

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042325**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- | | |
|---|--|
| <p>(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.03</p> <p>(21) Номер заявки
202190931</p> <p>(22) Дата подачи заявки
2019.09.30</p> | <p>(51) Int. Cl. <i>F16L 19/02</i> (2006.01)
<i>F16L 1/26</i> (2006.01)
<i>F16L 37/00</i> (2006.01)
<i>F16L 37/62</i> (2006.01)
<i>F16L 58/18</i> (2006.01)
<i>F16L 59/18</i> (2006.01)
<i>F16L 23/20</i> (2006.01)
<i>F16L 1/12</i> (2006.01)
<i>B23P 19/06</i> (2006.01)
<i>G01L 5/00</i> (2006.01)
<i>G01L 1/00</i> (2006.01)</p> |
|---|--|

(54) **СОЕДИНЕНИЕ**

- | | |
|---|--|
| <p>(31) 1816064.8</p> <p>(32) 2018.10.02</p> <p>(33) GB</p> <p>(43) 2021.11.17</p> <p>(86) PCT/GB2019/052752</p> <p>(87) WO 2020/070476 2020.04.09</p> <p>(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
МАРИН ДАЙРЕКТ КОНСАЛТЕНТС
ЛИМИТЕД (GB)</p> <p>(72) Изобретатель:
Ворли Стефен Уилльям (GB)</p> <p>(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)</p> | <p>(56) US-A-3484123
US-A-3563576
US-A-4019334</p> |
|---|--|

(57) Система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды, причем соединение имеет ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем система содержит соединение (1) и натяжной инструмент (100), причем соединение имеет первый трубчатый конец (6), содержащий первый концевой фланец (16), имеющий концевую поверхность (17) и муфту (20), содержащую втулку (21) и концевой ограничитель (30), прикрепленный к втулке (21), причем указанная втулка (21) расположена около указанного фланца (18) и указанный концевой ограничитель (30) расположен около указанного трубчатого конца (6), причем указанная муфта (20) выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца (6), причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец (7), содержащий второй концевой фланец (43), имеющий концевую поверхность (45) и стопорную гайку (50), расположенную около и с возможностью скольжения вдоль указанного первого трубчатого конца (7), причем натяжной инструмент (100) служит для приложения осевого натяжения к указанной муфте (20) относительно указанного второго трубчатого конца (7), отличающаяся тем, что по меньшей мере одно из указанной втулки (21) и указанного второго трубчатого конца (7) имеет множество параллельных периферических канавок (23, 47) и указанный натяжной инструмент (100) имеет множество гребней (142), причем система содержит этапы перемещения указанного множества гребней (142) в указанное множество канавок (23, 47) и приложения осевого натяжения к указанной муфте (20) относительно указанного второго трубчатого конца (7).

B1

042325

042325

B1

Уровень техники

Настоящее изобретение относится к соединению для соединения двух трубчатых элементов, к способу для соединения двух элементов и к системе для соединения двух трубчатых элементов. Настоящее изобретение также относится к способу, оборудованию и системе для подтверждения того, что соединение выполнено. Настоящее изобретение также относится к способу и оборудованию для укладки оконечного устройства трубопровода или выкидного трубопровода.

Трубчатые элементы используются для того, чтобы транспортировать текучие среды. Такие трубчатые элементы используются в трубопроводах, выкидных трубопроводах и райзерах. Трубчатые элементы могут использоваться для того, чтобы транспортировать нефть и газ в направлении шельфа. Предусмотрено множество типов трубчатых элементов, используемых в шельфовой нефтяной и газовой промышленности, таких как экспортные трубопроводы, которые могут протягиваться вдоль морского дна из устья скважины для добывающей скважины или из манифольда, связывающего несколько устьев скважин, расположенных на дне моря, в наземный объект для хранения продукции или нефтеперерабатывающий завод; райзеры, которые протягиваются вверх из устья скважины для добывающей скважины, расположенной на дне моря, в буровую установку или буй для соединения с морским танкером; и выкидные трубопроводы, соединяющие подводные устья скважин с манифольдом. Кроме того, трубчатые элементы могут использоваться при конструировании и техобслуживании нефтяных и газовых скважин. Примеры таких трубчатых элементов, используемых при конструировании и техобслуживании нефтяных и газовых скважин, представляют собой райзеры, протягивающиеся вверх из скважины, и гибкие катушечные насосно-компрессорные трубы, используемые главным образом для освоения, техобслуживания и возбуждения скважин. Трубчатые элементы могут быть жесткими, гибкими и/или наматываемыми в виде катушки.

Трубопроводы в шельфовой зоне, в общем, производятся из мягкой стали или высокопрочной стали в секциях, которые транспортируются на трубоукладочном судне, к примеру на барже или корабле, в свой пункт использования. Секции жесткого трубопровода свариваются между собой и опускаются в море с кормовой части судна, чтобы формировать непрерывный трубопровод, который ложится на морское дно. Сварной трубопровод, в общем, опускается с судна с использованием одной из трех систем: S-укладки, J-укладки или барабанной укладки.

При использовании системы S-укладки свободный конец трубопровода размещается, в общем, горизонтально на основе с рольгангом на палубе судна, при этом новая секция также укладывается горизонтально и затем приваривается к свободному концу. Трубопровод разгружается с кормы судна вдоль стингера, который выступает назад и вниз в море с кормы судна. Трубопровод допускает упрощенную S-образную форму между морским дном и судном.

При использовании системы J-укладки свободный конец трубопровода удерживается под таким углом, который соответствует глубине воды, который может быть практически вертикальным для больших глубин. Трубопровод удерживается под требуемым углом на корме судна, при этом новая секция трубопровода размещается на основании, лежащем под требуемым углом, и сваривается со свободным концом трубопровода. Трубопровод разгружается под требуемым углом с кормы судна. Трубопровод допускает упрощенную J-образную форму между морским дном и судном.

При использовании системы барабанной укладки длина сварного трубопровода наматывается на крупный намоточный барабан, расположенный на судне, и разматывается через выпрямитель и с кормовой части судна. Трубопровод допускает упрощенную J-образную форму между морским дном и судном.

После того как трубопровод вводится в эксплуатацию, трубопровод, в общем, сооружается с возможностью противостоять внутреннему давлению типично вплоть до 5000 фунтов/кв. дюйм (350 бар) в результате транспортировки текучей среды. Трубопроводы могут иметь диаметр от 2" (50 мм) до 48" (1,2 м), но, в общем, порядка от 8" (200 мм) до 24" (600 мм).

В фазе добычи нефтяного месторождения выкидные трубопроводы представляют собой колонну трубчатых элементов, которые транспортируют нефть и газ из множества устьев добывающих скважин в манифольд и могут иметь длину порядка десятков-сотен метров. Трубопровод может представлять собой колонну трубчатых элементов для транспортировки нефти и газа из манифольда на существующую платформу или в направлении берега и может иметь длину порядка километров.

Нефтегазовые райзеры, в общем, разделяются на одну из двух категорий: морские райзеры и добывающие райзеры. Первый из них поднимается через море из противовыбросового превентора, расположенного на морском дне, и второй протягивается непрерывно с морского дна в противовыбросовый превентор, расположенный на поверхностной платформе. Райзеры, в общем, сооружаются с возможностью противостоять давлению вплоть до между 15000 фунтов/кв. дюйм (1050 бар) и 20000 фунтов/кв. дюйм (1400 бар). Райзеры могут содержать одну колонну трубчатых элементов, формирующую удлинение в виде обсадных труб ствола скважины в пробуренных породах ниже морского дна, и могут содержать определенное число дополнительных параллельных труб для транспортировки, в числе прочего, текучих сред для дросселирования и глушения скважины. Райзеры изготавливаются из высокопрочной стали в секциях, имеющих соединения, содержащие верхние и нижние резьбовые концы, и/или с фланцевыми соединителями. Каждая секция жесткого райзера является жесткой до такой степени, что она является

самонесущей при вертикальной укладке в стойку, а при горизонтальной укладке в стойку между концами отклоняется на небольшую величину под действием собственного веса.

Гибкие трубчатые элементы, такие как гибкие райзеры, в общем, представляют собой композит, изготовленный из нескольких концентрических слоев, включающих в себя стальные винтовые ленты и пластиковые слои. Гибкие райзеры могут изготавливаться в секциях и транспортироваться аналогично жестким райзерам либо наматываться в виде катушки на крупные намоточные барабаны и в силу этого имеют большую длину с небольшим числом соединений в месте проведения работ.

Гибкие катушечные насосно-компрессорные трубы, используемые при конструировании и техобслуживании нефтяных и газовых скважин, в общем, имеют небольшой диаметр (типично менее 3,25 дюйма (83 мм)) и изготавливаются из мягкой стали. Гибкие катушечные насосно-компрессорные трубы могут наматываться в виде катушки на намоточные барабаны.

Трубчатые элементы, такие как трубопроводы и выкидные трубопроводы, обычно требуют окончного устройства. Для вариантов применения на небольших глубинах каждый конец трубопровода должен иметь простые скребковые очищающие головки, которые снимаются водолазами после того, как трубопровод наводнен, градуирован и протестирован под давлением. Эти головки присоединяются к концу трубы с использованием стандартных фланцев и снимаются водолазами до того, как водолазы подсоединяют концы трубопровода к жесткому райзеру, присоединенному к платформе или манифольду либо непосредственно к одному устью скважины. PLET (оконечные устройства трубопровода) являются более сложными и дорогими окончными узлами, которые, в общем, используются на больших глубинах, в общем, но не только, для того, чтобы упрощать безводолазные врезки с использованием ROV.

PLET, в общем, представляет собой жесткую конструкцию, спроектированную с возможностью оставаться на морском дне, которая удерживает конец трубопровода и его окончное устройство на предварительно определенном расстоянии от морского дна, чтобы упрощать следующее: присоединение камеры запуска скребков на одном конце и камеры приемки скребков на другом конце трубопровода для скребкового очищающего инструмента, используемого в числе прочего для очистки, проверки и тестирования под давлением трубопровода; и последующее осуществление соединений с элементом оборудования на морском дне, таким как манифольд или устье скважины. PLET упрощает совмещение окончных устройств, чтобы формировать соединение, а также предоставление пространства вокруг соединителя, чтобы упрощать осуществление соединения. Типично, для вариантов применения на небольших глубинах предоставляется фланцевый соединитель, и водолаз с помощью отвертки окончательно закрепляет соединение. Альтернативно, если морское дно расположено на больших глубинах, дистанционно управляемый аппарат (ROV) может содержать узкоспециализированную болтовую систему и используется для того, чтобы окончательно закреплять фланцевое соединение. Короткая секция гибкой трубы или жесткого трубчатого элемента определенной формы обычно используется для того, чтобы соединять окончное устройство трубопроводов и выкидных трубопроводов с манифольдами и устьями скважин.

При определенных обстоятельствах трубчатые элементы могут транспортировать текучие среды, которые являются высококоррозийными по отношению к мягкой стали или высокопрочной стали, используемой в корпусе трубчатого элемента. Такие обстоятельства могут представлять собой следующее:

- при разведочном бурении в поисках нефти и газа в определенных типах пород, в которых с большой вероятностью встречаются коррозионные текучие среды, такие как текучие среды, которые содержат серу;

- при транспортировке добываемых текучих сред, которые могут быть коррозионными;

- при операциях гидроразрыва, при которых могут использоваться коррозионные текучие среды, такие как морская вода; и

- при операциях возбуждения скважин, таких как обратное нагнетание для нефтяных и газовых скважин, при которых может использоваться морская вода.

Нагнетаемые текучие среды, добываемые текучие среды или текучие среды, содержащиеся в пробуриваемых зонах, могут формировать высококоррозийные текучие среды, которые могут воздействовать на трубчатые элементы из мягкой и высокопрочной стали.

Чтобы преодолеть проблемы коррозии, такие трубчатые элементы могут изготавливаться с хромовым сплавом вместо мягкой стали. Тем не менее хромовый сплав является очень дорогим, и, если поверхность трубчатого элемента на основе хромового сплава царапается, коррозия по-прежнему может возникать.

Также обычная практика заключается в том, чтобы использовать трубчатые элементы из мягкой стали или высокопрочной стали с внутренней облицовкой, при этом внутренняя облицовка изготавливается из эпоксидного стеклопласта, пластика, нержавеющей стали или других коррозионностойких материалов. Такие стальные трубчатые элементы с внутренней облицовкой могут использоваться для лифтовых труб, трубопроводов и райзеров.

Коррозионные текучие среды могут представлять собой двухфазные или многофазные текучие среды, такие как нефть, газ и вода или морская вода, которая имеет растворенные соли и воздух, захваченный в нее. Морская вода и другие коррозионные текучие среды широко используются в обратных нагнетательных скважинах. Обратная нагнетательная скважина может представлять собой существующую

скважину в пластовом резервуаре или специально пробуренную скважину в истощенном пластовом резервуаре. Обратные нагнетаемые текучие среды закачиваются в пластовый резервуар, чтобы возбуждать и повышать давление в пластовом резервуаре, с тем чтобы принудительно выталкивать всю требуемую нефть и газ из пластового резервуара через добывающую скважину.

Коррозионные текучие среды также могут представлять собой добываемую нефть и газы, и в силу этого частот требуются лифтовые трубчатые элементы с внутренней облицовкой и трубопроводы с внутренней облицовкой. Такие добываемые текучие среды могут представлять собой однофазные или многофазные текучие среды, содержащие комбинацию жидкости, твердых тел и газа.

Один типичный трубчатый элемент с внутренней облицовкой представляет собой трубчатый элемент со сдвоенными или двойными стенками, в котором внутренняя стенка представляет собой внутреннюю облицовочную трубку, изготовленную из коррозионностойкого материала, который служит в качестве проводника для коррозионной текучей среды, и наружная стенка или труба проектируется с возможностью предоставлять такую прочность, чтобы противостоять внутренним давлениям коррозионной текучей среды, а также внешним силам, таким как внешнее давление окружающей воды, механическая нагрузка и т.д. Трубчатый элемент со стенками из мягкой или высокопрочной стали может облицовываться изнутри внутренней облицовкой из полиэтилена высокой плотности (HDPE), нержавеющей стали или эпоксидного стеклопласта (GRE). Внутренняя GRE-облицовка вставляется в трубчатый элемент со стальными стенками и цементируется во внутреннюю стенку трубчатого элемента со стальными стенками. Внутренняя HDPE-облицовка может протягиваться через трубчатый элемент с помощью и оставаться с фрикционной посадкой.

Жесткие трубчатые элементы имеют ограниченную длину вследствие условий и ограничений, которым трубчатые элементы подвергаются на месте, таких как стойки для хранения и погрузочно-разгрузочное оборудование. Таким образом, в случае секций трубопровода каждая секция обычно имеет длину приблизительно в 12-24 м, в то время как трубопровод может иметь длину в десятки или сотни километров. Диаметр трубопровода может составлять от 2" (54 мм) до 48" (1,22 м). Внутренняя облицовка является концентрической с внешней стальной стенкой. Внутренняя облицовка может формироваться из экструдированного HDPE с последовательностью внешних ребер для разнесения внутренней облицовки от внешней стальной стенки, которые задают осевые проходы для транспортировки газов, которые могут проникать из ствола через внутреннюю облицовку в осевые проходы.

В документе WO 2004/016977 раскрыто средство для соединения трубы, содержащее уплотнение, фланцы, резьбовой участок и гайку, при этом концевой участок трубы оснащается концентрической прижимающей поверхностью, расположенной непосредственно рядом с периферией трубы, и проектируется с возможностью принимать осевую силу из инструмента приложения предварительной нагрузки, причем эта сила распределяется равномерно или поточно около периферии конца трубы, чтобы активировать уплотнение, располагаемое между смежными фланцами. Инструмент приложения предварительной нагрузки содержит две концевые секции, соединенные с двумя или более стержнями, при этом каждый стержень оснащается гидравлическим цилиндром.

Автор изобретения заметил, что трубопроводы, выкидные трубопроводы и райзеры должны быть полностью восстанавливаемыми, а их компоненты повторно использоваться, как только трубопровод более не нужен. В этой связи автор изобретения заметил, что простота восстановления является очень важной для того, чтобы достигать этой цели.

Автор изобретения заметил, что внешний диаметр соединения должен минимизироваться, чтобы обеспечивать возможность вставки через инструменты, сквозные отверстия и уменьшать количество материала, используемого в соединении.

Автор изобретения также заметил, что соединение требует приложения большой растягивающей силы к соединению, чтобы обеспечивать активацию уплотнения. Автор изобретения также заметил, что, после того как корректная растягивающая сила прикладывается к соединению, закручивание гайки не требует ни высокой закручивающей силы, ни соответствующего реакционного захвата на невращающейся части соединения.

Автор изобретения также заметил, что совмещение натяжного инструмента является критичным для улучшения соединения.

Имеется потребность в способе снижения риска коррозии в соединительных муфтах и в резьбе между соединительными муфтами и концами трубы.

Имеется потребность в соединении трубчатых элементов, которые могут легко отсоединяться, так что трубчатый элемент может многократно использоваться.

Автор изобретения также заметил, что должно быть желательным иметь систему для подтверждения того, что соединение осуществлено надлежащим образом при первой возможности.

Автор изобретения также заметил, что имеется потребность в оконечном устройстве, которое может окончательно закрепляться на дополнительном соединении, лежащем под водой на морском дне.

Автор изобретения также заметил, что имеется потребность в оконечном устройстве, которое может развертываться с судна, к примеру с корабля или баржи, эффективным способом.

В некоторых обстоятельствах желательно изолировать трубопровод, чтобы поддерживать темпера-

туру в транспортируемой текучей среде. Иногда желательно сохранять текучую среду при температуре, которая упрощает поток текучей среды через трубопровод. Альтернативно или дополнительно, желательно поддерживать температуру, при которой маловероятно образование гидратов в транспортируемой текучей среде.

Автор изобретения также заметил, что холодные точки в трубопроводе должны исключаться, с тем чтобы поддерживать температуру в транспортируемой текучей среде. Автор изобретения также заметил, что имеется потребность в том, чтобы изолировать соединения между трубами.

Сущность изобретения

В соответствии с настоящим изобретением предусмотрена система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды, причем соединение имеет ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем система содержит соединение и натяжной инструмент, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, прикрепленный к втулке, причем указанная втулка размещается около указанного фланца и указанный концевой ограничитель размещается вокруг указанного трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного первого трубчатого конца, причем натяжной инструмент служит для приложения осевого натяжения к указанной муфте относительно указанного второго трубчатого конца, отличающаяся тем, что по меньшей мере одно из указанной втулки и указанного второго трубчатого конца имеет множество параллельных периферических канавок и указанный натяжной инструмент имеет множество гребней, причем система содержит этапы перемещения указанного множества гребней в указанное множество канавок и приложения осевого натяжения к указанной муфте относительно указанного второго трубчатого конца.

Альтернативно или дополнительно, втулка и второй трубчатый конец содержат множество гребней, и натяжной инструмент содержит множество канавок.

Настоящее изобретение также предоставляет соединение для использования в системе изобретения, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного первого концевой фланца и указанный концевой ограничитель размещается около указанного первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного второго конца, отличающееся тем, что по меньшей мере одно из указанной втулки и указанного второго трубчатого конца содержит множество кольцевых пазов.

Возможно, муфта имеет внутренний резьбовой участок, и стопорная гайка имеет соответствующий внешний резьбовой участок. Возможно, внутренний резьбовой участок и соответствующий внешний резьбовой участок стопорной гайки имеют такой размер, что они сопрягаются с помощью резьбы с возможностью стопорить концы первого и второго трубчатых элементов между собой. Возможно, втулка формируется как единое целое с концевым ограничителем для цельной муфты.

Возможно, концевой ограничитель расположен на дальнем конце втулки, и множество канавок расположены на ближнем конце втулки. Возможно, участок корпуса предоставляется между множеством канавок и концевым ограничителем, причем этот участок корпуса упруго растягивается во время натяжения с помощью натяжного инструмента и может оставаться при упругом растяжении, после того как натяжной инструмент вынимается, и соединение осуществляется. Возможно, муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль первого трубчатого конца до тех пор, пока концевой ограничитель не упрется в первый концевой фланец. Возможно, стопорная гайка выполнена с возможностью скольжения вдоль второго трубчатого конца до тех пор, пока стопорная гайка не упрется во второй концевой фланец. Возможно, концевой ограничитель находится внутри втулки и является концентрическим с ней. Возможно, концевой ограничитель прикрепляется или выполнен как единое целое с втулкой. Возможно, концевой ограничитель имеет резьбу под втулку, концевой ограничитель, имеющий наружную резьбу, и втулку, имеющую внутреннюю резьбу по меньшей мере вдоль участка внутренней поверхности.

Возможно, каждая канавка из множества канавок представляет собой желобок. Желобок представляет собой канавку с закругленными внутренними углами и плоским нижним участком. Кроме того, желобки возможно имеют закругленные или квадратные верхние углы. Возможно, канавка имеет закругленное поперечное сечение или квадратное поперечное сечение. Канавки предпочтительно увеличивают чистую площадь несущей поверхности для приложения предварительной нагрузки по сравнению с одной поверхностью при поддержании полной толщины муфты минимальной.

Первый трубчатый элемент имеет толщину стенки. Возможно, указанный первый трубчатый конец содержит ближний участок с большей толщиной стенки относительно трубчатого элемента и меньшей

толщины стенки первого концевой фланца. Возможно, второй трубчатый конец содержит ближний участок с большей толщиной стенки относительно второго трубчатого элемента и меньшей толщины стенки второго концевой фланца.

Возможно, уплотнение расположено между концами трубы и активируется посредством натяжения, прикладываемого посредством натяжного инструмента и поддерживаемого посредством осуществления соединения. Возможно, уплотнение представляет собой кольцевое уплотнение, размещенное в канавке в одной концевой поверхности одного из фланцев, и выступает из него. Возможно, кольцевое прокладочное уплотнение предварительно устанавливается в канавке в одном из фланцев, возможно с помощью суперклея "металл-к-металлу" и возможно с помощью концевой фланцевой предохранителя, чтобы защищать концы до окончательного закрепления. Концевой фланцевой предохранитель снимается до того, как осуществляется соединение.

Возможно, концы трубы выполнены как единое целое с трубчатым элементом, который комплектуется трубопроводом, выкидной трубопровод или райзер. Возможно, концы трубы дополнительно содержат несущий участок, который имеет большую толщину стенки по сравнению с толщиной трубчатых элементов, составляющих трубопровод, выкидной трубопровод или райзер. Возможно, фланцы имеют большую толщину стенки относительно несущих участков. Возможно, концевой ограничитель муфты выполнен с возможностью скольжения и вращения вдоль несущего участка первого трубчатого конца. Возможно, гайка выполнена с возможностью скольжения и вращения вдоль несущего участка второго трубчатого конца.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения предусмотрено соединение, имеющее первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного первого концевой фланца и указанный концевой ограничитель размещается около указанного первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного второго конца, отличающееся тем, что концевой ограничитель находится внутри втулки и является концентрическим с ней, причем концевой ограничитель имеет резьбу под втулку. Возможно, концевой ограничитель имеет наружную резьбу около своей внешней поверхности, и, возможно, втулка имеет внутреннюю резьбу по меньшей мере вдоль участка внутренней поверхности.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрена система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды и ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем система содержит соединение и натяжной инструмент, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного первого концевой фланца и указанный концевой ограничитель размещается вокруг указанного трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного первого трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного второго трубчатого конца, причем натяжной инструмент служит для приложения осевого натяжения к указанной муфте относительно указанного второго трубчатого конца, отличающаяся тем, что указанный натяжной инструмент содержит множество плунжеров, причем каждый плунжер содержит поршень и цилиндр, которые прикладывают натяжение, чтобы растягивать втулку посредством выдвигания поршня из цилиндра.

Натяжной инструмент системы настоящего изобретения, причем натяжной инструмент содержит конструктивный корпус, имеющий первый конструктивный конец и второй конструктивный конец по меньшей мере один плунжер, имеющий закрепленный конец и свободный конец, причем закрепленный конец прикрепляется к указанному первому конструктивному концу, и указанный свободный конец может перемещаться в направлении к и от указанного второго конструктивного конца, при этом указанный свободный имеет вставку для зацепления муфты соединения.

Возможно, поршень и цилиндры приводятся в действие с использованием гидравлической текучей среды.

Возможно, натяжной инструмент содержит удерживающее оборудование для аксиального удержания указанного второго трубчатого конца относительно указанного цилиндра и дополнительное удерживающее оборудование для аксиального удержания указанной втулки указанного первого трубчатого конца относительно указанного поршня. Возможно, аксиально удерживающее оборудование и/или дополнительное аксиально удерживающее оборудование содержат несколько или множество канавок во втором трубчатом конце и втулку и гребни в натяжном инструменте, вставляемом в канавки, которые предпочтительно являются кольцевыми и предпочтительно находятся в плоскости, перпендикулярной оси, хотя могут располагаться под углом к ней в шевронном рисунке и т.п. Возможно, аксиально удерживающее оборудование и/или дополнительное аксиально удерживающее оборудование содержат кольцевое утол-

шение на втором трубчатом конце и втулку и соответствующие примыкающие утолщения в натяжном инструменте.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрена система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды и ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем система содержит соединение и натяжной инструмент, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного первого концевого фланца и указанный концевой ограничитель размещается около указанного первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного второго трубчатого конца, причем натяжной инструмент служит для приложения осевого натяжения между указанной муфтой и указанным вторым трубчатым концом, отличающаяся тем, что указанный натяжной инструмент содержит конструктивный корпус и множество плунжеров около отверстия для приема соединения и параллельных с указанной осью указанного соединения, причем каждый плунжер имеет один конец, прикрепленный к указанному конструктивному корпусу, и свободный конец, перемещаемый при активации указанного плунжера и вставки, располагаемой на указанных свободных концах указанных плунжеров, содержащий вставку для зацепления с указанной втулкой.

Плунжеры могут быть меньшими и менее дорогими при том, что они прикладывают идентичную предварительную нагрузку с плунжерами, располагаемыми с возможностью действовать со сжатием, что приводит в результате к более компактному натяжному инструменту.

Возможно, конструктивный корпус указанного натяжного инструмента содержит по меньшей мере первую и вторую часть, причем каждая часть содержит по меньшей мере один плунжер из указанного множества плунжеров, причем каждый плунжер имеет вставку, причем первая и вторая части могут перемещаться относительно друг друга, чтобы позволять указанной вставке зацеплять указанную втулку указанного соединения.

Возможно, указанная вставка размещается в держателе для вставок. Возможно, вставка является радиально перемещаемой в указанном держателе для вставок.

Возможно, указанный натяжной инструмент содержит вставку, имеющую множество гребней, и указанная втулка содержит множество канавок, при этом возможно, при радиальном перемещении указанной вставки, указанное множество гребней зацепляется во множестве канавок. Возможно, держатель для вставок содержит плунжер для вставок для перемещения указанной вставки радиально относительно указанного держателя для вставок. Возможно, натяжной инструмент дополнительно содержит реакционную вставку, располагаемую в держателе для реакционных вставок, прикрепленном к указанному конструктивному корпусу. Возможно, каждая из первой и второй частей корпуса содержит по меньшей мере одну реакционную вставку. Возможно, указанная реакционная вставка является радиально перемещаемой, чтобы упрощать зацепление с указанным вторым трубчатым концом. Возможно, реакционная вставка является радиально перемещаемой в держателе для вставок с использованием плунжера.

Возможно, вставка закрепляется в указанном держателе для реакционных вставок в конструктивном корпусе, и указанный конструктивный корпус содержит по меньшей мере первую и вторую части, перемещаемые радиально в/из указанного соединения, после чего указанные вставки избирательно зацепляются и расцепляются указанный второй конец трубы указанного соединения. Возможно, конструктивный корпус содержит по меньшей мере первую и вторую части, перемещаемые радиально на рельсах, располагаемых поперечно к оси соединения. При использовании натяжного инструмента, имеющего первую и вторую части в соответствии с настоящим изобретением, настоящее изобретение позволяет изделиям, таким как оконечное оборудование трубопровода, перемещаться через натяжной инструмент, расположенный в сборочной линии на основе с рольгангом на судне, поскольку первая и вторая части натяжного инструмента могут перемещаться в направлении друг от друга достаточно для прохождения PLET через него.

Возможно, совмещающая направляющая предоставляется в указанном конструктивном корпусе, которая может быть радиально перемещаемой или может радиально закрепляться. Совмещающая направляющая может использоваться для того, чтобы аксиально совмещать вставки с канавками. Совмещающая направляющая может содержать концевой ограничитель для примыкания части соединения, с тем чтобы совмещать канавки с гребнями реакционных вставок второго трубчатого конца, и также может совмещать гребни вставок с канавками муфты первого трубчатого конца соединения. Совмещающая направляющая также может использоваться в качестве дополнительной реакционной поверхности для плотного прилегания части соединения во время натяжения.

Возможно, натяжной инструмент дополнительно содержит вращатель, чтобы закручивать стопорную гайку соединения. Возможно, вращатель размещается на свободном конце плунжера и может перемещаться вместе с ним. Возможно, вращатель размещается на держателе для вставок. Вращатель может

содержать колесо с гладким периметром для закручивания стопорной гайки на участке с гладкими стенками стопорной гайки. Возможно, гладкий периметр имеет такую поверхность, чтобы упрощать увеличение контактной силы, к примеру, каучуковую или другую поверхность с высоким коэффициентом трения. Вращатель должен закручивать стопорную гайку только до низкого крутящего момента, чтобы стопорить муфту на месте. Таким образом, вращателю может не потребоваться ни колесо, содержащее шлицевой участок для того, чтобы сопрягаться с соответствующим шлицевым участком на стопорной гайке, ни зубчатый участок и т.п. для того, чтобы сопрягаться с зубчатой дорожкой на стопорной гайке.

Натяжной инструмент настоящего изобретения может использовать плунжеры, которые прикладывают требуемую силу натяжения для того, чтобы предварительно нагружать муфту, со сжатием, что может быть более эффективным, чем если сила натяжения для того, чтобы предварительно нагружать муфту, прикладывается с плунжерами с натяжением. Возможно, сила натяжения прикладывается к соединителю через вставки, которые могут заменяться с возможностью подходить к размеру соединителя/трубы. Инструменты приложения предварительной нагрузки могут задаваться в первой и второй частях, которые могут быть открыты таким образом, что оконечные устройства могут выноситься с использованием крана трубокладочного судна. Натяжной инструмент может оснащаться датчиками, так что ограничитель трубы/соединителя находится в корректном местоположении для зацепления желобков со вставками натяжного инструмента. В этот момент труба может удерживаться посредством отдельного подвесного блока.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрена система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды и ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем первый и второй трубчатые элементы имеют толщину стенки, заданную посредством проходного отверстия и внешней поверхности, причем система содержит соединение и натяжной инструмент, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного фланца и указанный концевой ограничитель размещается около указанного первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность, ближний участок и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного ближнего участка, и заплечик, располагаемый между вторым трубчатым концом и ближним участком, причем натяжной инструмент служит для приложения осевого натяжения между указанной муфтой и указанным вторым трубчатым концом, отличающаяся тем, что указанный натяжной инструмент содержит корпус и множество плунжеров около отверстия для приема соединения и параллельных с указанной осью указанного соединения, причем каждый плунжер имеет один конец, прикрепленный к указанному корпусу, и свободный конец, содержащий средство зацепления для зацепления указанной втулки, причем указанное множество плунжеров служит для приложения натяжения к указанному соединению, при этом указанный натяжной инструмент дополнительно содержит совмещающую направляющую около отверстия в указанном натяжном инструменте для приема указанного соединения, причем указанная совмещающая направляющая может радиально перемещаться из втянутой позиции, позволяющей указанному соединению проходить через указанное отверстие, и радиально выдвинутой позиции, чтобы примыкать к указанному заплечику указанного соединения, чтобы совмещать указанное средство зацепления с указанным соединением.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрена система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды и ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем первый и второй трубчатые элементы имеют толщину стенки, заданную посредством проходного отверстия и внешней поверхности, причем система содержит соединение и натяжной инструмент, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного фланца и указанный концевой ограничитель размещается около указанного первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность, ближний участок и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного ближнего участка, и заплечик, располагаемый между вторым трубчатым концом и ближним участком, причем натяжной инструмент служит для приложения осевого натяжения между указанной муфтой и указанным вторым трубчатым концом, отличающаяся тем, что указанный натяжной инструмент содержит корпус и множество плунжеров около отверстия для приема соединения и параллельных с указанной осью указанного соединения, причем каждый плунжер имеет один конец, прикрепленный к указанному корпусу, и свободный конец, содержащий средство зацепления для зацепления указанной втулки, причем указанное множество плунжеров служит для приложения натяжения к указанному соединению, при этом указанный натяжной инструмент дополнительно содержит совмещающую направляющую около отверстия в указанном натяж-

ном инструменте для приема указанного соединения, причем конструктивный корпус указанного натяжного инструмента содержит по меньшей мере первую и вторую часть, причем каждая часть содержит по меньшей мере один плунжер из указанного множества плунжеров, причем первая и вторая части могут перемещаться относительно друг друга, с тем чтобы избирательно позволять указанному соединению проходить через указанное отверстие или примыкать к указанному заплечику указанного соединения, чтобы совмещать указанное средство зацепления с указанным соединением. Возможно, совмещающая направляющая имеет участок, прикрепленный по меньшей мере к одной из первой части конструктивного корпуса, предпочтительно к обеим. Возможно, совмещающая направляющая радиально прикрепляется к конструктивному корпусу.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрена система для подтверждения того, что соединение между первым и вторым трубчатыми элементами осуществлено, причем система содержит соединение и натяжной инструмент, причем соединение имеет первый трубчатый конец, содержащий первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, прикрепленный к втулке, причем указанная втулка размещается около указанного фланца и указанный концевой ограничитель размещается около указанного первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного второго трубчатого конца, причем натяжной инструмент служит для приложения осевого натяжения между указанной муфтой и указанным вторым трубчатым концом, отличающаяся тем, что указанный натяжной инструмент дополнительно содержит камеру, имеющую поле обзора, направленное на указанную втулку указанной муфты для сбора изображений втулки во время натяжения втулки. Она представляет собой бесконтактную оптическую технологию для измерения относительной деформации во втулке.

Возможно, система дополнительно содержит компьютер для выполнения алгоритма для того, чтобы оценивать относительную деформацию в указанной втулке. Возможно, алгоритм основан на технологии корреляции цифровых изображений (DIC).

Возможно, камера представляет собой камеру на основе CCD (прибора с зарядовой связью) или CMOS (комплементарной структуры "металл-оксид-полупроводник").

Возможно, втулка муфты подготавливается посредством нанесения на наружную поверхность втулки покрытия. Возможно, покрытие представляет собой краску, предпочтительно предоставляющую рисунок, который представляет собой случайный, с насыщенной контрастностью пятнистый рисунок, который типично создается с помощью стандартных аэрозольных красок. Возможно, естественный поверхностный рисунок втулки может быть подходящим. Рисунок (который может быть естественным или применяемым) отслеживается на всем протяжении поверхности изображенного материала.

Возможно, втулка имеет множество канавок вдоль своего участка и участка с гладкими стенками. Участок с гладкими стенками может предоставлять длину втулки в пределах поля обзора камеры для бесконтактного измерения относительной деформации.

Возможно, камера размещается на свободном конце плунжера и, возможно, на держателе для вставок. Таким образом, камера остается в закрепленной известной позиции относительно втулки соединения.

Возможно, вторая камера размещается в натяжном инструменте и имеет поле обзора, направленное на указанную втулку. Возможно, предоставляется источник света, который, в общем, направляется в поле обзора, идентичное полю обзора камеры. Возможно, натяжной инструмент содержит узел с камерами, который содержит кожух, вмещающий камеру. Возможно, кожух также вмещает источник света. Возможно, кожух также содержит вторую камеру.

Возможно, система дополнительно содержит этап преобразования относительной деформации в механическое напряжение с использованием модуля Юнга материала втулки для того, чтобы представлять количественный показатель нагрузки, который оператор использует для того, чтобы оценивать то, имеется или нет достаточная нагрузка в указанном соединении для того, чтобы активировать и поддерживать уплотнение.

Система может включать одну камеру, составляющую часть одиночного DIC-узла, или две камеры, составляющие часть сдвоенных DIC-узлов, при этом измерения относительной деформации могут сравниваться друг с другом на предмет избыточности и/или проверки ошибок.

Натяжной инструмент может быть предназначен для использования на трубоукладочном судне или для подводного использования.

Возможно, система содержит этап приложения натяжения к указанной муфте с помощью указанного натяжного инструмента и закручивания указанной стопорной гайки, чтобы стопорить первое оконечное устройство и дополнительное оконечное устройство между собой, с тем чтобы осуществлять указанное соединение.

Возможно, система дополнительно содержит этап ослабления и снятия натяжения, предоставленного посредством натяжного инструмента, для сбора изображений втулки после снятия.

Настоящее изобретение также представляет способ для подтверждения того, что соединение между первым и вторым трубчатыми элементами осуществлено, при этом способ содержит этапы захвата изображения по меньшей мере участка втулки муфты неосуществленного соединения; приложения натяжения в указанной муфте; стопорения указанной муфты, чтобы осуществлять указанное соединение; ослабления и снятия натяжения в указанной муфте и захвата по меньшей мере одного дополнительного изображения после снятия; и сравнения указанных изображений или данных, полученных из указанных изображений, с тем чтобы получить измерение относительной деформации. Натяжение прикладывается аксиально с помощью трубчатых элементов.

Возможно, способ дополнительно содержит этап сравнения указанного измерения относительной деформации с предварительно определенным измерением относительной деформации, чтобы оценивать то, осуществлено или нет соединение надлежащим образом. Возможно, способ дополнительно содержит этап захвата еще одного дополнительного изображения во время натяжения для того, чтобы оценивать относительную деформацию, и ослабления натяжения, когда указанная относительная деформация удовлетворяет или превышает предварительно определенное пороговое значение. Возможно, этап стопорения указанной муфты содержит этап вращения стопорной гайки предпочтительно вокруг оси указанных трубчатых элементов.

Возможно, втулка муфты подготавливается посредством нанесения на наружную поверхность втулки покрытия.

Возможно, способ дополнительно содержит этап преобразования относительной деформации в механическое напряжение с использованием модуля Юнга материала втулки для того, чтобы вычислять количественный показатель нагрузки.

Настоящее изобретение также представляет способ для соединения первого и второго трубчатых элементов, при этом способ содержит этапы захвата изображения по меньшей мере участка втулки муфты неосуществленного соединения, приложения натяжения в указанной муфте, захвата по меньшей мере одного дополнительного изображения во время натяжения в указанной муфте для того, чтобы оценивать относительную деформацию, и ослабления натяжения, когда указанная относительная деформация удовлетворяет или превышает предварительно определенное пороговое значение.

Возможно, если относительная деформация не удовлетворяет или превышает предварительно определенное пороговое значение, натяжение продолжается, и по меньшей мере одно еще одно дополнительное изображение захватывается, чтобы оценивать относительную деформацию, и натяжение ослабляется, когда указанная относительная деформация удовлетворяет или превышает предварительно определенное пороговое значение.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрено оборудование для того, чтобы поддерживать конец трубопровода или выкидного трубопровода, причем оборудование содержит основу по меньшей мере с одной приподнятой опорой для поддержки конца трубопровода или выкидного трубопровода, отличающееся тем, что развертывающаяся рама шарнирно закрепляется на указанной основе.

Возможно, оборудование дополнительно содержит искривленную секцию трубы, имеющей первый и второй концы, причем первый конец поддерживается посредством или удерживается посредством либо располагается на указанной по меньшей мере одной приподнятой опоре и имеет оконечное устройство, и указанный второй конец отстает от указанной основы и содержит дополнительное оконечное устройство. Возможно, искривленная секция трубы является жесткой до такой степени, что она поддерживает свое искривление постоянным при нормальном использовании. Возможно, искривленная секция трубы допускает упрощенную S-образную форму, имеющую один конец, поддерживаемый на приподнятой опоре, лежащей горизонтально, вертикально или под углом между ними, и второй конец, отстающий от основы, предпочтительно горизонтально. Возможно, искривленная труба содержит по меньшей мере две секции, возможно свариваемые между собой, по меньшей мере одна из которых может быть искривлена. Возможно, искривленный участок содержит прямой участок трубы, к которому присоединяется указанное дополнительное оконечное устройство. Прямой участок может отставать на 10-20 м от рамы.

Возможно, основа содержит раму, состоящую из множества конструктивных балок. Возможно, балки имеют квадратное, круглое, овальное или многоугольное сечение. Возможно, по меньшей мере один опорный башмак шарнирно закрепляется на указанной основе.

Возможно, конец трубопровода или выкидного трубопровода представляет собой первый конец трубы или второй конец трубы соединения типа, раскрытого в данном документе. Возможно, соединение настоящего изобретения или любое другое соединение раскрывается в данном документе.

Возможно, оборудование содержит по меньшей мере одно сочленение, чтобы упрощать подачу оборудования вдоль искривленного основания стингера. Сочленение может упрощать обеспечение соответствия обратной стороны оборудования искривленному основанию стингера.

Возможно, оборудование дополнительно содержит скобу, утолщение или другое подходящее соединение, чтобы упрощать протягивание оборудования вдоль стингера, предпочтительно с помощью проволочной кабельной линии. Возможно, оборудование содержит основу и развертывающую раму, шарнирно закрепленную на ней, чтобы обеспечивать возможность сочленения в вертикальной плоскости. Возможно, проволочная кабельная линия присоединяется к развертывающей раме, чтобы протяги-

вать оборудование вдоль стингера, с тем чтобы упрощать подачу. Возможно, проволочная кабельная линия присоединяется к развертывающей раме с помощью скобы и, возможно, поворотной части.

Этот аспект настоящего изобретения также предоставляет оконечное устройство трубопровода, содержащее основу по меньшей мере с одной приподнятой опорой для поддержки конца трубопровода или выкидного трубопровода, отличающееся тем, что оборудование дополнительно содержит начальную секцию трубы, имеющую искривленный участок и первый и второй концы, причем первый конец поддерживается посредством или удерживается посредством либо располагается на указанной по меньшей мере одной приподнятой опоре и имеет оконечное устройство, и указанный второй конец отстает от указанной основы и содержит дополнительное оконечное устройство, при этом одно из оконечных устройств содержит первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, причем указанная втулка размещается около указанного первого концевого фланца, и указанный концевой ограничитель размещается около первого трубчатого конца, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца, причем другое оконечное устройство содержит второй трубчатый конец, содержащий второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного второго конца, при этом по меньшей мере одно из указанной втулки и указанного второго трубчатого конца содержит множество кольцевых пазов.

Этот аспект настоящего изобретения также представляет способ для развертывания оконечного устройства трубопровода, при этом оконечное устройство трубопровода задается согласно изобретению, при этом способ содержит этапы присоединения оконечного устройства по меньшей мере в одном стыке трубопровода ко второму оконечному устройству оконечного устройства трубопровода, подачи оборудования с указанным трубопроводом вдоль стингера трубоукладочного судна в место назначения на морском дне.

Возможно, способ дополнительно содержит этап протягивания оконечного устройства трубопровода вдоль стингера с помощью проволочной кабельной линии. Возможно, проволочная кабельная линия размещается около шкива блока, закрепленного, или на раме, закрепленной на морском дне. Возможно, проволочная кабельная линия обматывается вокруг приводимого барабана на трубоукладочном судне и сматывается с него. Возможно, трубоукладочное судно имеет трубоукладочную линию, содержащую основание с рольгангом, натяжной инструмент для натяжения указанного соединения по меньшей мере одного из одного из подвеса или натяжителя и стингера трубопровода, при этом способ дополнительно содержит этап подъема указанной рамы указанного оконечного устройства трубопровода на трубоукладочную линию на корме натяжного инструмента и по меньшей мере одного из подвеса или натяжителя трубопровода, причем прямой участок указанной начальной секции трубы находится в указанном натяжном инструменте.

Возможно, проволочная кабельная линия размещается около шкива блока, закрепленного, или на раме, закрепленной на морском дне для развертывания начального конца для трубопровода или выкидного трубопровода. Блок может прикрепляться к свае, приводимой в движение в направлении морского дна, либо к иницилирующему блоку. Возможно, проволочная кабельная линия обматывается вокруг приводимого барабана на трубоукладочном судне и поддается смотке и размотке с него.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрен способ для соединения трубопровода с подводным устройством, таким как манифольд или подводная фонтанная арматура устья скважины, при этом способ содержит этапы предоставления оборудования, поддерживающего начальную секцию трубы, причем начальная секция трубы содержит первое оконечное устройство и второе оконечное устройство, причем способ дополнительно содержит этапы соединения второго оконечного устройства с развертываемым оконечным устройством трубопровода и опускания оборудования на морское дно, аксиального совмещения дополнительного оконечного устройства с первым оконечным устройством, причем одно из указанного первого оконечного устройства и дополнительного оконечного устройства имеет муфту, а другое имеет стопорную гайку, и закручивания одного из стопорной гайки и муфты для того, чтобы формировать соединение, установки подводного натяжного инструмента около указанного соединения и приложения натяжения к указанной муфте с помощью указанного натяжного инструмента и закручивания указанной стопорной гайки, чтобы стопорить первое оконечное устройство и дополнительное оконечное устройство между собой, с тем чтобы осуществлять указанное соединение.

Возможно, подводное устройство имеет гибкий трубчатый элемент или жесткую трубную бобину, содержащую указанное дополнительное оконечное устройство.

Возможно, способ дополнительно содержит этап очистки трубопровода скребками до того, как первое оконечное устройство стыкуется с указанным дополнительным оконечным устройством подводного устройства.

В соответствии с настоящим изобретением предусмотрен подводный натяжной инструмент, содержащий по меньшей мере две части, причем каждая часть содержит по меньшей мере один плунжер, причем указанные части имеют центральное отверстие для приема соединения, причем части могут перемещаться радиально около соединения, что обеспечивает им возможность зажиматься между собой около соединения.

Настоящее изобретение также предоставляет систему для соединения конца трубопровода или выкидного трубопровода на морском дне с подводным устройством, причем система содержит оборудование, имеющее основу по меньшей мере с первой и второй приподнятыми опорами, каждая из которых содержит седло, причем указанная первая приподнятая опора служит для поддержки первого оконечного устройства начальной секции (360) трубы, вторая приподнятая опора служит для поддержки дополнительного оконечного устройства соединения сцепляющего трубчатого элемента, причем указанные по меньшей мере первая и вторая приподнятые опоры разнесены, с тем чтобы обеспечивать возможность указанному первому концу оконечного устройства соединиться с указанным вторым концом указанного соединения, и для приема натяжного инструмента для приложения осевого натяжения к втулке соединения. Возможно, натяжной инструмент представляет собой натяжной инструмент в настоящем изобретении. Возможно, натяжной инструмент содержит первую и вторую части, формирующие горловину, причем первая и вторая части шарнирно закрепляются с возможностью открываться около указанного соединения между указанными первой и второй приподнятыми опорами, чтобы принимать указанное соединение в указанной горловине, и закрываться около указанного соединения, после чего указанный натяжной инструмент активируется для того, чтобы прикладывать натяжение к указанной втулке указанного соединения. Возможно, приподнятые опоры выполнены с возможностью поддерживать оконечное устройство в горизонтальной плоскости. Возможно, натяжной инструмент опускается на линии из надводного судна и совмещается между приподнятыми опорами водолазом или посредством дистанционно управляемого аппарата (ROV).

Оконечное устройство может располагаться горизонтально для соединения с соответствующим оконечным узлом в горизонтальной плоскости или может располагаться вертикально для соединения с соответствующим оконечным узлом в вертикальной плоскости (не показано на чертежах).

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрено соединение, содержащее первый и второй трубчатые элементы, имеющие совпадающее проходное отверстие, причем указанный первый трубчатый элемент облицовывается изнутри внутренней облицовкой, имеющей первый проток в кольцевой области между ними, причем указанный второй трубчатый элемент облицовывается изнутри внутренней облицовкой, имеющей второй проток в кольцевом пространстве между ними, причем указанный первый трубчатый элемент имеет концевой фланец и второй трубчатый элемент имеет соответствующий концевой фланец, отличающееся тем, что указанный фланец и указанный соответствующий фланец содержат дополнительный проток, который связывает указанный первый проток с указанным вторым протоком.

В соответствии с этим аспектом изобретения также предусмотрена система, содержащая трубопровод, содержащий множество соединений, причем каждое соединение содержит первый и второй трубчатые элементы, имеющие совпадающее проходное отверстие, причем указанный первый трубчатый элемент облицовывается изнутри внутренней облицовкой, имеющей первый проток в кольцевой области между ними, причем указанный второй трубчатый элемент облицовывается изнутри внутренней облицовкой, имеющей второй проток в кольцевом пространстве между ними, причем указанный первый трубчатый элемент имеет концевой фланец и второй трубчатый элемент имеет соответствующий концевой фланец, отличающаяся тем, что указанный фланец и указанный соответствующий фланец содержат дополнительный проток, который связывает указанный первый проток с указанным вторым протоком, причем система дополнительно содержит манифольд для поддержания постоянного потока через указанный проток по меньшей мере вдоль участка указанного трубопровода.

Возможно, проток содержит порт, протягивающийся через указанный фланец, и, возможно, дополнительный порт, протягивающийся через указанный соответствующий фланец. Возможно, по меньшей мере одно из фланца и соответствующего фланца имеет кольцевой паз для приема кольцевого уплотнения, и, возможно, порт протягивается в указанный паз. Возможно, соединение дополнительно содержит кольцевое уплотнение, расположенное в указанном пазу. Возможно, кольцевое уплотнение приклеивается с возможностью предотвращать выпадение кольцевого уплотнения паза во время окончательного закрепления соединения. Возможно, кольцевое уплотнение имеет множество сквозных отверстий через него, чтобы разрешать текучей среде протекать между смежными фланцами и, возможно, пазами. Возможно, кольцевое уплотнение садится в паз с кольцевым пространством сзади.

Возможно, внутренняя облицовка имеет концевой участок, который садится в кольцевую полость в указанном первом трубчатом элементе и, возможно, в указанном втором трубчатом элементе. Кольцевая полость имеет конечную глубину, возможно практически равную толщине внутренней облицовки. Возможно, кольцевая полость имеет гладкую переходную область между внутренним диаметром трубчатого элемента и конечной глубиной. Возможно, кольцевой зазор предоставляется между концом внутренней облицовки и концом кольцевой полости.

Возможно, внутренняя облицовка изготавливается из HDPE (полиэтилена высокой плотности), PVDF (поливинилиденфторида) или XLPE (перекрестно сшитого полиэтилена). Возможно, внутренняя облицовка формируется посредством экструзии.

Этот аспект настоящего изобретения также представляет способ предотвращения накопления газов между внутренней облицовкой и трубчатым элементом в трубопроводе, содержащем по меньшей мере

два трубчатых элемента с соединением между ними, кольцевую область между каждой внутренней облицовкой и соответствующим трубчатым элементом, причем по меньшей мере один проток в указанной кольцевой области и соединении содержит дополнительный проток, при этом способ содержит этапы предоставления возможности текучей среде протекать через указанный дополнительный проток между указанными протоками в указанной кольцевой области между указанными внутренними облицовками и указанными трубчатыми элементами.

Возможно, способ дополнительно содержит этап вызывания перемещения в текучей среде вдоль протока между внутренней облицовкой и трубчатым элементом в манифольд. Возможно, манифольд размещается на берегу. Возможно, манифольд размещается под водой. Возможно, манифольд расположен под водой, и дополнительный манифольд расположен на берегу. Возможно, множество манифольдов разнесены вдоль трубопровода. Возможно, манифольд содержит насос. Возможно, насос представляет собой отрицательный нагнетательный насос, который прикладывает тяговую силу к текучей среде. Возможно, насос представляет собой прямой объемный вытеснительный насос, который вызывает перемещение в текучей среде. Возможно, трубопровод присоединяется к манифольду с помощью фланцевого соединения. Возможно, соединение представляет собой соединение, раскрытое в данном документе относительно фиг. 1-3, либо любое другое соединение, раскрытое в данном документе. Возможно, соединение содержит кольцевое уплотнение, имеющее множество осевых сквозных отверстий через него и, возможно, располагаемое в пазу, имеющем площадь контакта для контакта кольцевого уплотнения таким образом, чтобы формировать уплотнение, и кольцевой проток между кольцевым уплотнением и стенкой паза для того, чтобы упрощать поток текучей среды через соединение. Возможно, предоставляются множество сквозных отверстий, которые протягиваются из кольцевого протока в осевой проток между внутренней облицовкой и трубчатым элементом.

Автор изобретения отметил, что в трубопроводе с внутренней облицовкой и покрытием важно предотвращать коррозию в/рядом с соединениями между стыками трубы в трубопроводе, выкидном трубопроводе или райзере.

Настоящее изобретение также предоставляет трубопровод, содержащий трубчатый элемент, имеющий конец трубы, содержащий фланец, причем фланец имеет наружную поверхность, внутреннюю поверхность и концевую поверхность, причем концевая поверхность имеет кольцевой паз для приема кольцевого уплотнения, причем кольцевой паз облицовывается изнутри вкладкой, отличающийся тем, что вкладка протягивается из указанного кольцевого паза к внутренней поверхности.

Возможно, вкладка протягивается вдоль внутренней поверхности, возможно, на 25-100 мм и, возможно, на 50-75 мм. Возможно, трубопровод облицовывается изнутри внутренней облицовкой. Возможно, внутренняя облицовка перекрывает вкладку. Возможно, вкладка изготавливается из нержавеющей стали или инконели. Возможно, компрессионное кольцо используется во фланцевом конце стыка трубопровода с внутренней облицовкой, при этом компрессионное кольцо перекрывает вкладку. Возможно, внутренняя облицовка разнесена от внутренней стенки трубчатого элемента с возможностью предоставлять проток для текучей среды, и сквозное отверстие размещается во фланце, и дополнительное сквозное отверстие в указанной вкладке совмещается со сквозным отверстием для того, чтобы соединить с возможностью обмена текучей средой проток с кольцевым пазом, предпочтительно с тем, чтобы предоставлять проток через конец трубы и в соответствующий конец трубы, соединенный с ним для того, чтобы предоставлять непрерывный проток вдоль трубопровода. Возможно, вкладка формируется с кольцевым пазом по меньшей мере в одной концевой поверхности фланца, чтобы предоставлять кольцевой проток для циркуляции газов.

В некоторых трубопроводах, выкидных трубопроводах или райзерах преимущественно поддерживать температуру в транспортируемой текучей среде. В силу этого преимущественно изолировать трубопровод, выкидной трубопровод или райзер. Автор изобретения отметил, что важно не иметь перемычек в трубопроводе, выкидном трубопроводе или райзере, в которых варьирования температуры могут не только изменять температуру транспортируемой текучей среды, но и могут вызывать образование гидратных кристаллов и/или рисунков движения потока в текучей среде.

Настоящее изобретение также предоставляет изолированный трубопровод, содержащий первый и второй внутренние трубчатые элементы, имеющие концентрическую наружную рабочую трубу и изоляцию в кольцевом пространстве между ними, причем трубчатые элементы имеют конец трубы и соединение между ними, причем соединение содержит первый конец трубы, содержащий первую ступицу и первый концевой фланец, имеющий концевую поверхность и муфту, содержащую втулку и концевой ограничитель, прикрепленный к втулке, причем указанная втулка размещается около указанного первого концевого фланца и указанный концевой ограничитель размещается вокруг указанного первого конца трубы, причем указанная муфта выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного конца трубы, причем второй конец трубы содержит вторую ступицу, второй концевой фланец, имеющий концевую поверхность и стопорную гайку около и возможность вращения вдоль указанного первого конца трубы, при этом соединение содержит изоляционную оболочку.

Возможно, наружная рабочая труба сваривается со ступицей. Возможно, уплотнение расположено между изоляционной оболочкой и соединением. Возможно, уплотнение предоставляется на каждом кон-

це изоляционной оболочки, возможно в кольцевом или полукольцевом пазу. Возможно, изоляционная оболочка содержит оплетки, которые могут подгоняться на месте к соединению радиально и, возможно, удерживаться на месте в соединении с помощью лент, чтобы предотвращать радиальное отделение оплеток от соединения. Изоляционная оболочка, возможно, содержит оконтуренную внутреннюю поверхность, которая практически совпадает с контурами соединения, включающими в себя муфту, ступицы, канавки или желобки и рабочую трубу. Возможно, изоляционная оболочка перекрывает изолированную трубу, с тем чтобы предотвращать образование перемычек.

Во избежание сомнений система, оборудование или способ изобретения могут содержать любые из аспектов и необязательных признаков и этапов, изложенных в данном документе.

Краткое описание фигур

Для лучшего понимания настоящего изобретения далее следует обратиться, только в качестве примера, на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг. 1 является общим видом в сечении соединения в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 2 является видом в поперечном сечении соединения, показанного на фиг. 1, в конечной стадии соединения;

фиг. 3 является видом сбоку соединения, показанного на фиг. 1, в конечной стадии соединения;

фиг. 4 является укрупненным видом в поперечном сечении соединения в соответствии с настоящим изобретением, содержащего альтернативную муфту;

фиг. 5 является общим видом кольцевой ВХ-прокладки, используемой в соединении, показанном на фиг. 1;

фиг. 6 является увеличенным видом сбоку в поперечном сечении втулки муфты соединения, показанного на фиг. 1;

фиг. 6А является общим видом втулки, показанной на фиг. 6;

фиг. 7 является общим видом натяжного инструмента в соответствии с настоящим изобретением для использования при осуществлении соединения в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 7А является видом в плане сверху натяжного инструмента, показанного на фиг. 7;

фиг. 7В является видом сбоку в вертикальном сечении натяжного инструмента, показанного на фиг. 7;

фиг. 8А является общим видом, показывающим первую половину натяжного инструмента, показанного на фиг. 7, с соединением, показанным на фиг. 1, между двумя трубчатыми элементами в натяжном инструменте и подвесном оборудовании для использования при управлении разворачиванием колонны трубчатых элементов;

фиг. 8В является общим видом, показывающим первую половину дополнительного варианта осуществления натяжного инструмента с соединением, показанным на фиг. 1, между двумя трубчатыми элементами в натяжном инструменте и подвесном оборудовании для использования при управлении разворачиванием колонны трубчатых элементов;

фиг. 9 является схематичным видом сбоку в поперечном сечении части натяжного инструмента, показанного на фиг. 8В;

фиг. 10 является общим видом, показывающим часть втулки, показанной на фиг. 6, и показывающим участок вставки натяжного инструмента;

фиг. 10А является видом в поперечном сечении, показывающим желобок и гребень желобка;

фиг. 10В является схематичным видом части натяжного инструмента по фиг. 7, показывающим вращатель для закручивания стопорной гайки соединения, причем вращатель прикрепляется к державке для вставок;

фиг. 11 является частичным видом в сечении в перспективе части второй половины натяжного инструмента, показанного на фиг. 7, содержащего систему камер в соответствии с настоящим изобретением, и при этом соединение размещается в натяжном инструменте, показанном в сечении;

фиг. 12 является общим видом блока с камерами для использования в системе, показанной на фиг. 11;

фиг. 12А является схематичным общим видом блока с камерами, указывающим поле обзора блока с камерами;

фиг. 13 является общим видом альтернативной камеры для использования в натяжном инструменте, показанном на фиг. 11;

фиг. 13А является принципиальной схемой, показывающей стадию работы камеры, показанной на фиг. 13;

фиг. 13В является принципиальной схемой, показывающей стадии в работе камеры, показанной на фиг. 13;

фиг. 14 является принципиальной схемой, показывающей систему S-укладки предшествующего уровня техники для укладки трубопровода на морском дне;

фиг. 15 является принципиальной схемой, показывающей систему J-укладки предшествующего уровня техники для укладки трубопровода;

фиг. 16 является общим видом оконечного устройства трубопровода в соответствии с настоящим

изобретением, показанного с гибкой трубой, соединенной с ним;

фиг. 17 является видом сбоку оконечного устройства трубопровода и гибкой трубы, показанных на фиг. 16;

фиг. 17А является схемой, показывающей конечную стадию в способе начала укладки трубопровода в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 17В является схемой, показывающей начальную стадию в способе начала укладки трубопровода в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 18 является видом сбоку оконечного устройства трубопровода и гибкой трубы с натяжным инструментом системы для соединения трубопровода с подводным устройством в соответствии с настоящим изобретением, показывающим стадию при комплектовании оконечного устройства трубопровода гибкой трубой, предоставляемой с соответствующим оконечным устройством;

фиг. 19 является видом с торца, в частичном сечении, оконечного устройства трубопровода и гибкой трубы с натяжным инструментом, показанных на фиг. 18;

фиг. 20 является видом сбоку оконечного устройства трубопровода и гибкой трубы с натяжным инструментом, показанных на фиг. 18, причем натяжной инструмент показывается в поперечном сечении;

фиг. 21 является схематичным видом сбоку в поперечном сечении части трубопровода с внутренней облицовкой и соединения между секциями трубопровода в соответствии с дополнительным аспектом настоящего изобретения;

фиг. 21А является видом в поперечном сечении части трубопровода с внутренней облицовкой, показанного на фиг. 21;

фиг. 22 является схематичным видом сбоку в поперечном сечении части трубопровода с внутренней облицовкой и соединения между секциями трубопровода в соответствии с дополнительным аспектом изобретения;

фиг. 22А является схематичным видом трубопровода в соответствии с настоящим изобретением, содержащего соединение труб с внутренней облицовкой в соответствии с настоящим изобретением;

фиг. 22В является схематичным видом конца трубопровода в соответствии с настоящим изобретением, завершающегося в береговом манифольде;

фиг. 23 является схематичным видом в поперечном сечении части трубопровода, содержащего конец трубы в соответствии с дополнительным аспектом изобретения;

фиг. 24 является схематичным видом в поперечном сечении части трубопровода, содержащего конец трубы в соответствии с еще дополнительным аспектом изобретения;

фиг. 25А является видом сбоку в поперечном сечении части изолированного трубопровода в соответствии с другим аспектом настоящего изобретения;

фиг. 25В является видом в поперечном сечении изолированного соединения части, показанного на фиг. 25А.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Ссылаясь на фиг. 1-3, показывается соединение 1 между двумя трубчатыми элементами 2 и 3, имеющими практически совпадающие проходные отверстия 4 и 5 для транспортировки текучих сред.

Каждый трубчатый элемент 2 и 3 может изготавливаться из любого подходящего материала, такого как мягкая сталь, высокопрочная сталь, нержавеющая сталь, пластиковый материал или композиционные материалы. Трубчатый элемент может иметь круглое поперечное сечение. Трубчатые элементы 2 и 3 показаны без облицовки изнутри, хотя трубчатый элемент также может облицовываться изнутри подходящей коррозионностойкой внутренней облицовкой. Трубчатые элементы 2 и 3 могут иметь любую подходящую длину и могут иметь конец 6 и 7 трубы на каждом конце для того, чтобы осуществлять соединение со смежным трубчатым элементом на каждом конце, с тем чтобы формировать колонну трубчатых элементов.

В этом примере трубчатые элементы 2 и 3 изготавливаются из высокопрочной стали, к примеру из стали с высоким содержанием углерода. Трубчатые элементы 2 и 3 комплектуются из четырех секций труб длиной 12 м (40 футов) (не показаны на чертежах), которые могут иметь периферический скос на наружной поверхности каждого конца секций трубчатого элемента по толщине стенки трубчатого элемента и свариваться между собой со сварными швами встык в пространстве, предоставленном посредством примыкающих конусов, с тем чтобы формировать трубчатый элемент длиной 48 м (160 футов) (не показан полностью). Сварные четыре секции трубчатого элемента содержат концы 6 и 7 трубы на каждом конце. Сварные четыре секции трубчатых и концов 6 и 7 трубы могут упоминаться как "четверной стык". Трубчатые элементы 2 и 3 имеют внутреннюю поверхность, ограничивающую соответствующее проходное отверстие 4 и 5, и внешнюю поверхность, задающую толщину 13 стенки между ними. Альтернативно, трубчатый элемент может содержать одну (12 м), две (24 м, известен как двойной), три (36 м, известен как тройной) или другое подходящее число сваренных секций.

Соединение 1 содержит первый и второй концы 6 и 7 трубы, которые свариваются с трубчатыми элементами 2 и 3 соответственно, с периферическими сварными швами 8 и 9 встык. Сварные швы 8 и 9 могут подвергаться машинной обработке, с тем чтобы формировать гладкую непрерывную наружную поверхность. Внутренняя поверхность, в общем, является гладкой. Машинная обработка сварных швов

также может улучшать усталостные характеристики. Концы 6 и 7 трубы имеют практически совпадающие проходные отверстия 10 и 11, которые также практически совпадают с проходными отверстиями 4 и 5, чтобы формировать непрерывное проходное отверстие для прохождения текучей среды. Следует отметить, что концы 6 и 7 трубы альтернативно могут адгезивно скрепляться с трубчатыми элементами 2 и 3 или присоединяться иным способом. Альтернативно, концы 6 и 7 трубы могут формироваться как единое целое с трубчатыми элементами 2 и 3.

Первый конец 6 трубы имеет дальний концевой участок 12, имеющий толщину стенки, которая практически равна толщине 13 стенки трубчатого элемента 2. Первый конец 6 трубы также имеет ближний участок 14 с увеличенной толщиной стенки, имеющий наружную стенку с большим диаметром относительно внешнего диаметра трубчатого элемента 2. Толщина стенки ближнего участка 14 может приблизительно в два раза превышать толщину 13 стенки трубчатых элементов 2 и 3, хотя может иметь любую подходящую толщину. Заплекчик 15 формируется между внешней поверхностью дальнего участка 12 и увеличенным внешним диаметром ближнего участка 14. Заплекчик 15 может быть скошенным. Первый конец 6 трубы также имеет ближний концевой фланец 16 с большей толщиной стенки относительно ближнего участка 14 и может приблизительно в три раза превышать толщину 13 стенки трубчатого элемента 2, хотя может иметь любую подходящую толщину. Заплекчик 16' формируется между внешней поверхностью ближнего участка 14 и внешним диаметром ближнего концевого фланца 16. Заплекчик 16' может быть перпендикулярным оси X-X трубы или может быть скошенным под любым подходящим углом. Ближний концевой фланец 16 имеет практически плоскую концевую поверхность 17, лежащую в плоскости, перпендикулярной оси X-X соединения 1. Плоская концевая поверхность 17 имеет непрерывный паз 18, который является практически концентрическим с внутренней и внешней стенками ближнего концевого фланца 16 и размещается между ними. Непрерывный паз 18 имеет такой размер и форму, чтобы принимать первый участок кольцевой уплотнительной прокладки 19, оставляя второй участок выступающим из непрерывного паза 18. Кольцевая уплотнительная прокладка 19 может быть размещена не жестко в пазу или может адгезивно скрепляться в нем с помощью клея, к примеру клея "металл-к-металлу", либо может иметь такой размер, чтобы формировать фрикционную посадку между ними. Первый конец 6 трубы может изготавливаться из одного участка материала, такого как высокопрочная сталь.

Кольцевое уплотнение 19 может представлять собой кольцевую стыковую VX-прокладку, которая, в общем, подвергается машинной CNC-обработке. Кольцевая стыковая VX-прокладка снабжается энергией посредством предоставления осевой силы при осуществлении соединения 1. Кольцевая стыковая VX-прокладка может, как показано на фиг. 5, иметь скошенные углы 19', хотя кольцевое уплотнение может иметь квадратное сечение. Кольцевое уплотнение может изготавливаться из высокопрочного уплотнения или нержавеющей стали, предпочтительно имеющей высокое содержание хрома. Кольцевое уплотнение 19 может изготавливаться из нержавеющей стали, к примеру, класса 316L либо из инконели, к примеру, класса 825.

Первый конец 6 трубы имеет муфту 20, содержащую втулку 21, подробно показанную на фиг. 6 и 6А. Втулка 21 представляет собой трубчатый элемент, имеющий круглое поперечное сечение, и может изготавливаться из высокопрочной стали. Втулка 21 имеет толщину стенки, заданную посредством внутренней поверхности с диаметром, практически равным или совсем незначительно превышающим внешний диаметр ближнего концевого фланца 16, так что при использовании, втулка 21 может скользить по внешней поверхности ближнего концевого фланца 16. Толщина стенки втулки также задается посредством внешней поверхности, которая может иметь постоянный диаметр, как показано в варианте осуществления по фиг. 4, либо может иметь утопленный участок 21' корпуса с немного меньшим диаметром, как показано на фиг. 1-3, 6 и 6А. Втулка 21 имеет внутреннюю резьбу 22, отведенную к внутренней поверхности вдоль ближнего концевого участка 23. Втулка 21 также имеет внутреннюю резьбу 24, отведенную к внутренней поверхности вдоль дальнего концевого участка 25. Внешняя поверхность втулки 21 имеет скошенные концы 26 и 27 и множество 28 параллельных периферических канавок, охватывающих ближний концевой участок 23.

Ссылаясь на фиг. 1, муфта 20 также содержит концевое ограничительное кольцо 30, имеющее внутреннюю поверхность, задающую диаметр, практически равный или немного превышающий внешний диаметр ближнего концевого участка 14, так что при использовании концевое ограничительное кольцо 30 выполнено с возможностью скольжения вдоль ближнего концевого участка 14. Внутренняя поверхность может быть гладкой. Концевое ограничительное кольцо 30 представляет собой непрерывное кольцо, имеющее внешнюю поверхность с диаметром, практически равным внутреннему диаметру втулки 21. Внешняя поверхность содержит наружную резьбу 31, которая сопрягается с внутренней резьбой 24 концевого участка 25 втулки 21. В ходе конструирования соединения 1 втулка 21 проскальзывает из свободного конца для конца 6 трубы по ближнему концевому фланцу 16, после чего концевое ограничительное кольцо 30 ввинчивается во втулку 21 и остается закрепленным в ней. Следует отметить, что концевое ограничительное кольцо 30 не разделяется от втулки 21 в то время, когда соединение окончательно закрепляется в полевых условиях.

Чтобы упростить сборку, концевое ограничительное кольцо 30 может содержать два полукруглых грейферных участка (не показаны), которые могут подгоняться на месте радиально к ближнему конце-

вому участку 14 конца 6 трубы. Винтовая резьба на каждом из грейферных участков совпадает и совмещается, чтобы формировать непрерывную резьбу около внешней поверхности грейфера. Во время сборки втулка 21 затем проскальзывает по свободному концу конца 6 трубы и навинчивается по резьбе на грейферные участки, формирующие концевое ограничительное кольцо 30.

Альтернативно, как показано на фиг. 4, концевое ограничительное кольцо 30 может формироваться как единое целое с втулкой 21 таким образом, что муфта формируется в одном участке и затем проскальзывает по концу 6 трубы до того, как конец трубы приваривается или иным способом присоединяется к трубчатому элементу 2. Муфта, показанная на фиг. 4, также демонстрирует внешний диаметр, имеющий постоянный диаметр, за исключением дальнего концевого скоса 27' и множества параллельных периферических натяжных желобков 28', охватывающих ближний концевой участок 23'.

Желобок 28' представляет собой конкретный тип канавки, с практически плоской нижней частью 29 с искривленными углами 29', стыкующими плоскую нижнюю часть 29 с практически вертикальными боковыми стенками 29". Дополнительный пример желобка показан на фиг. 10А, на котором желобок 28' содержит плоскую нижнюю часть 29 с искривленными углами 29', стыкующими плоскую нижнюю часть 29 с практически вертикальными боковыми стенками 29". Искривленная верхняя часть 29''' стыкует боковые стенки 29" с практически плоскими вершинами 28". Поперечное сечение желобка напоминает U-образную форму.

Второй конец 7 трубы имеет дальний концевой участок 40, имеющий толщину стенки, которая практически равна толщине стенки трубчатого элемента 3. Конец дальнего концевого участка 40 приваривается к концу трубчатого элемента 3. Второй конец 7 трубы также имеет ближний участок 41 с увеличенной толщиной стенки, имеющий наружную стенку с большим диаметром относительно внешнего диаметра трубчатого элемента 3. Толщина стенки ближнего участка 41 может приблизительно в два раза превышать толщину 13 стенки трубчатого элемента 3. Запечник 42 формируется между внешней поверхностью дальнего участка 12 и увеличенным внешним диаметром ближнего участка 41. Запечник 42 может быть скошенным. Второй конец 7 трубы также имеет ближний концевой фланец 43 с большей толщиной стенки относительно ближнего участка 41 и может приблизительно в три раза превышать толщину 13 стенки трубчатого элемента 3. Запечник 44 формируется между внешней поверхностью ближнего участка 41 и внешним диаметром ближнего концевого фланца 43. Запечник 44 может быть перпендикулярным оси X-X трубы или может быть скошенным под любым подходящим углом. Ближний концевой фланец 43 имеет практически плоскую концевую поверхность 45, имеющую непрерывный паз 46, который является практически концентрическим с внутренней и внешней стенкой конца 6 трубы и размещается между ними. Непрерывный паз 18 имеет такой размер и форму, чтобы принимать второй участок кольцевой прокладки 19. Второй конец 7 трубы может изготавливаться из одного участка материала, такого как высокопрочная сталь.

Внешняя поверхность ближнего концевого фланца 43 второго конца 7 трубы имеет такой размер, что она совпадает с внешней поверхностью ближнего концевого фланца 16 первого конца 6 трубы, так что муфта 20 выполнена с возможностью скольжения по нему.

Стопорная гайка 50 является практически трубчатой и может изготавливаться из высокопрочной стали. Стопорная гайка 50 имеет толщину стенки, заданную посредством внутренней поверхности с диаметром, практически равным или совсем незначительно превышающим внешний диаметр ближнего участка 41, так что при использовании стопорная гайка 50 может скользить по внешней поверхности ближнего концевого фланца 16. Толщина стенки также задается посредством внешней поверхности, которая имеет наружную резьбу 51, размещенную вдоль ближнего конца 52, так что при использовании наружная резьба 51 сопрягается с помощью резьбы с внутренней резьбой 22 муфты 20. Дальний конец стопорной гайки 50 содержит скос 53, и ближний конец стопорной гайки 50 содержит перпендикулярную поверхность 54, которая примыкает к перпендикулярному запечнику 44 ближнего концевого фланца 43. Альтернативно, ближний конец стопорной гайки 50 может содержать скошенную поверхность, чтобы предоставлять контактную поверхность с соответствующим скосом, если ближний концевой фланец 43 содержит его.

Множество 47 параллельных периферических натяжных желобков формируется в ближнем участке 41 в области 49 натяжения между ближайшей областью 48, около которой размещается стопорная гайка 50, и запечником 42. Может быть предусмотрено множество по меньшей мере из двух периферических натяжных желобков во множестве 47. Возможно, множество от 3 до 20 параллельных периферических натяжных желобков во множестве 47 и, возможно, от 6 до 15 и предпочтительно 9 таких канавок во множестве 47. Каждый желобок может иметь ширину от 3 до 25 мм, предпочтительно от 5 до 15 мм и наиболее предпочтительно приблизительно 10-12 мм. Каждый желобок может иметь глубину от 2 до 20 мм, предпочтительно от 5 до 15 мм и наиболее предпочтительно от 5 до 7 мм. Желобки могут быть разделены друг от друга на расстояние, приблизительно равное ширине канавки. Множество 47 параллельных периферических канавок размещено от запечника 42 на 25-75 мм. Натяжные желобки альтернативно могут представлять собой любую подходящую форму натяжной канавки, имеющей профиль, отличающийся от профиля желобка, такой как V-образная канавка, пилообразная V-, наклонная V-, U-образная канавка или другой подходящий профиль.

Когда требуется окончательно закреплять соединение 1, трубчатые элементы 2 и 3, содержащие концы 6 и 7 трубы, подгоняются на месте друг к другу. Концевая поверхность 17 конца 6 трубы размещается в непосредственной близости и в осевом совмещении с концевой поверхностью 45 конца 7 трубы. Кольцевое прокладочное уплотнение 19 удерживается, к примеру, с помощью клея "металл-к-металлу" в пазу 18 конца 6 трубы, который находится в осевом совмещении с пазом 46 конца 7 трубы. Натяжной инструмент, такой как натяжной инструмент 100, показанный на фиг. 7А-8А, или натяжной инструмент 100А, показанный на фиг. 8В, используется для того, чтобы прикладывать осевую силу к муфте 20 первого конца 6 трубы, с реакцией в виде силы против второго конца 7 трубы. Втулка 21 муфты размещается с натяжением и может растягиваться, с деформацией в рамках значений предела упругости. Стопорная гайка 50 затем закручивается в муфту 20, чтобы стопорить концы 6 и 7 трубы друг к другу, осуществляя соединение. Следует отметить, что стопорная гайка 50 просто завальцовывается с возможностью стопорить муфту на месте. Следует отметить, что осевая сила не предоставляется посредством закручивания стопорной гайки 50. Сила, предоставленная посредством натяжного инструмента 100, затем ослабляется, и сила, предоставленная посредством натяжения во втулке, переносится на стопорную гайку, которая в свою очередь переносится на ближний концевой фланец 43. Натяжение в муфте 20 остается достаточным, чтобы предоставлять постоянную силу для кольцевой уплотнительной прокладки 19, с тем чтобы обеспечивать герметичное жидкостное уплотнение, чтобы предотвращать прохождение текучей среды между проходным отверстием 3, 5, 10, 11 и окружающей морской водой, окружающей соединении. Растяжение во втулке 21 муфты 20 предпочтительно составляет в рамках значений предела упругости материала втулки 21, который предпочтительно представляет собой высокопрочную сталь.

Например, сила натяжения, предоставленная посредством натяжного инструмента 100, составляет приблизительно 20000 кН (2000 т) для соединения в соответствии с настоящим изобретением, подходящего для использования в трубопроводе с диаметром в 16 дюймов.

Натяжной инструмент 100 содержит первую и вторую половины 97 и 98. Половины 97 и 98 представляют собой практически зеркальные изображения друг друга и конструктивно прикрепляются друг к другу при использовании. Фиг. 8А показывает только вторую половину 98, чтобы продемонстрировать подробности ее частей на стадии использования. Фиг. 8В является дополнительным вариантом осуществления натяжного инструмента, показанного на фиг. 8А. Аналогичные части обозначаются с помощью идентичных ссылок с номерами. Вторая половина 98 имеет конструктивный корпус 101, посаженный на конструктивные поперечные рельсовые крановые балки 99. Конструктивные поперечные рельсовые крановые балки 99 могут представлять собой часть конструкции трубоукладочного судна (не показано), используемого при укладке трубопровода в морском дне. Конструктивный корпус 101 имеет первый конструктивный конец 102 с полукруглым приемным отверстием 103 для приема трубчатого элемента 2 и 3, содержащего соединение 1. Конструктивный корпус 101 дополнительно содержит второй конструктивный конец 104 с полукруглым выходным отверстием 105 для предоставления возможности трубчатому элементу 2 и 3, содержащему соединение 1, проходить из натяжного инструмента 100 в подвес 105' трубоукладочной баржи. Если трубопровод укладывается на небольших глубинах, натяжитель (не показан) может использоваться вместо подвеса 105'. Кроме того, подвес 105' и натяжитель (не показан) могут использоваться на больших глубинах и на небольших глубинах.

Первый и второй конструктивные элементы 102, 104 разнесены и сцепляются с обшивкой 106, так что задается полость. Обшивка 106 может изготавливаться из конструкционного материала, такого как конструкционная сталь, и может представлять собой механически напряженный элемент, когда натяжной инструмент 100 работает. Три гидравлических плунжера 107, 108, 109 двойного действия могут быть разнесены равномерно относительно оси Х-Х приблизительно на 60° по отношению друг к другу во второй половине 98. Плунжеры 107, 108, 109 (только два показаны на фиг. 8А и 8В) содержат цилиндр 110, 111, прикрепленный к первому конструктивному концу 102, и аксиально перемещаемый поршень 112, 113 (только два показаны на фиг. 8А и 8В), имеющий свободный конец, перемещаемый в направлении к и от второго конструктивного конца 104. Державка 114 для вставок прикрепляется к свободному концу поршня 112 таким образом, что державка 114 для вставок является перемещаемой со свободным концом поршня 112, 113. Державка 114 для вставок содержит прямоугольную переднюю пластину 116 с отверстием около соединения 1, противоположную под углом немного меньше 180° около соединения 1, и соответствующую заднюю пластину 118, при этом верхняя пластина 120 сцепляет переднюю пластину 116 с задней пластиной 118, так что задается полость, открытая к оси Х-Х.

Аксиально совмещенные верхние скользящие элементы 122, 123 выступают наружу из верхней концевой пластины 120, которые имеют возможность скольжения вдоль и к противоположным параллельным сторонам верхней конструктивной крановой балки 124 (не показана), сцепляющей первый конструктивный конец 102 со вторым конструктивным концом 104. Конструктивная крановая балка 124 может содержать выполненные как единое целое рельсы 125 на каждой из параллельных сторон, на которых имеют возможность скольжения скользящие элементы 122, 123. Дополнительный аналогичный скользящий элемент 130 и конструктивный рельс 129 для крановых балок предоставляются для нижней концевой пластины 120, и дополнительные аналогичные боковые скользящие элементы 131 и конструктивный рельс 132 для крановых балок предоставляются для боковой концевой пластины 120. Таким об-

разом, один конструктивный рельс 124, 129, 132 для крановых балок предоставляется для каждого плунжера 107, 108, 109. Один конструктивный рельс 124, 129, 132 для крановых балок предоставляется для каждой из верхней, нижней и боковой концевых пластин 117, 120, 121 державки 114 для вставок.

Вставка 135 размещается в отверстии, заданном между передней пластиной 116 и задней пластиной 118, и радиально закрепляется. Один вариант осуществления вставки 135 показан на фиг. 10, на котором часть вставки 135 подгоняется на месте к втулке 20 первого конца 6 трубы соединителя 1 с возможностью натягиваться и стопориться на месте, с тем чтобы осуществлять соединение 1. Для понятности, на фиг. 10 не показаны ни подробности державки 114 для вставок, ни дополнительные подробности относительно соединения 1.

Внешняя поверхность втулки 21 имеет скошенный конец 27 и множество 28 параллельных периферических желобков, охватывающих ближний концевой участок 23.

Вставка 135 содержит корпус 140, задающий сегмент 139 окружности. Вставка 135 предпочтительно изготавливается из высокопрочной стали, но может изготавливаться из любого подходящего материала, такого как нержавеющая сталь, и предпочтительно из материала, который имеет аналогичные прочностные свойства относительно прочностных свойств втулки 20 и ближнего участка 41 таким образом, что любое растяжение по площади желобков равно этому во втулке 21 и ближнем участке 41. Возможно, вставка 135 изготавливается из материала, имеющего более сильные прочностные свойства относительно прочностных свойств втулки 20 и ближнего участка 41 таким образом, что предпочтительно растяжение муфты главным образом возникает во втулке 21. Сегмент 139 может противолежать под углом немного меньше 180° , хотя может противолежать под любым подходящим углом, к примеру в $45-180^\circ$. Сегмент 139 имеет зацепляющую поверхность 141 втулки. Зацепляющая поверхность 141 втулки имеет множество параллельных гребней 142 желобков, подробно показанных на фиг. 10А. Число гребней 142 желобков предпочтительно соответствует числу желобков 28 во втулке 21 таким образом, что множество гребней 142 желобков соответствуют и входят во множество желобков 28 во втулке 21. Каждый гребень 142 желобка соответствует с возможностью входить в желобки 28. Гребни 142 желобков могут иметь такой размер, что они входят в желобки 28, обеспечивая небольшое пространство для перемещения между ними. В частности, во время натяжения втулки 21 должна немного растягиваться, возможно, на 0,5 мм вдоль длины.

Гребень 142 желобка представляет собой тип гребня с практически плоской вершиной 143 с искривленными углами 144, стыкующими плоскую вершину 143 с практически вертикальными боковыми стенками 145, и искривленным участком 146, стыкующим боковые стенки 145 с практически плоскими впадинами 147.

Вставка 135 может радиально закрепляться или может быть радиально перемещаемой, как показано на фиг. 9. Гидравлический поршень и цилиндр 149' двойного действия выполнены с возможностью действовать радиально между задней поверхностью вставки 135 и боковой концевой пластиной 117. Передняя пластина 116 и задняя пластина 118 определяют направление движения вставки 135. Следует отметить, что другие механизмы могут использоваться для того, чтобы перемещать вставку в направлении к и от соединения 1, включающие в себя, но не только, любой подходящий линейный актуатор, такой как соленоидные электрические актуаторы; и пневматические плунжеры. Другие механизмы, такие как механический рычажный механизм, которые преобразуют вращательное перемещение в радиальное перемещение вставки 135 относительно соединения 1. Следует отметить, что поршень и цилиндр 149' также могут быть одиночного действия.

Один или более вращателей 155 предоставляются на дальней поверхности задней пластины 118, так что вращатель 155 перемещается вместе с державкой 114 для вставок и в силу этого при использовании аксиально совмещается с муфтой 20. Как показано на фиг. 10В, вращатель 155 содержит колесо 156 и электромотор 157 для приведения в движение колеса 156. Электромотор 157 может электрически, гидравлически или пневматически снабжаться мощностью. Колесо 156 аксиально совмещается и упруго смещается с возможностью садиться на стопорную гайку 50 соединения 1 при использовании. При использовании, колесо 156 вращается поперечно к оси X-X таким образом, что, когда электромотор 157 активируется посредством контроллера 158, колесо 156 крутится с возможностью вращать стопорную гайку 50 вдоль винтовой резьбы 22, 51 относительно муфты 20.

Натяжной инструмент 100 также содержит реакционную вставку 150, чтобы зацеплять множество 47 параллельных периферических натяжных желобков, сформированных в ближнем участке 41 второго конца 7 трубы. Реакционная вставка 150 размещается в выполненной как единое целое державке 151 для вставок, которая выполнена как единое целое с корпусом 152 второго конструктивного конца 104. Реакционная вставка 150 радиально закрепляется в выполненной как единое целое державке 151 для вставок. Реакционная вставка 150 может заменяться на вставку другого размера (не показана) для соединений другого размера для трубопроводов другого размера.

Сменный концевой ограничитель 160 предоставляется в державке 161 концевой ограничителя в корпусе 152 второго конструктивного конца 104. Концевой ограничитель 160 радиально закрепляется в державке 161 концевой ограничителя, чтобы выступать из державки 161 для вставок. Предусмотрено, что физический концевой ограничитель может не требоваться, вместо этого используется датчик для

того, чтобы считывать осевое местоположение желобков относительно натяжных вставок 135 и реакционных вставок 150.

При использовании натяжная вставка 135, реакционная вставка 150 и концевой ограничитель 160 выбираются для диаметра трубопровода и соединения 1. Предусмотрено, что один натяжной инструмент 100 используется для того, чтобы окончательно закреплять и разрывать соединения в диапазоне размеров, предпочтительно включающие в себя, но не только, соединения для использования в трубопроводах с диаметром от 2 до 16 дюймов (50-400 мм). Натяжная вставка 135, реакционная вставка 150 и концевой ограничитель 160 устанавливаются в соответствующие держатели 114, 151, 161 в натяжном инструменте 100.

Контроллер 181 управляет клапаном (не показан) таким образом, чтобы разрешать гидравлической текучей среде вытекать из гидравлического силового блока 180 через гидравлическую схему (не показана) в/из цилиндров 110, 111 плунжеров 107, 108, 109 во второй половине 98 натяжного инструмента 100 и соответствующих плунжеров (не показаны) в первой половине 97, чтобы полностью втягивать их соответствующие поршни 112, 113.

Первый конец 6 трубы первого трубчатого элемента 2 размещается на основании трубоукладочного судна. Второй конец 7 трубы второго трубчатого элемента 3 подается и перемещается таким образом, что первый конец 6 трубы аксиально совмещается со вторым концом 7 трубы. Все концевые предохранители снимаются либо на удлиненном основании с рольгангом (известном как "трубоукладочная линия"), либо в стеллаже для хранения, до того, как стыки трубопровода расположены в трубоукладочной линии. Концевая поверхность 17 и концевая поверхность 45 устанавливаются впритык друг к другу, после чего уплотнение 18 вставляется в паз 46. Срезной штифт SP (фиг. 4) размещается между концевым ограничителем 30 муфты 20 и ближним участком 14 первого конца 6 трубы, чтобы поддерживать осевое местоположение муфты 20.

Альтернативно, срезной штифт не размещается между муфтой 20 и первым концом 6 трубы, и в силу этого срезной штифт не используется. Из фиг. 1 следует принимать во внимание, что муфта 20 проскальзывает ко второму концу 7 трубы таким образом, что ближний концевой участок 23 скользит по концевым фланцам 16 и 43. Стопорная гайка 50 проскальзывает вдоль ближнего участка 41 к первому концу 6 трубы таким образом, что наружная резьба 51 стопорной гайки 50 зацепляет внутреннюю резьбу 22 муфты 20. Резьбовой стык задается жестко посредством поворачивания стопорной гайки 50 относительно муфты 20 с затягиванием вручную, с предварительно определенным числом витков, так что осевое местоположение муфты известно. Соединенные трубчатые элементы 2 и 3 затем могут перемещаться вдоль основания в натяжной инструмент 100.

Две половины 97 и 98 натяжного инструмента 100 подгоняются на месте к соединению 1 радиально, с любой стороны соединения. Каждая половина 97, 98 может иметь возможность скольжения вдоль поперечных конструктивных рельсовых крановых балок 99 в направлении к и от соединения 1. Соединение 1 аксиально совмещается таким образом, что запячлик 42 примыкает к концевому ограничителю 160. Это совмещает реакционные вставки 150 с множеством 47 желобков во втором конце 7 трубы. Гребни 142 желобков натяжной вставки 135 за счет этого совмещаются с известной позицией желобков 28. Две половины 97 и 98 перемещаются друг к другу вдоль крановых балок 99 таким образом, что гребни желобков реакционных вставок 150 вставляются во множество 47 желобков во втором конце 7 трубы, а гребни 142 желобков натяжной вставки 135 вставляются в желобки 28. Две половины 97 и 98 затем закрепляются между собой около соединения 1 таким образом, что полукруглые приемные и выходные отверстия 103 и 105 второй половины 98 противостоят соответствующим полукруглым приемным и выходным отверстиям 173 и 175 первой половины 97, чтобы формировать полностью круглые приемные и выходные отверстия. Возможность закреплять две половины 97 и 98 между собой предоставляет положительный индикатор того, что гребни 142 желобков и (не показаны) надлежащим образом зацепляются со своими соответствующими желобками 28 и 51.

Альтернативно, натяжная вставка 135 является радиально перемещаемой на и первоначально задается в свои радиально втянутые позиции на своих соответствующих перемещающих механизмах 149 (не показан). Контроллер 181 управляет клапаном (не показан) таким образом, чтобы разрешать гидравлической текучей среде вытекать из гидравлического силового блока 180 через гидравлическую схему (не показана) в/из цилиндров 110, 111 плунжеров 107, 108, 109 во второй половине 98 натяжного инструмента 100 и соответствующих плунжеров (не показаны) в первой половине 97, чтобы полностью втягивать их соответствующие поршни 112, 113 и перемещать вставку 135 в совмещение с желобками 28 в муфте 20. Натяжные вставки 135 в первой и второй половинах 97, 98 затем радиально перемещаются посредством своего соответствующего перемещающего механизма 149, чтобы зацеплять муфту 20. Множество гребней 142 параллельных периферических натяжных желобков натяжной вставки 135 зацепляется с множеством параллельных периферических натяжных желобков 28 муфты 20 первого конца 6 трубы.

Искривленные углы 144 гребня 142 желобка и искривленные углы 29" желобка 28 упрощают направление гребня 142 желобка в желобок 28. Искривленные углы 144 и 29" упрощают совмещение множества гребней 144 желобков с множеством желобков 28.

Степень растяжения перемещающего механизма 149 используется в качестве положительного индикатора так, что гребни 28 желобков надлежащим образом зацепляются с желобками 28 муфты 20.

Шесть плунжеров 107, 108, 109) и (не показаны) первой и второй половин 97, 98 натяжного инструмента 100 теперь активируются с использованием контроллера 181, чтобы активировать гидравлический силовой блок 180, чтобы обеспечивать протекание гидравлической рабочей текучей среды через гидравлическую схему, с тем чтобы выдвигать поршни 112, 113 (не показаны) одновременно и равномерно, что перемещает державки 114 для вставок относительно конструктивного корпуса 101 с перемещением муфты 20, срезанием срезных штифтов SP до тех пор, пока концевое ограничительное кольцо 30 муфты 20 не примыкает к заплечу 16' концевой фланца 16 конца 6 трубы. Реакционные вставки 150 аксиально прикрепляются к конструктивному корпусу 101 таким образом, что зацепление реакционных вставок 150 с ближним участком 41 конца 7 трубы предотвращает перемещение конца трубы относительно муфты 20 конца 6 трубы. Свободный конец поршней 112, 113 и ассоциированных державок 114 для вставок продолжает перемещаться, с приложением силы предварительной нагрузки к кольцевому уплотнению 19 между двумя концевыми поверхностями 18 и 45 трубы до тех пор, пока кольцевое уплотнение 19 полностью не активируется и не становится функциональным для своего наменного номинального давления. Это указывается посредством удовлетворения или превышения гидравлического давления, указываемого посредством показания давления на дисплее 182. Если уплотнение 19 имеет тип, который активируется посредством внутреннего давления текучей среды или другого средства, предварительная нагрузка прикладывается к концевым поверхностям 18 и 45. Свободный конец поршня 112, 113 может продолжать перемещать муфту 20, растягивая втулку 21. Вращатель 155 затем активируется для того, чтобы закручивать стопорную гайку 50 в резьбу 22 муфты 20, стопоря трубчатые элементы 2 и 3 между собой и осуществляя соединение 1.

Гидравлическое давление сбрасывается из шести плунжеров 107-109 (не показаны). Это переносит натяжение во втулку 21, предоставленное из шести плунжеров 107, 108, 109 (не показаны), в соединение 1. Втулка 21 может растягиваться в процедуре натяжения, возможно, приблизительно на 0,5 мм. Сила активации приблизительно в 20000 кН (сила приблизительно в 2000 т) может требоваться для того, чтобы активировать уплотнение 19 в соединении 1 в 16-дюймовом трубопроводе. Первая и вторая половины 97 и 98 раздвигаются со скольжением на крановых балках 99 в направлении от соединения 1. Альтернативно, перемещающий механизм 149' активируется для того, чтобы втягивать вставки 135, 150. Шесть плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) затем полностью втягиваются за счет удаления гидравлической рабочей текучей среды из цилиндров 110, 111 либо за счет накачивания гидравлической текучей среды из гидравлического силового блока 180 к обратной стороне поршня в цилиндре 110, 111.

Ссылаясь на фиг. 8В, показывается натяжной инструмент 100А, в общем, аналогичный натяжному инструменту 100, за исключением подробностей реакционных вставок 150' и сменного концевой ограничителя 160'. Этот вариант осуществления натяжного инструмента обеспечивает возможность трубчатым элементам перемещаться аксиально в натяжном инструменте 100А без необходимости разделения первой и второй половин 97 и 98 во время осуществления первого соединения 1 и последующих соединений, причем трубопровод проходит через натяжной инструмент 100А аксиально через отверстия 103 и 105. Идентичные ссылки с номерами, используемые на фиг. 8А, используются для того, чтобы обозначать аналогичные части в натяжном инструменте 100А.

Натяжной инструмент 100А содержит радиально перемещаемую вставку 135 в державке 114 для вставок. Натяжной инструмент 100А также содержит реакционную вставку 150' в каждой половине 97 и 98, чтобы зацеплять множество 47 параллельных периферических натяжных желобков, сформированных в ближнем участке 41 второго конца 7 трубы. Реакционная вставка 150' размещается в выполненной как единое целое державке 151' для вставок, которая выполнена как единое целое с корпусом 152 второго конструктивного конца 104. Реакционная вставка 150' является радиально перемещаемой в полости 153' выполненной как единое целое державки 151' для вставок с использованием перемещающего механизма (не показан), аналогичного перемещающему механизму 149, описанному для перемещения вставки 135 в державке 114 для вставок. Реакционные вставки 150' содержат множество гребней параллельных периферических натяжных желобков (не показаны), которые должны подходить, для зацепления множества 47 параллельных периферических натяжных желобков.

Натяжной инструмент 100А также имеет сменный концевой ограничитель 160', предоставленный в державке 161' концевой ограничителя, задающей полость 162' в корпусе 152 второго конструктивного конца 104. Концевой ограничитель 160' является радиально перемещаемым в державке 161' концевой ограничителя с возможностью избирательно выступать из полости 162'. Сменный концевой ограничитель 160' является перемещаемым в полости 162' с использованием перемещающего механизма (не показан), аналогичного перемещающему механизму 149, описанному для перемещения вставки 135 в державке 114 для вставок.

При использовании натяжная вставка 135, реакционная вставка 150 и концевой ограничитель 160 выбираются для диаметра трубопровода и соединения 1. Предусмотрено, что один натяжной инструмент 100А используется для того, чтобы окончательно закреплять и разрывать соединения диапазона размеров, предпочтительно включающие в себя, но не только, соединения для использования в тру-

бопроводах с диаметром от 2 до 16 дюймов (50-400 мм). Большой натяжной инструмент с использованием аналогичных, но более крупных элементов может использоваться для размеров с диаметром вплоть до 48". Натяжная вставка 135, реакционная вставка 150 и концевой ограничитель 160 устанавливаются в соответствующий натяжной инструмент 100А.

Две половины 97 и 98 натяжного инструмента 100А закрепляются между собой таким образом, что полукруглые приемные и выходные отверстия 103 и 105 второй половины 98 противостоят соответствующим полукруглым приемным и выходным отверстиям 173 и 175 первой половины 97, чтобы формировать полностью круглые приемные и выходные отверстия. В этом варианте осуществления, трубчатые элементы и ассоциированный первый и второй трубчатые концы 6 и 7 перемещаются аксиально через натяжной инструмент 100А. Нет необходимости перемещать две половины в направлении друг от друга во время окончательного закрепления и разрыва множества соединений. Тем не менее две половины могут перемещаться в направлении друг от друга, чтобы обеспечивать возможность прохождения между ними PLET или другого крупного устройства в трубопроводе.

Натяжная вставка 135, реакционная вставка 150 и концевой ограничитель 160 перемещаются в свои радиально втянутые позиции с использованием своих соответствующих перемещающих механизмов 149 (не показан). Гидравлической текучей среде разрешается вытекать из гидравлического силового блока 180 через гидравлическую схему (не показана) в/из цилиндров 110, 111 плунжеров 107, 108, 109 во второй половине 98 натяжного инструмента 100 и соответствующих плунжеров (не показаны) в первой половине 97, чтобы полностью втягивать их соответствующие поршни 112, 113.

Первый конец трубчатого элемента 3 вставляется в натяжной инструмент 100А, при этом второй конец лежит во впускном конце натяжного инструмента 100А. Второй конец содержит второй конец 7 трубы. Дополнительный трубчатый элемент 2 подается и перемещается таким образом, что первый конец 6 трубы аксиально совмещается со вторым концом 7 трубы. Все концевые предохранители снимаются. Концевая поверхность 17 и концевая поверхность 45 устанавливаются впритык друг к другу, после чего уплотнение 18 вставляет в паз 46. Срезной штифт SP размещается между концевым ограничителем 30 муфты 20 и ближним участком 14 первого конца 6 трубы, чтобы поддерживать осевое местоположение муфты 20.

Альтернативно, срезной штифт SP не используется. Из фиг. 1 следует принимать во внимание, что муфта 20 проскальзывает ко второму концу 7 трубы таким образом, что ближний концевой участок 23 скользит по концевым фланцам 16 и 43. Стопорная гайка 50 проскальзывает вдоль ближнего участка 41 к первому концу 6 трубы таким образом, что наружная резьба 51 стопорной гайки 50 зацепляет внутреннюю резьбу 22 муфты 20. Резьбовой стык задается нежестко посредством поворачивания стопорной гайки 50 относительно муфты 20 с затягиванием вручную, с предварительно определенным числом витков, так что осевое местоположение муфты известно. Соединенные трубчатые элементы 2 и 3 затем могут перемещаться вдоль основания в натяжной инструмент 100.

Концевой ограничитель 160' во второй половине 98 и соответствующий концевой ограничитель (не показан) в первой половине 97 теперь перемещаются радиально к трубчатому элементу 3 до точки, в которой концевой ограничитель находится очень близко к трубчатому элементу 3, но должен предотвращать прохождение ближнего участка 41 конца 7 трубы. Частично осуществленное соединение 1 теперь перемещается с трубчатыми элементами 2 и 3 через приемное отверстие 103, 173 до тех пор, пока заплечик 42 из второго конца 7 трубы не примыкает к концевому ограничителю 160.

Реакционные вставки 150' в первой и второй половинах 97, 98 радиально перемещаются посредством своего соответствующего перемещающего механизма (не показан) таким образом, чтобы зацеплять множество гребней параллельных периферических натяжных желобков (не показаны) с множеством 47 параллельных периферических натяжных желобков второго конца 7 трубы.

Натяжные вставки 135 в первой и второй половинах 97, 98 радиально перемещаются посредством своего соответствующего перемещающего механизма 149, чтобы зацеплять муфту 20. Множество гребней 142 параллельных периферических натяжных желобков натяжной вставки 135 зацепляются с множеством параллельных периферических натяжных желобков 28 муфты 20 первого конца 6 трубы.

Искривленные углы 144 гребня 142 желобка и искривленные углы 29" желобка 28 упрощают направление гребня 142 желобка в желобок 28. Искривленные углы 144 и 29" упрощают совмещение множества гребней 144 желобков с множеством желобков 28.

Шесть плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) первой и второй половин 97, 98 натяжного инструмента 100А теперь активируются посредством активации гидравлического силового блока 180, чтобы обеспечивать протекание гидравлической рабочей текучей среды из через гидравлическую схему, с тем чтобы выдвигать поршни 112, 113 (не показаны) одновременно и равномерно, что перемещает державки 114 для вставок относительно конструктивного корпуса 101, перемещая муфту 20 до тех пор, пока концевое ограничительное кольцо 30 муфты 20 не примыкает к заплечнику 16' концевой фланца 16 конца 6 трубы. Реакционные вставки 150 аксиально прикрепляются к конструктивному корпусу 101 таким образом, что зацепление реакционных вставок 150' с ближним участком 41 конца 7 трубы предотвращает перемещение конца трубы относительно муфты 20 конца 6 трубы. Свободный конец поршней 112, 113 и ассоциированных державок 114 для вставок продолжает перемещаться с приложением

ем силы предварительной нагрузки к кольцевому уплотнению 19 между двумя концевыми поверхностями 18 и 45 трубы до тех пор, пока кольцевое уплотнение 19 полностью не активируется и не становится функциональным для своего намеченного номинального давления. Это указывается посредством удовлетворения или превышения гидравлического давления, указываемого посредством показания давления на дисплее 181. Если уплотнение 19 имеет тип, который активируется посредством внутреннего давления текучей среды или другого средства, предварительная нагрузка прикладывается к концевым поверхностям 18 и 45. Свободный конец поршня 112, 113 может продолжать перемещать муфту 20, растягивая втулку 21. Вращатель 155 затем активируется для того, чтобы закручивать стопорную гайку 50 в резьбу 22 муфты 20, стопоря трубчатые элементы 2 и 3 между собой и осуществляя соединение 1.

Гидравлическое давление сбрасывается из шести плунжеров 107-109 (не показаны). Перемещающий механизм 149, 149' активируется для того, чтобы втягивать натяжные вставки 135, реакционные вставки 150' и концевой ограничитель 160'. Шесть плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) втягиваются за счет удаления гидравлической рабочей текучей среды из цилиндров 110, 111 либо за счет накачивания гидравлической текучей среды из гидравлического силового блока 180 к обратной стороне поршня в цилиндре 110, 111. Это переносит натяжение из шести плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) в соединение 1. Втулка 21 может растягиваться в процедуре натяжения, возможно, приблизительно на 0,5 мм. Сила активации приблизительно в 20000 кН (в 2000 т) может требоваться, чтобы активировать уплотнение в соединении 1 для 16-дюймового трубопровода.

С целью подтверждения того, что достаточная сила прикладывается для того, чтобы обеспечивать уплотнение между концами 6 и 7 трубы; чтобы указывать на то, что уплотнение 19 надлежащим образом активировано; и удостоверяться в том, что имеется достаточная остаточная сила в соединении 1, после того как шесть плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) сбрасывают свою силу с соединения, настоящее изобретение предоставляет в качестве примера следующую систему.

Как лучше всего показано на фиг. 11, система 200 камер содержит по меньшей мере одну камеру 201, располагаемую на стальном пороге 202, приваренном к ближайшей поверхности передней пластины 116 державки 114 для вставок. Камера 201 должна перемещаться совместно с державкой 114 для вставок, и в силу этого камера должна аксиально совмещаться с втулкой 21 муфты 20, при использовании. Камера 201 направляется на гладкий поверхностный участок 205 втулки 21 между ближним концевым участком 23 и концевым ограничительным кольцом 30.

Камера 201 может иметь тип, реализуемый под брендом StrainMaster™ компанией LaVision Inc. Камера 201 может представлять собой CCD- или CMOS-камеру высокой четкости. Камера 201 соединяется с компьютером 203. Цифровые изображения, захваченные посредством камеры 201, отправляются в компьютер 203 для обработки. Компьютер использует корреляцию цифровых изображений (DIC) для того, чтобы оценивать растяжение, вызываемое в материале образцов.

Гладкий поверхностный участок 205 может подготавливаться посредством придания шероховатости поверхности или посредством применения распыляемой краски, которая создает рисунок. Рисунок предпочтительно представляет собой случайный, с насыщенной контрастностью, пятнистый рисунок, к примеру рисунок, предоставленный посредством распыляемой краски. Пример такого рисунка 210 показан на фиг. 13А, который демонстрируется как распыляемый с помощью банки распыляемой краски 212. Рисунок, показанный на фиг. 13А, также демонстрирует черное пятно 211, которое задается здесь просто в качестве визуального индикатора растяжения, что следует принимать во внимание из фиг. 13В, но не представляет собой обязательный этап для целей настоящего изобретения. Альтернативно, гладкий поверхностный участок 205 может иметь достаточный рисунок для себя без необходимости применения рисунка.

Камера 201 фотографирует по меньшей мере одно изображение рисунка до того, как шесть плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) выдвигаются, пример такого первого изображения показан на фиг. 13В, и ему назначена ссылка с номером 215. Первое изображение 215 передается в компьютер 203. Камера 201 затем фотографирует дополнительные изображения рисунка на гладком поверхностном участке 205 по мере того, как плунжеры выдвигаются, и нагрузка увеличивается, к примеру второе изображение 216 и третье изображение 217. Эти дополнительные изображения также передаются в компьютер 203. Рисунок изменяется по мере того, как гладкий поверхностный участок 205 выдвигается, как можно видеть визуально посредством изменения формы черной точки 211, которая изменяется на черный овал 218 в третьем изображении 217. Компьютер 203 использует алгоритмы для того, чтобы выполнять корреляцию цифровых изображений, чтобы точно оценивать растяжение в виде относительной деформации в осевом направлении. Точность относительной деформации в 10 мкм может получаться. Камера 201 предпочтительно допускает захват 5-мегапиксельных изображений, с использованием 25-75-миллиметровой линзы. Таким образом, система измеряет осевое растяжение при создании полного двумерного или, возможно, трехмерного представления (с помощью двух камер, наведенных на идентичную зону), с тем чтобы создавать полную диаграмму относительных деформаций.

По меньшей мере одна дополнительная камера 220 аналогично позиционируется в первой половине 97, указываемой посредством пунктирной линии, для натяжного инструмента 100, и фокусируется на другой стороне втулки 21 в гладком поверхностном участке 206 втулки 21 между ближним кон-

цевым участком 23 и концевым ограничительным кольцом 30. По меньшей мере одна дополнительная камера 220 аналогично размещается на пороге 221, приваренном к ближайшей поверхности передней пластины (не показана) державки для вставок (не показана).

По меньшей мере одна дополнительная камера 220 предоставляет избыточность для первой камеры 201 и также должна указывать на то, имеются или нет неидеальности во втулке 21, посредством сравнения результатов из первой и второй камер 201, 220. Такие неидеальности могут представлять собой трещину во втулке 21.

Нагрузка, предоставленная посредством шести плунжеров, может вычисляться из вычисления модуля Юнга, требующего коэффициента модуля Юнга материала, используемого во втулке, и фактического показания относительной деформации, предоставленного из первой и второй камер 201, 220. При большинстве обстоятельств предусмотрено, что втулка 21 изготовлена из высокопрочной стали. Альтернативно, требуемая относительная деформация во втулке 21 может вычисляться из требуемой силы (к примеру, в 20000 кН) заранее и сравниваться с фактическим показанием относительной деформации, полученным из первой камеры 201, и сравниваться с показанием из вторых камер 220.

После того, как требуемая относительная деформация достигнута, и после того, как показание гидравлического давления достигнуто, как пояснено выше, стопорная гайка 50 закручивается, чтобы стопорить муфту 20 на месте. Шесть плунжеров 107, 108, 109 (не показаны) втягиваются. Конечное изображение (не показано) получается из первой и второй камер и отправляется в компьютер 203. Конечные изображения сравниваются с первым изображением 211, чтобы видеть, остаются ли либо нет относительная деформация и в силу этого остаточная сила в соединении выше требуемой силы (к примеру, в 20000 кН (2000 т)). Если ответ является положительным, трубопровод может развертываться через подвес 105' (или натяжитель) и новый трубчатый элемент и соединение (не показано), добавляемое в трубчатый элемент 2.

Блок 230 с камерами для использования в системе 200 показан на фиг. 12. Блок 230 с камерами является заменой для камеры 201 или может использоваться в дополнение к камере 201 в системе 200. Таким образом, предпочтительно монтировать блок 230 с камерами на державке 114 для вставок натяжного инструмента 100. Блок 230 с камерами содержит две камеры 231 и 232, располагаемые по обе стороны от корпуса 233 и направленные под углом друг к другу, так что поле 234, 235 обзора каждой из них сливается и пересекается на расстоянии перед корпусом 233. Каждая камера 231, 232 может иметь идентичные или различные фокусные длины, но предпочтительно использовать идентичную фокусную длину от 25 до 75 мм. Источник 236 света размещается между камерами 231 и 232 и направлен с возможностью предоставлять свет в области, в которой поле 234, 235 обзора обеих камер пересекается.

Камеры 231 и 232 могут использоваться в стереорежиме для того, чтобы формировать два изображения, которые используются для того, чтобы создавать трехмерное представление относительной деформации, демонстрируемой в гладком поверхностном участке 205 втулки 21. Альтернативно, каждая камера 231, 232 может использоваться в монорежиме, чтобы захватывать каждое изображение, и каждое изображение обрабатывается отдельно, чтобы получить двумерное представление, которое отдельно анализируется посредством компьютера 203 с использованием DIC-алгоритмов, чтобы получать относительную деформацию в осевом направлении X-X, в силу этого приводя к избыточности в системе, а также к перекрестной проверке на предмет измерения относительной деформации. Второй блок с камерами (не показан), идентичного типа с блоком 230 с камерами, может располагаться в другой половине 97, 98 на ее державке для вставок и направляться на противоположную сторону втулки 21 в гладком поверхностном участке 205.

На концах трубопровода в вариантах применения на больших глубинах требуется оконечный узел трубопровода (PLET). Например, при бурении нефтяной или газовой скважины на больших глубинах, скважина бурится и подготавливается для производства. Устье скважины расположено наверху скважины на морском дне, в котором расположены клапаны управления потоком текучих сред из скважины. Выкидной трубопровод может использоваться для того, чтобы соединять устье скважины с манифольдом, который имеет дополнительные выкидные трубопроводы, входящие из множества других скважин. Трубопровод присоединяется к манифольду для транспортировки нефти и газа из манифольда в береговой производственный объект. Альтернативно, трубопровод может приходиться непосредственно из одного устья скважины. Альтернативно, райзер может транспортировать добываемые текучие среды вверх непосредственно из каждой скважины или манифольда в плавучий объект для хранения продукции.

Оконечное устройство требуется на каждом конце трубопровода или выкидного трубопровода на больших глубинах, которое известно как оконечное устройство трубопровода (PLET) и оконечное устройство выкидного трубопровода (FLET).

Фиг. 14 показывает известную систему S-укладки для укладки трубопровода 302. Трубоукладочное судно 300 плавает по поверхности 301 моря при укладке трубопровода 302 на морском дне 303. Свободный конец 304 трубопровода 302 размещается, в общем, горизонтально на судне 300 на удлиненном основании 306 с рольгангом, при этом новая секция трубопровода 305 также укладывается горизонтально на удлиненном основании 306 и в коаксиальном совмещении со свободным концом 304 из трубопровода 302. Новая секция трубопровода 302 сваривается со свободным концом 304. Трубопровод раз-

гружается с кормы 307 судна 300 вдоль стингера 310, который выступает назад и вниз в море с кормы 307 судна 300. Трубопровод 302 допускает упрощенную S-образную форму между морским дном 303 и судном 300.

Фиг. 15 показывает известную систему J-укладки для укладки трубопровода 332. Трубоукладочное судно 330 плавает по поверхности 331 моря при укладке трубопровода 332 на морском дне 333. Свободный конец 334 трубопровода удерживается под предварительно установленным углом на корме судна 330, при этом новая секция трубопровода размещается на основании под аналогичным предварительно установленным углом. Предварительно установленный угол задается с возможностью соответствовать глубине воды (на больших глубинах он должен быть практически вертикальным). Новая секция трубопровода сваривается со свободным концом трубопровода. Трубопровод разгружается под предварительно установленным углом с кормы судна. Трубопровод допускает упрощенную J-образную форму между морским дном 333 и судном 330, если предварительно установленный угол является относительно крутым.

После того как трубопровод 302, 332 вводится в эксплуатацию, трубопровод 302, 332 типично сооружается с возможностью транспортировать текучие среды с внутренним давлением вплоть до 5000 фунтов/кв. дюйм (350 бар). Трубопроводы 302, 332 могут иметь диаметр от 2" (50 мм) до 48" (1,2 м), но, в общем, порядка от 8" (200 мм) до 24" (600 мм) и зачастую 12" (300 мм) или 16" (400 мм).

Фиг. 16 показывает оконечное устройство трубопровода (PLET) в соответствии с аспектом настоящего изобретения для использования в способе по аспекту настоящего изобретения. PLET в соответствии с настоящим изобретением, в общем, идентифицируется посредством ссылки с номером 400. PLET показывается соединенным с гибкой трубой 352.

PLET 400 содержит несущую раму 401, состоящую из элементов с полым сечением, предпочтительно с коробчатым сечением или круглым сечением и возможно из мягкой стали или высокопрочной стали, сваренных между собой. Элементы с полым сечением могут иметь любой подходящий материал, такой как алюминий, нержавеющей сталь или углеродное волокно. Несущая рама 401 содержит пару параллельных продольных элементов 402 и 403, лежащих практически параллельно с общим направлением трубопровода 302. Пара параллельных продольных элементов 402, 403 сцепляются посредством поперечин 404-407, лежащих практически поперечно к ним. В этом примере предусмотрено четыре таких продольных элемента, хотя их может быть любое подходящее число, достаточное для того, чтобы формировать жесткую несущую раму 401. Поперечина 407 протягивается через первый конец 408 несущей рамы 401 и имеет отверстие, сформированное с возможностью приема искривленной секции трубы 302. Отверстие имеет такой размер, что оно входит в начальную секцию 360 трубы. Оконечное устройство 351 предоставляется на конце начальной секции 360 трубы. Оконечное устройство 351 может представлять собой любое устройство, раскрытое в данном документе, и предпочтительно имеет тип согласно настоящему изобретению, вариант осуществления которого показывается со ссылкой на фиг. 1-3. Поперечина 407 может иметь круглое поперечное сечение с дополнительным элементом 409 с круглым сечением, располагаемым практически централизованно между продольными элементами 402, 403 и располагаемым с возможностью иметь ось через себя, практически параллельную с продольными элементами 402, 403. Борт 410 протягивается вверх от поперечины 405. Седло 410' размещается в верхнем конце борта 410 для поддержки конца начальной секции 360 трубы. Начальная секция 360 трубы может свариваться, скрепляться болтами с накладками или иным способом крепиться к седлу 410'. Начальная секция 360 трубы образует упрощенную S-образную форму, имеющую один конец, поддерживаемый на седле 410', и второй конец, проходящий через отверстие в поперечине 407, отстоящий от рамы 401 приблизительно на 5-25 м и предпочтительно от 10 до 20 м, и имеющую дополнительное оконечное устройство 361 для соединения с трубопроводом 302.

Дополнительный борт 410a протягивается вверх от поперечины 404. Седло 410a' размещается в верхнем конце борта 410 для поддержки конца дополнительной трубы 352.

Соединение 350, осуществленное между PLET и трубой 352, предпочтительно имеет тип, показанный в данном документе со ссылкой на фиг. 1-3, и части, обозначенные посредством ссылки с номером, представляют собой части, которые появляются в варианте осуществления по фиг. 1-3.

Левый и правый опорные башмаки 411 и 412 шарнирно закрепляются на соответствующих продольных элементах 402 и 403 с помощью шарниров 413 и 414, предпочтительно трех шарниров 413, 414 на каждой стороне, но их может быть любое подходящее число. Каждый опорный башмак содержит раму, состоящую из параллельных сторон и поперечин 415, 416 и 417, 418, при этом поперечные распорки 420 протягиваются между ними.

Развертывающая рама 430 шарнирно закрепляется на втором конце несущей рамы 401, чтобы формировать сочленение. Развертывающая рама 430 содержит параллельные продольные элементы 432 и 433, имеющие первый конец, содержащий шарнир 435 и 436, чтобы шарнирно соединяться с соответствующими продольными элементами 402 и 403 несущей рамы 401. Параллельные продольные элементы 432 и 433 сцепляются посредством поперечных элементов 440 и 441 и вильчатого элемента 442 на втором конце.

Вильчатый элемент 442 содержит два элемента 443, 444 с коробчатым сечением, пересекающихся в

пластине 445, имеющей центральное сквозное отверстие для приема штифта скобы 446. Трубчатая направляющая 450 протягивается вверх от поперечного элемента 441 с возможностью направлять трубу 352. Трубчатая направляющая 450 содержит две вертикальные стойки 451 и 452, имеющие развальцованные верхушки, чтобы упростить направление трубы 352 между ними.

В начале трубопровода PLET, возможно, должно соединять трубопровод с подводным оборудованием. Способ укладки трубопровода показывается на фиг. 17А и 17В. Фиг. 17А показывает манифольд 460, соединенный с трубопроводом 302 с использованием PLET 400 по изобретению, соединенного с манифольдом с гибкой трубой 352.

Начальная секция 360 трубы составляет часть PLET 400. Начальная секция 360 содержит первое оконечное устройство 351 (такое как первый конец 6 трубы) соединителя 350, упрощенный S-образный перекрученный трубчатый элемент 355, прямую секцию трубчатого элемента 356 и второе оконечное устройство 361 (такое как второй конец 7 трубы), приваренное к свободному концу прямой секции трубчатого элемента 356. Прямая секция трубчатого элемента 356 отстает приблизительно на 10-20 м от рамы 401.

Как показано на фиг. 17В, удлиненное основание 306 с рольгангом размещается вдоль палубы судна, при этом натяжной инструмент 100, натяжитель (не показан) и подвес расположены между кормовой оконечностью удлиненного основания 306 с рольгангом и стингером 310. При использовании подвес предотвращает падение развертываемого трубопровода с кормовой оконечности судна 300. Натяжитель (не показан) поддерживает натяжение в трубопроводе, висящем в воде между судном и морским дном. Натяжитель может содержать множество бесконечных ремней, располагаемых около трубопровода, который должен развертываться. Подвесы и натяжители известны в данной области техники.

Натяжной инструмент 100 открывается посредством перемещения первой и второй частей 97 и 98. Натяжитель (не показан) и подвес и открываются или перемещаются за пределы трубоукладочной линии, если они не нужны.

Опорные башмаки 411 и 412 складываются вверх около своих соответствующих шарниров 413, 414, чтобы допускать практически вертикальную позицию, и каждый из них стопорится на месте с помощью штифта, проходящего через совмещенные сквозные отверстия в утолщениях (не показаны) между опорными башмаками 411 и 412 и продольными элементами 402 и 403.

Палубный кран (не показан) используется для того, чтобы поднимать PLET 400 на стингер 310 таким образом, что рама 401 размещается на корме натяжителя (не показан), подвеса и натяжного инструмента 100. По мере того, как PLET 400 опускается, прямая секция трубчатого элемента 356 совмещается, входит или проходит в щель в открытом натяжителе, подвесе и натяжном инструменте 100.

Двойной, тройной или четверной стык в соответствии с настоящим изобретением перемещается из стеллажа для хранения (не показан) в удлиненное основание 306 с рольгангом и вставляется в натяжной инструмент 100 с возможностью аксиально совмещаться с прямой секцией трубчатого элемента 356 PLET 400. Оконечное устройство секции трубопровода подгоняется на месте к оконечному устройству 361 PLET 400. Натяжной инструмент 100 осуществляет соединение между ними. Подвес и натяжитель закрываются около прямой секции трубы 356.

Один конец проволочного троса 465 обматывается вокруг приводимого намоточного барабана 466, расположенного на судне 300, и противоположный конец огибает шкив блока 467, расположенного на морском дне в непосредственной близости от манифольда 460. Блок может прикрепляться к свае (не показана), приводимой в движение в направлении морского дна, либо к иницирующему блоку. Проволочный трос 465 обертывается вокруг шкива блока 467 и идет обратно на судно 300 с возможностью соединяться со шкивом 446 на развертывающей раме 430. Приводимый намоточный барабан 466 управляет темпом развертывания трубопровода 302, возможно с постоянным натяжением, при продвижении PLET 400. Это предпочтительно поддерживает корректное натяжение в трубопроводе по мере того, как он укладывается. Сочлененное PLET протягивается вдоль удлиненного основания 306 и вдоль стингера 310, как показано на фиг. 17В. Дополнительные секции 305 трубопровода добавляются, по одному за раз, по мере того, как PLET развертывается. Следует отметить, что стингер 310 придерживается искривленного тракта. Сочлененное PLET 400 более точно придерживается искривления в искривленном стингере 310.

Предпочтительно, если секции трубопровода, хранимые в стойках для хранения трубоукладочного судна, имеют длину приблизительно по 49,5 м каждая, причем они скомплектованы из четырех труб длиной 12 м, сваренных между собой с возможностью формировать трубчатый элемент длиной 48 м со штекерным соединителем на одном конце и гнездовым соединителем на противоположном конце, с тем чтобы формировать четверной стык длиной приблизительно 49,5 м; длину приблизительно по 38 м, причем они скомплектованы из трех труб длиной 12 м, сваренных между собой с возможностью формировать трубчатый элемент длиной 36 м со штекерным соединителем на одном конце и гнездовым соединителем на противоположном конце, с тем чтобы формировать тройной стык приблизительно длиной по 37,5 м; или длину приблизительно по 25,5 м, причем они скомплектованы из двух труб длиной 12 м, сваренных между собой с возможностью формировать трубчатый элемент длиной 24 м со штекерным соединителем на одном конце и гнездовым соединителем на противоположном конце, с тем чтобы форми-

ровать двойной стык длиной приблизительно 25,5 м.

Проволочная кабельная линия 465 вытягивается до тех пор, пока PLET 400 не опускается на морское дно 303 рядом с манифольдом 460. Опорные башмаки 411 и 412 раскладываются около своих соответствующих шарниров 413, 414, так что они лежат в практически горизонтальной плоскости на морском дне. Это может выполняться посредством ROV, вынимающего штифты (не показаны), располагаемые между опорными башмаками 411 и 412 и продольными элементами 402 и 403.

Трубоукладочное судно 300 продолжает укладку трубопровода 302 с использованием способа S-укладки до тех пор, пока не достигается предварительно заданное место назначения.

Предварительно заданное место назначения может представлять собой землю. Натяжной инструмент 500 может использоваться для того, чтобы осуществлять соединения на пляжах и на земле, посредством свисания натяжного инструмента 500 с крана.

Альтернативно, предварительно заданное место назначения может быть подводным и предоставлять конец трубопровода с дополнительным PLET 400. Таким образом, дополнительное PLET 400 требуется. Дополнительное PLET 400 должно располагаться на удлиненном основании 306 с развертывающим концом 430, обращенным к носу судна 300, и первым концом 6 трубы, посаженным на седло 410'. Проволочная кабельная линия, к примеру проволочная кабельная линия 465 (иногда называемая "ликвидационной и восстанавливающей проволочной кабельной линией") соединяется со скобой 446, чтобы предоставлять натяжение в трубопроводе по мере того, как PLET 400 развертывается. PLET 400 развертывается со скольжением вдоль удлиненного основания 306 и затем вдоль искривленного основания стингера 310, при том, что сочлененный PLET 400 придерживается контура искривленного основания стингера 310. PLET 400 доходит до морского дна в то время, когда судно 300 продвигается вперед, при этом проволочная кабельная линия 465 поддерживает корректное натяжение в трубопроводе по мере того, как он падает в направлении морского дна 303. Проволочная кабельная линия 465 отсоединяется от скобы 446.

После этого выполняется этап очистки трубопровода скребками и тестирования трубопровода. Скребокочистящее и тестирующее оборудование (не показано), содержащее камеру запуска скребков и камеру приемки скребков, может содержать оконечное устройство в соответствии с настоящим изобретением, чтобы упрощать присоединение к любому концу трубопровода через PLET(S) 400. После того как трубопровод очищается скребками и тестируется, подводное оборудование, такое как манифольды или устья 460 скважин, может соединяться с PLET 400 и/или дополнительным PLET.

Манифольд или устье 460 скважины имеют гибкую трубу 352 или жесткая трубная бобина имеет оконечное устройство 353 соединителя 350 на свободном конце. Жесткая трубная бобина, в общем, предварительно образует такую форму, чтобы упрощать совмещение с соединителем в PLET. Жесткая трубная бобина может предварительно образовывать L- или Z-образную форму.

ROV подбирает свободный конец гибкой трубы 352 и укладывает ее в трубчатую направляющую 450 и сажает свободный конец на седло 410а'. Кран, расположенный на надводном судне, может использоваться для того, чтобы упрощать подъем гибкой трубы 352. Водолаз или ROV, возможно, плавной перемещает со скольжением муфту 20 первого конца 6 трубы для гибкой трубы 352 по концевому фланцу 43 второго конца 7 трубы и может закручивать стопорную гайку 50 в муфту 20, чтобы предоставлять нежесткое соединение. На небольших глубинах, к примеру менее 150 м, водолаз может использоваться для того, чтобы выполнять вышеуказанные этапы, вместо ROV. Если жесткая трубная бобина (не показана) используется вместо гибкой трубы, идентичная процедура выполняется.

Подводный натяжной инструмент 500 затем опускается из трубоукладочного судна 300 или вспомогательного судна (не показано). Натяжной инструмент, возможно, выполняет этапы перемещения со скольжением муфты 20 первого конца 6 трубы для гибкой трубы 352 по концевому фланцу 43 второго конца 7 трубы.

Подводный натяжной инструмент 500 показывается на фиг. 18-19 около соединения 350 на PLET 400. Подводный натяжной инструмент 500, в общем, является аналогичным натяжному инструменту 100, показанному на фиг. 7 и 8, как описано в данном документе. Конструктивный корпус 501, в общем, является аналогичным конструктивному корпусу 101, хотя он принимает форму цилиндра с круглым сечением. Конструктивный корпус 501 имеет первую и вторую половины 502 и 503, шарнирно закрепленные около шарнира 504.

Подводный натяжной инструмент 500 опускается на проволочной кабельной линии 499 из крана (не показан) трубоукладочного судна 300 или вспомогательного судна (не показано). Необязательный аккумуляторный силовой агрегат 550 также опускается вместе с подводным натяжным инструментом 500 для предоставления гидравлической текучей среды под давлением, чтобы снабжать мощностью подводный натяжной инструмент 500. Альтернативно, подводный натяжной инструмент 500 содержит гидравлическую текучую среду под давлением посредством отрывного шлангокабеля (не показан), сцепляющего подводный натяжной инструмент 500 со вспомогательным судном.

Первая и вторая половины 502 и 503 перемещаются около шарнира 504, чтобы предоставлять раскрыв между ними, который обеспечивает возможность двум половинам 502 и 503 опускаться по соединению 350. Две половины затем перемещаются около шарнира 504, чтобы закрывать раскрыв, с соединением в отверстии 115 подводного натяжного инструмента 500. Первая и вторая половины 502 и 503 сто-

порядка между собой с помощью защелки 520.

Как видно из вида в поперечном сечении на фиг. 19 и 20, подводный натяжной инструмент 500 имеет шесть плунжеров 507-512, чтобы натягивать соединение 350, аналогично тому, как описано для соединения 1, описанного выше. В плунжеры 507-512 (аналогичные плунжерам 107-109) представляется мощность из аккумуляторного силового агрегата 550. Дополнительный небольшой силовой агрегат (не показан) может предоставляться для снабжения мощностью вращателя (аналогичного вращателю 135) для вращения стопорной гайки 50 соединителя 350.

Подводный натяжной инструмент 500 также может включать в себя подводную камеру (аналогичную камере 201) и может иметь блок с камерами (аналогичный блоку 230 с камерами), а также дополнительную камеру (аналогичную дополнительной камере 220) для подтверждения того, что корректное натяжение прикладывается к муфте 20 соединения 350.

Разнесение бортов 410, 410а предоставляет пространство для подводного натяжного инструмента 500, чтобы входить около соединения 350. Это упрощает совмещение множества 28 желобков втулки 21 соединения 350 со вставками (аналогичными вставкам 135) подводного натяжного инструмента 500. Это также упрощает совмещение множества 47 желобков конца 7 трубы соединения 350 со вставками (аналогичными вставкам 150) подводного натяжного инструмента 500. После аксиального совмещения вставки 135 и 150 перемещаются радиально в соответствующих державках для вставок (аналогичных державкам 114 для вставок на свободном конце поршня 111 и державкам 153 для вставок в конструктивном корпусе 101 соответственно) в зацепление со своим соответствующим множеством 28 и 47 желобков.

Плунжеры 507-512 активируются для того, чтобы прикладывать большую силу натяжения к муфте 20. Вращатель затем активируется для того, чтобы закручивать стопорную гайку 50 в конец муфты 20, чтобы стопорить первый конец 6 трубы ко второму концу 107 трубы 1, осуществляя соединение. Гидравлическая текучая среда под давлением в плунжерах 507-512 и в плунжерах, предоставляющих радиальную силу во вставки, теперь сбрасывается, и вставки втягиваются радиально, а плунжеры втягиваются аксиально.

Камеры используются для того, чтобы удостоверяться в том, что корректное натяжение приложено во время натяжения, а также удостоверяться в том, что имеется достаточное натяжение в муфте 20, чтобы обеспечивать то, что кольцевая уплотнительная прокладка 19 между концами 6 и 7 трубы остается активированной, чтобы предоставлять уплотнение между ними.

После того как соединение осуществлено с корректным натяжением, прикладываемым к муфте 20, защелка 520 подводного натяжного инструмента 500 отщелкивается, натяжной инструмент 500 оттаскивается от PLET 400 с использованием крана на вспомогательном судне с волочением в линии 499.

До того, как натяжной инструмент оттаскивается, камеры могут использоваться для того, чтобы удостоверяться в том, что возникает небольшая величина упругого растяжения во втулке 21 муфты 20.

Предусмотрено, что PLET 400 может содержать пластины-полозья или лыжи (не показаны), которые упрощают перемещение PLET на морском дне вследствие расширения и сжатия по длине трубопровода вследствие варьирования температуры.

Трубопроводы зачастую изготавливаются из материалов, которые являются износостойкими и недорогими, таких как мягкая сталь или высокопрочная сталь. Тем не менее такие материалы могут подвергаться воздействию коррозионных текучих сред, протекающих через трубопроводы. Использование материалов, отличных от мягкой и высокопрочной стали, для корпуса и соединений трубопроводов может рассматриваться, но зачастую является чрезмерно затратным. Например, затраты на материалы, к примеру на высококачественную нержавеющую сталь, в настоящее время порядка 30 раз выше цены высокопрочной стали. Соответственно, становится популярным использование мягкой или высокопрочной стали, которая облицовывается изнутри внутренней облицовкой, которая не подвержена коррозии или имеет повышенную стойкость к коррозии, такой как коррозионностойкий сплав (CRA).

Фиг. 21 показывает часть трубопровода 600 с внутренней облицовкой, содержащего соединение 601 и трубчатый элемент 602, протягивающиеся из него. Соединение 601, в общем, является аналогичным соединению 1, показанному на фиг. 1-3, но с частями, такими как муфта 20 и стопорная гайка 50, не показанными для прозрачности.

Соединение 601 имеет части, в общем, аналогичные частями соединения 1, показанного на фиг. 1-3, и обозначаются с помощью идентичных ссылок с номерами в 600-й последовательности.

Соединение 601 содержит первый конец 606 трубы и второй конец 607 трубы.

Первый конец трубы 606 имеет полый стальной трубчатый корпус 612 с практически постоянными внутренним и внешним диаметрами. Полый стальной трубчатый корпус 612 может иметь длину порядка 12-48 м, хотя может быть длиннее или короче. Полый стальной трубчатый элемент 612 может иметь диаметр порядка от 2" (50 мм) до 48" (1200 мм). Первый конец 606 трубы имеет ближний концевой участок 614, имеющий больший наружный диаметр, и концевой фланец 616 с еще большим наружным диаметром.

Второй конец 607 трубы аналогично имеет полый стальной трубчатый корпус (не показан) с практически постоянными внутренним и внешним диаметрами. Полый стальной трубчатый корпус также

может иметь длину порядка 12-48 м, хотя может быть длиннее или короче. Полый стальной трубчатый элемент 612 может иметь диаметр порядка от 2" (50 мм) до 48" (1200 мм). Второй конец 607 трубы имеет ближний концевой участок 641, имеющий больший наружный диаметр, и концевой фланец 643 с еще большим наружным диаметром.

Трубчатые корпуса 612 (не показаны) облицовываются изнутри внутренней облицовкой 670. Внутренняя облицовка 670 изготавливается из полиэтилена высокой плотности (HDPE), хотя может быть предусмотрен PVDF, XPLE (PEX), полиэтилен средней плотности, стекловолокно, углеродное волокно, металл или другая форма пластика. Внутренняя облицовка 670 имеет гладкую внутреннюю стенку, задающую проходное отверстие 604 для прохождения текучей среды, которая должна транспортироваться через трубопровод 600 и соединения 601. Как показано на фиг. 21А, внутренняя облицовка 670 имеет последовательность небольших параллельных осевых ребер 671, выступающих из наружной поверхности 672. Последовательность небольших параллельных осевых ребер 671 может располагаться в соответствии с общим потоком текучей среды через проходное отверстие 610 или может придерживаться спиральной или винтового тракта. В ходе изготовления внутренней облицовки 670 может формироваться посредством экструзии HDPE через него. Последовательность небольших параллельных осевых ребер может формироваться как единое целое за счет наличия выемок в нем. Внутренняя облицовка 670 затем проскальзывает или втаскивается в проходное отверстие полого стального трубчатого корпуса 612. Внутренняя облицовка 670 может оставаться в проходном отверстии 604 смещенной относительно внутренней поверхности полого стального трубчатого элемента 612 в качестве посадки с натягом. Альтернативно, расширяющаяся уплотнительная полость (не показана) или очищающий скребок (не показан) могут использоваться для того, чтобы раздвигать внутреннюю облицовку 670, подталкивая ее к внутренней поверхности полого стального трубчатого элемента 612, постоянно деформируя внутреннюю облицовку 670 и закрепляя ее на месте. Последовательности небольших параллельных осевых ребер 671 задают небольшой проток 673, через который может протекать газ. Следует отметить, что ребра 671 могут быть непрерывными из одного конца внутренней облицовки до другого. Ребра 671 могут принимать спиральную, винтовую, линейную или другую форму при условии, что предусмотрен непрерывный проток 673 для потока газа между наружной поверхностью 672 внутренней облицовки 670 и внутренней поверхностью полого стального трубчатого элемента 612.

Обнаружено, что газы, такие как сульфид водорода, могут проникать через внутреннюю облицовку или иным способом протекать в протоки 673, сформированные между внутренней облицовкой 670 и полым стальным трубчатым элементом 612.

На каждом конце внутренней облицовки 670 концевой участок 674 раздвигается с возможностью постоянно располагаться в пазу 675, сформированном в конце 606 трубы. Паз 675 предпочтительно находится в ближнем концевом участке 614 и разнесен от концевой поверхности 617 посредством ближней концевой области 676 и задан посредством заплечика 677, имеющего внутренний диаметр, практически идентичный внутреннему диаметру полого стального трубчатого элемента 612. Заплечик 677 может содержать квадратный внешний угол или искривленный край, как показано. Паз 675 альтернативно может быть расположен в любом месте в концевом участке 606 трубы. Паз имеет участок 681 конечной глубины, имеющий глубину, приблизительно равную толщине внутренней облицовки 670, и имеет гладкую переходную область 680 между внутренним диаметром полого стального трубчатого элемента 612 и конечной глубиной. Квадратная концевая поверхность 678 внутренней облицовки 670 садится внутри участка 681 конечной глубины паза 675 с кольцевым зазором 679, предоставленным между квадратной краевой поверхностью 678 внутренней облицовки 670 и заплечиком 677. Концевое компрессионное кольцо 685 внутренней облицовки вставляется в ближнюю концевую область с фрикционной посадкой. Концевое компрессионное кольцо 685 внутренней облицовки может немного увеличиваться по размеру и вставляться со сжатием. Концевое компрессионное кольцо 685 внутренней облицовки может уменьшаться по размеру, вставляться и раздвигаться к внутренней стенке 676 со скребковым очищающим инструментом и т.п. (не показано). Концевое компрессионное кольцо 685 внутренней облицовки имеет клиновидную область 686 на наружной поверхности, которая имеет множество параллельных периферических канавок, которые лежат напротив концевой области 675 внутренней облицовки 670. Ближний конец 688 концевой компрессионной области 685 внутренней облицовки имеет квадратный край и предпочтительно задается немного назад относительно концевой поверхности 617. Концевое компрессионное кольцо 685 внутренней облицовки может иметь от 50 до 200 мм и предпочтительно длину порядка 135 мм. Угловой сварной шов может предоставляться между ближним концом 688 концевой компрессионной области 685 внутренней облицовки и внутренней стенкой 676 конца 606, 607 трубы. Компоновка из внутренней облицовки 670, паза 675, компрессионного кольца 685 должна быть такой, что, когда компрессионное кольцо 685 полностью вставляется, небольшие проточные каналы 673 во внутренних облицовках 670 не сдавливаются слишком сильно, так что газ может вытекать. Обработанные стыки трубопровода должны подвергаться тесту на производительность потоком газа через небольшие протоки 673 из конца в конце до отправки стыков в направлении шельфа.

Конец 606 трубы имеет концевую поверхность 617, которая, в общем, является плоской с кольцевым пазом 618 в своем центральном участке, протягивающемся вокруг проходного отверстия 610 для

приема части кольцевого уплотнения 619. Паз 618 имеет заднюю стенку 683, практически параллельную с концевой поверхностью 617, и пару боковых стенок, развальцованных наружу от задней стенки 683 к концевой поверхности 617, формирующей усеченно-конический паз 618 для приема кольцевого уплотнения 619.

Кольцевое уплотнение 619 может представлять собой кольцо с квадратным сечением (как показано на фиг. 21) или может иметь тип, показанный на фиг. 5, имеющий скошенные края для того, чтобы формировать усеченно-конические концы, которые садятся в паз 618. Следует отметить, что уплотнительное кольцо 619 садится в паз 618, так что задается кольцевая полость 687. Кольцевая полость 687 по-прежнему присутствует, когда соединение полностью осуществляется. Создается уплотнение, при котором углы или скошенные углы 19' кольцевого уплотнения пересекаются с коническими поверхностями 684 и 684', задающими кольцевой паз 683. Кольцевое уплотнение 618 содержит множество сквозных отверстий 690, протягивающихся из передней поверхности 691 в заднюю поверхность 692. Предпочтительно предусмотрено от четырех до шести таких сквозных отверстий, разнесенных равномерно около периферии кольцевой уплотнительной прокладки 619, хотя может использоваться их любое подходящее число, в зависимости от диаметра трубы и ожидаемого расхода текучей среды через нее.

Множество сквозных отверстий 682 формируются в первом конце 606 трубы между задней стенкой 683 паза 618 и заплечиком 677, чтобы предоставлять проток для текучей среды между кольцевым зазором 679 и кольцевой полостью 687 в пазу 618 позади кольцевого уплотнения 619. Предпочтительно от четырех до шести таких сквозных отверстий 683 расположены равномерно около периферии первого конца 606 трубы. Сквозные отверстия могут иметь диаметр от 0,5 до 5 мм и могут иметь диаметр 3 мм.

При использовании соединение 601 осуществляется так, как описано со ссылкой на фиг. 1-3, с приложением значительной силы для того, чтобы активировать уплотнительное кольцо 619. Коррозионная текучая среда может протекать через трубопровод 600 с внутренней облицовкой. Некоторая текучая среда, такая как сульфид водорода, может мигрировать между внутренней облицовкой 670 и полыми стальными трубчатыми элементами 612 в осевом протоке 673, причем она может перемещаться очень медленно в протоке. Если возникает перепад давлений во внутренней облицовке 670 между проточными каналами 673 и проходными отверстиями 610, внутренняя облицовка 670 может разрушаться. Может быть преимущественным удалять газы, которые образуются в повышенных количествах в проточных каналах 673.

В соответствии с этим аспектом настоящего изобретения текучей среде разрешается протекать в небольшом осевом протоке 673 в кольцевой зазор 679, через сквозные отверстия 682 в кольцевую полость 683, через сквозные отверстия 690 в уплотнительном кольце 619 и в соответствующую кольцевую полость 687' во втором конце 607 трубы, через соответствующие сквозные отверстия 682' в соответствующий кольцевой зазор 670' и в соответствующий проток 673' между ближним участком 641 стального корпуса конца 607 трубы и внутренней облицовкой 670'. Это позволяет выравнивать давление в соединении 601 и предоставлять осевые протоки между протоком 673 в соединенных трубчатых элементах.

Трубопровод 700 с внутренней облицовкой, показанный на фиг. 22, в общем, является аналогичным трубопроводу с внутренней облицовкой, за исключением типа соединения, который представляет собой стандартное фланцевое соединение, а не тип соединения, показанный на фиг. 1-3.

Первый конец трубы 706 имеет полый стальной трубчатый корпус 712 с практически постоянными внутренним и внешним диаметрами. Полый стальной трубчатый корпус 712 может иметь длину порядка 12-48 м, хотя может быть длиннее или короче. Полый стальной трубчатый элемент 712 может иметь диаметр порядка от 2" (50 мм) до 48" (1200 мм). Концевой фланец 616 имеет гораздо больший наружный диаметр с множеством сквозных отверстий, каждое из которых служит для приема болта 795 с резьбой, который имеет головку 796 на одном конце и принимает гайку 797 с резьбой на другом.

Второй конец трубы 707 аналогично имеет полый стальной трубчатый корпус 712' с практически постоянными внутренним и внешним диаметрами. Полый стальной трубчатый корпус 712' также может иметь длину порядка 12-48 м, хотя может быть длиннее или короче. Полый стальной трубчатый элемент 612 может иметь диаметр порядка от 2" (50 мм) до 48" (1200 мм). Второй конец трубы 707 имеет концевой фланец 643 с гораздо большим наружным диаметром с множеством сквозных отверстий в нем, равномерно разнесенных вокруг периферии трубчатого элемента 712'.

Трубчатые корпуса 712 и 712' облицовываются изнутри внутренней облицовкой 770 (не показаны). Внутренняя облицовка 770 изготавливается из полиэтилена высокой плотности (HDPE), хотя может быть предусмотрен полиэтилен средней плотности, стекловолокно, металл или другая форма пластика. Внутренняя облицовка 770 имеет гладкую внутреннюю стенку, задающую проходное отверстие 704 для прохождения текучей среды, которая должна транспортироваться через трубопровод 700. Внутренняя облицовка 770 имеет последовательность небольших параллельных осевых ребер, выступающих из наружной поверхности, что является аналогичным внутренней облицовке 670 и показано на фиг. 2. Внутренняя облицовка 770 может оставаться в проходном отверстии смещенной относительно внутренней поверхности полого стального трубчатого элемента 712 в качестве посадки с натягом. Альтернативно, расширяющаяся уплотнительная полость (не показана) или очищающий скребок (не показан) могут протягиваться

через трубопровод 700, чтобы раздвигать внутреннюю облицовку 770, подталкивая ее к внутренней поверхности полого стального трубчатого элемента 712, постоянно деформируя внутреннюю облицовку 770 и закрепляя ее на месте. Последовательности небольших параллельных осевых ребер задают небольшой проток, через который может протекать газ. Следует отметить, что ребра могут быть непрерывными из одного конца внутренней облицовки до другого. Ребра могут принимать спиральную или другую форму при условии, что предусмотрен непрерывный проток для потока газа между наружной поверхностью внутренней облицовки 770 и внутренней поверхностью полого стального трубчатого элемента 712.

На каждом конце внутренней облицовки 770 концевой участок 774 раздвигается с возможностью постоянно располагаться в пазу 775, сформированном в конце 706 трубы. Паз 775 разнесен от концевой поверхности 717 посредством ближней концевой области 776 и задан посредством заплечика 777, имеющего внутренний диаметр, практически идентичный внутреннему диаметру полого стального трубчатого элемента 712. Заплекчик 777 может содержать квадратный внешний угол или искривленный край, как показано. Паз 775 имеет участок 781 конечной глубины, имеющий глубину, приблизительно равную толщине внутренней облицовки 670, и имеет гладкую переходную область 780 между внутренним диаметром полого стального трубчатого элемента 712 и конечной глубиной. Квадратная концевая поверхность 778 внутренней облицовки 770 садится внутри участка 781 конечной глубины паза 775 с кольцевым зазором 779, предоставленным между квадратной краевой поверхностью 778 внутренней облицовки 770 и заплечиком 777. Концевое компрессионное кольцо 785 внутренней облицовки вставляется в ближнюю концевую область 776 с фрикционной посадкой и может немного увеличиваться по размеру и вставляться со сжатием. Концевое компрессионное кольцо 785 внутренней облицовки имеет клиновидную область 786 на наружной поверхности, которая имеет множество параллельных периферических канавок, которые лежат напротив концевого участка 775 внутренней облицовки 770. Ближний конец 788 концевого компрессионного кольца 785 внутренней облицовки имеет квадратный край и предпочтительно задается немного назад относительно концевой поверхности 718. Угловой сварной шов может предоставляться между ближним концом 788 концевого компрессионного кольца 785 внутренней облицовки и внутренней стенкой 776 конца 706, 707 трубы. Концевое компрессионное кольцо внутренней облицовки может иметь длину от 50 до 200 мм и предпочтительно длину порядка 135 мм. Компоновка из внутренней облицовки 770, паза 775, компрессионного кольца 785 должна быть такой, что, когда компрессионное кольцо 785 полностью вставляется, небольшие проточные каналы 773 во внутренних облицовках 770 не сдавливаются слишком сильно, так что газ может вытекать. Обработанные стыки трубопровода должны подвергаться тесту на производительность потоком газа через небольшие протоки 773 из конца в конец до отправки стыков в направлении шельфа.

Конец 706 трубы имеет концевую поверхность 717, которая, в общем, является плоской с кольцевым пазом 718 в своем центральном участке, протягивающемся вокруг проходного отверстия 710 для приема части кольцевого уплотнения 719. Паз 718 имеет заднюю стенку 783, практически параллельную с концевой поверхностью 717, и пару боковых стенок, развальцованных наружу от задней стенки 783 к концевой поверхности 717, формирующей усеченно-конический паз 718 для приема кольцевого уплотнения 719.

Кольцевое уплотнение 718 может представлять собой кольцо с квадратным сечением (как показано на фиг. 21) или может иметь тип, показанный на фиг. 5, имеющий скошенные края для того, чтобы формировать усеченно-конические концы, которые садятся в паз 718. Следует отметить, что уплотнительное кольцо 719 садится в паз 718, так что задается полость 787. Кольцевая полость 787 остается, когда соединение полностью осуществляется. Кольцевое уплотнение 718 содержит множество сквозных отверстий 690, протягивающихся из передней поверхности 791 в заднюю поверхность 792. Предпочтительно предусмотрено от четырех до шести таких сквозных отверстий, разнесенных равномерно около периферии кольцевой уплотнительной прокладки 719, хотя может использоваться их любое подходящее число, в зависимости от диаметра трубы и ожидаемого расхода текучей среды через нее.

Множество сквозных отверстий или портов 782 формируются в первом конце трубы 706 между задней стенкой 783 паза 718 и заплечиком 777, чтобы предоставлять проток для текучей среды между кольцевым зазором 779 и кольцевой полостью 787 в пазу 718 позади кольцевого уплотнения 719. Предпочтительно от четырех до шести таких сквозных отверстий 783 расположены равномерно около периферии первого конца трубы 706. Сквозные отверстия могут иметь диаметр от 0,5 до 5 мм и могут иметь диаметр 3 мм.

При использовании соединение 701 осуществляется посредством закручивания внагиб гаек 797 и болтов 795, с приложением значительной силы для того, чтобы активировать уплотнительное кольцо 719. Коррозионная текучая среда может протекать через трубопровод 700 с внутренней облицовкой. Некоторая текучая среда, такая как сульфид водорода, может мигрировать между внутренней облицовкой 770 и полыми стальными трубчатыми элементами 712 в осевом протоке, причем она может мешаться очень медленно в протоке. Если возникает перепад давлений во внутренней облицовке 770, внутренняя облицовка 770 может разрушаться.

В соответствии с этим аспектом настоящего изобретения текучей среде разрешается протекать в

небольшом осевом протоке в кольцевой зазор 779, через сквозные отверстия 782 в кольцевую полость 783, через сквозные отверстия 790 в уплотнительном кольце 719 и в соответствующую кольцевую полость 787' во втором конце трубы 707, через соответствующие сквозные отверстия 782' в соответствующий кольцевой зазор 770' и в соответствующий проток 773' между ближним участком 741 стального корпуса конца трубы 707 и внутренней облицовкой 770'. Это позволяет выравнять давление в соединении 671 и осевые протоки между внутренними облицовками 770, 770' и стальными трубчатыми элементами 712, 712'.

Фиг. 22А показывает трубопровод 600 в соответствии с настоящим изобретением, хотя этот аспект изобретения также является применимым для трубопровода 700 в соответствии с настоящим изобретением.

Трубопровод 600 протягивается из первого конца 690а трубопровода, расположенного на морском дне 689а рядом с устьем 691а скважины, завершающегося в подводном манифольде 692а, во второй конец 693а трубопровода на берегу 688а, завершающийся в береговом манифольде 694а. Дополнительная короткая секция трубопровода 699а протягивается из подводного манифольда 692а в устье 691а скважины. Дополнительная короткая секция трубопровода 688а протягивается из берегового манифольда 694а в объект для хранения продукции или нефтеперерабатывающий завод (не показан).

Береговой манифольд 694а содержит кожух 694b с проточным проходным отверстием 694с через него для транспортировки текучих сред, таких как нефть, из трубопровода 600 в манифольд и в короткую секцию 688а трубопровода, ведущую к нефтеперерабатывающему заводу или береговому объекту для хранения продукции (не показан). Насос 695а соединяется с возможностью обмена текучей средой с трубкой 697а, связанной со сквозным отверстием 682b в стенке 694b берегового манифольда 694а, которое ведет к кольцевому пазу 646а. Кольцевое уплотнение 619а, аналогичное кольцевому уплотнению 619, размещается частично в кольцевом пазу 646а и частично в кольцевом пазу 683 в концевом фланце 716, составляющем часть конца 606 трубы. Конец 606 трубы приваривается или иным способом присоединяется к трубчатому элементу 612 с внутренней облицовкой трубопровода 600 с внутренней облицовкой. Фланец содержит определенное число болтов около конца 606 трубы, которые входят в кожух 694b берегового манифольда 694а, чтобы закреплять трубопровод 600 с внутренней облицовкой на береговом манифольде 694а. Болты затягиваются около кольцевого уплотнения 619а, чтобы устранять зазор между фланцем 716 и стенкой 694b манифольда, чтобы принудительно поджимать кольцевое уплотнение 619а к стенке паза 646а и к стенке паза 683, с тем чтобы формировать уплотнение между трубопроводом 600 с внутренней облицовкой и береговым манифольдом 694а. Множество осевых сквозных отверстий 690а расположены около кольцевого уплотнения 619а. Предпочтительно от одного до двенадцати осевых сквозных отверстий 619а предоставляются около кольцевого уплотнения, чтобы предоставлять проток между кольцевым протоком 687, сформированным между уплотнительным кольцом 619а, и стенкой паза 683, и во множество сквозных отверстий во фланце 716 в проток 673 между внутренней облицовкой 670 и стальным трубчатым элементом 612, через которые может протекать текучая среда, такая как газ.

При использовании насос 695а активируется и управляется посредством компьютера 699. Насос предпочтительно представляет собой насос с переменной скоростью, который может предоставлять отрицательное давление в трубке 697а, чтобы принудительно проводить текучую среду через проток 673 в сквозные отверстия 682а, в кольцевом уплотнении 619 через осевые сквозные отверстия 690а в береговой манифольд 694а и в сборный танк 696b и вентилировать газы в атмосферу или с возможностью захватываться в судне для хранения газа (не показано). Насос 695а предпочтительно вытягивает текучую среду из протока 673 между стальным трубчатым элементом 612 и внутренней облицовкой 670 на низкой скорости, с тем чтобы предотвращать повышенное образование газов в трубопроводе 600 между внутренней облицовкой 670 и стальным трубчатым элементом 612.

Подводный манифольд 692а может содержать дополнительный насос и подачу текучей среды для того, чтобы заменять текучую среду, которая, в общем, должна представлять собой газ, такой как сульфид водорода, который просачивается через внутреннюю облицовку в проток 673.

Ссылаясь на фиг. 23, показывается конец 800 трубы, в общем, аналогичный концу 600 трубы, показанному на фиг. 21, для использования в соединении, таком как соединение 1, возможно для использования с трубой с внутренней облицовкой. Аналогично концу 606 трубы, конец 806 трубы показывается без определенных частей, таких как муфта 20. Аналогичные части идентифицируются посредством аналогичных ссылок с номерами в 800-й последовательности.

Конец трубы 800 содержит трубчатый элемент 802, который может иметь длину порядка от 12 до 48 м, приваренный или иным способом присоединенный к полумуфте стальному трубчатому элементу 812, имеющему совпадающие проходные отверстия 804, 810 и аналогичные толщины стенок. Конец 806 трубы также имеет ближний концевой участок 814 с большей толщиной стенки и фланец 816 с еще большей толщиной стенки. Трубчатый элемент 802 и конец 806 трубы облицовываются изнутри непрерывной внутренней облицовкой 870, имеющей ребра на внешней поверхности с возможностью задавать осевую проток 873. Утопленный участок 876 конца 806 трубы имеет увеличенный внутренний диаметр. Компрессионное концевое кольцо 887 из нержавеющей стали предоставляется в концевом участке

конца 806 трубы, чтобы защищать концевой участок от коррозионных текучих сред, протекающих через проходное отверстие 810. Компрессионное кольцо 887 имеет дальний конический участок 885, содержащий внешние периферические кольца, чтобы захватывать конец внутренней облицовки в утопленном участке 876. Кольцевой проточный канал 879 ограничивается посредством утопленного участка 876 с увеличенным внутренним диаметром, конца внутренней облицовки 870, компрессионного концевой кольца 887 и концевой стенки 877 участка 876 паза. Множество сквозных отверстий 882 бурятся или иным образом формируются в концевом фланце 816, соединяющем с возможностью обмена текучей средой кольцевой проточный канал 879 с кольцевым проточным каналом 887 в кольцевой канавке 883.

Кольцевая канавка 883 имеет практически перпендикулярную кольцевую концевую стенку 883b и внутренние и внешние кольцевые клиновидные стенки 883а. Кольцевая канавка 883 облицовывается изнутри вкладкой 883с. Кольцевое уплотнение 819а садится в кольцевую канавку с краями уплотнения, контактирующими с вкладкой 883с на внутренней и внешней кольцевой клиновидной стенке 883а, задающих кольцевой проточный канал 887. Вкладка 883с содержит сквозные отверстия, которые располагаются на одной линии со сквозными отверстиями 882, чтобы предоставлять проток из сквозного отверстия 882 в кольцевой проточный канал 887 и вперед через осевые сквозные отверстия 890а в кольцевом уплотнении 819а. Возможно, вкладка и уплотнительное кольцо изготовлены из нержавеющей стали. Возможно, класс вкладки представляет собой инконель 625 и может иметь толщину 3 мм.

Возможно или альтернативно, вкладка 883а имеет участок 817а поверхности, который протягивается из паза 883 вдоль утопленного внутреннего участка поверхности 817 фланца 816 к проходному отверстию 810, предпочтительно утопленного на идентичную толщину с вкладкой таким образом, что вкладка находится в плоскости, идентичной плоскости внешнего участка поверхности 817. Возможно, дополнительный участок 817b входит в проходное отверстие 810 заподлицо с внутренней поверхностью конца 806 стальной трубы таким образом, что он садится под компрессионное кольцо 885. Возможно, концевое компрессионное кольцо 885 перекрывает участок 817b вкладки 883а, и, возможно, угловой сварной шов применяется между участком 817b вкладки 883с и концом 888 концевой компрессионной кольца 885.

При использовании дополнительный конец трубы (не показан), который является аналогичным концу 806 трубы, подгоняется на месте к концу 806 трубы, и кольцевая канавка в конце трубы располагается на одной линии с кольцевым уплотнением 819а, садится в кольцевую канавку 883 или временно удерживается в кольцевой канавке 883 с помощью отдельных капель клея, которые около кольцевого уплотнения 819а, с осторожностью, чтобы не блокировать сквозные отверстия 882 в силу клея. Натяжная муфта (не показана) натягивается с помощью натяжного инструмента, такого как натяжной инструмент 100, показанный на фиг. 7-10, и гайка (не показана) завинчивается в муфту (не показана), с тем чтобы осуществлять соединение, как описано со ссылкой на фиг. 1-6.

Фиг. 24 показывает дополнительный вариант осуществления конца 906 трубы в соответствии с настоящим изобретением в трубопроводе с внутренней облицовкой, в общем, обозначаемом с использованием ссылки с номером 900. Конец 906 трубы, в общем, является аналогичным концу 6 трубы, показанному на фиг. 1, для использования в соединении, таком как соединение 1, за исключением использования с трубопроводом 900 с внутренней облицовкой. Конец 906 трубы показывается без определенных частей, таких как муфта 20 или гайка 50. Аналогичные части идентифицируются посредством аналогичных ссылок с номерами в девятисотой последовательности.

Конец трубы 900 содержит трубчатый элемент 902, который может иметь длину порядка от 12 до 48 м, приваренный или иным способом присоединенный к полуму стальному трубчатому элементу 912, имеющему совпадающие проходные отверстия 904, 910 и аналогичные толщины стенок. Конец 906 трубы также имеет ближний концевой участок 914 с большей толщиной стенки и фланец 916 с еще большей толщиной стенки. Трубчатый элемент 902 и конец 906 трубы облицовываются изнутри непрерывной внутренней облицовкой 970, которая может иметь ребра или не иметь ребер на внешней поверхности с возможностью задавать осевой проток 973. Внутренняя облицовка 970 может не иметь ни осевых ребер, ни осевых протоков, если они не нужны, к примеру, в вариантах применения для обратного нагнетания воды при бурении или третичном отборе из нефтяных и газовых скважин. Если внутренняя облицовка с ребрами и протоками 973 используется, то сквозное отверстие 982 (показано с помощью пунктирной линии), аналогичное 682, 782, 882, должно предоставляться между протоком 973 и кольцевым пазом 987. Альтернативно, если проток не требуется через соединение 1 между стыками трубопровода 900, то сквозное отверстие 982 не требуется и не должно буриться или иным образом формироваться во фланце 916.

Кольцевая канавка 983 имеет практически перпендикулярную кольцевую концевую стенку 983b и внутренние и внешние кольцевые клиновидные стенки 983а. Кольцевая канавка 883 облицовывается изнутри вкладкой 983с. Кольцевое уплотнение 919а садится в кольцевую канавку с краями уплотнения, контактирующими с вкладкой 983с на внутренних и внешних кольцевых клиновидных стенках 983а, задающих кольцевой проточный канал 987. Вкладка 983с содержит сквозные отверстия, при необходимости, которые располагаются на одной линии со сквозными отверстиями 982, чтобы предоставлять проток из сквозного отверстия 982 в кольцевой проточный канал 987 и вперед через осевые сквозные

отверстия 990а в кольцевом уплотнении 919а, при необходимости. Возможно, вкладка и уплотнительное кольцо изготовлены из нержавеющей стали. Возможно, класс вкладки 983с представляет собой инконель 625 и может иметь толщину 3 мм.

Возможно или альтернативно, вкладка 983а имеет участок 917а поверхности, который протягивается из паза 983 вдоль утопленного внутреннего участка поверхности 917 фланца 816 к проходному отверстию 810, предпочтительно утопленного на идентичную толщину с вкладкой таким образом, что вкладка находится в плоскости, идентичной плоскости внешнего участка поверхности 917. Возможно, дополнительный участок 917b входит в проходное отверстие 910 заподлицо с внутренней поверхностью конца 906 стальной трубы таким образом, что он садится под внутреннюю облицовку 970 с перекрытием возможно в 50-75 мм. Внутренняя облицовка 970 завершается в идентичной плоскости с поверхностью 917 либо немного утопленной относительно нее.

Следует отметить, что трубопровод с внутренней облицовкой может содержать покрытие из коррозионностойкого материала вместо отдельной вставляемой внутренней облицовки. Покрытие может иметь форму краски, эмали, гелеобразного покрытия и т.п. и применяется для того, чтобы перекрывать дополнительный участок 917b вкладки 983.

Фиг. 25А показывает соединение 1001 в соответствии с настоящим изобретением. Соединение 1001 соединяет первый стык изолированной трубы 1002 со вторым стыком изолированной трубы 1003. Изолированная труба 1002 и 1003 может упоминаться как "труба в трубе". Изолированная труба 1002 содержит стальной внутренний трубчатый элемент 1002с, который может быть идентичным трубчатому элементу 2, показанному в соединении 1. Внутренний трубчатый элемент 1002с может состоять из углеродистой стали, иметь внутреннюю CRA-облицовку, внутреннее покрытие или внутреннюю HDPE-облицовку. Наружная концентрическая труба 1002b, которая может упоминаться как рабочая труба, имеет больший внутренний диаметр относительно внешнего диаметра стального внутреннего трубчатого элемента 1002с, предоставляющего кольцевое пространство между ними, которое может иметь любой подходящий размер для того, чтобы принимать теплоизоляционный материал 1002а, такой как аэрогель. Типично, кольцевое пространство имеет ширину от 10 до 50 мм.

Участок первого трубчатого элемента 1012 первого конца 1006 трубы сваривается со стальным внутренним трубчатым элементом 1002с. Также показываются ступица 1014 с большим диаметром, фланец 1016 с еще большим диаметром и муфта 1020, имеющая втулку 1021, располагаемую с возможностью скольжения около фланца 1016, и концевой ограничитель 1030, располагаемый около ближнего концевого участка 1014.

Наружная концентрическая труба 1002b имеет конец, который насаживается на ступицу 1014, и конец рабочей трубы 1002b сваривается со ступицей 1014.

Аналогично, внутренний трубчатый элемент 1003с может состоять из углеродистой стали, иметь внутреннюю CRA-облицовку, внутреннее покрытие или внутреннюю HDPE-облицовку. Наружная концентрическая труба 1003b, которая может упоминаться как рабочая труба, имеет больший внутренний диаметр относительно внешнего диаметра стального внутреннего трубчатого элемента 1003с, предоставляющего кольцевое пространство между ними, которое может иметь любой подходящий размер для того, чтобы принимать теплоизоляционный материал 1003а, такой как аэрогель. Типично, кольцевое пространство имеет ширину от 10 до 50 мм.

Ступица 1041 с большим диаметром, фланец 1043 с еще большим диаметром и гайка 1050 расположены с возможностью скольжения около ступицы 1014.

Наружная концентрическая труба 1003b имеет конец, который насаживается на ступицу 1041, и конец рабочей трубы 1003b сваривается со ступицей 1041.

Изоляционная оболочка 1001а предоставляется около соединения 1. Концы 1001b и 1001с изоляционной оболочки перекрывают изоляцию 1002а, с тем чтобы предотвращать образование перемычек в результате холода. Возможно, перекрытие составляет от 25 до 200 мм и может составлять от 50 до 75 мм. Концы 1001b и 1001с могут содержать скосы. Изоляционная оболочка 1001а, возможно, содержит жесткий пенопласт, предпочтительно с большим числом пор в нем, захватывающих воздух или воду, чтобы улучшать тепловую изоляцию. Возможно, тепловая изоляция, предоставленная посредством изоляционной оболочки 1001а, имеет μ -значение от 0,3 до 3 и предпочтительно от 0,5 до 2,5, а в настоящее время приблизительно 2,0.

Изоляционная оболочка 1001а из жесткого пенопласта предпочтительно формируется в двух идентичных оплетках 1001аа (только часть одной оплетки показана на фиг. 25А и 25В), которые подгоняются на месте к соединению 1 радиально после того, как соединение 1 окончательно закреплено. Радиальные концы 1001II пересекаются с возможностью предоставлять непрерывной слой изоляции около соединения. Уплотнение 1001d и 1001е, к примеру эластомерное уплотнительное кольцо, предоставляется между изоляционной оболочкой 1001а и наружной трубой 1002b и 1003b в небольшом кольцевом пазу в каждом конце изоляционной оболочки 1001а. Альтернативно, уплотнение 1001d и 1001е не представляет собой непрерывное уплотнение, протягивающееся на 360° по периметру рабочей трубы 1002b, но может протягиваться на 180° и может содержать эластомерное уплотнение, заглубленное и адгезивно закрепленное в небольшом пазу в каждой оплетке, так что, когда две оплетки подгоняются на месте к соединению 1,

полное уплотнение на 360° задается с возможностью предотвращать поступление окружающей морской воды и перемещение воды между соединением 1 и изоляционной оболочкой 1001a. Лента 1001f и 1001g, к примеру стальная или пластмассовая лента, размещается на каждом конце изоляционной оболочки 1001a и закрепляется, чтобы радиально удерживать грейферы в соединении 1001a. Наружная поверхность 1001h изоляционной оболочки 1001a принимает форму цилиндра с гладкими стенками. Внутренняя поверхность 1001i имеет концевые участки, которые представляют собой цилиндры с практически гладкими стенками, в которых расположены уплотнения. Внутренняя поверхность 1001i также имеет средний участок, который практически придерживается контуров соединения 1. Контуров могут предотвращать осевое перемещение изоляционной оболочки 1001a относительно соединения 1. Контуров и уплотнения 1001d и 1001e также могут улучшать изоляцию за счет предотвращения перемещения окружающей морской воды между изоляционным материалом и соединением 1.

Альтернативно, наружная поверхность 1001h может придерживаться контуров частей соединения 1, что обеспечивает более согласованную глубину изоляции.

При использовании соединения окончательно закрепляется так, как описано выше со ссылкой на фиг. 1-13В, на судне, к примеру на судне, показанном на фиг. 14. Судно содержит удлиненное основание с рольгангом, на котором лежит свободный конец трубопровода, и новые стыки, к примеру четверные стыки, соединяются со свободным концом. Она может упоминаться как "трубоукладочная линия". Пара полуоплеток 1001aa (не показана) изоляционной оболочки 1001a подгоняются на месте к соединению 1 радиально с любой стороны соединения 1. Ленты 1001f и 1001g устанавливаются около противоположных концов изоляционной оболочки 1, которая может быть расположена над или в непосредственной близости от уплотнений 1001d и 1001e. Ленты 1001f и 1001g могут натягиваться с помощью натяжного устройства и закрепляться между собой, чтобы удерживать оплетки 1001aa (не показана) в соединении 1. Такое натяжное и закрепляющее устройство может быть аналогичным устройству, используемому в стяжном винтовом хомуте. Ленты 1001f и 1001g удерживают изоляционную оболочку 1001a в соединении в ходе установки трубопровода 900 и в ходе обслуживания трубопровода 900. Ленты 1001f и 1001g предпочтительно изготавливаются из нержавеющей стали. Ленты 1001f и 1001g могут располагаться на поверхности изоляционной оболочки или в неглубоком периферическом пазу (не показан) в наружной поверхности изоляционной оболочки таким образом, что ленты 1001f и 1001g лежат заподлицо с наружной поверхностью 1001h изоляционной оболочки.

Следует отметить, что трубчатые элементы описываются в данном документе как транспортирующие текучую среду. Определение "текучей среды" имеет намерение включать в себя любой текучий материал, такой как нефть и газ, но во избежание сомнений также имеет намерение включать в себя невязкие и вязкие текучие среды, многофазные текучие среды, текучие среды с твердыми телами и текучим материалом, текучие среды, которые демонстрируют как ньютоновские характеристики, так и неньютоновские характеристики, и плазму.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для осуществления соединения между первым трубчатым элементом и вторым трубчатым элементом, имеющими совпадающие проходные отверстия для транспортировки текучей среды, причем соединение имеет ось в общем направлении потока указанной текучей среды через него, причем система содержит соединение (1) и натяжной инструмент (100), причем соединение имеет первый трубчатый конец (6), содержащий первый концевой фланец (16), имеющий концевую поверхность (17) и муфту (20), содержащую втулку (21) и концевой ограничитель (30), прикрепленный к втулке (21), причем указанная втулка (21) расположена около указанного фланца (18) и указанный концевой ограничитель (30) расположен около указанного трубчатого конца (6), причем указанная муфта (20) выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца (6), причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец (7), содержащий второй концевой фланец (43), имеющий концевую поверхность (45), и стопорную гайку (50), расположенную около и с возможностью скольжения вдоль указанного первого трубчатого конца (7), причем натяжной инструмент (100) служит для приложения осевого натяжения к указанной муфте (20) относительно указанного второго трубчатого конца (7), отличающаяся тем, что по меньшей мере одно из указанной втулки (21) и указанного второго трубчатого конца (7) имеет множество параллельных периферических канавок (23, 47) и указанный натяжной инструмент (100) имеет множество гребней (142), причем система выполнена с возможностью обеспечения перемещения указанных гребней (142) в указанные канавки (23, 47) и приложения осевого натяжения к указанной муфте (20) относительно указанного второго трубчатого конца (7).

2. Система по п.1, в которой муфта (20) содержит участок (22) с внутренней резьбой и стопорная гайка содержит соответствующий внешний резьбовой участок (52).

3. Система по п.1 или 2, в которой концевой ограничитель (30) расположен на дальнем конце втулки (21) и множество канавок расположено на ближнем конце втулки (21), при этом между концевым ограничителем (30) и множеством канавок предусмотрен участок (21') корпуса.

4. Система по пп.1, 2 или 3, в которой муфта (20) выполнена с возможностью скольжения вдоль

первого трубчатого конца (6) до тех пор, пока концевой ограничитель (30) не упрется в первый концевой фланец (16).

5. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой стопорная гайка (50) выполнена с возможностью скольжения вдоль второго трубчатого конца (7) до тех пор, пока стопорная гайка (50) не упрется во второй концевой фланец (43).

6. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой каждая канавка из множества параллельных периферических канавок представляет собой желобок, имеющий паз с закругленными внутренними углами и плоским нижним участком.

7. Система по п.6, в которой указанный желобок дополнительно содержит закругленные верхние углы.

8. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой первый трубчатый элемент имеет толщину стенки, указанный первый трубчатый конец (6) содержит ближний участок (14) с большей толщиной стенки относительно трубчатого элемента (2) и меньшей толщины стенки первого концевого фланца (16).

9. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой второй трубчатый конец (7) содержит несущий участок (41) с большей толщиной стенки относительно второго трубчатого элемента (3) и меньшей толщины стенки второго концевого фланца (43).

10. Система по п.8, в которой концевой ограничитель муфты выполнен с возможностью скольжения вдоль несущего участка первого трубчатого конца.

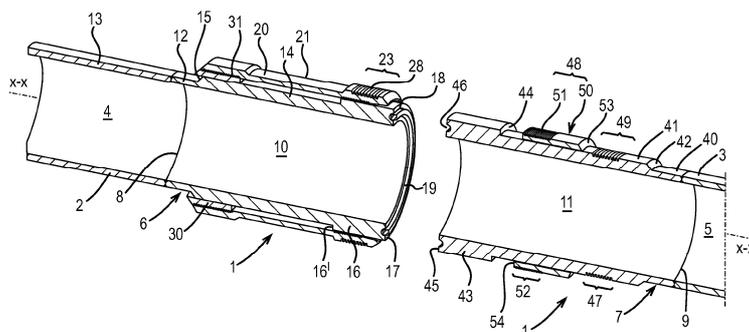
11. Система по п.9, в которой стопорная гайка является поворотной вокруг несущего участка второго трубчатого конца.

12. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой уплотнение расположено между концами трубы и активируется посредством натяжения, прикладываемого посредством натяжного инструмента и поддерживаемого посредством осуществления соединения.

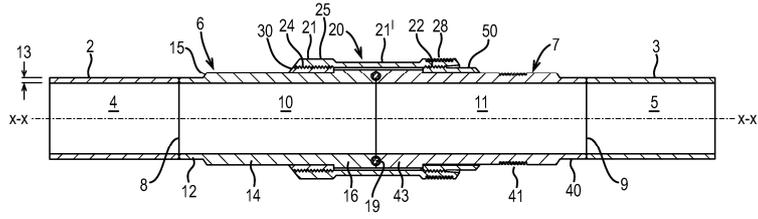
13. Система по п.12, в которой уплотнение представляет собой кольцевое уплотнение, размещенное в канавке в одной концевой поверхности одного из фланцев, и выступает из него.

14. Система по любому из предшествующих пунктов, в которой концы трубы свариваются с указанными первым и вторым трубчатыми элементами соответственно.

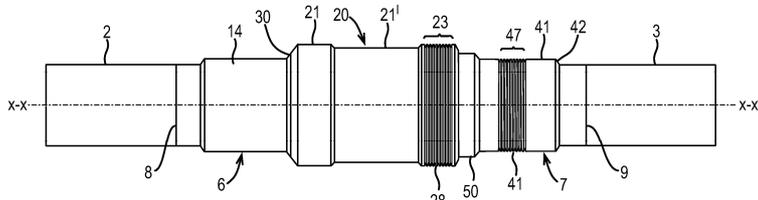
15. Соединение для использования в системе по любому из предшествующих пунктов, причем соединение имеет первый трубчатый конец (6), содержащий первый концевой фланец (16), имеющий концевую поверхность (17) и муфту (20), содержащую втулку (21) и концевой ограничитель (30), расположенный на дальнем конце втулки (21), и внутренний резьбовой участок (22), расположенный на ближнем конце втулки (21) с участком (21') корпуса, предусмотренным между концевым ограничителем (30) и внутренним резьбовым участком, причем указанная втулка (21) расположена около указанного первого концевого фланца (18) и указанный концевой ограничитель (30) расположен около указанного первого трубчатого конца (6), причем указанная муфта (20) выполнена с возможностью скольжения вдоль указанного трубчатого конца (6), причем соединение дополнительно имеет второй трубчатый конец (7), содержащий второй концевой фланец (43), имеющий концевую поверхность (45) и стопорную гайку (50), расположенную около и с возможностью скольжения вдоль указанного второго конца (7), причем указанная стопорная гайка (50) имеет внешний резьбовой участок (51) для сопряжения с указанным внутренним резьбовым участком указанной втулки, отличающееся тем, что указанная втулка (20) содержит множество кольцевых пазов, располагаемых в наружной поверхности указанного ближнего конца указанной втулки (20) для упрощения зацепления, посредством множества гребней (142) натяжного инструмента (100), указанного множества канавок (23, 47) и для приложения осевого натяжения к указанной муфте (20) относительно указанного второго трубчатого конца (7).



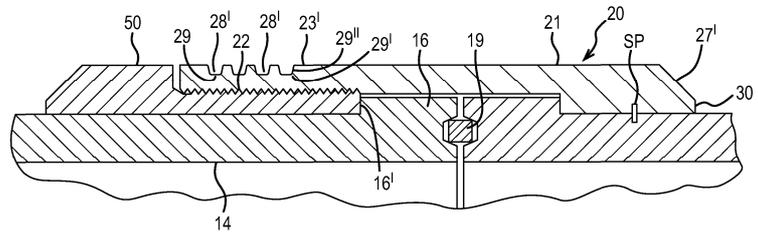
Фиг. 1



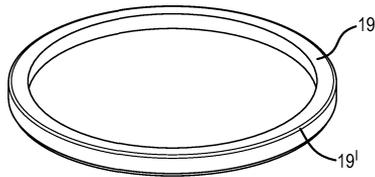
Фиг. 2



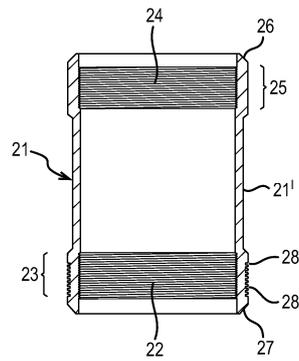
Фиг. 3



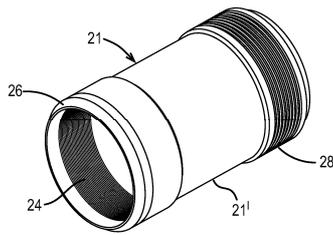
Фиг. 4



Фиг. 5

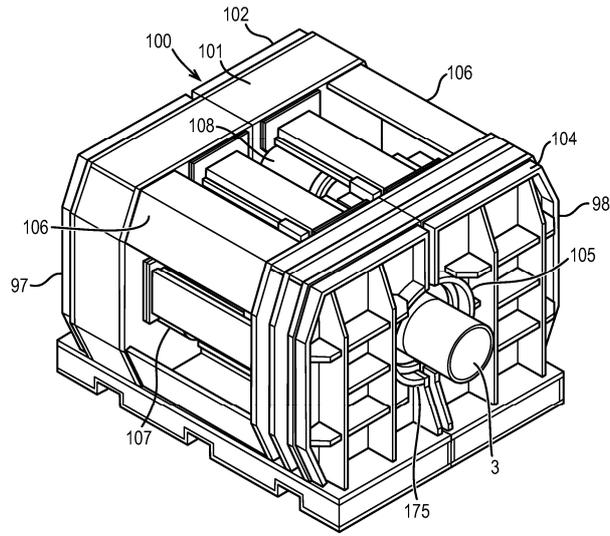


Фиг. 6

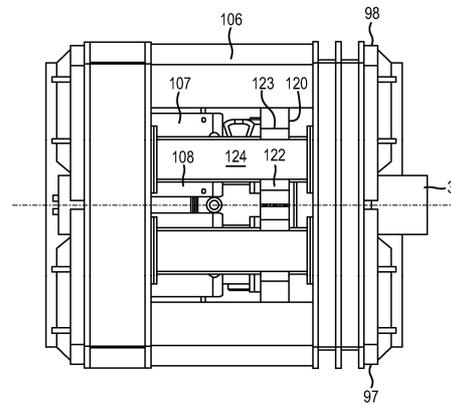


Фиг. 6А

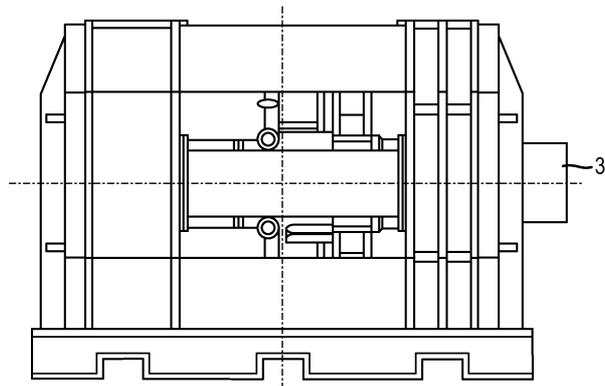
042325



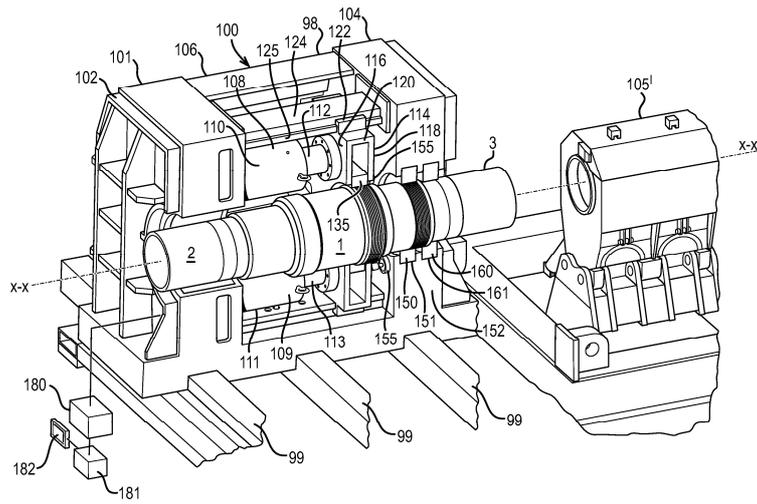
Фиг. 7



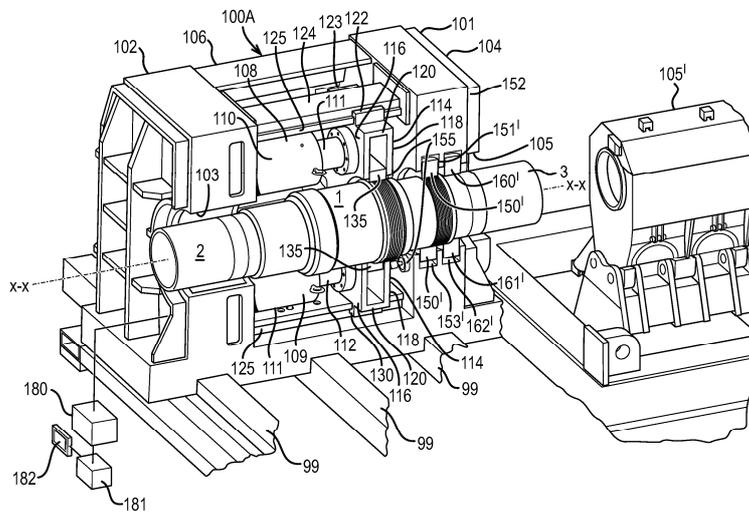
Фиг. 7А



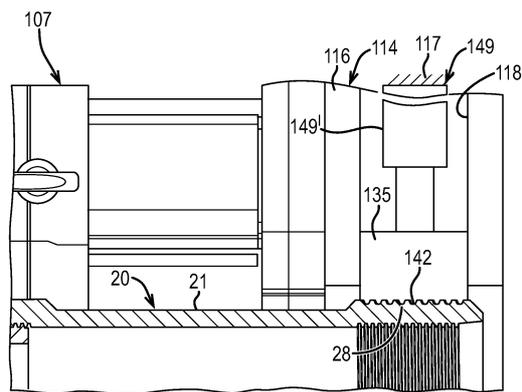
Фиг. 7В



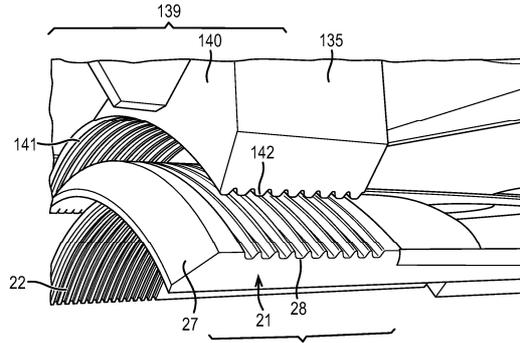
Фиг. 8А



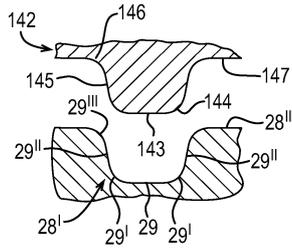
Фиг. 8В



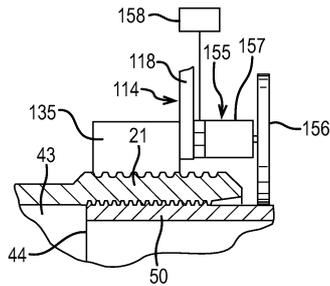
Фиг. 9



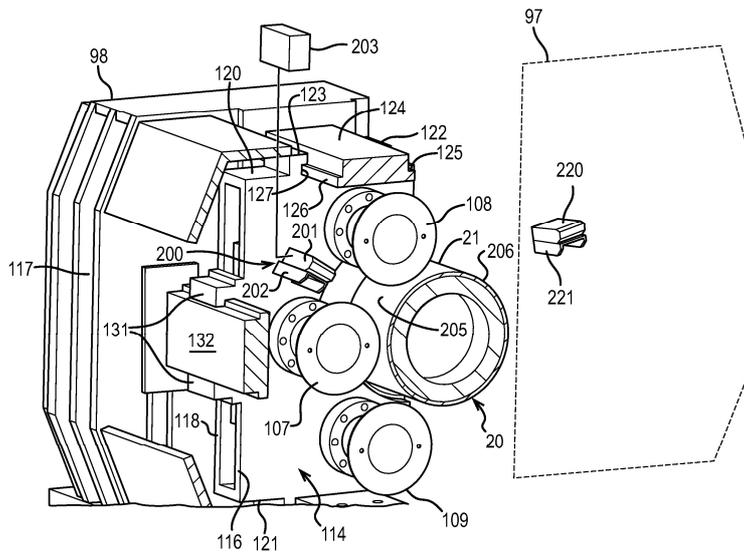
Фиг. 10



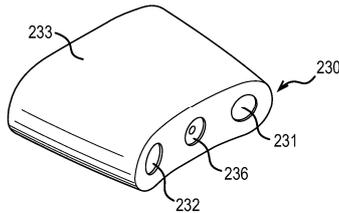
Фиг. 10А



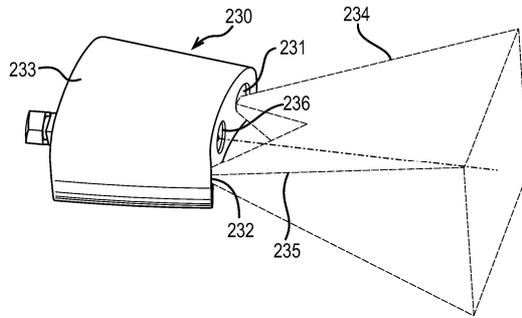
Фиг. 10В



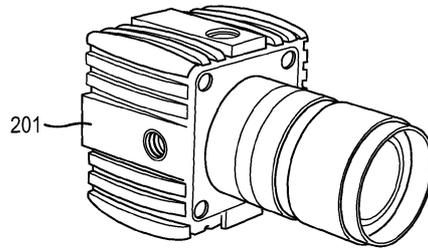
Фиг. 11



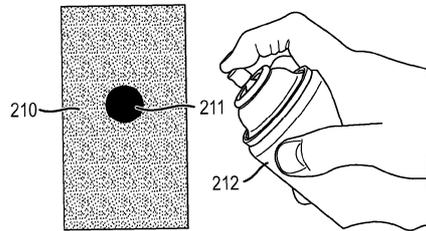
Фиг. 12



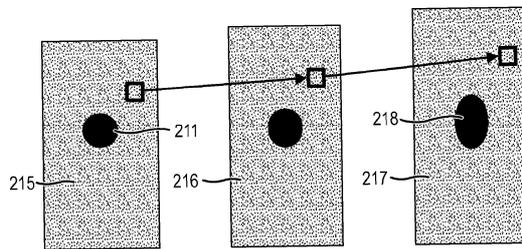
Фиг. 12А



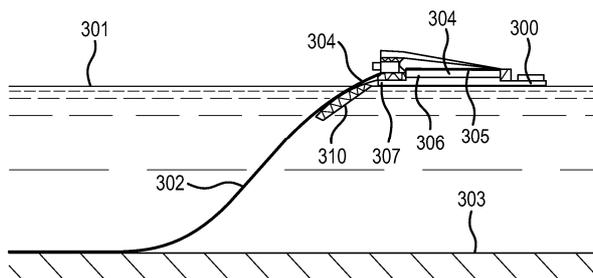
Фиг. 13



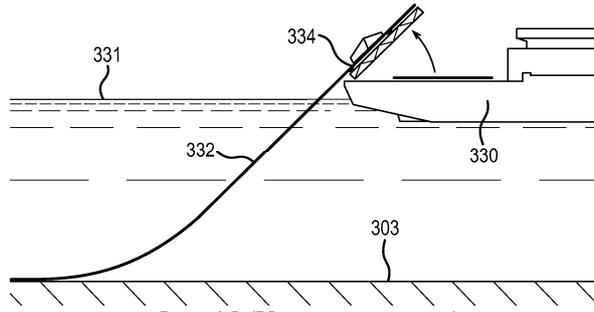
Фиг. 13А



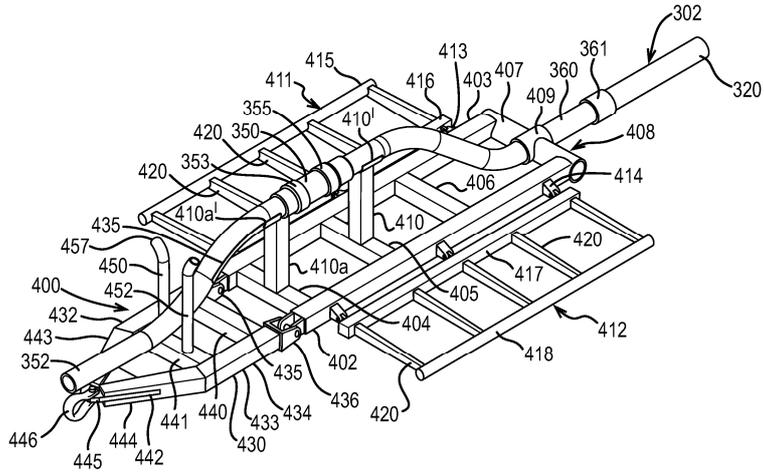
Фиг. 13В



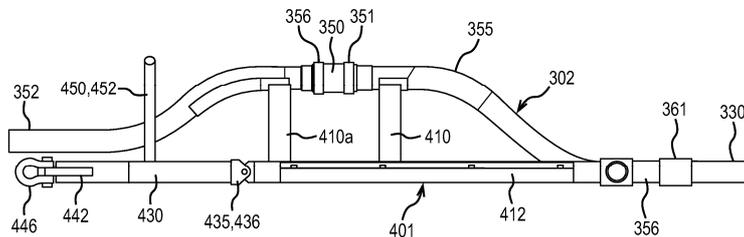
Фиг. 14 (Уровень техники)



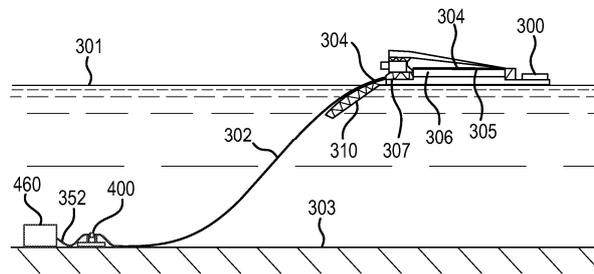
Фиг. 15 (Уровень техники)



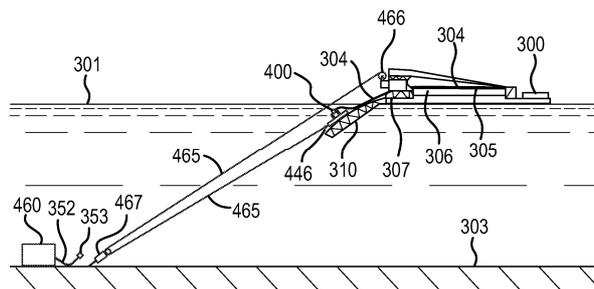
Фиг. 16



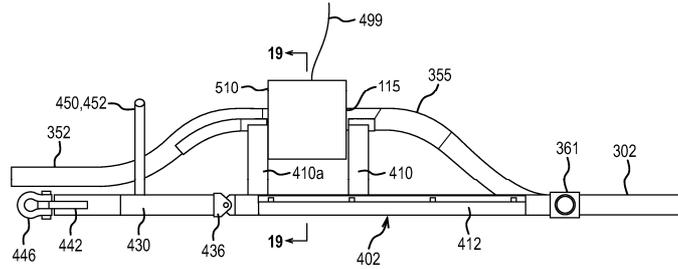
Фиг. 17



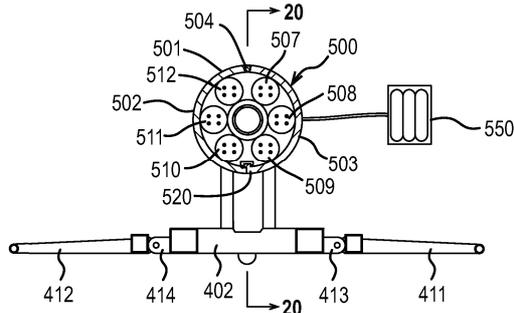
Фиг. 17А



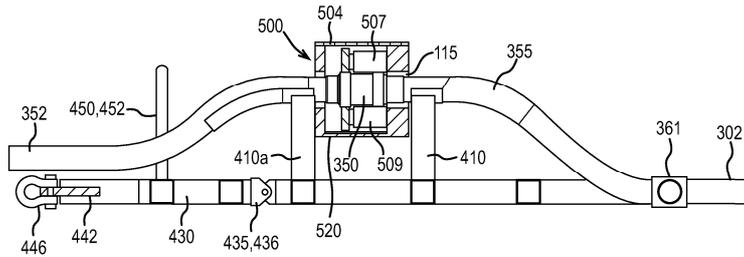
Фиг. 17В



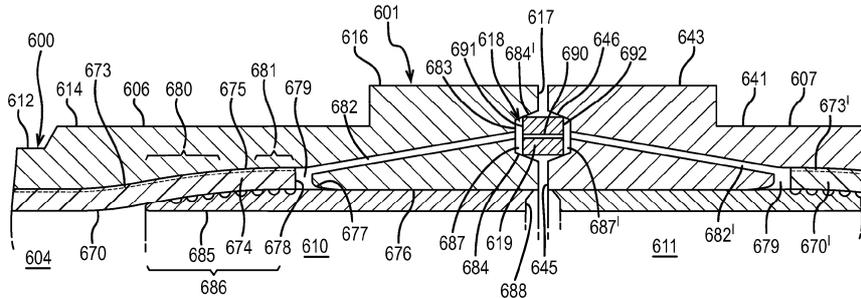
Фиг. 18



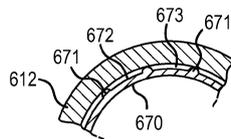
Фиг. 19



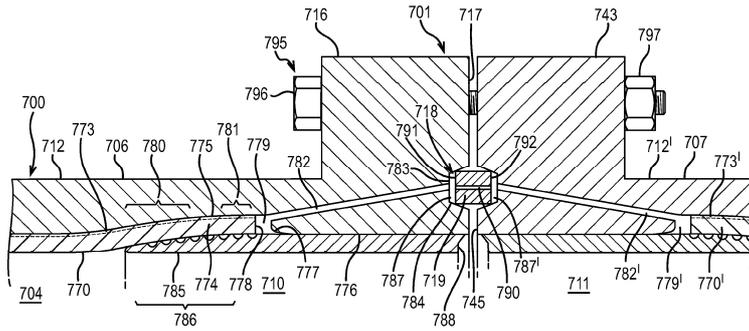
Фиг. 20



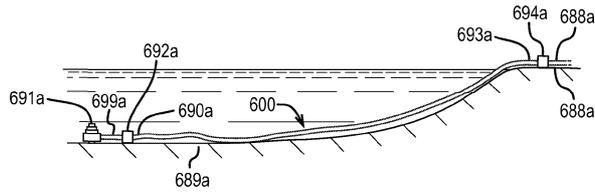
Фиг. 21



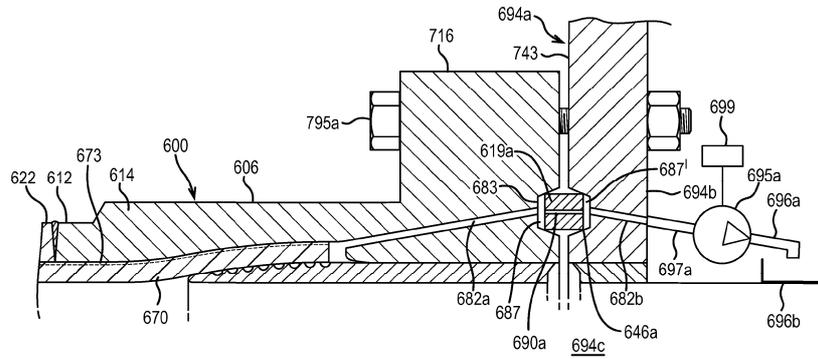
Фиг. 21А



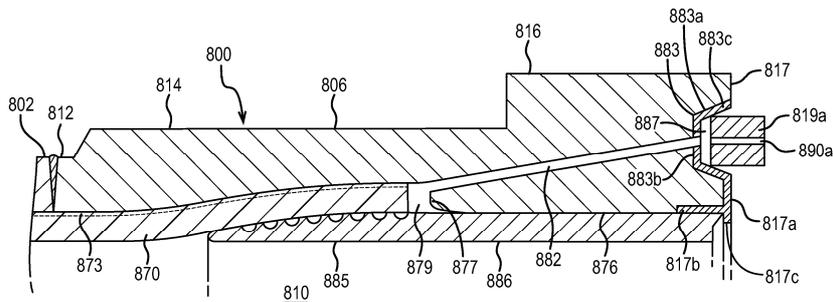
Фиг. 22



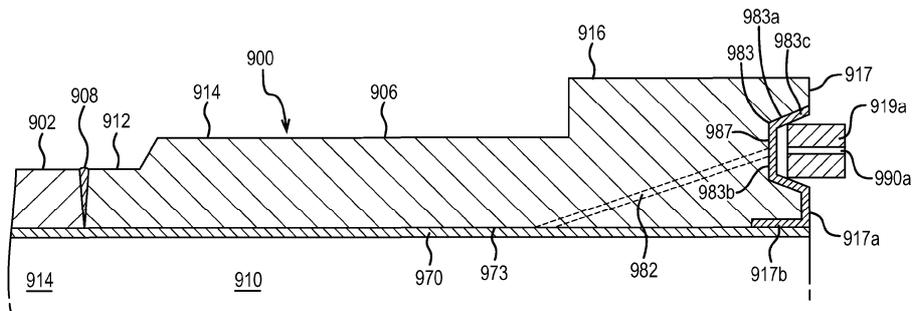
Фиг. 22А



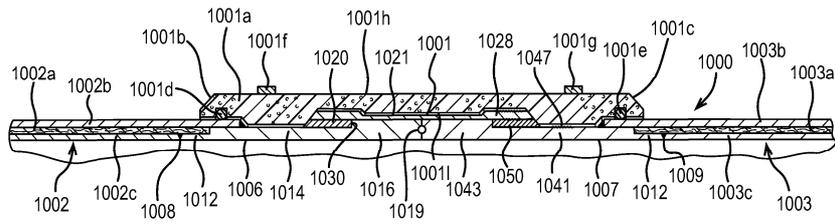
Фиг. 22В



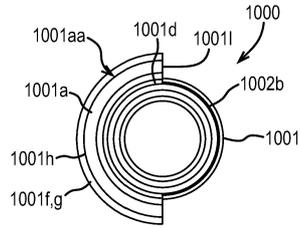
Фиг. 23



Фиг. 24



Фиг. 25А



Фиг. 25В



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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