

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034055**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.23

(21) Номер заявки
201891490

(22) Дата подачи заявки
2016.12.16

(51) Int. Cl. **F16L 15/04** (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
E21B 17/042 (2006.01)

**(54) РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБЫ ИЛИ ПАТРУБКА И СПОСОБ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ ТРУБЫ ИЛИ ПАТРУБКА**

(31) 2015-254027

(32) 2015.12.25

(33) JP

(43) 2018.12.28

(86) PCT/JP2016/087611

(87) WO 2017/110686 2017.06.29

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

(56) JP-A-2002327874
JP-A-2008527249
JP-A-2008537062
JP-A-200453013
JP-A-2008215473
WO-A1-2009057754
JP-B2-6253588
JP-A-2002221288
WO-A1-2009072486

(72) Изобретатель:
Гото Кунио (JP)

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

(57) Настоящее изобретение имеет целью обеспечить резьбовое соединение для трубы или патрубка, включающее в себя ниппель и муфту, имеющие отличное сопротивление задиру, свойства при действии крутящего момента и антикоррозионные свойства и еще имеющие отличную способность к адгезии со смазывающим покрытием, даже при многократном воздействии высокой температуры и очень низкой температуре, а также обеспечить способ изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка. Резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления включает в себя ниппель (3) и муфту (6). Ниппель (3) и муфта (6) имеют контактные поверхности, включающие в себя резьбовые участки (4) и (5) и не имеющие резьбы металлические контактные участки (8) и (10) соответственно. Резьбовое соединение для трубы или патрубка содержит слой электропокрывания, состоящий из сплава Zn-Ni, слой механического покрывания, состоящий из Zn или сплава Zn, и смазывающее покрытие на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля (3) и муфты (6) в данном порядке от стороны контактной поверхности.

034055 B1

034055 B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению для трубы или патрубка и способу производства резьбового соединения для трубы или патрубка.

Уровень техники

Для бурения на нефтяном или газовом месторождении применяют трубы нефтепромыслового сортамента. Соразмерно глубине скважины многочисленные стальные трубы соединяют для формирования труб нефтепромыслового сортамента. Соединение стальных труб проводят посредством затягивания резьбовых соединений для труб или патрубков, выполненные на концевых участках стальных труб. Стальные трубы затягивают и ослабляют для проверки или т.п., и после проверки трубы затягивают вновь и повторно применяют.

Резьбовое соединение для трубы или патрубка включает в себя ниппель и муфту. Ниппель имеет на наружной периферийной поверхности переднего концевой участка стальной трубы контактную поверхность, включающую в себя наружный резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Муфта имеет на внутренней периферийной поверхности переднего концевой участка стальной трубы контактную поверхность, включающую в себя внутренний резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Резьбовые участки и не имеющие резьбы металлические контактные поверхности ниппеля и муфты многократно подвергаются сильному трению при затяжке (скреплении) и ослаблении (раскреплении) стальных труб. Если данные участки не имеют достаточной стойкости к трению, возникает задиры (не поддающееся ремонту заедание) при повторении затяжки и ослабления. Поэтому требуется достаточная стойкость к трению, а именно отличное сопротивление задиру для резьбового соединения для трубы или патрубка.

В обычной технологии для улучшения сопротивления задиру применяют составную консистентную смазку, называемую уплотняющей трубной смазкой, содержащей тяжелые металлы. Посредством нанесения составной консистентной смазки на поверхность резьбового соединения для трубы или патрубка можно улучшить сопротивление задиру резьбового соединения для трубы или патрубка. Вместе с тем, тяжелые металлы, такие как Pb, Zn и Cu, содержащиеся в составной консистентной смазке, могут отрицательно влиять на окружающую среду. По указанной причине требуется разработка резьбового соединения для трубы или патрубка, не содержащего составной консистентной смазки.

В публикации патентной заявки Japanese Patent Application Publication No. 2002-221288 (патентная литература 1) и публикации международной заявки International Application Publication No. WO 2009/072486 (патентная литература 2) предложены резьбовые соединения для трубы или патрубка, превосходящие по сопротивлению задиру, даже без составной консистентной смазки.

На контактных поверхностях ниппеля и муфты резьбового соединения для трубы или патрубка, описанных в патентной литературе 1, формируют пористый слой Zn или пористый слой сплава Zn, по меньшей мере на одном из резьбовых участков или не имеющих резьбы металлических контактных участков резьбового соединения для трубы или патрубка способом механического покрывания и на слое формируют твердое смазывающее покрытие или разжиженное смазывающее покрытие, не содержащее порошков тяжелых металлов (например, покрытие содержащее высокоосновную металлоорганическую соль высокоосновного сульфоната или т.п. как его основного агента). В патентной литературе 1 описано, что при этом возможно получение высоких антикоррозионных свойств и подавление возникновения задиры вследствие возникновения или уменьшения газонепроницаемости во время повторяющихся затяжки/ослабления при избавлении от жидкой смазки, такой как составная консистентная смазка, содержащая порошки тяжелых металлов.

В резьбовом соединении для трубы или патрубка, описанном в патентной литературе 2, контактная поверхность муфты включает в себя как самый верхний слой твердое смазывающее покрытие с пластичными или вязкопластичными реологическими свойствами, и контактная поверхность ниппеля включает в себя как самый верхний слой твердое антикоррозионное покрытие, содержащее отверждаемую ультрафиолетовым излучением смолу как основной компонент. В патентной литературе 2 описано, что при этом возможно получение резьбового соединения для трубы или патрубка, которое подавляет возникновение ржавчины, без применения составной консистентной смазки, дает отличное сопротивление задиру и газонепроницаемость, не имеет налипаемости на поверхности и имеет отличный внешний вид и возможность для проверки.

Список противопоставленных материалов.

Патентная литература.

[Патентная литература 1] Публикация патентной заявки Japanese Patent Application Publication No. 2002-221288.

[Патентная литература 2] Публикация международной заявки International Application Publication No. WO 2009/072486.

Сущность изобретения

Техническая проблема

Оценку сопротивления задиру обычно проводят, когда стальные трубы, подлежащие затяжке, центруют друг с другом. Вместе с тем в фактической затяжке резьбового соединения для трубы или патруб-

ка стальные трубы (или стальную трубу и соединительную муфту), подлежащие затяжке, могут не быть соосны друг с другом. Указанное называют перекосом. Когда возникает перекос, контактные поверхности ниппеля и муфты (резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок) подвергаются сильному трению, а также срезающему напряжению. Данное срезающее напряжение заметно выше, чем в варианте, где перекос не возникает. По данной причине когда возникает перекос, резьба более подвержена задиру. Поэтому функциональная возможность подавления задира, даже когда перекос возникает, а именно способность устранения перекоса, требуется для резьбового соединения для трубы или патрубка.

При этом описанный выше, не имеющий резьбы металлический контактный участок включает в себя металлический уплотнительный участок и участок уступа. При затяжке резьбового соединения для трубы или патрубка участки уступов ниппеля и муфты входят в контакт друг с другом. Крутящий момент, возникающий в данной точке, называют крутящим моментом при контакте уступов. При затяжке резьбового соединения для трубы или патрубка после достижения крутящим моментом крутящего момента при контакте уступов, затяжку дополнительно выполняют до завершения затяжки. Указанное увеличивает газонепроницаемость резьбового соединения для трубы или патрубка. Когда затяжку дополнительно выполняют, металл, образующий по меньшей мере одно из ниппеля и муфты, начинает пластическую деформацию. Крутящий момент, возникающий в данной точке, называют крутящим моментом на пределе текучести.

Крутящий момент при завершении затяжки (называемый крутящим моментом затяжки) устанавливают таким, что давление на стыке для достаточного уплотнения можно получить вне зависимости от количественного показателя заедания резьбы. Когда разность между крутящим моментом при контакте уступов и крутящим моментом на пределе текучести, то есть величина крутящего момента при контакте уступов, является достаточно большой, имеется пространство в диапазоне крутящего момента затяжки. В результате упрощается регулирование крутящего момента затяжки. Поэтому в дополнение к описанному выше свойству устранения перекоса требуется резьбовое соединение для трубы или патрубка с отличными свойствами при действии крутящего момента.

При этом после изготовления трубу для нефтяной скважины транспортируют некоторым транспортным средством или держат на хранении некоторое время до начала применения. Транспортировка и хранение трубы для нефтяной скважины может продолжаться долгое время. Кроме того, хранение трубы для нефтяной скважины может проходить на открытом воздухе. Когда хранение проходит долгое время на открытом воздухе, возникает ржавчина резьбового соединения трубы нефтепромыслового сортамента, и сопротивление задиру и газонепроницаемость резьбового соединения для трубы нефтепромыслового сортамента может уменьшаться. Поэтому в дополнение к описанному выше сопротивлению задиру от резьбового соединения для трубы нефтепромыслового сортамента требуются отличные антикоррозионные свойства, даже при применении в холодной зоне, жаркой зоне и в тропиках, при атмосферных температурах в диапазоне около от -20 до $+50^{\circ}\text{C}$, а также в чрезвычайно холодной зоне, где атмосферная температура может составлять от -60 до -20°C .

На контактных поверхностях (резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический участок) формируют смазывающее покрытие для улучшения сопротивления задиру. Как описано выше, когда трубу для нефтяной скважины хранят на открытом воздухе, на трубу для нефтяной скважины может многократно воздействовать высокая температура и низкая температура. При многократном воздействии высокой температуры и низкой температуры, адгезионная способность смазывающего покрытия может уменьшаться. Уменьшенная адгезионная способность смазывающего покрытия приводит к отслаиванию смазывающего покрытия при выполнении затяжки. Отслаивание смазывающего покрытия ведет к снижению свойств устранения перекоса резьбового соединения для трубы или патрубка, дополнительно приводя к увеличенному крутящему моменту при контакте уступов. Поэтому, для резьбового соединения для трубы или патрубка требуется высокая адгезионная способность твердого смазывающего покрытия даже в варианте воздействия многократных температурных изменений.

В резьбовом соединении для трубы или патрубка, раскрытом в патентной литературе 1, слой Zn или слой сплава Zn является пористым. По этой причине адгезионная способность слоя с твердым смазывающим покрытием является удовлетворительной, обеспечивающей достаточное сопротивление задиру. Вместе с тем вследствие пористости возникает зазор между слоем Zn или сплава Zn и базовым материалом. По этой причине базовый материал на участке возникновения зазора может подвергаться коррозии в течение длительного времени.

Резьбовое соединение для трубы или патрубка, описанное в патентной литературе 2, имеет адгезионную способность и смазывающие свойства великолепного твердого смазывающего покрытия при применении в окружающей среде нормальной температуры. По этой причине резьбовое соединение для трубы или патрубка имеет достаточное сопротивление задиру в окружающей среде нормальной температуры. Вместе с тем температура окружающей среды, где применяют резьбовое соединение для трубы или патрубка, может быть высокой или низкой. Базовый материал и твердое смазывающее покрытие резьбового соединения для трубы или патрубка имеют отличающиеся коэффициенты теплового расширения.

По этой причине, когда температура окружающей среды, где применяют резьбовое соединение для трубы или патрубка, является высокой, адгезионная способность твердого смазывающего покрытия уменьшается. Если температура окружающей среды, где применяют резьбовое соединение для трубы или патрубка, является высокой, твердое смазывающее покрытие дополнительно размягчается и окисляется. Это дополнительно уменьшает адгезионную способность твердого смазывающего покрытия. С другой стороны, если температура окружающей среды, где применяют резьбовое соединение для трубы или патрубка, является очень низкой, твердое смазывающее покрытие твердеет и делается хрупким. Это уменьшает адгезионную способность твердого смазывающего покрытия. Уменьшенная адгезионная способность твердого смазывающего покрытия приводит к отслаиванию или расслоению твердого смазывающего покрытия, приводя к уменьшению сопротивления задиру резьбового соединения для трубы или патрубка. В дополнение резьбовое соединение для трубы или патрубка может быть открыто воздействию высокой температуры при транспортировке и может быть открыто воздействию очень низкой температуры при применении. Поэтому резьбовое соединение для трубы или патрубка должно иметь высокую адгезионную способность с твердым смазывающим покрытием, даже когда многократно подвергается воздействию высокой температуры и очень низкой температуры.

Целью настоящего изобретения является обеспечить резьбовое соединение для трубы или патрубка, имеющее отличное сопротивление задиру, свойства при действии крутящего момента и антикоррозионные свойства, а также имеющее отличную адгезию со смазывающим покрытием, даже при многократном воздействии высокой температуры и очень низкой температуры, а также обеспечить способ производства резьбового соединения для трубы или патрубка.

Решение проблемы

Резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления включает в себя ниппель и муфту. Каждый из ниппеля и муфты включает в себя контактную поверхность, включающую в себя резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Резьбовое соединение для трубы или патрубка содержит первый покрывающий слой, второй покрывающий слой и смазывающее покрытие. Первый покрывающий слой формируют по меньшей мере на одной из контактных поверхностей ниппеля и муфты из сплава Zn-Ni. Второй покрывающий слой формируют на первом покрывающем слое, представляющем собой пористый покрывающий слой из Zn или сплава Zn. На втором покрывающем слое выполняют смазывающее покрытие. От стороны контактной поверхности первый покрывающий слой из сплава Zn-Ni, второй покрывающий слой из Zn или сплава Zn и смазывающее покрытие уложены в данном порядке.

Способ изготовления резьбового соединения трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления является способом изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка, включающего в себя ниппель и муфту. Каждый из ниппеля и муфты включает в себя контактную поверхность, которая включает в себя резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Данный способ изготовления по настоящему варианту осуществления содержит этап электропокрывания, этап механического покрывания и этап выполнения смазывающего покрытия. На этапе электропокрывания формируют первый покрывающий слой из сплава Zn-Ni, выполняя обработку электропокрывания на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля и муфты. На этапе механического покрывания механическое покрывание выполняют после формирования первого покрывающего слоя для формирования второго покрывающего слоя из Zn или сплава Zn. На этапе выполнения смазывающего покрытия формируют смазывающее покрытие на втором покрывающем слое.

Полезное действие изобретения

Резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления имеет отличное сопротивление задиру, свойства при действии крутящего момента и антикоррозионные свойства, а также имеет отличную адгезию со смазывающим покрытием, даже при многократном воздействии высокой температуры и очень низкой температуры.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показана схема затяжки стальных труб, когда возникает перекос.

На фиг. 2 показан график зависимости между числом оборотов и крутящим моментом в резьбовом соединении для трубы или патрубка.

На фиг. 3 показана схема конфигурации резьбового соединения для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления.

На фиг. 4 показано сечение резьбового соединения для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления.

На фиг. 5 показано сечение контактной поверхности резьбового соединения для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления.

Описание вариантов осуществления

Настоящий вариант осуществления ниже описан подробно со ссылкой на чертежи. Идентичные или эквивалентные элементы указаны ниже одинаковыми ссылочными позициями и их описание не повторяется.

В отношении резьбового соединения для трубы или патрубка, включающего в себя ниппель и муф-

ту, изобретатель провел различные исследования по связям между сопротивлением задиру, свойствам при действии крутящего момента, антикоррозионным свойствам и адгезионной способности смазывающего покрытия. Изобретатель получил следующие результаты исследований.

Показатели сопротивления задиру включают в себя жаростойкость и способность устранения перекоса. В обычных резьбовых соединениях для трубы или патрубка жаростойкость является достаточной, но способность устранения перекоса является недостаточной в некоторых случаях. На фиг. 1 показана схема, иллюстрирующая перекокс. Как показано на фиг. 1, каждая из стальных труб 100 включает в себя стальное тело 101 трубы (ниже в данном документе просто называемое основным телом) и соединительную муфту 102. Соединительную муфту 102 навинчивают и фиксируют на верхнем конце основного тела 101. Каждая из стальных труб 100 включает в себя ниппель 103 на наружной периферийной поверхности на нижнем конце (нижний конец основного тела 101) и муфту 104 на внутренней периферийной поверхности на верхнем конце (верхний конец соединительной муфты 102). Как показано на фиг. 1, для вертикально расположенных стальных труб 100 ниппель 103 верхней стальной трубы 100 вставляют в муфту нижней стальной трубы 100 и затягивают. Данное обеспечивает соединение вертикально расположенных стальных труб 100 друг с другом.

При затяжке предпочтительным является выполнение затяжки, когда верхняя стальная труба 100 и нижняя стальная труба 100 соосны. Вместе с тем в реальности имеются некоторые случаи, когда при затяжке центральная ось верхней стальной трубы 100 и центральная ось нижней стальной трубы 100 выставлены не соосно, но с отклонением от оси. Указанное называют перекоком. Когда затяжку выполняют с возникающим отклонением от оси, возможность возникновения задира выше, чем в отсутствие перекоса.

Для улучшения способности устранения перекоса резьбового соединения для трубы или патрубка эффективным является формирование покрывающего слоя, имеющего высокую твердость и высокую температуру плавления на контактной поверхности, имеющей резьбовой участок, и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Если покрывающий слой имеет высокую твердость, покрывающий слой на контактной поверхности трудно повредить при затяжке и ослаблении. Кроме того, если покрывающий слой имеет высокую температуру плавления, покрывающий слой трудно расплавить, даже при локальном увеличении температуры при затяжке и ослаблении.

Таким образом, в резьбовом соединении для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления на контактной поверхности выполняют первый покрывающий слой, состоящий из сплава Zn-Ni. Первый покрывающий слой предпочтительно имеет пористость меньше 5%. Первый покрывающий слой, имеющий пористость меньше 5%, может быть выполнен обработкой для получения электропокрывания. Поэтому первый покрывающий слой является слоем электропокрывания.

Сплав Zn-Ni, формирующий первый покрывающий слой, имеет высокую твердость и высокую температуру плавления. Поэтому возможно повышение способности устранения перекоса резьбового соединения для трубы или патрубка. Цинк (Zn) имеет низкую твердость и низкую температуру плавления по сравнению с медью (Cu), которую обычно применяют для покрывающих слоев. Вместе с тем сплав Zn-Ni, который является сплавом Zn, имеет достаточно высокую твердость и достаточно высокую температуру плавления. По этой причине первый покрывающий слой может повышать способность устранения перекоса.

Применение сплава Zn-Ni обеспечивает улучшение антикоррозионных свойств резьбового соединения для трубы или патрубка. Цинк (Zn) является базовым металлом по сравнению с железом (Fe), никелем (Ni) и хромом (Cr). Поэтому, когда первый покрывающий слой, содержащий цинк (Zn), формируют на контактной поверхности, покрывающий слой корродирует вместо стального материала (расходуемая защита). Указанное улучшает антикоррозионные свойства резьбового соединения для трубы или патрубка.

При этом для улучшения смазочных свойств обычно формируют смазывающее покрытие на контактной поверхности резьбового соединения для трубы или патрубка. Смазывающее покрытие может быть любым из твердого смазывающего покрытия и жидкого смазывающего покрытия. Адгезионная способность смазывающего покрытия может уменьшиться при многократном воздействии высокой температуры и низкой температуры. Смазывающее покрытие, имеющее уменьшенную адгезионную способность, отслаивается, когда резьбовое соединение для трубы или патрубка затягивают и ослабляют. В частности, в варианте, где затягивание выполняют с возникновением перекоса, смазывающее покрытие склонно к отслаиванию. Отслаивание смазывающего покрытия ведет к снижению смазывающих свойств резьбового участка резьбового соединения для трубы или патрубка.

Первый покрывающий слой является слоем электролитического покрывания, таким образом, имеющим плоскую поверхность. Поэтому, когда формируют твердое смазывающее покрытие на первом покрывающем слое, адгезионная способность смазывающего покрытия подвержена уменьшению.

Таким образом, на первом покрывающем слое выполняют пористый второй покрывающий слой из Zn или сплава Zn и выполняют смазывающее покрытие на втором покрывающем слое. В данном случае адгезионная способность смазывающего покрытия повышается. Второй покрывающий слой является более пористым, чем первый покрывающий слой. Второй покрывающий слой предпочтительно имеет пористость 5-80%. Второй покрывающий слой, более пористый, чем первый покрывающий слой, может

быть выполнен механическим покрыванием. Поэтому второй покрывающий слой является слоем, полученным механическим покрыванием. Второй покрывающий слой, являющийся слоем механического покрывания, включает в себя шероховатость на своей поверхности. Когда выполняют смазывающее покрытие на поверхности, имеющей шероховатость, адгезионная способность повышается вследствие так называемого якорного эффекта. Повышенная адгезионная способность смазывающего покрытия препятствует отслаиванию смазывающего покрытия даже в случае многократного воздействия высокой температуры и низкой температуры. Если отслаивание смазывающего покрытия подавляется, высокие смазочные свойства сохраняются при затяжке и ослаблении. Поэтому способность устранения перекоса резьбового соединения для трубы или патрубка дополнительно повышается.

Кроме того, если высокие смазочные свойства резьбового соединения для трубы или патрубка сохраняются, крутящий момент на пределе текучести при затяжке растет. На фиг. 2 показан график зависимости между числом оборотов и крутящим моментом в резьбовом участке резьбового соединения для трубы или патрубка. Как показано на фиг. 2, когда ниппель и муфту затягивают, участки уступов ниппеля и муфты входят в контакт друг с другом. Крутящий момент, возникающий в данной точке, называется крутящим моментом при контакте уступов. При затяжке резьбовых участков резьбового соединения для трубы или патрубка, после того как крутящий момент достигает крутящего момента при контакте уступов, затяжку дополнительно выполняют до завершения затяжки. Указанное увеличивает газонепроницаемость участков между резьбовыми участками резьбового соединения для трубы или патрубка. Когда затяжку дополнительно выполняют, металл, образующий по меньшей мере одно из ниппеля и муфты, начинает пластическую деформацию. Крутящий момент, возникающий в данной точке, называют крутящим моментом на пределе текучести.

Крутящий момент при завершении затяжки (крутящий момент затяжки) устанавливают таким, чтобы получить достаточное давление уплотнения на стыке, вне зависимости от количественного показателя заедания резьбы. Когда величина крутящего момента при контакте уступов, разность между крутящим моментом при контакте уступов и крутящим моментом на пределе текучести достаточно велика, имеется пространство в диапазоне крутящего момента затяжки. В результате упрощается регулировка крутящего момента затяжки. Предпочтительно крутящий момент на пределе текучести не является слишком низким. Достаточно высокая адгезионная способность смазывающего покрытия обеспечивает поддержание высокого крутящего момента на пределе текучести, даже когда затяжка и ослабление повторяются. То есть регулировка крутящего момента затяжки остается простой даже после многократного применения, показывая отличные свойства при действии крутящего момента.

Резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления на основе указанных выше результатов исследований включает в себя ниппель и муфту. Каждый из ниппеля и муфты, имеет контактную поверхность, включающую в себя резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Резьбовое соединение для трубы или патрубка содержит первый покрывающий слой из сплава Zn-Ni на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля и муфты, пористый второй покрывающий слой из Zn или сплава Zn на первом покрывающем слое, а также смазывающее покрытие на втором покрывающем слое. Слои уложены в следующем порядке от стороны контактной поверхности: первый покрывающий слой, второй покрывающий слой и смазывающее покрытие.

Резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления включает в себя первый покрывающий слой на его контактной поверхности. Сплав Zn-Ni, образующий первый покрывающий слой, имеет высокую твердость и высокую температуру плавления. По этой причине резьбовое соединение для трубы или патрубка имеет отличные способности устранения перекоса. В дополнение, сплав Zn-Ni действует как расходный защитный слой. Поэтому резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления также имеет отличные антикоррозионные свойства. Резьбовое соединение для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления дополнительно включает в себя второй покрывающий слой между первым покрывающим слоем и смазывающим покрытием, второй покрывающий слой состоит из Zn или сплава Zn. Второй покрывающий слой является более пористым, чем первый покрывающий слой. По этой причине адгезионная способность смазывающего покрытия на резьбовом соединении для трубы или патрубка увеличена по сравнению с вариантом, где смазывающее покрытие выполняют непосредственно на первом покрывающем слое. Второй покрывающий слой является пористым, показывающим достаточную величину крутящего момента при контакте уступов и показывающим отличные свойства при действии крутящего момента.

Второй покрывающий слой является слоем механического покрывания, полученным обработкой механическим покрыванием. Примеры обработки механическим покрыванием включают в себя дробеструйную обработку с применением металлических частиц для покрывания. В данном случае готовый второй покрывающий слой является пористым, и его поверхность имеет шероховатость.

Поэтому адгезионная способность смазывающего покрытия повышается вследствие якорного эффекта. Обработку для механического покрывания можно проводить другими, хорошо известными способами, иными, чем дробеструйная обработка с применением металлических частиц.

Пористость второго покрывающего слоя составляет предпочтительно 5-80% и более предпочтительно 10-60%.

Предпочтительно первый покрывающий слой имеет толщину 1-20 мкм, второй покрывающий слой имеет толщину 2-30 мкм и смазывающее покрытие имеет толщину 5-50 мкм.

Способ изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления является способом изготовления описанного выше резьбового соединения для трубы или патрубка. Данный способ изготовления содержит этап электропокрывания, этап механического покрывания и этап выполнения смазывающего покрытия. На этапе электропокрывания выполняют обработку электропокрывания для формирования первого покрывающего слоя, состоящего из сплава Zn-Ni, на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля и муфты. На этапе механического покрывания выполняют обработку механическим покрыванием после формирования первого покрывающего слоя для формирования второго покрывающего слоя, состоящего из Zn или сплава Zn. На этапе выполнения смазывающего покрытия формируют смазывающее покрытие на втором покрывающем слое.

Ниже приведено подробное описание резьбового соединения для трубы или патрубка и способ изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка по настоящему варианту осуществления.

Резьбовое соединение для трубы или патрубка

Резьбовое соединение для трубы или патрубка включает в себя ниппель и муфту. На фиг. 3 показано сбоку, частично в виде сечения, резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 по настоящему варианту осуществления. Как показано на фиг. 3, резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 включает в себя стальное тело 1 трубы (ниже в данном документе называемое просто "основным телом") и соединительную муфту 2. На обоих концах основного тела 1 выполнен ниппель 3, который включает наружный резьбовой участок на своей наружной поверхности. На обоих концах соединительной муфты 2 выполнена муфта 6, которая включает внутренний резьбовой участок на своей внутренней поверхности. Посредством затяжки ниппеля 3 и муфты 6 соединительную муфту 2 прикрепляют к концу основного тела 1. Кроме того, имеется резьбовое соединение интегрального типа для труб нефтепромыслового сортамента, которое не включает в себя соединительную муфту 2, но включает в себя ниппель 3, обеспеченный на одном конце основного тела 1, и муфту 6 на другом конце. Резьбовое соединение для трубы или патрубка в настоящем варианте осуществления имеется для обоих резьбовых соединений типа соединительной муфты для трубы или патрубка и резьбовых соединений интегрального типа для трубы или патрубка.

На фиг. 4 показано сечение ниппеля и муфты резьбового соединения для трубы или патрубка 50 по настоящему варианту осуществления. Как показано на фиг. 4, ниппель 3 включает в себя контактную поверхность. Контактная поверхность является участком, который входит в контакт, когда ниппель 3 и муфту 6 затягивают. Контактная поверхность включает в себя резьбовой участок (наружная резьба) 4 и не имеющий резьбы металлический контактный участок. Не имеющий резьбы металлический контактный участок образован на переднем конце ниппеля 3, включающем в себя металлический уплотнительный участок 8 и участок 9 уступа. Аналогично муфта 6 включает в себя контактную поверхность. Контактная поверхность включает в себя резьбовой участок (внутренняя резьба) 5 и не имеющий резьбы металлический контактный участок (металлический уплотнительный участок 10 и участок 11 уступа). Когда ниппель 3 и муфту 6 затягивают, оба участка уступов (участки 9 и 11 уступов), оба металлических уплотнительных участка (металлические уплотнительные участки 8 и 10) и оба резьбовых участка (наружный резьбовой участок 4 и внутренний резьбовой участок 5) входят в контакт друг с другом соответственно.

На фиг. 5 показано сечение контактной поверхности резьбового соединения для трубы или патрубка 50 по настоящему варианту осуществления. Как показано на фиг. 5, резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 включает в себя на контактной поверхности по меньшей мере одно из ниппеля 3 и муфты 6, первый покрывающий слой 21, второй покрывающий слой 22 и смазывающее покрытие 23, в данном порядке от стороны контактной поверхности.

Первый покрывающий слой 21

Первый покрывающий слой 21 выполняют на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля 3 и муфты 6. Первый покрывающий слой 21 является слоем электропокрывания, состоящим из сплава Zn-Ni. Первый покрывающий слой 21 имеет высокую твердость и высокую температуру плавления. Поэтому повышена способность устранения перекоса резьбового соединения для трубы или патрубка 50. Кроме того, поскольку Zn, содержащийся в первом покрывающем слое 21, является базовым металлом, повышены антикоррозионные свойства резьбового соединения для трубы или патрубка 50.

Сплав Zn-Ni, образующий первый покрывающий слой 21, содержит Zn и Ni, и остальное в нем составляют примеси. Примесями являются, например, Fe, S, O, C и т.п. Предпочтительное содержание Zn в сплаве Zn-Ni составляет 85 мас.% и более предпочтительно 90 мас.%. Предпочтительное содержание Ni в сплаве Zn-Ni составляет 10-15 мас.%. Первый покрывающий слой 21 имеет большое содержание Zn, что высокоэффективно в расходуемой защите.

Содержание Zn и Ni в слое 21 первого сплава измеряют следующим способом. Содержание Zn и Ni, например, измеряют, применяя ручной рентгенофлуоресцентный анализатор (Olympus DP2000, фирменное наименование DELTA Premium). Любые четыре положения (любое из положений 0°, 90°, 180° и 270° на направлении по окружности трубы) на поверхности металлического уплотнительного участка, кото-

рый покрыт слоем сплава Zn-Ni, измеряют для анализа композиции. Измеренное содержание Zn и Ni измеряют посредством режима измерений сплава.

Предпочтительная толщина первого покрывающего слоя 21 составляет 1-20 мкм. Если первый покрывающий слой 21 имеет толщину 1 мкм или больше, возможно более стабильное повышение способности устранения перекося и антикоррозионных свойств резьбового соединения для трубы или патрубка 50. Если первый покрывающий слой 21 имеет толщину 20 мкм или меньше, адгезионная способность первого покрывающего слоя 21 дополнительно стабилизируется. Поэтому предпочтительная толщина первого покрывающего слоя 21 составляет 1-20 мкм.

Толщину первого покрывающего слоя 21 измеряют следующим способом. Зонд в виде прибора измерения толщины пленки по фазе сверхтока, соответствующий требованиям ISO (International Organization for Standardization) 21968 (2005), вводят в контакт с контактной поверхностью, выполненной с первым покрывающим слоем 21. Измеряют разность фаз между высокочастотным магнитным полем на первичной стороне зонда и сверхтоком, который вызван высокочастотным магнитным полем на первом покрывающем слое 21. Данную разность фаз преобразуют в толщину первого покрывающего слоя 21. В измерении толщины пленки на резьбовом соединении измеряют любые четыре положения (любое из 0°, 90°, 180°, 270° положений на направлении по окружности трубы) на металлическом уплотнительном участке.

Пористость первого покрывающего слоя 21 составляет предпочтительно меньше 5%. Когда покрывающий слой выполнен обработкой электропокрыванием, покрывающий слой имеет пористость меньше 5%. "Пористость" слоя, полученного электропокрыванием, включает в себя участки пространства, такие как микроотверстия, участки полостей между мелкими частицами и участки отверстий внутри тела массы из частиц, которые составляют покрывающий слой.

Пористость первого покрывающего слоя 21 можно измерять известным способом.

Второй покрывающий слой 22

Второй покрывающий слой 22 выполняют на первом покрывающем слое 21. Второй покрывающий слой 22 состоит из Zn или сплава Zn. То есть второй покрывающий слой 22 содержит Zn или сплав Zn, и остальное составляют примеси. Примесями являются, например, Fe, S, O, C или т.п. Сплав Zn означает сплав, имеющий содержание Zn 50% или больше. Сплав Zn является, например, сплавом Zn-Fe. Второй покрывающий слой 22 может быть покрывающим слоем, состоящим из чистого Zn и примесей или может быть покрывающим слоем, состоящим из сплава Zn и примесей. Содержание Zn в сплаве Zn можно измерять как содержание Zn в первом покрывающем слое 21.

Второй покрывающий слой 22 является пористым в сравнении с первым покрывающим слоем и имеет шероховатость на своей поверхности. Смазывающее покрытие 23 затвердевает при встраивании в шероховатости, и при этом адгезионная способность смазывающего покрытия 23 увеличивается вследствие так называемого якорного эффекта, увеличивающего долговечность смазывающего покрытия. Поэтому даже в варианте, где резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 подвергается многократным затяжке и ослаблению, отслаивание смазывающего покрытия 23 подавляется. Кроме того, даже в варианте, где смазывающее покрытие 23 изнашивается вследствие многократной затяжки и ослабления резьбового соединения для трубы или патрубка 50, часть смазывающего покрытия 23 или продукты износа смазывающего покрытия 23 остаются внутри (в порах) второго покрывающего слоя 22. Поэтому резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 сохраняет высокие смазочные свойства.

Второй покрывающий слой 22 является слоем механического покрывания, выполненным при обработке механическим покрыванием. Полученный механически покрывающий слой является более пористым, чем слой электропокрывания. Пористость второго покрывающего слоя 22, выполненного обработкой для механического покрывания, составляет, например, 5-80%. Пористость второго покрывающего слоя 22 можно измерить как вышеупомянутую пористость первого покрывающего слоя 21.

Предпочтительная толщина второго покрывающего слоя 22 составляет 2-30 мкм. Если второй покрывающий слой 22 имеет толщину 2 мкм или больше, возможно более стабильное получение адгезионной способности смазывающего покрытия 23 и подходящей величины крутящего момента при контакте уступов со смазывающим покрытием 23. По контрасту, если второй покрывающий слой 22 имеет толщину больше 30 мкм, вышеописанный эффект нейтрализуется. Поэтому предпочтительная толщина второго покрывающего слоя 22 составляет 2-30 мкм. Толщину второго покрывающего слоя 22 можно измерять как вышеупомянутую толщину первого покрывающего слоя 21.

Смазывающее покрытие 23

Смазывающее покрытие 23 выполняют на втором покрывающем слое 22. Благодаря смазывающему покрытию 23 повышаются смазочные свойства резьбового соединения для трубы или патрубка 50. Смазывающее покрытие 23 может быть твердым смазывающим покрытием или жидким смазывающим покрытием. Предпочтительно смазывающее покрытие 23 является твердым смазывающим покрытием. В качестве смазывающего покрытия 23 можно применять известные материалы. Смазывающее покрытие 23 содержит, например, смазывающие частицы и связующее вещество. Смазывающее покрытие 23 может содержать сольвент и другие составляющие при необходимости.

Смазывающие частицы уменьшают коэффициент трения поверхности смазывающего покрытия 23. Смазывающие частицы не имеют ограничений по номенклатуре, если имеют смазочные свойства. Смазывающими частицами могут являться, например, графит, дисульфид молибдена (MoS_2), дисульфид вольфрама (WS_2), нитрид бора (BN), политетрафторэтилен (PTFE), фторированный графит (CF_x), карбонат кальция (CaCO_3) или их комбинации. Предпочтительно применяют графит, фторированный графит, MoS_2 и PTFE. Когда массу смазывающей пленки 23 берут за 100%, содержание смазочных частиц составляет предпочтительно 5-40 мас. %.

Связующее вещество связывает смазывающие частицы в смазывающем покрытии 23. В качестве связующего вещества можно применять органическую смолу, неорганическую смолу или их смесь. В варианте применения органической смолы можно применять термоотверждаемую смолу или термопластичную смолу.

Термоотверждаемые смолы включают в себя, например, эпоксидную смолу, полиимидную смолу, поликарбодиимидную смолу, полиэфирсульфоновую смолу, полиэфиркетоновую смолу, фенольную смолу, фурановую смолу, карбамидную смолу и акриловую смолу. Термопластичные смолы включают в себя, например, полиамидимидную смолу, полиэтиленовую смолу, полипропиленовую смолу, полистирольную смолу и этиленвинилацетатную смолу.

В случае применения неорганической смолы как связующего вещества можно применять полиметаллоксан.

Полиметаллоксан относится к высокомолекулярным полимерам, имеющим основной каркас основной цепи, выполненный из повторяющихся металлокислородных связей. Предпочтительно применяют полтитаноксан (Ti-O) и полисилоксан (Si-O). Данные неорганические смолы получают, подвергая металлалкоксиды гидролизу и конденсации. Алкоксигруппа металлалкоксида является, например, нижней алкоксигруппой, такой как метоксигруппа, этоксигруппа, пропоксигруппа, изопропокси группа, изобутоксигруппа, бутоксигруппа и терт-бутоксигруппа. Если принять массу смазочной пленки 23 за 100%, содержание связующего составляет предпочтительно 60-95 мас. %.

Когда требуется растворение или диспергирование смазывающих частиц и связующего вещества, применяют сольвент. Сольвент не имеет конкретных ограничений, если может подвергать составляющие смазывающего покрытия 23 дисперсии или растворению. В качестве сольвента можно применять органический сольвент или воду. Примеры органического сольвента включают в себя толуол и изопропиловый спирт.

Смазывающее покрытие 23 может содержать другие составляющие при необходимости. Примеры других составляющих включают в себя антикоррозионные добавки, ингибитор коррозии, поверхностно-активное вещество, парафин, модификатор трения, пигмент и т.п. Содержание смазывающих частиц, связующего вещества, сольвента и других составляющих устанавливают в зависимости от ситуации.

Смазывающее покрытие 23 выполняют посредством нанесения и отверждения описанного выше композита на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля 3 и муфты 6.

Как показано на фиг. 3, в варианте резьбового соединения для трубы или патрубка 50, в котором ниппель 3 и муфту 6 затягивают перед доставкой, смазывающее покрытие 23 можно выполнять только на одной из контактных поверхностей ниппеля 3 и муфты 6 перед затяжкой. В данном случае на соединительной муфте 2 малой длины легче выполнить нанесение композита, чем на основном теле 1 большой длины. Поэтому предпочтительно выполнение смазывающего покрытия 23 на контактной поверхности муфты 6 соединительной муфты 2. В резьбовом соединении для трубы или патрубка 50 на переднем концевом участке трубы, где ниппель 3 и муфта 6 не затянуты перед доставкой, смазывающее покрытие 23 можно выполнять на обеих контактных поверхностях ниппеля 3 и муфты 6, при этом контактными поверхностям придают антикоррозионные свойства, а также смазочные свойства. Альтернативно смазывающее покрытие 23 можно выполнять только на одной из контактных поверхностей ниппеля 3 и муфты 6, а на другой контактной поверхности можно выполнять твердое антикоррозионное покрытие, описываемое ниже. В обоих случаях возможно придание резьбе сопротивления задиру, газонепроницаемости и антикоррозионных свойств.

Предпочтительным является закрытие всей контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля 3 и муфты 6 смазывающим покрытием 23. Только участок контактной поверхности (например, только уплотнительные участки 8 и 10) можно закрыть смазывающим покрытием 23.

Смазывающее покрытие 23 может быть однослойным или многослойным. Термин "многослойный" относится к состоянию, где смазывающее покрытие 23 комплектуют из двух или больше слоев, нанесенных один за другим от стороны контактной поверхности. Повторение нанесения и отверждения композита обеспечивает комплектование смазывающего покрытия 23 из двух или больше слоев. Смазывающее покрытие 23 можно выполнять прямо на контактной поверхности или можно выполнять после подготовительной обработки, описываемой ниже.

Предпочтительной является толщина смазывающего покрытия 23, составляющая 5-50 мкм. Если смазывающее покрытие 23 имеет толщину 5 мкм или больше, возможно стабильное получение высоких смазочных свойств. При этом, если смазывающее покрытие 23 имеет толщину 50 мкм или меньше, адгезионная способность смазывающего покрытия 23 стабилизирована. Кроме того, если смазывающее по-

крытие 23 имеет толщину 50 мкм или меньше, резьбовой допуск (зазор в резьбе) скользящей поверхности расширяется, что уменьшает давление на стыке при скольжении. При этом можно исключить чрезмерное увеличение крутящего момента затяжки. Поэтому предпочтительная толщина смазывающего покрытия 23 составляет 5-50 мкм.

Толщину слоя 23 смазывающего покрытия измеряют следующим способом. При одинаковых условиях с вариантом нанесения слоя 23 смазывающего покрытия на резьбовом соединении для трубы или патрубка пленку смазки наносят на плоскую пластину. Среди условий для покрытия резьбового соединения для трубы или патрубка и плоской пластины следует соблюдать следующие условия; расстояние между объектом нанесения покрытия и наконечником сопла, давление нагнетания, вязкость композиции, скорость вращения объекта нанесения покрытия и т.п. Для совпадения вязкости композиции, температуры бака, трубы и выпуска сопла следует согласовать между резьбовым соединением для трубы или патрубка и пластиной. Из разницы веса пластины до нанесения композиции и веса пластины после нанесения композиции вычисляют количество композиции, нанесенной за единицу времени. Композицию отверждают на пластине для образования слоя 23 смазывающего покрытия. Толщину слоя 23 смазывающего покрытия измеряют, применяя измеритель толщины пленки. Из разности веса пластины до нанесения композиции и веса пластины после нанесения композиции вычисляют вес слоя 23 смазывающего покрытия. Из толщины пленки и веса слоя 23 смазывающего покрытия вычисляют плотность слоя 23 смазывающего покрытия. Затем по форме и размеру резьбы (внутренний диаметр, толщина и т.п.) вычисляют расчетную площадь резьбового соединения трубы или патрубка для нанесения слоя покрытия. Расчетная площадь для нанесения слоя покрытия соответствует площади развертки резьбы, преобразующей трехмерную поверхность в плоскую поверхность. Из времени нанесения композиции на резьбовое соединение для трубы или патрубка, расчетной площади нанесения и плотности слоя 23 смазывающего покрытия вычисляют среднюю толщину слоя 23 смазывающего покрытия на резьбовом соединении для трубы или патрубка.

Твердое антикоррозионное покрытие

Описанное выше резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 может включать в себя смазывающее покрытие 23 на контактной поверхности одного из ниппеля 3 и муфты 6 и может включать в себя твердое антикоррозионное покрытие на контактной поверхности другого из ниппеля 3 и муфты 6. Как описано выше, резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 может храниться долгое время до его фактического применения. В таком случае выполнение твердого антикоррозионного покрытия увеличивает антикоррозионные свойства ниппеля 3 или муфты 6.

Примеры твердого антикоррозионного покрытия включают в себя хроматное покрытие, состоящее из хромата. Хроматное покрытие выполняют общеизвестной обработкой соединениями трехвалентного хрома.

Твердое антикоррозионное покрытие не ограничено хроматным покрытием. Другое твердое антикоррозионное покрытие содержит, например, отверждаемую ультрафиолетовым излучением смолу. В данном случае твердое антикоррозионное покрытие имеет прочность, с которой твердое антикоррозионное покрытие не дробится силой, приложенной к ней при установке протектора. Кроме того, во время транспортировки или хранения твердое антикоррозионное покрытие не растворяется, даже когда открыто воздействию воды, конденсирующейся в точке росы. Кроме того, твердое антикоррозионное покрытие практически не размягчается даже при высокой температуре больше 40°C. Отверждаемая ультрафиолетовым излучением смола является общеизвестным композитом на основе смолы. Отверждаемая ультрафиолетовым излучением смола не ограничена содержанием конкретного мономера, олигомера и фотоинициатором и индуцирует реакцию фотополимеризации при облучении ультрафиолетовым светом для формирования отвержденного покрытия.

На другой контактной поверхности резьбового соединения для трубы или патрубка 50 можно выполнять покрывающий слой и на покрывающем слое можно выполнять описанное выше твердое антикоррозионное покрытие. Альтернативно твердое антикоррозионное покрытие можно выполнять непосредственно на другой контактной поверхности.

Базовый материал резьбового соединения для трубы или патрубка 50

Композиция базового материала резьбового соединения для трубы или патрубка 50 не имеет конкретных ограничений. Примеры базового материала резьбового соединения для трубы или патрубка 50 включают в себя углеродистые стали, нержавеющие стали и стальные сплавы. Среди стальных сплавов высокопрочные стальные сплавы, такие как двухфазные нержавеющие стали, содержащие такие легирующие элементы как Cr, Ni и Mo, а также сплавы Ni, имеют высокие антикоррозионные свойства. Поэтому применение данных высокопрочных стальных сплавов как базового материала резьбового соединения для трубы или патрубка 50 дает отличные антикоррозионные свойства в коррозионной окружающей среде, содержащей сероводород, двуокись углерода и т.п.

Способ изготовления

Ниже приведено описание способа изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка 50 по настоящему варианту осуществления.

Способ изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка 50 по настоящему варианту

осуществления включает в себя этап электропокрывания, этап механического покрывания и этап выполнения смазывающего покрытия.

Этап электропокрывания

На этапе электропокрывания выполняют обработку для электропокрывания для формирования первого покрывающего слоя 21 на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля 3 и муфты 6. Обработку для электропокрывания выполняют общеизвестным способом. Например, обработку для электропокрывания выполняют способом, в котором контактную поверхность по меньшей мере одного из ниппеля 3 и муфты 6 погружают в электролитическую ванну, содержащую ионы цинка и ионы никеля, и включают электропитание. Электролитические ванны производятся серийно и имеются в продаже. Электролитическая ванна предпочтительно содержит ионы цинка 1-100 г/л и ионы никеля 1-50 г/л. Можно установить подходящие условия обработки электропокрыванием. Условия обработки электропокрыванием являются следующими: например, pH электролитической ванны 1-10, температура электролитической ванны 10-60°C, плотность тока 1-100 А/дм² и время обработки 0,1-30 мин. Как описано выше, предпочтительная толщина первого покрывающего слоя 21 составляет 1-20 мкм.

Этап механического покрывания

На этапе механического покрывания выполняют сухую обработку механическим покрыванием для формирования второго покрывающего слоя 22, который является слоем механического покрывания, на первом покрывающем слое 21. Способом сухого механического покрывания является, например, способ дробеструйного покрывания, в котором дробеструйный прибор применяют для обеспечения столкновений частиц с объектом покрывания. В настоящем варианте осуществления покрывание можно выполнять только на контактной поверхности. Поэтому способ дробеструйного покрывания, который обеспечивает частичное выполнение покрывания, является подходящим.

Частицы, применяемые в способе сухого механического покрывания, таком как способ дробеструйного покрывания, являются металлическими частицами, которые включают в себя Zn или сплав Zn по меньшей мере на своей поверхности. Частицы могут быть металлическими частицами, полностью состоящими из Zn или сплава Zn. Предпочтительная среда струи создается из частиц, ядро которых содержит Fe или сплав Fe, применяемый в Патентной литературе 1, с поверхностью, покрытой слоем Zn или сплава Zn, например сплава Fe-Zn. Частицы производятся и продаются, например, под фирменным названием "Z Iron" компанией DOWA Iron Powder Industries Co., Ltd. Предпочтительный размер частиц составляет 0,2-1,5 мм.

Когда металлическую частицу, имеющую сердечник из Fe или сплава Fe, поверхность которой покрыта Zn или сплавом Zn, применяют в дробеструйной обработке резьбового соединения для трубы или патрубка 50, только Zn или сплав Zn слоя покрытия частицы прилипает к стальной трубе. При этом создается второй покрывающий слой 2, который является слоем механического покрывания из Zn или сплава Zn на первом покрывающем слое 21. Слой механического покрывания является пористым, пористость его составляет 5-80%. По этой причине выполнение смазывающего покрытия 23 и твердого антикоррозионного покрытия на втором покрывающем слое 22 дополнительно увеличивает адгезионную способность смазывающего покрытия 23 и твердого антикоррозионного покрытия вследствие так называемого "якорного эффекта". Как описано выше, предпочтительная толщина второго покрывающего слоя 22 составляет 2-30 мкм.

Этап выполнения смазывающего покрытия

После этапа покрывающего покрывания проводят этап выполнения смазывающего покрытия. На этапе выполнения смазывающего покрытия вначале готовят композит для создания смазывающего покрытия (ниже в данном документе, также называемый композитом). Композит создают смешиванием описанных выше смазывающих частиц и связующего вещества. Композит может дополнительно содержать описанный выше сольвент или другие составляющие.

Полученный в результате композит наносят на второй покрывающий слой 22. Способ нанесения не имеет конкретных ограничений. Например, композит, содержащий сольвент, напыляют на второй покрывающий слой 22, применяя пистолет-распылитель. В данном случае композит равномерно наносят на второй покрывающий слой 22. Ниппель 3 или муфту 6, на которые композит напыляют, сушат или сушат нагревом. Сушку нагревом выполняют, например, с помощью серийно выпускаемого и имеющегося в продаже оборудования прямой сушки или т.п. Указанное приводит к затвердеванию композита для образования твердого смазывающего покрытия 23 на втором покрывающем слое 22. Условия для сушки нагревом можно устанавливать подходящими по температуре кипения, температуре плавления и т.п. каждого составляющего, содержащегося в композите, принимаемого во внимание.

В варианте, где применяют композит, не содержащий сольвент, для выполнения смазывающего покрытия 23 можно применять способ приготовления расплава, например. В способе приготовления расплава композит нагревают для перехода в текучее состояние. Композит в текучем состоянии напыляют пистолетом-распылителем с функцией поддержания температуры. Композит при этом равномерно наносят на второй покрывающий слой 22. Температуру нагрева композита можно устанавливать соответствующей температуре плавления и размягчения описанного выше связующего вещества и других составляющих, принимаемых во внимание. Ниппель 3 или муфту 6, на которые композит наносят, охлаждают

воздухом или т.п. Указанное приводит к затвердеванию композита для образования смазывающего покрытия 23 на втором покрывающем слое 22.

Выполнение твердого антикоррозионного покрытия
(обработка на основе соединений трехвалентного хрома)

Как описано выше, этап электропокрывания, этап механического покрывания и этап выполнения смазывающего покрытия выполняют на контактной поверхности одного из ниппеля 3 и муфты 6 для формирования первого покрывающего слоя 21, второго покрывающего слоя 22 и смазывающего покрытия 23.

При этом на контактной поверхности другого из ниппеля 3 и муфты 6 можно выполнять первый покрывающий слой 21, второй покрывающий слой 22 и смазывающее покрытие 23 или покрывающий слой и/или твердое антикоррозионное покрытие. Ниже приведено описание варианта, где первый покрывающий слой 21 и твердое антикоррозионное хроматное покрытие выполняют на контактной поверхности другого из ниппеля 3 и муфты 6.

В данном случае первый покрывающий слой 21 формируют, выполняя описанный выше этап электропокрывания. После выполнения этапа электропокрывания проводят обработку трехвалентным хроматом для формирования твердого антикоррозионного покрытия. Обработка на основе соединений трехвалентного хрома является обработкой для формирования покрытия на основе соединений трехвалентного хрома (хроматное покрытие). Хроматное покрытие, выполненное обработкой на основе соединений трехвалентного хрома, подавляет белую ржавчину на поверхности покрывающего слоя из сплава Zn. Это улучшает внешний вид изделия (вместе с тем белая ржавчина на покрывающем слое из сплава Zn не является ржавчиной резьбового соединения для трубы или патрубка 50 и не влияет на сопротивление задиру и антикоррозионные свойства резьбового соединения для трубы или патрубка 50). Обработка на основе соединений трехвалентного хрома может быть выполнена общеизвестным способом. Например, контактную поверхность по меньшей мере одного из ниппеля 3 и муфты 6 погружают в жидкость для обработки хроматом, или жидкость для обработки хроматом напыляют для нанесения на контактную поверхность. Потом контактную поверхность промывают. Контактную поверхность можно промывать после погружения в жидкость для обработки хроматом и подачи электропитания. Контактную поверхность, на которую наносят жидкость для обработки хроматом, можно сушить нагревом. Можно устанавливать подходящие условия для обработки на основе соединений трехвалентного хрома.

Этап предобработки

В описанных выше этапах изготовления этап предобработки можно проводить перед этапом электропокрывания при необходимости. Примеры этапа предобработки включают в себя протравку и щелочное обезжиривание. На этапе предобработки смывают масло и т.п., прилипшее к контактной поверхности. Этап предобработки может дополнительно включать в себя обработку шлифованием, такую как механическая отделка поверхности шлифовкой.

По завершении вышеописанных этапов изготовления получают резьбовое соединение для трубы или патрубка 50 по настоящему варианту осуществления.

Примеры

Ниже описаны примеры. Следует отметить, что настоящее изобретение не ограничено примерами. В примерах контактную поверхность ниппеля называют поверхностью ниппеля и контактную поверхность муфты называют поверхностью муфты. В дополнение, значок "%" в примерах означает процент по массе, если иное специально не указано.

В настоящих примерах применяли резьбовую стальную трубу под названием VAM21 (R) фирмы NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION. Стальная труба VAM21 (R) была стальной трубой с наружным диаметром 24,448 см (9-5/8 дюймов) и толщиной стенки 1,199 см (0,472 дюйма). Стальная труба была выполнена из углеродистой стали, следующего химического состава: C 0,21%, Si 0,25%, Mn 1,1%, P 0,02%, S 0,01%, Cu 0,04%, Ni 0,06%, Cr 0,17% и Mo 0,04%, остальное составляли Fe и примеси.

Поверхность ниппеля и поверхность муфты, для которых применяли стальную трубу каждого номера испытания, прошли механическую отделку поверхности шлифовкой (шероховатость поверхности 3 мкм). Затем выполняли покрывающие слои (первый и второй покрывающий слой) или покрытие (твердое антикоррозионное покрытие, смазывающее покрытие), показанные в табл. 1, для подготовки ниппеля и муфты каждого номера испытания.

Таблица 1

Номер испытания	марка стали		предобработка слой 1 (толщина (мкм))	предобработка слой 2 (толщина (мкм))	слой твердого антикоррозионного покрытия (Толщина (мкм))	слой смазывающего покрытия (Толщина (мкм))
1	Углеродистая сталь	Поверхность ниппеля	слой электропокрывания (8мкм)	-	Хромат (Трехвалентный) (0,3мкм)	-
		Поверхность муфты	слой электропокрывания (8мкм)	слой сухого покрывающего покрытия (10мкм)	-	слой твердого антикоррозионного покрытия, содержащий графит 5% по массе PTFE 4% по массе и PPE 10% по массе (30мкм)
2	Углеродистая сталь	Поверхность ниппеля	слой электропокрывания (8мкм)	-	Хромат (Трехвалентный) (0,3мкм)	-
		Поверхность муфты	слой электропокрывания (8мкм)	слой сухого механического покрывания (10мкм)	-	Xylan1425 (30мкм)
3	Углеродистая сталь	Поверхность ниппеля	слой электропокрывания (8мкм)	слой сухого механического покрывания (10мкм)	-	Defric coat405 (20мкм)
		Поверхность муфты	слой электропокрывания (8мкм)	слой сухого механического покрывания (10мкм)	-	Xylan1425 (30мкм)
4	Углеродистая сталь	Поверхность ниппеля	слой электропокрывания (8мкм)	-	Хромат (Трехвалентный) (0,3мкм)	-
		Поверхность муфты	слой сухого покрывающего покрытия (10мкм)	-	-	Xylan1425 (30мкм)
5	Углеродистая сталь	Поверхность ниппеля	слой электропокрывания (8мкм)	-	Хромат (Трехвалентный) (0,3мкм)	-
		Поверхность муфты	слой электропокрывания (8мкм)	-	-	Xylan1425 (30мкм)
6	Углеродистая сталь	Поверхность ниппеля	слой электропокрывания (8мкм)	-	Хромат (Трехвалентный) (0,3мкм)	-
		Поверхность муфты	слой электропокрывания (8мкм)	слой марганец-фосфатирования (12мкм)	-	Xylan1425 (30мкм)
				я (12мкм)		

Способ выполнения покрывающих слоев или покрытий был следующим. В каждом номере испытания пористость измеряли известным способом. Пористость слоев электропокрывания была меньше 5% и пористость сухих слоев механического покрывания составляла 5-80%. Пористость слоя марганец-фосфатирования была меньше 30%.

Испытание номер 1

Для испытания номер 1 на поверхности ниппеля выполнили электропокрывание Zn-Ni (Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd.), для формирования первого покрывающего слоя с толщиной 8 мкм. Условия электропокрывания были следующими: pH электролитической ванны 6,5, температура электролитической ванны 25°C, плотность тока 2 А/дм² и время обработки 18 мин. Композиция первого покрывающего слоя была Zn 85% и Ni 15%. Кроме того, полученный первый покрывающий слой обработали на основе соединений трехвалентного хрома. Жидкость для обработки на основе соединений трехвалентного хрома

имела торговую марку "DAIN Chromate TR-02", производитель Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Условия для обработки на основе соединений трехвалентного хрома были: pH в ванне 4,0, температура в ванне 25°C и время обработки 50 с.

В условиях, одинаковых с условиями для поверхности ниппеля, выполнили первый покрывающий слой на поверхности муфты. Затем выполнили второй покрывающий слой сухой обработкой механическим покрыванием (способ дробеструйного покрывания). В сухой обработке механическим покрыванием применяли металлические частицы с покрытием из сплава Zn-Fe. Полученный второй покрывающий слой имел среднюю толщину пленки 10 мкм. На поверхность муфты с первым покрывающим слоем и вторым покрывающим слоем, выполненным на ней, нанесли композит для формирования твердого смазывающего покрытия. Композит для формирования твердого смазывающего покрытия содержал графита 5 мас.%, PTFE 4 мас.% и PFPE 10 мас.%. Композит для формирования твердого смазывающего покрытия нагревали до 130°C для напыления и охлаждали для выполнения твердого смазывающего покрытия со средней толщиной пленки 30 мкм.

Испытание номер 2

Для испытания номер 2 поверхность ниппеля подвергали одинаковой обработке с испытанием номер 1. Полученный первый покрывающий слой имел толщину пленки и химическую композицию, одинаковые с полученными в испытании номер 1. Толщина покрытия на основе соединений трехвалентного хрома была установлена одинаковой с полученной в испытании номер 1. На поверхности муфты первый покрывающий слой и второй покрывающий слой были выполнены как в испытании номер 1, и затем нанесли композит для формирования твердого смазывающего покрытия под фирменным наименованием "Xylan1425". Состав фирменного наименования "Xylan1425" содержал эпоксидную смолу, 22 мас.%, частицы PTFE, 9 мас.%, сольвент, 18 мас.% всего, пигмент и воду, 40 мас.%. Композит для формирования твердого смазывающего покрытия напыляли для нанесения на поверхность муфты и затем подвергали сушке с нагревом (при 90°C, 5 мин) и обработке для отверждения (при 210°C 20 мин) для формирования твердого смазывающего покрытия. Полученное твердое смазывающее покрытие имело среднюю толщину пленки 30 мкм.

Испытание номер 3

Для испытания номер 3 первые покрывающие слои и вторые покрывающие слои были выполнены на поверхности ниппеля и поверхности муфты, как на поверхности муфты испытания номер 1. Полученные первый и второй покрывающие слои имели толщины пленки и химические композиции, одинаковые с испытанием номер 1. Затем на поверхность ниппеля нанесли следующий композит для формирования твердого смазывающего покрытия. Композит для формирования твердого смазывающего покрытия был композитом, производимым и продаваемым под фирменным наименованием "DEFRIC COAT 405" компанией Kawamura Research Lab., Inc., содержащим дисульфид молибдена и графит в неорганическом полимерном связующем. Композит для формирования твердого смазывающего покрытия напыляли для нанесения на поверхность муфты и затем выдерживали на воздухе 3 ч. Затем композит подвергали воздействию горячего влажного воздуха при 150°C 10 мин. Полученное твердое смазывающее покрытие имело среднюю толщину пленки 20 мкм. На поверхность муфты выполнили твердое смазывающее покрытие, как на поверхности муфты испытания номер 2. Полученное твердое смазывающее покрытие имело одинаковую толщину и химическую композицию с покрытием поверхности муфты испытания номер 2.

Испытание номер 4

Для испытания номер 4 первый покрывающий слой и покрытие на основе соединений трехвалентного хрома были выполнены на поверхности ниппеля, как на поверхности ниппеля испытания номер 1. Выполненные покрывающий слой и покрытие имели толщины, одинаковые с испытанием номер 1. На поверхности муфты был выполнен второй покрывающий слой, как на поверхности муфты испытания номер 1. Полученный второй покрывающий слой имел среднюю толщину пленки 10 мкм. На полученном втором покрывающем слое было выполнено твердое смазывающее покрытие, как на поверхности муфты испытания номер 2. Полученное твердое смазывающее покрытие имело одинаковую толщину и химическую композицию с покрытием поверхности муфты испытания номер 2.

Испытание номер 5

Для испытания номер 5 на поверхности ниппеля были выполнены первый покрывающий слой и покрытие на основе соединений трехвалентного хрома, как и на поверхности ниппеля испытания номер 1. Выполненное покрытие имеет толщину, одинаковую с толщиной испытания номер 1. На поверхности муфты был выполнен первый покрывающий слой, как и на поверхности ниппеля испытания номер 1. Выполненный первый покрывающий слой имеет толщину, одинаковую с толщиной испытания номер 1. На полученном первом покрывающем слое было выполнено твердое смазывающее покрытие, как и на поверхности муфты испытания номер 2. Полученное твердое смазывающее покрытие имело одинаковую толщину и химическую композицию с покрытием поверхности муфты испытания номер 2.

Испытание номер 6

Для испытания номер 6 были выполнены первый покрывающий слой и покрытие на основе соеди-

нений трехвалентного хрома на поверхности ниппеля, как и на поверхности ниппеля испытания номер 1. Выполненный покрывающий слой и покрытие имели одинаковые толщины со слоем и покрытием испытания номер 1. На поверхности муфты был выполнен первый покрывающий слой, как и в испытании номер 1. Выполненный первый покрывающий слой имеет толщину, одинаковую с толщиной слоя испытания номер 1. Поверхность муфты с первым покрывающим слоем, выполненным на ней, погрузили в жидкость для химической обработки марганец-фосфатирования при 80-95°C на 10 мин, при этом был выполнен слой марганец-фосфатирования толщиной 12 мкм (при шероховатости поверхности 10 мкм). На поверхности муфты с выполненным на ней слоем марганец-фосфатирования было выполнено твердое смазывающее покрытие, как и в случае поверхности муфты испытания номер 2. Полученное твердое смазывающее покрытие имеет одинаковую толщину и химическую композицию с покрытием поверхности муфты испытания номер 2.

Испытание для оценки затяжки/ослабления

При испытании для оценки затяжки/ослабления оценивали сопротивление задиру и свойства при действии крутящего момента. Оценивали как сопротивление задиру жаростойкость и способность устранения перекоса.

Сопротивление задиру: жаростойкость

Для исследования воздействий, испытываемых слоями на первом покрывающем слое в высокотемпературной нефтяной скважине, проводили многократные испытания затяжки на ниппелях и муфтах испытания номер 2 и испытания номер 6. Конкретно с ниппелем и муфтой, затянутыми первой затяжкой, окружающие части муфты нагрели до 200°C на 6 ч ленточным нагревателем. Потом ниппель и муфту ослабили и повторяли затяжку и ослабление. Скорость затяжки составляла 10 об/мин вначале, затем 2 об/мин после касания уступов. Крутящий момент затяжки составлял 42,8 КН·м. Затяжку и ослабление резьбового соединения для трубы или патрубка выполняли при нормальной температуре (20°C). Каждый раз при выполнении цикла затяжки и ослабления визуально проверяли возникновение задира вследствие изменения крутящего момента затяжки. В момент времени, когда возникал не подлежащий ремонту задиры, испытание заканчивали. Результаты показаны в табл. 2.

Таблица 2

Номер испытания	затяжка/ослабление			Антикоррозионные свойства	долговечность покрытия (адгезия смазывающего покрытия)		
	сопротивление задиру (число затяжек, за которыми не следует задира)		свойства при действии крутящего момента			Испытание напылением соли (2000 часов) 4)	испытание стойкости к атмосферным воздействиям 5)
	жаропрочность 1)	Свойства устранения несоосности 2)					
1	-	10	125	нет ржавчины	нет отслоения покрытия		
2	10	10	140	нет ржавчины	нет отслоения покрытия		
3	-	10	115	нет ржавчины	нет отслоения покрытия		
4	-	2	75	ржавчина после 500 часов	высокая степень отслоения покрытия /ржавчины		
5	-	6	60	нет ржавчины	средняя степень отслоения покрытия		

6	2	10	95	нет ржавчины	нет отслоения покрытия
(К сведению) 1) После первой затяжки, наружную периферию муфты при затяжке нагрели до 200°C на 6 часов, применяя ленточный нагреватель 2) угол θ отклонения при перекосе=5°			3) Принято, что величина крутящего момента при контакте уступов составляет 100, когда применяют смазку API вместо твердого смазывающего покрытия	4) Соответствует JIS Z2371:2000 Определили, отсутствие проблем с антикоррозионными свойствами при долгосрочном хранении в 1500 часов или больше	5) см. таблицу 3

Результаты оценки

Как показано в табл. 2, в испытании номер 2 задир не возник после десятикратной затяжки и ослабления. По контрасту с указанным, в испытании номер 6 слой 2 марганец-фосфатирования подготовительной обработки пострадал от высокотемпературного разложения. Указанное считают произошедшим вследствие удаления кристаллической воды и возникновения хрупкости. В результате затяжку и ослабление продолжали без задира до второго времени, а не подлежащий ремонту задир возник в третье время, и на этом испытание завершили.

Сопrotивление задирu: способность устранения перекоса

Повторение затяжки и ослабления с перекосом выполнили на ниппелях и муфтах испытания номер 1-6 для оценки способности устранения перекоса. Угол θ отклонения перекоса составлял 5°. Затяжку и ослабление повторяли до 10 раз. Скорость затяжки при затяжке и ослаблении составляла 10 об/мин, и крутящий момент затяжки составлял 42,8 КН·м. Всякий раз при выполнении затяжки и ослабления поверхность ниппеля и поверхность муфты проверяли визуально. Визуальным наблюдением проверяли возникновение задира. Когда задир был небольшим и поэтому ремонтпригодным, дефект задира ремонтировали, и испытание продолжали. Измеряли число прошедших затяжек и ослаблений до возникновения не подлежащего ремонту задира. В табл. 2 показаны результаты.

Результаты оценки

Как показано в табл. 2, в ниппелях и муфтах испытаний номеров 1-3 и испытания номер 6 задир вследствие перекоса не возникал. Данное считают результатом улучшения адгезионной способности слоя твердого смазывающего покрытия, созданного слоями на первом покрывающем слое. По контрасту с указанным, в испытании номер 4 и испытании номер 5 число затяжек было значительно уменьшено.

Свойства при действии крутящего момента

Испытание свойства при действии крутящего момента провели на ниппелях и муфтах испытания номер 1-6. Конкретно величина крутящего момента при контакте уступов (разность между крутящим моментом на пределе текучести и крутящим моментом при контакте уступов) измеряли следующим образом. Ниппеля и муфты испытаний номер 1-6 были подготовлены и затянуты с применением гидравлического трубного ключа изготовления фирмы Weatherford. Даже после затяжки был обеспечен крутящий момент для выполнения затяжки, при этом был построен график крутящего момента (фиг. 2). На графике крутящего момента была измерена величина крутящего момента при контакте уступов. Крутящий момент при контакте уступов является величиной крутящего момента в то время, когда участок уступа входит в контакт, и изменение крутящего момента начинает отклоняться от первой линейной зоны (зоны упругой деформации). При этом крутящий момент на пределе текучести является величиной крутящего момента в то время, когда начинается пластическая деформация. Конкретно крутящий момент на пределе текучести является величиной крутящего момента в то время, когда начинается отклонение от второй линейной зоны, причем вторая линейная зона возникает после достижения крутящим моментом величины крутящего момента при контакте уступов. Здесь были подготовлены ниппеля и муфты, для которых слои 1 и 2 подготовительной обработки и слои твердого антикоррозионного покрытия испытаний номеров 1-6 были применены и обработаны слоем с заменой твердого смазывающего покрытия консистентной смазкой, соответствующей стандартам API. Приняв величину крутящего момента при контакте уступов данного случая за 100, определили величины для испытаний номер 1-6. В табл. 2 показаны результаты.

Результаты оценки

Как показано в табл. 2, в испытаниях номер 1-3 были выполнены вторые покрывающие слои, которые были слоями механического покрывания, и, таким образом, величина крутящего момента на уступах была больше 100, показывая отличные свойства крутящего момента. По контрасту в испытании номер 4 и испытании номер 5 величины крутящего момента при контакте уступов были меньше 100, показывая низкие свойства при действии крутящего момента. В испытании номер 6 слой на первом покрывающем слое был слоем марганец-фосфатирования, и, таким образом, величина крутящего момента при контакте уступов была меньше 100, показывая низкие свойства при действии крутящего момента.

Испытание для оценки антикоррозионных свойств: испытание с напылением соли

Образцы были подготовлены с применением углеродистой стали одинакового состава с испытаниями номер 1-6. Образцы имели размер 70 мм×150 мм и толщину 1 мм. Образцы подвергали одинаковой обработке поверхности с испытаниями номер 1-6 и проводили на образцах испытание с напылением соли. Испытание с напылением соли проводили на основе способа, описанного в JIS Z2371:2000. Посредством визуального наблюдения измеряли момент времени, в который красная ржавчина возникала на поверхности образца каждого номера испытания. Результаты показаны в табл. 2.

Результаты оценки

В испытаниях номер 1-3, испытании номер 5 и испытании номер 6 слои электропокрывания были выполнены как первые покрывающие слои, и ржавчина не возникала. По контрасту с этим, в испытании номер 4 только второй покрывающий слой, который является пористым слоем механического покрывания, был выполнен сразу над контактной поверхностью, и достаточный антикоррозионный эффект не был получен, в результате ржавчина возникала на всей поверхности после 500 ч.

Испытание на устойчивость к атмосферному воздействию: испытание на долговечность покрытия (адгезионную способность смазывающего покрытия)

Были подготовлены муфты испытания номер 1-6. Каждая из муфт была отрезана от конца трубы, чтобы иметь длину 1 м. Согласно атмосферным условиям испытания (влажность является относительной влажностью) и порядку, показанному в табл. 3, провели испытание на устойчивость к атмосферному воздействию, где имитировали все виды погодных условий в диапазоне от экстремального холода до высокой температуры. Поверхности муфт визуально обследовали для проверки внешнего вида твердого смазывающего покрытия (на отслаивание и присутствие/отсутствие ржавчины).

Таблица 3

порядок	климатические условия	Температура (°C)	Влажность (%)	Период испытания
1	тепловое разложение	+60	не определена	10 дней
2	воздействие низкой температуры	-60	не определена	3 дней
3	изменение температуры	+20	98	4 часа при каждой температуре всего 36 циклов
		-20	не определена	
4	высокая температура и влажность	+40	98	5 дней
5	воздействие морской окружающей среды (напыление соли)	+40	98	2 дней
		-40	не определена	1 час
6	воздействие высокотемпературного пара	+100	98	1 Минута

Результаты оценки

В испытании номер 1-3 и испытании номер 6 были выполнены оба, первый и второй покрывающие слои, и поэтому отслаивание покрытия не возникало и ржавчина не возникала. По контрасту с этим, в испытании номер 4 только второй покрывающий слой, который является слоем механического покрывания, был выполнен на поверхности и показывал низкую адгезионную способность с базовым материалом, результатом явилось отслаивание покрытия. Кроме того, достаточный антикоррозионный эффект не был получен, результатом было появление ржавчины на всей поверхности после 500 ч. В испытании номер 5 был выполнен только первый покрывающий слой, который является слоем электропокрывания, показывающий низкую адгезионную способность со смазывающим покрытием, результатом явилось отслаивание покрытия.

Выше описаны варианты осуществления настоящего изобретения. Варианты осуществления, опи-

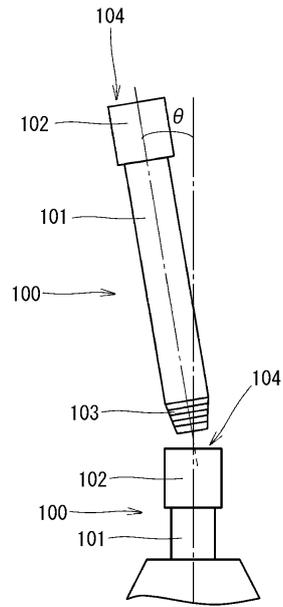
санные выше, являются только примерами для практической реализации настоящего изобретения. Поэтому настоящее изобретение не ограничено описанными выше вариантами осуществления и описанные выше варианты осуществления можно модифицировать и практически реализовать подходящим способом без отхода от объема настоящего изобретения.

Перечень ссылочных позиций:

- 3 - ниппель;
- 4, 5 - резьбовой участок;
- 6 - муфта;
- 8, 10 - металлический уплотнительный участок;
- 9, 11 - участок уступа;
- 21 - первый покрывающий слой;
- 22 - второй покрывающий слой;
- 23 - смазывающее покрытие;
- 50 - резьбовое соединение для трубы или патрубка.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение для трубы или патрубка, содержащее ниппель и муфту, причем каждый из ниппеля и муфты включает в себя контактную поверхность, которая включает в себя резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок, причем резьбовое соединение для трубы или патрубка отличается тем, что содержит на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля и муфты первый покрывающий слой, состоящий из сплава Zn-Ni; второй покрывающий слой на первом покрывающем слое, причем второй покрывающий слой состоит из Zn или сплава Zn и является пористым; и смазывающее покрытие на втором покрывающем слое.
2. Резьбовое соединение для трубы или патрубка по п.1, отличающееся тем, что пористость второго покрывающего слоя составляет 5-80%.
3. Резьбовое соединение для трубы или патрубка по п.1 или 2, отличающееся тем, что первый покрывающий слой имеет толщину 1-20 мкм, второй покрывающий слой имеет толщину 2-30 мкм и смазывающее покрытие имеет толщину 5-50 мкм.
4. Резьбовое соединение для трубы или патрубка по любому из пп.1-3, отличающееся тем, что смазывающее покрытие является твердым смазывающим покрытием.
5. Способ изготовления резьбового соединения для трубы или патрубка, которое включает в себя ниппель и муфту, причем каждый из ниппеля и муфты включает в себя контактную поверхность, которая включает в себя резьбовой участок и не имеющий резьбы металлический контактный участок, способ отличается тем, что содержит этапы, на которых на контактной поверхности по меньшей мере одного из ниппеля и муфты формируют первый покрывающий слой, состоящий из сплава Zn-Ni, посредством выполнения электропокрытия; формируют второй покрывающий слой, состоящий из Zn или сплава Zn, посредством выполнения механического покрытия после формирования первого покрывающего слоя; и формируют смазывающее покрытие после выполнения второго покрывающего слоя.



Фиг. 1

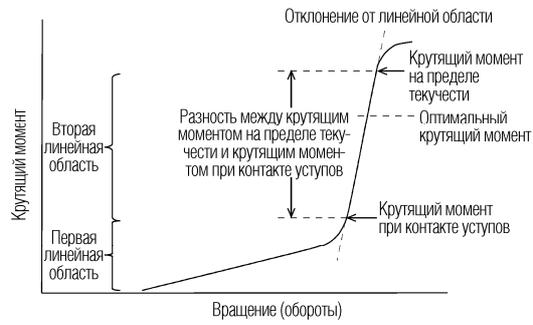
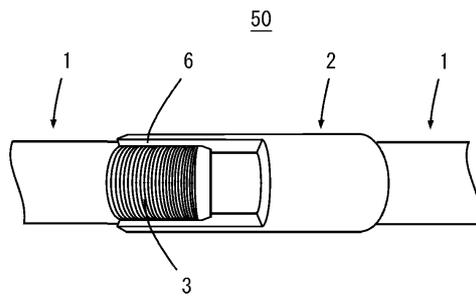
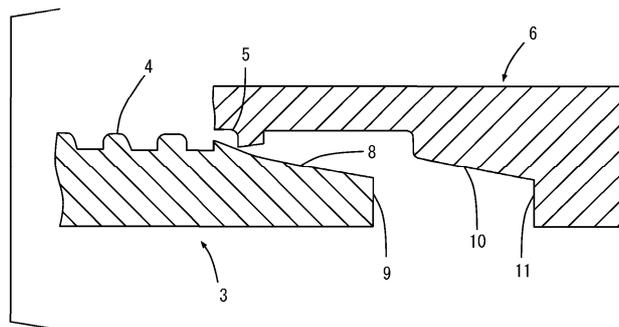


График крутящего момента при завинчивании

Фиг. 2

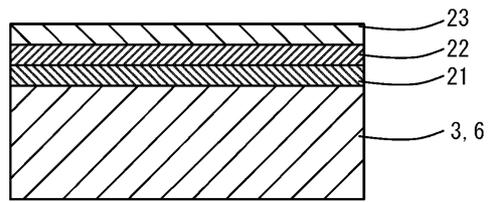


Фиг. 3



Фиг. 4

034055



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2
