

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046674**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.04.08

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

(21) Номер заявки
202391569

(22) Дата подачи заявки
2021.11.23

(54) **РЕЗЬБОВЫЕ ТРУБНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ С УЛУЧШЕННОЙ ГЕРМЕТИЧНОСТЬЮ**

(31) **63/117,227**

(56) EP-B1-0630455
US-A-5415442
JP-B2-6722290

(32) **2020.11.23**

(33) **US**

(43) **2023.07.14**

(86) **PCT/US2021/060543**

(87) **WO 2022/109464 2022.05.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЮНАЙТИД СТЕЙТС СТИЛ
КОРПОРЭЙШН (US)**

(72) Изобретатель:
**Барнетт Александр, Гарикапати
Чандрашекер, Беннетт Фредерик С.,
Клатуорти Мэттью, Тума Кейт А. (US)**

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

(57) В изобретении предложена труба с резьбой, имеющая nippleльный элемент, соединяющийся с муфтовым элементом. Nippleльный элемент содержит клиновидную резьбу nippleля, проходящую в геликоидальном направлении вокруг наружной поверхности своего конца трубы. Nippleльный элемент сводится на конус, давая в результате увеличение диаметра резьбы nippleля от переднего конца своей трубы. Муфтовый элемент содержит клиновидную резьбу муфты, продолжающуюся в геликоидальном направлении вокруг внутренней поверхности своего конца трубы. Муфтовый элемент сводится на конус, давая в результате уменьшение диаметра резьбы муфты от переднего конца своей трубы. Вершина профиля резьбы nippleльного элемента увеличивается в ширину вдоль витка резьбы nippleля, и впадина профиля резьбы муфты уменьшается в ширину вдоль витка резьбы муфты. Когда собраны вместе, вершина профиля резьбы nippleля увеличивается в ширину с коэффициентом, отличающимся от коэффициента увеличения ширины впадины профиля резьбы муфты.

046674
B1

046674
B1

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Данная заявка является обычной заявкой и испрашивает приоритет по предварительной патентной заявке США 63/117227, зарегистрированной 23 ноября 2020 г., которая в данном документе полностью включена в виде ссылки.

Область техники изобретения

Настоящее изобретение относится к резьбовым трубным соединениям и, конкретнее, резьбовым трубным соединениям с клиновидными формами для улучшенной герметичности.

Информация уровня техники

Резьбовые трубные соединения применяются в нефтяной и газовой промышленности, в частности, резьбовые соединения с клиновидной резьбой, такой как раскрыта в патенте США 6722706. Другие резьбовые трубные соединения раскрыты в патентах США 6976711 и 7562911 и опубликованной патентной заявке US 2011/0278838. Все приведенные выше патенты и заявки включены в данном документе в виде ссылки.

Резьбовые соединения могут содержать элемент уплотнения металл-металл для улучшения герметизирующей способности соединения или могут содержать покрытия из мягкого металлов и/или анаэробные резьбовые смазки для улучшения герметизирующей способности резьб на соединениях без дополнительного уплотняющего элемента металл-металл. В отсутствие уплотнения металл-металл покрытия из мягкого металла или специальной анаэробной резьбовой смазки, такие резьбы обычно требуют относительно высоких крутящих моментов для уплотнения и надлежащей работы, что может приводить к высокому местному напряжению, что может отрицательно влиять на усталостную стойкость. Форма резьбы также имеет тенденцию захватывать резьбовые смазки, что может влиять на понижение крутящих моментов раскрепления и ухудшать показатели работы.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение предлагает трубу с резьбой, имеющую ниппельный элемент, соединяющийся с муфтовым элементом. Ниппельный элемент содержит клиновидную резьбу ниппеля, которая проходит в геликоидальном направлении вокруг наружной поверхности конца трубы. Ниппельный элемент является коническим, создающим диаметр резьбы ниппеля, увеличивающийся от переднего конца трубы. Муфтовый элемент содержит клиновидную муфтовую резьбу, проходящую в геликоидальном направлении вокруг внутренней поверхности конца трубы. Муфтовый элемент является коническим, создающим диаметр резьбы муфты, уменьшающийся от переднего конца трубы. Вершина резьбы ниппельного элемента увеличивается в ширину вдоль резьбы ниппеля и впадина профиля резьбы муфты уменьшается в ширину вдоль резьбы муфты. Когда свинчены вместе, вершина профиля резьбы ниппеля увеличивается в ширину с интенсивностью, отличающейся от интенсивности, с которой впадина профиля резьбы муфты увеличивается в ширину.

В аспекте настоящего изобретения создано резьбовое соединение, содержащее первый трубчатый компонент, содержащий резьбу ниппеля, проходящую в геликоидальном направлении вокруг первого трубчатого компонента вдоль продольной оси от передней поверхности первого трубчатого компонента к задней поверхности первого трубчатого компонента противоположной передней поверхности первого трубчатого компонента, и второй трубчатый компонент, содержащий муфтовую резьбу, проходящую в геликоидальном направлении вокруг второго трубчатого компонента вдоль продольной оси от передней поверхности второго трубчатого компонента к задней поверхности второго трубчатого компонента, противоположной передней поверхности второго трубчатого компонента и выполненный и расположенный с возможностью соединения с первым трубчатым компонентом. Резьба ниппеля является конической с углом конусности ниппеля между участком первого трубчатого компонента между передней поверхностью первого трубчатого компонента и задней поверхностью первого трубчатого компонента. Резьба муфты является конической с углом конусности муфты между участком второго трубчатого компонента между передней поверхностью второго трубчатого компонента и задней поверхностью второго трубчатого компонента. Угол конусности муфты отличается от угла конусности ниппеля. Ширина вершины профиля резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля по меньшей мере на участке резьбы ниппеля между началом резьбы ниппеля и концом резьбы ниппеля. Ширина впадины профиля резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля по меньшей мере на участке резьбы муфты между началом резьбы муфты и концом резьбы муфты. Коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты отличается от коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

В другом аспекте настоящего изобретения создан первый трубный конец, содержащий резьбу ниппеля, проходящую в геликоидальном направлении вокруг первого конца вдоль продольной оси от передней поверхности первого конца к задней поверхности первого конца, противоположной передней поверхности первого конца. Резьба ниппеля является конической с углом конусности ниппеля между участком первого конца между передней поверхностью первого конца и задней поверхностью первого конца. Ширина вершины профиля резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля, по меньшей мере, на участке резьбы ниппеля между началом резьбы ниппеля и концом резьбы ниппеля. Первый конец выполнен и расположен с возможностью соединения с

вторым концом второй трубы. Второй конец содержит муфтовую резьбу, проходящую в геликоидальном направлении вокруг второго конца вдоль продольной оси от передней поверхности второго конца к задней поверхностью второго конца, противоположной передней поверхности второго конца, и выполненную и расположенную с возможностью соединения с первым концом. Резьба муфты является конической с углом конусности муфты между участком первого конца между передней поверхностью первого конца и задней поверхностью первого конца. Угол конусности муфты отличается от угла конусности ниппеля. Ширина впадины профиля резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля, по меньшей мере, на участке резьбы муфты между началом резьбы муфты и концом резьбы муфты. Коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты отличается от коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

В дополнительном аспекте настоящего изобретения создана труба с резьбой, содержащая первый конец, содержащий муфтовую резьбу, проходящую в геликоидальном направлении вокруг первого конца вдоль продольной оси от передней поверхности первого конца к задней поверхности первого конца, противоположной передней поверхности первого конца. Резьба муфты является конической с углом конусности муфты между участком первого конца между передней поверхностью первого конца и задней поверхностью первого конца. Ширина впадины профиля резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля, по меньшей мере, на участке резьбы муфты между началом резьбы муфты и концом резьбы муфты. Первый конец выполнен и расположен с возможностью соединения с вторым концом второй трубы. Второй конец содержит резьбу ниппеля, проходящую в геликоидальном направлении вокруг второго конца вдоль продольной оси от передней поверхности второго конца к задней поверхности второго конца, противоположной передней поверхности второго конца и выполненную и расположенную с возможностью соединения с первым концом. Резьба ниппеля является конической с углом конусности ниппеля между участком первого конца между передней поверхностью первого конца и задней поверхностью первого конца. Угол конусности ниппеля отличается от угла конусности муфты. Ширина вершины профиля резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля по меньшей мере на участке резьбы ниппеля между началом резьбы ниппеля и концом резьбы ниппеля. Коэффициент изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля отличается от коэффициента изменения ширины впадины профиля резьбы муфты.

Данные и другие аспекты настоящего изобретения станут более понятными из следующего описания.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показано продольное сечение соединения муфтового (охватывающего) и ниппельного (охватываемого) элементов двух труб с резьбой варианта осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 показано продольное сечение муфтового (охватывающего) и ниппельного (охватываемого) элементов резьбового трубного соединения с улучшенной герметичностью варианта осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3а-3с показаны концентрации напряжения в трех отличающихся конфигурациях резьбового трубного соединения. Минимальные напряжения впадин и вершин профиля резьбы показаны для номинальной конусности (фиг. 3а); напряжения впадин и вершин профиля резьбы в резьбе вблизи носовой части ниппеля показаны для конфигурации со смещенной конусностью (фиг. 3б) и напряжения впадин и вершин профиля резьбы плюс концентрированная боковая нагрузка на первых нескольких витках резьбы показаны для смещенного коэффициента изменения ширины профиля резьбы варианта осуществления настоящего изобретения (фиг. 3с).

На фиг. 4а-4с показаны с увеличением участки носовой части ниппеля конфигурации резьбового трубного соединения фиг. 3а-3с.

На фиг. 5 показаны графики анализа методом конечных элементов, демонстрирующие средние контактные напряжения на рабочей стороне, заводящей стороны и впадина профиля резьбы ниппеля для резьбовых соединений трех отличающихся типов, показанных на фиг. 3а-3с и 4а-4с для различных элементов резьбы.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Резьбовые трубные соединения настоящего изобретения улучшают герметизирующую способность резьбовых соединений с клиновидной резьбой, не требуя дополнительного уплотняющего элемента металл-металл или специальных покрытий или специальных резьбовых смазок. Резьбовые элементы модифицированы для обеспечения лучшей герметизирующей способности для резьбы ближе к носовой части ниппеля, таким образом улучшены показатели герметичности резьбового соединения, испытывающего давление внутри трубы. В дополнение к улучшению герметизирующей способности настоящие резьбовые трубные соединения уменьшают местные напряжения в критических местах резьбы ниппеля, которые подвержены усталостным разрушениям. Аналогичный принцип можно применять для улучшения герметизирующей способности резьбы ближе к торцу муфты, таким образом улучшая показатели герметичности резьбового соединения, испытывающего давление снаружи трубы. Модифицированные резьбовые элементы также помогают управляемому удалению резьбовой смазки, таким образом уменьшая возможность захвата резьбовой смазки и возможных, связанных с этим, проблем. Указанное также значи-

тельно улучшает крутящий момент раскрепления соединения, обеспечивая соединению заданные показатели работы при достаточно низких крутящих моментах, делающих приемлемыми ограничения некоторых затягивающих устройств, и достаточно высоких для применения критически высокого крутящего момента. Комбинацию данных принципов можно применять для улучшения герметизирующей способности резьб ближе к носовой части ниппеля и ближе к торцу муфты для улучшения показателей герметичности резьбового соединения, испытывающего как наружное, так и внутреннее давление.

Имеется повышенный спрос на резьбовые соединения с лучшей способностью по герметизации жидкости и газа, более высоким эксплуатационным крутящим моментом и лучшей усталостной стойкостью, вместе с тем, остающиеся не дорогими в изготовлении и способными работать при крутящих моментах свинчивания, достаточно низких для соответствия ограничениям крутящего момента доступных затягивающих устройств. Резьбовые трубные соединения настоящего изобретения отвечают данным требованиям, включая в состав следующее.

Резьбовые трубные соединения настоящего изобретения способны отвечать данным требованиям, благодаря по меньшей мере включению в состав клиновой резьбы. Расклинивающее действие свинченных резьб обеспечивает способность работы с более высоким крутящим моментом, что должно обеспечивать операторам применение более высокого крутящего момента для выхода из интервалов сужения ствола при установке обсадной колонны в горизонтальных скважинах с большим отходом в глинистых породах.

Резьбовые трубные соединения настоящего изобретения также способны отвечать данным требованиям, благодаря, по меньшей мере, включению отличающихся шагов резьбы. Отличающиеся шаги между охватываемым элементом, т.е., ниппелем, и охватывающим элементом, т.е., муфтой, обеспечивают резьбам вблизи носовой части ниппеля более сильное зацепление чем всем другим резьбам. Более высокие механические напряжения обеспечены в резьбах вблизи носовой части ниппеля, и углубления в форме резьбы в итоге заполняются, таким образом обеспечивая более высокую герметичность по газу и жидкости при относительно низких крутящих моментах, не в ущерб функциональной способности при высоких рабочих крутящих моментах.

Резьбовые трубные соединения настоящего изобретения способны отвечать данным требованиям, благодаря, по меньшей мере, включению в состав отличающейся конусности резьбы. Комбинации конусности обеспечивают более высокое заедание резьбы в направлении к носовой части ниппеля, дающее в результате высокие контактные напряжения вблизи носовой части ниппеля, что улучшает герметизирующую способность и снижает напряжения ближе к концам соединения, таким образом улучшая усталостную стойкость.

Комбинированные элементы резьбовых трубных соединений помогают в случаях применения, где требуются высокий крутящий момент, ожидается нужная газонепроницаемость, требуется 100% передача осевой нагрузки и плотное защемление.

Настоящее изобретение может содержать резьбовые и свинченные соединения, интегральные высаженные резьбовые соединения, и интегральные резьбовые соединения, где диаметр вершины резьбы муфты/соединения расположен на или ниже впадины диаметра профиля резьбы ниппеля резьбы на первом полном витке резьбы ниппеля, полностью сцепленном с резьбой муфты.

Когда резьбовые соединения соединяют, изменяющаяся ширина резьбы ниппеля меньше изменяющейся ширины профиля резьбы муфты. Разность между изменением в ширине резьбы приводит к механическим напряжениям, не снижающим показатели работы. Конусность резьбы ниппеля меньше конусности резьбы муфты, что также дает в результате механические напряжения, не снижающие показатели работы.

Ограничения по конфигурации применимы к резьбам с расклинивающим действием и имеющим форму резьбы с ласточкиным хвостом или граненым ласточкиным хвостом, со смежными уплотнениями металл-металл.

На фиг. 1 и 2 показаны муфтовый и ниппельный элементы резьбового трубного соединения с улучшенной герметичностью варианта осуществления настоящего изобретения. Признаки верхнего муфтового/охватывающего элемента и нижнего ниппельного/охватываемого элемента показаны на фиг. 1, и геометрические параметры или ограничивающие условия, связанные с признаками, являются регулируемые для увеличения герметичности. При использовании в данном документе термин "рабочая сторона" означает боковую стенку витка резьбы, обращенную от наружного конца соответствующего охватываемого или охватывающего элемента, на котором выполнен виток резьбы. Термин "заводящая сторона" означает поверхность боковой стенки, обращенную к наружному концу соответствующего охватываемого или охватывающего элемента и несущую осевую нагрузку во время начальной сборки элементов.

Резьбовые трубные соединения настоящего изобретения, показанные на фиг. 1 и 2, обеспечивают улучшенную герметичность вследствие более тесного взаимодействия между ниппелем и муфтой на первом сцепленном витке резьбы ниппеля вблизи внутреннего диаметра муфтового элемента. Показатели герметичности для внутреннего давления улучшаются, когда первый виток резьбы находится в более тесном контакте, чем другие витки резьбы в сцепленном положении.

На фиг. 1 показано резьбовое соединение 100 двух концов труб. Резьбовое соединение 100 дает со-

единение первой трубы 200, содержащей охватывающий трубный соединительный фитинг 210, со второй трубой 300, которая содержит охватываемый трубный соединительный фитинг 310. Трубы 200, 300 могут иметь форму трубных изделий с наружными диаметрами 202, 302 и внутренними диаметрами 204, 304. Внутренние диаметры 204, 304 трубы могут заключать в себе пути 206, 306 потока, которые обеспечивают проход текучей среды, такой как жидкость или газ, по центру труб 200, 300.

Как показано на фиг. 1 и 2, охватывающий трубный соединительный фитинг 210 содержит резьбу 220 муфты, выполненную на внутренней поверхности первой трубы 200. Резьба 220 муфты может содержать канавку 230 резьбы муфты, которая кружит по внутренней поверхности первой трубы 200 в геликоидальном направлении от торцевой поверхности 212 первой трубы в продольном направлении вдоль продольной оси 110 к противоположному концу первой трубы 200. Индивидуальный виток 231 резьбы муфты является одним полным поворотом канавки 230 резьбы муфты вокруг внутренней поверхности первой трубы 300. Резьба 220 муфты содержит каждый индивидуальный виток 231 резьбы муфты на охватываемом трубном соединительном фитинге 210.

Как показано на фиг. 1 и 2, охватываемый трубный соединительный фитинг 310 содержит резьбу 320 ниппеля, выполненную на наружной поверхности второй трубы 300. Резьба 320 ниппеля может содержать зуб 330 резьбы ниппеля, который кружит по наружной поверхности второй трубы 300 в геликоидальном направлении от торцевой поверхности 312 второй трубы в продольном направлении вдоль продольной оси 110 к противоположному концу второй трубы 300. Индивидуальный виток 331 резьбы ниппеля является одним полным поворотом зуба 330 резьбы ниппеля вокруг наружной поверхности второй трубы 300. Резьба 320 ниппеля содержит каждый виток 331 резьбы ниппеля на охватываемом трубном соединительном фитинге 310.

Как показано на фиг. 2, в некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах при рассмотрении сечения охватывающего трубного соединительного фитинга 210 можно видеть ряд индивидуальных витков 231 резьбы муфты, содержащий первый виток 232 резьбы муфты, второй виток 234 резьбы муфты, средний виток 235 резьбы муфты, предпоследний виток 236 резьбы муфты и последний виток 238 резьбы муфты. Число индивидуальных витков 231 резьбы муфты, которые можно видеть в сечении, может зависеть от числа полных поворотов, совершаемых канавкой 230 резьбы муфты по длине резьбы 220 муфты. Например, если канавка 230 резьбы муфты совершает пять полных витков по длине резьбы 220 муфты, пять индивидуальных витков 231 резьбы муфты можно видеть в сечении охватывающего трубного соединительного фитинга 210. Меньше пяти полных витков или больше пяти полных витков также возможны на всей длине резьбы 220 муфты, что дает меньше пяти или больше пяти индивидуальных витков 231 резьбы муфты, видимых в сечении.

Канавка 230 резьбы муфты может содержать впадину 242 профиля резьбы муфты, вершину 244 профиля резьбы муфты, рабочую сторону 246 резьбы муфты и заводящую сторону 248 резьбы муфты. Впадина 242 профиля резьбы муфты является поверхностью самой близкой к наружному диаметру первой трубы 200. Резьба 220 муфты на охватываемом трубном соединительном фитинге 210 сводится на конус радиально внутрь, при этом диаметр резьбы 220 муфты больше на торцевой поверхности 212 первой трубы и уменьшается в направлении вдоль продольной оси 110 к противоположному торцу первой трубы 200. Как показано на фиг. 2, резьба 220 муфты имеет угол A_B конусности муфты, измеренный от продольной оси 110 трубы. Угол A_B конусности муфты может обычно иметь величину в пределах от $0,1^\circ$ до 10° , например от $1,5^\circ$ до 5° . Угол A_B конусности муфты может обычно иметь величину по меньшей мере $0,1^\circ$, или по меньшей мере $0,5^\circ$, или по меньшей мере 1° .

Угол A_B конусности муфты может быть постоянным по всей резьбе 220 муфты, что дает прямую линию, проходящую по каждому индивидуальному витку 231 резьбы муфты. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_B конусности муфты изменяется по длине резьбы 220 муфты, что дает по индивидуальным виткам 231 резьбы муфты вогнутую или выпуклую кривую по длине резьбы 220 муфты охватывающего трубного соединительного фитинга 210. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_B конусности муфты изменяется по резьбе 220 муфты, что дает некоторую комбинацию линейного участка, выпуклой и/или вогнутой кривых по резьбе 220 муфты.

Когда канавка 230 резьбы муфты идет по спирали по охватываемому трубному соединительному фитингу 210 вдоль продольной оси 110, диаметр впадины 242 профиля резьбы муфты может уменьшаться, по меньшей мере, на участке канавки 230 резьбы муфты по конусу охватывающего трубного соединительного фитинга 210. Уменьшенный диаметр впадины 242 профиля резьбы муфты должен давать увеличение толщины стенки трубы на одной точке канавки 230 резьбы муфты в сравнении с другой точкой канавки 230 резьбы муфты с большим диаметром впадины 242 профиля резьбы муфты.

Заводящая сторона 248 резьбы муфты является боковой поверхностью канавки 230 резьбы муфты, обращенной к торцевой поверхности 212 первой трубы. Кромка 258 заводящей стороны резьбы муфты является наружной кромкой канавки 230 резьбы муфты на заводящей стороне 248 резьбы муфты. Расстояние между двумя смежными кромками 258 заводящей стороны резьбы муфты в одном сечении вдоль продольной оси 110 является шагом SFL_b заводящей стороны резьбы муфты. Шаг SFL_b заводящей стороны резьбы муфты может быть равным или по существу равным, по меньшей мере, на участке канавки

230 резьбы муфты. Шаги SFL_b заводящей стороны резьбы муфты в сечение первой трубы 200 вдоль продольной оси 110 могут оставаться постоянными или по существу постоянным на всем протяжении канавки 230 резьбы муфты. Например, шаг SFL_b заводящей стороны резьбы муфты первого витка 232 резьбы и шаг SFL_b заводящей стороны резьбы муфты второго витка 234 резьбы может быть равным или по существу равным шагу SFL_b заводящей стороны резьбы муфты от второго до последнего витка 236 резьбы и шагу SFL_b заводящей стороны резьбы муфты последнего витка 238 резьбы.

Рабочая сторона 246 резьбы муфты является боковой поверхностью канавки 230 резьбы муфты, обращенной от торцевой поверхности 212 первой трубы. Кромка 256 рабочей стороны резьбы муфты является наружной кромкой канавки 230 резьбы муфты на рабочей стороне 246 резьбы муфты. Расстояние между двумя смежными кромками 256 рабочей стороны резьбы муфты в одном сечении вдоль продольной оси 110 является шагом LFL_B рабочей стороны резьбы муфты. Шаг LFL_B рабочей стороны резьбы муфты может быть равным или по существу равным по меньшей мере на участке канавки 230 резьбы муфты. Шаги LFL_B рабочей стороны резьбы муфты в сечении первой трубы 200 вдоль продольной оси 110 могут оставаться постоянными или по существу постоянными на всем протяжении канавки 230 резьбы муфты. Например, расстояние между шагом LFL_B рабочей стороны резьбы муфты первого витка 232 резьбы муфты и шагом LFL_B рабочей стороны резьбы муфты второго витка 234 резьбы муфты может быть равным или по существу равным шагу LFL_B рабочей стороны резьбы муфты от второго до последнего витка 236 резьбы и шагу LFL_B рабочей стороны резьбы муфты последнего витка 238 резьбы.

Вершина 244 профиля резьбы муфты является поверхностью резьбы 220 муфты за пределами канавки 230 резьбы муфты, между кромкой 258 заводящей стороны резьбы муфты одного витка 231 резьбы и кромкой 256 рабочей стороны резьбы муфты смежного витка 231 резьбы.

Заводящая сторона 248 и/или рабочая сторона 246 резьбы муфты могут быть наклонными для создания формы ласточкина хвоста канавки 230 резьбы муфты, при этом ширина впадины 242 профиля резьбы муфты больше горизонтального расстояния между кромкой 258 заводящей стороны резьбы и кромкой 256 рабочей стороны резьбы одного витка 231 резьбы муфты.

Впадины 242 профиля резьбы 220 муфты могут уменьшаться в ширину в продольном направлении от торцевой поверхности 212 первой трубы и противоположного конца второй трубы в продольном направлении вдоль продольной оси 110. Как показано на фиг. 2, ширина впадины профиля резьбы муфты представлена W_{BN} , где N номер впадины муфты, начиная с ширины W_{B1} первой впадины профиля муфты, до ширины W_{BL} последней впадины профиля муфты. Например, W_{B2} представляет ширину второй впадины профиля муфты, W_{B3} представляет ширину третьей впадины профиля муфты, и W_{B4} представляет ширину четвертой впадины профиля муфты. Коэффициент изменения ширины резьбы 220 муфты может обычно давать W_{BL} на 80% меньше W_{B1} , например 75% или меньше, или 50% или меньше. Коэффициент изменения ширины резьбы 220 муфты может приводить к ширине W_{BL} последней впадины профиля муфты меньше ширины W_{B1} первой впадины профиля муфты. Каждая последующая впадина профиля резьбы муфты может иметь ширину меньше предыдущей впадины профиля муфты. Например, $W_{B1} > W_{B2} > W_{B3} > W_{B4} > \dots > W_{BL}$. Коэффициент изменения ширины 242 впадин профиля резьбы муфты может быть постоянной на всем протяжении резьбы 220 муфты. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах коэффициент изменения ширины впадин 242 профиля резьбы муфты может изменяться на всем протяжении резьбы 220 муфты, например, с увеличением коэффициента и/или уменьшением коэффициента изменения ширины впадин 242 профиля муфты. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах коэффициент изменения ширины впадин 242 профиля резьбы муфты равен 0 на участке резьбы 220 муфты, давая в результате постоянную ширину впадин 242 профиля резьбы муфты на участке витков резьбы муфты. Например, $W_{B1} > W_{B2} = W_{B3} = W_{B4} > \dots > W_{BL}$ или $W_{B1} > W_{B2} > W_{B3} = W_{B4} = \dots = W_{BL}$.

Как также показано на фиг. 2, в некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах в сечении охватываемого трубного соединительного фитинга 310 можно видеть ряд индивидуальных витков 331 резьбы ниппеля, содержащих первый виток 332, второй виток 334, средний виток 335, предпоследний виток 336 и последний виток 338 резьбы ниппеля. Число индивидуальных витков 331 резьбы ниппеля, которые можно видеть в сечении, может зависеть от числа полных оборотов, которые зуб 330 резьбы ниппеля совершает по длине резьбы 320 ниппеля. Например, если зуб 330 резьбы ниппеля совершает пять полных оборотов на всем протяжении длины резьбы 320 ниппеля, пять индивидуальных витков 331 резьбы ниппеля можно видеть в сечении охватываемого трубного соединительного фитинга 310. Меньше пяти полных оборотов или больше пяти полных оборотов также возможны на всем протяжении длины резьбы 320 ниппеля, что дает в результате меньше пяти или больше пяти индивидуальных витков 331 резьбы ниппеля, видимых в сечении.

Зуб 330 резьбы ниппеля может содержать впадину 342 профиля резьбы ниппеля, вершину 344 профиля резьбы ниппеля, рабочую сторону 346 резьбы ниппеля и заводящую сторону 348 резьбы ниппеля. Впадина 342 профиля резьбы ниппеля является поверхностью самой близкой к наружному диаметру второй трубы 300. Резьба 320 ниппеля на охватываемом трубном соединительном фитинге 310 сводится на конус радиально наружу, при этом диаметр резьбы 320 ниппеля меньше на торцевой поверхности 312

второй трубы и становится больше в направлении вдоль продольной оси 110 к противоположному концу второй трубы 300. Как показано на фиг. 2, ниппель 331 имеет угол A_p конусности ниппеля, измеренный от продольной оси 110 трубы. Угол A_p конусности ниппеля может обычно иметь величину в пределах от 0 до 10° , например от $1,5$ до 5° . Угол A_p конусности ниппеля может составлять по меньшей мере $0,1^\circ$ или по меньшей мере $0,5^\circ$, или по меньшей мере 1° .

Угол A_p конусности ниппеля может быть постоянным по всей резьбе 320 ниппеля, давая в результате прямую линию по каждому индивидуальному витку 331 резьбы ниппеля. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_p конусности ниппеля может меняться по резьбе 320 ниппеля, давая в результате индивидуальные витки 331 резьбы ниппеля, образующие вогнутую или выпуклую кривую по резьбе 320 ниппеля охватываемого трубного соединительного фитинга 310. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_p конусности ниппеля изменяется по резьбе 320 ниппеля, давая в результате некоторую комбинацию линейных, выпуклых и/или вогнутых участков по резьбе 320 ниппеля.

Заводящая сторона 348 резьбы ниппеля является боковой поверхностью зуба 330 резьбы ниппеля, обращенной к торцевой поверхности 312 второй трубы. Кромка 358 заводящей стороны резьбы ниппеля является наружной кромкой впадины 342 на заводящей стороне 348 резьбы ниппеля. Расстояние между двумя смежными кромками 358 заводящей стороны резьбы ниппеля в одном сечении по продольной оси 110 является шагом SFL_p заводящей стороны резьбы ниппеля. Шаг SFL_p заводящей стороны резьбы ниппеля может быть равным или по существу равным по всей длине, по меньшей мере, участка зуба 330 резьбы ниппеля. Два смежных шага SFL_p заводящей стороны резьбы ниппеля в сечении второй трубы 300 по продольной оси 110 могут оставаться постоянными или по существу постоянными на всем протяжении зуба 330 резьбы ниппеля. Например, шаг SFL_p заводящей стороны первого витка 332 и шаг SFL_p заводящей стороны второго витка 334 резьбы ниппеля может быть равным или по существу равным шагу SFL_p заводящей стороны резьбы ниппеля от второго до предпоследнего витка 336 и шагу SFL_p заводящей стороны резьбы ниппеля последнего витка 338. Шаги SFL_p заводящей стороны резьбы ниппеля в сечении второй трубы 300 вдоль продольной оси 110 могут быть меньше или больше шагов SFL_B заводящей стороны резьбы муфты в сечении первой трубы 200 вдоль продольной оси 110.

Рабочая сторона 346 резьбы ниппеля является боковой поверхностью зуба 330 резьбы ниппеля, обращенной от торцевой поверхности 312 второй трубы. Кромка 356 рабочей стороны резьбы ниппеля является наружной кромкой впадины 342 на рабочей стороне 346 резьбы ниппеля. Расстояние между двумя смежными кромками 356 рабочей стороны резьбы ниппеля в одном сечении вдоль продольной оси 110 является шагом LFL_p рабочей стороны резьбы ниппеля. Шаг LFL_p рабочей стороны резьбы ниппеля может быть равным или по существу равным, по меньшей мере, на участке зуба 330 резьбы ниппеля. Шаги LFL_p двух смежных рабочих сторон профиля резьбы ниппеля в сечении второй трубы 300 вдоль продольной оси 110 могут оставаться постоянными или по существу постоянными на всем протяжении зуба 330 резьбы ниппеля. Например, шаг LFL_p рабочей стороны первого витка 332 и шаг LFL_p рабочей стороны второго витка 334 резьбы ниппеля может быть равным или по существу равным шагу LFL_p рабочей стороны резьбы от второго до последнего витка 336 резьбы ниппеля и шагу LFL_p рабочей стороны последнего витка 338 резьбы ниппеля. Шаги LFL_p рабочей стороны в сечении второй трубы 300 вдоль продольной оси 110 могут быть больше или меньше шагов LFL_B рабочей стороны резьбы муфты в сечении первой трубы 200 вдоль продольной оси 110.

Вершина 344 профиля резьбы ниппеля является наружной поверхностью резьбы 320 ниппеля на вершине индивидуального витка 331 резьбы ниппеля, проходящей вдоль зуба 330 резьбы ниппеля.

Заводящая сторона 348 и рабочая сторона 346 резьбы ниппеля могут быть наклонными для создания формы ласточкина хвоста зуба 330 резьбы ниппеля, при этом впадина 342 профиля резьбы ниппеля по ширине больше горизонтального расстояния между двумя вершинами 344 профиля резьбы ниппеля смежных индивидуальных витков 331 зуба 330 резьбы ниппеля.

Вершины профиля 344 резьбы 320 ниппеля могут увеличиваться в ширину в продольном направлении от торцевой поверхности 312 второй трубы и противоположного конца второй трубы в продольном направлении вдоль продольной оси 110. Как показано на фиг. 2, ширина вершины профиля резьбы ниппеля представлена W_{PN} , где N номер вершины ниппеля, начиная с ширины W_{P1} первой вершины до ширины W_{PL} последней вершины профиля резьбы ниппеля. Например, W_{P2} представляет ширину второй вершины, W_{P3} представляет ширину третьей вершины, и W_{P4} представляет ширину четвертой вершины профиля резьбы ниппеля. Коэффициент изменения ширины профиля резьбы 320 ниппеля может обычно иметь W_{P1} на 80% меньше W_{PL} , например 75% или меньше, или 50% или меньше. Коэффициент изменения ширины вершин профиля резьбы ниппеля может быть постоянным на всем протяжении резьбы 320 ниппеля. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах коэффициент изменения ширины вершин профиля резьбы ниппеля может изменяться на всем протяжении резьбы 320 ниппеля, например, с увеличением коэффициента и/или уменьшением коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах коэффициент изменения ширины вершин профиля резьбы ниппеля равен 0 на участке резьбы 320 ниппеля, давая в результате постоянную ширину вершин 344 профиля резьбы ниппеля на участке резьбы

320 ниппеля. Например, $W_{PL} > \dots > W_{P4} = W_{P3} = W_{P2} > W_{P1}$ или $W_{PL} = \dots = W_{P4} = W_{P3} > W_{P2} > W_{P1}$

Резьба 220 муфты выполнена с возможностью приема резьбы 320 ниппеля для создания собранного узла первой трубы 200 и второй трубы 300. Собранный узел может быть непроницаемым для жидкости и/или непроницаемым для газа, обеспечивая в результате минимальную или нулевую протечку. Собранный узел можно получить посредством низких крутящих моментов с помощью обычных инструментов, например затягивающих устройств, для соединения концов труб (например, 5000 ft-lb - 50000 ft-lb (фунт силы-фут)(7-70КН.м).

Собранный узел может обеспечивать минимальное применение резьбовой смазки (например, уплотняющей смазки) во время соединения двух труб. В процессе сборки концов труб резьба может обеспечивать выдавливание резьбовой смазки к одному концу собранного узла вместо захвата резьбовой смазки в различных точках на всем протяжении соединения. Данное обеспечивает уменьшенный расход резьбовой смазки для сборки. Сборочный узел можно выполнять с уплотняющим элементом металл-металл между двумя трубами или без него.

Конусность первой трубы 200 и конусность второй трубы 300 можно смещать так, что участок резьбы 220 муфты, который первым входит в контакт и сцепляется с участком резьбы 320 ниппеля, возникает на участке резьбы 320 ниппеля, который ближе к внутреннему диаметру соединительной муфты (например, ближе к торцевой поверхности 312 второй трубы). Данное создает радиальное сцепление соединительной муфты. Угол A_B конусности муфты может отличаться от угла A_P конусности ниппеля. Угол A_B конусности муфты может быть больше угла A_P конусности ниппеля. Угол A_P конусности ниппеля обычно по меньшей мере на 2° меньше угла A_B конусности муфты. Например, угол A_P конусности ниппеля может быть по меньшей мере на 1° меньше угла A_B конусности муфты, или по меньшей мере на $0,5^\circ$ меньше угла A_B конусности муфты. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_B конусности муфты может быть меньше угла A_P конусности ниппеля для смещения сцепления в противоположном направлении. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_P конусности ниппеля может составлять 0° , и угол A_B конусности муфты может быть больше или меньше угла A_P конусности ниппеля. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах угол A_B конусности муфты может составлять 0° , и угол A_P конусности ниппеля может быть больше или меньше угла A_B конусности муфты.

Изменение ширины профиля резьбы 220 муфты и/или резьбы 320 ниппеля можно сместить так, что ширина W_{BL} последней впадины профиля резьбы муфты становится меньше ширины W_{P1} первой вершины профиля резьбы ниппеля. Шаги SFL_b , заводящей стороны резьбы муфты могут быть меньше шагов SFL_P заводящей стороны резьбы ниппеля. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах шаг SFL_b заводящей стороны резьбы муфты могут быть больше или равны шагам SFL_P заводящей стороны резьбы ниппеля. Шаги LFL_B рабочей стороны резьбы муфты могут быть больше шагов SFL_P рабочей стороны резьбы ниппеля. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах шаг LFL_B рабочей стороны резьбы муфты могут быть меньше или равны шагам LFL_P рабочей стороны резьбы ниппеля.

Коэффициент изменения ширины впадины 242 профиля резьбы 220 муфты может отличаться от коэффициента изменения ширины вершины 344 профиля резьбы 320 ниппеля. Впадина 242 профиля резьбы 220 муфты может увеличиваться в ширину с большим коэффициентом вдоль геликоидального направления резьбы 220 муфты к торцевой поверхности 212 первой трубы, чем вершина 344 профиля резьбы ниппеля увеличивается в ширину вдоль геликоидального направления резьбы 320 ниппеля от торцевой поверхности 312 второй трубы. При сборке разность коэффициента изменения ширины впадин профиля резьбы муфты и вершин профиля резьбы ниппеля может обуславливать меньшее уплотнение ниппелей в упор с муфтами в направлении от торцевой поверхности 312 второй трубы. Разность между шириной впадин профиля резьбы муфты и шириной вершин профиля резьбы ниппеля может затем увеличиваться между торцевой поверхностью 312 второй трубы и торцевой поверхностью 212 первой трубы. Например, $W_{B1} - W_{PL} > \dots > W_{B2} - W_{P4} > W_{B3} - W_{P3} > W_{B4} - W_{P2} > W_{BL} - W_{P1}$. Коэффициент изменения ширины впадины 242 профиля резьбы 220 муфты может иметь величину в пределах на 0-10% больше коэффициента изменения ширины вершины 344 профиля резьбы 320 ниппеля, например от 0,5 до 5%. Коэффициент изменения ширины впадины 242 профиля резьбы 220 муфты может быть по меньшей мере на 0,1% больше коэффициента изменения ширины вершины 344 профиля резьбы 320 ниппеля, например по меньшей мере 0,5%, или по меньшей мере 1%.

Коэффициент изменения ширины вершины 344 профиля резьбы 320 ниппеля может быть постоянным на всем протяжении длины резьбы 320 ниппеля, или только на участке резьбы 320 ниппеля. Коэффициент изменения ширины седла 242 резьбы 220 муфты может быть постоянным на всем протяжении резьбы 220 муфты или только на участке резьбы 220 муфты. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах коэффициент изменения ширины может быть равен на участке резьбы 220 муфты и резьбы 320 ниппеля. Например, $W_{B1} - W_{PL} > \dots > W_{B2} - W_{P4} = W_{B3} - W_{P3} = W_{B4} - W_{P2} > W_{BL} - W_{P1}$. В некоторых не ограничивающих вариантах осуществления или аспектах коэффициент увеличения ширины седла 242 муфты может быть меньше коэффициента увеличения ширины вершины 344 профиля резьбы ниппеля.

ля.

Смещение конусности и смещение ширины может концентрировать действующее усилие соединения на поверхностях 246, 346 рабочих сторон и/или поверхностях 258, 358 заводящих сторон. Смещения могут обеспечивать первому витку 332 резьбы ниппеля вход первым в контакт с резьбой 220 муфты во время вращения труб в процессе соединения муфты. Второй виток 334 резьбы ниппеля и каждый последующий виток могут затем входить в контакт с резьбой 220 муфты в заданном и управляемом режиме.

После сборки соединение первой трубы 200 и второй трубы 300 может быть способно выдерживать чрезвычайно высокие крутящие моменты.

Труба может иметь резьбу 220 муфты на одном конце трубы и резьбу 320 ниппеля на противоположном конце трубы, резьбу 220 муфты на обоих концах трубы или резьбу 320 ниппеля на обоих концах трубы.

На фиг. 3а-3с и 4а-4с показаны концентрации напряжения в трех отличающихся конфигурациях резьбовых трубных соединений. Более темным затенением на фиг. 3а-3с и 4а-4с представлены увеличенные напряжения. Более высокие напряжения указывают на более высокую герметизацию соединительной муфты.

Как показано на фиг. 3а, резьба 510 ниппеля соединена с резьбой 520 муфты с номинальной конусностью резьб, которая дает минимальные напряжения впадин и вершин профиля резьбы. Минимальные напряжения впадин и вершин профиля резьбы можно видеть на головном участке 410 резьбы 510 ниппеля, как показано с увеличением на фиг. 4а. Затенение вокруг первого витка 602 резьбы ниппеля, второго витка 604 резьбы ниппеля и третьего витка 606 резьбы ниппеля незначительно темнее затенения вокруг противоположного конца резьбы 510 ниппеля. Отмечаем, что фаска 600 не считается резьбой ниппеля для данного анализа.

Как показано на фиг. 3б, резьба 530 ниппеля соединена с резьбой 540 муфты со смещенной конусностью, что дает увеличенные напряжения впадин и вершин профиля резьбы. Увеличенное напряжение для впадин и вершин профиля резьбы можно видеть на головном участке 420 резьбы 530 ниппеля, как показано с увеличением на фиг. 4б. Затенение вокруг первого витка 612 резьбы ниппеля показано намного темнее вокруг первого витка 612 резьбы ниппеля, что указывает увеличенное напряжение в сравнении с первым витком 602 резьбы ниппеля номинальной конусности. Напряжение для второго витка 614 резьбы ниппеля и третьего витка 616 резьбы ниппеля показывает уменьшающееся напряжение в последующих витках резьбы ниппеля, но напряжение все еще остается более высоким, чем напряжение витков резьбы, соответствующих номинальной конусности. Как и для фиг. 3а, фаска 610 не считается витком резьбы ниппеля для данного анализа.

Как показано на фиг. 3с резьба 550 ниппеля соединена с резьбой 560 муфты со смещенной конусностью, также с концентрированной боковой нагрузкой на первых нескольких витках резьбы ниппеля, что дает значительно увеличенное напряжение на впадине профиля и вершине профиля резьб в сравнении с только смещенной конусностью. Увеличенное напряжение на впадине профиля и вершине профиля резьб можно видеть на головном участке 430 резьбы 550 ниппеля, как показано с увеличением на фиг. 4с. Затенение вокруг первого витка 622 резьбы ниппеля показывает высокую концентрацию напряжения на боках первого витка 622 резьбы ниппеля. Данная высокая концентрация напряжения также присутствует во втором витке 624 резьбы ниппеля, третьем витке 626 резьбы ниппеля и последующих витках резьбы ниппеля, хотя напряжение уменьшается в каждом следующем витке резьбы ниппеля после первого витка 622 резьбы ниппеля. Как также показано на фиг. 3с, напряжение в индивидуальных витках резьбы ниппеля на головном участке 430 значительно выше напряжения в индивидуальных витках резьбы ниппеля на заднем конце резьбы 550 ниппеля. Как и на фиг. 3а и 3б, фаска 620 не считается витком резьбы ниппеля для данного анализа.

Графики анализа методом конечных элементов на фиг. 5 показывают средние контактные напряжения на рабочей стороне, заводящей стороне и впадине профиля резьбы ниппеля для резьбовых соединений трех отличающихся типов, показанных на фиг. 3а-3с и 4а-4с для различных элементов резьбы. Анализ методом конечных элементов демонстрирует улучшение в контактном напряжении в рабочей стороне, заводящей стороне и впадинах и/или вершинах профиля резьбы при введении смещенной конусности и клина смещения. Улучшение в контактном напряжении напрямую связано с улучшением герметизирующей способности резьбы.

Трубные секции и резьбовые трубные соединения настоящего изобретения можно выполнять из подходящих материалов, известных специалистам в данной области техники. Например, трубные секции и соединения могут удовлетворять требованиям стандартов National Association of Corrosion Engineers (NACE), и могут содержать стойкие к коррозии сплавы (CRA). Обычными примерами CRA являются нержавеющая сталь, аустенитная сталь, высоколегированная аустенитная сталь, мартенситная сталь, сталь дисперсионного твердения, двухфазная сталь, ферритная сталь, поливинилхлорид (ПВХ), полимерные материалы для труб и/или т.п.

При использовании в данном документе "включающий", "закрывающий" и т.п. термины понимаются в контексте данной заявки, как синонимы с "содержащий" и поэтому допускают поправки и не исключают присутствия дополнительных не описанных или не противопоставленных элементов, материалов,

фаз или этапов способа. При использовании в данном документе "состоящий" понимается в контексте данной заявки, как исключающий присутствие любого не указанного элемента, материала, фазы или этапа способа. При использовании в данном документе "состоящий по существу из" понимается в контексте данной заявки, как содержащий указанные элементы, материалы, фазы, или этапы способа, где применимо, и также содержащий любые не указанные элементы, материалы, фазы или этапы способа, значительно не влияющие на базовые или новаторские отличия изобретения.

Невзирая на то, что области числовых значений и параметры, выстраивающие широкий объем изобретения, являются аппроксимациями, числовые величины, приведенные в конкретных примерах, даны по возможности точными. Любая числовая величина, вместе с тем, естественно содержит некоторые ошибки, обязательно являющиеся результатом стандартных вариаций в соответствующих измерениях при тестировании.

Также понятно что любая область числовых значений, указанная в данном документе, содержит все подобласти, относящиеся к ней. Например, область "1-10" содержит все подобласти между (и содержащие) указанной минимальной величиной 1 и указанной максимальной величиной 10, то есть имеющие минимальную величину равную или больше 1 и максимальную величину равную или меньше 10.

В данной заявке применение единственного числа подразумевает множественное число и наоборот, если иное специально не указано. В дополнение, в данной заявке применение "или" означает "и/или", если иное специально не указано, даже при том, что "и/или" может быть в прямой форме применено в некоторых случаях. В данной заявке и прилагаемой формуле изобретения единственное число содержит множественные объекты ссылки, если точно и однозначно нет ограничения одним объектом.

Хотя частные варианты осуществления данного изобретения описаны выше для иллюстрации, специалисту в данной области техники ясно, что многочисленные вариации деталей настоящего изобретения можно производить без отхода от изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резбовое соединение, содержащее

первый трубчатый компонент, содержащий по меньшей мере один виток резьбы ниппеля, проходящий в геликоидальном направлении вокруг первого трубчатого компонента вдоль продольной оси от передней поверхности первого трубчатого компонента к задней поверхности первого трубчатого компонента, противоположной передней поверхности первого трубчатого компонента, причем каждый виток резьбы ниппеля включает в себя ширину вершины профиля резьбы ниппеля, заводящую сторону резьбы ниппеля и рабочую сторону резьбы ниппеля, причем ширина вершины профиля резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля; и

второй трубчатый компонент, содержащий по меньшей мере один виток резьбы муфты, проходящий в геликоидальном направлении вокруг второго трубчатого компонента вдоль продольной оси от передней поверхности второго трубчатого компонента к задней поверхности второго трубчатого компонента, и выполненный и расположенный с возможностью соединения с первым трубчатым компонентом, причем каждый виток резьбы муфты включает в себя ширину впадины профиля резьбы муфты, заводящую сторону резьбы муфты и рабочую сторону резьбы муфты, причем ширина впадины профиля резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля резьбы муфты, причем коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты отличается от коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля;

при этом ширина вершины профиля резьбы ниппеля больше ширины впадины профиля резьбы муфты с образованием смещения ширины;

при этом по меньшей мере один виток резьбы ниппеля является коническим с углом конусности ниппеля;

при этом по меньшей мере один виток резьбы муфты является коническим с углом конусности муфты;

при этом угол конусности муфты отличается от угла конусности ниппеля с образованием смещения угла конусности;

при этом смещение угла конусности и смещение ширины выполнены с возможностью концентрации напряжения на рабочей стороне резьбы ниппеля, рабочей стороне резьбы муфты, заводящей стороне резьбы ниппеля и заводящей стороне резьбы муфты, причем напряжение уменьшается вдоль резьбового соединения от передней поверхности первого трубчатого компонента к задней поверхности первого трубчатого компонента; и

при этом смещение угла конусности и смещение ширины выполнены с возможностью ориентации первого трубчатого компонента таким образом, что виток резьбы ниппеля рядом с передней поверхностью первого трубчатого компонента входит первым в зацепление с витками резьбы муфты при повороте для резьбового соединения, а каждый последующий виток резьбы ниппеля входит в зацепление с витками резьбы муфты заданным и управляемым образом.

2. Резьбовое соединение по п.1, в котором угол конусности ниппеля по меньшей мере на 2° меньше угла конусности муфты.

3. Резьбовое соединение по п.1, в котором угол конусности ниппеля по меньшей мере на 1° меньше угла конусности муфты.

4. Резьбовое соединение по п.1, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты по меньшей мере на 10% больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

5. Резьбовое соединение по п.1, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты по меньшей мере на 5% больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

6. Резьбовое соединение по п.1, в котором ширина вершины профиля по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля на конце по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля вдвое меньше ширины вершины профиля по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля в начале по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля.

7. Резьбовое соединение по п.1, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

8. Резьбовое соединение по п.1, в котором угол конусности ниппеля меньше угла конусности муфты.

9. Резьбовое соединение по п.1, в котором резьбовое соединение выполнено с возможностью направления резьбовой смазки к одному концу для предотвращения захвата резьбовой смазки в различных точках на всем протяжении соединения.

10. Резьбовое трубное соединение, содержащее

первую трубу, содержащую по меньшей мере один виток резьбы ниппеля, проходящий в геликоидальном направлении вокруг первой трубы вдоль продольной оси от передней поверхности первой трубы к задней поверхности первой трубы, противоположной передней поверхности первой трубы, причем каждый виток резьбы ниппеля включает в себя ширину вершины профиля резьбы ниппеля, заводящую сторону резьбы ниппеля и рабочую сторону резьбы ниппеля, причем ширина вершины профиля резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля; и

вторую трубу, содержащую по меньшей мере один виток резьбы муфты, проходящий в геликоидальном направлении вокруг второй трубы вдоль продольной оси от передней поверхности второй трубы к задней поверхности второй трубы, противоположной передней поверхности второй трубы, и выполненную и расположенную с возможностью соединения с первой трубой, причем каждый виток резьбы муфты включает в себя ширину впадины профиля резьбы муфты, заводящую сторону резьбы муфты и рабочую сторону резьбы муфты, причем ширина впадины профиля резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля резьбы муфты, причем коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты отличается от коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля;

при этом ширина вершины профиля резьбы ниппеля больше ширины впадины профиля резьбы муфты с образованием смещения ширины;

при этом по меньшей мере один виток резьбы ниппеля является коническим с углом конусности ниппеля;

при этом по меньшей мере один виток резьбы муфты является коническим с углом конусности муфты;

при этом угол конусности муфты отличается от угла конусности ниппеля с образованием смещения угла конусности;

при этом смещение угла конусности и смещение ширины выполнены с возможностью концентрации напряжения на рабочей стороне резьбы ниппеля, рабочей стороне резьбы муфты, заводящей стороне резьбы ниппеля и заводящей стороне резьбы муфты, причем напряжение уменьшается вдоль резьбового трубного соединения от передней поверхности первой трубы к задней поверхности первой трубы; и

при этом смещение угла конусности и смещение ширины выполнены с возможностью ориентации первой трубы таким образом, что виток резьбы ниппеля рядом с передней поверхностью первой трубы входит первым в зацепление с витками резьбы муфты при повороте для резьбового трубного соединения, а каждый последующий виток резьбы ниппеля входит в зацепление с витками резьбы муфты заданным и управляемым образом.

11. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором труба с резьбой дополнительно содержит противоположный конец, расположенный противоположно первому концу;

при этом противоположный конец содержит по меньшей мере один виток противоположной резьбы муфты, проходящий в геликоидальном направлении вокруг противоположного конца вдоль продольной оси от противоположной передней поверхности к передней поверхности первого конца и выполненный и расположенный с возможностью соединения с первым концом;

при этом по меньшей мере один виток противоположной резьбы муфты является коническим с противоположным углом конусности муфты на участке противоположного конца между передней поверх-

ностью противоположного конца и передней поверхности первого конца;

при этом противоположный угол конусности муфты отличается от угла конусности ниппеля;

при этом ширина впадины профиля по меньшей мере одного витка противоположной резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля витка противоположной резьбы, по меньшей мере, на участке по меньшей мере одного витка противоположной резьбы муфты между началом по меньшей мере одного витка противоположной резьбы муфты и концом по меньшей мере одного витка противоположной резьбы муфты и

при этом коэффициент изменения ширины впадины профиля противоположной резьбы муфты отличается от коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

12. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором угол конусности ниппеля по меньшей мере на 2° меньше угла конусности муфты.

13. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором угол конусности ниппеля по меньшей мере на 1° меньше угла конусности муфты.

14. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты по меньшей мере на 10% больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

15. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты по меньшей мере на 5% больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

16. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором ширина вершины профиля по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля на конце по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля вдвое меньше ширины вершины профиля по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля в начале по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля.

17. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

18. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором угол конусности ниппеля меньше угла конусности муфты.

19. Резьбовое трубное соединение по п.10, в котором резьбовое соединение содержит уплотняющий элемент металл-металл.

20. Резьбовое трубное соединение, содержащее

первую трубу, содержащую по меньшей мере один виток резьбы ниппеля, проходящий в геликоидальном направлении вокруг первой трубы вдоль продольной оси от передней поверхности первой трубы к задней поверхности первой трубы, противоположной передней поверхности первой трубы, причем каждый виток резьбы ниппеля включает в себя ширину вершины профиля резьбы ниппеля, заводящую сторону резьбы ниппеля и рабочую сторону резьбы ниппеля, причем ширина вершины профиля резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля; и

вторую трубу, содержащую по меньшей мере один виток резьбы муфты, проходящий в геликоидальном направлении вокруг второй трубы вдоль продольной оси от передней поверхности второй трубы к задней поверхности второй трубы, противоположной передней поверхности второй трубы, и выполненную и расположенную с возможностью соединения с первой трубой, причем каждый виток резьбы муфты включает в себя ширину впадины профиля резьбы муфты, заводящую сторону резьбы муфты и рабочую сторону резьбы муфты, причем ширина впадины профиля резьбы муфты изменяется с коэффициентом изменения ширины впадины профиля резьбы муфты, причем коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты отличается от коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля;

при этом ширина вершины профиля резьбы ниппеля больше ширины впадины профиля резьбы муфты с образованием смещения ширины;

при этом по меньшей мере один виток резьбы ниппеля является коническим с углом конусности ниппеля;

при этом по меньшей мере один виток резьбы муфты является коническим с углом конусности муфты;

при этом угол конусности муфты отличается от угла конусности ниппеля с образованием смещения угла конусности;

при этом смещение угла конусности и смещение ширины выполнены с возможностью концентрации напряжения на рабочей стороне резьбы ниппеля, рабочей стороне резьбы муфты, заводящей стороне резьбы ниппеля и заводящей стороне резьбы муфты, причем напряжение уменьшается вдоль резьбового трубного соединения от передней поверхности второй трубы к задней поверхности второй трубы; и

при этом смещение угла конусности и смещение ширины выполнены с возможностью ориентации первой трубы таким образом, что виток резьбы ниппеля, самый дальний от передней поверхности первой трубы, входит первым в зацепление с витками резьбы муфты при повороте для резьбового трубного соединения, а каждый последующий виток резьбы ниппеля входит в зацепление с витками резьбы муфты заданным и управляемым образом.

21. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором труба с резьбой дополнительно содержит противоположный конец, расположенный противоположно первому концу;

при этом противоположный конец содержит по меньшей мере один виток противоположной резьбы ниппеля, проходящий в геликоидальном направлении вокруг противоположного конца вдоль продольной оси от противоположной передней поверхности к передней поверхности первого конца и выполненный и расположенный с возможностью соединения с первым концом;

при этом по меньшей мере один виток противоположной резьбы ниппеля является коническим с противоположным углом конусности ниппеля на участке противоположного конца между передней поверхностью противоположного конца и передней поверхностью первого конца;

при этом противоположный угол конусности ниппеля отличается от угла конусности муфты;

при этом ширина вершины профиля по меньшей мере одного витка противоположной резьбы ниппеля изменяется с коэффициентом изменения ширины вершины профиля витка противоположной резьбы ниппеля, по меньшей мере, на участке по меньшей мере одного витка противоположной резьбы ниппеля между началом по меньшей мере одного витка противоположной резьбы ниппеля и концом по меньшей мере одного витка противоположной резьбы ниппеля и

при этом коэффициент изменения ширины вершины профиля противоположной резьбы ниппеля отличается от коэффициента изменения ширины впадины профиля резьбы муфты.

22. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором угол конусности ниппеля по меньшей мере на 2° меньше угла конусности муфты.

23. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором угол конусности ниппеля по меньшей мере на 1° меньше угла конусности муфты.

24. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты по меньшей мере на 10% больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

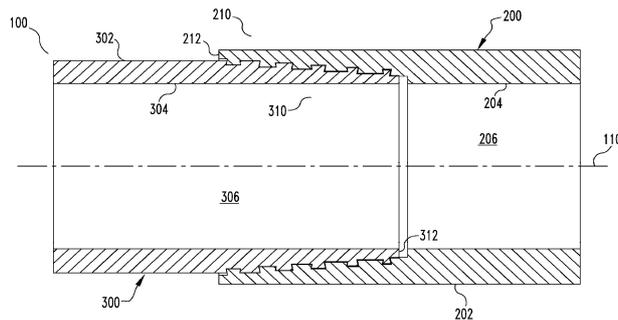
25. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты по меньшей мере на 5% больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

26. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором ширина вершины профиля по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля на конце резьбы ниппеля вдвое меньше ширины вершины профиля по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля в начале по меньшей мере одного витка резьбы ниппеля.

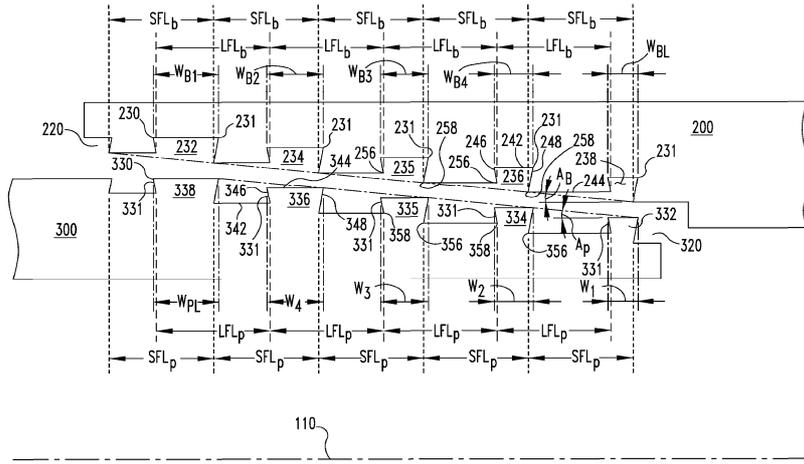
27. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором коэффициент изменения ширины впадины профиля резьбы муфты больше коэффициента изменения ширины вершины профиля резьбы ниппеля.

28. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором угол конусности ниппеля меньше угла конусности муфты.

29. Резьбовое трубное соединение по п.20, в котором резьбовое соединение содержит уплотняющий элемент металл-металл.



Фиг. 1



Фиг. 2



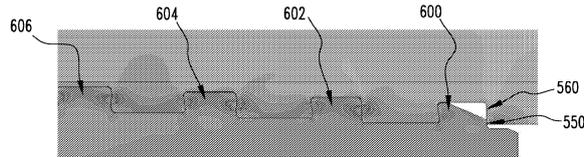
Фиг. 3А



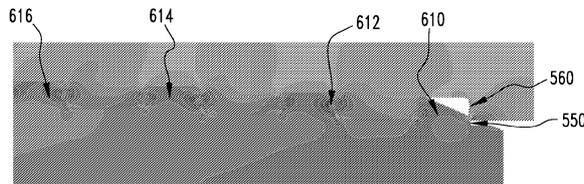
Фиг. 3В



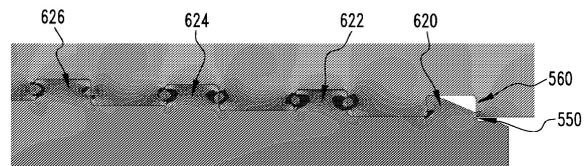
Фиг. 3С



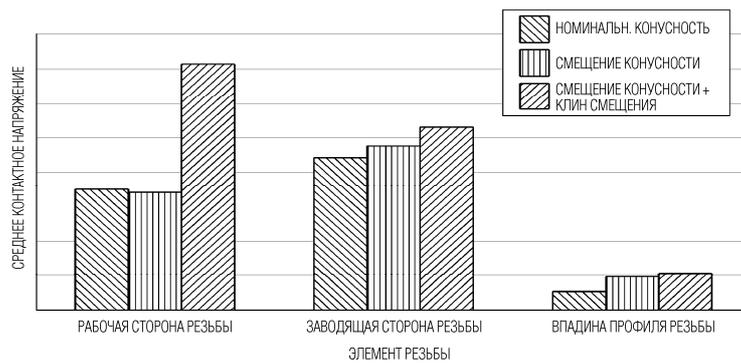
Фиг. 4А



Фиг. 4В



Фиг. 4С



Фиг. 5

