный наружный диаметр, являющийся по существу постоянным по длине этого основного тела 31 вдоль оси XX'. Предпочтительно внутренний номинальный диаметр этого охватываемого основного тела 31 является по существу постоянным по длине этого основного тела 31 вдоль оси XX'.

Основные тела 21 и 31 имеют одинаковые номинальный внутренний диаметр ID и номинальный наружный диаметр OD, а значит и одинаковую ширину трубы. Предпочтительно как наружный номинальный диаметр OD, так и внутренний номинальный диаметр ID основных тел 21 и 31 являются по существу постоянными по длине этих основных тел 21 и 31 вдоль оси XX'.

Резьбовое трубное соединение 10, как показано, представляет собой интегральное соединение, в отличие от сборок или сцеплений с использованием муфты или переходной втулки. Расширенная зона первого трубного элемента 22, имеющая больший наружный диаметр, чем номинальный наружный диаметр основных тел 21 и 31, образует коробчатый элемент 20. Обжатая зона второго трубного элемента 32, имеющая меньший диаметр по сравнению с номинальным внутренним диаметром охватываемого основного тела 24, образует ниппельный элемент 30.

Чтобы изготовить такой охватывающий конец, первый трубный элемент сначала расширяют с использованием, например, методов холодного формования, для увеличения наружного диаметра всего коробчатого элемента и получения конической сужающейся наружной поверхности 80, образующей угол α_1 в пределах между 3° и 4° , например равный 3° , с наружной цилиндрической поверхностью охватываемого основного тела 21.

Чтобы изготовить такой охватываемый конец, второй трубный элемент сначала обжимают с использованием, например, методов холодного формования, для уменьшения внутреннего диаметра всего ниппельного элемента и получения конической внутренней поверхности 90, образующей угол α_3 в пределах между 3° и 4° , например равный 3° , с внутренней цилиндрической поверхностью охватываемого основного тела 31.

Резьбовое трубное соединение 10 может представлять собой резьбовое равнопроходное или полуравнопроходное интегральное соединение.

Как подробно проиллюстрировано на фиг. 2, свободный конец 25 предпочтительно представляет собой кольцевую поверхность, проходящую перпендикулярно оси XX'. Коробчатый элемент 20 содержит на своем внутреннем профиле охватывающую наружную уплотнительную поверхность 27 и охватывающую наружную резьбу 26, при этом охватывающая наружная уплотнительная поверхность 27 расположена между

охватывающим свободным концом 25 и охватывающей наружной резьбой 26. Коробчатый элемент 30 дополнительно содержит последовательно охватывающий заплечик 24, расположенный глубже внутрь относительно охватывающей наружной резьбы 26.

Охватывающий резьбовой участок 23 проходит между охватывающим заплечиком 24 и охватывающим свободным концом 25.

В соответствии с фиг. 1, 2 и 4 коробчатый элемент 30 дополнительно содержит последовательно охватывающую внутреннюю резьбу 28, охватывающую внутреннюю уплотнительную поверхность 29 и дополнительный заплечик 18 – указанный внутренний заплечик 18. Охватывающий заплечик 24 расположен между охватывающей наружной резьбой 26 и охватывающей внутренней резьбой 28, при этом охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность 29 расположена между охватывающей внутренней резьбой 28 и внутренним заплечиком 18. Внутренний заплечик 18 соединен с поверхностью 81 стыка, образованной между внутренним заплечиком 18 и охватывающим основным телом 21. В соответствии с этими вариантами осуществления охватывающий резьбовой участок 23 представляет собой охватывающий наружный резьбовой участок 23, тогда как охватывающая внутренняя резьба 28 находится на охватывающем внутреннем резьбовом участке 43, образованном между охватывающим заплечиком 24 и внутренним заплечиком 18.

Внутренний профиль коробчатого элемента 20 выполнен механической обработкой на внутренней поверхности после расширения. Наружный профиль ниппельного элемента 30 выполнен механической обработкой на наружной поверхности после обжатия.

Охватывающие наружная и внутренняя резьбы 26 и 28 смещены в радиальном направлении и разделены охватывающим заплечиком 24 в осевом направлении. Охватывающий заплечик 24 предпочтительно проходит как кольцевая поверхность, перпендикулярная оси XX'.

Охватывающие наружная и внутренняя резьбы 26 и 28 предоставлены на сужающейся поверхности, например с конусностью в пределах между 1/19 и 1/8, предпочтительно между 1/18 и 1/16. Более конкретно, угол конусности между осью конусности охватывающих резьб и продольной осью XX' соединения равен приблизительно 10°.

так что внутренний диаметр коробчатого элемента 20 уменьшается от свободного конца 25 к охватывающему основному телу 21 .

Охватывающие наружная и внутренняя резьбы 26 и 28 могут иметь следующие признаки:

- одинаковый шаг,
- одинаковый угол опорной стороны с отрицательным значением угла,
- одинаковый профиль зубьев трапецеидальной формы,
- одинаковая продольная длина.

Форма резьбы каждого из резьбовых участков подробно описываться не будет. Каждый зуб резьбы может обычно иметь закладную сторону, опорную сторону, поверхность вершины и поверхность впадины. Зубья обоих резьбовых участков могут быть наклонными, при этом закладные стороны имеют отрицательный угол и закладные стороны имеют положительный угол, или закладные стороны имеют положительный угол и закладные стороны имеют отрицательный угол. Альтернативно зубья обоих резьбовых участков могут представлять собой трапецеидальные зубья.

Предпочтительно резьбы обоих резьбовых участков не являются клиновидными. Клиновидные резьбы независимо от конкретной формы резьбы характеризуются использованием витков, увеличивающихся по ширине в одном направлении.

Предпочтительно резьбы согласно настоящему изобретению имеют опорные стороны и закладные стороны с абсолютно одинаковыми шагом и ходом.

Предпочтительно резьбы согласно настоящему изобретению обеспечивают диаметральный натяг.

Охватывающие наружная и внутренняя резьбы 26 и 28 приспособлены для взаимного блокирования посредством резьбового зацепления с соответствующими компонентами ниппельного элемента 30. Благодаря взаимному блокированию посредством резьбового зацепления обеспечивается, что по меньшей мере 2, а предпочтительно по меньшей мере 3 витка охватывающей резьбы зацепляются в спиральной канавке, проходящей между соответствующими 2-3 витками охватываемой резьбы. Если смотреть в

продольном разрезе, вдоль оси XX', каждый зуб охватываемой резьбы расположен между двумя соседними зубьями охватывающей резьбы, что можно наблюдать по меньшей мере для 3 витков резьбового участка.

Таким образом, как подробно проиллюстрировано на фиг. 3, nipple-элемент 30 содержит последовательно от охватываемого свободного конца 35 на своем наружном профиле: охватываемую внутреннюю уплотнительную поверхность 39, охватываемую внутреннюю резьбу 38, охватываемый заплечик 34, охватываемую наружную резьбу 36, охватываемую наружную уплотнительную поверхность 37 и поверхность 91 стыка с охватываемым основным телом 31. Охватываемый резьбовой участок 33 проходит между поверхностью 91 стыка и охватываемым заплечиком 34. В соответствии с вариантами осуществления на фиг. 1–4, охватываемый резьбовой участок 33 представляет собой охватываемый наружный резьбовой участок 33, тогда как охватываемая внутренняя резьба 38 находится на охватываемом внутреннем резьбовом участке 53, образованном между охватываемым заплечиком 34 и охватываемым свободным концом 35.

Согласно настоящему изобретению охватываемый свободный конец 35 не упирается в трубный охватывающий конец, когда соединение свинчено.

Охватываемые наружная и внутренние резьбы 36 и 38 смещены в радиальном направлении и разделены в осевом направлении охватываемым заплечиком 34. Охватываемый заплечик 34 предпочтительно проходит как кольцевая поверхность, перпендикулярная оси XX'.

Охватывающие наружная и внутренняя резьбы 26 и 28 приспособлены для взаимного блокирования посредством резьбового зацепления соответственно с охватываемыми наружной и внутренней резьбами 36 и 38 так, что они соответственно сужаются с одинаковым углом конусности. Охватываемые наружная и внутренние резьбы 36 и 38 имеют одинаковые шаг и ход, такие же, как у охватывающих наружной и внутренней резьб 26 и 28 соответственно.

В соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения каждая из охватывающих наружной и внутренней резьб 26 и 28 содержит заходящую часть 26a и соответственно 28a на стороне, ближайшей к охватываемому основному телу 21, и выходящую часть 26b и соответственно 28b на противоположной стороне.

Каждая из охватываемых наружной и внутренней резьб 36 и 38 содержит заходящую часть 36a и соответственно 38a на стороне, ближайшей к охватываемому основному телу 31, и выходящую часть 36b и соответственно 38b на противоположной стороне. Каждая заходящая часть 26a и соответственно 28a на коробчатом элементе 20 зацепляется с выходящей частью 36b и соответственно 38b на ниппельном элементе 30, а каждая заходящая часть 36a и соответственно 38a на ниппельном элементе 30 зацепляется с выходящей частью 26b и соответственно 28b на коробчатом элементе 20. Заходящая резьба и выходящая резьба являются неидеальными в том смысле, что они не имеют полной высоты, наблюдаемой для резьбовой части между соответствующими заходящей и выходящей частями.

Как показано на фиг. 1-4, охватывающая и охватываемая резьбы содержат указанные заходящие и выходящие части. В соответствии с одним альтернативным не показанным вариантом соединения может содержать только резьбу полной высоты.

В свинченном состоянии соединения 10 первая впадина зацепленной резьбы охватывающей резьбы является положением первой впадины резьбы, если рассматривать последовательные впадины резьбы, начиная от заходящей части 26a или 28a охватывающих наружной и соответственно внутренней резьб, где зацепляется соответствующая резьба охватываемой резьбы 36 или 38. «Зацепленная резьба» означает, что в свинченном состоянии по меньшей мере часть опорной стороны охватывающей резьбы контактирует с соответствующей опорной стороной охватываемой резьбы. Если рассматривать последовательные впадины резьбы, начиная с заходящих частей 26a и соответственно 28a, первое положение опорной стороны охватывающей резьбы для контакта находится рядом с первой впадиной зацепленной резьбы охватывающей наружной резьбы и соответственно охватывающей внутренней резьбы.

В свинченном состоянии соединения 10 первая впадина зацепленной резьбы охватываемой резьбы является положением первой впадины резьбы, если рассматривать последовательные впадины резьбы, начиная от заходящей части 36a или 38a охватываемых наружной и соответственно внутренней резьб, где зацепляется соответствующая резьба охватывающей резьбы 26 или 28. «Зацепленная резьба» означает, что в свинченном состоянии по меньшей мере часть опорной стороны охватываемой резьбы контактирует с соответствующей опорной стороной

охватывающей резьбы. Если рассматривать последовательные впадины резьбы, начиная с заходящих частей 36а и соответственно 38а, первое положение опорной стороны охватываемой резьбы для контакта находится рядом с первой впадиной зацепленной резьбы охватываемой наружной резьбы и соответственно охватываемой внутренней резьбы.

В соответствии с фиг. 1 и 4 первая впадина зацепленной резьбы охватывающей наружной резьбы находится в заходящей части 26а, а первая впадина зацепленной резьбы охватывающей внутренней резьбы находится в заходящей части 28а. Соответственно, первая впадина зацепленной резьбы охватываемой наружной резьбы находится в заходящей части 36а, а первая впадина зацепленной резьбы охватываемой внутренней резьбы находится в заходящей части 38а.

Следующие поперечные сечения представляют собой сечения коробчатого элемента и ниппельного элемента, соответственно выполненные поперечно оси XX', и соответственно названы:

ВССС1 – сечение коробчатого элемента в первой впадине зацепленной резьбы охватывающей наружной резьбы,

ВССС2 – сечение коробчатого элемента в первой впадине зацепленной резьбы охватывающей внутренней резьбы,

РССС1 – сечение ниппельного элемента в первой впадине зацепленной резьбы охватываемой внутренней резьбы,

РССС2 – сечение ниппельного элемента в первой впадине зацепленной резьбы охватываемой наружной резьбы.

Как показано на фиг. 1–4, ВССС1 находится в заходящей части 26а; ВССС2 находится в заходящей части 28а; РССС1 находится в заходящей части 38а; и РССС2 находится в заходящей части 36а. Таким образом, ВССС1 находится ближе к охватываемому заплечу 24, чем к охватываемому свободному концу 25. ВССС2 находится ближе к охватывающей внутренней уплотнительной поверхности 29, чем к охватываемому заплечу 24. РССС1 находится ближе к охватываемому заплечу 34, чем к охватываемому свободному концу 35, а РССС2 находится ближе к охватываемой наружной уплотнительной поверхности 35, чем к охватываемому заплечу 34.

Критическое поперечное сечение коробчатого элемента представляет собой площадь поперечного сечения коробчатого элемента 20, претерпевающего максимальное растяжение, передаваемое по всем резьбам, и определяет эффективность соединения. Критическое поперечное сечение ниппельного элемента представляет собой площадь поперечного сечения ниппельного элемента 30, претерпевающего полное растяжение, передаваемое по всем резьбам, и определяет эффективность соединения. Обычно соединение выполняют так, что критическое поперечное сечение коробчатого элемента составляет в общем 95–105% критического поперечного сечения ниппельного элемента.

В соответствии с вариантами осуществления, показанными на фиг. 1–4, с двумя резьбовыми участками 23, 43 и соответственно 33 и 53, критическое поперечное сечение коробчатого элемента может быть оценено посредством ВССС1 и ВССС2, а соответственно критическое поперечное сечение ниппельного элемента может быть оценено посредством РССС1 и РССС2. Альтернативно критическое поперечное сечение коробчатого элемента и критическое поперечное сечение ниппельного элемента могут быть определены в другом месте.

Например, согласно фиг. 2, критическое поперечное сечение коробчатого элемента может быть определено в месте ВССС1 и в другом поперечном сечении ВССС3, перпендикулярном оси XX', в канавке 50, выполненной между внутренней резьбой 28 и охватывающей уплотнительной поверхностью 29. Например, согласно фиг. 3, критическое поперечное сечение ниппельного элемента может быть определено в месте РССС1 и в другом поперечном сечении РССС3, перпендикулярном оси XX', в канавке 52, выполненной между охватываемой наружной резьбой 36 и поверхностью 91 стыка.

Как проиллюстрировано, охватывающая наружная уплотнительная поверхность 27 является конической и охватываемая наружная уплотнительная поверхность 37 является конической. Конусность конических поверхностей 27 и 37 может быть в пределах между [10%; 60%], например равной 20% или 50%. Альтернативно конусность конических поверхностей 27 и 37 может быть рассогласованной. В свинченном состоянии соединения 10 охватывающая и охватываемая наружные уплотнительные поверхности 27 и 37 создают уплотнение металл-металл.

Охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность 29 представляет собой выпукло выпученную поверхность, например тороидальную поверхность, определенную радиусом тора от 10 до 100 мм, например равным 60 мм; а охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность 39 является конической, например с конусностью в пределах от 10% до 60%, например равной 20% или 50%. Оба конца выпукло выпученной поверхности охватывающей внутренней уплотнительной поверхности 29 могут находиться на линии, образующей угол с осью XX', так, что этот угол равен углу конической охватываемой внутренней уплотнительной поверхности 39 с осью XX'. В свинченном состоянии соединения 10 охватывающая и охватываемая внутренние уплотнительные поверхности 29 и 39 создают уплотнение металл-металл. Альтернативно наружное и внутреннее уплотнения металл-металл оба могут относиться к типу конус-конус по существу с одинаковой конусностью. Альтернативно охватывающая и охватываемая наружные уплотнительные поверхности 27 и 37 могут образовывать уплотнение металл-металл тор-конус.

Чтобы добиться уплотнения металл-металл, между охватывающей и охватываемой уплотнительными поверхностями требуется диаметальный натяг. Величина диаметального натяга – это максимальная разность наружного диаметра охватываемой уплотнительной поверхности и внутреннего диаметра охватывающей уплотнительной поверхности, причем диаметры рассматриваются в одном месте вдоль оси XX', в свинченном состоянии соединения, но эти диаметры представляют собой диаметры до свинчивания. Диаметальный натяг определяют до свинчивания на основании конечно-элементного анализа и прогнозируемого окончательного положения соответственно ниппельного элемента в коробчатом элементе в конце свинчивания.

Например, диаметальный натяг наружного уплотнения металл-металл находится в пределах между 0,5 мм и 1,7 мм; предпочтительно между 0,7 мм и 1,45 мм, и даже более предпочтительно между 0,81 мм и 1,33 мм. Например, диаметальный натяг внутреннего уплотнения металл-металл находится в пределах между 0,5 мм и 1,7 мм; предпочтительно между 0,7 и 1,45 мм, и даже более предпочтительно между 0,81 мм и 1,22 мм. Например, диаметальный натяг внутреннего уплотнения металл-металл задают меньшим диаметального натяга наружного уплотнения металл-металл. Однако альтернативно диаметальный натяг внутреннего уплотнения металл-металл может быть задан равным диаметальному натягу наружного уплотнения металл-металл.

Прогиб коробчатого свободного конца 25 снаружи соединения, вызванный наружным уплотнением металл-металл, и прогиб ниппельного свободного конца 35 внутри соединения, вызванный внутренним уплотнением металл-металл, ограничиваются особыми признаками изобретения.

В настоящем описании, если не указано иное, все размеры наружного диаметра и внутреннего диаметра рассматриваются до свинчивания, в том состоянии, в каком они находятся после механической обработки. В соответствии с производственными допусками все размеры указаны с допусками $\pm 0,2$ мм по сравнению с целевым значением.

Преимущественно наружная поверхность коробчатого элемента 20 частично механически обработана. Над охватывающей наружной уплотнительной поверхностью 27 коробчатый элемент механически обработан для предоставления локально цилиндрической поверхности 58 с первым наружным диаметром JOB. Цилиндрическая поверхность 58 является цилиндрической в пределах допусков механической обработки металлических деталей.

Механически обработанная цилиндрическая поверхность 58 проходит по обе стороны охватывающей наружной уплотнительной поверхности 27. В соответствии со всеми вариантами осуществления цилиндрическая поверхность 58 проходит от охватывающего свободного конца 25 до части охватывающей наружной резьбы 26. Цилиндрическая поверхность 58 имеет первый наружный диаметр JOB.

В соответствии с настоящим изобретением второй наружный диаметр JOB2 определен в месте выше по меньшей мере одной впадины резьбы охватывающей внутренней резьбы 28.

Все дополнительные отношения или разности, приведенные ниже, рассматриваются на основе целевого значения каждого наружного диаметра или внутреннего диаметра.

Например, отношение (JOB/OD) первого наружного диаметра JOB и наружного номинального диаметра OD находится в пределах между 100,5% и 103,5%, предпочтительно между 100,8% и 103,2%, например равно 101,97%.

Цилиндрическая часть 58 соединяется с сужающейся в наружном направлении поверхностью 82, образующей угол α_2 с осью XX'. Угол α_2 находится в пределах

между 5° и 7° , например равен 6° . Сужающаяся в наружном направлении поверхность 82 соединяется с еще одной цилиндрической поверхностью 60 с наружным диаметром, равным второму наружному диаметру JOB2. Коническая сужающаяся наружная поверхность 80 с углом α_1 непосредственно прилегает ко второй цилиндрической поверхности 60 со вторым наружным диаметром JOB2. Вторая цилиндрическая поверхность 60 имеет длину вдоль оси XX', равную по меньшей мере половине длины, и предпочтительно менее 150% длины, первой механически обработанной цилиндрической поверхности 58, предпочтительно от 70 до 100% длины первой механически обработанной цилиндрической поверхности 58.

Отношение (JOB2/OD) второго наружного диаметра JOB2 и наружного номинального диаметра OD находится в пределах между 100,5% и 104%, предпочтительно между 101,0% и 103,5%, даже более предпочтительно между 101,5% и 102,5%, например равно 102,3%.

Отношение (JOB2/JOB) второго наружного диаметра JOB2 и первого наружного диаметра JOB находится в пределах между 100,05% и 101%, предпочтительно между 100,1% и 100,4%, например равно 100,32%.

Как показано на фиг. 1 и 2, цилиндрическая часть 58 проходит от свободного конца 25 до места над наружной резьбой 26 на удалении от места ВССS1. Цилиндрическая поверхность 60 с постоянным диаметром, равным второму наружному диаметру JOB2, проходит выше промежуточного заплечика 24 и до места ВССS2. В соответствии с этим вариантом осуществления сужающаяся в наружном направлении поверхность 82 проходит выше места ВССS1. Коническая сужающаяся наружная поверхность 80 проходит от ВССS2 до основного тела 21, простираясь над канавкой 50, охватывающей внутренней уплотнительной поверхностью 29 и внутренним заплечиком 18 и дальше.

На фиг. 4 представлен другой вариант осуществления настоящего изобретения, слегка отличный от варианта осуществления на фиг. 1–3 в том смысле, что коническая сужающаяся наружная поверхность 80 проходит от ВССS2 до места, которое находится между охватывающей внутренней уплотнительной поверхностью 29 и внутренним заплечиком 18 относительно оси XX'.

Фиг. 5 отличается от вариантов осуществления на фиг. 1–4 в том смысле, что наружное уплотнение металл-металл расположено между охватывающей наружной резьбой 26 и

промежуточным заплечиком 24. В соответствии с конкретным вариантом осуществления на фиг. 5 и 6, охватывающая и охватываемая наружные уплотнительные поверхности соответственно 27' и 37' могут также называться соответственно охватывающей и охватываемой промежуточными уплотнительными поверхностями 27' и 37'. Охватывающая наружная уплотнительная поверхность 27' расположена между охватывающей наружной резьбой 26 и охватывающей внутренней резьбой 28, и предпочтительно между охватывающей наружной резьбой 26 и промежуточным заплечиком 24. Соответственно охватываемая наружная уплотнительная поверхность 37' расположена между охватываемой наружной резьбой 36 и охватываемой внутренней резьбой 38, и предпочтительно между охватываемой наружной резьбой 36 и промежуточным заплечиком 34.

В варианте осуществления на фиг. 5 цилиндрическая часть 58 проходит от свободного конца 25 до места выше наружного уплотнения 27' металл-металл, при этом сужающаяся часть 82 простирается по меньшей мере выше промежуточного заплечика 24. Цилиндрическая часть 60 с постоянным диаметром, равным второму наружному диаметру JOB2, расположена по меньшей мере над выходящей частью 28b охватывающей внутренней резьбы 28. В соответствии с фиг. 5 цилиндрическая часть 60 проходит над частью охватывающей внутренней резьбы 28, тогда как сужающаяся часть 80 простирается и заканчивается перед местом над внутренней металлической уплотнительной поверхностью 29, при этом внутренняя металлическая уплотнительная поверхность 29 образована в месте, где наружный диаметр равен номинальному наружному диаметру.

В варианте осуществления на фиг. 6, альтернативном варианту осуществления на фиг. 5, цилиндрическая часть 58 проходит от свободного конца 25 до места выше наружной резьбы 26 на удалении от места ВССS1, при этом как место ВССS1, так и наружная металлическая уплотнительная поверхность 27' находятся ниже сужающейся части 82. В соответствии с фиг. 6 цилиндрическая часть 60 проходит над частью охватывающей внутренней резьбы 28, тогда как сужающаяся часть 80 простирается по меньшей мере над внутренней металлической уплотнительной поверхностью 29.

Охватывающий свободный конец 25 не имеет какого-либо контакта с любой частью трубного охватываемого конца в свинченном состоянии. Как показано на фиг. 1 и фиг. 4, охватывающий свободный конец 25 обращен к поверхности 91 стыка, находящейся

между охватываемым концом и охватываемым основным телом 31, но свободный конец 25 остается на ненулевом расстоянии от этой поверхности 91 стыка в свинченном состоянии. Как показано на фиг. 5 и фиг. 6, поверхность 91 стыка не представлена, охватывающий свободный конец не контактирует с какой-либо частью трубного охватываемого конца в свинченном состоянии. Согласно настоящему изобретению охватывающий свободный конец 25 не упирается в трубный охватываемый конец, когда соединение свинчено.

Настоящее изобретение может также быть реализовано в сочетании с особой наружной конструкцией коробчатого элемента, особой конструкцией ниппельного элемента.

Преимущественно внутренняя поверхность ниппельного элемента 30 частично механически обработана. Ниже охватываемой внутренней уплотнительной поверхности 39 ниппельный элемент механически обработан для локального обеспечения первой механически обработанной внутренней цилиндрической поверхности 68. Внутренняя цилиндрическая поверхность 68 является цилиндрической в пределах допусков механической обработки металлических деталей.

Механически обработанная внутренняя цилиндрическая поверхность 68 проходит с обеих сторон охватываемой внутренней уплотнительной поверхности 39. В соответствии с вариантами осуществления на фиг. 1–4, внутренняя цилиндрическая поверхность 68 проходит от охватываемого свободного конца 35 до части охватываемой внутренней резьбы 38. Внутренняя цилиндрическая поверхность 68 имеет первый внутренний диаметр JP . В соответствии с настоящим изобретением второй внутренний диаметр $JP2$ определен в месте выше по меньшей мере одной впадины резьбы охватываемой наружной резьбы 36, при этом второй внутренний диаметр $JP2$ меньше первого внутреннего диаметра JP первой механически обработанной внутренней поверхности 68.

Внутренняя цилиндрическая поверхность 68 соединяется с сужающейся во внутреннем направлении поверхностью 92, образующей угол $\alpha 4$ с осью XX' . Угол $\alpha 4$ находится в пределах между 5° и 7° , например равен 6° . Сужающаяся во внутреннем направлении поверхность 92 соединяется с еще одной внутренней цилиндрической поверхностью 70, имеющей постоянный диаметр, равный второму внутреннему диаметру $JP2$. Коническая сужающаяся внутренняя поверхность 90, полученная посредством

процесса обжата, с углом α_3 непосредственно прилегает ко второй внутренней цилиндрической поверхности 70 со вторым внутренним диаметром JP2. Вторая внутренняя цилиндрическая поверхность 70 имеет длину вдоль оси XX', равную по меньшей мере половине длины, предпочтительно менее 150% длины, первой механически обработанной внутренней цилиндрической поверхности 68, предпочтительно от 70 до 100% длины первой механически обработанной внутренней цилиндрической поверхности 68.

Например, отношение (JP/ID) первого внутреннего диаметра (JP) и номинального внутреннего диаметра (ID) второго трубного элемента 31 находится в пределах между 98 % и 101,5 %, предпочтительно между 98,5 % и 100,5 %, даже более предпочтительно между 99,2 % и 100,3 %, например равно 99,73 %.

Отношение (JP2/ID) второго внутреннего диаметра (JP2) и номинального внутреннего диаметра основного тела первого трубного элемента находится в пределах между 98,5 % и 100 %, предпочтительно между 98,9 % и 99,9 %, например равно 99,3 %.

Отношение (JP2/JP) второго внутреннего диаметра (JP2) и первого внутреннего диаметра (JP) находится в пределах между 99 % и 99,9 %, например равно 99,5 %.

Как показано на фиг. 1, 3 и 4, внутренняя цилиндрическая часть 68 проходит от охватываемого свободного конца 35 до места выше внутренней резьбы 38 на удалении от места PCCS1. Вторая внутренняя цилиндрическая часть 70 с постоянным диаметром, равным второму внутреннему диаметру JP2, начинается в месте PCCS1 и проходит до места выше охватываемой наружной резьбы 36, между местом PCCS2 и серединой охватываемой наружной резьбы вдоль оси XX'. В соответствии с этим вариантом осуществления сужающаяся во внутреннем направлении поверхность 92 проходит над несколькими, т. е. 1–4 витками резьбы внутренней резьбы 38, например. Коническая сужающаяся внутренняя поверхность 90 соединяется непосредственно со второй внутренней цилиндрической поверхностью 70 и заканчивается ниже охватываемой наружной резьбы 36. Номинальный внутренний диаметр ID определяется ниже поверхности 91 стыка между охватываемым концом и охватываемым основным телом 31, при этом охватываемая наружная уплотнительная поверхность 27 и канавка 52 образованы между охватываемой наружной уплотнительной поверхностью 37 и наружной резьбой 36

Как показано на фиг. 1–4, если номинальный наружный диаметр OD равен 355,6 мм, а номинальный внутренний диаметр ID равен 313,94 мм,

- длина первой цилиндрической наружной поверхности 58 находится в пределах между 98 мм и 109 мм;

- длина второй наружной цилиндрической поверхности 60 находится в пределах между 83 мм и 87 мм;

- первый наружный диаметр JOB2 находится в пределах между 363,52 мм и 364,02 мм;

- первый наружный диаметр JOB находится в пределах между 362 мм и 363 мм, предпочтительно между 362,36 мм и 362,86 мм;

- первый внутренний диаметр JIP находится в пределах между 313 мм и 313,8 мм, предпочтительно между 313,12 мм и 313,37 мм;

- второй внутренний диаметр JIP2 находится в пределах между 311 мм и 312,5 мм, предпочтительно между 312 мм и 312,25 мм;

- длина первой внутренней цилиндрической поверхности 68 находится в пределах между 88 мм и 100 мм, предпочтительно между 89,75 мм и 99,75 мм;

- длина второй внутренней цилиндрической поверхности 70 находится в пределах между 77 мм и 80 мм;

- диаметральный натяг наружного уплотнения металл-металл находится в пределах между 1,12 мм и 1,32 мм, так что разность (JOB2-JOB) второго наружного диаметра JOB2 и первого наружного диаметра JOB находится в пределах между 85% и 90% диаметрального натяга наружного уплотнения металл-металл;

- диаметральный натяг внутреннего уплотнения металл-металл находится в пределах между 1,23 мм и 1,33 мм, так что разность (JIP-JIP2) первого внутреннего диаметра JIP и второго внутреннего диаметра JIP2 находится в пределах между 91% и 116% значения диаметрального натяга внутреннего уплотнения металл-металл;

- диаметральный натяг наружной резьбы, если имеется, находится в пределах между 0 и 0,18 мм;

- диаметральный натяг наружной резьбы, если имеется, находится в пределах между 0 и 0,18 мм.

В соответствии с вариантами осуществления на фиг. 1–4, длина вдоль оси X-X' второй внутренней цилиндрической поверхности 70 меньше длины второй наружной цилиндрической поверхности 60.

При свинчивании соединения профиль внутреннего диаметра ниппельного элемента и профиль наружного диаметра коробчатого элемента изменяются вследствие действия сил, возникающих в результате посадки с натягом соответствующих охватывающей и охватываемой уплотнительных поверхностей коробчатого и ниппельного элементов и зацепления резьб.

Фиг. 7 представляет собой вид наружного диаметра на носу коробчатого элемента после свинчивания. Вследствие действия сил свинчивания первая цилиндрическая наружная поверхность 58 уже не является цилиндрической, а обрела слегка коническую форму, с максимальным наружным диаметром рядом со свободным концом 25 и меньшим диаметром на стыке с сужающейся в наружном направлении поверхностью 82. Во всех местах вдоль цилиндрической поверхности 58 и второй наружной цилиндрической поверхности 60 наружный диаметр соединения 10 остается меньше порогового значения. Благодаря особому признаку наличия как первой, так и второй цилиндрических наружных поверхностей 58 и 60 отсутствует непосредственный радиальный контакт с носом коробчатого элемента и обсадной колонной уже на месте при установке. Действительно, толщина коробчатого элемента 20 на втором критическом поперечном сечении ВССS2 позволяет коробчатому элементу обеспечивать лучшую износостойкость обсадной колонны, одновременно обеспечивая высокую эффективность соединения.

Аналогично вследствие действия сил свинчивания первая цилиндрическая внутренняя поверхность 68 уже не цилиндрическая, а приобретает слегка коническую форму с минимальным внутренним диаметром рядом с охватываемым свободным концом 35 и большим диаметром на стыке с сужающейся во внутреннем направлении поверхностью 92. Во всех местах вдоль внутренней цилиндрической поверхности 68 и второй внутренней цилиндрической поверхности 70 внутренний диаметр соединения 10 остается выше порогового значения, например проходного диаметра. Благодаря

конкретному признаку наличия как первой, так и второй цилиндрических внутренних поверхностей 68 и 70 отсутствует непосредственный радиальный контакт с носом ниппельного элемента и еще одной обсадной колонной, подлежащей установке в скважине. Действительно, толщина ниппельного элемента 30 на первом критическом поперечном сечении PCCS1 позволяет ниппельному элементу обеспечивать лучшую износостойкость обсадной колонны, одновременно обеспечивая высокую эффективность соединения.

Благодаря дополнительной толщине на критических поперечных сечениях коробчатого и ниппельного элементов соединение обеспечивает более высокую износостойкость обсадной колонны, одновременно обеспечивая более высокую эффективность и высокие эксплуатационные характеристики, когда соединение подвергается действию осевого растяжения.

Также увеличивается срок службы соединения, поскольку свободный конец коробчатого элемента не находится в прямом радиальном контакте.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое трубное соединение (10), содержащее:

трубный охватывающий конец (20), проходящий от основного тела (21) первого трубного элемента (22), этот трубный охватывающий конец (20) содержит

- охватывающую наружную резьбу (26) между охватывающим заплечиком (18, 24) и охватывающим свободным концом (25) и

- охватывающую внутреннюю резьбу (28), при этом охватывающий заплечик (24) представляет собой охватывающий промежуточный заплечик, расположенный между охватывающей наружной резьбой (26) и охватывающей внутренней резьбой (28),

- трубный охватываемый конец (30), проходящий от основного тела (31) второго трубного элемента (32), этот трубный охватываемый конец (30) содержит

- охватываемую наружную резьбу (36), охватываемую внутреннюю резьбу (38) и охватываемый заплечик (34), указанная охватываемая наружная резьба (36) приспособлена для взаимного блокирования посредством резьбового зацепления с охватывающей наружной резьбой (26), указанная охватываемая внутренняя резьба (38) приспособлена для взаимного блокирования посредством резьбового зацепления с охватывающей внутренней резьбой (28), и

при этом трубный охватывающий конец (20) содержит первую механически обработанную наружную поверхность (58) охватывающего конца (20) рядом с охватывающим свободным концом (25), второй наружный диаметр (JOB2) выше по меньшей мере одной впадины резьбы охватывающей внутренней резьбы (28), вследствие чего второй наружный диаметр (JOB2) больше, чем первый наружный диаметр (JOB) первой механически обработанной наружной поверхности (58), и при этом охватывающий свободный конец не имеет контакта с осевым примыканием с трубным охватываемым концом.

2. Резьбовое трубное соединение по п. 1, отличающееся тем, что отношение (JOB/OD) первого наружного диаметра JOB и номинального наружного диаметра (OD) охватываемого основного тела составляет от 100,5% до 103,5%, предпочтительно от 100,8% до 103,2%, например, равно 101,97%.

3. Резьбовое трубное соединение по п. 1 или п. 2, отличающееся тем, что первая механически обработанная наружная поверхность (58) проходит выше по меньшей мере одной впадины резьбы охватывающей наружной резьбы (26).
4. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что второй наружный диаметр (JOB2) трубного охватывающего конца расположен выше промежуточного заплечика (24).
5. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что наружная поверхность трубного охватывающего конца, имеющая больший наружный диаметр, чем первый наружный диаметр (JOB), проходит по меньшей мере над частью, проходящей от первого критического поперечного сечения коробчатого элемента (BCCS1) до второго критического поперечного сечения коробчатого элемента (BCCS2, BCCS3) трубного охватывающего конца.
6. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что второй наружный диаметр (JOB2) является постоянным по второй цилиндрической поверхности (60), и первая механически обработанная наружная поверхность (58) содержит цилиндрическую поверхность, определяемую этим первым наружным диаметром.
7. Резьбовое трубное соединение по п. 5, отличающееся тем, что вторая цилиндрическая поверхность (60) проходит выше промежуточного заплечика.
8. Резьбовое трубное соединение по п. 5 или п. 6, отличающееся тем, что вторая цилиндрическая поверхность (60) проходит выше второго критического поперечного сечения коробчатого элемента (BCCS2), расположенного в первой впадине зацепленной резьбы охватывающей внутренней резьбы (28) рядом с внутренним заплечиком (18).
9. Резьбовое трубное соединение по любому из пп. 5–7, отличающееся тем, что вторая цилиндрическая поверхность (60) проходит выше части охватывающей внутренней резьбы, и первая механически обработанная наружная поверхность (58) проходит выше части охватывающей наружной резьбы.
10. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубный охватывающий конец (20) содержит охватывающую наружную

уплотнительную поверхность (27, 27'), и трубный охватываемый конец (30) содержит охватываемую наружную уплотнительную поверхность (37, 37'), вследствие чего охватываемая и охватывающая наружные уплотнительные поверхности (27, 27', 37, 37') образуют наружное уплотнение металл-металл, когда резьбовое трубное соединение свинчено, и наружный диаметр трубного охватывающего конца выше этой охватывающей наружной уплотнительной поверхности (27, 27') равен первому наружному диаметру (JOB).

11. Резьбовое трубное соединение по п. 10, отличающееся тем, что охватывающая наружная уплотнительная поверхность (27) расположена между охватывающей наружной резьбой и охватывающим свободным концом.

12. Резьбовое трубное соединение по п. 10, отличающееся тем, что охватывающая наружная уплотнительная поверхность (27) расположена между охватывающей наружной резьбой и промежуточным заплечиком.

13. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемый свободный конец (35) находится на удалении в продольном направлении от внутреннего заплечика (18), когда соединение свинчено.

14. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватывающий свободный конец находится на удалении в продольном направлении от любой части трубного охватываемого конца, когда соединение свинчено.

15. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватывающий промежуточный заплечик и охватываемый промежуточный заплечик упираются друг в друга, когда соединение свинчено.

16. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая и охватывающая резьбы, соответственно наружная и внутренняя, радиально смещены относительно продольной оси резьбового соединения.

17. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что механически обработанная наружная поверхность (58) охватывающего конца и цилиндрическая поверхность (60), имеющая указанный второй наружный диаметр

(JOB2), соединены с сужающейся поверхностью (82), образующей угол (α_2) посадки, составляющий от 1° до 10° , предпочтительно от 5° до 7° , например, равный 6° .

18. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что цилиндрическая поверхность (60), имеющая указанный второй наружный диаметр (JOB2), соединена с основным телом первого трубного элемента, имеющим номинальный наружный диаметр (OD), с сужающейся поверхностью (80), образующей угол (α_1) раскрытия, составляющий от 2° до 5° , например, равный 3° .

19. Резьбовое трубное соединение по предыдущему пункту, отличающееся тем, что трубный охватывающий конец (20) содержит охватывающую внутреннюю уплотнительную поверхность (29), трубный охватываемый конец (30) содержит охватываемую внутреннюю уплотнительную поверхность (39), при этом охватывающая внутренняя уплотнительная поверхность (29) расположена между охватывающей внутренней резьбой (28) и внутренним заплечиком (18), охватываемая внутренняя уплотнительная поверхность (39) расположена между охватываемой внутренней резьбой (38) и охватываемым свободным концом (35), вследствие чего охватываемая и охватывающая внутренние уплотнительные поверхности (29, 39) образуют внутреннее уплотнение металл-металл, когда резьбовое трубное соединение свинчено.

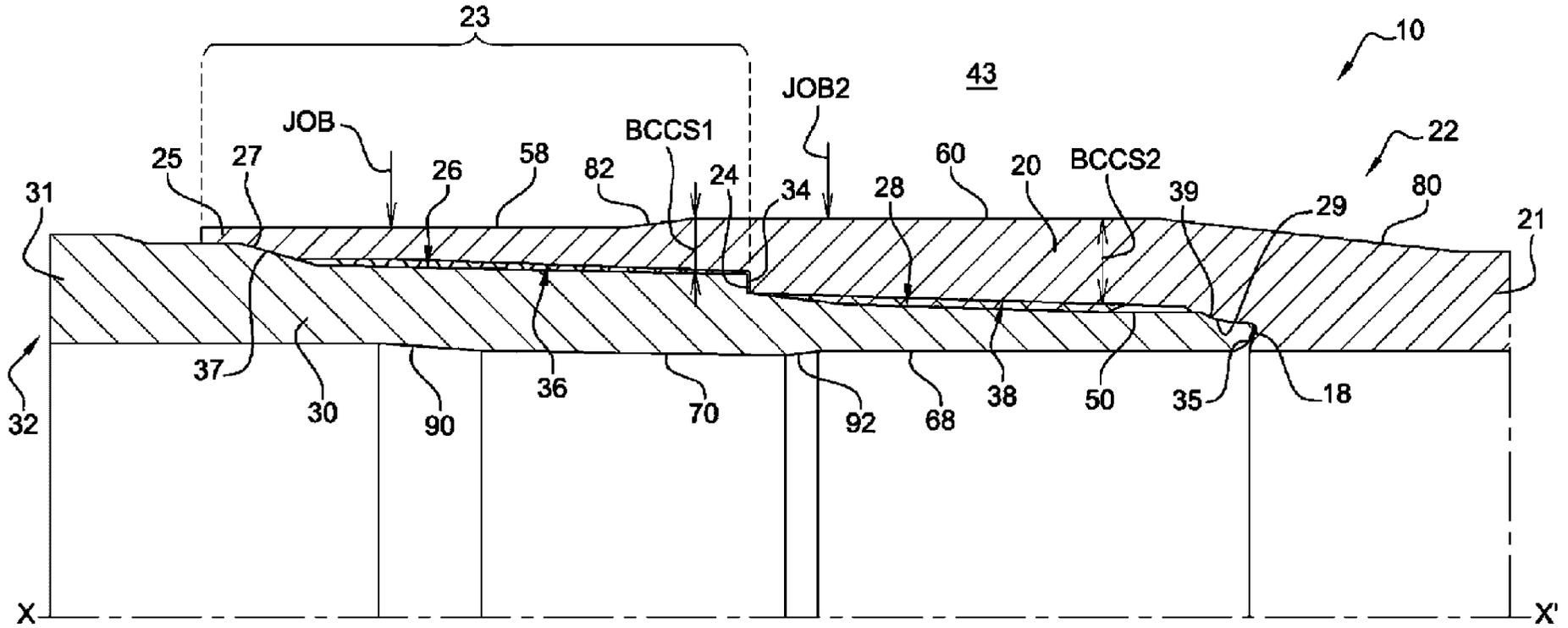
20. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов 10–12, отличающееся тем, что разность (JOB2-JOB) второго наружного диаметра (JOB2) и первого наружного диаметра (JOB) находится в пределах от 30% до 130% диаметрального натяга наружного уплотнения металл-металл.

21. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что разность (JOB2-JOB) второго наружного диаметра (JOB2) и первого наружного диаметра (JOB) находится в пределах от 25% до 115% максимального значения диаметрального натяга, при этом такое максимальное значение диаметрального натяга является самым высоким значением среди значений диаметрального натяга наружной резьбы, внутреннего уплотнения металл-металл и наружного уплотнения металл-металл.

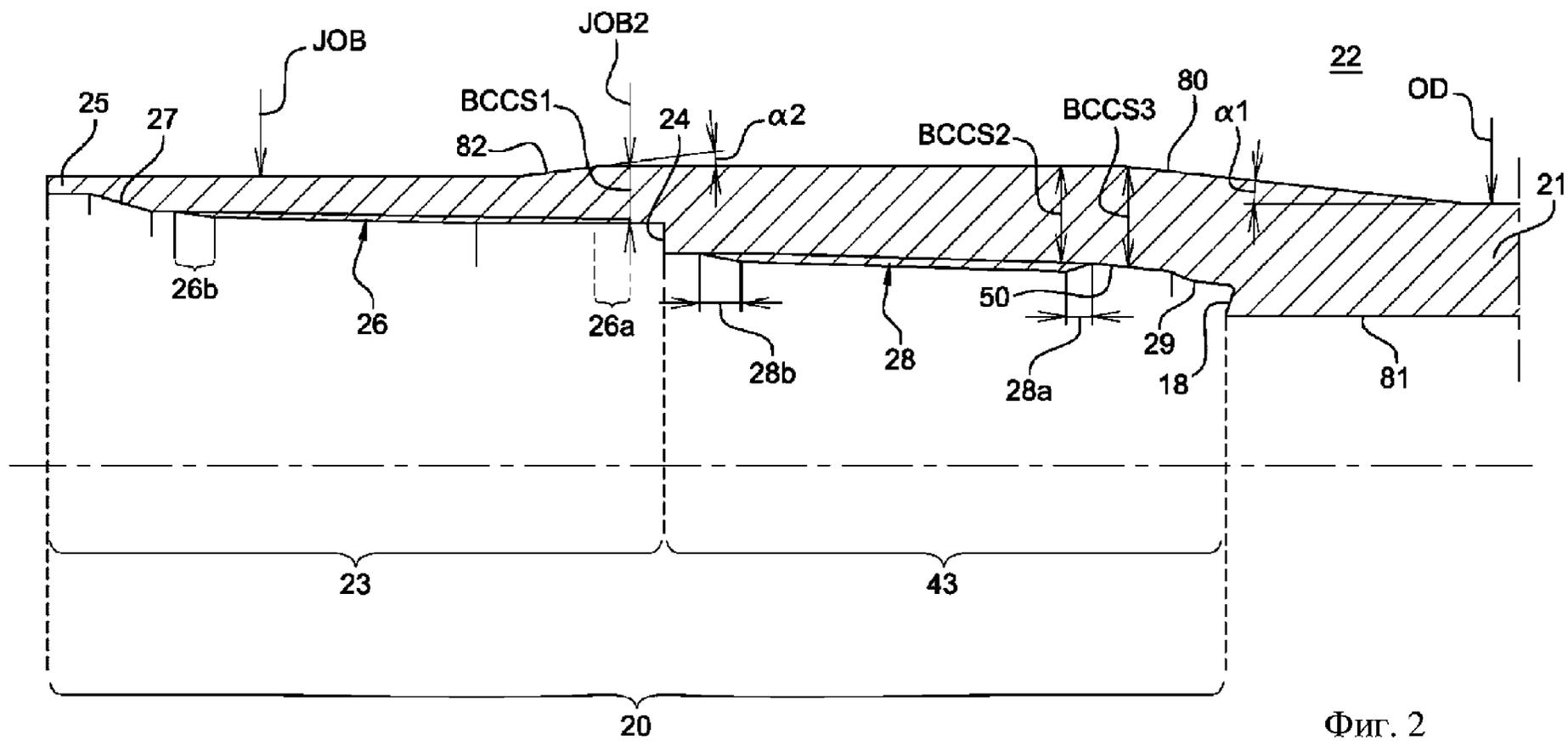
22. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что отношение (JOB2/OD) второго наружного диаметра (JOB2) и номинального

наружного диаметра основного тела первого трубного элемента составляет от 100,5% равнопроходного соединения до 104%, предпочтительно от 101,0% до 103,5%, еще более предпочтительно от 101,5% до 102,5%, например, равно 102,3%.

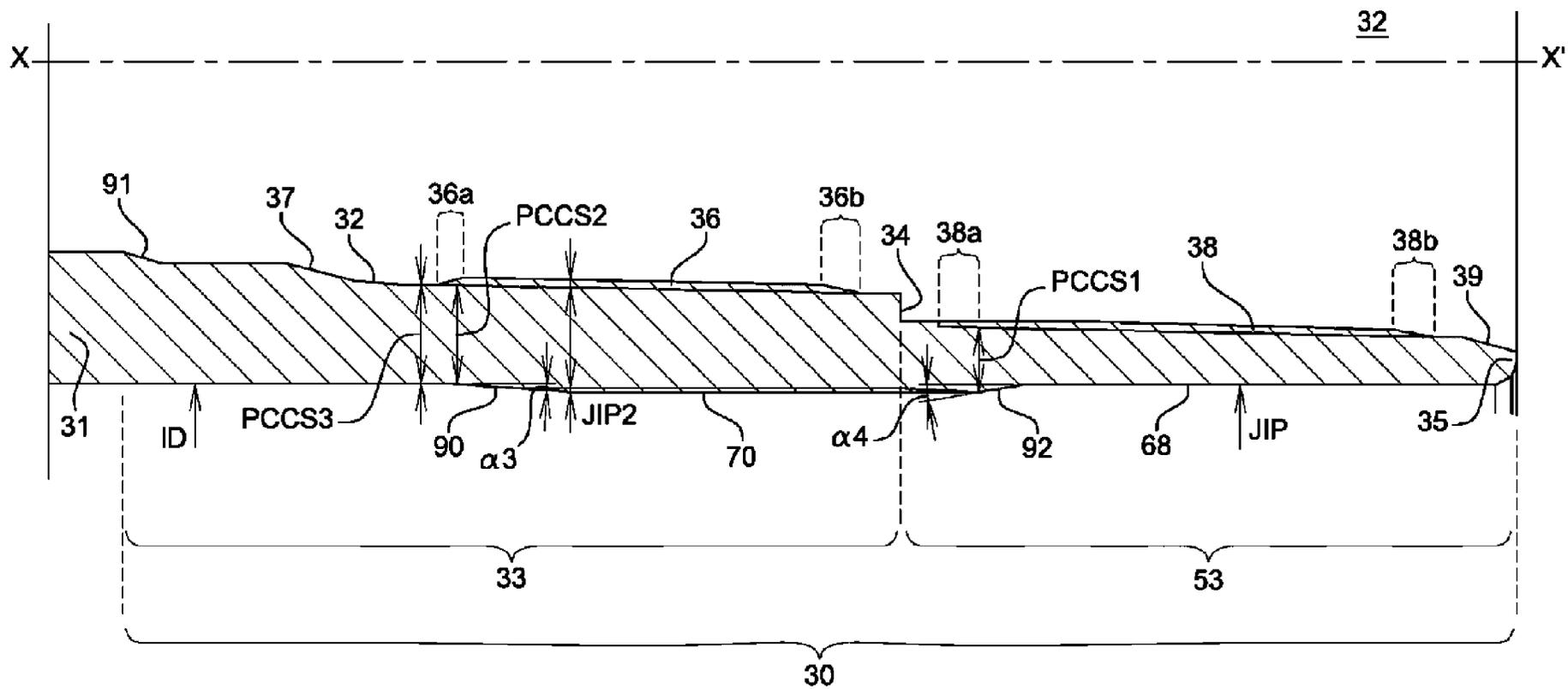
23. Резьбовое трубное соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что после резьбового зацепления трубного охватывающего конца с трубным охватываемым концом в конце свинчивания резьбового трубного соединения наружный диаметр трубного охватывающего конца в обоих местах выше наружной резьбы и внутренней резьбы составляет меньше того же порогового значения, составляющего 105%, и предпочтительно меньше 103% номинального наружного диаметра основного тела (21).



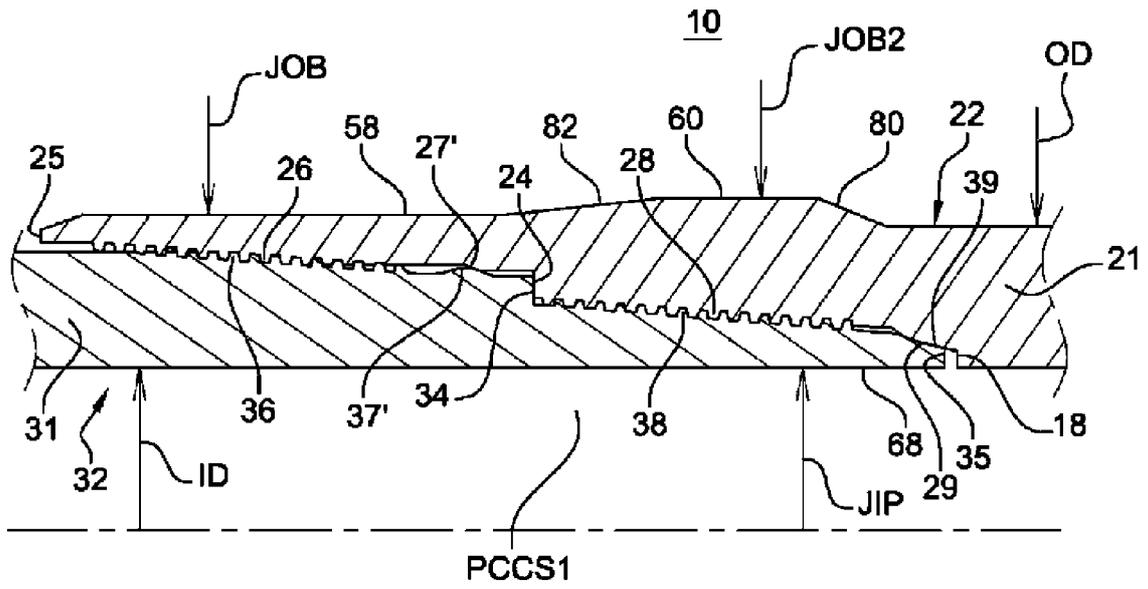
Фиг. 1



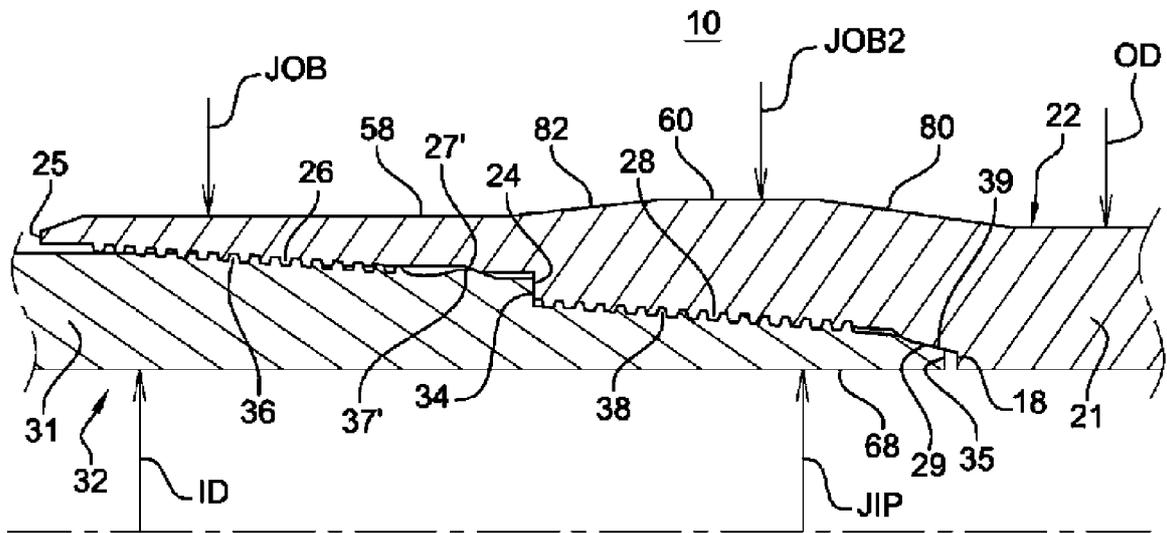
Фиг. 2



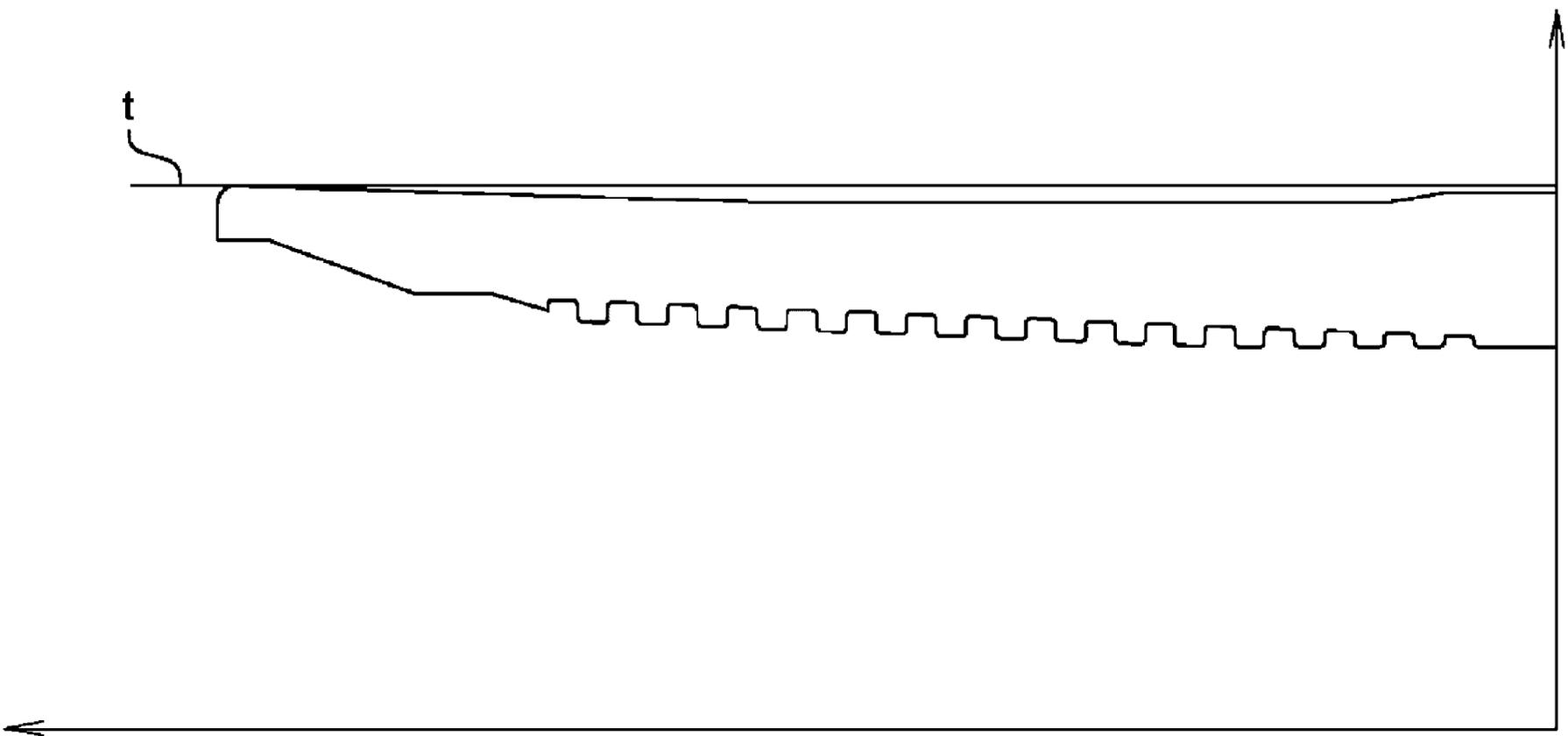
Фиг. 3



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7